

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**





KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında

Hatice KADAYIFCI SARIKAYA Tarafından Hazırlanan

GİRESUN YÖRESİNDEKİ SÜLFÜRLÜ MADEN SAHALARINDAN KAYNAKLI AĞIR
METAL KİRLİLİĞİNİN VE SAĞLIK RİSKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 01 /10/2019 gün ve 1821 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
DOKTORA TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

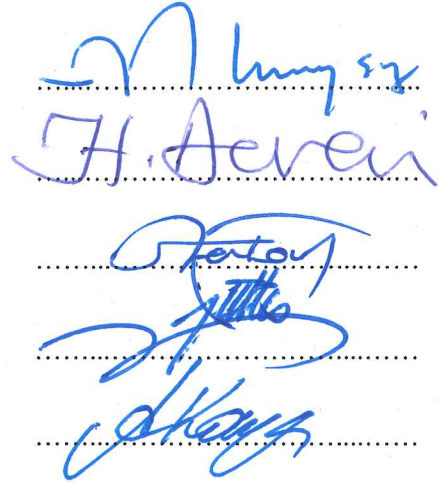
Başkan : Prof. Dr. Necati TÜYSÜZ

Üye : Prof. Dr. Hacı DEVECİ

Üye : Prof. Dr. Ferkan SİPAHİ

Üye : Doç. Dr. Gülten YAYLALI ABANUZ

Üye : Doç. Dr. Ayberk KAYA



Prof. Dr. Asim KADIOĞLU

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda "Doktora Tezi" olarak hazırlanmıştır. Tez kapsamında, Eseli, Harköy ve İsrail eski maden sahaları ve kontrol sahası civarından su, dere sedimanı, toprak ve fındık örnekleri alınarak ağır metal konsantrasyonları belirlenmiş ve sağlık üzerine etkileri araştırılmıştır.

Tez çalışmam sırasında bilgi, birikim ve tecrübeleriyle bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Gülten YAYLALI ABANUZ'a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Tezin hazırlık aşamasında deneyimleriyle katkıda bulunan ve kaynaklar bölümünde yer alan tüm değerli hocalarıma, meslektaşlarıma ve araştırmacılara teşekkür ederim.

Tezin tüm aşamalarında desteğini esirgemeyen ve arazi çalışmalarına yardımcı olan eşim Mutlu SARIKAYA'ya, babam Sabri KADAYIFÇI'ya, annem Zehra KADAYIFÇI'ya, ağbim Özkan KADAYIFÇI ve ailesine, meslektaşlarım Havva ÖZTÜRK'e, Emine Selva SAĞLAM'a, Emine TÜRK ÖZ'e, Esra HATİPOĞLU TEMİZEL'e, Oğuzhan GÜMRÜK'e ve Kadriye KARADENİZ ERKAN'a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Son olarak arazi çalışmalarım sırasında hep yanımda olan ve beni sabırla bekleyen sevgili kızım Zeynep Naz SARIKAYA'ya sonsuz sevgilerimi sunarım.

Hatice KADAYIFÇI SARIKAYA

Trabzon 2019

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Giresun Yöresindeki Sülfürlü Maden Sahalarından Kaynaklı Ağır Metal Kirliliğinin ve Sağlık Risklerinin Değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Gülten YAYLALI ABANUZ’un sorumluluğunda tamamladığımı, örneklere kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 25/10/2019

Hatice KADAYIFÇI SARIKAYA

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	XII
SUMMARY	XIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIV
TABLolar DİZİNİ.....	XVII
SEMBOLLER DİZİNİ	XIX
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	1
1.2. Eski Maden Sahalarında Yaşanan Çevresel Problemler	2
1.2.1. Asit Maden Drenajı.....	3
1.2.2. Ağır Metal Kirliliği	4
1.2.3. Su Kirliliği	5
1.2.4. Yetersiz Güvenlik Önlemleri	7
1.2.5. Maden Atıklarının Bilinçsiz Kullanımı	7
1.2.6. Metallerle İlişkili Sağlık Problemleri.....	8
1.2.6.1. Bakır.....	9
1.2.6.2. Çinko.....	9
1.2.6.3. Demir	10
1.2.6.4. Kadmiyum.....	10
1.2.6.5. Kurşun.....	11
1.2.6.6. Arsenik.....	11
1.2.6.7. Cıva.....	12
1.2.6.8. Krom	12
1.2.6.9. Nikel.....	13

1.2.6.10.	Kobalt.....	13
1.2.6.11.	Mangan	14
1.2.6.12.	Molibden.....	15
1.3.	Çalışma Sahasının Özellikleri.....	15
1.3.1.	Coğrafik Özellikler	15
1.3.1.1.	İsrail Maden Sahası.....	15
1.3.1.2.	Harköy Maden Sahası	16
1.3.1.3.	Eseli Maden Sahası	16
1.3.1.4.	Kontrol Sahası.....	16
1.3.2.	İklim ve Bitki Örtüsü	16
1.4.	Önceki Çalışmalar.....	18
2.	JEOLJİK YERLEŞİM	22
2.1.	Bölgesel Jeoloji.....	22
2.2.	Çalışma Alanının Jeolojisi	23
2.2.1.	Volkanik Kayaçlar	24
2.2.2.	Tortul Kayaçlar	26
2.2.3.	Alüvyon.....	27
2.3.	Çalışma Alanındaki Maden Sahaları ve Kontrol Sahası.....	27
2.3.1.	Eseli Volkanojenik Masif Sülfid Yatağı.....	28
2.3.2.	Harköy Volkanojenik Masif Sülfid Yatağı.....	28
2.3.3.	İsrail Volkanojenik Masif Sülfid Yatağı.....	30
2.3.4.	Kontrol Sahası.....	31
3.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	32
3.1.	Materyal ve Yöntem	32
3.1. 1.	Arazi Çalışmaları	32
3.1.1.1.	Su Örneklemesi.....	32
3.1.1.2.	Dere Sedimanı Örneklemesi	36
3.1.1.3.	Toprak Örneklemesi.....	37
3.1.1.4.	Bitki Örneklemesi	38
3.1.2.	Laboratuvar Çalışmaları.....	39

3.1.2.1.	Su Örneklerinin Analize Hazırlanması	39
3.1.2.2.	Dere Sedimanı Örneklerinin Analize Hazırlanması	41
3.1.2.3.	Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması.....	41
3.1.2.4.	Bitki Örneklerinin Analize Hazırlanması	41
3.1.3.	Analitik Yöntemler	42
3.1.4.	Büro Çalışmaları	43
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	44
4.1.	Su Örnekleri	44
4.1.1.	Kontrol Sahasındaki Su Örneklerinin Fiziko-kimyasal Özellikleri.....	44
4.1.2.	Maden Sahalarındaki Su Örneklerinin Fiziko-kimyasal Özellikleri.....	46
4.1.2.1.	Eseli Maden Sahası	49
4.1.2.2.	Harköy Maden Sahası	49
4.1.2.3.	İsrail Maden Sahası.....	53
4.1.3.	Su Örneklerinin Korelasyon Analizi.....	57
4.1.3.1.	Eseli Maden Sahası	57
4.1.3.2.	Harköy Maden Sahası	63
4.1.3.3.	İsrail Maden Sahası.....	64
4.1.4.	Su Örneklerinde Çevresel Risk İndeksi Hesaplamaları (I _{ER}).....	68
4.1.4.1.	Kontrol Sahası.....	69
4.1.4.2.	Eseli Maden Sahası	69
4.1.4.3.	Harköy Maden Sahası	71
4.1.4.4.	İsrail Maden Sahası.....	74
4.2.	Dere Sedimanı Örnekleri	76
4.2.1.	Dere Sedimanı Örneklerinin Kimyasal Bileşimi ve Element Dağılımı	77
4.2.1.1.	Kontrol Sahası.....	77
4.2.1.2.	Eseli Maden Sahası	78
4.2.1.3.	Harköy Maden Sahası	80
4.2.1.4.	İsrail Maden Sahası.....	81
4.2.2.	Dere Sedimanlarındaki Kirliliğinin Değerlendirilmesi.....	83
4.2.2.1.	Giriş.....	83

4.2.2.1.1.	Dere Sedimanlarındaki İnsan Kaynaklı Kirliliğin Belirlenmesi.....	83
4.2.2.1.1.1.	Kirlilik Faktörü (Cf).....	83
4.2.2.1.1.2.	Kirlilik Derecesi (CD) ve Modifiye Kirlilik Derecesi (mCD).....	84
4.2.2.1.1.3.	Kirlilik Yüğü İndeksi (PLI)	85
4.2.2.1.1.4.	Zenginleşme Faktörü (EF)	86
4.2.2.1.1.5.	Jeobirikim İndeksi (I_{geo}).....	86
4.2.2.1.2.	Dere Sedimanındaki Kirliliğin Ekosistemdeki Etkilerinin Belirlenmesi.....	87
4.2.2.1.2.1.	Ekolojik Risk Faktörü (Er^i).....	87
4.2.2.1.2.2.	Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (RI)	88
4.2.2.1.3.	Sediman Kalite Rehberleri (SQGs).....	88
4.2.2.2.	Maden Sahalarındaki Dere Sedimanı Kirliliğinin Değerlendirilmesi.....	90
4.2.2.2.1.	Eseli Maden Sahası	90
4.2.2.2.2.	Harköy Maden Sahası	94
4.2.2.2.3.	İsrail Maden Sahası.....	97
4.2.2.2.4.	Maden Sahalarında Sediman Kirliliğinin Karşılaştırılması	102
4.3.	Toprak Örnekleri.....	106
4.3.1.	Toprakların Element İçeriği ve Dağılımı.....	106
4.3.2.	Toprak Örneklerinin Kimyasal Bileşimi ve Element Dağılım Haritaları ..	107
4.3.2.1.	Kontrol Sahası.....	107
4.3.2.2.	Eseli Maden Sahası	111
4.3.2.3.	Harköy Maden Sahası	114
4.3.2.4.	İsrail Maden Sahası.....	119
4.3.3.	Toprak Örneklerinin Korelasyon Analizi	123
4.3.4.	Maden Sahalarındaki Toprakların Kirlilik Seviyelerinin Belirlenmesi	124
4.3.4.1.	Eseli Maden Sahası	124
4.3.4.2.	Harköy Maden Sahası	125
4.3.4.3.	İsrail Maden Sahası.....	128
4.3.5.	Maden Sahalarındaki Toprak Kirliliğinin Karşılaştırılması	130
4.4.	Bitki Örnekleri	132
4.4.1.	Bitki Besin Elementleri.....	132

4.4.1.1.	Makrobesin Elementleri.....	134
4.4.1.2.	Mikrobesin Elementleri	134
4.4.1.3.	Diğer Elementler	135
4.4.2.	Fındık Bitkisi Hakkında Genel Bilgiler	135
4.4.3.	Bitki Örneklerinin Element İçerikleri	137
4.4.3.1.	Kontrol Sahası.....	137
4.4.3.1.1.	Makrobesin Elementleri.....	137
4.4.3.1.2.	Mikrobesin Elementleri	138
4.4.3.1.3.	Diğer Elementler	138
4.4.3.2.	Eseli Maden Sahası	143
4.4.3.2.1.	Makrobesin Elementleri.....	143
4.4.3.2.2.	Mikrobesin Elementleri	143
4.4.3.2.3.	Diğer Elementleri.....	145
4.4.3.3.	Harköy Maden Sahası	146
4.4.3.3.1.	Makrobesin Elementleri.....	146
4.4.3.3.2.	Mikrobesin Elementleri	150
4.4.3.3.3.	Diğer Elementleri.....	151
4.4.3.4.	İsrail Maden Sahası.....	152
4.4.3.4.1.	Makrobesin Elementleri.....	152
4.4.3.4.2.	Mikrobesin Elementleri	152
4.4.3.4.3.	Diğer Elementleri.....	157
4.4.4.	Bitki Örneklerinin Korelasyon Analizi	162
4.4.5.	Fındık İçin Gerekli Olan Elementlerin Eşik Değerlerinin Belirlenmesi....	163
4.4.6.	Toprak ve Fındıktaki Element İlişkileri.....	166
4.4.7.	Bitki Örneklerinin Element Birikimlerinin Değerlendirilmesi	168
4.5.	Sağlık Risklerinin Değerlendirilmesi.....	170
4.5.1.	Genel Bilgiler.....	170
4.5.1.1.	Tehlikenin Tanımlanması	170
4.5.1.2.	Doz-Yanıt Değerlendirmesi	171
4.5.1.3.	Maruziyet Değerlendirmesi	172

4.5.1.4.	Risk Karakterizasyonu	176
4.5.1.4.1.	Kanser Dışı Riskler	176
4.5.1.4.1.1.	Eseli Maden Sahası	176
4.5.1.4.1.2.	Harköy Maden Sahası	178
4.5.1.4.1.3.	İsrail Maden Sahası	181
4.5.1.4.1.4.	Kontrol Sahası	184
4.5.1.4.2.	Karsinojenik Riskler	187
4.5.1.4.2.1.	Kontrol Sahası	187
4.5.1.4.2.2.	Eseli Maden Sahası	188
4.5.1.4.2.3.	Harköy Maden Sahası	189
4.5.1.4.2.4.	İsrail Maden Sahası	190
5.	İRDELEME	192
5.1.	Su ve Dere Sedimanı Örnekleri	192
5.1.1.	Su örneklerinin Jeokimyasal Sınıflanması	196
5.1.2.	Su ve Dere Sedimanındaki Kirliliğin Değerlendirilmesi	200
5.1.2.1.	Su Örneklerinin Çevresel Risk Değerlendirmesi	200
5.1.2.2.	Dere Sedimanı Örneklerinin Çevresel Risk Değerlendirmesi	201
5.2.	Toprak Örnekleri	205
5.2.1.	Toprak Örneklerinin Kimyasal Bileşimi	205
5.2.2.	Topraklardaki Kirlilik Seviyeleri	206
5.3.	Bitki Örnekleri	208
5.3.1.	Bitki Örneklerinin Element içeriklerinin Değerlendirilmesi	208
5.3.2.	Bitki Örneklerindeki Korelasyon İlişkileri	213
5.3.3.	Toprak ve Fındıktaki Element İlişkileri	214
5.4.	Sağlık Risklerinin Değerlendirmesi	214
5.4.1.	Kanser Dışı Risklerin Değerlendirilmesi	215
5.4.2.	Karsinojenik Risklerin Değerlendirilmesi	224
6.	SONUÇLAR	227
7.	ÖNERİLER	232
8.	KAYNAKLAR	233

9.	EKLER.....	242
	ÖZGEÇMİŞ	



Doktora Tezi

ÖZET

GİRESUN YÖRESİNDEKİ SÜLFÜRLÜ MADEN SAHALARINDAN KAYNAKLI AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN VE SAĞLIK RİSKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hatice KADAYIFÇI SARIKAYA

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Gülten YAYLALI ABANUZ
2019, 242 Sayfa, 42 Sayfa Ek

Çalışma alanı, Doğu Karadeniz metalojenik kuşağı içinde yer alır. Bu kuşak, çok sayıda sülfürlü maden içermesi bakımından önemlidir. Bu bölgedeki madenlerin çoğu, uygun çevre yönetimi olmadan kapatılmış ve terkedilmiştir. Bu maden sahaları metal kirliliğinin oluşabileceği ve çok miktarda ağır metalin serbest kaldığı alanlardır.

Bu çalışma, Giresun İli'nde terkedilmiş Eseli (Görel), Harköy (Tirebolu) ve İsrail (Tirebolu) sülfürlü madenlerin çevresindeki ağır metal konsantrasyonlarını ve onların sağlık üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu çalışma kapsamında toprak, su, dere sedimanı ve fındık örnekleri toplanarak analiz edilmiş, herhangi bir kirliliğe maruz kalmadığı düşünülen kontrol sahası (Kovancık) ile kıyaslanarak ağır metal kirliliğine maruz kalan sahalar ortaya çıkarılmıştır. Ağır metallerin ölçülen bu konsantrasyonları, daha sonra sağlık riskine ait hesaplamada kullanılmıştır. Arsenik, Cd, Cu, Fe, Mo, Pb ve Zn'ye ait en yüksek konsantrasyonlar, maden atık sahası çevresinden toplanan su, dere sedimanı ve topraklarda bulunmuştur. Fındık örnekleri, kontrol sahasına kıyasla yüksek düzeyde Cu, Pb, Zn ve Mo içerir. Yetişkinler ve çocuklar için en yüksek sağlık riski Eseli maden sahasında bulunmuştur. Eseli sahasında, risk düzeyine olan katkıları bakımından birincil maruziyet suların oral yoldan alım olup, riskin çoğu As, Cd, Pb, Cu ve Zn kontaminasyonuna bağlıdır. As elementine ait en yüksek ortalama kanser risk değeri, Eseli'de hesaplanmıştır. Ancak As elementi, tüm sahalarda önemli bir problem kaynağıdır.

Anahtar Kelimeler: Jeokimya, Fındık, Terk edilmiş madenler, Risk değerlendirmesi

PhD. Thesis

SUMMARY

EVALUATION OF HEAVY METAL CONTAMINATION AND HEALTH RISKS ARISING FROM SULPHIDIC MINE AREAS IN THE GİRESUN PROVINCE, NE TURKEY

Hatice KADAYIFÇI SARIKAYA

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geological Engineering Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. Gülten YAYLALI ABANUZ
2019, 242 Pages, 42 Pages Appendix

The investigated area is located in Giresun province of the Black Sea region. This area is important because of including a lot of sulphidic mines. But, most of these mines were closed and abandoned without proper environment management. Therefore, it is possible that heavy metal pollution occur in this region.

This study aims at determining heavy metal concentrations in vicinity of the abandoned Eseli (Görele), Harköy (Tirebolu), İsrail (Görele) sulphidic mines and their health impact by conducting environmental measurements. The study area exposure to heavy metals such as As, Pb, Cd, Zn, Cu was evaluated by collecting and analyzing soil, water, stream sediment and hazelnut samples. Measured concentrations of the heavy metals were then used to calculate the health risk for adults and children in Eseli, Harköy, İsrail and Control areas.

The highest concentration of As, Cd, Cu, Fe, Mo, Pb and Zn was found in water, soil, stream sediment samples collected around the waste sites. The hazelnut samples have high levels of Cu, Pb, Zn and Mo elements compared to the Control (Kovancık) area. The highest health risk in both adults and children was found in the Eseli area according to the cumulative impact of the heavy metals. In addition, Ingestion of water was the principal pathway to cause the health risk and most of the risk attributed to As, Cd, Pb, Cu and Zn contamination.

Key Words: Geochemistry, Hazelnut, Abandoned mines, Risk assessment

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1.	Eseli maden sahasında gözlenen asit maden drenajı..... 4
Şekil 1.2.	İsrail maden sahasındaki fındık ocaklarından bir görünüm (a ve b)..... 5
Şekil 1.3.	Harköy maden sahasında gözlenen ikincil sülfat mineralleri 6
Şekil 1.4.	İsrail maden sahasına ait bir çeşmeden görünüm 6
Şekil 1.5.	İsrail maden sahası yerleşim yeri içinde bulunan eski bir ocak girişi..... 7
Şekil 1.6.	İsrail (a) ve Eseli (b) sahalarında maden atıklarının kullanımı..... 8
Şekil 1.7.	Çalışma alanına ait yer bulduru haritası (a:Harköy, b: Kontrol, c: İsrail ve d: Eseli sahalarına ait Google Earth görüntüleri)..... 17
Şekil 2.1.	Doğu Pontid Kuzey zonu stratigrafik kolon kesiti [70]. 23
Şekil 2.2.	Eseli maden sahasında gözlenen a) galeriye ait suların deşarjı b) cüruf yığınları 28
Şekil 2.3.	Harköy maden sahasında a) ayrışma, b) çamurtaşı-tüf bantlarından görünüm 29
Şekil 2.4.	Harköy sahasında gözlenen a) ağsal damarcık şekilli, b) saçınımlı cevher 30
Şekil 2.5.	İsrail maden sahasında gözlenen a) cüruf yığınları ve ayrışma, b) demir şapka 31
Şekil 3.1.	Harköy maden sahası Maden Deresi'nde su ölçüm anı (a ve b)..... 33
Şekil 3.2.	İsrail maden sahasında a) köy içinden ve b) çeşmeden ölçüm anı 34
Şekil 3.3.	Eseli sahasına ait a) drenaj ağından ve b) su deposundan örnekleme..... 34
Şekil 3.4.	Kontrol sahasına ait drenaj ağından örnekleme 35
Şekil 3.5.	Eseli maden sahasında dere sedimanı örneklemesi 37
Şekil 3.6.	İsrail maden sahasına ait toprak örneklemesi (a ve b) 38
Şekil 3.7.	Bitki örneklemesi (a) ve açık havada kurutulması (b)..... 39
Şekil 3.8.	Laboratuvar ortamında su örneklerine uygulanan filtreleme işlemi 40
Şekil 3.9.	Laboratuvarda kullanılan fotometre ölçüm cihazı 41
Şekil 4.1.	Sular için pH skalası 44
Şekil 4.2.	Farklı su türlerine ait redoks potansiyeli..... 45

Şekil 4.3.	Farklı çözelti türlerine ait EC değerleri	45
Şekil 4.4.	Eseli sahasına ait su örneklerinin değişim grafikler	61
Şekil 4.5.	Harköy sahasına ait su örneklerinin değişim grafikleri	65
Şekil 4.6.	İsrail sahasına ait su örneklerinin değişim grafikleri	67
Şekil 4.7.	Eseli sahasının su örneklerindeki elementlere ait ortalama Q_{ER} grafiği ...	69
Şekil 4.8.	Eseli sahasının su örneklerine ait I_{ER} grafiği.....	71
Şekil 4.9.	Harköy sahası su örneklerindeki elementlere ait ortalama Q_{ER} grafiği	72
Şekil 4.10.	Harköy sahası su örneklerine ait I_{ER} grafiği.....	72
Şekil 4.11.	İsrail sahası su örneklerindeki elementlere ait ortalama Q_{ER} grafiği	74
Şekil 4.12.	İsrail sahası su örneklerine ait I_{ER} grafiği.....	76
Şekil 4.13.	Eseli sahasına ait dere sedimanı örneklerinin CD, mCD ve PLI grafikleri.....	91
Şekil 4.14.	Harköy sahasına ait dere sedimanı örneklerinin CD, mCD ve PLI grafiği.....	95
Şekil 4.15.	İsrail sahasına ait dere sedimanı örneklerinin CD, mCD ve PLI grafiği	99
Şekil 4.16.	Dere sedimanı örneklerinde elementlere ait ortalama Cf değerleri	102
Şekil 4.17.	Dere sedimanı örneklerinde elementlere ait ortalama EF değerleri.....	103
Şekil 4.18.	Dere sedimanı örneklerinde elementlere ait ortalama Igeo değerleri	103
Şekil 4.19.	Dere sedimanı örneklerinde elementlere ait ortalama Er^1 değerleri.....	104
Şekil 4.20.	Toprağın genel bileşimi	106
Şekil 4.21.	Kontrol sahasına ait toprak örneklerinin element içerikleri.....	108
Şekil 4.22.	Eseli sahasına ait toprak örneklerinin element dağılım grafikleri	113
Şekil 4.23.	Harköy sahasına ait toprak örneklerinin element dağılım grafikleri	117
Şekil 4.24.	İsrail sahasına ait toprak örneklerinin element dağılım grafikleri	121
Şekil 4.25.	Toprak örneklerinde elementlere ait ortalama Cf değerleri.....	131
Şekil 4.26.	Toprak örneklerinde elementlere ait ortalama EF değerleri	131
Şekil 4.27.	Toprak örneklerinde elementlere ait ortalama Igeo değerleri.....	132
Şekil 4.28.	Fındık bahçeci ve fındık meyvesinden bir görünüm.....	136
Şekil 4.29.	Eseli sahası fındık ve dal örneklerinin element dağılım diyagramı.....	149
Şekil 4.30.	Harköy sahası fındık ve dal örneklerinin element dağılım diyagramı.....	155
Şekil 4.31.	İsrail sahası fındık ve dal örneklerinin element dağılım diyagramı.....	160

Şekil 4.32.	Fındıkların yetiştiği topraklarda Cu, Ni, Zn, Ag, Fe, Mn, Cr ve Pb elementlerinin konsantrasyonlarına göre fındıktaki göreceli birikim grafikleri.....	164
Şekil 4.33.	Fındıkların yetiştiği topraklarda Mo, P, Co, Mg, Sr, K, Ca ve Hg elementlerinin konsantrasyonlarına göre fındıktaki göreceli birikim grafikleri.....	165
Şekil 4.34.	Tüm sahalara ait fındık-toprak arasında belirlenen elementlere ait korelasyon ilişkileri.....	168
Şekil 4.35.	Maden sahalarına ait fındık örneklerindeki elementlerin ortalama kat değerleri	169
Şekil 4.36.	Maden sahalarına ait dal örneklerindeki elementlerin ortalama kat değerleri	169
Şekil 5.1.	Harköy (a) ve Eseli (b) maden sahalarında asit maden drenajı	194
Şekil 5.2.	Maden sahaları ve kontrol sahası örneklerine ait Ficklin diyagramı	197
Şekil 5.3.	Maden sahalarına ait ortalama çevresel risk oranları.....	201
Şekil 5.4.	Maden sahalarına ait ortalama ekolojik risk faktörü.....	205
Şekil 5.5.	Toprak örneklerinde elementlere ait ortalama konsantrasyon değerleri (Al ve Fe %, diğerleri mg/kg olarak verilmiştir)	206
Şekil 5.6.	Toprak örneklerine ait ortalama CD, mCD ve PLI değerleri.....	208
Şekil 5.7.	Kontrol sahası toprak, fındık ve dal örneklerinin makro element içeriklerinin (mg/l cinsinden) bazı çalışmalarla kıyaslaması.....	209
Şekil 5.8.	Bitkilerdeki elementlerin ortalama değerlerinin (mg/kg) karşılaştırılması	210
Şekil 5.9.	Çalışılan sahalarda bitkilerin makro element içeriklerinin % cinsinden kıyaslaması.....	210
Şekil 5.10.	Çalışılan sahalarda bitkilerin mikro element içeriklerinin mg/kg cinsinden kıyaslaması	212
Şekil 5.11.	Çalışılan sahalarda bitkilerin As, Cd, Hg ve Pb içeriklerinin mg/kg cinsinden kıyaslaması	213
Şekil 5.12.	İnceleme sahalarına ait ortalama HI değerlerinin kıyaslanması	220
Şekil 5.13.	İnceleme sahalarına ait ortalama Risk değerlerinin kıyaslanması	225

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1.	Fotometre cihazında kullanılan katalog numaraları ve ölçüm aralıkları 40
Tablo 4.1.	Kontrol sahasına ait su örneklerinin analiz sonuçları 47
Tablo 4.2.	Ulusal ve uluslararası içme suyu standartları..... 48
Tablo 4.3.	Eseli maden sahasına ait su örneklerinin analiz sonuçları 50
Tablo 4.4.	Harköy maden sahasına ait su örneklerinin analiz sonuçları 54
Tablo 4.5.	İsrail maden sahasına ait su örneklerinin analiz sonuçları..... 58
Tablo 4.6.	Çevresel risk indeksine ait sınıflama 68
Tablo 4.7.	Eseli sahası su örneklerinin çevresel risk oranları ve indeksleri..... 70
Tablo 4.8.	Harköy sahası su örneklerinin çevresel risk oranları ve indeksleri..... 73
Tablo 4.9.	İsrail sahası su örneklerinin çevresel risk oranları ve indeksleri 75
Tablo 4.10.	Bazı jeolojik referans ortalamaları 78
Tablo 4.11.	Eseli sahasına ait dere sedimanı örneklerinin analiz sonuçları 79
Tablo 4.12.	Harköy sahasına ait dere sedimanı örneklerinin analiz sonuçları 81
Tablo 4.13.	İsrail sahasına ait dere sedimanı örneklerinin analiz sonuçları..... 82
Tablo 4.14.	Kirlilik faktörü sınıflaması [89]. 84
Tablo 4.15.	Kirlilik derecesi (CD) sınıflandırması [89]. 84
Tablo 4.16.	Modifiye kontaminasyon derecesi sınıflaması [92]. 85
Tablo 4.17.	Zenginleşme faktörü sınıflaması [96]. 86
Tablo 4.18.	Jeobirikim indeksi sınıflaması [97]. 87
Tablo 4.19.	Ekolojik Risk Faktörü Sınıflaması [88]. 88
Tablo 4.20.	Potansiyel ekolojik risk indeksi sınıflaması [88]. 88
Tablo 4.21.	US EPA sediman kalite rehberi [98]. 89
Tablo 4.22.	Sediman kalite rehberine (SQGs) ait sınır değerler [99]. 89
Tablo 4.23.	Eseli sahasına ait dere sedimanlarının Cf, CD, mCD ve PLI değerleri 90
Tablo 4.24.	Eseli sahasına ait dere sedimanlarının EF ve I geo değerleri..... 92
Tablo 4.25.	Eseli sahasına ait dere sedimanlarının Er ¹ ve RI değerleri..... 93
Tablo 4.26.	Harköy sahasına ait dere sedimanlarının Cf, CD, mCD ve PLI değerleri ... 94
Tablo 4.27.	Harköy sahasına ait dere sedimanlarının EF ve I geo değerleri..... 96
Tablo 4.28.	Harköy sahasına ait dere sedimanlarının Er ¹ ve RI değerleri..... 96

Tablo 4.29.	İsrail sahasına ait dere sedimanlarının Cf, CD, mCD ve PLI değerleri.....	98
Tablo 4.30.	İsrail sahasına ait dere sedimanlarının EF ve I geo değerleri	100
Tablo 4.31.	İsrail sahasına ait dere sedimanlarının Er ¹ ve RI değerleri.....	101
Tablo 4.32.	Dere sedimanı örneklerinin çeşitli referans değerler ile kıyaslanması	105
Tablo 4.33.	Kontrol sahası topraklarına ait istatistiksel parametreler ve referans değerler	110
Tablo 4.34.	Kontrol sahası topraklarının Türkiye ve bazı AB ülkeleri ile kıyaslanması.....	110
Tablo 4.35.	Eseli sahasına ait toprak örneklerinin analiz sonuçları	112
Tablo 4.36.	Harköy sahasına ait toprak örneklerinin analiz sonuçları	116
Tablo 4.37.	İsrail sahasına ait toprak örneklerinin analiz sonuçları.....	120
Tablo 4.38.	Eseli sahasına ait toprakların Cf, CD, mCD ve PLI değerleri	124
Tablo 4.39.	Eseli sahasına ait toprakların EF değerleri.....	125
Tablo 4.40.	Eseli sahasına ait toprakların I geo değerleri	126
Tablo 4.41.	Harköy sahasına ait toprakların Cf, CD, mCD ve PLI değerleri	126
Tablo 4.42.	Harköy sahasına ait toprakların EF değerleri.....	127
Tablo 4.43.	Harköy sahasına ait toprakların I geo değerleri	128
Tablo 4.44.	İsrail sahasına ait toprakların Cf, CD, mCD ve PLI değerleri	129
Tablo 4.45.	İsrail sahasına ait toprakların EF değerleri	129
Tablo 4.46.	İsrail sahasına ait toprakların I geo değerleri.....	130
Tablo 4.47.	Bitkiler için mutlak gerekli elementler	133

SEMBOLLER DİZİNİ

ADI	: Ortalama günlük alım dozu
AMD	: Asit maden drenajı
CD	: Kontaminasyon derecesi
Cf	: Kirlilik faktörü
DL	: Dedeksiyon limiti
EC	: Elektriksel iletkenlik
EF	: Zenginleşme faktörü
Eh	: Redoks potansiyeli
Er ⁱ	: Ekolojik risk faktörü
HI	: Tehlike indeksi
HQ	: Tehlike katsayısı
I _{ER}	: Çevresel risk indeksi
Igeo	: Jeobirikim indeksi
mCD	: Modifiye kontaminasyon derecesi
PEC	: Muhtemel etki konsantrasyonu
PLI	: Kirlilik yükü indeksi
Q _{ER}	: Ortalama çevresel risk oranı
RI	: Potansiyel ekolojik risk indeksi
SQGs	: Sediman kalite rehberi
TEC	: Eşik etki konsantrasyonu
VMS	: Volkanojenik masif sülfür

1. GENEL BİLGİLER

Doğu Karadeniz Bölgesi, Alp-Himalaya metalojenik kuşağının bir parçası olup, içerdiği maden yatakları bakımından büyük bir öneme sahiptir. Bu bölge işletilmiş madenlerin yanında, günümüz koşullarında ekonomik görülmeyen ancak gelişen ve değişen şartlara bağlı olarak ileride ekonomik olabilecek birçok maden yatağı ve zuhuruna da ev sahipliği yapmaktadır.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Giresun İli, Cu-Pb-Zn yatakları açısından oldukça zengin bir potansiyele sahiptir. Çalışma sahaları olan Giresun İli'nin Görele ve Tirebolu ilçelerinde, dönemin teknik koşullarına uygun olarak işletilmiş antik maden ocakları ve cüruf yığınları yaygın olarak bulunmaktadır. Rezervlerin tükendiği düşünülerek kaderine terkedilmiş bu sahalarda, zaman zaman maden arama çalışmaları sürdürülmektedir. Ancak, çevreye bırakılmış ve herhangi bir önlem alınmamış olan bu atık yığınlarının olumsuz etkileri ve bertaraf edilmesi üzerine literatürde kısıtlı çalışmalar mevcuttur. Sahalardaki atık yığınları, uzun vadede çevre üzerinde olumsuz etkiler oluşturmasının yanı sıra insan ve hayvan sağlığını da tehdit etmektedir.

Çalışma sahasında gözlemlenen olumsuz etkilerin başında asit maden drenajı (AMD) ve buna bağlı olarak da ağır metal kirliliği gelmektedir. Asit maden drenajı bölgede kalan cevherli kütlelerdeki ve yamaçlara bırakılmış cüruf yığınlarındaki sülfürlü minerallerin oksijen ve su ile teması sonucu oluşmaktadır. Herhangi bir koruyucu önlem alınmadığı takdirde bu sülfürlü mineraller su ile yıkanarak çevreye yayılmaktadır ve hem fiziksel hem de kimyasal olarak çevreyi kirletmektedir.

1.1. Çalışmanın Amacı

Giresun İli Tirebolu ve Görele ilçelerinde, eski çağlardan beri işletilerek ekonomiye önemli katkılar sağlamış ancak sonrasında rezervin tükendiği düşünülerek ilkel bir şekilde kaderine terkedilmiş çok sayıda maden sahası mevcuttur. Günümüzde bu maden sahaları, bölge için artık bir kirlilik kaynağı olarak kalmıştır. Terkedilmiş bu maden sahalarında içinde su olan galeriler ve yamaçlara bırakılmış cüruf yığınları bulunmaktadır. Bu ortamlarda mevcut sülfürlü mineraller asit maden drenajına neden olmaktadır. Asit maden drenajı çoğunlukla Fe, Al, SO_4^{2-} , Pb, Hg ve Cd gibi bileşenlerle ve bazı durumlarda da Th

ve U bakımından da zenginleşmiş suların (pH~2) varlığıyla karakteristiktir [1]. Maden sahalarında, çevreye atılan cüruflardaki hareketsiz elementler AMD nedeniyle hareketlenir toprağa, suya, bitkiye ve dolayısıyla insan ve hayvanlara geçer.

Bu çalışma, madenlerin asidik drenaj oluşturma potansiyelleri, asit oluşumuna katkı sağlayan maden kaynaklı atıkların (cüruf ve atık cevher yığınları gibi) yayılımı ile bunların çevre ve sağlık üzerindeki etkilerinin belirlenmesini içerir. Giresun İli'nde yer alan Eseli (Görele), Harköy ve İsrail (Tirebolu) sülfürlü maden sahaları ile kontrol bölgesi olarak seçilen Kovancık Köyü'nde (Tirebolu) yürütülmüş olan bu çalışmanın ana amaçları maddeler halinde aşağıda sıralanmıştır:

- Çalışma alanındaki eski maden işletmelerini drene eden vadilerden, kaynaklardan ve içme suyu depolarından su ve dere kumu örnekleri alınarak ağır element dağılım profillerinin ve potansiyel asit maden drenaj alanlarının belirlenmesi, oluşturulan veri tabanı ile kirlilik dağılım haritalarının oluşturulması,
- Maden atıklarının bulunduğu sahalarda ve yakın bölgelerinde belirlenen profiller boyunca toprak ve bitki örnekleri alınarak çevre kirliliğinin bitki (findık) ve topraktaki yayılımının araştırılması,
- Tüm ortamlar (bitki, toprak, su, dere sedimanı) için çevresel risklerin belirlenmesi,
- Çevresel örneklerdeki ağır metal konsantrasyonları kullanılarak sağlık risk değerlendirmesinin yapılmasıdır.

1.2. Eski Maden Sahalarında Yaşanan Çevresel Problemler

1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanununun 2. Maddesinde çevre ve çevre kirliliği tanımlarına yer verilmektedir. Buna göre, canlıların hayatlarını geçirdiği fiziksel, biyolojik ve sosyal ortama çevre ve bu çevrenin dengesi üzerinde yaşanabilecek olumsuz etkilere ise çevre kirliliği denir. Madencilik faaliyetleri sonucunda çevre, farklı düzeylerde kirlenebilir. Özellikle terk edilmiş veya eski madenler civarındaki mevcut atıklar, atmosferik koşullar altında etkilenerek çevre ve canlı hayatını tehdit eder.

İnceleme sahasındaki mevcut madenler, herhangi bir koruma önlemi alınmadan açık arazide terk edilmiş durumdadır. Arazide cevherleşme sahalarında, yamaçlarda ve dere kenarlarında dökülmüş pasalar gözlenmiştir. Bu pasalar, çeşitli sülfür minerallerini içerir. Bu sülfürlü mineraller, yağışlarla yamaç aşağısına, bazen de yüzeysel akışlarla derelere sürüklenebilir. Cürufların bir kısmı kırılarak yollara dökülmüş, bazıları ise yapılarda

kullanılmıştır. Aşağıda terkedilmiş maden sahalarında ortaya çıkabilecek başlıca çevresel problemlere yer verilmiştir.

1.2.1. Asit Maden Drenajı

Eski maden sahalarında meydana gelen asit maden drenajı, çevrenin ekolojik dengesini bozabilecek boyutlarda ağır metal yayılımı sağlar [2].

Asit maden drenajı (AMD), bir madenin işletilmesi sırasında ve sonrasında mevcut sülfürlü cevherler (örneğin pirit) ile suyun ve oksijenin temas halinde bulunmasıyla meydana gelir. Sonuçta oluşan su, genel olarak yüksek asidite (düşük pH) ve yüksek konsantrasyonda çözülmüş metalleri (Cu, Fe, Pb vb.) içerir [3, 4, 5, 6, 7].

Asit üreterek sülfürlü minerallerin oksitlenmesine neden olan toplam reaksiyon aşağıdaki şekilde özetlenebilir:



Asit oluşum hızını etkileyen faktörler sıcaklık, pH, değişik oksidantların varlığı, alkali minerallerin varlığı ve bakteriyel faaliyetler olarak sayılabilir. Bu sahalarda doğal olarak bulunan başlıca asit sever bakteriler *Thiobacillus thiooxidans* (pH= 0,5-6 arasında etkili) ve *Thiobacillus ferrooxidans* (pH < 3,2 olduğu ortamda etkili)'dir. Koşullar uygun olduğunda bu bakteriler, asitleşme sürecini 5 kata kadar artırabilir [8]. Atık yığınlarındaki yüksek geçirimsizlik, bu alanda su ve oksijenin kolay geçmesine olanak sağlamakta ve AMD oluşumuna yatkın ortamlar oluşturmaktadır. Eski maden sahalarından kaynaklanan bu su, sızıntılarla akarsulara ulaşabilir ve yeraltı suyuna karışabilir. Bu asitler, suyla hareket ederken nötrleştirici gereçlerle karşılaşır ve asitlik azalır ve dere yataklarında tipik renkli demir bileşikler çöker (Şekil 1.1). Ancak suya geçmiş sülfatlar azalmaz ve asitleşmenin bir göstergesi olarak yüksek derişimlerini korur [8].

Asit maden drenajından kaynaklı olarak fiziksel çevrede, toksik metaller birikebilir ve canlılar özellikle gıda zinciri nedeniyle olumsuz etkilenebilir. Su ortamlarındaki biyoçeşitlilik azalabilir [9].



Şekil 1.1. Eseli maden sahasında gözlenen asit maden drenajı

1.2.2. Ağır Metal Kirliliği

Ağır metal, yoğunluğu 5 gr/cm^3 'ten fazla olan metallere denilmektedir. Ancak günümüzde yoğunluk, atom ağırlığı vb. özelliklerine bakılmaksızın toksik özellik taşıyan metaller bu grupta yer alır. Bunlar arasında bakır, kurşun, çinko, demir, kobalt, mangan, arsenik, kadmiyum ve cıva örnek olarak verilebilir.

Canlılar, ağır metallere değişen oranlarda ihtiyaç duyarlar. Canlı organizmaların fonksiyonlarını yerine getiren metallere esansiyel (yaşamsal öneme sahip) metaller denir. Bu elementler Ca, Mg, Na, K olup bitkide yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Ancak Se, Cu, Zn, Mn gibi metaller ise eser miktarlarda bulunması gerekir. Bu metallerin belirli bir derişimden sonrası toksik etki gösterir. Buna karşın Hg, Pb, Cd gibi metaller çok düşük dozlarda bile toksik etki göstermekte ve ciddi sağlık problemlerine neden olmaktadır. Bu grup, esensiyel olmayan (yaşamsal olmayan) ağır metaller olarak isimlendirilir ve bilinen yararlı etkileri yoktur. Ancak, modern tıbbın kurucularından biri olarak kabul edilen Paracelsus'un dediği gibi tüm maddeler zehirdir, ilacı zehirden ayıran ise dozudur.

Ağır metallerin toksisitesinde, dozun önemi kadar canlı türü ve metal iyonun yapısı da önemlidir. Bazı metaller hayvanlar için gerekli iken, bitkiler için toksik etkiye neden

olabilir. Yine bazı metallerin çözünlüğü, kimyasal yapısı, bünyeye alınış şekli vb. durumlar da metal toksisite üzerinde etkili olabilir [10].

İnceleme alanı, asit maden drenajı bölümünde de belirtildiği gibi uzun yıllar boyunca yoğun ağır metal kirliliğine maruz kalmış eski bir maden sahasıdır. Dolayısıyla, toprakta ve bitkilerde toksik seviyelerde metal birikimi meydana gelmiş olabilir. Toprak içinde bazı elementlerin fazla bulunması toprak pH'ını etkiler. Bitkilerin bazıları asitli bazıları da alkali toprağa duyarlıdır. Örneğin toprakta toksik oranda bulunan bakır, bitkinin demir alımına engel olabilir. İnceleme sahalarında fındık yetiştiriciliği yaygındır (Şekil 1.2). Toprakların pH'ı 6 olduğu zaman, fındık bitkisi iyi gelişir. Dolayısıyla fındık topraklarının asitli olmaması önemlidir [11].



Şekil 1.2. İsrail maden sahasındaki fındık ocaklarından bir görünüm (a ve b)

1.2.3. Su Kirliliği

Terkedilmiş maden sahalarında asit maden drenajı sonrası serbest hale geçen ağır metaller, hem yüzey hem de yer altı sularını kirletmektedir. Su içindeki elementler seyrelip katı bileşikler halinde çökelir ve dere yatağında birikir (Şekil 1.3). Ancak dere yataklarında birikim belli seviyeye kadar olup, nihayetinde sularda bu toksik metaller yüksek değerlerini korur [12].



Şekil 1.3. Harköy maden sahasında gözlenen ikincil sülfat mineralleri

Kirlenen sular bilerek veya bilmeyerek içme ve sulama amaçlı kullanılmaktadır. Dolayısıyla hem doğrudan hem de besin zinciri yolu ile insanlar tehlike altına girebilir. Şekil 1.4'te İsrail maden sahası içinde bir çeşmeden su içen yöre sakinlerinden bir çocuk görülmektedir. Ön keşif gezisinde bu çeşmeden alınan su örneklerinin pH'ı 3.1 bulunmuştur. Bu tür asidik suların sürekli tüketilmesi insan sağlığına zarar (diş ve kemiklerde tahribat, midede yanma gibi) verebilir.



Şekil 1.4. İsrail maden sahasına ait bir çeşmeden görünüm

1.2.4. Yetersiz Güvenlik Önlemleri

Çalışma konusunu kapsayan eski maden sahalarındaki köy yerleşim ve tarım alanları, maden atık alanları ile iç içe bulunmaktadır. Madene ait eski ocaklar da köy içinde bulunabilmektedir (Şekil 1.5). Bu ocaklarda herhangi bir güvenlik önlemi alınmadığı için köy halkı bu alanlara serbestçe girebilmekte ve tehlikeli durumlara neden olabilmektedir. Özellikle çocukların bu ocakları, oyun sahası olarak kullandıkları ve düşme veya bayılma vakalarının meydana geldiği yöre halkınca bildirilmiştir.

Atık alanlarının yöre insanı tarafından bilinçsizce çöp alanı gibi görülmesi nedeniyle evsel atıkların bu alanlarda yığılması yapıldığı gözlenmiştir. Bu durum, çevrede antropojenik kirliliğin artmasına neden olmakta ve yöre halkı bilmeyerek kendi kendine daha çok zarar vermektedir.



Şekil 1.5. İsrail maden sahası yerleşim yeri içinde bulunan eski bir ocak girişi

1.2.5. Maden Atıklarının Bilinçsiz Kullanımı

Eski maden sahalarındaki mevcut cürufklar, özellikle sertlik ve dayanıklılıkları nedeniyle evlerde ve yol inşaatında malzeme olarak kullanılmaktadır (Şekil 1.6).

Cürufkların kullanımı yüzey alanını genişletmektedir. Artan yüzey alanı yağmur sularının etkisiyle oksidasyona bağlı olarak ağır metal yayılımını hızlandırır ve artırır. Bu durum zamanla insan sağlığına olumsuz etki eden problemlere kaynak teşkil edebilir.

Endüstriyel yan ürün olarak ortaya çıkan cüruf atıklarının yol inşaatında kullanılması durumunda, insan sağlığı ve çevre koruması birlikte düşünülmelidir.

Bu tür katı atıkların kirlilik konsantrasyonları, belirlenen standart seviyelerin altında olmalıdır. Böylelikle atıkların kullanım için uygun olup olmadığına karar verilebilir [13].



Şekil 1.6. İsrail (a) ve Eseli (b) sahalarında maden atıklarının kullanımı

1.2.6. Metallerle İlişkili Sağlık Problemleri

Çeşitli elementlerin çevredeki dağılımları ile insan, hayvan ve bitki sağlığı arasında ilişkiler vardır. Bu ilişkinin boyutunun belirlenmesi ekosistemin dengesi ve canlı organizmanın sağlık riski açısından önemlidir. Çevre kirlenmesi sonucu metaller, biyoakümülyasyonla besin zincirine geçebilir.

Birçok metal insan ve hayvanlar için gereklidir. Örneğin Fe, Zn, Cu, K, Ca, Na, Mg gibi metaller ve daha az miktarda da Mn, Cr³⁺, Ni, Mo, Co ve Sn'ye ihtiyacı vardır. Ancak, gerekli olan elementler eksikliklerinde olduğu gibi fazla miktarlarda alındıklarında da vücut homeostazını (hücre dışı gerçekleşen olaylar karşısında hücrenin kendi metabolizmasını koruma eğilimi) bozarak toksik etki oluşturabilirler. Bu toksik etki canlının türüne, vücuda alınış yoluna ve elementin kimyasal yapısına gibi birçok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir.

Aşağıda, tez kapsamında kullanılmış bazı toksik elementlerin (Cu, Zn, Pb, Fe, As, Co, Cr, Mn, Ni, Mo, Hg, Cd) sağlık üzerindeki etkilerinden bahsedilmiştir.

1.2.6.1. Bakır

Bakır elementinin canlıların beslenmesinde önemli bir yeri olmasına karşın, alıcı ortamlardaki fazlalığı bakır toksisitesine neden olabilmektedir. Endüstriyel kirlilik olduğunda topraklardaki Cu miktarı 3500 mg/kg iken, tarımsal kökenli kirliliklerde bu değer 100 mg/kg civarındadır. [14].

Birçok bitkinin Cu içeriği, kuru ağırlıkta 2-20 mg/kg arasında değişmektedir [15]. Bitkilerde genel olarak Cu noksanlığı görülmez. Çünkü bitkilerin ihtiyacı olan miktar düşük olup toprakta ise genellikle yeterli Cu bulunur. Fındık bakırın bol bulunduğu besinlerden biridir. Sularda ise TS 266 standardına göre, 2 mg/L Cu değerine izin verilmektedir.

İnsan vücudunda yaklaşık 100-150 gr Cu elementi bulunur. Bunun % 10'u karaciğer ve beyinde, geri kalanı ise kandadır. Besinlerdeki bakırın ancak % 5'i vücut tarafından emilir. Bakır eksikliği kansızlık ve kemik yapısında bozukluklara neden olmaktadır [16]. Ayrıca iştahsızlık, bağışıklık sisteminde zayıflık ve büyümede aksaklıklar meydana gelebilir. Bakır fazlalığında ise kanser riski artar, hipertansiyon, göz sorunları, depresyon, bakır zehirlenmesi ve Wilson hastalığı meydana gelebilir.

1.2.6.2. Çinko

Dünya topraklarının ortalama çinko içeriği yaklaşık 64 mg/kg'dır [14]. Bitkilerde ise Zn absorpsiyon oranı, hem yetiştiği ortam hem de bitki türüne göre büyük ölçüde farklılık gösterir.

Çinko, bitki fizyolojisi açısından oldukça önemlidir. Bitkilerde, enzimlerin yapı elementi olarak ve aktive edilmesinde, protein sentezinde, karbonhidrat metabolizmasında ve IAA (İndol-3-asetik asit) sentezinde görevlidir [17]. Fındık, Zn açısından önemli bir bitkisel kaynaktır.

İnsan vücudunda çinko miktarı 2-3 gr olup, kanda, alyuvarlarda, prostatta, karaciğerde, pankreasta, bazı kaslarda ve kemiklerde bulunmaktadır [16].

Çinko eksikliğinde büyüme faaliyetleri yavaşlar. Bağışıklık sisteminin gelişmemesi nedeniyle vücudun hastalıklara karşı direnci düşer. Çinko fazlalığında ise vücutta zehirlenme başlar, bağışıklık sistemi bozulur, ateş, titreme ve kusmaya neden olur.

1.2.6.3. Demir

Demir, insan vücudu ve canlı hayatının devamlılığı açısından önemli bir elementtir. Toprakta bol miktarda bulunabilmesine ve bitkilerin düşük miktardaki ihtiyacına karşın birçok faktör (toprağın pH değeri, antagonizm gibi) nedeniyle bitkilerde demir eksikliği görülebilir. Sularda Fe için limit değer, TS 266'ya göre 0.2 mg/L'dir. Demir mineralinin faydaları ise beyin ve zeka gelişimi, kan yapımı ve bağışıklığı güçlendirmesi şeklinde sıralanabilir. Fe eksikliği ise kansızlığa neden olmaktadır. Hayvansal besinlerdeki demirin emilimi bitkisel ürünlere göre daha fazla olmakla beraber fındık, demir açısından da önemli bir bitkisel kaynaktır.

1.2.6.4. Kadmiyum

Canlılar için toksik metaller arasında yer alan Cd, toprak-bitki sistemindeki hareketi ile besin zincirine dahil olur ve büyük risk oluşturabilir.

Toprağın Cd içeriğini belirleyen ana faktör, ana kayacın kimyasal bileşimidir. pH aralığı 4.5-5.5 arasında olan topraklarda Cd, daha hareketli davranır. Alkali topraklarda ise daha hareketsizdir. Toprakların ortalama Cd içerikleri, 0.06 ile 1.1 mg/kg arasındadır. Cd için yüzey topraklarındaki dünya ortalaması 0.53 mg/kg'dır [14]. Bitki fizyolojisi için gerekli olmayan bir element olmasına karşın Cd, etkili bir şekilde hem kök hem de yaprak sistemleri tarafından absorbe edilir. Ayrıca toprak organizmalarında da yüksek oranda biriktirilir. Bitkilerin cins ve türüne göre değişmekle birlikte genel olarak bitkilerde Cd içeriği 0.5 mg/kg'dan küçüktür [18]. İçme sularında ise TS 266'ya göre 0.005 mg/L üst sınır değerdir.

Ekosistemdeki en tehlikeli metal kirleticilerden olan kadmiyum, insan sağlığı açısından büyük bir tehlikedir. Kadmiyum sindirim yolu iyi emilemez ancak solunum ile çok iyi absorblanır. Vücuttan atılması ise az olup genelde birikir. Kadmiyumun büyük bir kısmı önce karaciğere sonra da böbreklere dağılır. Kadmiyumun iyon yarıçapı kalsiyuma benzemesi nedeniyle, bağırsaklarda onun yerine emilerek kana karışır. Kemik dokusunda kalsiyum yerine kadmiyum depolanır. İlerleyen süreçte kemikler iyice kırılganlaşır ve "itai itai sendromu" adı verilen bir hastalık ortaya çıkar. Sigara içen insanların karaciğer ve böbreklerinde de Cd birikir. Kadmiyum ve bileşiklerinin solunması ağız, solunum yolları ve akciğer tahrişlerine yol açar [19].

1.2.6.5. Kurşun

Kurşun toksik bir metal olup, birçok ortamdan (hava, su, toprak vb.) besin zincirine karışarak hem çevre hem de insan sağlığını tehdit eder. Yerkabuğundaki kurşunun ortalama bolluğu 15 mg/kg olduğu tahmin edilmektedir. Kurşun, jeokimyasal özelliği ile iki değerlikli toprak alkali grup metallerine benzer ve bu nedenle minerallerde K, Ba, Sr ve Ca ile yer değiştirebilir [14]. Normal topraklarda Pb'nin üst limiti 70 mg/kg olarak verilir. Dünya ölçeğinde yüzey topraklarındaki ortalama Pb konsantrasyonu ise 25 mg/kg olarak tahmin edilmektedir [14].

Bütün bitkilerde doğal olarak Pb bulunmasına karşın, onların metabolizmasında herhangi bir rolü belirlenememiştir. Bitkiler topraktan kök kılları ile kurşunu alır ve daha çok kökte biriktirir. Bitkinin diğer kısımlarına Pb taşınması ise düşüktür. Ancak havadan gelen Pb, yaprak yüzeyinde birikerek hücrelerce emilir. Kirlenmemiş topraklarda yetişen bitkilerde Pb değeri, 0.1-10 mg/kg arasında olup ortalama değeri 2 mg/kg'dır [14]. TS 266'ya göre sulara kurşunun sınır değeri ise 0.01 mg/L'dir.

Pb, insan vücuduna solunum, sindirim ve deriden emilim yolu ile alınabilir. Kurşun, vücutta depolanabilen bir element olup, en çok kemiklerde (kalsiyumun yerine geçerek) birikir. Kemiklerin dışında saç, diş, beyin, sinir sistemi, karaciğer ve böbreklerde de birikebilir [20].

1.2.6.6. Arsenik

Arsenik, güçlü zehir etkisine sahip toksik bir elementtir ve çevrede yaygın bulunur. Normal dağılım olarak topraklarda 0.1-0.5 mg/kg ve bitkilerde ise 0.1-1 mg/kg, arsenik bulunmaktadır. As, yeryüzü sularına geniş oranda yayılmış olup nehir ve göllerdeki konsantrasyonu genelde 10 µg/L'nin altındadır [21]. TS 266'ya göre içme sularındaki limit değer de 10 µg/L'dir. Elementel arsenik suda çözünmezken, inorganik arsenik tuzları pH ve iyonik ortama bağlı olarak geniş aralıklı çözünürlükler gösterir. Madencilik, endüstriyel atıklar ve aşırı tarımsal ilaçlamalar gibi birçok faktör arseniğin hava, su ve toprağa yayılmasına ve hem çevre hem de sağlık problemlerinin oluşmasına neden olabilmektedir.

Arsenik, kanserojen bir element olup, sindirim ve solunum sistemi ile vücuda alınabilir. Deri ile emilimi oldukça sınırlıdır. İnorganik arsenik, organik arseniğe göre daha zararlıdır. İnorganik arseniğin solunması akciğer kanserine, besin yolu ile alınması ise cilt, mesane, böbrek, karaciğer ve akciğer kanserine neden olabilmektedir [22].

1.2.6.7. Cıva

Yerkabuğunda ortalama 0.08 mg/kg oranında bulunan cıva, deniz suyunda 3×10^{-5} mg/L civarında bulunmaktadır. Doğal cıva içeriği havada 0.005–0.06 ng/m³; bitkilerde 0.001–0.3 µg/g seviyelerindedir [16]. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı'na (EPA) göre içme suyunda ise 2 µg/L'yi geçmemesi gereklidir. Metalik, inorganik veya organik formda bulunmaktadır. Cıva çoğu zaman atmosferde elementer Hg buharı şeklinde bulunur. Cıvanın toprak, su, sediment veya bitkide karşılaşılan formu inorganik tuzlar ve inorganik Hg kompleksleri şeklindedir.

Cıva, uçucu bir element olduğundan oda sıcaklığında sürekli buharlaşan tek elementtir. Buharlaştığı ortamda zehir etkisi yapar. Cıva tarımda, endüstride ve daha birçok alanda (dolgu maddesi olarak diş hekimliğinde, termometre, barometre, manometre, floresan ampüllerinde, boyalarda vs.) kullanımı çevresel kirlenmelere neden olmaktadır. İnorganik cıva bileşikleri ve pestisitlerin üretiminde kullanılmaktadır. Organik cıva bileşikleri kâğıt ve selüloz endüstrisinde antibakteriyel olarak da kullanılmaktadır. Besinler, özellikle balık, balık ürünleri ve diğer deniz ürünleri, en önemli organik cıva kaynaklarıdır. Cıva; vücutta kan, idrar ve saçta saptanabilmektedir [23], [24].

Çevreye yayılan Hg, solunum ve sindirim yoluyla vücuda alınabilir. Sinir sistemi, cıvanın tüm formlarına karşı çok duyarlıdır. Yüksek miktarlarda maruziyet beyinde, böbreklerde ve fetus gelişiminde kalıcı zararlara neden olabilir. Beyin fonksiyonlarına yapacağı etkiyle titreme, görme ve duyma kusurları ve bellekte zayıflama ortaya çıkabilir. Kısa süreli ve yüksek düzeyde maruziyet durumunda akciğer hasarı, bulantı, kusma, ishal, tansiyon yüksekliği, deri döküntüleri meydana gelebilir [22].

1.2.6.8. Krom

Doğada her yerde bulunabilen bir element olan Cr, çevrede genellikle Cr³⁺ ve Cr⁶⁺ formlarında bulunur. Her iki form farklı toksik etkilere sahiptir. Cr⁶⁺ tuzları kanserojenik özelliktedir. Cr³⁺ formu ise vücut için gerekli elementlerden birisidir. Krom havada >0.1 µg/m³, kirlenmemiş suda ortalama 1µg/L bulunabilmektedir [12]. TS 266'ya göre içme sularında 0.05 mg/L toplam kroma izin verilir. Dünya ölçeğinde yüzey toprakları için hesaplanan ortalama Cr değeri 54 mg/kg'dır [14]. Krom elementinin bitki metabolizmasında önemli bir rolü olduğuna dair bir kanıt yoktur. Bitkilerde yaygın olarak

görülen Cr seviyeleri genellikle 0.02-0.2 mg/kg arasında değişir. Fakat yenen bitkilerinin Cr içeriği büyük farklılıklar gösterir [14].

Krom havadan solunarak yada sularla ve besinlerle vücuda alınabilir. Krom saç, idrar, serum, kırmızı kan hücreleri ve kanda tespit edilebilir. Yüksek miktarlarda solunması burun, akciğer, mide ve barsaklara zarar verebilir. Sindirim yoluyla yüksek düzeylerde alınırsa mide problemleri ve ülser, konvülsiyonlara, böbrek ve karaciğer hastalıklarına, hatta ölüme neden olabilir. Cilde teması durumunda ise cilt ülserleri oluşabilir. Bazı Cr⁶⁺ bileşikler kanserojendir ve akciğer kanserine neden olduğu bilinmektedir [22].

1.2.6.9. Nikel

Nikel doğada genellikle düşük seviyelerde bulunur. Dünya topraklarında nikel 0.2-450 mg/kg gibi geniş bir aralıkta değişir [14]. Bitkilerde nikel elementi bitkinin büyümesi ve gelişmesi için gerekli bir elementtir [25]. TS 266'ya göre sulara nikel için müsaade edilen sınır değeri 0.02 mg/L'dir.

İnsanların gün içinde tükettikleri ekmek, tahıl (buğday, arpa, yulaf ve çavdar gibi) ve içecekler vasıtasıyla aşağı yukarı günlük nikel alımının yarısı karşılanır.

Nikel nedeniyle oluşabilecek önemli sağlık riskleri arasında solunum sistemi kanserleri gelir. İş nedeniyle nikel sıklıkla maruz kalan kişilerde astım, burun ve gırtlak kanserleri oluşabilir. Deri emilimi ile de alerjik cilt hastalıkları meydana gelebilir [24].

1.2.6.10. Kobalt

Yerkabuğunda düşük oranlarda bulunan kobalt elementi, yüzey topraklarında genellikle 0.1-70 mg/kg arasında değişir. Dünya ölçeğinde, topraklarda ortalama Co değeri 7.9 mg/kg'dır.

Bitkilerin kobalt içeriği türüne bağlı olarak değişkenlik göstermekle beraber toksisite belirtileri sık gözlenmez. Yüksek seviyede kobalt içeren kirli topraklarda yetişen bitkiler, büyüme ve metabolik fonksiyonlar bakımından bu yüksek seviyeden ciddi şekilde etkilenebilir [14].

Kobalt, insanlar için faydalıdır, çünkü insan sağlığı için gerekli olan B12 vitamininin bir parçasıdır. Günlük toplam Co alımı değişken olmakla beraber 1 mg kadar olabilir ancak hemen hemen hepsi B12 vitamini hariç, emilmeden vücuttan geçer. Ancak kobaltın yüksek

konsantrasyonları insan sağlığına zarar verebilir. Hava yolu ile yüksek oranlarda kobalt bulunduğunda astım ve zatürre şeklinde akciğeri etkileyebilir [26].

Toz halinde alınan element kobalt, akciğerlerde çözünerak kana ve idrara karışır. Suda çözünen kobalt bileşikleri ağız yolu ile alındığında % 75'i tekrar atılırken geriye kalan kobalt kan, karaciğer, akciğer, böbrek ve bağırsaklarda toplanmaktadır.

Kobaltın insanlar üzerinde kansere neden olduğuna dair kesin bulgular olmamasına karşın, kobalt bileşiklerinin risk teşkil edebilmesi nedeniyle kanserojen madde olarak işlem görür. Diş hastalıklarında krom iğereren implant tedavilerinin sonucu olarak tümör gelişiminin görölmesi ve hayvan deneyleri sonucu kobalt ve kobalt bileşiklerinin kansere yol açtığı ispatlanmıştır [27].

1.2.6.11. Mangan

Yerkabuğunda bol miktarlarda bulunan mangan, canlı organizmalar için önemli bir elementtir. Dünya ölçeğinde topraklarda ortalama Mn konsantrasyonu 437 mg/kg'dır. Bitkiler için önemli bir element olup fotosentezin bir parçasıdır. Bitkilerin mangan iğereriği hem bitki hem de toprak faktörlerine göre değişkenlik gösterir. Bitkilerin çoğu genellikle 500 mg/kg civarındaki mangan iğereriğinden etkilenir [14].

TS 266'ya göre iğerme sularında mangan limit değereri 0.05 mg/L'dir.

Mangan, toprakta ve suda parçacıklar halinde bulunur. Havadaki toz parçacıkları da mangan içerir. Mangan insan vücuduna besinler aracılığı ile absorbe edilir. Mangan iğereren besinlerin başında meyve ve sebzeler gelir. Fındıklar da yüksek mangan iğereren besinler arasındadır.

İnsan için önemli bir iz element olan mangan böbrekler, pankreas, karaciğer ve kemikler başta olmak üzere vücutta toplam 10-20 mg civarında bulunur. Günde 2-3 mg mangan alınması sağlık için yeterlidir.

Mangan kemik oluşumu, hormon fonksiyonları, kan şekeri düzeni, bağışıklık sistemleri fonksiyonları gibi vücuttaki birçok işlemede rol oynar [28]. Yüksek manganın ise, alzheimer hastalığının ilerlemesinde önemli bir patojenik faktör olarak rol oynayabileceği belirtilmiştir [29].

1.2.6.12. Molibden

Dünya topraklarında molibden genellikle 0.013-17 mg/kg arasında değişir. Normal bir tarım toprağının alınabilir molibden kapsamı, ortalama olarak 0.2 mg/kg kadardır. Bununla birlikte bitkilerin molibden gereksinimleri çok düşük olduğundan, çoğu toprakta bulunan molibden miktarı, bitkilerin gereksinimini karşılamaya yeterli olmaktadır [30]. Yenilen bitkilerin Mo içeriği, kuru maddede 0.07-1.75 mg/kg aralığında değişir [14].

Molibden, insan bedeninde az miktarda bulunmasına karşın büyük önem taşır. İnsan vücuduna bitkilerden ve hayvansal besinlerden emilir. Vücutta molibden fazlalığı olması durumunda nöbetler, sanrı ve beyin hastalıkları meydana gelebilir. Aşırı molibden miktarı bazı hastalıklara (gut (damla) hastalığı, kemiklerin zayıflaması, kadınlar için doğurganlık oranının düşmesi) sebep olabilir. Molibdenin tozu da solunduğu vakit zehir etkisi gösterebilir [31].

1.3. Çalışma Sahasının Özellikleri

1.3.1. Coğrafik Özellikler

İnceleme sahası Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Giresun İli sınırları içerisinde Harşit Çayı'nın doğusunda yer alır. Bu saha, Tirebolu İlçesi'nde yer alan Harköy ve İsrail madenleri ile Görele İlçesi'nde yer alan Eseli maden sahasını kapsar. Kontrol sahası olarak benzer coğrafik ve demografik özelliklere sahip Tirebolu İlçesi'nde yer alan Kovancık Köyü seçilmiştir. Çalışma alanı, 1/25.000 ölçekli Giresun G41-b2 ve G42-a1 paftaları içinde yer almaktadır (Şekil 1.7)

1.3.1.1. İsrail Maden Sahası

İsrail maden sahası, Tirebolu İlçesi'nin 20 km güneydoğusunda Maden Mahallesi'nde yer alır. 1970'lere kadar bu mahalle İsrail (muhtemelen Rumlar tarafından isimlendirilmiş) olarak anılması nedeniyle maden sahası da bu isimle anılmıştır [32].

İnceleme sahası bol yağış alan ılık Karadeniz iklimine sahiptir. Bu yağışlar nedeniyle de sahada fiziksel ayrışmalar oldukça etkilidir. Dik yamaçların varlığı ise bu aşınma ve taşınmayı hızlandırıcı bir etki göstermektedir. Başlıca akarsular Murtat Deresi ve Hamza Deresi'dir (Şekil 1.7c). İnceleme sahasının büyük bir kısmı bitki örtüsü ile kaplıdır. Bitki örtüsü olarak orman gülü, fındık ve çam ağaçları görülmektedir.

1.3.1.2. Harköy Maden Sahası

Harköy maden sahası, Giresun İli'nin Tirebolu İlçesi sınırları içinde yer alır. Maden sahasının kuzeyinden ve doğusundan Maden Deresi, güneyinden Harköy Deresi ve batısından Muna Deresi geçmektedir (Şekil 1.7a). Sahada en yüksek tepe 300 metre rakımlı Muna Tepe'dir. Bölgenin ekonomisi tarım ve hayvancılığa dayalıdır.

1.3.1.3. Eseli Maden Sahası

Eseli maden sahası, Görele İlçesi'nin 28 km güneyinde olup Karlıbel Köyü'nün Maden Mahallesi'nde yer alır. İnceleme sahası, Çömlekçi Deresi'nin doğusundadır (Şekil 1.7d). Çalışma sahasında yerleşim, maden sahası ile içiçedir. Çalışılan arazi, fındık bahçesi ve ormanlık alanlar ile kaplıdır. Bol yağışlı bir iklimine sahiptir. Geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır.

1.3.1.4. Kontrol Sahası

Kontrol sahası olarak seçilen Kovancık Köyü, Tirebolu İlçesi'ne 13 km uzaklıkta olup bir yamaçta dağınık yerleşime sahiptir. Köyün nüfusu, yaz kış değişmekle birlikte yaklaşık 60 hanelidir [33]. Maden sahalarında olduğu gibi, bu köy de hem işsizlik hem de coğrafik koşullar nedeniyle göç vermektedir. Kovancık Köyü, diğer çalışma sahalarıyla benzer coğrafik ve demografik özellikler göstermesi nedeniyle kontrol sahası (temiz saha) olarak seçilmiştir. Köyün yaklaşık olarak kuzeyinden Murtat Deresi geçmekte ve Harşit Çayı'na bağlanmaktadır (Şekil 1.7b).

1.3.2. İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanının topoğrafyası Karadeniz kıyı çizgisinden güneye doğru gidildikçe yükselir. Çalışma alanındaki yükseltiler 100 ile 800 metre arasında değişir. Arazinin başlıca drenaj ağları Değirmendere, Murtat Deresi gibi Harşit Çayı'nın küçük kolları ile Çömlekçi Deresi'dir (Şekil 1.7).



Şekil 1.7. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası (a:Harköy, b: Kontrol, c: İsrail ve d: Eseli sahalarına ait Google Earth görüntüleri)

Çalışılan sahada Karadeniz iklimi hakim olup, yaz ve kış ayları ılık ve bol yağışlıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 1288 mm'dir. İnceleme alanlarının genel olarak kuzey kesimlerinde fındık ve çay bahçeleri hakimken güney kesimlerinde ise kızılâğaç, gürgen, kestane ağaçları ve orman gülleri yer alır.

1.4. Önceki Çalışmalar

Giresun İli, bakır-kurşun-çinko yatakları bakımından oldukça zengin bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyel nedeniyle de sahada çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğu daha çok jeolojik, mineralojik ve yapısal özelliklerin belirlenmesi ya da yeni madenlerin bulunması amaçlıdır. Çoğu eski devir madencilik çalışmalarının tarihleri bilinmemekle birlikte, sahada bilinen ilk çalışmalar Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından yapılmıştır. Bunlardan ilki sayılabilecek çalışma, Kovenko tarafından 1936-1943 yılları arasında yürütülmüştür. Kovenko [34] raporunda, İsrail madeninden alınan cüruf örneklerinde % 1.59 oranında bakırın bulunduğunu ayrıca demir ve kükürt bakımından da zengin olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, cevherin uzun yığınlar halinde olduğunu ve civardaki diğer madenlere (Lahanos, Karaerik) benzemediğini vurgulamıştır.

1946 yılında araştırmacı Wijkerslooth [35], İsrail sahasında madenin kuzey-kuzeydoğu ve güney-güneybatı istikametli bir faylı zon dahilinde yerleşen uzamış kitleler halinde bulunduğunu belirtmiştir.

Araştırmacılar Wijkerslooth [35] ve Kieft [36] raporlarında, İsrail madeni için Kontakt-Pnömatolitik orijinli yataklar olarak bahsetmiştir.

1958 yılında araştırmacı Pollak [37], sahadaki eski ocaklarda damar şeklinde olan cevherleşme zonuna ait mostralara gözlemlediğini belirtmiştir.

Aynı yıl içinde Harköy sahasında incelemede bulunan Kutlu [38], sahada masif tip cevherin, dasit-üst tüfit sınırında bulunduğunu, galen, pirit, kalkopirit ile çinkoblentten oluştuğunu ve mercek şekilli olduğunu ifade etmiştir. Araştırmacı, masif cevherin küçük bir mercek şeklinde oluşu ve masif cevherin altındaki ağsal-saçınımlı cevherin de düşük tenörlü olması nedeniyle o günkü koşullara göre ekonomik olamayacağını belirtmiştir.

Durukal ve Acar [39], 1972 yılında inceleme sahalarının da içinde bulunduğu alanda kapsamlı bir çalışma yürütmüş olup Harköy, Yarmaden, İsrail, Eseli, Bakımlı, Akköy ve civarının 1/10.000 ölçekli jeoloji haritasını yapmıştır. Çalışmaları sonucunda sahadaki

cevherleşmelerin volkano-sedimanter ile subvolkanik-hidrotermal tipte olduğunu ifade etmiştir.

Şarman [40] ise İsrail ve Eseli güneyinde yürütmüş olduğu çalışmada, hidrotermal cevherleşmenin iki ana tektonik (KD-GB ve KB-GD) hatla ilgili olduğunu vurgulamıştır.

İsrail sahasında detay çalışma yürütmüş olan araştırmacılar Yılmaz ve Şarman [41], raporlarında hidrotermel ayrışma olarak kloritleşme, serizitleşme, kaolinleşme ve silisleşmenin gözlemlendiğini belirtmiş ve silişleşmenin yoğun olduğu kesimlerde ise pirit, kalkopirit damar ve saçınımlarının varlığından, gang olarak da kuvars ve barit minerallerinden bahsetmiştir.

Sayısız çalışmalara sahne olmuş Görele ve Tirebolu ilçelerinde, 1981 yılında çalışma yapmış araştırmacı Kahraman [42] buradaki cevherleşmeleri hidrotermal volkano tortul tip polimetalik sülfid cevherleşmelerine katmış ve dasitik tuf domlarına bağlı olarak geliştiğini öne sürmüştür.

Aynı yörede doktora çalışması yürütmüş olan Altun [43] ise, sahadaki yataklarda hem ağsal saçınımlı hem de masif tip cevherleşmenin birlikte görüldüğünü ancak bu iki cevherleşmeden birinin diğerinden daha iyi geliştiğini belirtmiştir. Araştırmacı, bu cevherleşmelerin, başlıca dasitik tuf ve tuf breşlerden oluşan üst düzeyler içinde, kıvrımlanma ile yakından ilişkili olarak geliştiklerini ifade etmiştir. Ayrıca masif sülfid yataklarının, 200 metreden daha az derin denizel ortamlarda oluştuklarını ve oluşum sıcaklığının, masif cevherde 83°C ile 228°C arasında, ağsal saçınımlı cevherde ise 320°C'den düşük olduğunu belirtmiştir.

Günümüzde bu sahalarda, eski madencilik faaliyetlerinin neden olduğu çevre tahribatı kolaylıkla gözlenebilmektedir. Eski maden işletmelerinin doğaya bıraktığı maden atıklarının neden olduğu asit maden drenajı ve geniş alanlara yayılmış olan cüruflar nedeniyle su, toprak, bitkiler ve canlılar etkilenebilmektedir. Bu etkilerin araştırılması ve bu etkilerin önlenmesine yönelik çalışmalar ise oldukça kısıtlı kalmaktadır. Kısıtlı olan çalışmalardan biri de Karakay vd.'ne [44] aittir. Araştırmacılar, Doğu Karadeniz'de yürütmüş olduğu çalışmada kayaç, bitki, sediman ve su örnekleri alarak çeşitli incelemelerde bulunmuştur. Giresun sahasında çökeltiler ve atıklar içindeki sülfid minerallerinin oksidasyonu ile asit maden drenajının gerçekleştiğini ve bunun sonucunda da suların yüksek asiditeli ve sülfat içerikli olduğunu belirtmiştir. Karakaya ve Karakaya [45], sularda özellikle Pb, Zn, Fe ve Cu elementlerinin yüksek değerlere ulaştığını ayrıca bu elementlerin yanısıra sularda Cd, As, Mo, Se, Sb, Tl ve Bi elementlerinin de ulusal ve

uluslararası içme suyu standartlarındaki limitlerden daha yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Tehlikeli elementlere ait çevresel risk indeks değerleri, nehirlerde (Harşit, Gelevera gibi) düşük iken dere, kaynak ve drenaj sularının çoğunda yüksek veya çok yüksek değerlerde bulunmuştur. Araştırmacılar, bu sonuçların sahalardaki canlılar için büyük çevresel risk oluşturabileceğini vurgulamıştır.

Karakaya vd.'nin [44] yapmış olduğu çalışma, araştırma sahasında yapmış olduğumuz ön çalışmalarla birebir uyuşmaktadır.

Tez kapsamında bitki örnekleme için fındık meyvesi ve dalı seçilmiştir. Dünya fındık üretiminin ortalama % 70'ini elinde bulunduran Türkiye'de fındık üzerine çok sayıda araştırma bulunmaktadır.

Fındık üzerine yapılmış değişik araştırmaları derleyip, diğer gıda maddeleri ile karşılaştırarak insan beslenmesi ve sağlığı açısından besin değerini ortaya koyan Şimşek ve Arslantaş'a [46] göre, fındık yüksek enerji kaynağı olmasının yanısıra önemli aminoasitleri, B1, B2 ve B6, E ve niasin vitaminleri, Fe, Ca, Mg, Mn, K, Zn, Cu ve P gibi elementleri içermektedir,

Çevik vd. [47], Ordu, Giresun ve Trabzon'dan topladığı fındık örneklerinin (kabuk ve meyvesi) radyoaktivite ve ağır metal seviyelerini belirlemiştir. Fındık vasıtasıyla ²²⁶Ra, ²³²Th, ⁴⁰K ve ¹³⁷Cs'un tüketim oranları için hesaplanmış toplam yıllık dozun, global ortalama yıllık radyasyon dozuna göre oldukça küçük olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, ayrıca ağır metallerin fındık yolu ile insanlar tarafından ortalama günlük alım oranlarını (EDI) da hesaplamıştır. Bunun için de fındık içindeki element konsantrasyonu ile ortalama günlük fındık tüketim miktarını (20 gr kabul edilmiş) çarpmış ve elde edilen sonucu vücut ağırlığına (70 kg kabul edilmiş) bölmüştür. Elementler için hesaplamış olduğu tahmini günlük alım miktarını, USEPA [48] ve WHO [49] tarafından tavsiye edilen miktarlar ile kıyaslamıştır. Günlük tüketim miktarının (20 gr) önerilene göre düşük olmasına karşın çıkan EDI değerleri, Avrupa ülkelerine göre yüksektir.

Giresun'da tombul (yuvarlak) fındık üzerine yapılmış bir başka çalışma da Alasalvar'a [50] aittir. Fındık için onbeşi gerekli olmak üzere onsekiz element (Al, Cd ve Ag dahil) belirlemiştir. Fındıkta en bol bulunan elementler K (761 mg/100g), P (355.7 mg/100g), Ca (193.4 mg/100g), Mg (176.5 mg/100g), Fe (4.97 mg/100g), Mn (3.29 mg/100g), Cu (1.60 mg/100g), ve Se (0.06 mg/100g)'dir. Diğer tespit edilen elementler, Al (5.02 mg/100g), Cd (0.01mg/100g), Cr (0.01 mg/100g), Co (0.22 mg/100g), Pb (0.03

mg/100g), Ni (1.25 mg/100g), Ag (0.01 mg/100g), Na (3.13 mg/100g), V (0.08 mg/100g) ve Zn (1.94 mg/100g)' dir.

Özbaş [51] ise Karadeniz Bölgesi'nde (Bolu, Ordu, Giresun ve Trabzon) fındıklardaki Na, Mg, Ca, K ve Fe gibi esansiyel elementler ile Cu, Pb ve Cd gibi toksik metalleri incelemiştir. Tahmini günlük alım miktarları (EDI) hesaplanarak değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, günlük 20 gr fındık tüketim miktarına göre Cu için hesaplanan EDI değerinin, tavsiye edilen miktara göre düşük olduğunu belirtmiştir. Araştırmış olduğu elementler arasında en yüksek ortalama konsantrasyon değeri 2348.37 mg/kg ile K elementinde olup Ca ve Mg konsantrasyonlarının da yüksek olduğunu belirtmiştir. Farklı sahalardaki fındıkların değişen mineral bileşimlerini yer, hasat zamanı, iklim, toprak yapısı ve gübre gibi faktörlere bağlamaktadır. Fındık örneklerinde, Pb ve Cd elementleri belirlenememiştir. Araştırmacı bu durumu, bölgedeki düşük sanayileşme ve trafik yoğunluğuna bağlamıştır. İncelediği fındıkların, insan sağlığı açısından güvenli olduğunu, ayrıca fındıkların Cu, Pb ve Cd içeriklerinin ise PMTDI (tahmini maksimum tolere edilebilir günlük alım) ve PTWI (tahmini tolere edilebilir haftalık alım) değerlerinin tolere edilebilir seviyelerden düşük olduğunu belirtmiştir.

Akaryalı [52] araştırmasında, Araklı (Trabzon) sahili boyunca fındık bitkilerindeki ağır metal kirlenmesini incelemiştir. Fındık bitkilerinin üzerinde yetiştiği toprakta ağır metal kirlenmesinin olmadığını belirtmiştir. Fındık yaprak örneklerinde de ağır metal kirliliğinin gözlenmediğini ancak Pb konsantrasyonunda yola olan uzaklığa göre ani azalmaların olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, yapraklardaki bu kurşunun kaynağı olarak, motorlu araçların yakıtlarına katılan kurşun tetra etili işaret etmektedir. Bu bilgiler ışığında da karayolu boyunca tarımın 100 metre içeriye kaydırılması ve kurşuna karşı dayanıklı bitkilerin ekilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Literatürde çeşitli ortamlar (su, toprak, bitki gibi) için çok sayıda risk değerlendirme çalışmaları ([53], [54], [55], [56]) mevcuttur.

Bu tez çalışması, hem maden sahalarının çevresel problemlerini görebilmek hem de bu sahada yetişen fındıkların etkilenme oranlarını belirlemek adına literatüre katkı sağlayacaktır. Fındık üretimi ve tüketimin oldukça yaygın olduğu inceleme sahalarında, tehlike kaynakları belirlenerek insan sağlık risk değerlendirmesi çalışması yapılmış ve çeşitli referans kaynaklarla değerlendirilmiştir.

2. JEOLojİK YERLEŞİM

2.1. Bölgesel Jeoloji

Çalışma alanı, Pontidler'in doğu kesiminde ve Alpin Metalojenik Kuşağı içinde yer almaktadır. Ketin [57], Türkiye'nin tektonik birliklerini, kuzeyden güneye doğru Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar kıvrımları kuşağı olmak üzere dört sınıfa ayırmıştır. Ketin ve Canitez [58] tarafından ise Pontidler, Doğu Pontidler ve Batı Pontidler olarak ikiye ayrılır. Doğu Pontidler, farklı jeolojik karakterleri nedeniyle Ardanuç-İspir-Kemaliye-Reşadiye sınırı ile kuzey ve güney zon olarak ikiye ayrılmıştır [59] Doğu Pontidler'in Güney Zonu'nda, tabanda Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar ve granitler bulunur [60], [61], [62], [63]. Doğu Pontidler'in Kuzey Zonu'nda ise seyrek olarak görülürler [64], [65]. Metamorfikler, Paleozoyik yaşlı granitoidler tarafından kesilmişlerdir [66]. Doğu Pontidler'in Kuzey Zonu'nda, Liyasta başlayan bazik bir volkanizma hakim olup yaşlıdan gence doğru Alt Bazik Seri, Dasitik Seri ve Üst Bazik Seri şeklinde sınıflanır.

Liyasta başlayıp Alt Kretase sonuna kadar devam eden bazik volkanizmanın hakim olduğu Alt Bazik Seri, spilitik bazalt, bazalt, bazaltik andezit, andezitik tuf ve aglomeralardan oluşur [67]. Kuzey Zon içinde genellikle mercekler şeklinde bulunan gri renkli kireçtaşları ise Dogger- Malm- Alt Kretase yaşlarını vermektedir [63], [68].

Dasitik seri, Üst Kretase yaşlı olup altta yaygın dasit, riyodasit tuf ve aglomeralardan oluşmuştur. Bu kayalar, ekonomik cevherleşmeler içermesi nedeniyle aynı zamanda Cevherli dasit olarak da isimlendirilmektedir. Alt Asidik Seri olarak da bilinen bu seri üzerine uyumlu olarak kırmızı biyomikritler gelir. Bu biyomikritler, mercekler şeklinde, Üst Asidik Seri olarak bilinen ve hiçbir ekonomik cevherleşme içermeyen mor dasitler üzerinde uyumlu olarak izlenir. Hematitli dasit olarak da adlandırılan bu seri, piroklastik kayalarla devam eder ve kireçtaşı, marn, kumtaşı, tuf ve aglomeralardan oluşan volkano-sedimanter seri ile sona erer. Pontidler'de yaygın olarak görülen Üst Bazik Seri ise bazalt, andezit ve volkano-sedimanter birimlerden oluşur [69].

ZAMAN	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	CEVHERLEŞME
KUVATERNER	PLİYOSEN		Çakıl, Kum, Kil	
MİYOSEN	PAZAR		Kumtaşı, Kilitaşı, Killi Kireçtaşı	
EOSEN	KABAKÖY		Andezit- Bazalt ve piroklas. Kumtaşı, Kilitaşı, Killi Kç. Kaçkar Granitoyidi	Epitermal Altın Yat. Mastra, Kaletaş, Sobran Damar tip Bakır Kurşun Çinko Yat.
PALEOSEN	BAKIRKÖY AĞILLAR		Bakırköy: Kumtaşı, Kilitaşı, Marn Ağllar: Resifal Kç., Kumlu Kç.	
ÜST KRETASE	TİREBOLU/ ÇAYIRBAĞ		Tirebolu: Trakiandezit ve piroklas. Çayırbağ: Riyolit- Riyodasit ve piroklas.	Kil Yatakları Damar Tip Bakır Kurşun Çinko Yat. Karılar, Karaerik
	ÇAĞLAYAN		Bazalt- Andezit ve piroklastitleri (Çamurtaşı, Marn, Kumtaşı)	Volkano Sedim anter Manganese Yatakları: Ocaklı, Koruyucular, Aşağı İrmaklar Damar Tip Cu Pb Zn Yat. Sisorta, Foldere,
	KIZILKAYA		Riyodasit- Dasit ve piroklastitleri	VMS Yatakları Köprübaşı, Murgul, Harköy, İsrail, Eseli, Lahanos, Kızılkaya
	ÇATAK		Bazalt- Andezit ve piroklastitleri (Kumtaşı, Killi Kireçtaşı, Siltası) Kaçkar Granitoyidi	Damar Tip Cu Pb Yatakları Porfiri Tip Cu Mo Yatakları
ALT KRETASE- MALM	BERDİGA		Orta ve kalın tabakalı kireçtaşı Kumlu kireçtaşı, Çörtlü kireçtaşı	Kontak ve Skarn Tip Yataklar Endüstriyel Ham.
	MADENLER		Kırmızı konglo mera, Kumtaşı, Resifal kç., Bazalt, aglomera	
DOGGER- LİYAS	HAMURKESEN		Bazalt- Andezit- Dasit ve piroklastitleri Kumtaşı, Marn, Şeyl, Kuvarsit, Konglomera	Kuvarsit Refrakter Kil Alansa Gütül
PALEOZOİK			G: Pembe Renkli granit D: Gabro diyabaz Metamorfik Temel (Gnays, Mikaşist, Mermer, Fillat, Amfibolit, Metavolkanitler	Çatalçeşme Kuvarsit Güçlü Süt Kuvars Grafit

Şekil 2.1. Doğu Pontid Kuzey zonu stratigrafik kolon kesiti [70].

2.2. Çalışma Alanının Jeolojisi

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan çalışma alanı, Üst Kretase yaşlı birimler ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar bulunur. Üst Kretase yaşlı birimler, asidik ve bazik olmak üzere iki ayrı volkanizmanın ürünlerinden oluşur. Volkanizmanın duraylı olduğu

zamanlarda volkanik kayalarla ara katkılı olmak üzere yer yer mercekler halinde tortul kayalar da görülür.

İnceleme sahasının en yaşlı birimi andezit-bazalt ve piroklastitleridir. Bu birimin içerisinde ve üst kısmında iki ayrı tortul seviye yer alır. Bazik volkanizmanın durduğu noktada asidik volkanizma başlar ve ilk ürünü ise dasitlerdir. Dasitlerin üzerine ince bir çamurtaşı-tüf bantı gelir. Daha sonra ise dasitik tüfler oluşur. Dasitik tüfler üzerine çamurtaşı-kireçtaşı-tüflerden oluşan tortul bant gelir. Bu bantın üzerinde de yer yer hematitli dasitler gözlenir. Sonrasında sırasıyla tüfitik seri, dasitik tüfler ve Senoniyen yaşlı tortul seriler gözlenir. Bu tortul seri içerisinde yer yer bazaltik kayalar da gözlenir. Tortul serinin üzerine ise dasitik tüfler ve dasitler gelir. Böylece asidik volkanizma son bulup bazik volkanizma başlar. Bazik volkanizmanın başlamasıyla beraber dasitlerin üzerine bazalt-andezit ve piroklastitleri, Üst Kretase yaşlı tortullar ve bazalt- andezit ve piroklastitleri gelir. Sonuç olarak volkanik ve tortul kayaların denizel ortamda ve araldanmalı olduğu görülür. İnceleme sahasının da içinde olduğu jeoloji haritasında (Ek Şekil.1) verilen birimler yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralanabilir.

Bazalt-Andezit ve piroklastitleri (Üst Kretase)

Kumtaşı-kiltaşı-çamurtaşı-kireçtaşı-marn- tüf araldanmalı tortul seri (Üst Kretase)

Tüfitik seri (Üst Kretase)

Bazalt (Üst Kretase)

Dasit (Üst Kretase)

Dasitik tüf (Üst Kretase)

Bazalt-Andezit ve piroklastitleri (Üst Kretase)

Kireçtaşı (Üst Kretase)

Kumtaşı-çamurtaşı-marn-tüf-kireçtaşı araldanmalı tortul seri (Üst Kretase-Paleosen)

Bazalt-Andezit ve piroklastitleri (Eosen)

Alüvyon (Kuvaterner)

2.2.1. Volkanik Kayalar

- Bazalt-Andezit ve piroklastitleri (Üst Kretase)

Doğu Pontidler'in Kuzey Zonu'nda, volkanik aktivitenin başlamasıyla beraber bazik veya ortaç volkanitler ve eş zamanlı olarak kırıntılı kayalar oluşmuştur. Güven [70] tarafından Çatak Formasyonu olarak isimlendirilen bu birim, Doğu Pontidler'de "birinci

bazik (alt bazik) evre” olarak bilinir. Çatak Formasyonu, Berdiga Formasyonu (Neritik kireçtaşları) üzerine uyumlu gelir.

İnceleme alanının en yaşlı kayaç birimi, bazalt-andezit ve piroklastitleridir. Bu birimin içerisinde Çömlekçi Deresi’de görülen kristalize kireçtaşı mercikleri bulunur. Bu bazik kayaç biriminin en üst seviyelerinde yer yer 10-15 metre kalınlık gösteren çamurtaşı-tüf merciklerine rastlanır [42]. Dolayısıyla bu birim, litolojik ve stratigrafik benzerlikler nedeniyle Çatak Formasyonu ile deneştirilebilir.

Birim, İsrail maden sahası Maden Mahallesi’nin güneyinde, Eseli sahası ile Danışman Köyü civarında, Çömlekçi Dere ve Murtat Dere vadilerinde mostra vermiştir. Genel olarak siyahımsı, yer yer koyu yeşil, bazen de koyu kahve renkli olan bu birim, cevherleşmiş sahaların yakınında silisleşme ve killeşmeden oluşan bir ayrışma gösterir.

- Bazalt (Üst Kretase)

Eseli ve Harköy maden sahası civarında gözlenen bu birim, Senoniyen yaşlı tortul seviyenin arasında yer alır. Genellikle taze ve kompakt olmakla beraber yer yer boşluklu yapı gösteren bazaltlarda çok zayıf ayrışma izlenir. Renkleri siyahtır. Kalınlıkları 50- 100 metre civarındadır [42].

- Dasit (Üst Kretase)

Birinci bazik volkanizmanın sona ermesiyle birlikte birinci asidik evre (alt asidik evre) etkisini göstermeye başlar. Bu evre dasit, riyolit, riyodasit ve piroklastitleri ile bunlara eşlik eden kırıntılı kayaçlardan oluşmuştur.

Bu birim, Güven [70] tarafından Kızılkaya Formasyonu olarak isimlendirilir. Bazı araştırmacılar tarafından “cevherli dasit” olarak da tanımlanan Kızılkaya Formasyonu, Doğu Karadeniz Bölgesi metalojenik provensi içinde yer alan volkanojenik masif sülfid (VMS) yataklarını barındırması açısından ayrı bir öneme sahiptir.

- Dasitik Tüf (Üst Kretase)

Bu birim, Kızılkaya Formasyonu içinde yer alır. Volkanojenik masif sülfid yatakları içermesi bakımından önemli olan bu birim, maden sahalarında yaygın izlenmekle birlikte yoğun ayrışma gösterirler. En önemli ayrışmaları killeşme, silisleşme, limonitleşme, baritleşme, serisitleşme ve kloritleşmedir. Kloritleşme gösteren kesimler yeşil renklidir. Birimler ayrışmamış iken kahverenginde, ayrışmış olduğu zaman çoğunlukla beyaz- bej-pembe renkte görülürler. Madenlerin yakınında makroskopik olarak sadece fenokristal kuvarslar gözle görülebilir. Birim içerisinde yer yer çamurtaşı-tüf ara katkıları bulunur.

Eseli maden sahası güneyinde gözlenen dasitik tüfler yer yer çok silisleşmiş olup kil mineralleri ve saçınımlı pirit içerir. İsrail maden sahasında gözlenen dasitik tüfler açık gri ile açık pembe arasında değişir. Eseli maden sahası ile benzer olarak kaolinleşme ve silisleşme görülür. Dasitik tüflerde katmanlanma vardır. Bu birim KD-GB doğrultulu olup GB'ya eğimlidirler [71]. Harköy sahasında gözlenen dasitik tüfler ayrışmanın etkisinde kalmış olduğundan killeşmiş, silisleşmiş ve baritleşmişlerdir [72]. Yoğun ayrışma, kayacın genel karakterini bozmaktadır. Bu nedenle kayalar, beyaz ve kahverengi renklerde görülür.

- Bazalt-Andezit ve piroklastitleri (Üst Kretase)

İnceleme sahasında Civil Mahallesi, Önerli ve Kuskunlu civarında bazalt-andezit ve piroklastitleri geniş yer kaplar. Kızılkaya Formasyonu'nun üzerine uyumlu olarak Çağlayan Formasyonu gelir. Güven [70] tarafından isimlendirilen Çağlayan Formasyonu, ikinci bazik evre (üst bazik) olarak bilinir ve genellikle bazik-ortaç kayalarla temsil edilir. Sahadaki bazalt-andezit ve piroklastitleri, litolojik ve stratigrafik olarak benzerlik göstermesi nedeniyle Çağlayan formasyonuna dahil edilebilir.

- Bazalt-Andezit ve piroklastitleri (Eosen)

Bazalt-Andezit ve piroklastitleri, inceleme sahasının küçük bir alanında gözlenir. Birimin yaşı, tabanında yer alan tortullar nedeniyle Paleosen veya muhtemelen Eosen olarak düşünülür [42]. Önemli ayrışmalar içermezler ve renkleri siyah, koyu yeşil ve koyu kahverengindedir.

Sahada dar alanda gözlenen bu birim, litolojik ve stratigrafik olarak Güven [70] tarafından isimlendirilen Alt-Orta Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonuna benzerlik göstermektedir.

2.2.2. Tortul Kayalar

- Kumtaşı-kiltaşı-çamurtaşı-kireçtaşı-marn-tüf ardalanmalı seri (Üst Kretase)

İnceleme sahasında Değirmensuyu, Harköy, Kuskunlu, Kovanpınar, Karlıbel ve Danışman civarında yer yer kalınlaşıp yer yer incelenen birim, kumtaşı, kiltaşı, çamurtaşı, kireçtaşı, marn ve tüf ardalanmalı tortul bir seriyi içerir [42]. Paleontolojik tayinler sonucu birimin yaşı Senoniyen (Üst Kretase) olarak verilmiştir. Taban kesimindeki kırmızı renkli çamurtaşları belirgin tabakalanma gösterir.

- Tüfitik seri (Üst Kretase)

Bu birim, Sadegöre ve Eseli civarındaki cevherleşmiş sahalarda örtü teşkil etmeleri bakımından önemlidir. Taban bazik bir mikrobreşle başlar. Daha sonra bazaltik-andezitik-dasitik tüflerle devam eder. Üst seviyelere doğru çamurtaşı, kumtaşı, kireçtaşı ve marn gibi tortul katmanlar yer alır [42].

- Kireçtaşı (Üst Kretase)

Kireçtaşı birimi, inceleme alanındaki bazalt-andezit ve piroklastitleri içerisinde ve üst seviyelerine yakın kesimlerde izlenir. Kristalize ve yarı kristalize olan bu kireçtaşları, düzensiz mercekler şeklinde ve gri renklidir Fosil içermediklerinden yaş tayinlerinde bu kireçtaşlarından yararlanmak mümkün değildir. Birimin yaşı, içinde yer aldığı birimin yaşına uygun olarak Alt Kretase olması gerekir [73].

- Kumtaşı-çamurtaşı-marn-tüf ve kireçtaşı ardalanmalı tortul seri (Üst Kretase)

İnceleme alanındaki bazalt-andezit ve piroklastitlerin tabanında yer alan bu tortul seri, Recepli, Yağlıkuyumcu ve Çiftlik civarında gözlenir. Bu birim, benzer litolojik ve stratigrafik özellikleri nedeniyle, Güven [70] tarafından isimlendirilen Bakırköy Formasyonuna benzerlik gösterir. Bakırköy Formasyonu, Üst Kretase dönemi içerisinde gelişen tübiditik karakterli derin denizel çökelleri içerir. Birimin kayaçları çamurtaşı, marn, killi kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve kumtaşlarıdır. Formasyonun yaşı Maestrihtiyen-Paleosen olarak saptanmıştır.

2.2.3. Alüvyon

İnceleme alanının en genç birimi olan Alüvyonlar, dere yataklarında yoğun olarak gözlenir. Alüvyonlar, daha yaşlı birimlerden türemiş değişik boyutta ve türde kum ve çakıllardan oluşur.

2.3. Çalışma Alanındaki Maden Sahaları ve Kontrol Sahası

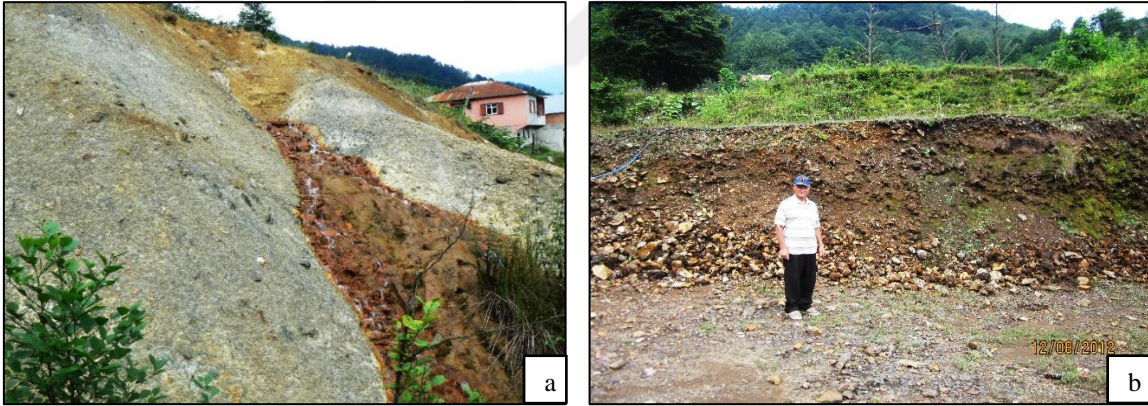
Denizaltı volkanik faaliyetleri sonucunda, önce dasitik tüf ve breşler oluşmuş ve volkanik faaliyet durmuştur. Bu durgunluk döneminde dasitik tüf ve breşler kuvvetli bir kıvrım tektoniğinin etkisinde kalmış ve domlar oluşmuştur. Bu sırada hidrotermal çözeltiler ile cevher getirimi başlamıştır. Böylece Harköy, İsrail ve Eseli maden sahalarındaki Cu, Pb ve Zn cevher oluşumları meydana gelmiştir.

2.3.1. Eseli Volkanojenik Masif Sülfid Yatağı

Eseli maden sahası, Giresun İli'nin Görele İlçesi'nde yer alır. Maden sahası, Eseli Mahallesi civarında olup 1/25000 ölçekli Giresun G41-b1 paftasında yer alır. Sahada, Üst Kretase yaşlı volkano-tortul seri bulunur. İnceleme alanındaki birimler, Kızılkaya Formasyonu'na ait olan dasitik tüfler ve breşlerdir. Bu dasitik tüflerin üst düzeylerinde, ağsal saçınımlı cevher izlenir. Bu cevherin üzerinde ise masif cevher yer alır. İnceleme sahasının maden yatağı civarında dar bir alanda gözlenen dasitik tüfler ve breşler, yoğun şekilde ayrılmıştır (Şekil 2.2a). Sahanın çeşitli kesimlerinde cüruf yığınları gözlenmiştir (Şekil 2.2b).

Cevher mineralleri pirit, kalkopirit, sfalerit, galen, bornit, enarjit, tenantit, tetraedrit, idait, hematit, arjantit, kalkozin, kovellin, nabit gümüş, nabit bizmut, nabit altındır [74].

Gang mineralleri ise barit, kuvars, serisit ve kil mineralleridir [74]. Yapılmış sondaj çalışmalarına göre bu sahada, 50.221 ton % 6.2 Cu, % 3.5 Zn içeren masif, 215.561 ton % 0.8 Cu, % 1.28 Zn içeren ağsal saçınımlı cevher rezervi saptanmıştır [74].



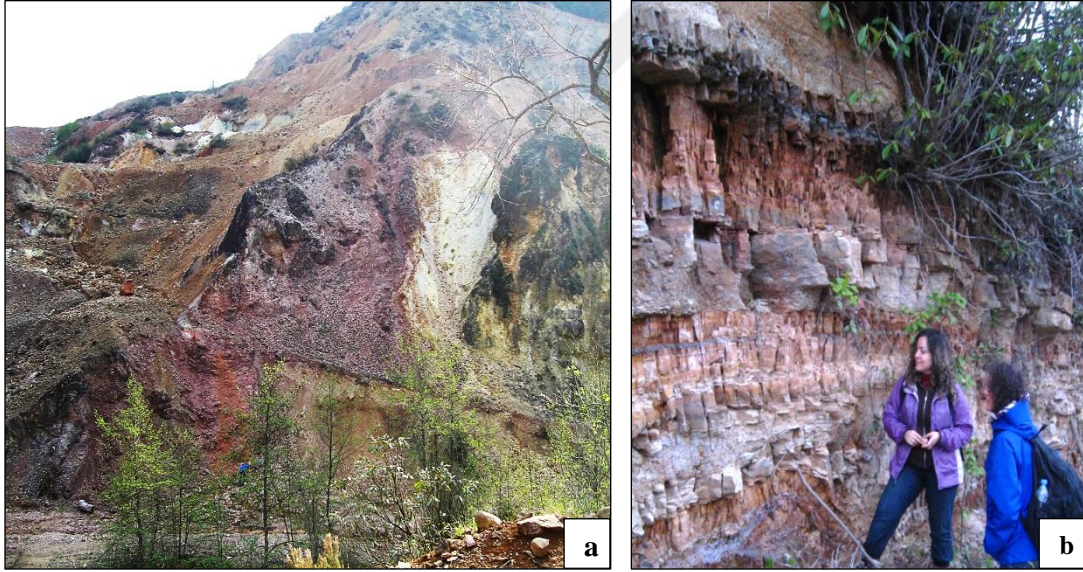
Şekil 2.2. Eseli maden sahasında gözlenen a) galeriye ait suların deşarjı b) cüruf yığınları

2.3.2. Harköy Volkanojenik Masif Sülfid Yatağı

Harköy maden yatağı, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde olup Giresun İli'nin Tirebolu İlçesi'nde yer alır. 1/25.000 ölçekli Giresun G41-b2 pafta sınırları içerisinde yer alır. Yatağın kuzey doğusundan Maden Deresi, güneyinden Harköy Deresi ve batısından Muna Deresi geçmektedir. Sahadaki en yüksek rakım 300 metre ile Muna Tepesi'ne aittir.

Jeolojik olarak Doğu Pontid zonunda yer alan bu saha, Üst Kretase yaşlı birimlerinden (Kızılkaya Formasyonu) ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlardan ibarettir. Sahanın en yaşlı birimi dasitik tüf ve breşlerdir. Bu kayalar, Maden Deresi'nin her iki yamacında ve dere içerisinde görülürler. Birim yoğun bir şekilde ayrışmaya maruz kalmıştır. Ayrışma olarak killeşme, silisleşme, kloritleşme, limonitleşme, hematitleşme ve baritleşme izlenir. Bu alterasyonlardan dolayı sahada, pembe, kahverengi ve beyaz renkler hakimdir (Şekil 2.3a).

Harköy sahasında, Maden Deresi ve Muna Tepe civarında hematitli dasitler gözlenir. Dasitik tüflerle hematitli dasitlerin arasında kilometrelerce devam eden çamurtaşı-tüf bantları (Şekil 2.3b) yer alır. Kompakt bir yapısı vardır. Çok az killeşme gösterirler. Volcano-tortul tip masif sülfür yataklarının üzerine örtü olarak gelirler. Maden yataklarının yakınında tüfitlerle beraber bulunan hematitli dasitlerin, dasitik tüflerdeki çukurluklarını doldurduğu ve bu birimin üzerine tüfitlerin geldiği görülür.

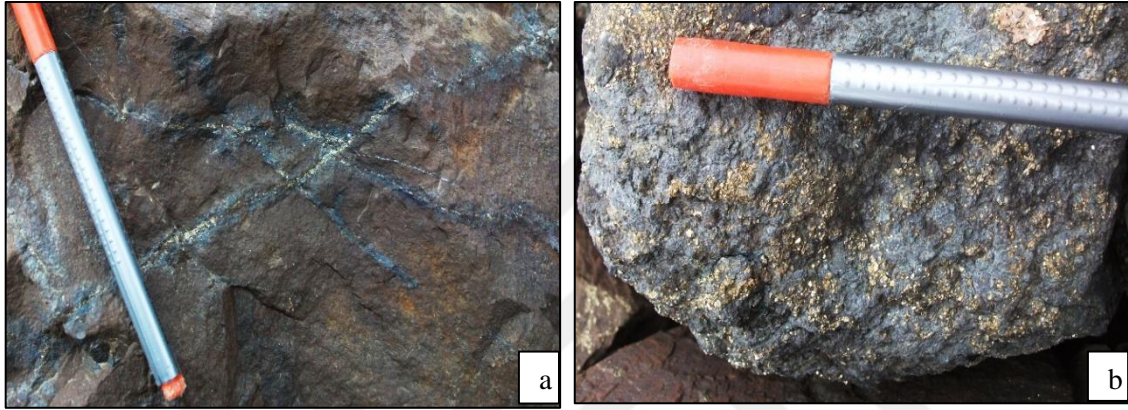


Şekil 2.3. Harköy maden sahasında a) ayrışma, b) çamurtaşı-tüf bantlarından görünüm

Sahada Değirmendere civarında, kompakt yapılı koyu renkli bazaltlar gözlenir. Sahanın en genç birimi ise Maden ve Değirmen derelerinde gözlenen Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır.

Harköy madeni, birkaç yerde mostra vermesine karşın hidrotermal kökenli olup genelde örtülü bir maden yatağıdır. Harköy'de cevherleşmenin hemen hemen tamamı

kapalı domların tepe kısımlarında oluşmuştur. Kanatlardaki cevherleşme ise, senklinal tabanlarına doğru azalmaktadır. Harköy Sahası'nda cevher tipi ağ şeklinde cevherli damarcıklardan (Şekil 2.4a) oluşmuştur. Ayrıca saçınımlı mineral taneleri (Şekil 2.4b) halinde de bulunabilmektedir. Cevherin esasını ise Cu, Pb, Zn oluşturmaktadır. Cevher mineralleri pirit, kalkopirit, galen ve sfalerittir. Az miktarda kalkozin, kovellin, bornit, enarjit ve luzonit bulunur. Gang mineralleri ise kuvars, serizit, kalsit, dolomit, barit, kil ve feldispattır [72].



Şekil 2.4. Harköy sahasında gözlenen a) ağsal damarcık şekilli, b) saçınımlı cevher

2.3.3. İsrail Volkanojenik Masif Sülfid Yatağı

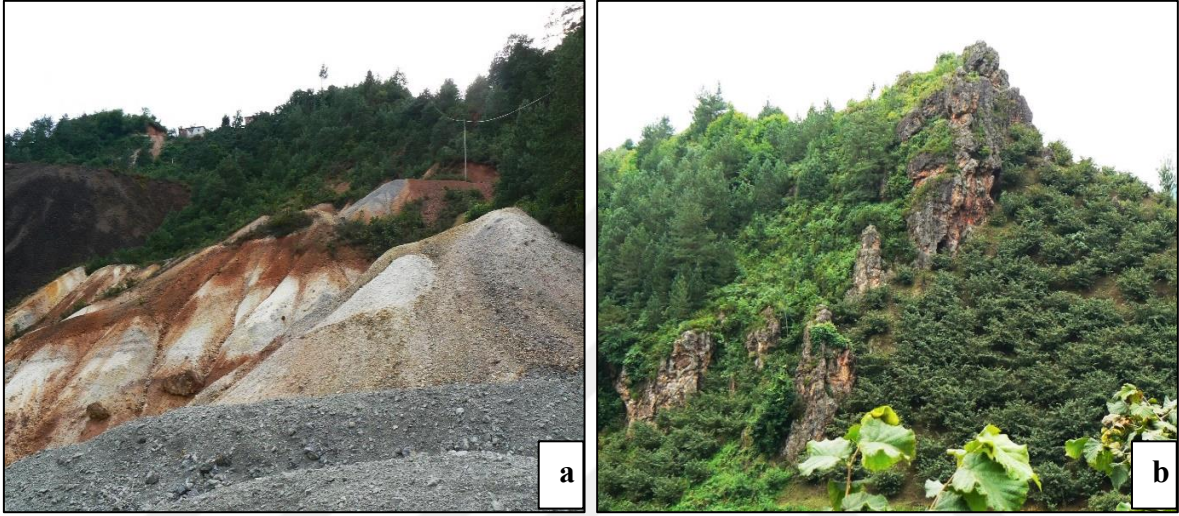
İnceleme alanı, Tirebolu (Giresun) İlçesi'nin Kovanpınar Köyü Maden Mahallesi civarında ve Giresun G41-b2 paftasında bulunur. İsrail maden sahası, doğusunda Kovanpınar Köyü, güneyinde Örencik Mahallesi, batısında Hamza Dere ve kuzeyinde Murtat Dere ile sınırlıdır.

Sahanın tümünü oluşturan kayalar, Üst Kretase yaşlı denizaltı volkanizmasının ürünleridir. Dasitik tüf ve breşlerde (Kızılkaya formasyonu) gözlenen yoğun ayrışma nedeniyle birimler, sahada açık renklerde görülür (Şekil 2.5a). Ayrışmalar, cevherleşmeye yakın kesimlerde kaolinleşme, silisleşme ve piritleşme şeklindedir.

Cevherleşmeden uzaklaştıkça silisleşme azalır kaolinleşme artar. Kaolinleşmiş dasitik tüf ve breşlerin içinde yaygın piritleşme görülür. Piritleşmenin yoğun olduğu yerlerde limonitleşme gelişmiştir. İnceleme alanında sırtlarda görülen demir şapka (Şekil 2.5b), sünger yapılıdır. Demir şapkanın rengi kırmızı- koyu kahve arasındadır. Masif

cevher, demir şapkanın altında silisleşmiş ve kaolinleşmiş dasitik tuf ve breşlerin üst seviyeleri içinde bulunur.

Cevherin uzun eksenini, kuzey doğu-güney batı olup güneye doğru eğimlidir. Masif cevher, pirit ve az miktarda kalkopiritten oluşur. Gang mineralleri kuvars ve barittir. Alt kısımlara doğru, birbirini kesen çok sayıda damarcıktan oluşan ağsal ve saçılımlı cevhere geçer [75].



Şekil 2.5. İsrail maden sahasında gözlenen a) cüruf yığınları ve ayrışma, b) demir şapka

2.3.4. Kontrol Sahası

Giresun İli'nin Tirebolu İlçesi'ne bağlı Kovancık Köyü kontrol sahası olup, 1/25000'lik G41-b₁ paftasının doğu kısmında yer alır. Kovancık Köyü, maden sahaları ile benzer coğrafik, demografik ve litolojik özelliklere sahiptir. Murtat Deresi, Kovancık Köyü'nün kuzeyinden geçerek Harşit Çayı'na dökülür. İnceleme sahasında Murtat Deresi'nin güneyinde, Kızılkaya Formasyonu'nun dasitik tüfleri bulunur. Murtat Deresi'nin kuzeyinde ise yer yer Çağlayan Formasyonu'nun andezit, bazalt ve piroklastitleri izlenir (EK-1).

3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

3.1. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, başlıca fındık üretim alanı olan Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Giresun İli'nde gerçekleştirilmiştir. Saha aynı zamanda Doğu Karadeniz metalojenik provenisi içinde yer alır. Çalışmanın öncelikli amacı, bölgedeki terkedilmiş maden sahalarından kaynaklı ağır metal kirliliğinin çevre üzerindeki etkilerinin belirlenmesidir. Daha sonra elde edilen veriler ışığında, yörenin önemli geçim kaynağı olan fındık bahçelerine ve fındık meyvesine ağır metallerin bulaşma oranlarını ve olası sağlık risklerini belirlemektir. Bu amaçlar doğrultusunda yapılmış çalışmalar arazi, laboratuvar, analitik yöntem ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamadan oluşur.

3.1.1. Arazi Çalışmaları

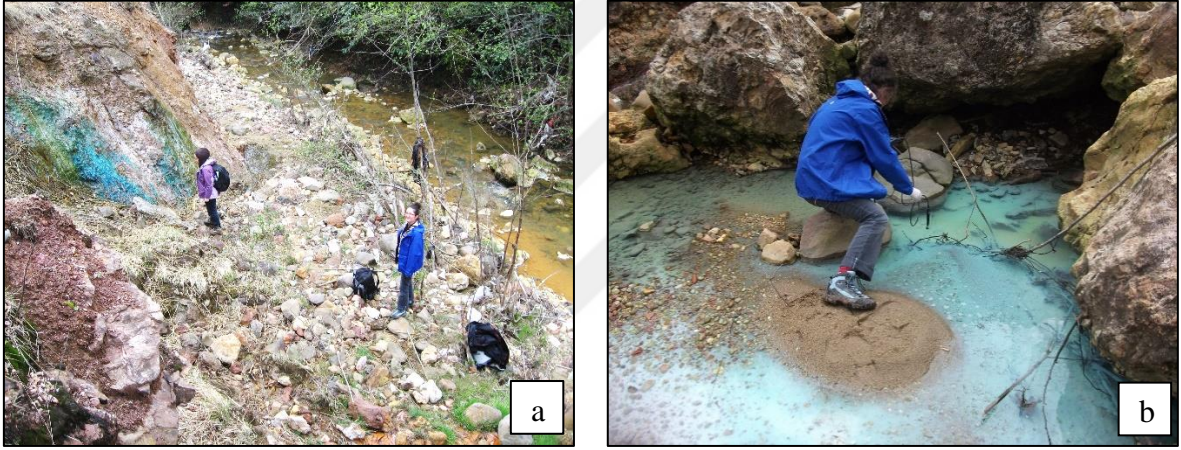
İnceleme alanı, üç adet maden sahası ve bir adet kontrol sahasından oluşmaktadır. Maden sahaları, Giresun İli'nin Tirebolu İlçesi'nde yer alan Harköy ve İsrail ve Görele İlçesi'nde yer alan Eseli maden yataklarıdır. Kontrol sahası olarak Tirebolu İlçesi'nin Kovancık Köyü seçilmiştir. Yapılan ilk çalışma, sahada yürütülmüş önceki çalışmaları derlenmek, topoğrafik ve jeolojik haritalar yardımıyla sahanın ön etüdünü gerçekleştirmektir. Ön etüt çalışması için sahada mevcut drenaj ağlarından su örnekleme yapıları yerinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanındaki yaşam alanları ve madenin etki alanı tespit edilmiş ve örnekleme yöntemi belirlenmiştir. İnceleme alanlarında su, dere sedimanı, toprak ve bitki (fındık dal ve meyvesi) örnekleme yapılmıştır.

3.1.1.1. Su Örnekleme

Su kirliliğinin araştırılması için, galeri sularının deşarj edildiği derelerden, köyün içme suyu ihtiyacını sağlayan çeşmelerden ve su depolarından örnekler alınmıştır (Ek Şekil 2). Örnekleme yapılırken, vadilerin kenarından içine doğru su yüzeyinin hemen altına batırılan maşrapa, yatay ve akarsu akış yönüne ters bir şekilde tutularak örnek alınmıştır.

- Harköy Maden Sahası

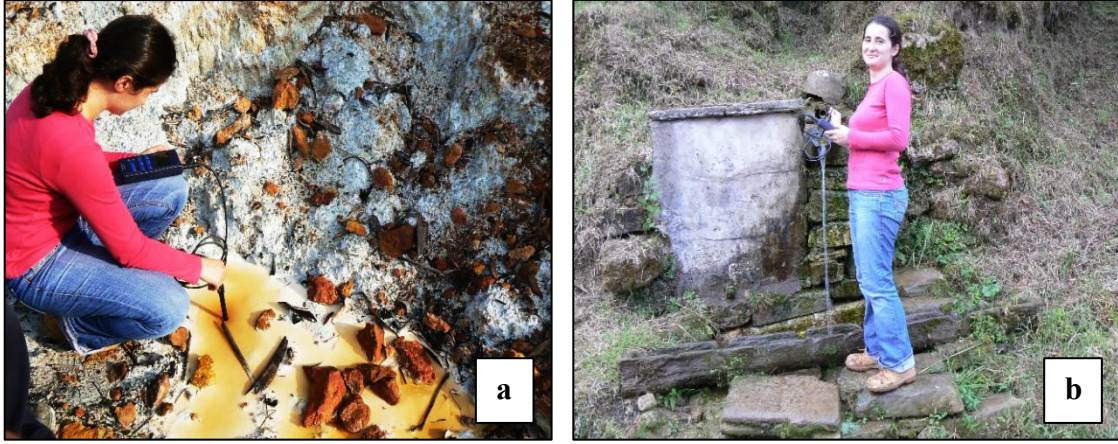
Harköy maden sahasından toplam 20 adet su örneği alınmıştır. Maden sahasında galeri sularının deşarj olduğu dereler ile sahadaki bağlantılı diğer drenaj ağları da örneklenmiştir. Maden yatağının kuzeyinde ve doğusunda yer alan Maden Deresi, maden sahasından gelen sızıntılar karışmadan önce ve sonra olmak üzere örneklenmiştir (Şekil 3.1). Maden Deresi'nin Değirmen Deresi'ne bağlandığı noktada, bol miktarda cüruf gözlenmiş olup bu nedenle Değirmen Deresi de örneklenmiştir. Bu dere, Harşit (Doğankent) Çayı'na bağlanmakta ve sonrasında Karadeniz'e dökülmektedir. Harşit Çayı da, tüm bu maden etkilerinin gözlemlenebilmesi için örneklenmiştir. Harköy Köyü'nün yerleşim alanı, maden sahasının güneyinde kalmaktadır. Köyün sık kullanılan çeşmesi ve su deposu da örneklenmiştir.



Şekil 3.1. Harköy maden sahası Maden Deresi'nde su ölçüm anı (a ve b)

- İsrail Maden Sahası

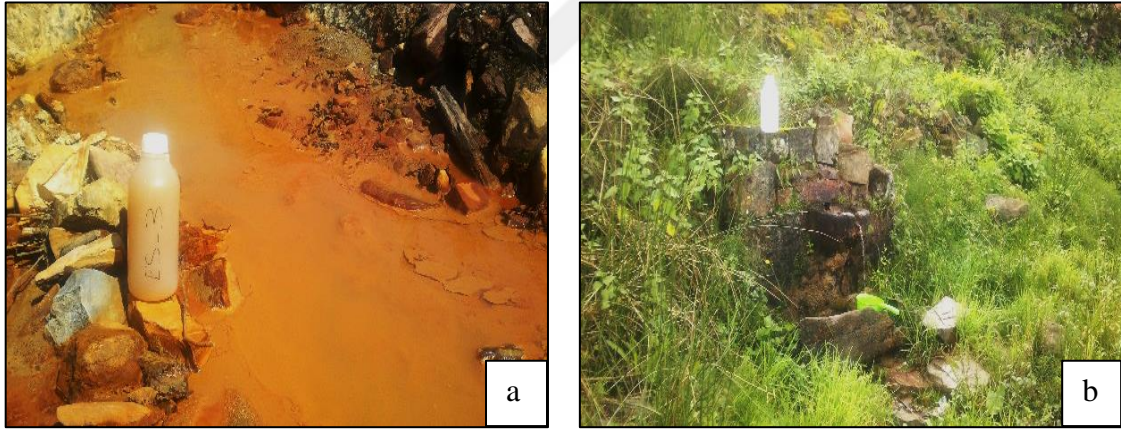
İsrail maden sahası civarından toplam 15 adet su örneği alınmıştır. Maden sahasındaki başlıca dereler, Hamza Deresi ve Murtat Deresi'dir. Maden atıklarının etkisindeki Murtat Deresi belli aralıklarla örneklenmiştir. Hamza Deresi belli aralıklarla ve en son ise, Murtat Deresi'ne karışmadan önce örneklenmiştir. Köy içinde çeşme ve su depoları ve küçük asidik göller (birikintiler) de örneklenmiştir (Şekil 3.2). Daha sonrasında Murtat Deresi, Harşit Çayı'na bağlanana kadar belli aralıklarla (6 örnek noktası) örneklenmiştir. Örnekleme aralıkları belirlenirken, çalışma sahasına yakın bulunan ancak tez kapsamında yer almayan diğer maden sahaları da (Siyezlik-Yarmaden, İsraildere madenleri) dikkate alınmıştır. Bu maden sahalarından gelen derelerin bağlantı noktalarında örnekleme yapılmıştır.



Şekil 3.2. İsrail maden sahasında a) köy içinden ve b) çeşmeden ölçüm anı

- Eseli Maden Sahası

Eseli maden sahası civarından 19 adet su örneği alınmıştır. Galeri suyularının deşarj olduğu dereler ve bu derelerin bağlandığı Çömlekçi Deresi örneklenmiştir. Ayrıca köyün içme suyu kaynağı çeşmeler ve su depoları da örneklenmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Eseli sahasına ait a) drenaj ağından ve b) su deposundan örnekleme

- Kontrol (Kovancık Köyü) Sahası

Giresun İli Tirebolu İlçesi'nde yer alan Kovancık Köyü, çalışılan diğer maden sahalarına yakın olup benzer coğrafik özelliklere sahiptir.

Kontrol sahası olarak seçilen Kovancık Köyü'nden 1 adet su deposu ve 1 adet kuru dere örneği alınmıştır (Şekil 3.4). Ayrıca bu kuru derenin bağlanmış olduğu ana drenaj ağı Murtat Deresi de bağlantı noktası sonrası örneklenmiştir. Bu örnekler İsrail sahasına dahil

edilerek drenaj ağı bütün olarak değerlendirilmiştir. Tüm sahasının daha doğru temsil edilebilmesi için, nispeten temiz olan 1 adet Eseli (EY-19) ve 1 adet de İsrail sahası civarından (IW-3) alınan örnekler de kontrol sahasına dahil edilmiştir.



Şekil 3.4. Kontrol sahasına ait drenaj ağından örnekleme

- Su Örneklerinde Fiziksel Parametrelerin Ölçümü

Sıcaklık, pH, Eh, iletkenlik, çözünmüş oksijen, tuzluluk arazide ölçülen fiziksel parametrelerdir.

Eh, sıcaklık, pH, iletkenlik ve tuzluluk için WTW pH/cond 340 i model pH/cond metre cihazı kullanılmıştır. Cihazın hata payı pH için ± 0.01 , Eh için ± 1 mV'tur. Örnek noktası öncesi, ölçümlerin hassas ve doğru olması için cihazlar kalibre edilmiştir. Prob uçları ise ölçüm sonrası mutlaka saf sudan geçirilmiştir.

Doğada elementlerin minerallerinden çözünmesi, taşınması ve başka mineraller halinde yeniden çökmesi, buldukları ortamın oksitlenme potansiyeline bağlıdır. Oksitlenme potansiyeli çözünme, taşınma ya da çökme sırasında meydana gelen kimyasal süreçlerdeki elektron alışverişine dayanır. Bu süreçte elektriksel akım (voltaj) oluşur. Bu voltaj oksitlenme potansiyelidir. Su ortamında H^+ iyon derişimindeki değişim elektriksel akımın doğmasına neden olacağından, oksitlenme potansiyeli Eh ile gösterilir. Eh ölçümü için, pH/cond metrenin SenTixORP elektrotu ve kalibrasyonu için de WTW RH 28 standart çözeltisi kullanılmıştır.

pH suyun asitlik veya bazlık durumunu gösteren logaritmik bir ölçüdür. pH matematiksel olarak $pH = -\log(H^+)$ şeklinde ifade edilir ve 0'dan 14'e kadar değerler alabilir. Saf su H^+ ve OH^- iyonları açısından dengededir ve pH değeri 7'dir. 0-7 arası

asidik, 7-14 arası ise alkali su olarak adlandırılır. pH, H⁺ iyonlarının elektrik potansiyellerine bağlı olarak ölçülebilir.

Eh ve pH arasında sıkı bir ilişki vardır. Genellikle tabiatta bir yükseltgenme-indirgenme reaksiyonu için gerekli Eh değeri, ortamın pH'sı yükseldikçe azalır. Yani ortamda asitlikten bazikliğe doğru bir değişme varsa, Eh değeri azalır.

Terkedilmiş maden sahalarında gelişen asit maden drenajı nedeniyle suların pH'ı düşüktür. Ancak gerek alkalen yan kayaçların çözünmesi gerekse antropojenik kirlilik neticesinde bu tür asitli ortamlara alkalen ilavesi olabilir. Dolayısıyla maden çevresinde yüksek pH değerleri görülebilir. pH ve sıcaklık ölçümü için, pH/cond metrenin SenTix 41 model elektrotu kullanılmıştır.

Elektriksel iletkenlik (Electrical Conductivity, EC), suyun elektrik akımını iletebilme özelliğinin sayısal olarak ifadesidir. İletkenlik, iyon halindeyken çözünmüş tuzun bulunmasına bağlıdır ve sıcaklık derecesine, çözünmüş tuzun konsantrasyonuna bağlı olarak da artar. İletkenlik ve tuzluluk ölçümü için pH/cond metre cihazının TetraCon 325 model probu kullanılmıştır.

Sudaki çözünmüş oksijen (O₂), atmosferden ve suda yaşayan canlıların fotosentez yapmalarından kaynaklanmaktadır. Sulardaki çözünmüş oksijen miktarı suyun sıcaklığına, akış hızına, kirlenme durumuna, atmosferin kısmi basıncına, tuz miktarına ve biyolojik olaylara bağlıdır [76].

Çözünmüş oksijen konsantrasyonu, WTW marka Oxi 330i model oksijen metre cihazının Cellox325 model prob ucu kullanılarak ölçülmüştür. Oksijen ölçümü için hata payı %±0.5' dir.

3.1.1.2. Dere Sedimanı Örnekleme

Dere kumu örnekleme, maden sahasındaki kayaç ve toprak kırıntılarının taşıyıp derelerde birikmesi nedeniyle önemli bir jeokimyasal örneklemedir. İnceleme sahasındaki dere kumu örnekleme, su örneklemesine paralel yürütülmüştür (Ek Şekil 2).

Kontrol sahasında dere sedimanı örnekleme yapılamaması nedeniyle, ID-3 (İsrail sahası) ve ED-19 (Eseli sahası) örnekleri tüm sahaları temsilen kontrol sahası olarak değerlendirilmiştir. Bu örnekler, maden yataklarına uzak ve nispeten temiz olduğu varsayılarak örneklenmiştir.

İsrail maden sahası civarından 11 dere sedimanı örneğinin kimyasal analizi yaptırılmıştır. Maden sahasını kateden Murtat Deresi boyunca, Harşit Çayı'na bağlanana

kadar ilaveten 5 dere sedimanı örnekleme daha yapılmıştır. Bu örnekler de bu saha altında değerlendirilmiştir.

Harköy sahasından 8, Eseli sahasından ise 7 dere sedimanı örneğinin kimyasal analizi yaptırılmıştır.

Dere sedimanı örnekleri, vadilerin kenar ve orta kesimlerinden, tortu yüzeyinin hemen altında bir hat boyunca alınmıştır. Örnekleme sırasında, plastik kürek kullanılmıştır (Şekil 3.5). Örnekler, ağzı kilitli plastik poşetlere konularak laboratuvar ortamına gönderilmiştir.



Şekil 3.5. Eseli maden sahasında dere sedimanı örnekleme

3.1.1.3. Toprak Örnekleme

Toprak örnekleme, sahalara ait topoğrafik ve jeolojik haritalardan yararlanılarak oluşturulmuş profiller boyunca gerçekleştirilmiştir. Bitki örnekleme yapılan noktalardan, toprak örnekleri alınmış ve ayrıca gerekli görülen durumlarda ek toprak örnekleme de yapılmıştır.

Toprak örnekleri, birikim zonu olan ve inceleme sahasında yaklaşık derinliği 30-70 cm arasında değişen B zonundan alınmıştır (Şekil 3.6). Örnekleme sırasında, plastik kürek ve eldiven kullanılmıştır. Örnekler, yaklaşık 500 gr alınarak kilitli plastik poşetlerde laboratuvar ortamına gönderilmiştir.

Eseli sahasına ait 23, Harköy sahasına ait 25, İsrail sahasına ait 30 ve kontrol sahasına ait 7 adet toprak örneğinin kimyasal analizi yaptırılmıştır.



Şekil 3.6. İsrail maden sahasına ait toprak örnekleme (a ve b)

3.1.1.4. Bitki Örnekleme

Bitki örnekleme için fındık dalı ve meyvesi (içi-yenilen kısım) seçilmiş ve sahalarda fındık toplama sezonu olan Temmuz-Ağustos aylarında örnekler toplanmıştır. Bitki örnekleme yapılırken, aynı noktadan toprak örneği de alınmıştır. Fındık dalı toplanırken genç sürgünlerin alınmasına özen gösterilmiştir. Alınan örnekler plastik poşetlere konularak numaralandırılmıştır. Daha sonra fındık ve dal kısımları ayrı ayrı gruplandırılarak açık havada kurutulmuştur (Şekil 3.7). Son olarak kuruyan örnekler yeniden plastik kilitli poşetlerde laboratuvar ortamına gönderilmiştir.

Eseli, Harköy ve İsrail sahalardan 18'er adet bitki örneği (meyve ve dal) kimyasal analize gönderilmiştir. Kontrol sahasından ise 5 bitki örneğinin (meyve ve dal) kimyasal analizi yaptırılmıştır.



Şekil 3.7. Bitki örnekleme (a) ve açık havada kurutulması (b)

3.1.2. Laboratuvar Çalışmaları

Araziden alınan su, dere kumu, toprak ve bitki numuneleri üzerinde çeşitli deneyler uygulanarak kimyasal analize hazır hale getirilmiştir.

3.1.2.1. Su Örneklerinin Analize Hazırlanması

Araziden alınan su örnekleri, laboratuvar ortamına getirilirken buzluk kullanılarak, örneklerin soğuk kalmaları sağlanmıştır. Su örnekleri, laboratuvarında sırasıyla süzme, filtreleme ve asitleştirme işlemlerine tabi tutulmuştur (Şekil 3.8).

İlk adım olan su örneklerinin süzülmesi işlemi için, Macherey Nagel 640 model 125 mm çaplı 0.2 mm kalınlıkta filtre kağıdı kullanılmıştır. Süzme işlemi, cam huni içerisine yapılmıştır.

Süzülen su örneği daha sonra filtreleme işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlemde, 0.2 µm gözenek büyüklüğüne sahip selüloz asetat membran filtre, filtre tutucu, alt ucu vidalı şırınga, plastik eldiven kullanılmış ve polietilen şişe içerisine filtreleme yapılmıştır.



Şekil 3.8. Laboratuvar ortamında su örneklerine uygulanan filtreleme işlemi

Filtrelenen suyun bir kısmı 50 ml'lik polietilen şişelere konularak numaralandırılmıştır. Bu işlem sırasında suyun hava ile temasının kesilmesi için tam dolum yapılmıştır. Ayrıca iyon kaybının önlenmesi için suya, pH'ını 2'nin altına düşürmek üzere 2-3 ml derişik nitrik asit ilave edilmiştir.

Numaralandırılan örnekler, element analizi için Kanada'da bulunan ACME Laboratuvarına gönderilene kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Fotometre ile yapılan ölçümler için WTW marka S12 model fotometre ölçüm cihazı (Şekil 3.9) ve ilgili katalog numaraları (Tablo 3.1) kullanılmıştır.

Parametrelerin ölçümü yapılırken kullanılan kuvvetler, her ölçüm sonunda saf su ile temizlenmiştir.

Tablo 3.1. Fotometre cihazında kullanılan katalog numaraları ve ölçüm aralıkları

Parametre	Katalog Numarası	Ölçüm Aralığı (mg/l)
SO_4^{2-}	14548	5-250
SO_4^{2-}	14564	100-1000
NO_3^-	09713	0.1-25
NO_2^-	14776	0.002-1



Şekil 3.9. Laboratuvarında kullanılan fotometre ölçüm cihazı

3.1.2.2. Dere Sedimanı Örneklerinin Analize Hazırlanması

Dere sedimanı örnekleme, su örnekleme ile eş zamanlı yapılmıştır. Alınan 1 kg'lık örnekler, ağzı kilitli poşetlere konularak laboratuvara gönderilmiştir. Örnekler 60°C'de etüvde kurutulmuş ve 80 mesh açıklıklı elekten elenmiştir. Elde edilen malzemedan 5 gr'lık numuneler alınarak, ana oksit ve iz element analizi yapılması amacıyla ACME laboratuvarına gönderilmiştir.

3.1.2.3. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Toprak örnekleri, laboratuvar ortamında oda sıcaklığında kurutulduktan sonra, 24 saat süreyle 50°C'de etüvde kurutulmuştur. Kurutulan örnekler, agat havanda öğütülerek sonrasında 80 mesh elekten geçirilmiştir. Elek altında kalan malzeme, ağzı kilitli poşetlere konularak ACME laboratuvarına, ana oksit ve iz element analizi yaptırılmak üzere gönderilmiştir.

3.1.2.4. Bitki Örneklerinin Analize Hazırlanması

Bitki örnekleme için seçilen fındık örneği, dal ve meyveden (fındık içi-yenilen kısım) oluşmaktadır. Örnekler öncelikle saf suda yıkanmış ve sonrasında ise 25°C'de etüvde kurutulması sağlanmıştır. Kurutulan örnekler, agat havanda öğütülmüştür. Elde

edilen numuneler, paketlenerek ana oksit ve iz element analizi için ACME laboratuvarına gönderilmiştir.

3.1.3. Analitik Yöntemler

Jeokimyasal analiz çalışmaları, tüm kayaç major oksit ve iz element analiz çalışmalarından oluşur. Analizler ACME laboratuvarında yaptırılmıştır. Major oksit analizlerinde ICP-ES (Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometry) yöntemi, iz element analizlerinde (ICP-MS Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) yöntemi uygulanmıştır.

ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometrisi), katı ve sıvı örneklerde kalitatif ve kantitatif analiz yapar. Bu analitik teknik, yüksek sıcaklıktaki bir plazma (genellikle argon plazması) tarafından örneklerin moleküler bağlarının kırılması ve atomların iyonlaştırılmasını içerir. Element derişimleri, çoklayıcı bir dedektör tarafından ölçülür.

ICP-ES (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Emisyon Spektrokopisi), suda ve organik çözücülerde çözünebilir örneklerin kalitatif ve kantitatif analizlerinde kullanılır. Ayrıca plazma emisyon yöntemi ile katıların doğrudan analizleri de yapılabilir.

Toplam 64 adet su örneğine ana katyon ve iz element analizi yaptırılmıştır. Analiz için ICP-MS cihazı kullanılmıştır. Toplam 34 adet dere sedimanı örneğinin ana oksit analizi için ICP-ES ve iz element analizi için ICP-MS kullanılmıştır. Anaoksid analizlerinde 0.2 gr örnek $\text{LiBO}_2/\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 'de eritilmiş ve HNO_3 içinde çözüldürülmüştür. İz element analizlerinde örnek, kral suyunda (1-1-1 HCl-HNO₃-H₂O) 95°C'de 1 saat 10 ml'ye seyreltilmiştir.

ACME laboratuvarında toplam 85 adet toprak örneğinden, 1'er gram alınarak 1 saat süreyle 6ml (2-2-2) HCl-HNO₃-H₂O çözeltilisinde 95 °C sıcaklıkta çözüldürülmüş ve ICP-MS tekniği ile analiz edilmiştir.

Acme laboratuvarında toplam 60 adet fındık meyvesi ve 60 adet fındık dalı için ICP-MS tekniği ile iz element analizi yapılmıştır. Laboratuvarda, bitki örneklerinden 1 gr alınmış ve 2 ml HNO₃ çözeltilisi içinde 1 saat bekletilmiştir. Daha sonra 6 ml (2-2-2) HCl-HNO₃-H₂O çözeltilisine alınmış ve burada 95°C sıcaklıkta çözüldürülerek element analizi yapılmıştır.

3.1.4. Büro Çalışmaları

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen verilerin derlendiği bu bölüm, tüm çalışmalar sırasında oluşturulan güncel kaynak listesi ile beraber veri tabanını oluşturur. Oluşturulan veri tabanı, çeşitli bilgisayar programlarıyla (Grapher, Surfer ve Freehand, SPSS vb.) grafiksel ve istatistiksel olarak değerlendirilerek tez formatında raporlanmıştır.



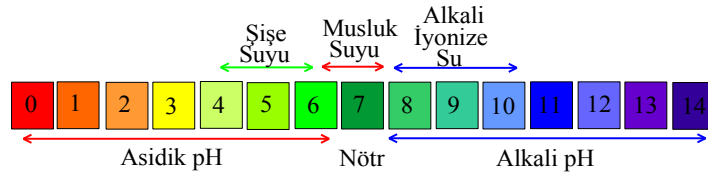
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Su Örnekleri

4.1.1. Kontrol Sahasındaki Su Örneklerinin Fiziko-kimyasal Özellikleri

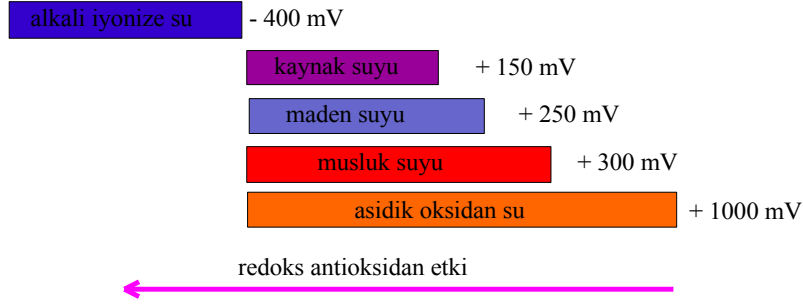
Kontrol sahası olarak, maden sahalarına benzer demografik ve topoğrafik özellikler göstermesi nedeniyle Kovancık Köyü seçilmiştir. Su örnekleme olarak dere ve su deposu örneği alınmıştır. Ayrıca maden sahalarını temsilen Murtat Deresi örneği (IW-3) ve Çömlekçi Deresi örneği (EY-19) da kontrol sahasına dahil edilmiştir. Bu örnekler, inceleme sahalarının en az kirlenmiş veya nispeten kirlenmemiş olduğu düşünülen noktalarından alınmıştır. Kontrol sahası ile ilgili istatistiksel parametreler Tablo 4.1’de verilmiştir.

Suyun pH derecesi, içermiş olduğu Hidrojen iyonunun derişimine bağlıdır. Hidrojen iyonları artarsa pH değeri düşer (Şekil 4.1). Kontrol sahası su örneklerinin pH değerleri 6.23- 7.30 aralığında değişir. Kontrol sahasından alınan su deposu örneğinin (KW-6) pH değeri 7.28’dir. Su örneklerinin pH aralığı TS 266 içme suyu standartlarına uygundur (Tablo 4.2).



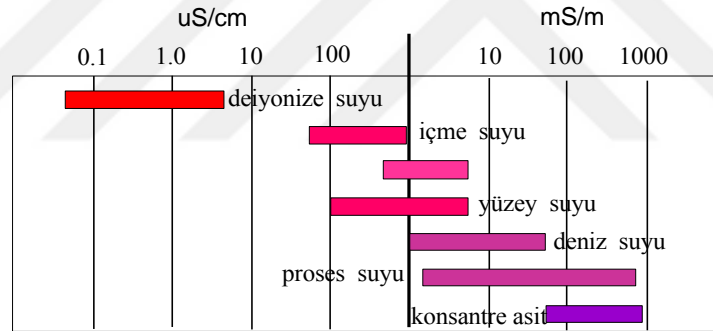
Şekil 4.1. Sular için pH skalası

Redoks potansiyeli (Eh), sıcaklığa ve basınca bağlı olarak değişir. Suların kirlenmesi ile beraber, oksijen azlığı redoks potansiyelini düşürür. Musluk sularında, Eh değeri yaklaşık +300 mV ile +400 mV arasında [77] değişir (Şekil 4.2.). Kontrol sahası örneklerinin redoks potansiyeli (Eh), +240 ila +326 mV aralığında değişmektedir.



Şekil 4.2. Farklı su türlerine ait redoks potansiyeli

Elektriksel iletkenlik (EC), sudaki tuzların ya da çözünebilir maddelerin toplamıdır. Suyun elektriksel iletkenliği, jeolojik etkenlere ve dışarıdan gelen etkilere göre değişir [78] (Şekil 4.3.). Sularda kirlilik arttıkça elektriksel iletkenlik değeri 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ değerini aşmaktadır [79], [80]. Kontrol sahası örneklerinin iletkenlik değerleri, 72-182 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında değişmektedir.



Şekil 4.3. Farklı çözelti türlerine ait EC değerleri

Sudaki oksijen miktarı; atmosferdeki oksijenin kısmî basıncına, suyun sıcaklığına, suya oksijen kazandıran organizmalara ve sudaki mineral konsantrasyonuna bağlıdır. 0°C'deki suda en fazla 14.63 mg/L oksijen çözünebilirken, 30°C'deki suda 7.57 mg/L oksijen çözünebilmektedir [81]. Sıcaklık ve tuzluluk arttıkça, sudaki çözünen oksijen azalır. Kontrol sahası su örneklerinin çözünmüş oksijen değerleri 4.70-5.93 mg/l aralığında değişmektedir. Örneklerin tuzluluk değerleri % 0'dır.

Kontrol sahası su örneklerinin SO_4^{2-} değerleri, 0-39 mg/l aralığında değişmektedir. Doğal sularda sülfat değerini arttıran birçok faktör bulunabilir. Endüstriyel atıklar ve

maden sahalarındaki drenaj suları bu faktörlerden bazılarıdır. İçme sularındaki sülfat, en fazla 250 mg/l bulunmalıdır (Tablo 4.2).

Su örneklerinin, NO_3^- -N (nitrat azotu) değerleri, 0.90- 22.30 mg/l ve NO_2^- -N (nitrit azotu) değerleri 0.02-0.03 mg/l aralığında değişmektedir. Tarım faaliyetlerinin yoğun olduğu yerlerde kullanılan gübreler nedeniyle, sularda nitrat değerleri yüksek çıkabilmektedir.

Kontrol sahası su örneklerinde Ag, Cr, Hg ve Se elementlerinin analiz sonuçları dedeksiyon limiti (DL) altında kalarak ölçülememiştir.

Örneklerin Al içerikleri, 9-16 ug/L aralığındadır. Bu aralık verilen referans değerlerle (TS 266) uyumludur.

Örneklerin Cu içerikleri 1.9-3.90 ug/L, Pb içerikleri 0.1-0.5 ug/L, Cd içerikleri 0.05-0.09 ug/L ve Zn içerikleri 6-44 ug/L aralıklarında değişmektedir. Analiz sonuçları referans değerler ile uyumludur.

Suların As sonuçları 0.5-1.20 ug/L aralığındadır. TS 266'ya göre sularda bulunabilecek As limit değeri 10 ug/L olup kontrol sahası örnekleri bu değer altındadır.

Su örneklerinin Mn, B ve Ba içerikleri sırasıyla 1.37- 2.53 ug/L, 5-7 ug/L ve 14.49-129.05 ug/L'dir.

Örneklerin Fe değerleri, 10-39 ug/L aralığında değişir. Bu sonuçlar TS 266 standartlarıyla uyumludur.

4.1.2. Maden Sahalarındaki Su Örneklerinin Fiziko-kimyasal Özellikleri

Eseli, Harköy ve İsrail maden sahalarına ait su örneklemeleri bu grubu oluşturmaktadır. Bu kapsamda maden sahalarındaki derelerden, çeşme ve su depolarından örnekler alınmıştır. Tüm su örnekleri dere suyu, çeşme suyu ve su deposu olarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Tablo 4.1. Kontrol sahasına ait su örneklerinin analiz sonuçları

ÖRNEK YERİ	Örnek No	Ag	Al	As	B	Ba	Ca	Cd	Cl	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K
	Birimi	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
	DL	0,05	1,00	0,50	5,00	0,05	0,05	0,05	1,00	0,02	0,50	0,10	10,00	0,10	0,05
KONTROL SAHASI	KW-5	<0,05	61	<0,5	<5	14,49	7,63	0,09	3	0,04	<0,5	3,9	39	<0,1	0,80
	KW-6	<0,05	21	<0,5	7	129,05	9,38	0,09	4	<0,02	<0,5	2,9	17	<0,1	3,46
	IW-3	<0,05	9,00	1,20	6	51,28	17,25	<0,05	3,00	<0,02	<0,5	3,60	<10	<0,1	1,00
	EY-19	<0,05	33	0,8	5	22,61	25,22	<0,05	<1	0,03	<0,5	1,9	<10	<0,1	0,94
Minimum		0,05	9,00	0,50	5,00	14,49	7,63	0,05	1,00	0,02	0,50	1,90	10,00	0,10	0,80
Maksimum		0,05	61,00	1,20	7,00	129,05	25,22	0,09	4,00	0,04	0,50	3,90	39,00	0,10	3,46
Aritmetik Ortalama		0,05	31,00	0,75	5,75	54,36	14,87	0,07	2,75	0,03	0,50	3,08	19,00	0,10	1,55
Standart Sapma		0,00	22,27	0,33	0,96	52,24	8,07	0,02	1,26	0,01	0,00	0,89	13,74	0,00	1,28
Medyan		0,05	27,00	0,65	5,50	36,95	13,32	0,07	3,00	0,03	0,50	3,25	13,50	0,10	0,97
Skewness		-	0,93	1,10	0,85	1,50	0,73	0,00	-1,13	0,85	-	-0,88	1,68	-	1,97
Kurtosis		-	0,78	-0,05	-1,29	2,02	-1,58	-6,00	2,23	-1,29	-	-0,41	2,71	-	3,92
ÖRNEK YERİ	Örnek No	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Sb	Se	Si	Sr	U	Zn
	Birimi	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
	DL	0,05	0,05	0,10	0,05	0,20	10,00	0,10	1,00	0,05	0,50	40,00	0,01	0,02	0,50
KONTROL SAHASI	KW-5	2,43	2,53	<0,1	3,30	<0,2	61	0,2	<1	0,09	<0,5	12657	39,64	<0,02	28,2
	KW-6	1,09	1,57	<0,1	7,16	0,3	102	0,5	1	0,10	<0,5	16651	42,58	0,03	44,0
	IW-3	5,30	1,37	0,2	4,33	<0,2	35	0,2	3	0,30	<0,5	3969	56,08	<0,02	17,0
	EY-19	4,39	1,38	2,0	3,84	<0,2	60	0,4	12	0,39	<0,5	5927	81,35	0,03	20,3
Minimum		1,09	1,37	0,10	3,30	0,20	35,00	0,20	1,00	0,09	0,50	3969,00	39,64	0,02	17,00
Maksimum		5,30	2,53	2,00	7,16	0,30	102,00	0,50	12,00	0,39	0,50	16651,00	81,35	0,03	44,00
Aritmetik Ortalama		3,30	1,71	0,60	4,66	0,23	64,50	0,33	4,25	0,22	0,50	9801,00	54,91	0,03	27,38
Standart Sapma		1,90	0,55	0,93	1,72	-	27,74	0,15	5,25	0,15	0,00	5890,65	19,02	0,01	12,04
Medyan		3,41	1,48	0,15	4,09	0,20	60,50	0,30	2,00	0,20	0,50	9292,00	49,33	0,03	24,25
Skewness		-0,22	1,84	1,98	1,65	-	0,84	0,37	1,82	0,30	-	0,29	1,26	0,00	1,19
Kurtosis			3,40	3,95	2,88	-	1,89	-3,90	3,29	-4,24	-	-3,39	0,91	-6,00	0,86
ÖRNEK YERİ	Örnek No	Örnek Noktası	pH	Eh (mV)	T (°C)	İletkenlik (µS/cm)	Tuzluluk (%)	Çöz. O ₂ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ N (mg/l)	NO ₂ ⁻ N (mg/l)				
KONTROL SAHASI	EY-19	Çömlekçi deresi	7,30	240,00	19,10	182,00	0	4,7	39,00	3,80	0,02				
	IW-3	Murtat deresi	6,23	326,00	17,40	142,00	0	5,17	26,00	0,90	0,02				
	KW-5	Kovancık dere suyu	7,26	276,00	19,20	72,00	0	5,93	0,00	22,30	0,03				
	KW-6	Kovancık su deposu	7,28	241,00	19,10	84,00	0	5,82	7,00	12,70	0,03				
Minimum			6,23	240,00	17,40	72,00	-	4,70	0,00	0,90	0,02				
Maksimum			7,30	326,00	19,20	182,00	-	5,93	39,00	22,30	0,03				
Aritmetik Ortalama			7,02	270,75	18,70	120,00	-	5,41	18,00	9,93	0,03				
Standart Sapma			0,53	40,46	0,87	51,41	-	0,58	17,80	9,66	0,01				
Medyan (Ortanca)			7,27	258,50	19,10	113,00	-	5,50	16,50	8,25	0,03				
Skewness (Çarpıklık)			-1,99	1,14	-1,98	0,45	-	-0,51	0,31	0,70	0,00				
Kurtosis (Basıklık)			3,98	0,18	3,94	-3,00	-	-2,83	-2,92	-1,41	-6,00				

Tablo 4.2. Ulusal ve uluslararası içme suyu standartları

Parametreler	Sembol, Birim	TS 266* Sınıf 2 Tip 2	WHO**	EC***
pH		6.5 <pH< 9.5	-	6.5 <pH< 9.5
İletkenlik, 20°C	µS/cm	2500	-	2500
Sülfat	SO ₄ , mg/l	250	-	250
Nitrat	NO ₃ , mg/l	50	50	50
Nitrit	NO ₂ , mg/l	0.5	3	0.5
Alüminyum	Al, mg/l	0.2	-	0.2
Antimon	Sb, mg/l	0.005	0.02	0.005
Arsenik	As, mg/l	0.01	0.01	0.01
Bakır	Cu, mg/l	2	2	2
Baryum	Ba, mg/l	-	0,7	-
Bor	B, mg/l	1	2.4	1
Civa	Hg, mg/l	0.001	0.006	0.001
Çinko	Zn, mg/l	-	-	-
Demir	Fe, mg/l	0.2	-	0.2
Florür	F, mg/l	1.5	1.5	1.5
Gümüş	Ag, mg/l	-	-	-
Kadmiyum	Cd,mg/l	0.005	0.003	0.005
Klorür	Cl, mg/l	250	-	250
Krom (toplam)	Cr, mg/l	0.05	0.05	0.05
Kurşun	Pb, mg/l	0.01	0.01	0.01
Mangan	Mn, mg/l	0.05	0.4	0.05
Nikel	Ni, mg/l	0.02	0.07	0.02
Selenyum	Se, mg/l	0.01	0.04	0.01
Sodyum	Na, mg/l	200	200	200
Uranyum	U, mg/l	-	0.03	-

* TS 266 İnsani tüketim amaçlı sular (2005)

** WHO (Dünya Sağlık Örgütü) İçme suyu standardı (2011)

** EC Avrupa Birliği içme suyu standardı (1998)

4.1.2.1. Eseli Maden Sahası

Eseli maden sahası ile ilgili istatistiksel parametreler Tablo 4.3'te verilmiştir. Tablodaki Skewness (Çarpıklık) ve Kurtosis (Basıklık) sonuçlarına göre Eseli sahasında veriler normal dağılmamaktadır. Bilindiği gibi normal dağılımda çarpıklık ve basıklık katsayıları sıfırdır. Negatif çarpıklık katsayısı, sağa çarpık dağılımı gösterirken pozitif çarpık katsayısı ise sola çarpık dağılımı gösterir. Pozitif basıklık değerleri sivri dağılımı gösterirken negatif basıklık değerleri de basık dağılımı gösterir.

Su örneklerinin pH ve sülfat değerleri sırasıyla 2.28-8.49 ve 1-6470 mg/l aralığında değişir. Redoks potansiyeli (Eh), iletkenlik, tuzluluk ve çözülmüş oksijen içerikleri ise sırasıyla 111-458 mV, 109-8380 μ S/cm, % 0-4.70 ve 3.37-11.30 mg/l aralıklarında değişir.

Örneklerin Al içerikleri, 3-74872 ug/L aralığındadır. TS 266 standardına göre içme suyu örnekleri standarda uygundur.

Suların As içerikleri 0.5-12608 ug/L aralığındadır. Örneklerin geneline bakıldığında, EY-3 ve EY-4 noktaları dışında kalan örnekler, referans değeri aşmamaktadır. Bu iki örnek, galeri deşarj alanına en yakın örneklerdir.

Örneklerin Fe, Mn, Mo ve S içerikleri sırasıyla 10-1127977 ug/L, 0.46-3606 ug/L, 0.1-300 ug/L ve 1-1643 mg/L aralığında değişir.

Suların Cu, Pb, Zn ve Cd içerikleri sırasıyla 0.60-1127977 ug/L, 0.1-4000 ug/L, 3.10-366899 ug/L ve 0.01-2033 ug/L aralıklarında değişir.

Eseli sahasındaki içme suları, referans değerlere uygundur. En yüksek değerler, galeri deşarj noktasına en yakın noktadaki EY-4 örneğine aittir. Suların element içerikleri, maden sahasından uzaklaştıkça seyrelmektedir. En düşük değerler ise Çömlekçi Deresi'ne aittir.

4.1.2.2. Harköy Maden Sahası

Harköy maden sahası ile ilgili istatistiksel parametreler Tablo 4.4.'te verilmiştir. Tablodaki sonuçlara göre veriler normal dağılmamaktadır.

Tablo 4.3. Eseli maden sahasına ait su örneklerinin analiz sonuçları

Örnek Yeri	Örnek No	Örnek Noktası	pH	Eh (mV)	T (°C)	İletkenlik (µS/cm)	Tuzluluk (%)	Çöz. O ₂ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ N (mg/l)	NO ₂ ⁻ N (mg/l)
Eseli Madeni	EY-1	su deposu	8,35	250	16,90	291,00	0,00	3,59	14,00	4,40	0,02
	EY-2	dere suyu	8,49	210	16,80	267,00	0,00	4,82	4,00	3,40	0,02
	EY-3	dere suyu	5,72	111	18,60	703,00	0,10	3,37	739,00	2,20	0,02
	EY-4	dere suyu	2,28	458	19,10	8380,00	4,70	11,30	6470,00	5,40	0,80
	EY-5	dere suyu	5,60	240	18,00	167,00	0,00	5,52	7,00	3,70	0,02
	EY-6	dere suyu	5,92	192	17,60	1108,00	0,30	6,49	620,00	5,70	0,02
	EY-7	dere suyu	6,09	217	17,40	732,00	0,10	5,60	314,00	4,90	0,11
	EY-8	su deposu	7,23	309	16,60	376,00	0,00	4,39	4,00	4,80	0,01
	EY-9	dere suyu	6,53	244	17,10	920,00	0,20	4,04	296,00	2,70	0,02
	EY-10	dere suyu	6,78	189	15,90	402,00	0,00	4,09	59,00	0,70	0,02
	EY-11	dere suyu	6,96	201	16,40	504,00	0,00	4,52	95,00	1,60	0,02
	EY-12	dere suyu	7,06	184	17,50	499,00	0,00	4,34	98,00	0,50	0,23
	EY-13	dere suyu	7,03	193	17,40	414,00	0,00	4,66	98,00	2,10	0,02
	EY-14	dere suyu	6,89	225	17,50	846,00	0,20	5,19	302,00	2,40	0,02
	EY-15	dere suyu	7,25	210	18,40	374,00	0,00	4,44	107,00	2,20	0,02
	EY-16	çeşme suyu	6,97	265	25,00	484,00	0,00	5,38	120,00	3,70	0,02
	EY-17	çeşme suyu	7,00	260	25,00	359,00	0,00	4,52	13,00	4,90	0,02
	EY-18	dere suyu	7,31	260	19,40	109,00	0,00	5,63	1,00	2,80	0,27
	EY-20	Çömlekçi deresi	7,33	230	19,30	184,00	0,00	6,33	41,00	2,40	0,03
	Minimum			2,28	111,00	15,90	109,00	0,00	3,37	1,00	0,50
Maksimum			8,49	458,00	25,00	8380,00	4,70	11,30	6470,00	5,70	0,80
Aritmetik Ortalama			6,67	234,11	18,42	901,00	0,29	5,17	494,84	3,18	0,09
Standart Sapma			1,30	68,41	2,52	1830,76	1,07	1,71	1462,04	1,53	0,19
Medyan (Ortanca)			6,97	225,00	17,50	414,00	0,00	4,66	98,00	2,80	0,02
Skewness (Çarpıklık)			-2,13	1,83	2,06	4,21	4,31	2,74	4,22	0,00	3,40
Kurtosis (Basıklık)			7,10	6,33	3,89	18,06	18,69	9,57	18,09	-0,90	12,49

Tablo 4.3'ün devamı

ÖRNEK YERİ	Örnek No	Ag	Al	As	B	Ba	Ca	Cd	Cl	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K
	Birimi	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
ESELİ MADEN SAHASI	DL	0,05	1,00	0,50	5,00	0,05	0,05	0,05	1,00	0,02	0,50	0,10	10,00	0,10	0,05
	EY-1	<0,05	8,00	0,50	<5	53,91	50,80	0,01	<1	<0,02	<0,5	0,60	<10	<0,1	0,37
	EY-2	<0,05	20,00	0,60	<5	48,02	56,57	<0,05	<1	0,06	<0,5	4,50	<10	<0,1	1,18
	EY-3	<0,05	908,00	63,70	21,00	84,75	193,91	185,59	<1	38,35	<0,5	7397,10	99250,00	<0,1	3,00
	EY-4	<100	74872,00	12608,00	<400	<80	342,40	2033,00	-	<300	<300	275197,00	1127977,00	-	5,00
	EY-5	<0,05	21,00	1,70	7,00	53,64	23,98	0,15	<1	0,03	<0,5	19,00	62,00	<0,1	0,54
	EY-6	<0,05	247,00	2,40	18,00	52,01	186,61	112,52	<1	24,55	<0,5	2890,00	24769,00	<0,1	3,88
	EY-7	<0,05	8,00	0,70	16,00	53,03	123,02	40,84	<1	8,87	<0,5	23,20	<10	<0,1	2,51
	EY-8	<0,05	7,00	7,60	8,00	28,25	62,78	<0,05	<1	<0,02	3,6	6,40	<10	<0,1	0,64
	EY-9	<0,05	13,00	1,40	36,00	70,08	172,73	3,27	8,00	0,31	<0,5	48,00	72,00	<0,1	10,58
	EY-10	0,93	391,00	7,80	18,00	138,37	65,23	0,58	2,00	0,19	1,0	39,90	780,00	<0,1	4,00
	EY-11	<0,05	6,00	1,60	19,00	123,31	83,48	0,82	5,00	0,03	0,6	20,70	<10	<0,1	5,65
	EY-12	<0,05	41,00	2,20	18,00	128,90	83,94	0,55	3,00	<0,02	0,6	16,90	12,00	<0,1	4,74
	EY-13	<0,05	3,00	0,80	14,00	102,41	67,60	0,81	<1	<0,02	0,6	36,20	<10	<0,1	3,09
	EY-14	<0,05	29,00	0,70	14,00	41,26	171,52	9,15	<1	0,30	<0,5	115,20	<10	<0,1	5,45
	EY-15	<0,05	13,00	1,00	13,00	82,83	55,53	2,08	<1	0,08	<0,5	14,60	<10	<0,1	1,82
	EY-16	<0,05	4,00	2,90	21,00	74,30	84,67	3,27	<1	<0,02	<0,5	44,60	192,00	<0,1	1,79
	EY-17	<0,05	10	2,5	13	113,89	62,28	1,33	<1	0,02	1,4	102,0	76	<0,1	2,30
	EY-18	<0,05	49	1,6	<5	47,48	13,03	<0,05	<1	0,05	<0,5	2,6	63	<0,1	0,78
	EY-20	<0,05	16	<0,5	5	22,36	25,62	<0,05	<1	<0,02	<0,5	1,9	<10	<0,1	0,98
Minimum		0,05	3,00	0,50	5,00	22,36	13,03	0,01	1,00	0,02	0,50	0,60	10,00	0,10	0,37
Maksimum		100,00	74872,00	12608,00	400,00	138,37	342,40	2033,00	8,00	300,00	300,00	275197,00	1127977,00	0,10	10,58
Aritmetik Ortalama		5,36	4035,05	668,85	34,53	73,62	101,35	126,01	1,78	19,63	16,52	15051,60	65965,42	0,10	3,07
Standart Sapma		22,92	17155,35	2891,23	88,84	34,30	80,61	464,30	1,86	68,65	68,65	63022,05	258211,75	0,00	2,51
Medyan		0,05	16,00	1,60	14,00	70,08	67,60	0,82	1,00	0,05	0,50	23,20	12,00	0,10	2,51
Skewness		4,36	4,36	4,36	4,30	0,50	1,66	4,28	2,75	4,21	4,36	4,35	4,30	-1,09	1,51
Kurtosis		19,00	18,99	19,00	18,66	-0,76	3,24	18,52	7,58	18,03	19,00	18,96	18,64	-2,27	3,20

Tablo 4.3'ün devamı

ÖRNEK YERİ	Örnek No	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Sb	Se	Si	Sr	U	Zn
		mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
	DL	0,05	0,05	0,10	0,05	0,20	10,00	0,10	1,00	0,05	0,50	40,00	0,01	0,02	0,50
ESELİ MADEN SAHASI	EY-1	7,33	0,46	0,1	1,57	<0,2	34	<0,1	6	0,07	<0,5	3278	65,83	0,08	3,1
	EY-2	5,39	2,89	<0,1	3,34	0,5	73	0,2	2	0,08	<0,5	5194	107,15	0,06	5,2
	EY-3	27,86	1472,97	0,8	11,32	14,6	103	18,2	269	0,56	5,1	8394	409,33	0,35	29048,6
	EY-4	45,00	3606,00	<300	10,00	<300	<4000	<4000	1643	<2000	*	40	415,00	<3000	366899,0
	EY-5	4,27	2,33	0,1	3,28	<0,2	42	0,3	4	0,11	<0,5	4380	50,84	<0,02	39,6
	EY-6	20,99	1173,09	0,9	10,09	10,3	53	6,2	209	0,19	3,4	8543	371,71	0,06	19119,6
	EY-7	15,13	455,24	0,9	9,14	4,1	22	<0,1	118	0,59	2,0	5124	262,45	<0,02	6778,0
	EY-8	9,16	1,06	0,3	4,54	<0,2	192	0,2	3	0,06	0,5	11736	172,55	0,08	30,0
	EY-9	13,69	391,28	3,0	14,61	<0,2	59	0,4	105	0,80	3,2	6920	333,49	0,22	503,9
	EY-10	8,66	29,11	7,1	7,19	<0,2	62	25,1	18	0,66	1,1	9640	228,75	0,15	224,8
	EY-11	9,14	5,29	5,6	8,89	<0,2	45	<0,1	31	0,54	1,5	8524	242,28	0,13	135,9
	EY-12	9,01	1,59	5,8	8,46	<0,2	38	0,9	32	0,60	1,2	7838	238,04	0,17	67,8
	EY-13	8,45	3,30	9,1	5,12	0,4	27	<0,1	22	0,25	0,7	9580	252,08	0,08	422,8
	EY-14	9,58	29,34	3,8	4,42	<0,2	29	0,4	109	1,17	8,0	8689	292,86	0,25	1327,3
	EY-15	9,83	8,74	1,9	6,09	0,3	26	0,6	32	1,11	1,0	4867	160,36	0,04	215,2
	EY-16	11,78	0,86	0,8	11,33	<0,2	42	2,3	22	1,26	2,1	7152	298,33	0,12	384,4
	EY-17	8,89	1,66	3,9	5,56	0,5	47	0,7	6	0,24	1,5	9934	210,95	0,11	748,3
	EY-18	4,43	5,42	0,1	4,33	<0,2	52	0,3	1	0,12	<0,5	8270	47,46	<0,02	8,7
	EY-20	4,40	0,58	1,3	3,82	<0,2	38	0,1	12	0,23	<0,5	5676	80,32	0,04	12,3
	Minimum		4,27	0,46	0,10	1,57	0,20	22,00	0,10	1,00	0,06	0,50	40,00	47,46	0,02
Maksimum		45,00	3606	300,00	14,61	300,00	4000,00	4000,00	1643,00	2000,00	8,00	11736,00	415,00	3000,00	366899,00
Aritmetik Ortalama		12,26	378,48474	18,19	7,01	17,52	262,32	213,49	139,16	105,72	1,88	7041,00	223,15	158,00	22419,71
Standart Sapma		9,84	887,86484	68,30	3,47	68,52	905,93	916,97	371,85	458,72	1,98	2776,08	116,68	688,22	83773,17
Medyan		9,14	5,29	1,30	6,09	0,20	45,00	0,40	22,00	0,54	1,15	7838,00	238,04	0,08	224,80
Skewness		2,44	3,0794791	4,35	0,48	4,34	4,35	4,36	4,08	4,36	2,12	-0,77	-0,01	4,36	4,30
Kurtosis		6,608607	10,241822	18,93	-0,51	18,85	18,92	19,00	17,20	19,00	4,76	0,83	-0,93	19,00	18,62

Su örneklerinin pH değerleri 4.44-8 aralığında değişmektedir. En düşük pH değeri, HAR-4 örneğine aittir. Su deposu ve çeşme suyu örneklerinin pH değerleri TS 266 standardına uygundur.

Örneklerin redoks potansiyeli (Eh), iletkenlik, çözülmüş oksijen, tuzluluk ve sülfat içerikleri sırasıyla 73-329 mV, 113-1219 μ S/cm, 3.02-5.86 mg/l, % 0-0.40 ve 4-520 mg/l aralıklarında değişir.

Örneklerin Al içerikleri 9-4942 ug/L aralığında değişir. En yüksek değer HAR-4 örneğine aittir. Çeşme ve deposu örneklerinin Al içerikleri sırasıyla 16 ppb ve 12 ppb'dir.

Suların As değeri 0.5-7.10 ug/L aralığında değişir. En yüksek değerler galeri deşarjından etkilenen HAR-2 ve HAR-15 örneklerine aittir.

Örneklerin Cu, Pb, Zn ve Cd içerikleri sırasıyla, 2.8-5108.20 ug/L, 0.2-1516 ug/L, 16.70-48575.50 ug/L ve 0.05-329.77 ug/L aralıklarında değişir.

Suların Fe içeriği, 10-20926 ug/L aralığındadır. En yüksek değer HAR-2 örneğine aittir. Bu örnek, galeri deşarjından doğrudan etkilenmektedir. Sahada eski galeride bulunan kırmızı renkli çamurtaşı, dere suyuna kırmızı renk vermektedir. Bu durum genellikle Fe elementinin oksidasyon durumunun bir yansımasıdır.

Örneklerin Mn, Mo ve S içerikleri sırasıyla 1.45- 3441.37 ug/L, 0.10- 18.50 ug/L ve 1- 209 mg/L aralıklarında değişir.

Harköy maden sahasındaki içme suları Hg dışında referans değerlere uygundur. Sahadaki en yüksek Hg değeri (18.5 ug/L) çeşme örneğine (HAR-20) aittir. Bu değer, referans değerlerin üstündedir. Bu çeşme, öncesinde köyün su deposu olarak kullanılıyordu. Yeni su deposu örneğinde Hg değeri dedeksiyon limiti altında çıkmıştır. Ancak çeşme köy halkı tarafından sıklıkla kullanılmaktadır.

4.1.2.3. İsrail Maden Sahası

İsrail maden sahası ile ilgili istatistiksel parametreler Tablo 4.5.'te verilmiştir. İsrail maden sahasında veriler normal dağılmamaktadır. Su örneklerinin pH değerleri 2.88-7.88 aralığında değişmektedir. En düşük pH değeri IW-2 ve en yüksek değer IW-1 örneğine aittir. Hamza ve Murtat derelerinde örneklerin pH aralıkları sırasıyla 6.08- 6.44 ve 6.38-7.82 aralığındadır.

Tablo 4.4. Harköy maden sahasına ait su örneklerinin analiz sonuçları

Örnek Yeri	Örnek No	Örnek Noktası	pH	Eh (mV)	T (°C)	İletkenlik (µS/cm)	Tuzluluk (%)	Çöz O ₂ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ N (mg/l)	NO ₂ ⁻ N (mg/l)
Harköy Maden Sahası	HAR-1	Maden deresi	7,33	261	18,50	297	0,0	4,49	33	4,70	0,02
	HAR-2	dere suyu	6,73	73	18,70	1219	0,4	4,15	477	7,70	0,07
	HAR-3	Maden deresi	7,16	151	19,80	282	0,0	4,92	32	7,70	0,02
	HAR-4	dere suyu	4,44	329	18,50	272	0,0	5,85	94	1,70	0,02
	HAR-5	Maden deresi	6,13	255	18,70	315	0,0	4,93	40	7,00	0,03
	HAR-6	Maden deresi	6,70	213	20,30	345	0,0	4,65	41	5,10	0,02
	HAR-7	dere suyu	6,87	246	19,60	264	0,0	4,75	7	8,80	0,02
	HAR-8	dere suyu	6,74	230	22,70	1035	0,3	4,47	345	2,70	0,01
	HAR-9	dere suyu	6,81	258	22,10	1128	0,3	4,85	378	8,60	0,01
	HAR-10	dere suyu	7,33	178	18,00	236	0,0	3,51	18	1,70	0,03
	HAR-11	dere suyu	7,36	208	18,20	192	0,0	3,40	32	6,60	0,02
	HAR-12	dere suyu	7,35	108	17,80	299	0,0	3,60	4	6,00	0,03
	HAR-13	dere suyu	7,52	245	18,00	241	0,0	3,46	5	5,50	0,02
	HAR-14	dere suyu	7,69	253	18,60	238	0,0	3,49	7	5,20	0,03
	HAR-15	dere suyu	7,07	256	20,20	1212	0,4	3,02	520	5,90	0,02
	HAR-16	su deposu	7,68	239	19,50	113	0,0	3,16	7	5,20	0,02
	HAR-17	Harşit çayı	7,48	198	19,40	275	0,0	5,11	30	2,30	0,02
	HAR-18	Değirmen deresi	7,58	117	20,20	294	0,0	5,76	38	1,80	0,02
	HAR-19	Değirmen deresi	7,75	262	19,50	158	0,0	5,86	37	1,60	0,02
	HAR-20	çeşme suyu	8,00	315	15,00	137	0,0	5,59	-	12,60	0,02
Minimum			4,44	73,00	15,00	113,00	0,00	3,02	4,00	1,60	0,01
Maksimum			8,00	329,00	22,70	1219,00	0,40	5,86	520,00	12,60	0,07
Aritmetik Ortalama			7,09	219,75	19,17	427,60	0,07	4,45	112,89	5,42	0,02
Standart Sapma			0,77	66,15	1,62	376,03	0,15	0,93	172,75	2,91	0,01
Medyan (Ortanca)			7,33	242,00	19,05	278,50	0,00	4,57	33,00	5,35	0,02
Skewness (Çarpıklık)			-2,27	-0,71	-0,09	1,55	1,72	0,02	1,64	0,51	3,34
Kurtosis (Basıklık)			6,95	0,22	2,16	0,72	1,25	-1,25	1,13	0,35	13,14

Tablo 4.4'ün devamı

ÖRNEK YERİ	Örnek No	Ag	Al	As	B	Ba	Ca	Cd	Cl	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K
	Birimi	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
	DL	0,05	1,00	0,50	5,00	0,05	0,05	0,05	1,00	0,02	0,50	0,10	10,00	0,10	0,05
HARKÖY MADEN SAHASI	HAR-1	0,09	212	1,5	17	146,84	37,28	9,96	3	0,41	0,7	197,9	1051	<0,1	2,62
	HAR-2	0,66	24	7,1	40	22,43	116,76	329,77	11	15,69	0,8	12,6	20926	0,2	5,27
	HAR-3	0,24	241	1,4	17	150,35	38,73	6,20	3	0,27	0,8	183,6	759	<0,1	2,47
	HAR-4	0,19	4942	0,7	14	55,79	31,41	46,56	2	1,86	1,6	5108,2	193	<0,1	3,95
	HAR-5	0,05	73	0,7	19	141,97	38,65	11,23	3	0,54	0,5	80,0	401	<0,1	2,47
	HAR-6	0,07	107	4,9	25	120,85	36,17	9,41	4	0,18	<0,5	27,6	407	<0,1	1,96
	HAR-7	1,26	517	1,5	20	164,59	60,83	0,68	3	0,11	3,5	22,4	136	<0,1	2,87
	HAR-8	<0,05	20	0,9	20	25,54	161,09	204,76	<1	3,27	<0,5	47,0	<10	<0,1	4,71
	HAR-9	<0,05	48	2,5	21	26,04	189,61	254,61	4	5,43	0,9	127,2	56	<0,1	5,47
	HAR-10	<0,05	216	2,7	11	108,11	32,00	2,50	5	0,13	0,6	14,4	306	0,4	1,35
	HAR-11	<0,05	17	1,8	12	122,22	43,76	7,21	4	0,14	<0,5	13,5	14	<0,1	1,52
	HAR-12	<0,05	69	1,5	10	97,60	24,52	0,57	4	0,05	<0,5	7,7	1175	<0,1	1,12
	HAR-13	<0,05	40	1,0	13	110,27	25,92	0,07	5	0,05	<0,5	2,8	45	<0,1	1,88
	HAR-14	<0,05	54	1,5	12	107,27	26,83	0,78	4	0,05	<0,5	3,9	57	<0,1	1,71
	HAR-15	0,09	178	5,0	18	22,90	206,66	308,50	<1	19,56	<0,5	25,0	211	<0,1	5,61
	HAR-16	<0,05	12	<0,5	<5	29,41	16,23	0,31	<1	0,02	<0,5	7,1	51	<0,1	0,52
	HAR-17	<0,05	16	1,7	13	143,52	37,44	1,36	3	<0,02	<0,5	8,5	17	<0,1	2,22
	HAR-18	<0,05	9	0,8	13	166,05	36,16	8,20	3	0,31	<0,5	21,8	217	<0,1	2,85
	HAR-19	<0,05	48	0,6	8	91,17	14,15	<0,05	2	0,05	<0,5	3,6	63	<0,1	1,80
	HAR-20	<0,05	16	<0,5	7	24,64	16,54	0,05	5	0,03	<0,5	4,2	44	18,5	0,90
Minimum		0,05	9,00	0,50	5,00	22,43	14,15	0,05	1,00	0,02	0,50	2,80	10,00	0,10	0,52
Maksimum		1,26	4942,00	7,10	40,00	166,05	206,66	329,77	11,00	19,56	3,50	5108,20	20926,00	18,50	5,61
Aritmetik Ortalama		0,16	342,95	1,94	15,75	93,88	59,54	60,14	3,55	2,41	0,77	295,95	1306,95	1,04	2,66
Standart Sapma		0,29	1089,48	1,76	7,67	52,81	58,99	112,62	2,16	5,41	0,69	1134,22	4630,46	4,11	1,55
Medyan		0,05	51,00	1,50	13,50	107,69	36,73	6,71	3,00	0,16	0,50	18,10	164,50	0,10	2,35
Skewness		3,28	4,38	1,88	1,63	-0,26	1,75	1,74	2,11	2,67	3,62	4,45	4,43	4,47	0,81
Kurtosis		11,10	19,41	3,14	4,39	-1,50	1,77	1,45	7,12	6,39	13,96	19,87	19,75	19,99	-0,42

Tablo 4.4'ün devamı

ÖRNEK YERİ	Örnek No	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Sb	Se	Si	Sr	U	Zn
	Birimi	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
	DL	0,05	0,05	0,10	0,05	0,20	10,00	0,10	1,00	0,05	0,50	40,00	0,01	0,02	0,50
HARKKÖY MADEN SAHASI	HAR-1	7,15	81,69	0,8	14,39	1,0	108	9,6	9	1,34	<0,5	9397	102,56	0,46	1239,5
	HAR-2	52,52	2826,29	0,1	40,26	25,6	55	18,3	204	0,35	4,2	9053	223,40	0,21	48575,5
	HAR-3	6,56	55,34	1,1	14,26	0,8	68	11,3	8	1,92	<0,5	9635	104,77	0,48	715,8
	HAR-4	6,15	393,81	0,3	4,04	6,0	128	1516,0	35	1,76	1,1	12772	118,48	0,92	4536,6
	HAR-5	7,50	112,07	0,9	14,61	1,2	61	3,9	11	1,18	0,7	8972	100,39	0,42	1425,0
	HAR-6	10,80	38,88	1,0	20,36	0,6	47	9,0	12	3,09	0,6	6742	84,22	0,25	568,1
	HAR-7	6,13	14,75	1,2	14,58	0,7	120	3,7	3	3,94	<0,5	10107	192,05	0,53	100,9
	HAR-8	34,06	680,61	1,6	12,58	9,6	58	10,8	164	13,31	1,6	5541	258,30	0,07	11612,1
	HAR-9	39,18	1022,72	18,5	14,62	14,0	145	23,1	188	82,17	2,7	5879	311,21	0,16	18935,1
	HAR-10	6,35	26,59	0,7	7,52	<0,2	73	17,4	6	1,78	<0,5	7624	80,44	0,21	229,6
	HAR-11	7,39	86,28	0,6	8,69	0,8	46	2,6	10	5,07	<0,5	6059	99,49	0,41	652,3
	HAR-12	5,71	4,46	0,2	6,89	<0,2	66	0,8	2	0,23	<0,5	7953	66,47	0,11	61,9
	HAR-13	7,45	6,69	0,6	13,32	0,3	91	0,5	2	0,15	<0,5	7379	71,40	0,19	19,6
	HAR-14	6,92	20,20	0,4	11,41	0,3	89	0,8	3	1,03	<0,5	6820	72,31	0,20	68,8
	HAR-15	39,67	3441,37	3,1	8,92	21,4	61	22,0	209	11,51	2,5	7410	341,70	0,17	32806,5
	HAR-16	2,91	3,71	0,4	2,47	0,4	55	0,2	2	<0,05	<0,5	3246	30,79	<0,02	46,6
	HAR-17	6,88	11,79	2,1	13,54	<0,2	73	0,4	10	2,73	<0,5	7854	123,50	0,42	123,1
	HAR-18	7,75	60,63	1,3	17,24	0,7	178	0,3	12	2,62	<0,5	8788	110,27	0,38	863,9
	HAR-19	3,97	4,24	0,3	14,15	0,4	689	0,4	2	0,23	<0,5	8441	64,28	0,04	16,7
	HAR-20	3,29	1,45	0,4	5,90	0,3	535	0,3	1	<0,05	<0,5	19198	72,43	<0,02	23,5
Minimum		2,91	1,45	0,10	2,47	0,20	46,00	0,20	1,00	0,05	0,50	3246,00	30,79	0,02	16,70
Maksimum		52,52	3441,37	18,50	40,26	25,60	689,00	1516,00	209,00	82,17	4,20	19198,00	341,70	0,92	48575,50
Aritmetik Ortalama		13,42	444,68	1,78	12,99	4,24	137,30	82,57	44,65	6,73	1,00	8443,50	131,42	0,28	6131,06
Standart Sapma		14,77	961,82	4,00	7,86	7,56	167,98	337,48	75,99	18,12	1,01	3219,62	86,83	0,22	12985,16
Medyan		7,04	47,11	0,75	13,43	0,70	73,00	3,80	9,50	1,77	0,50	7903,50	101,48	0,21	610,20
Skewness		1,77	2,60	4,24	2,16	2,05	2,78	4,47	1,63	4,20	2,29	1,97	1,39	1,21	2,53
Kurtosis		1,76	6,03	18,50	7,43	3,29	7,18	19,98	0,87	18,20	4,91	6,30	0,96	2,16	6,11

Çeşme suyu örneklerinin pH aralığı, 3.80-5.14 olup asidik değerlerdedir. Çeşmeler köy halkı tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Su deposu örneğinin pH değeri referans değerlere uygundur.

Örneklerin redoks potansiyeli (Eh), iletkenlik, çözülmüş oksijen ve tuzluluk değerleri sırasıyla 121-599 mV, 73-1976 μ S/cm, 2.15-9.77 mg/l ve % 0–0.80 aralıklarında değişir.

Suların SO_4^{2-} değerleri, 2-670 mg/l aralığında değişmektedir. En düşük değer IW-10 örneğine ait olup çeşme örneğidir. En yüksek değer ise IW-2 örneğine aittir.

Örneklerin Al içerikleri 10-18865 μ g/L aralığında değişir. En yüksek değer IW-2 örneğine aittir. IW-11 (çeşme) örneğinin Al değeri 3160 μ g/L olup referans değeri aşmıştır.

Suların As değeri 0.5-1086.10 μ g/L aralığında değişir. En yüksek değer IW-2 örneğine aittir. İçme sularının As değerleri referans değerlere uygundur.

Örneklerin Cu, Pb, Zn ve Cd değerleri sırasıyla 3.10-6572.40 μ g/L, 0.1-363.90 μ g/L, 6-8567.20 μ g/L ve 0.05-35.40 μ g/L aralıklarında değişir.

Suların Fe, Mn, Mo ve S içerikleri ise sırasıyla 10-206663 μ g/L, 0.73-595.65 μ g/L, 0.10-11.90 μ g/L ve 1-304 mg/L aralıklarında değişir.

Genel olarak sahadaki en yüksek değerler IW-2 örneğine ait olup, bu örnek maden atık sahasından etkilenmektedir. Suların element içerikleri, Murtat Deresi boyunca Harşit Çayı'na doğru giderek seyrelir. IW-11 numaralı çeşme örneğinin Mn ve Pb içerikleri de referans değerlerin üzerindedir.

4.1.3. Su Örneklerinin Korelasyon Analizi

Korelasyon, iki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi yorumlamada kullanılan istatistiksel bir analizdir. İnceleme sahalarında veriler normal dağılmadığı için Spearman korelasyon analizi kullanılmıştır.

4.1.3.1. Eseli Maden Sahası

Eseli maden sahasına ait örnekler üzerinde spearman korelasyon analizi uygulanmış ve sonuçlar Ek Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 4.5. İsrail maden sahasına ait su örneklerinin analiz sonuçları

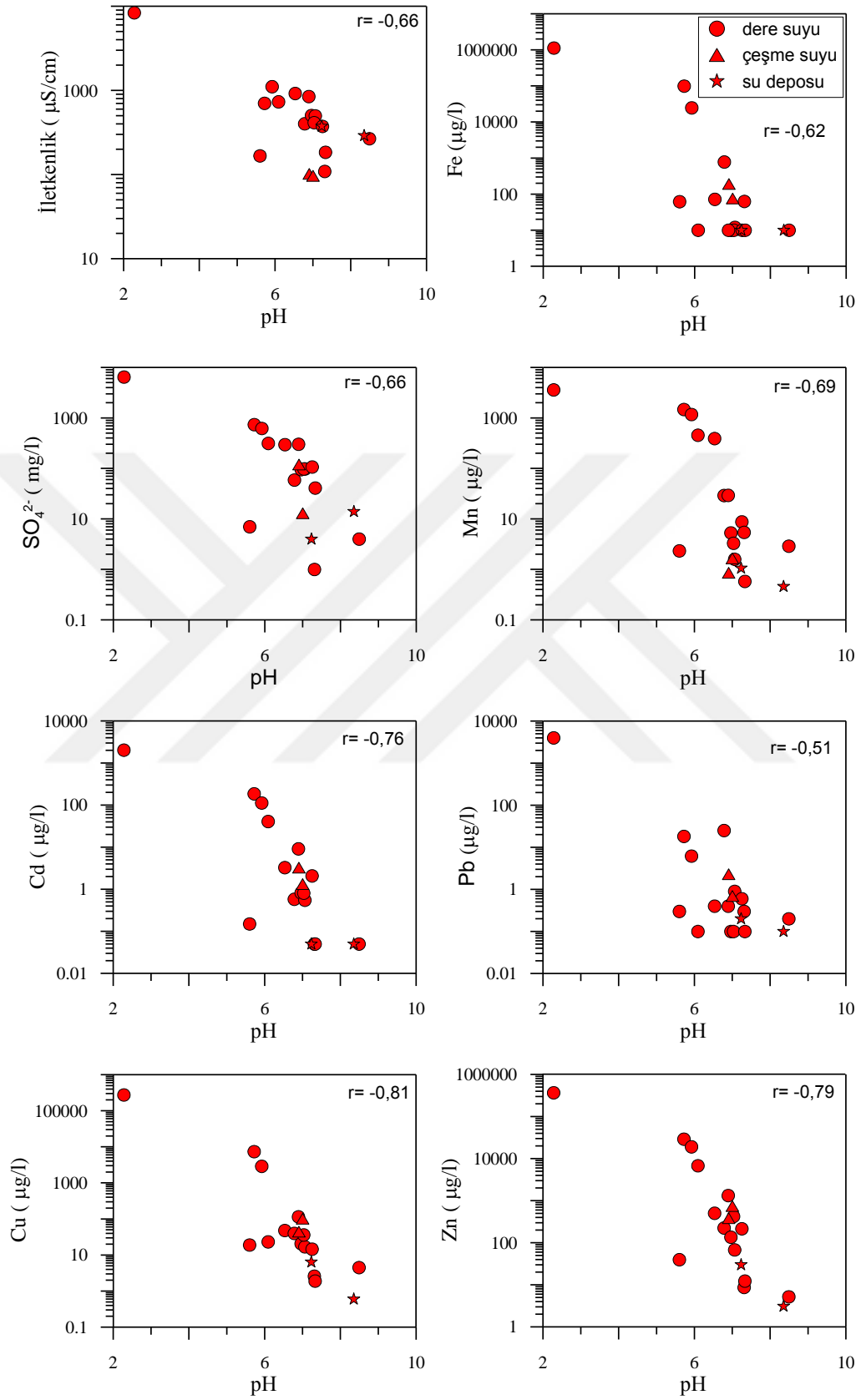
Örnek Yeri	Örnek No	Örnek Yeri	pH	Eh (mV)	T (°C)	İletkenlik (µS/cm)	Tuzluluk (%)	Çöz O ₂ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ N (mg/l)	NO ₂ ⁻ N (mg/l)
İsrail Maden Sahası	IW-1	dere suyu	7,88	210,00	18,70	197,00	0	4,22	54,00	1,60	0,02
	IW-2	dere suyu	2,88	599,00	20,40	1976,00	0,80	9,77	670,00	3,70	0,24
	IW-4	Murtat deresi	6,38	283,00	18,80	143,00	0	4,65	33,00	2,40	0,05
	IW-5	dere suyu	6,35	267,00	18,90	146,00	0	3,67	18,00	1,80	0,02
	IW-6	dere suyu	6,39	285,00	19,30	154,00	0	4,51	42,00	1,30	0,06
	IW-7	Murtat deresi	6,70	262,00	21,30	146,00	0	4,57	17,00	5,30	0,03
	IW-8	su deposu	6,77	272,00	17,50	182,00	0	2,71	3,00	5,70	0,03
	IW-9	dere suyu	4,01	434,00	14,30	223,00	0	2,17	42,00	3,90	0,04
	IW-10	çeşme suyu	5,14	565,00	18,40	73,00	0	3,21	2,00	6,20	0,02
	IW-11	çeşme suyu	3,80	430,00	17,00	219,00	0	4,92	42,00	3,70	0,03
	IW-12	Hamza deresi	6,44	262,00	21,00	207,00	0	3,78	29,00	2,70	0,03
	IW-13	Hamza deresi	6,37	325,00	18,40	153,00	0	2,15	28,00	2,60	0,02
	IW-14	Hamza deresi	6,38	121,00	20,00	106,00	0	7,71	19,00	1,10	0,04
	IW-15	Hamza deresi	6,08	267,00	18,00	206,00	0	6,70	33,00	1,60	0,03
	IW-16	Murtat deresi	6,59	280,00	18,90	162,00	0	8,45	25,00	2,70	0,03
	KW-1	Murtat deresi	7,81	233	20,30	214	0	6,22	26	2,10	0,02
	KW-2	Murtat deresi	7,64	252	21,30	215	0	5,92	25	1,40	0,02
	KW-3	Murtat deresi	7,78	225	21,00	223	0	6,06	26	1,30	0,02
KW-4	Murtat deresi	7,82	250	20,00	206	0	5,63	31	1,60	0,23	
KW-7	Murtat deresi	7,14	285	20,30	210	0	5,54	33	23,80	0,04	
KW-8	Murtat deresi	7,41	255	19,70	209	0	7,09	31	10,00	0,02	
Minimum			2,88	121,00	14,30	73,00	0,00	2,15	2,00	1,10	0,02
Maksimum			7,88	599,00	21,30	1976,00	0,80	9,77	670,00	23,80	0,24
Aritmetik Ort.			6,37	302,95	19,21	265,24	0,04	5,22	58,52	4,12	0,05
St Sapma			1,38	113,80	1,67	394,15	0,17	2,02	140,64	5,00	0,06
Medyan			6,44	267,00	19,30	206,00	0,00	4,92	29,00	2,60	0,03
Skewness			-1,23	1,50	-1,22	4,50	4,58	0,44	4,53	3,38	2,82
Kurtosis			1,12	2,22	2,43	20,47	21,00	-0,09	20,63	12,84	6,95

Tablo 4.52in devamı

ÖRNEK YERİ	Örnek No	Ag	Al	As	B	Ba	Ca	Cd	Cl	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K
	Birimi	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
	DL	0,05	1,00	0,50	5,00	0,05	0,05	0,05	1,00	0,02	0,50	0,10	10,00	0,10	0,05
İSRAİL MADEN SAHASI	IW-1	<0,05	17,00	4,80	8	138,43	15,19	0,15	<1	0,03	<0,5	3,20	<10	<0,1	1,06
	IW-2	1,12	18865,00	1086,10	15	12,56	13,98	35,40	2,00	124,50	3,9	6572,40	206663,00	<0,1	5,60
	IW-4	<0,05	14,00	2,40	8	52,08	17,86	0,10	2,00	<0,02	0,5	3,80	<10	<0,1	1,11
	IW-5	<0,05	66,00	2,80	7	50,78	17,65	0,23	2,00	0,47	<0,5	22,70	304,00	<0,1	1,38
	IW-6	0,08	13,00	0,60	7	227,85	5,36	0,36	<1	0,49	0,5	14,60	28,00	<0,1	1,08
	IW-7	0,10	75,00	4,30	6	47,16	17,37	0,13	<1	0,28	<0,5	17,80	293,00	<0,1	1,16
	IW-8	<0,05	13,00	1,20	7	45,31	14,12	<0,05	<1	<0,02	<0,5	3,10	<10	<0,1	1,11
	IW-9	0,08	649,00	1,20	13	60,58	10,24	0,87	3,00	3,57	<0,5	71,30	44,00	<0,1	6,06
	IW-10	<0,05	68,00	<0,5	<5	136,37	4,84	0,88	<1	0,37	<0,5	9,70	<10	<0,1	0,74
	IW-11	<0,05	3160,00	2,60	6	63,09	5,33	1,05	<1	9,96	<0,5	47,00	49,00	<0,1	1,90
	IW-12	<0,05	25,00	1,80	9	105,08	19,25	0,07	<1	0,04	<0,5	5,00	<10	<0,1	1,76
	IW-13	<0,05	18,00	2,20	17	236,31	9,00	0,24	9,00	0,05	<0,5	19,00	32,00	<0,1	5,22
	IW-14	0,06	10,00	2,50	12	335,65	7,16	1,72	<1	0,13	<0,5	75,00	12,00	<0,1	4,13
	IW-15	<0,05	14,00	4,10	10	147,64	18,05	0,07	<1	0,10	<0,5	5,80	<10	<0,1	1,94
	IW-16	<0,05	78,00	2,20	8	63,40	19,39	0,13	<1	0,17	<0,5	18,80	234,00	<0,1	1,46
	KW-1	<0,05	29	0,8	10	112,52	25,85	0,30	4	0,06	<0,5	7,6	12	0,2	1,70
	KW-2	<0,05	27	1,0	11	117,13	27,27	<0,05	4	0,03	<0,5	4,9	15	<0,1	1,76
	KW-3	<0,05	45	1,2	11	108,83	26,96	0,06	4	<0,02	<0,5	7,3	59	<0,1	1,82
KW-4	0,32	71	1,0	9	99,02	24,35	0,12	3	0,05	<0,5	7,0	30	<0,1	1,74	
KW-7	<0,05	78	0,6	10	96,16	26,08	0,13	3	0,13	<0,5	10,1	22	<0,1	1,74	
KW-8	<0,05	52	1,3	11	97,52	26,01	0,16	3	0,04	<0,5	11,8	145	<0,1	1,72	
Minimum		0,05	10,00	0,50	5,00	12,56	4,84	0,05	1,00	0,02	0,50	3,10	10,00	0,10	0,74
Maksimum		1,12	18865,00	1086,10	17,00	335,65	27,27	35,40	9,00	124,50	3,90	6572,40	206663,00	0,20	6,06
Aritmetik Ortalama		0,12	1113,67	53,58	9,52	112,07	16,73	2,01	2,33	6,69	0,66	330,38	9904,86	0,10	2,20
Standart Sapma		0,24	4124,86	236,58	3,03	75,98	7,61	7,66	1,91	27,09	0,74	1430,38	45083,05	0,02	1,59
Medyan		0,05	45,00	1,80	9,00	99,02	17,65	0,15	2,00	0,10	0,50	10,10	28,00	0,10	1,74
Skewness		4,18	4,39	4,58	0,82	1,56	-0,15	4,56	2,29	4,53	4,58	4,58	4,58	4,58	1,67
Kurtosis		18,09	19,67	21,00	0,58	2,78	-1,17	20,85	6,88	20,67	21,00	20,99	21,00	21,00	1,47

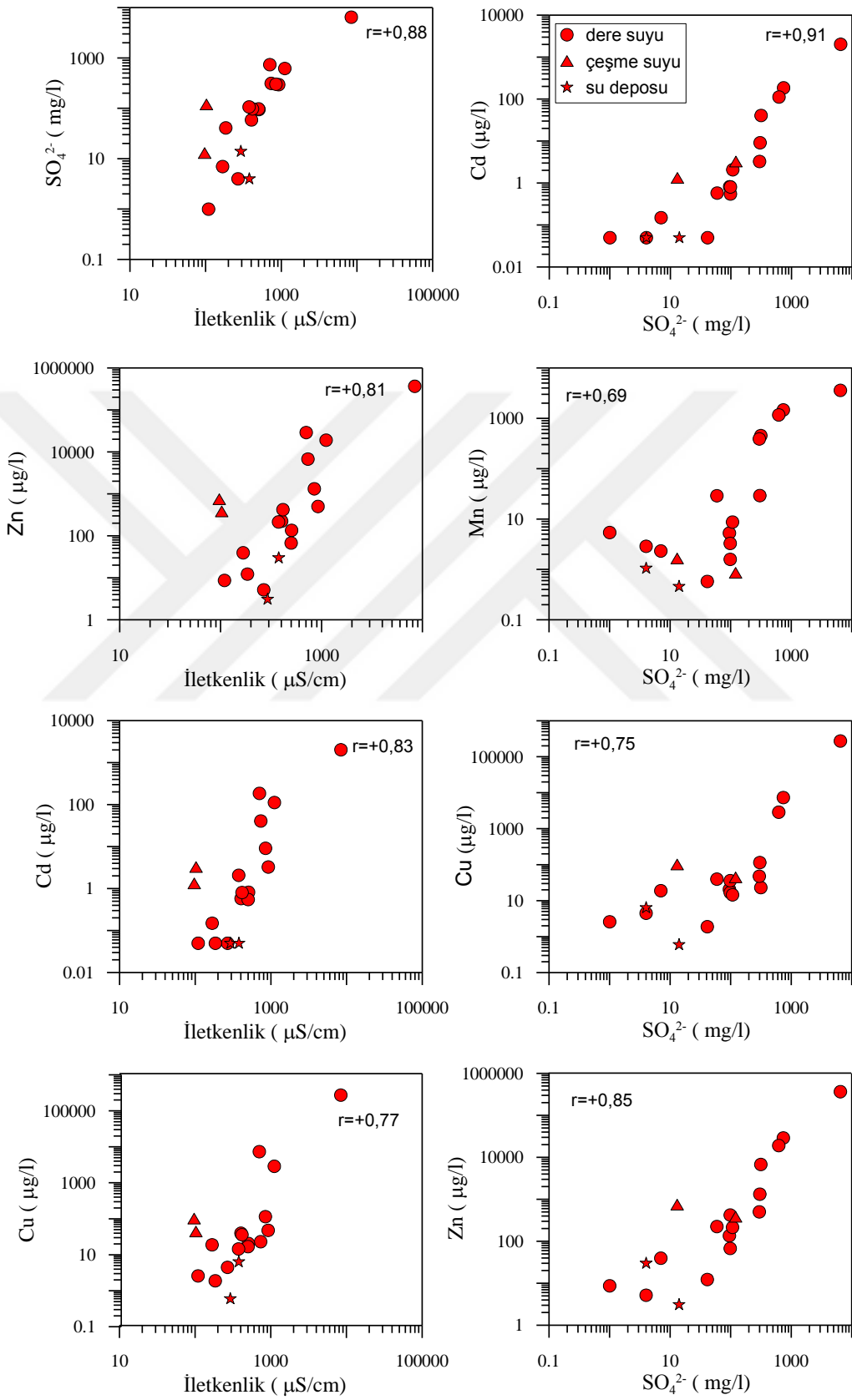
Tablo 4.4'ün devamı

ÖRNEK YERİ	Örnek No	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Sb	Se	Si	Sr	U	Zn
	Birimi	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
İSRAİL MADEN SAHASI	DL	0,05	0,05	0,10	0,05	0,20	10,00	0,10	1,00	0,05	0,50	40,00	0,01	0,02	0,50
	IW-1	12,63	1,30	0,80	4,36	<0.2	31,00	<0.1	16,00	0,23	<0.5	2554,00	56,90	<0.02	24,00
	IW-2	27,25	595,65	11,90	4,86	19,40	34,00	363,90	304,00	4,44	8,2	30166,00	281,16	1,14	8567,20
	IW-4	4,98	1,21	0,50	4,25	<0.2	58,00	1,20	4,00	0,41	<0.5	4015,00	56,74	<0.02	22,60
	IW-5	5,18	4,47	0,20	4,73	0,50	63,00	0,60	6,00	0,37	<0.5	4112,00	59,13	0,02	68,10
	IW-6	16,29	41,73	1,20	1,57	1,20	66,00	0,70	13,00	0,30	<0.5	2956,00	47,69	<0.02	88,10
	IW-7	5,12	4,18	0,40	4,53	<0.2	53,00	0,40	6,00	0,35	<0.5	4035,00	54,55	<0.02	34,00
	IW-8	12,15	0,73	0,20	9,07	0,40	44,00	0,30	<1	0,08	<0.5	7212,00	38,81	0,15	10,80
	IW-9	4,20	91,99	<0.1	5,41	3,50	24,00	30,20	12,00	0,08	1,3	4958,00	62,05	0,02	156,50
	IW-10	3,56	34,04	<0.1	1,61	1,50	63,00	0,70	1,00	<0.05	<0.5	2980,00	37,46	<0.02	117,70
	IW-11	3,69	105,24	0,30	2,08	2,90	30,00	28,80	13,00	0,14	<0.5	9535,00	31,56	0,03	230,90
	IW-12	12,37	8,66	0,60	5,66	<0.2	43,00	0,30	9,00	0,22	<0.5	4638,00	52,94	0,06	16,50
	IW-13	5,09	1,15	0,20	9,13	1,20	34,00	0,40	9,00	2,17	0,7	6375,00	75,29	<0.02	53,20
	IW-14	4,53	1,76	0,60	3,74	2,70	62,00	1,20	7,00	9,04	2,6	6768,00	117,30	<0.02	464,70
	IW-15	11,80	1,89	0,90	7,28	<0.2	49,00	0,20	10,00	1,25	<0.5	4452,00	59,56	0,07	15,30
	IW-16	5,63	7,91	0,40	5,70	0,40	51,00	0,50	7,00	0,43	<0.5	4642,00	66,56	0,03	31,40
	KW-1	6,59	11,26	0,4	9,05	<0.2	754	0,2	9	1,24	<0.5	5388	86,03	0,07	31,1
	KW-2	6,59	12,21	0,5	9,92	<0.2	73	0,2	8	0,67	<0.5	5702	92,40	0,10	6,0
	KW-3	6,92	2,42	0,5	10,34	<0.2	245	0,1	9	1,10	<0.5	5715	90,08	0,10	14,1
	KW-4	7,41	6,64	1,0	8,32	<0.2	853	0,5	11	0,73	<0.5	5041	84,36	0,06	20,7
KW-7	7,66	19,24	0,5	7,97	<0.2	51	0,5	11	0,52	<0.5	5082	81,95	0,08	41,9	
KW-8	7,73	4,84	0,3	7,87	<0.2	47	0,5	10	0,69	<0.5	4920	84,22	0,06	42,8	
Minimum		3,56	0,73	0,10	1,57	0,20	24,00	0,10	1,00	0,05	0,50	2554,00	31,56	0,02	6,00
Maksimum		27,25	595,65	11,90	10,34	19,40	853,00	363,90	304,00	9,04	8,20	30166,00	281,16	1,14	8567,20
Aritmetik Ortalama		8,45	45,64	1,03	6,07	1,71	129,90	20,55	22,67	1,17	1,01	6249,81	76,99	0,10	478,93
Standart Sapma		5,56	129,30	2,51	2,72	4,18	228,88	79,15	64,57	2,05	1,72	5699,40	51,35	0,24	1856,23
Medyan		6,59	6,64	0,50	5,66	0,20	51,00	0,50	9,00	0,43	0,50	4958,00	62,05	0,03	34,00
Skewness		2,19	4,23	4,48	-0,09	4,17	2,82	4,49	4,56	3,28	4,08	4,04	3,38	4,42	4,56
Kurtosis		5,85	18,62	20,34	-1,07	18,22	6,98	20,41	20,84	11,53	17,37	17,48	13,51	19,92	20,84



Şekil 4.4. Eseli sahasına ait su örneklerinin değişim grafikler

Şekil 4.4' ün devamı



Korelasyon katsayılarına göre, pH-iletkenlik, pH-tuzluluk ve pH-sülfat arasında negatif orta derecede ilişkiler vardır. pH-Cu ve pH-Zn arasında ise negatif iyi dereceli ilişkiler bulunur (Şekil 4.4.).

Suyun pH değeri düştükçe sular asidik özellik kazanır. Asiditeye bağlı olarak da sularda çözülmüş iyonlar artar. Bu durum elektriksel iletkenliği artırır. Dolayısıyla düşük pH değerlerinde yüksek iletkenlik değerleri gözlenir. pH değerine karşı metallerin benzer davranışı kökensel birlikteliğe işaret etmektedir.

İletkenlik-tuzluluk ve iletkenlik-sülfat arasında pozitif çok iyi derecede ilişkiler vardır (Şekil 4.4). Ayrıca iletkenlik ile birçok element (Cu, Zn, Cd, S vs.) arasında pozitif iyi derece ilişkiler bulunur. Benzer şekilde sülfat ile aynı elementler (Cu, Zn, Cd, S vs.) arasında pozitif iyi derecede ilişkiler vardır.

Bu korelasyon ilişkileri, maden yatağındaki sülfürlü cevher minerallerinin ayrışmasına işaretler. Sahada en yaygın ve en bol bulunan sülfür minerali olan piritin oksidasyonu sonucunda sülfirik asit oluşmaktadır. Bu asit, diğer sülfürlü mineralleri de etkileyerek çözünmesine ve sülfatlı suların oluşmasına neden olabilmektedir.

Cu birçok elementle (Na, Mg, Fe, B, S, Co ve As gibi) yüksek pozitif ilişkiler sunmaktadır. En yüksek korelasyonu (Cu-Zn; $r=+0.93$) ise Zn elementi ile yapmıştır. Ayrıca Cu-Sr ve Cu-Ca element çiftleri arasında da yüksek pozitif ilişkiler vardır. Bu durum, çevre yan kayalardaki yüzeysel ayrışmalar nedeniyle oluşabilir.

4.1.3.2. Harköy Maden Sahası

Harköy maden sahasına ait örnekler üzerinde spearman korelasyon analizi uygulanmış ve sonuçlar Ek Tablo 2’de verilmiştir.

Sonuçlara göre, pH-iletkenlik, pH-sülfat ve pH-tuzluluk çiftleri arasında orta-iyi derecede negatif ilişkiler vardır (Şekil 4.5). pH ile bazı elementler arasında (Cu, Cd, Pb, Zn, Mn ve S) da benzer şekilde yüksek negatif ilişkiler bulunmaktadır.

İletkenlik-tuzluluk ve iletkenlik-sülfat arasında iyi derecede pozitif ilişki gözlenmiştir. İletkenlik ile birçok element arasında (Cd, Zn, Cu, K, Se, S, Mn, Sr, Co vb.) iyi derecede pozitif ilişkiler bulunmaktadır (Şekil 4.5). İletkenliğe benzer şekilde sülfat ile aynı elementler (Cd, Zn, Cu, K, Se, Mn, Sr, Co vb.) arasında iyi derecede pozitif ilişkiler vardır. İletkenliğe benzer şekilde sülfat ile aynı elementler (Cd, Zn, Cu, K, Se, Mn, Sr, Co vb.) arasında iyi derecede pozitif ilişkiler vardır.

Sülfat, en yüksek korelasyonu S elementi ($r=+0.92$) ile yapmıştır. Bu yüksek ilişkiler hem sülfürlü cevher minerallerinin hem de çevre yan kayaçların ayrışmış olduğuna işaretir.

Cu elementi ile Pb, Zn, Cd, Sb, S, Ag, Al, K, Mn, Sr, Ca, Cr ve Co elementleri arasında orta-yüksek derecelerde pozitif ilişkiler vardır.

Pb elementi ile Ag, As, Al, Mn, K, Mg, Ni, Cr, Co, Cd ve Al arasında orta-yüksek derecede ilişkiler vardır.

Zn elementi de benzer şekilde Ca, Cd, Co, K, Mg, Mn, Ni, S, Se, Sr elementleriyle orta-yüksek derecede ilişki içindedir.

Cd elementi en yüksek korelasyonu ($r= +0.98$) Zn elementi ile yapmıştır. Benzer şekilde, Co, Se, K, Mg, Sr, Ni, Pb, S, Mn elementleriyle de yüksek-çok yüksek derecede ilişkiler içindedir.

Tüm bu mineral çiftlerindeki yüksek ve pozitif korelasyon ilişkileri benzer kökensel birliktelikle beraber muhtemelen sahadaki sülfür mineralleri ve onlara eşlik eden karbonat ve kil minerallerini işaret etmektedir.

4.1.3.3. İsrail Maden Sahası

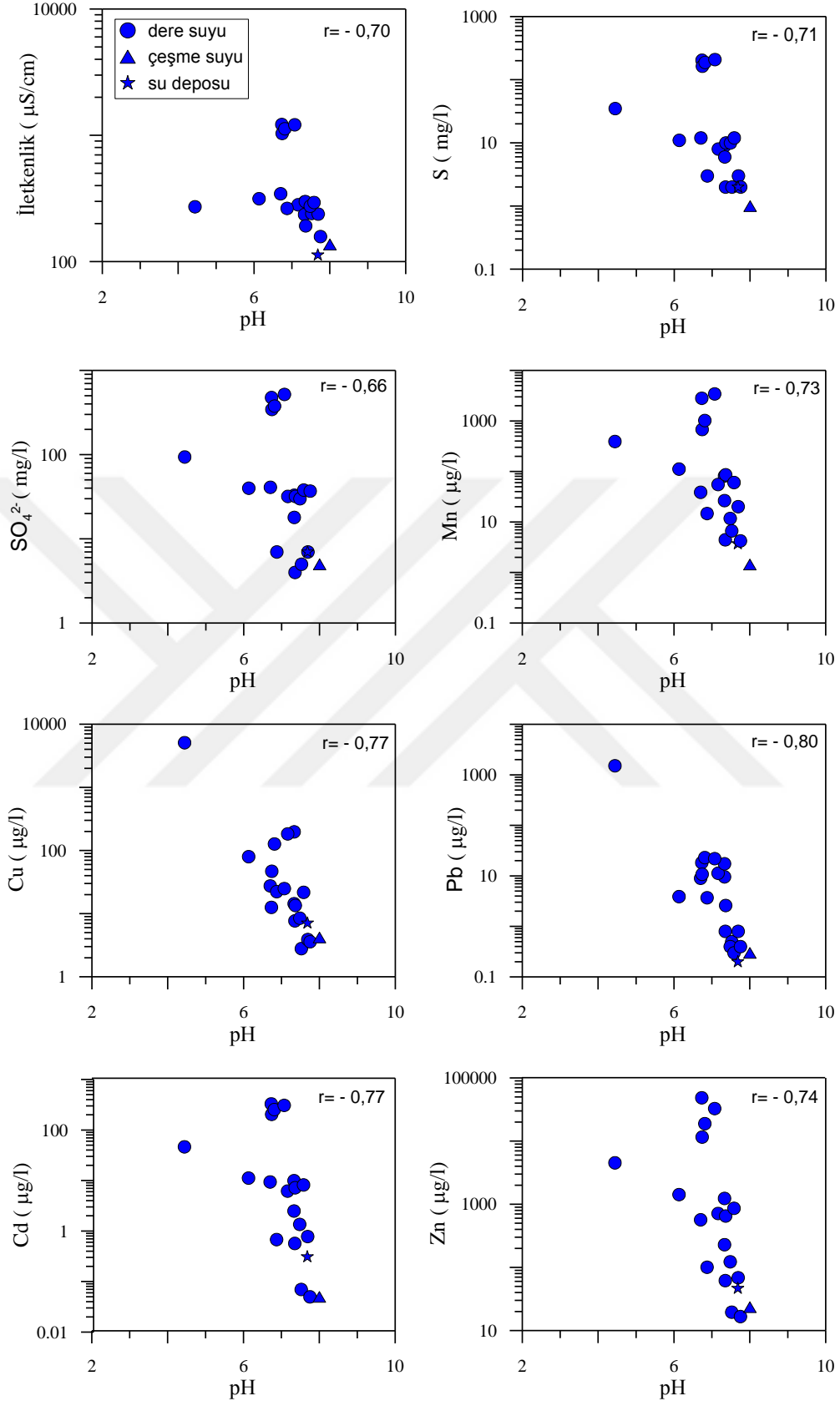
İsrail maden sahasına ait örnekler üzerinde spearman korelasyon analizi uygulanmış ve sonuçlar Ek Tablo 3.'te verilmiştir.

Sonuçlara göre, pH-Eh arasında ($r=-0.75$) yüksek derecede negatif ilişki vardır. pH ile Pb, Zn, Ni, Cu, Co ve Cd çiftleri arasında orta-yüksek derecede negatif korelasyon bulunur.

İletkenlik-sülfat arasında orta derece pozitif ilişki vardır. İletkenlik-S ($r=+0,63$) ve Sülfat-S ($r=+0,88$) arasında da yüksek derecede ilişkiler gözlenir.

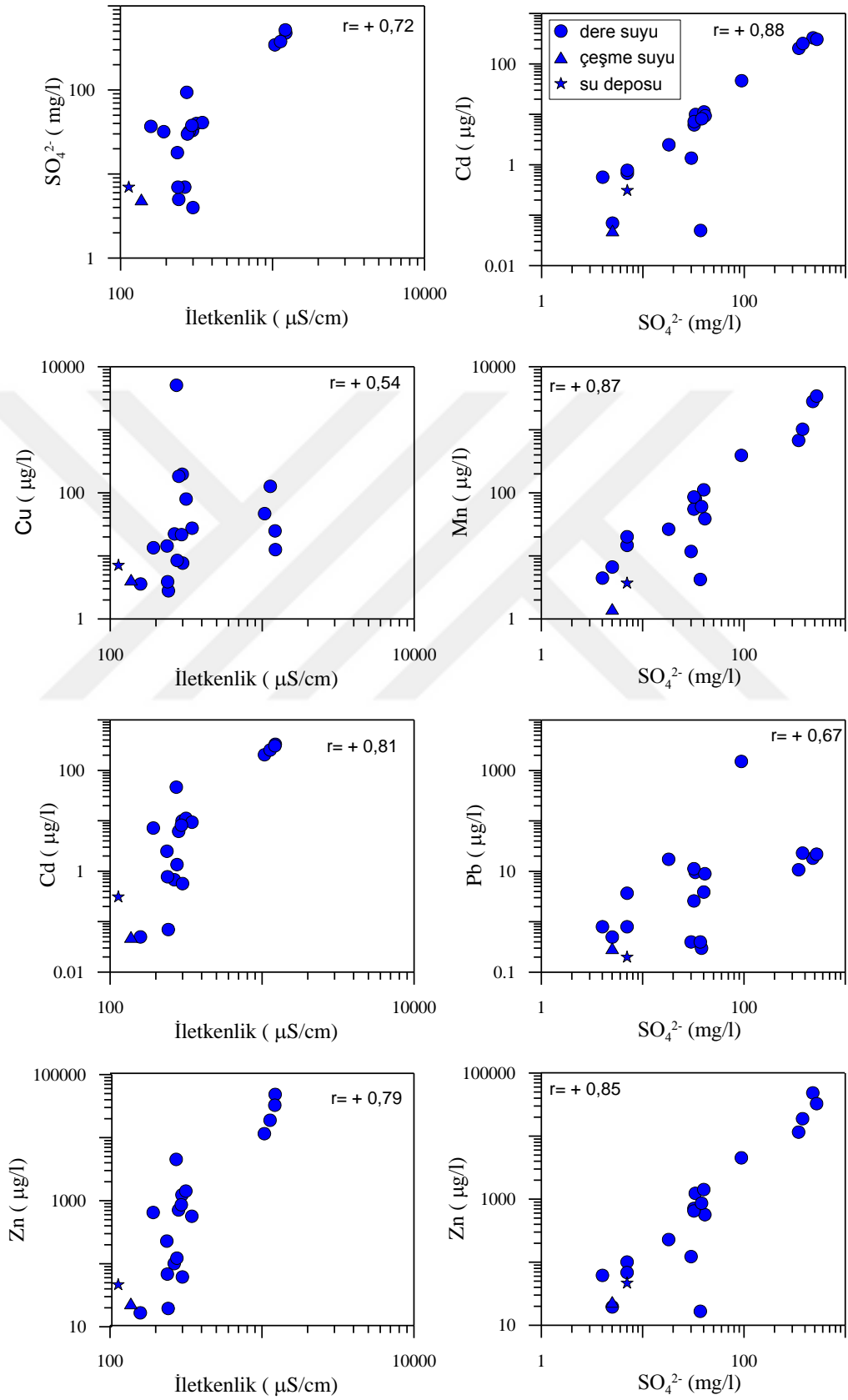
Cu ile Cd, Co, Fe, Ni, Pb, Se ve Zn elementleri arasında, Pb ile Zn, Cd, Co ve Ni arasında ve Zn ile Cd, Cu, Co ve Ni elementleri arasında da benzer şekilde yüksek derecede pozitif ilişkiler bulunmuştur (Şekil 4.6).

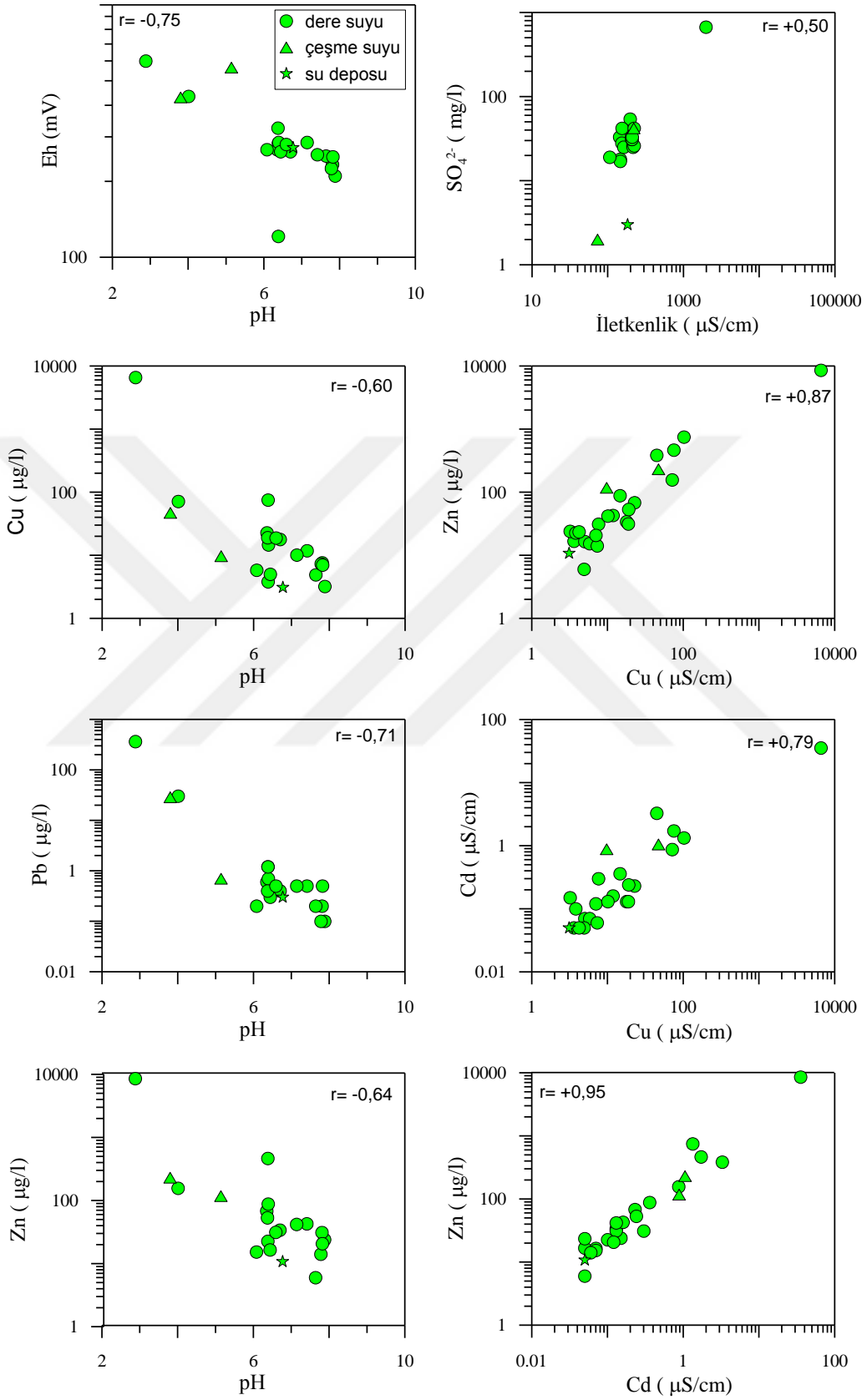
Korelasyon analizinde gözlenen yüksek pozitif ilişkiler cevher mineral birlikteliğine işaret eder.



Şekil 4.5. Harköy sahasına ait su örneklerinin değişim grafikleri

Şekil 4.5' in devamı





Şekil 4.6. İsrail sahasına ait su örneklerinin değişim grafikleri

4.1.4. Su Örneklerinde Çevresel Risk İndeksi Hesaplamaları (I_{ER})

Su örnekleri için çevresel risk indeksi (I_{ER}) hesaplamaları yapılmıştır (Tablo 4.7, Tablo 4.8 ve Tablo 4.9). Rapant [82] tarafından tanımlanan I_{ER} , iki adımdan oluşmaktadır.

Birinci adım, ölçülen her element için çevresel risk oranlarının (Q_{ER}) hesaplanmasından oluşur. Örnekte ölçülen bir element konsantrasyonu limit değere bölünür ve sonrasında 1 çıkartılır. Hesaplamalara limit değeri aşmayan elementler dahil edilmez. Formülde 1 çıkarmak, limit değeri aşmayan elementlerin toplamında yüksek I_{ER} göstermesinin önüne geçmektedir.

İkinci adım ise hesaplanan çevresel risk oranlarının toplanmasından ibarettir. Her örnek için ayrı ayrı I_{ER} hesaplanır. Sonuçlar altı sınıf içinde değerlendirilir [82].

Bu çalışmada, limit değerler için TS 266 Sınıf 2 Tip 2 su standardı kullanılmıştır. Standartta yer almayan Mo elementi için WHO (2004) standardı kullanılmıştır. Ba ve Zn elementleri için EPA (2001) standardı kullanılmıştır.

$$Q_{Eri} = \frac{AC_i}{RC_i} - 1 \quad (4.1)$$

$$I_{ER} = \sum_{i=1}^n (Q_{Eri}) \quad (4.2)$$

Formülde, Q_{Eri} : i elementine ait çevresel risk oranı, AC_i : i elementine ait analitik konsantrasyon değeri, RC_i : i elementine ait limit konsantrasyonu ve I_{ER} : örneğe ait çevresel risk indeksini ifade eder.

Tablo 4.6. Çevresel risk indeksine ait sınıflama

$I_{ER} = 0$	Önemsiz Risk
$0 < I_{ER} \leq 1$	Düşük Risk
$1 < I_{ER} \leq 3$	Orta Risk
$3 < I_{ER} \leq 5$	Yüksek Risk
$5 < I_{ER} \leq 10$	Çok Yüksek Risk
$I_{ER} > 10$	Aşırı Yüksek Risk

4.1.4.1. Kontrol Sahası

Kontrol sahası olarak seçilen örnekler limit değerleri aşmamıştır. Çevresel risk oranı sıfır olduğu için “Önemsiz” risk sınıfında yer alırlar.

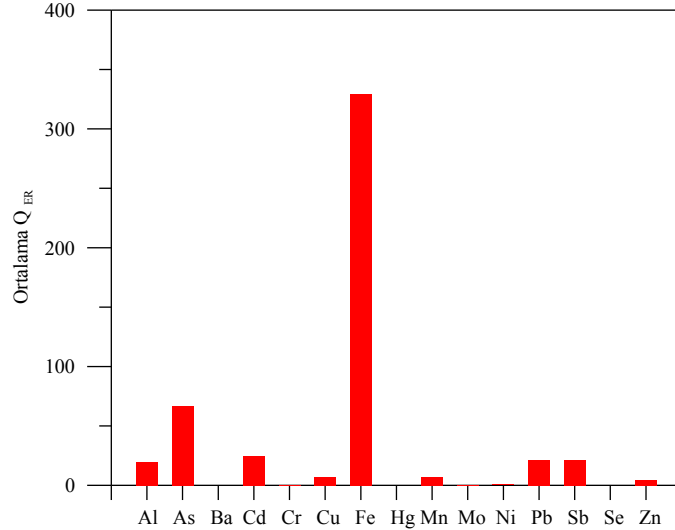
4.1.4.2. Eseli Maden Sahası

Eseli maden sahası su örneklerine ait çevresel risk indeksi sonuçları Tablo 4.7.’de ve ilgili grafikler Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de verilmiştir.

Q_{ER} verilerine göre, inceleme sahasında Ba, Hg ve Se elementleri risk oluşturmamaktadır. Ortalama Q_{ER} verilerine göre elementler Fe>As>Cd>Pb>Sb>Al>Cu>Mn>Zn>Ni>Cr>Mo şeklinde sıralanır (Tablo 4.7).

Örnek bazlı I_{ER} grafiğinde (Şekil 4.8.), en yüksek çevresel risk indeksi EY-4 örneğinde görülmektedir. Kirletici element sayısı en fazla örnek de EY-4’tür.

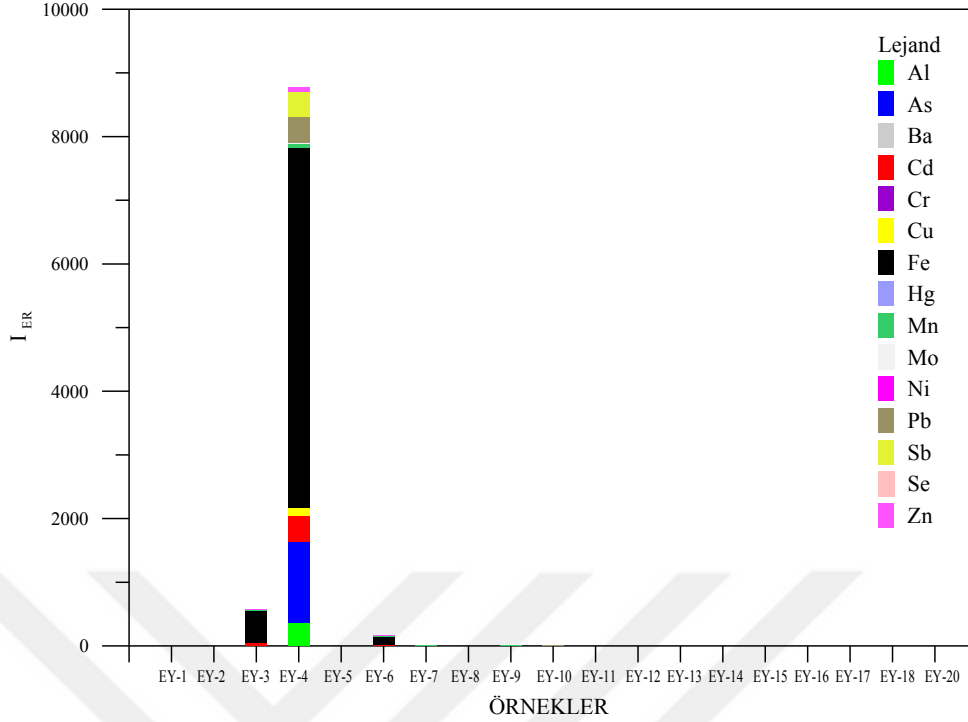
Maden atık sahasına en yakın ve dolayısıyla en çok etkilenmiş dere suyu numuneleri olan EY-3, EY-4 ve EY-6 örnekleri “Aşırı Yüksek” risk sınıfında çıkmıştır. İnceleme sahasından alınan çeşme ve su deposu örneklerinde ise çevresel risk oranları sıfır olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla bu örnekler “Önemsiz” risk grubundadır.



Şekil 4.7. Eseli sahasının su örneklerindeki elementlere ait ortalama Q_{ER} grafiği

Tablo 4.7. Eseli sahası su örneklerinin çevresel risk oranları ve indeksleri

ÖRNEK	Q _{Er}															I _{ER}	Risk Sınıfı	
	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Zn			
EY-1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
EY-2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
EY-3	3,54	5,37	0,00	36,12	0,00	2,70	495,25	0,00	28,46	0,00	0,00	0,82	0,00	0,00	4,81	577,07		Aşırı Yüksek
EY-4	373,36	1259,80	0,00	405,60	5,00	136,60	5638,89	0,00	71,12	3,29	14,00	399,00	399,00	0,00	72,38	8778,03		Aşırı Yüksek
EY-5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
EY-6	0,24	0,00	0,00	21,50	0,00	0,45	122,85	0,00	22,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,82	170,31		Aşırı Yüksek
EY-7	0,00	0,00	0,00	7,17	0,00	0,00	0,00	0,00	8,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	15,63		Aşırı Yüksek
EY-8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
EY-9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,83		Çok Yüksek
EY-10	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	1,51	0,00	0,00	0,00	5,37		Çok Yüksek
EY-11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
EY-12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
EY-13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
EY-14	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83		Düşük
EY-15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
EY-16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
EY-17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
EY-18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
EY-20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
Ortalama	19,90	66,59	0,00	24,80	0,26	7,35	329,47	0,00	7,21	0,17	0,74	21,12	21,00	0,00	4,23	502,85		
Limit Değer µg/l	200	10	2000	5	50	2000	200	1	50	70	20	10	5	10	5000			



Şekil 4.8. Eseli sahasının su örneklerine ait I_{ER} grafiği

4.1.4.3. Harköy Maden Sahası

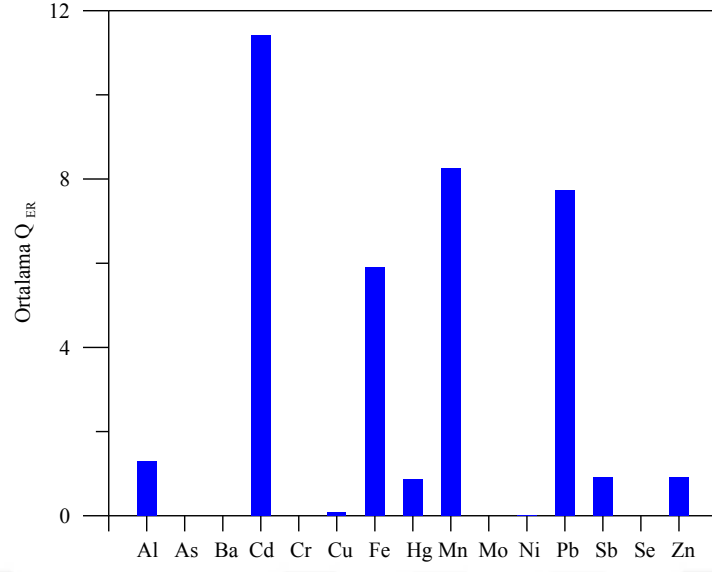
Harköy maden sahası su örneklerine ait çevresel risk indeksi sonuçları Tablo 4.8.'de ve ilgili grafikler Şekil 4.9. ve 4.10.'da verilmiştir. Q_{ER} verilerine göre, inceleme sahasında As, Ba, Cr, Mo ve Se elementleri risk oluşturmamaktadır.

Ortalama Q_{ER} verilerine göre, elementler Cd>Mn>Pb>Fe>Al>Sb>Zn>Hg>Cu>Ni şeklinde sıralanır (Tablo 4.8).

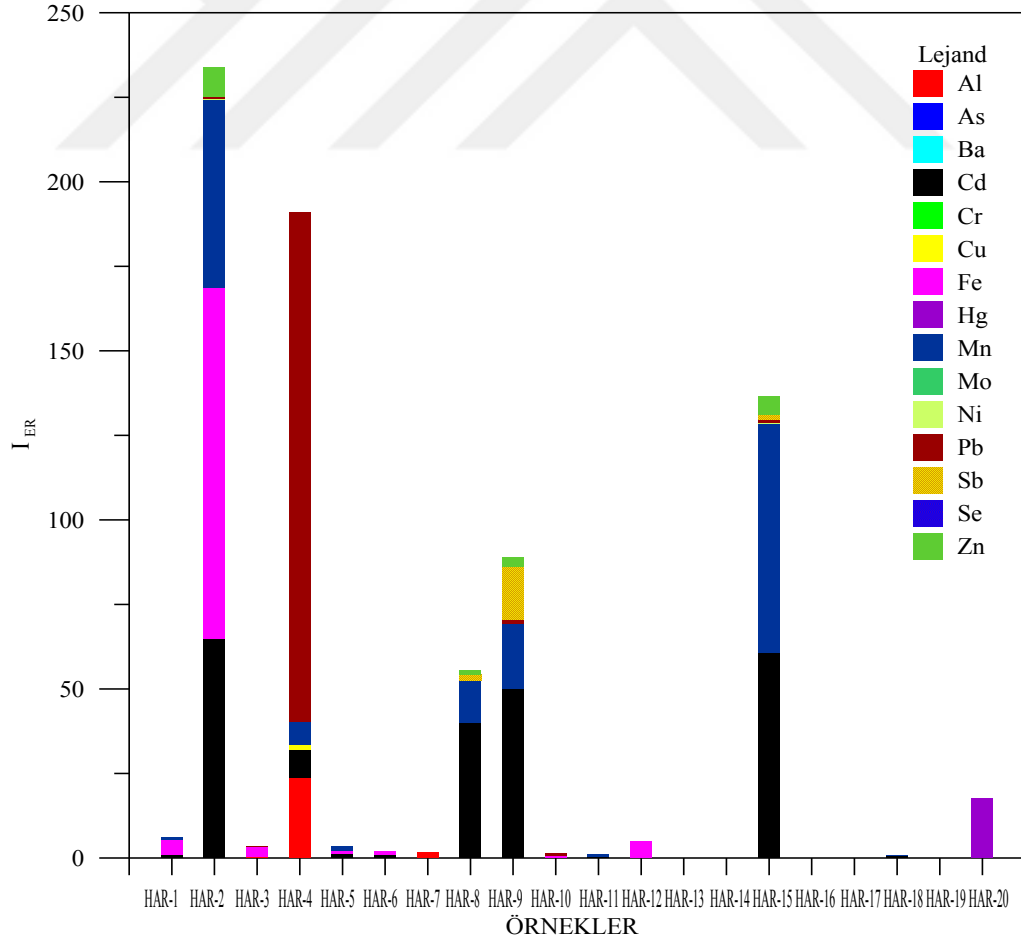
Örnek bazlı I_{ER} grafiğinde (Şekil 4.10.) en yüksek çevresel risk indeksi HAR-2 örneğinde görülmektedir. Kirletici element sayısı en fazla olan örnek ise HAR-15'dir.

Galeri deşarj suyundan ve maden atıklarından en çok etkilenen HAR-2, HAR-4, HAR-8, HAR-9 ve HAR-15 örnekleri "Aşırı Yüksek" risk sınıfında yer alır.

HAR-20 örneği inceleme sahasından alınmış çeşme örneğidir. Örnekte sadece Hg elementi çok yüksek bir risk sunmaktadır. Diğer elementler risk teşkil etmemektedir.



Şekil 4.9. Harköy sahası su örneklerindeki elementlere ait ortalama Q_{ER} grafiği



Şekil 4.10. Harköy sahası su örneklerine ait I_{ER} grafiği

Tablo 4.8. Harköy sahası su örneklerinin çevresel risk oranları ve indeksleri

ÖRNEK	Q _{ER}															I _{ER}	Risk Sınıfı
	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Zn		
HAR-1	0,06	0,00	0,00	0,99	0,00	0,00	4,26	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,94	Çok Yüksek
HAR-2	0,00	0,00	0,00	64,95	0,00	0,00	103,63	0,00	55,53	0,00	0,28	0,83	0,00	0,00	8,72	233,93	Aşırı Yüksek
HAR-3	0,21	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	2,80	0,00	0,11	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	3,48	Yüksek
HAR-4	23,71	0,00	0,00	8,31	0,00	1,55	0,00	0,00	6,88	0,00	0,00	150,60	0,00	0,00	0,00	191,05	Aşırı Yüksek
HAR-5	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	1,01	0,00	1,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,49	Yüksek
HAR-6	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,92	Orta
HAR-7	1,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,59	Orta
HAR-8	0,00	0,00	0,00	39,95	0,00	0,00	0,00	0,00	12,61	0,00	0,00	0,08	1,66	0,00	1,32	55,63	Aşırı Yüksek
HAR-9	0,00	0,00	0,00	49,92	0,00	0,00	0,00	0,00	19,45	0,00	0,00	1,31	15,43	0,00	2,79	88,91	Aşırı Yüksek
HAR-10	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	0,00	0,00	0,00	1,35	Orta
HAR-11	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	1,18	Orta
HAR-12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,88	Yüksek
HAR-13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
HAR-14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
HAR-15	0,00	0,00	0,00	60,70	0,00	0,00	0,05	0,00	67,83	0,00	0,07	1,20	1,30	0,00	5,56	136,72	Aşırı Yüksek
HAR-16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
HAR-17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
HAR-18	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,09	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	Düşük
HAR-19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
HAR-20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,50	Aşırı Yüksek
Ortalama	1,28	0,00	0,00	11,41	0,00	0,08	5,91	0,88	8,26	0,00	0,02	7,74	0,92	0,00	0,92	37,42	
Limit Değer µg/l	200	10	2000	5	50	2000	200	1	50	70	20	10	5	10	5000		

Düşük risk grubunda sadece bir örnek (HAR-18) bulunmaktadır. Kirlenici bileşenleri, Cd, Mn ve Fe elementleridir. Bu örnek Değirmen Deresi'ne aittir.

HAR-13, HAR-14, HAR-16, HAR-17 ve HAR-19 örnekleri “Önemsiz” risk ($I_{ER}=0$) grubundadır. HAR-16 inceleme sahasından alınan su deposu örneğidir.

4.1.4.4. İsrail Maden Sahası

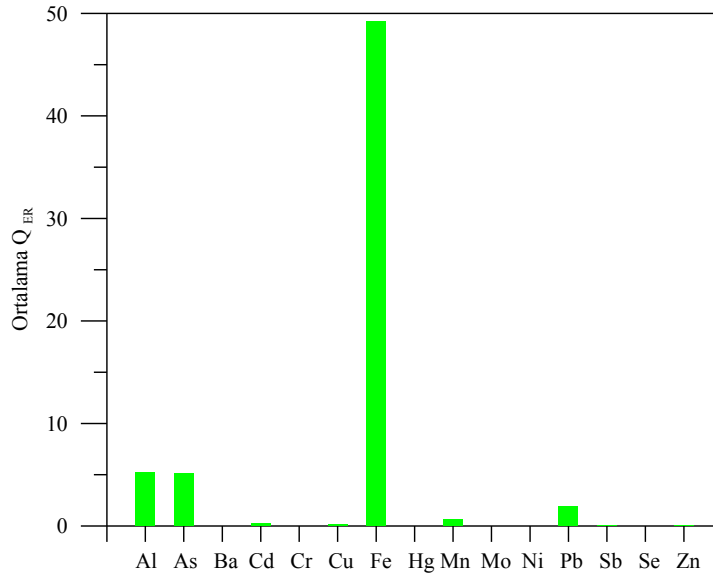
İsrail maden sahası su örneklerine ait çevresel risk indeksi sonuçları Tablo 4.9’da ve ilgili grafikler Şekil 4.11. ve 4.12’de verilmiştir. Q_{ER} verilerine göre inceleme sahasında Ba, Cr, Hg, Mo, Ni ve Se elementleri risk oluşturmamaktadır.

Ortalama Q_{ER} verilerine göre elementler $Fe > Al > As > Pb > Mn > Cd > Cu > Sb > Zn$ şeklinde sıralanır (Tablo 4.9).

Örnek bazlı I_{ER} grafiğinde en yüksek çevresel risk indeksi IW-2 örneğinde görülmektedir. Kirlenici element sayısı en fazla olan örnek de IW-2’dir.

İnceleme sahasından alınan 21 su numunesinin 14 tanesinin I_{ER} değeri sıfırdır. 7 örnekte risk görülmüştür. IW-2 ve IW-11 örnekleri “Aşırı yüksek” risk grubundadır. IW-9 örneği “Çok Yüksek” risk içerirken, IW-5, IW-7, IW-14 ve IW-16 örnekleri ise “Düşük” risk grubuna girmektedir.

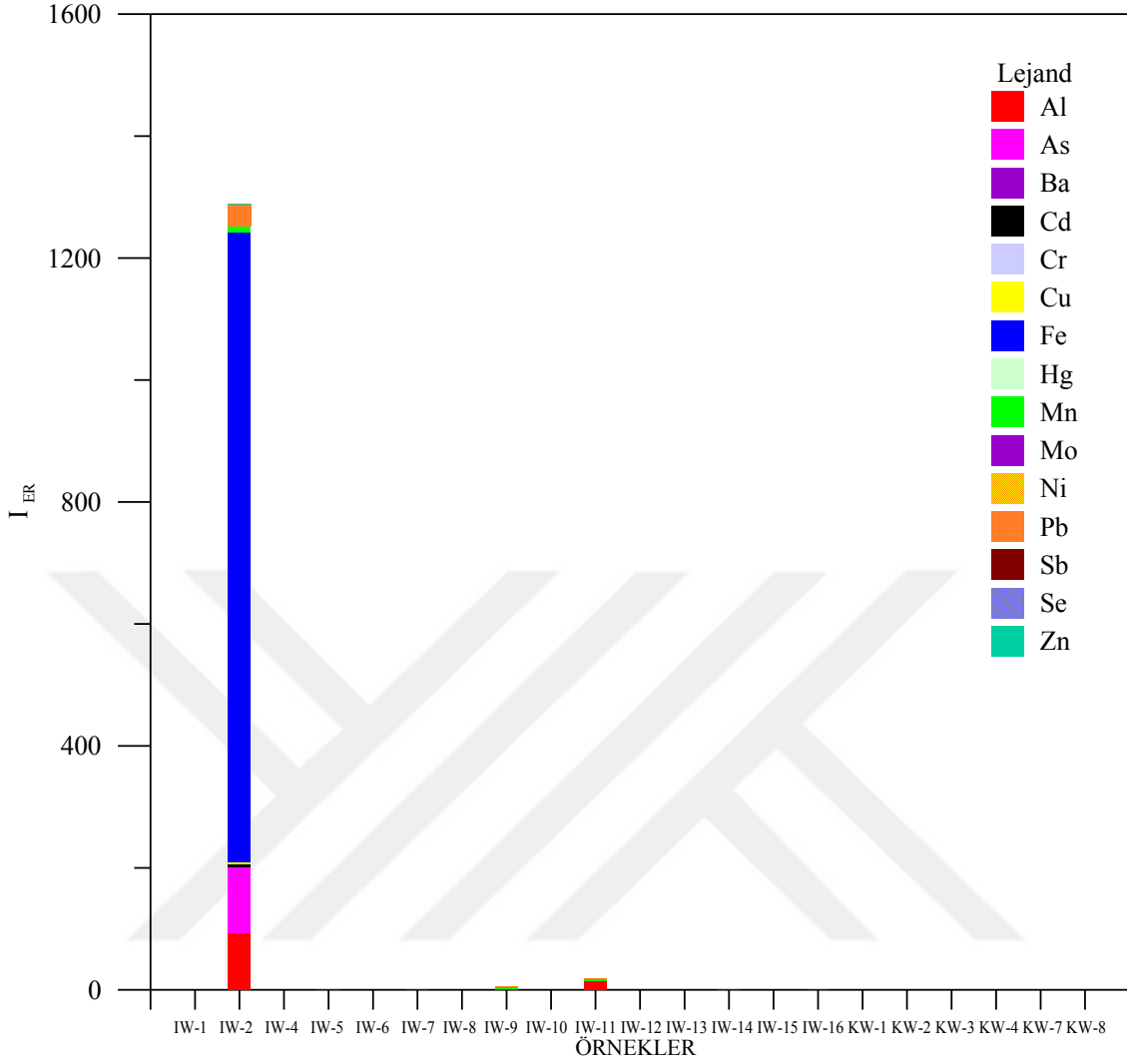
IW-10 (çeşme) ve IW-8 (su deposu) örnekleri risk içermemektedir.



Şekil 4.11. İsrail sahası su örneklerindeki elementlere ait ortalama Q_{ER} grafiği

Tablo 4.9. İsrail sahası su örneklerinin çevresel risk oranları ve indeksleri

ÖRNEK	Q _{ER}															I _{ER}	Risk Sınıfı	
	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Zn			
IW-1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
IW-2	93,33	107,61	0,00	6,08	0,00	2,29	1032,32	0,00	10,91	0,00	0,00	35,39	0,00	0,00	0,71	1288,63	Aşırı Yüksek	
IW-4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
IW-5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	Düşük
IW-6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
IW-7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	Düşük
IW-8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
IW-9	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	0,00	0,00	2,02	0,00	0,00	0,00	0,00	5,10	Çok Yüksek
IW-10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
IW-11	14,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	0,00	0,00	1,88	0,00	0,00	0,00	0,00	17,78	Aşırı Yüksek
IW-12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
IW-13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
IW-14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00	0,00	0,00	0,81	Düşük
IW-15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
IW-16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	Düşük
KW-1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
KW-2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
KW-3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
KW-4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
KW-7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
KW-8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Önemsiz
Ortalama	5,26	5,12	0,00	0,29	0,00	0,11	49,21	0,00	0,61	0,00	0,00	1,87	0,04	0,00	0,03	62,55		
Limit Değer (ppb)	200	10	2000	5	50	2000	200	1	50	70	20	10	5	10	5000			



Şekil 4.12. İsrail sahası su örneklerine ait I_{ER} grafiği

4.2. Dere Sedimanı Örnekleri

Sediman (çökel) terimi fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri bakımından heterojen olan, organik ve inorganik kırıntılardan oluşan karışık bir malzemedir [83], [84]. Sediman içerisinde elementler çözünürlüklerine göre su içinde taşınır veya doğrudan çökebilir. Dere yatağında zaman içinde elementlere doymun bir sediman oluşur. Bu doymunluk belli bir seviyeyi aştığında, dere içindeki çökel tabaka bünyesindeki elementleri tekrar suya bırakır. Bu nedenle özellikle ağır metallerde limit değerler aşıldığında dere sedimanı çevre kirliliğine kaynak oluşturabilmektedir [85], [86].

Bu çalışmada, su örneklemesine paralel olarak dere sedimanı örnekleme de yapılmıştır. Çalışma alanlarından derlenen 34 adet örnek analize gönderilmiştir. Kimyasal analiz sonuçlarına ait temel istatistiksel bilgiler tablolar halinde sunulmuştur.

Dere sedimanı örneklerindeki element zenginleşmesinin ve kirlilik seviyelerinin belirlenmesinde birçok faktör kullanılmaktadır.

4.2.1. Dere Sedimanı Örneklerinin Kimyasal Bileşimi ve Element Dağılımı

4.2.1.1. Kontrol Sahası

Kontrol sahası olarak seçilen Kovancık Köyü'nde su örnekleme yapılan dereden sediman örneği alınamamıştır. Sadece su örnekleme yapılabilmiş olan bu dere, köyün yaklaşık kuzeyinden geçen Murtat Deresi'ne bağlanmaktadır. Murtat Deresi, birçok madenin (İsrail, Yarmaden (Siyezlik), İsrail dere madenleri gibi) içinden geçen derelerin bağlandığı ana drenaj ağıdır. Bu maden sahalarının izlerini taşır şekilde derelerin bağlantı noktalarında yer yer cüruf lar gözlenmiştir. Murtat Deresi sonrasında Harşit Çayı'na bağlanmaktadır.

Kontrol Sahası olarak iki adet temiz örnek seçilmiştir. Bu örnekler su örneklemesine paralel olarak alınmıştır. Seçilen örnekler ID-3 ve ED-19 olup sırasıyla Murtat ve Çömlekçi derelerinin nispeten en temiz sayılabilecek noktalarından alınmıştır.

Türkiye'de sediman içeriklerinin değerlendirilmesinde kullanılan bir referans bulunmadığı için, alınan örneklerin aritmetik ortalaması bazı jeolojik referansların ortalama değerleriyle kıyaslanmıştır (Tablo 4.10). Kontrol sahası örneklerinin ortalama Al, Ba, Ca, Sr, Ni ve Mo element konsantrasyonları dünya ortalamalarına göre düşük iken Cd, Pb ve Zn miktarları kısmen yüksektir.

Giresun'da yapılmış bir araştırmada [87], beş derenin (Aksu, Batlama, Boğacık, Camiyalı ve Güre) denize deşarj olduğu noktalardan mevsimsel olarak su ve dip sedimanı örnekleri alınarak değerlendirmiştir. Araştırmacılar Cd, Pb değerlerinin yaz mevsiminde yüksek konsantrasyonlarda görüldüğünü; Fe, Cu, Zn, Ni, Cr, Co elementlerinin ise kış mevsiminde yüksek konsantrasyonda bulunduğunu belirtmiştir. Mn elementi ise kış mevsiminde düşük değerde tespit edilmiştir.

Mevsimsel değişimle beraber, farklı jeomorfolojik özellikler ve kirletici kaynaklar (sanayi, evsel atıklar, gübre ve tarım ilaçları, motorlu taşıtlar vb.) nedeniyle dereler farklı oranlarda kirlenmiş olabilmektedir. Su ve dere sedimanı örnekleme yaz mevsiminde

yapılmıştır. Türkmen ve Akbulut'un çalışmasına [87] benzer şekilde Cd ve Pb içerikleri referans değerlere göre (Tablo 4.10) kısmen yüksek bulunmuştur. Kontrol sahasına ait dere sedimanı örneklerinin antropojenik kaynaklı olarak kısmen kirlenmiş olabileceği açıktır.

Tablo 4.10. Bazı jeolojik referans ortalamaları

ELEMENT	BİRİM	DL	ID-3	ED-19	KONTROL DEĞERİ***	Ortalama Şeyl [90]	Üst Kıtasal Kabuk[154]
Ag	PPM	0,1	0,1	0,2	0,15	0,07	0,055
Al	%	0,01	0,95	2,16	1,56	8	7,744
As	PPM	0,5	11,2	10,7	10,95	13	2
Au	PPB	0,5	4	2,7	3,35	0,00x	-
Ba	PPM	1	230	171	200,50	580	668
Ca	%	0,01	0,44	0,46	0,45	2,21	2,945
Cd	PPM	0,1	0,7	0,6	0,65	0,3	0,102
Co	PPM	0,1	7,7	19,9	13,80	19	11,6
Cr	PPM	1	3	32	17,50	90	35
Cu	PPM	0,1	49,1	57,1	53,10	45	14,3
Fe	%	0,01	2,06	3,84	2,95	4,72	3,089
Hg	PPM	0,01	0,04	0,06	0,05	1,4	0,056
K	%	0,01	0,08	0,13	0,11	2,66	2,865
Mg	%	0,01	0,46	1,69	1,08	1,5	1,351
Mn	PPM	1	621	995	808,00	850	527
Mo	PPM	0,1	0,3	0,9	0,60	2,6	1,4
Na	%	0,001	0,021	0,005	0,01	0,96	2,567
Ni	PPM	0,1	4	22,2	13,10	68	18,6
P	%	0,001	0,026	0,059	0,04	0,07	0,0665
Pb	PPM	0,1	40	79,9	59,95	20	17
S	%	0,05	0,05	0,05	0,05	0,24	0,0953
Se	PPM	0,5	0,5	0,5	0,50	0,6	0,083
Sr	PPM	1	21	21	21,00	300	316
Zn	PPM	1	191	115	153,00	95	52

*** Referans örnekler (Ed-19 ve ID-3 örneklerinin aritmetik ortalaması)

4.2.1.2. Eseli Maden Sahası

Eseli maden sahasından 7 adet dere sedimanı örneğinin kimyasal analizi yaptırılmıştır. Bu örneklere ait bazı istatistik parametreler Tablo 4.11'de ve Spearman's rho korelasyon matrisi Ek Tablo 4'te verilmiştir.

Örneklerin Al, Mg, Ca, Na, K ve P içerikleri sırasıyla % 0.23-2.01, % 0.09-1.70, % 0.3-1.20, % 0.00-0.01, % 0.04-0.16 ve % 0.01- 0.06 aralıklarında değişir. Örneklerin Fe içerikleri % 3.23-12.79 ve S içerikleri % 0.05-10 aralıklarındadır. En yüksek Fe ve S değerleri galeri deşarjından doğrudan etkilenen ED-3, ED-4 ve ED-6 örneklerine aittir. Demir ile kükürt arasında çok yüksek ($r=0.95$) pozitif ilişki bulunmaktadır. Örneklerin Ag ve Au içerikleri sırasıyla 0.10-72.50 mg/kg ve 6-1187.40 µg/kg aralığında değişir. En yüksek değerler, ED-3, ED-4 ve ED-6 örneklerine aittir. Baryum, Sr ve Se içerikleri sırasıyla 16-1027 mg/kg, 12-41 mg/kg ve 0.5-60.10 mg/kg aralıklarındadır. Ba ve Se arasında iyi derecede ($r=-0.69$) negatif bir ilişki vardır.

Örneklerin Cr, Mn ve Ni değerleri sırasıyla 1-46 mg/kg, 69-2031 mg/kg ve 5-22.60 mg/kg aralıklarında değişmektedir. Krom elementi Mn ve Ni ile çok yüksek dereceli pozitif bir ilişki içindedir.

Tablo 4.11. Eseli sahasına ait dere sedimanı örneklerinin analiz sonuçları

ESELİ D.Sedimanı Element	Birim	DL	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Değer Aralığı		Çarpıklık	Basıklık
					Min.-	Mak.		
Ag	mg/kg	0,1	19,16	26,39	0,10	72,50	1,68	2,77
Al	%	0,01	0,95	0,67	0,23	2,01	0,46	-1,17
As	mg/kg	0,5	495,94	649,76	13,70	1781,70	1,54	2,17
Au	µg/kg	0,5	352,76	455,51	6,00	1187,40	1,18	0,47
Ba	mg/kg	1	242,86	358,06	16,00	1027,00	2,28	5,55
Ca	%	0,01	0,55	0,31	0,30	1,20	2,02	4,22
Cd	mg/kg	0,1	42,41	56,27	0,50	156,60	1,69	2,90
Co	mg/kg	0,1	17,54	2,60	14,90	22,40	1,13	1,09
Cr	mg/kg	1	14,71	17,78	1,00	46,00	1,23	0,01
Cu	mg/kg	0,1	3502,17	3199,60	72,10	8802,80	0,52	-0,53
Fe	%	0,01	7,62	4,27	3,23	12,79	0,37	-2,31
Hg	mg/kg	0,01	3,86	5,57	0,06	15,34	1,81	3,35
K	%	0,01	0,08	0,05	0,04	0,16	1,11	-0,37
Mg	%	0,01	0,65	0,59	0,09	1,70	0,95	0,19
Mn	mg/kg	1	777,71	631,71	69,00	2031,00	1,39	2,72
Mo	mg/kg	0,1	31,60	36,74	0,50	100,80	1,24	1,10
Na	%	0,001	0,01	0,00	0,00	0,01	0,62	0,25
Ni	mg/kg	0,1	11,34	7,88	5,00	22,60	1,01	-1,07
P	%	0,001	0,03	0,02	0,01	0,06	1,13	0,77
Pb	mg/kg	0,1	2635,50	3703,56	51,10	10000,00	1,61	2,29
S	%	0,05	4,04	4,78	0,05	10,00	0,51	-2,32
Se	mg/kg	0,5	22,41	26,17	0,50	60,10	0,61	-1,95
Sr	mg/kg	1	22,29	9,89	12,00	41,00	1,28	1,35
Zn	mg/kg	1	5318,29	4583,92	132,00	10000,00	0,05	-2,35

Co değerleri 14.90-22.40 mg/kg aralığında değişmekte olup ortalaması 17.54 mg/kg'dır. Co-Cr ($r=0.85$), Co-Ni ($r=0.78$) ve Co-Mn ($r=0.64$) arasında yüksek derecede pozitif bir ilişki bulunur.

As, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb ve Zn içerikleri sırasıyla 13.70-1781.70 mg/kg, 0.50-156.60 mg/kg ve 72.10-8802.80 mg/kg, 0.06-15.34 mg/kg, 0.5-100.80 mg/kg, 51.10-10000 mg/kg ve 132-10000 mg/kg aralıklarında değişir. Elementler arasında yüksek dereceli pozitif korelasyonlar bulunur. Bu ilişki elementlerin aynı kökenden kaynaklanarak örneklerde biriktiklerini göstermektedir.

4.2.1.3. Harköy Maden Sahası

Harköy maden sahasından 8 adet dere sedimanı örneğinin kimyasal analizi yaptırılmıştır. Bu örneklere ait bazı istatistik parametreler Tablo 4.12'de ve Spearman's rho korelasyon matrisi Ek Tablo 5'te verilmiştir.

Örneklerin Al, Mg, Ca, Na, K, P, Fe ve S içerikleri sırasıyla % 0.79-1.08, % 0.14-0.24, % 0.38-0.86, % 0.00-0.03, % 0.04-0.08, % 0.01-0.02, % 1.58-3.33 ve 0.05-0.85 aralıklarında değişmektedir.

Dere sedimanı örneklerinin Ag, Au, Ba, Sr ve Se içerikleri sırasıyla, 0.10-7 mg/kg, 8.10-148.80 $\mu\text{g/kg}$, 156-561 mg/kg, 15-34 mg/kg ve 0.5-2.80 mg/kg aralıklarında değişmektedir.

Örneklerin Cr, Mn ve Ni değerleri sırasıyla 5-8 mg/kg, 809-3091 mg/kg ve 3.40-20.50 mg/kg aralıklarında değişir. Ni-Al ($r=0.85$) ve Ni-Co ($r=0.88$) yüksek dereceli pozitif korelasyona sahiptir. Mn-Fe arasında da yüksek dereceli pozitif ($r=0.78$) bir ilişki vardır.

Co değerleri, 6.50- 14.30 mg/kg aralığında değişmekte olup ortalaması 11.25 mg/kg'dır. Co-Ni ($r=0.88$) arasında çok yüksek dereceli pozitif bir ilişki varken Co-Pb ($r=-0.83$) ve Co-Hg ($r=-0.81$) arasında çok yüksek negatif ilişkiler gözlenmiştir.

As, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb ve Zn içerikleri sırasıyla 11.40-250.30 mg/kg, 1.50-58.40 mg/kg ve 71.80-1105.90 mg/kg, 0.06-0.89 mg/kg, 0.30-10 mg/kg, 93.10-1122.20 mg/kg ve 184-10000 mg/kg aralıklarında değişir. Bu elementler birbirleriyle yüksek dereceli pozitif ilişkiler gösterir. Bu durum elementlerin köken birlikteliğine işaret eder.

Se elementinin Cu, Cd, Mo, S, Ag, Hg, Pb gibi elementlerle yüksek pozitif bir ilişkisi vardır. Se ve S elementleri jeokimyasal olarak birbirine benzerlik gösterir. Bu element çifti birbirlerinin yerini alabilirler. Se elementi kalkopirit içinde iz element olarak da yer alır.

Tablo 4.12. Harköy sahasına ait dere sedimanı örneklerinin analiz sonuçları

HARKÖY D.Sedimanı Element	Birim	DL	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Değer Aralığı Min. - Mak.		Çarpıklık	Basıklık
Ag	mg/kg	0,1	2,68	2,39	0,10	7,00	1,12	0,15
Al	%	0,01	0,94	0,12	0,79	1,08	0,26	-1,92
As	mg/kg	0,5	94,18	87,03	11,40	250,30	0,99	-0,36
Au	µg/kg	0,5	39,46	46,35	8,10	148,80	2,34	5,90
Ba	mg/kg	1	337,00	129,02	156,00	561,00	0,63	0,10
Ca	%	0,01	0,64	0,18	0,38	0,86	0,03	-1,49
Cd	mg/kg	0,1	16,53	18,61	1,50	58,40	1,95	4,24
Co	mg/kg	0,1	11,25	2,79	6,50	14,30	-0,56	-0,83
Cr	mg/kg	1	6,00	1,07	5,00	8,00	0,94	0,35
Cu	mg/kg	0,1	515,04	374,04	71,80	1105,90	0,34	-1,28
Fe	%	0,01	2,58	0,55	1,58	3,33	-0,30	0,92
Hg	mg/kg	0,01	0,35	0,29	0,06	0,89	1,24	0,41
K	%	0,01	0,05	0,02	0,04	0,08	1,12	-0,40
Mg	%	0,01	0,20	0,04	0,14	0,24	-0,10	-1,45
Mn	mg/kg	1	1568,63	736,77	809,00	3091,00	1,55	2,03
Mo	mg/kg	0,1	3,31	3,31	0,30	10,00	1,54	1,55
Na	%	0,001	0,01	0,01	0,00	0,03	0,86	-0,48
Ni	mg/kg	0,1	7,70	5,56	3,40	20,50	2,16	4,95
P	%	0,001	0,02	0,00	0,01	0,02	-0,27	0,59
Pb	mg/kg	0,1	552,13	381,31	93,10	1122,20	0,41	-1,51
S	%	0,05	0,19	0,27	0,05	0,85	2,74	7,63
Se	mg/kg	0,5	1,26	0,93	0,50	2,80	1,15	-0,49
Sr	mg/kg	1	23,38	7,54	15,00	34,00	0,41	-1,57
Zn	mg/kg	1	2535,63	3281,12	184,00	10000,00	2,11	4,51

4.2.1.4. İsrail Maden Sahası

İsrail maden sahasından 16 adet dere sedimanı örneğinin kimyasal analizi yaptırılmıştır. Bu örneklere ait bazı istatistik parametreler, Tablo 4.13.'te ve Spearman's rho korelasyon matrisi Ek Tablo 6'da verilmiştir.

Örneklerin Al, Mg, Ca, Na, K, P, Fe ve Se içerikleri sırasıyla % 0.02-1.22, % 0.09-0.67, % 0.01-0.58, % 0.00-0.05, % 0.03-0.29, % 0.00- 0.03, % 1.62-7.48 ve % 0.05-4.54 arasında değişir. Al-Ca, Al-Mg, Ca-Na, Al-P, Ca-P ve Fe-S element çiftleri arasında iyi derecede pozitif ilişkiler bulunur.

Örneklerin Ag, Au, Ba, Sr ve Se içerikleri sırasıyla 0.10-19.50 mg/kg, 2.40- 466.70 µg/kg, 27-1711 mg/kg, 2-43 mg/kg ve 0.5-23.80 mg/kg arasında değişir. Ag-Au, Ag-Se, Au-Se, Ba-Sr element çiftleri arasında orta-yüksek dereceli pozitif korelasyonlar bulunur.

Örneklerin Cr, Mn, Ni ve Co değerleri sırasıyla 1- 19 mg/kg, 37-880 mg/kg, 0.40-11.70 mg/kg ve 1.20-19.10 mg/kg aralıklarında değişir. Cr, Mn, Ni ve Co elementleri birbirleri ile yüksek dereceli pozitif ilişkiler sunmaktadır. Bu yüksek korelasyonlar ferromagnezyen mineral birlikteliğine dikkat çekmektedir.

As, Cd, Hg, Cu, Pb, Mo ve Zn değerleri sırasıyla 11.90-982.60 mg/kg, 0.70-7.80 mg/kg, 0.02-1.60 mg/kg, 59.30-2376.70 mg/kg, 28.60-1284.50 mg/kg, 0.60-44.40 mg/kg ve 126-1207 mg/kg arasında değişir. Bu elementler arasında yüksek dereceli pozitif ilişkiler bulunur. Bu durum maden kaynaklı kökensele birlikteliğe işaret eder.

Tablo 4.13. İsrail sahasına ait dere sedimanı örneklerinin analiz sonuçları

İSRAİL D.Sedimanı Element	Birim	DL	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Değer Aralığı		Çarpıklık	Basıklık
					Min.	Mak.		
Ag	mg/kg	0,1	2,45	4,93	0,10	19,50	3,23	10,73
Al	%	0,01	0,69	0,29	0,20	1,22	0,09	-0,77
As	mg/kg	0,5	143,06	249,58	11,90	982,60	3,03	9,41
Au	µg/kg	0,5	53,01	114,88	2,40	466,70	3,55	13,09
Ba	mg/kg	1	363,56	402,86	27,00	1711,00	2,72	8,94
Ca	%	0,01	0,22	0,16	0,01	0,58	0,82	0,26
Cd	mg/kg	0,1	2,38	1,73	0,70	7,80	2,19	6,21
Co	mg/kg	0,1	8,18	5,05	1,20	19,10	0,79	0,26
Cr	mg/kg	1	4,13	4,15	1,00	19,00	3,45	12,88
Cu	mg/kg	0,1	341,42	551,36	59,30	2376,70	3,79	14,81
Fe	%	0,01	3,55	1,90	1,62	7,48	1,10	0,24
Hg	mg/kg	0,01	0,24	0,38	0,02	1,60	3,38	12,12
K	%	0,01	0,08	0,06	0,03	0,29	3,48	13,34
Mg	%	0,01	0,27	0,15	0,09	0,67	1,19	2,25
Mn	mg/kg	1	519,94	253,24	37,00	880,00	-0,38	-0,83
Mo	mg/kg	0,1	7,17	11,61	0,60	44,40	2,69	7,33
Na	%	0,001	0,02	0,01	0,00	0,05	0,39	0,19
Ni	mg/kg	0,1	4,33	2,57	0,40	11,70	1,59	4,03
P	%	0,001	0,02	0,01	0,00	0,03	-0,41	-0,78
Pb	mg/kg	0,1	206,24	327,73	28,60	1284,50	2,94	8,56
S	%	0,05	0,92	1,45	0,05	4,54	2,13	3,48
Se	mg/kg	0,5	2,81	5,73	0,50	23,80	3,72	14,22
Sr	mg/kg	1	18,25	10,71	2,00	43,00	0,76	0,35
Zn	mg/kg	1	395,25	268,77	126,00	1207,00	1,89	4,95

4.2.2. Dere Sedimanlarındaki Kirliliğinin Değerlendirilmesi

4.2.2.1. Giriş

Sediman kirliliğinin değerlendirilmesinde birçok sayısal indeks kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında kullanılan indeksler kontaminasyon faktörü (Cf), kontaminasyon derecesi (CD), modifiye kontaminasyon derecesi (mCD), kirlilik yükü indeksi (PLI), zenginleşme faktörü (EF) ve jeobirikim indeksi (Igeo), potansiyel ekolojik risk faktörü (Eri) ve potansiyel ekolojik risk indeksi (RI)'dir.

Kirlilik faktörü (Cf), CD, mCD, PLI, EF ve Igeo sayısal indeksleri sedimanlardaki insan kaynaklı kirliliğin miktarını ortaya koyar. Eri ve RI indeksleri ise sedimanlardaki kirliliğin ekosistem üzerindeki etkisini araştırır [88]. Ortaya konulan kirliliğin olası etki seviyesini belirlemek için ise sınır değerlerden yararlanır. Sınır değerler için sediman kalite rehberleri (SQGs) kullanılmıştır.

4.2.2.1.1. Dere Sedimanlarındaki İnsan Kaynaklı Kirliliğin Belirlenmesi

Bu başlık altında Cf, CD, mCD, PLI, EF ve Igeo sayısal indeksleri verilecektir. Bu indekslerden Cf, EF ve I geo, metalleri ayrı ayrı inceleyerek insan kaynaklı kirliliğin miktarlarını ortaya koyar. CD, mCD ve PLI sayısal indeksleri ise tüm metallerin yaptığı ortak etkiyi inceler.

4.2.2.1.1.1. Kirlilik Faktörü (Cf)

Kirlilik faktörü, sediman örneklerinin kontaminasyonunu değerlendirmede sık kullanılan bir indekstir. Sedimanlar içinde ölçülen bir elementin konsantrasyonunun, aynı elemente ait temel (referans, background) değerler içindeki konsantrasyonuna bölünmesiyle hesaplanır [89].

$$C_f^i = C^i / C_n^i \quad (4.3.)$$

Formülde C^i , örnekte ölçülen metal konsantrasyonu ve C_n^i ise aynı metale ait temel değeri ifade eder. Hakanson [89], temel değerler için endüstri dönemi öncesini referans almıştır. Günümüzde indekslerin hesaplanmasında dünya ortalama değerleri [90] veya

ortalama yerkabuğu değerleri [91] kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise kontrol sahası örneklerinin ortalaması kullanılmıştır. Tablo 4.14'te kirlilik faktörü sınıflaması [89] verilmiştir.

Tablo 4.14. Kirlilik faktörü sınıflaması [89].

C_f Değeri	Kirlenme seviyesi
$C_f < 1$	Düşük Kirlilik
$1 \leq C_f < 3$	Orta Kirlilik
$3 \leq C_f < 6$	önemli Kirlilik
$C_f \geq 6$	çok yüksek Kirlilik

4.2.2.1.1.2. Kirlilik derecesi (CD) ve Modifiye Kirlilik Derecesi (mCD)

Kirlilik derecesi (CD) bütün kirlilik faktörlerinin (C_f) toplamını ifade eder. Hakanson [89] tarafından ortaya konan CD dört sınıfa ayrılır (Tablo 4.15). Çalışılan element sayısı arttıka CD değeri artar. Bu da farklı çalışmaları kıyaslamada problemlere neden olabilmektedir [92]. Abraham ve Parker [92] CD formülünü modifiye ederek mCD formülünü geliştirmiştir.

$$CD = \sum_1^n C_f^i \quad (4.4.)$$

Tablo 4.15. Kirlilik derecesi (CD) sınıflandırması [89].

CD Değeri	Kirlenme Derecesi
$CD < 8$	Düşük Kirlilik
$8 \leq CD < 16$	Orta Kirlilik
$16 \leq CD < 32$	nemli Kirlilik
$CD \geq 32$	çok Yüksek Kirlilik

$$mCD = \sum_1^n C_f^i / n \quad (4.5)$$

mCD, tüm kontaminasyon faktörlerinin toplamının, çalışılan metal sayısına bölünmesinden elde edilir. Formüldeki n, çalışılan toplam metal sayısını ifade eder. Abraham ve Parker [92] mCD için yedi sınıf önermiştir (Tablo 4.16).

Tablo 4.16. Modifiye kontaminasyon derecesi sınıflaması [92].

mCD Değeri	Kirlenme Derecesi
$mCD < 1.5$	Sıfırdan çok düşüğe
$1.5 \leq mCD < 2$	Düşük
$2 \leq mCD < 4$	Orta
$4 \leq mCD < 8$	Yüksek
$8 \leq mCD < 16$	Çok yüksek
$16 \leq mCD < 32$	Aşırı Yüksek
$mCD \geq 32$	Ultra yüksek

4.2.2.1.1.3. Kirlilik Yükü İndeksi (PLI)

Kirlenme veya Kontaminasyon (Contamination) olmaması gereken veya temel değer (background) seviyesinin üstünde bir maddenin varlığı için kullanılır ve her zaman kirlilik (pollution) oluşturmaz. Ancak Kirlilik (Pollution) ise kontaminasyonun bir sonucudur ve çevredeki tüm canlılar için olumsuz etkilere neden olabilir.

Kirlilik Yükü İndeksi (PLI), Tomlinson [93] tarafından önerilmiştir. İndeks her bir örnekleme noktası için kirlilik sonucu verir.

$$PLI = (Cf_1 \times Cf_2 \times Cf_3 \times \dots \times Cf_n)^{(1/n)} \quad (4.6)$$

Formülde yer alana Cf, kirlilik faktörlerini ve n ise çalışılan element sayısını ifade eder. Örnekleme noktasında $PLI > 1$ ise kirlilik var, $PLI < 1$ ise kirlilik yok demektir [94].

4.2.2.1.1.4. Zenginleşme Faktörü (EF)

Zenginleşme Faktörü (EF), ilk defa Buat-Menard ve Chesselet [95] tarafından kullanılmıştır. Bu faktör, elementlerin kökensel dağılımını (jeojenik ve/veya antropojenik) değerlendirmede sıklıkla kullanılır. EF değeri, bir elementin seçilen bir referans elemente göre normalleştirilmesiyle hesaplanır.

$$EF = (\text{Element/Alüminyum})_{\text{örnek}} / (\text{Element/Alüminyum})_{\text{temel değer}} \quad (4.7)$$

Normalleştirme hesaplamasında birçok element kullanılmakla birlikte genellikle, Fe, Al, Ti ve Zr gibi jeokimyasal hareketliliği düşük elementler seçilir. Bu çalışmada ise referans element olarak Al seçilmiştir. Temel değer olarak, inceleme sahasını temsil eden dere sedimanı örneklerinin aritmetik ortalaması alınmıştır. Zenginleşme faktörü, Sutherland [96] tarafından beş ayrı sınıfa ayrılmıştır (Tablo 4.17).

Tablo 4.17. Zenginleşme faktörü sınıflaması [96].

EF Değeri	Açıklama
$EF < 2$	Az zenginleşme
$2 \leq EF \leq 5$	Orta zenginleşme
$5 \leq EF \leq 20$	Önemli Ölçüde zenginleşme
$20 \leq EF \leq 40$	Çok yüksek zenginleşme
$EF > 40$	Aşırı zenginleşme

4.2.2.1.1.5. Jeobirikim İndeksi (I_{geo})

Jeobirikim indeksi Müller [97] tarafından önerilmiştir. Elementler temel değerler ile kıyaslanarak kirliliğin seviyesi belirlenir.

$$I_{geo} = \log_2 (C_n / (1,5 \times B_n)) \quad (4.8)$$

Eşitlikte Cn: Örnekteki element konsantrasyonunu; Bn: elementin temel değerini ifade eder. Formülde geçen katsayı (1,5), litojenik etkiler nedeniyle kullanılan bir faktördür. Jeobirikim indeksi, Müller [97] tarafından 7 ayrı kirlilik sınıfında incelenir (Tablo 4.18).

Tablo 4.18. Jeobirikim indeksi sınıflaması [97].

I_{geo} değeri	Sınıfı	Sediment Kalitesi
$I_{geo} \leq 0$	0	Pratik olarak kirlenmemiş
$0 < I_{geo} \leq 1$	1	Kirlenmemiş - Orta derecede kirlenmiş
$1 < I_{geo} \leq 2$	2	Orta derecede kirlenmiş
$2 < I_{geo} \leq 3$	3	Orta- Çok Kirlenmiş
$3 < I_{geo} \leq 4$	4	Çok Kirlenmiş
$4 < I_{geo} \leq 5$	5	Çok- Aşırı Kirlenmiş
$I_{geo} > 5$	6	Aşırı Kirlenmiş

4.2.2.1.2. Dere Sedimanındaki Kirliliğin Ekosistemdeki Etkilerinin Belirlenmesi

Bu başlık altında Ekolojik risk faktörü (Er^i) ve Potansiyel ekolojik risk indeksinden bahsedilmiştir. Er^i indeksi, metalleri ayrı ayrı değerlendirir. RI indeksi ise tüm metallerin yaptığı ortak etkiyi inceler.

4.2.2.1.2.1. Ekolojik Risk Faktörü (Er^i)

Ekolojik Risk Faktörü (Er^i) ilk olarak Hakanson [89] tarafından kullanılmış olup kirliliğin mevcut canlılara etkisini gösteren bir formüldür [88].

$$Er_f^i = T_r^i \times C_f^i \quad (4.9)$$

Formülde yer alan T_r^i , toksik tepki faktörünü ifade eder. Cıva, Cd, As, Co, Cu, Ni, Pb, Cr, Mn, Zn elementleri için T_r değerleri sırasıyla 40, 30, 10, 5, 5, 5, 5, 2, 1, 1'dir.

Formülde yer alan Cf ise elementin kirlilik faktörüdür. Er^i değeri, her element için ayrı ayrı hesaplanır. Ekolojik risk faktörü sınıflaması Tablo 4.19'da verilmiştir.

Tablo 4.19. Ekolojik Risk Faktörü Sınıflaması [88].

Er^i	Kirlilik derecesi
$Er^i < 30$	Düşük
$30 \leq Er^i < 60$	Orta
$60 \leq Er^i < 120$	Önemli
$120 \leq Er^i < 240$	Yüksek
$Er^i \geq 240$	Çok yüksek

4.2.2.1.2.2. Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (RI)

Potansiyel ekolojik risk indeksi (RI), tüm Er^i değerlerinin toplamını ifade eder. Tablo 4.20'de indekse ait sınıflama verilmiştir.

$$RI = \sum_{i=1}^n Er_f^i \quad (4.10)$$

Tablo 4.20. Potansiyel ekolojik risk indeksi sınıflaması [88].

RI	Risk Derecesi
$RI < 150$	Düşük
$150 \leq RI < 300$	Orta
$300 \leq RI < 600$	Önemli
$RI \geq 600$	Yüksek

4.2.2.1.3. Sediman Kalite Rehberleri (SQGs)

Literatürde çeşitli sediman kalite rehberleri bulunmaktadır. Bu çalışmada iki farklı rehber kullanılmıştır. Bunlardan ilki US EPA tarafından geliştirilen sediman kalite rehberi [98] olup sınır değerler Tablo 4.21'de verilmiştir.

Tablo 4.21. US EPA sediman kalite rehberi [98].

Element mg/kg	Kirlenmemiş	Az Kirlenmiş	Kirlenmiş
As	<3	3-8	>8
Cd	-	-	>6
Cr	<25	25-75	>75
Cu	<25	25-50	>50
Fe %	<1,7	1,7-2,5	>2,5
Mn	<300	300-500	>500
Ni	<20	20-50	>50
Pb	<40	40-60	>60
Zn	<90	90-200	>200

İkinci rehber, MacDonalld [99] tarafından geliştirilmiş olup TEC (Eşik Etki Konsantrasyon) ve PEC (Muhtemel Etki Konsantrasyonu) değerlerinden oluşur. Rehberde ait sınır değerler Tablo 4.22’de verilmiştir.

Sediman örneklerindeki metal konsantrasyonları, TEC değerinin altında ise sucul canlılar için güvenli ortamdan söz edilebilir. Ancak ortalama değerler, PEC değerlerinin üstünde ise zararlı etkilerin görülmesi muhtemeldir [99].

Tablo 4.22. Sediman kalite rehberine (SQGs) ait sınır değerler [99].

Element mg/kg	TEC	PEC	Element mg/kg	TEC	PEC
As	9,79	33	Hg	0,18	1,06
Cd	0,99	4,98	Ni	22,70	48,60
Cr	43,40	111	Pb	35,80	128
Cu	31,60	149	Zn	121	459

4.2.2.2. Maden Sahalarındaki Dere Sedimanı Kirliliğinin Değerlendirilmesi

4.2.2.2.1. Eseli Maden Sahası

Eseli maden sahasından alınan 7 adet örnek için kirlilik değerlendirilmesi yapılmış olup ilgili örnek haritası Ek Şekil 2’de verilmiştir.

- Dere Sedimanındaki İnsan Kaynaklı Kirliliğin Belirlenmesi

Eseli maden sahasından alınan dere sedimanı örneklerine ait Cf (kirlilik faktörü), CD (kirlilik derecesi), mCD (modifiye kirlilik derecesi) ve PLI (Kirlilik yükü indeksi) indeksleri hesaplanarak Tablo 4.23’te verilmiştir.

Tablo 4.23. Eseli sahasına ait dere sedimanlarının Cf, CD, mCD ve PLI değerleri

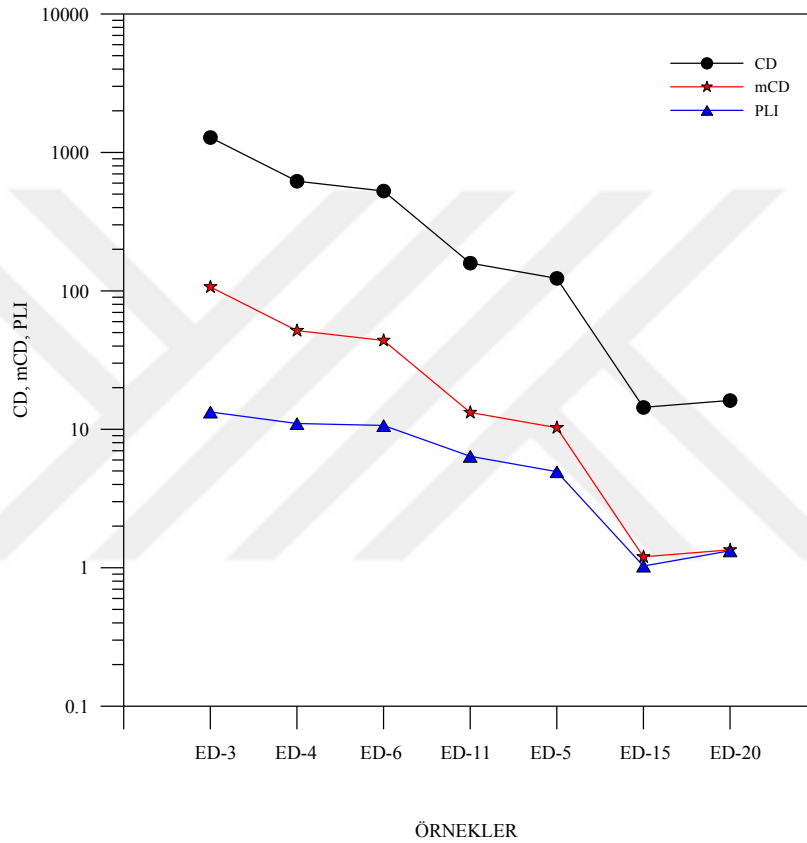
ÖRNEK	Kirlilik Faktörleri (Cf)												CD	mCD	PLI
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn			
ED-3	162,71	240,92	1,08	0,06	165,78	4,33	306,80	0,09	168,00	0,38	166,81	65,36	1282,31	106,86	13,34
ED-4	70,09	97,08	1,18	0,11	102,05	4,34	113,80	0,39	86,17	0,40	78,68	65,36	619,63	51,64	11,00
ED-5	10,60	22,62	1,37	0,74	28,79	1,58	17,20	0,98	11,17	0,77	6,35	21,01	123,17	10,26	4,95
ED-6	62,65	81,38	1,20	0,17	96,17	3,58	93,40	0,64	73,33	0,43	48,39	65,36	526,71	43,89	10,66
ED-11	7,29	12,77	1,62	2,63	65,22	1,91	6,00	2,51	27,67	1,72	5,35	24,18	158,86	13,24	6,38
ED-15	2,45	0,77	1,11	0,29	2,31	1,09	2,00	1,20	0,83	0,64	0,85	0,86	14,41	1,20	1,03
ED-20	1,25	1,23	1,33	1,89	1,36	1,25	1,20	0,93	1,50	1,73	1,30	1,20	16,17	1,35	1,33
Min.	1,25	1,23	1,08	0,06	1,36	1,25	1,20	0,09	1,50	0,38	1,30	1,20	14,41	1,20	1,03
Mak.	162,71	240,92	1,62	2,63	165,78	4,34	306,80	2,51	168,00	1,73	166,81	65,36	1282,31	106,86	13,34
Arit. Ort.	46,46	68,37	1,31	0,91	69,74	2,65	79,37	0,93	54,14	0,88	44,75	37,64	391,61	32,63	6,96

Eseli maden sahası örneklerindeki elementlerin ortalama Cf değerleri azalan sırayla Hg>Cu>Cd>Mo>As>Pb>Zn>Fe> Co>Mn>Cr>Ni şeklindedir (Tablo 4.23). Cr, Mn ve Ni elementleri “Düşük”; Co ve Fe elementleri “Orta”; As, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb ve Zn elementleri “Çok yüksek” kirlilik sınıflamasında yer alır. Yüksek kirlilik, maden atık sahasına yakın örneklerde gözlenmiştir. Çömlekçi Deresi’nde ise tüm elementler, “Düşük” ve “Orta” kirlilik sınıfında yer almıştır.

Kirlilik derecesi (CD) sonuçlarına göre, Çömlekçi Deresi örnekleri “Orta” kirlilik gösterirken, diğer noktalar “Çok Yüksek” kirlilik sınıfında yer almıştır (Şekil 4.13).

Örneklerin modifiye kirlilik derecesi (mCD) sonuçlarına göre, Çömlekçi Deresi “Sıfırdan Çok Düşüğe” sınıfında yer alır. Maden sahası içinden alınan örnekler ise “Çok Yüksek” ve “Ultra Yüksek” sınıflarında yer almaktadır (Şekil 4.13).

Örneklerin PLI’sı 1,03- 13,34 arasında değişmektedir (Tablo 4.23). CD ve mCD sonuçlarına paralel şekilde, Çömleki Deresi düşük kirlilik gösterirken, maden sahası içinden alınan örnekler yüksek değerler sunmaktadır (Şekil 4.13)



Şekil 4.13. Eseli sahasına ait dere sedimanı örneklerinin CD, mCD ve PLI grafikleri

Eseli maden sahasından alınan dere sedimanı örneklerine ait EF ve I_{geo} değerleri Tablo 4.24’te verilmiştir.

Örneklerinin ortalama EF değerleri azalan sırayla Zn>Cu>Pb>As>Hg>Cd>Mo>Mn>Fe>Co>Ni>Cr şeklindedir. Genel olarak en yüksek zenginleşme maden sahası içinden alınan (ED-3, ED-4 ve ED-6) örneklerdedir. Tüm elementlerin en az zenginleştiği nokta ise Çömlekçi Deresi’ne aittir.

Örneklerin ortalama I_{geo} değerleri azalan sırayla $Cu>Hg>Cd>Mo>As>Zn>Pb>Fe>Ni>Co>Mn>Cr$ şeklindedir. Lokasyon bazlı bakıldığında EF sonuçlarına benzer şekilde Çömlekçi Deresi “Pratik olarak kirlenmemiş” ve “Kirlenmemiş-Orta derecede kirlenmiş” sınıflarında yer alırken maden sahası içinden alınan örnekler “Aşırı Kirlenmiş” sınıfta gözlenir.

Tablo 4.24. Eseli sahasına ait dere sedimanlarının EF ve I_{geo} değerleri

ÖRNEK	As		Cd		Co		Cr		Cu		Fe	
	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}
ED-3	1100,08	6,76	1628,85	7,33	7,30	-0,47	0,39	-4,71	1120,80	6,79	29,29	1,53
ED-4	375,83	5,55	520,53	6,02	6,33	-0,34	0,61	-3,71	547,18	6,09	23,25	1,53
ED-5	11,14	0,71	23,76	-0,96	1,44	-0,44	0,78	-2,39	30,25	0,63	1,66	-0,45
ED-6	1491,30	5,38	115,00	5,76	36,09	-0,32	6,52	-3,13	11101,30	6,00	22,96	1,25
ED-11	12,88	2,28	22,56	3,09	2,87	0,11	4,64	0,81	115,25	5,44	3,37	0,34
ED-15	12,68	2,82	27,05	3,91	1,64	-0,13	0,89	-1,01	34,44	4,26	1,89	0,07
ED-20	0,97	-0,26	0,95	-0,29	1,03	-0,17	1,46	0,33	1,05	-0,14	0,97	-0,26
Ortalama	429,27	3,32	334,10	3,55	8,10	-0,25	2,18	-1,97	1850,04	4,15	11,91	0,57
Minimum	0,97	-0,26	0,95	-0,96	1,03	-0,47	0,39	-4,71	1,05	-0,14	0,97	-0,45
Maksimum	1491,30	6,76	1628,85	7,33	36,09	0,11	6,52	0,81	11101,30	6,79	29,29	1,53
ÖRNEK	Hg		Mn		Mo		Ni		Pb		Zn	
	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}
ED-3	2074,23	7,68	0,58	-4,13	1135,83	6,81	2,58	0,03	1127,75	6,80	441,89	5,45
ED-4	610,20	6,25	2,07	-1,96	462,03	5,84	2,13	0,03	421,86	5,71	350,46	5,45
ED-5	18,07	0,42	1,03	-0,32	11,73	-0,85	0,81	0,03	6,67	-0,82	22,07	-0,80
ED-6	10,15	5,96	1126,09	-1,23	95,65	5,61	12,17	0,03	6306,74	5,01	21739,13	5,45
ED-11	10,60	2,00	4,44	0,74	48,89	4,21	3,04	1,23	9,46	1,83	42,72	4,01
ED-15	20,57	3,52	1,17	-0,61	13,36	2,90	0,92	0,03	7,60	2,08	25,13	3,81
ED-20	0,93	-0,32	0,72	-0,68	1,16	0,00	1,33	0,83	1,01	-0,20	0,93	-0,33
Ortalama	392,11	3,64	162,30	-1,17	252,66	3,50	3,28	0,31	1125,87	2,92	3231,76	3,29
Minimum	0,93	-0,32	0,58	-4,13	1,16	-0,85	0,81	0,03	1,01	-0,82	0,93	-0,80
Maksimum	2074,23	7,68	1126,09	0,74	1135,83	6,81	12,17	1,23	6306,74	6,80	21739,13	5,45

- Sedimandaki Kirliliğin Ekosistem Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi

Eseli maden sahasından alınan dere sedimanı örnekleri için ekolojik risk faktörü (Er^i) ve potansiyel ekolojik risk indeksi (RI) hesaplamaları yapılmış ve Tablo 4.25’te verilmiştir.

Eseli maden sahası elementlerin ortalama Er^i değerleri azalan sırayla $Hg>Cd>As>Cu>Pb>Zn>Co>Ni>Cr>Ni$ şeklindedir. Ortalama Eri değerlerine göre Co, Ni, Cr ve Mn elementleri “Düşük”; Zn elementi “Orta”; Pb elementi “Yüksek”; Cu, As, Cd ve Hg elementleri “Çok yüksek” kirlilik derecesinde sınıflanmaktadır.

Potansiyel ekolojik risk indeksi (RI), tüm metallerin yaptığı ortak etkiyi inceler. Dolayısıyla hesaplanan RI değerlerine göre maden sahası içinden alınan tüm örnekler

“Yüksek” ekolojik risk gösterirken Çömlekçi Deresi’nde “Düşük” ekolojik risk belirlenmiştir.

Tablo 4.25. Eseli sahasına ait dere sedimanlarının Er^i ve RI değerleri

ÖRNEKLER	Ekolojik Risk Faktörü (Er^i)										RI
	Er^i -As	Er^i -Cd	Er^i -Co	Er^i -Cr	Er^i -Cu	Er^i -Hg	Er^i -Mn	Er^i -Ni	Er^i -Pb	Er^i -Zn	
ED-3	1627,12	7227,69	5,40	0,11	828,89	12272,00	0,09	1,91	834,03	65,36	22862,60
ED-4	700,91	2912,31	5,91	0,23	510,24	4552,00	0,39	1,98	393,38	65,36	9142,70
ED-5	106,03	678,46	6,85	1,49	143,95	688,00	0,98	3,85	31,75	21,01	1682,37
ED-6	626,48	2441,54	6,01	0,34	480,85	3736,00	0,64	2,14	241,96	65,36	7601,33
ED-11	72,88	383,08	8,12	5,26	326,11	240,00	2,51	8,59	26,76	24,18	1097,47
ED-15	24,50	23,10	5,55	0,58	11,55	80,00	1,20	3,20	4,25	0,86	154,79
ED-20	12,51	36,92	6,67	3,77	6,79	48,00	0,93	8,63	6,52	1,20	131,94
Minimum	12,51	23,10	5,40	0,11	6,79	48,00	0,09	1,91	4,25	0,86	131,94
Maksimum	1627,12	7227,69	8,12	5,26	828,89	12272,00	2,51	8,63	834,03	65,36	22862,60
Arit. Ort.	452,92	1957,59	6,36	1,68	329,77	3088,00	0,96	4,33	219,81	34,76	6096,17

- Sediman Kalite Rehberleri (SQGs)

Eseli maden sahası örnekleri, sediman kalite rehberleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Eseli maden sahasına ait ortalama konsantrasyonlar referans değerler (kontrol sahası ortalaması ve ortalama şeyl) ile kıyaslandığında As, Cd, Cu, Fe, Hg, Mo, Pb ve Zn elementleri yüksek değerler sunmaktadır.

US EPA tarafından önerilen sediman kalite rehberlerine göre As, Cu ve Fe elementleri tüm örnek lokasyonlarında “Kirlenmiş” sınıfındadır. Maden sahası içinden alınan örneklerde ayrıca Cd, Pb ve Zn elementleri de “Kirlenmiş” sınıfta yer alır.

MacDonald [99] tarafından önerilen sediman kalite rehberine göre, maden sahası içinden alınan örneklerde As, Cd, Cu, Pb ve Zn elementleri PEC değeri üzerindedir. Çömlekçi Deresi’nde ise PEC değerini geçen bir element bulunmamaktadır. Bu durum, deredeki sucul canlıların ağır metallere olumsuz etkilenmesinin düşük olduğunu göstermektedir.

4.2.2.2.2. Harköy Maden Sahası

Harköy maden sahasından alınan 8 adet örnek için kirlilik değerlendirme yapılmış olup ilgili örnek haritası Ek Şekil 2’de verilmiştir.

- Dere Sedimanındaki İnsan Kaynaklı Kirliliğin Belirlenmesi

Harköy maden sahasından alınan dere sedimanı örneklerine ait Cf (kirlilik faktörü), CD (kirlilik derecesi), mCD (modifiye kirlilik derecesi) ve PLI (Kirlilik yükü indeksi) indeksleri hesaplanarak Tablo 4.26’da verilmiştir.

Tablo 4.26. Harköy sahasına ait dere sedimanlarının Cf, CD, mCD ve PLI değerleri

ÖRNEKLER	Kirlilik Faktörleri (Cf)												CD	mCD	PLI
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn			
HD-2	22,86	38,46	0,65	0,34	20,83	1,11	17,80	1,80	16,67	0,34	18,72	28,69	168,27	14,02	5,25
HD-3	17,10	8,46	0,47	0,34	16,38	0,79	14,00	1,00	11,17	0,26	15,67	7,93	93,58	7,80	3,28
HD-10	3,47	21,23	0,79	0,34	5,50	0,85	5,40	1,56	3,00	0,39	6,66	9,20	58,38	4,86	2,49
HD-12	2,54	2,62	1,04	0,40	2,32	0,86	3,20	1,52	2,33	0,51	2,86	1,82	22,02	1,83	1,53
HD-11	3,30	19,23	0,68	0,29	5,68	0,84	4,80	1,53	2,50	0,37	6,66	9,58	55,46	4,62	2,33
HD-13	1,04	2,31	0,99	0,29	1,35	0,87	1,20	2,77	0,50	0,50	1,55	1,20	14,58	1,22	1,02
HD-14	12,21	21,23	0,90	0,46	11,73	1,13	6,60	3,83	4,67	0,77	14,92	8,79	87,22	7,27	4,00
HD-15	6,29	89,85	1,01	0,29	13,80	0,54	3,60	1,52	3,33	1,56	6,64	65,36	193,79	16,15	3,96
Minimum	1,04	2,31	0,47	0,29	1,35	0,54	1,20	1,00	0,50	0,26	1,55	1,20	14,58	1,22	1,02
Maksimum	22,86	89,85	1,04	0,46	20,83	1,13	17,80	3,83	16,67	1,56	18,72	65,36	193,79	16,15	5,25
Ortalama	8,60	25,42	0,82	0,34	9,70	0,87	7,08	1,94	5,52	0,59	9,21	16,57	86,66	7,22	2,98

Harköy sahasında elementlerin ortalama Cf değerleri azalan sırayla, Cd>Zn>Cu>Pb>As>Hg>Mo>Mn>Fe>Co>Ni>Cr şeklindedir. Co, Cr, Fe ve Ni elementleri “Düşük”; Mn elementi “Orta”; Mo elementi “Önemli”; As, Cd, Cu, Hg, Pb ve Zn elementleri “Çok yüksek” kirlilik sınıflamasında yer alır.

Harköy sahasının CD sonuçlarına göre, HD-13 ve HD-12 örnekleri sırasıyla “Orta” ve “Önemli” kirlilik derecelerine sahiptir. Diğer tüm örnekler ise “Çok Yüksek” kirlilik sınıfındadır (Şekil 4.14).

Örneklerin mCD sonuçlarına göre, HD-13 ve HD-12 örnekleri sırasıyla “Sıfırdan çok düşüğe” ve “Düşük” kirlenme derecelerine sahiptir. Diğer örnekler ise “Yüksek” derecelerde kirlenme gösterir (Şekil 4.14).

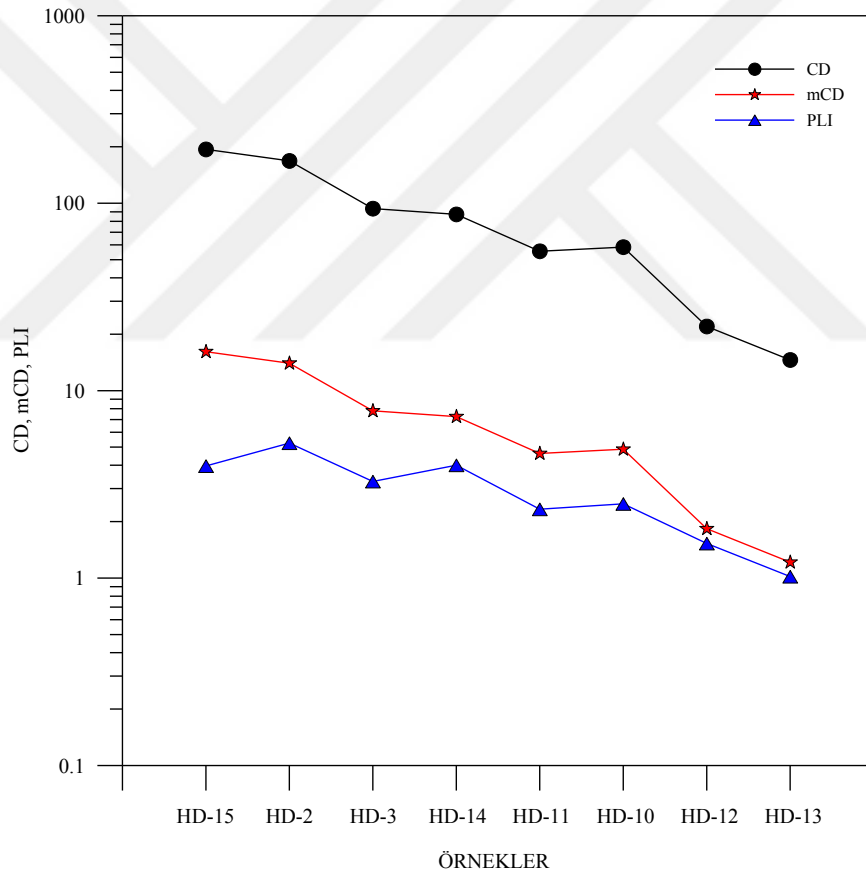
Örneklerin PLI’sı 1’den yüksektir. Ancak HD-12 (PLI= 1,53) ve HD-13 (PLI= 1,02) örnekleri, Harköy maden sahanın en düşük PLI’ya sahiptir (Şekil 4.14).

Harköy maden sahasından alınan dere sedimanı örneklerine ait EF ve I_{geo} değerleri Tablo 4.27’de verilmiştir.

Harköy maden sahası dere sedimanı örneklerinde ortalama EF değerleri azalan sırayla Cd>Zn>Cu>Pb>As>Hg>Mo>Mn>Fe>Co>Ni>Cr şeklindedir.

Sahada en az zenginleşmeyi maden atık sahasından uzak alınan HD-13 ve HD-12 örnekleri göstermiştir. Diğer örnekler çamurtaşı birimi ve galeri deşarjından yoğun etkilenmiş olup yüksek zenginleşmeler gösterir.

Harköy maden sahası örneklerinin ortalama I_{geo} değerleri azalan sırayla Cd>Zn>Pb>Cu>As>Hg>Mo>Mn>Fe>Co>Ni>Cr şeklindedir. HD-12 ve HD-13 örnekleri sahada en az kirlenen örneklerdir. Diğer örnek noktaları yüksek kirlilik gösterir.



Şekil 4.14. Harköy sahasına ait dere sedimanı örneklerinin CD, mCD ve PLI grafiği

Tablo 4.27. Harköy sahasına ait dere sedimanlarının EF ve I_{geo} değerleri

ÖRNEK	As		Cd		Co		Cr		Cu		Fe	
	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}
HD-2	44,99	3,93	75,71	4,68	1,28	-1,20	0,67	-2,13	40,99	3,80	2,18	-0,44
HD-3	31,28	3,51	15,48	2,50	0,86	-1,67	0,63	-2,13	29,97	3,45	1,45	-0,92
HD-10	6,00	1,21	36,68	3,82	1,36	-0,93	0,59	-2,13	9,49	1,87	1,47	-0,82
HD-12	3,72	0,76	3,84	0,80	1,52	-0,53	0,59	-1,91	3,41	0,63	1,26	-0,81
HD-11	6,18	1,14	36,03	3,68	1,28	-1,14	0,54	-2,39	10,65	1,92	1,58	-0,83
HD-13	1,53	-0,53	3,39	0,62	1,45	-0,61	0,42	-2,39	1,98	-0,15	1,28	-0,78
HD-14	20,86	3,03	36,28	3,82	1,54	-0,74	0,78	-1,71	20,04	2,97	1,93	-0,41
HD-15	9,06	2,07	129,36	5,90	1,45	-0,57	0,41	-2,39	19,87	3,20	0,77	-1,49
Ortalama	15,45	1,89	42,09	3,23	1,34	-0,92	0,58	-2,15	17,05	2,21	1,49	-0,81
Minimum	1,53	-0,53	3,39	0,62	0,86	-1,67	0,41	-2,39	1,98	-0,15	0,77	-1,49
Maksimum	44,99	3,93	129,36	5,90	1,54	-0,53	0,78	-1,71	40,99	3,80	2,18	-0,41
ÖRNEK	Hg		Mn		Mo		Ni		Pb		Zn	
	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}
HD-2	35,04	3,57	3,55	0,27	32,81	3,47	0,66	-2,16	36,85	3,64	56,48	3,64
HD-3	25,61	3,22	1,83	-0,58	20,43	2,90	0,47	-2,53	28,66	3,38	14,52	3,38
HD-10	9,33	1,85	2,69	0,05	5,18	1,00	0,67	-1,95	11,50	2,15	15,89	2,15
HD-12	4,69	1,09	2,22	0,02	3,42	0,64	0,75	-1,55	4,20	0,93	2,68	0,93
HD-11	8,99	1,68	2,87	0,03	4,68	0,74	0,69	-2,03	12,48	2,15	17,95	2,15
HD-13	1,76	-0,32	4,07	0,89	0,73	-1,58	0,74	-1,57	2,28	0,05	1,76	0,05
HD-14	11,28	2,14	6,54	1,35	7,97	1,64	1,32	-0,96	25,49	3,31	15,02	3,31
HD-15	5,18	1,26	2,19	0,02	4,80	1,15	2,25	0,06	9,57	2,15	94,11	2,15
Ortalama	12,74	1,81	3,25	0,26	10,00	1,24	0,94	-1,59	16,38	2,22	27,30	2,22
Minimum	1,76	-0,32	1,83	-0,58	0,73	-1,58	0,47	-2,53	2,28	0,05	1,76	0,05
Maksimum	35,04	3,57	6,54	1,35	32,81	3,47	2,25	0,06	36,85	3,64	94,11	3,64

- Sedimandaki Kirliliğin Ekosistem Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi

Harköy maden sahasından alınan dere sedimanı örnekleri için Erⁱ ve RI sonuçları Tablo 4.28’de verilmiştir.

Tablo 4.28. Harköy sahasına ait dere sedimanlarının Erⁱ ve RI değerleri

ÖRNEKLER	Ekolojik Risk Faktörü (Eri)										RI
	Eri-As	Eri-Cd	Eri-Co	Eri-Cr	Eri-Cu	Eri-Hg	Eri-Mn	Eri-Ni	Eri-Pb	Eri-Zn	
HD-2	228,58	1153,85	3,26	0,69	104,13	712,00	1,80	1,68	93,59	28,69	2328,28
HD-3	170,96	253,85	2,36	0,69	81,92	560,00	1,00	1,30	78,33	7,93	1158,33
HD-10	34,70	636,92	3,95	0,69	27,48	216,00	1,56	1,95	33,28	9,20	965,72
HD-12	25,39	78,46	5,18	0,80	11,62	128,00	1,52	2,56	14,31	1,82	269,66
HD-11	32,97	576,92	3,41	0,57	28,42	192,00	1,53	1,83	33,31	9,58	880,54
HD-13	10,41	69,23	4,93	0,57	6,76	48,00	2,77	2,52	7,76	1,20	154,16
HD-14	122,10	636,92	4,49	0,91	58,63	264,00	3,83	3,85	74,58	8,79	1178,12
HD-15	62,92	2695,38	5,04	0,57	69,01	144,00	1,52	7,82	33,22	65,36	3084,85
Minimum	10,41	69,23	2,36	0,57	6,76	48,00	1,00	1,30	7,76	1,20	154,16
Maksimum	228,58	2695,38	5,18	0,91	104,13	712,00	3,83	7,82	93,59	65,36	3084,85
Arit. Ort.	86,00	762,69	4,08	0,69	48,50	283,00	1,94	2,94	46,05	16,57	1252,46

Harköy maden sahasında elementlerin ortalama Er^i değerleri azalan sırayla Cd>Hg>As>Cu>Pb>Zn>Co>Ni>Mn>Cr şeklindedir. Ortalama Er^i değerlerine göre Zn, Co, Ni, Mn ve Cr elementleri “Düşük”; Pb ve Cu elementleri “Orta”; As elementi “Önemli”; Cu,As, Cd ve Hg elementleri “Çok yüksek” kirlilik derecesinde sınıflanmıştır.

RI değerlerine göre HD-12 ve HD-13 örnekleri “Orta” dereceli ekolojik risk gösterirken, diğer örnekler “Yüksek” dereceler içerir.

- Sediman Kalite Rehberleri (SQGs)

Harköy maden sahası örnekleri sediman kalite rehberleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Harköy maden sahasına ait ortalama konsantrasyonlar referans değerler (kontrol sahası ortalaması ve ortalama şeyl) ile kıyaslandığında As, Cd, Cu, Mn, Mo, Pb ve Zn elementleri yüksek değerler sunar.

US EPA tarafından önerilen sediman kalite rehberine göre As, Cu, Mn ve Pb elementleri, tüm örnek lokasyonlarında “Kirlenmiş” sınıftadır. Ayrıca maden atık sahası yakınından alınan örneklerde Cd ve Zn elementleri de “Kirlenmiş” sınıfta yer alır.

MacDonald [99] tarafından önerilen sediman kalite rehberine göre As elementi tüm örnek noktalarında PEC değeri üzerindedir. Pb elementi ise HD-13 örneği dışındaki tüm noktalarda PEC değerini geçmiştir. Cd, Cu ve Zn elementleri HD-12 ve HD-13 örnekleri harici diğer örnek noktalarında PEC değeri üzerindedir. Bu sonuçlara göre ağır metaller sucul canlılar için olumsuz etkilere neden olabilir.

4.2.2.2.3. İsrail Maden Sahası

İsrail maden sahasından alınan 16 adet örnek için kirlilik değerlendirmesi yapılmış olup ilgili örnek haritası Ek Şekil 2’de verilmiştir.

- Dere Sedimanındaki İnsan Kaynaklı Kirliliğin Belirlenmesi

İsrail maden sahasından alınan dere sedimanı örneklerine ait Cf (kirlilik faktörü), CD (kirlilik derecesi), mCD (modifiye kirlilik derecesi) ve PLI (Kirlilik yükü indeksi) indeksleri hesaplanarak Tablo 4.29’da verilmiştir.

İsrail maden sahası elementlerin ortalama Cf değerleri azalan sırayla As>Mo>Cu>Hg>Cd>Pb>Zn>Fe>Mn>Co>Ni>Cr şeklindedir.

Co, Cr, Mn ve Ni elementleri “Düşük”; Fe ve Zn elementleri “Orta”; Cd, Hg ve Pb elementleri “Önemli”; As, Cu ve Mo elementleri “Çok yüksek” kirlilik sınıflamasında yer almaktadır.

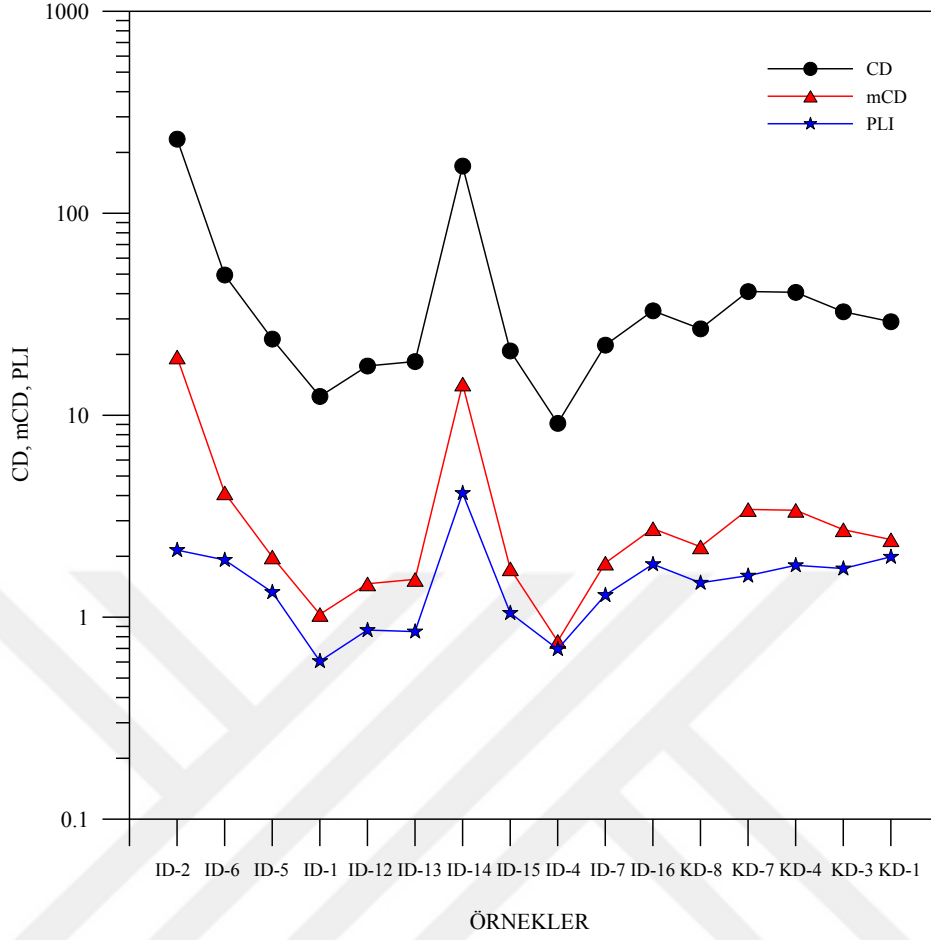
İsrail sahasının CD sonuçlarına göre, tüm örnek noktalarında orta ve üzeri kirlilik görülmektedir.

mCD sonuçları ise CD sonuçlarına benzer şekilde birçok lokasyonun düşük-orta derecede kirlendiğini göstermiştir (Şekil 4.15).

PLI örnek noktalarının çoğunda 1 değerinden yüksek olup kirliliğe işaret eder. En yüksek kirlilik noktaları ID-2 ve ID-14’tür (Şekil 4.15).

Tablo 4.29. İsrail sahasına ait dere sedimanlarının Cf, CD, mCD ve PLI değerleri

ÖRNEK	Kirlilik Faktörleri (Cf)												CD	mCD	PLI sonuç
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn			
ID-1	2,02	1,54	0,26	0,11	1,26	0,61	0,40	0,27	4,33	0,16	0,48	0,95	12,40	1,03	0,61
ID-2	89,74	12,00	0,09	0,06	3,96	1,48	32,00	0,05	74,00	0,03	11,86	7,89	233,15	19,43	2,15
ID-4	1,09	1,08	0,54	0,23	1,12	0,76	0,60	0,85	1,00	0,37	0,66	0,82	9,12	0,76	0,70
ID-5	5,71	2,15	0,58	0,23	2,32	0,91	2,60	0,69	4,83	0,34	1,78	1,71	23,85	1,99	1,33
ID-6	7,16	3,54	1,38	0,23	4,36	0,84	3,20	0,81	24,33	0,58	1,80	1,29	49,53	4,13	1,92
ID-7	4,76	2,00	0,72	0,23	3,01	0,79	2,20	0,70	4,33	0,33	1,44	1,75	22,25	1,85	1,29
ID-12	3,26	2,31	0,23	0,11	1,89	0,55	1,20	0,50	4,67	0,17	1,34	1,33	17,55	1,46	0,86
ID-13	3,24	1,08	0,22	0,11	3,59	0,66	1,20	0,32	5,33	0,23	1,52	0,95	18,46	1,54	0,85
ID-14	43,95	2,92	0,67	0,34	44,76	1,50	11,20	0,84	40,00	0,45	21,43	3,24	171,30	14,27	4,11
ID-15	3,25	2,92	0,30	0,11	2,46	0,65	1,20	0,55	4,50	0,21	2,80	1,88	20,84	1,74	1,05
ID-16	6,49	4,92	1,25	0,23	5,03	1,10	3,00	1,00	4,33	0,36	1,66	3,56	32,94	2,74	1,83
KD-1	4,68	2,92	0,84	1,09	6,11	1,76	1,80	1,09	3,50	0,89	1,90	2,48	29,06	2,42	1,99
KD-3	5,56	5,85	0,83	0,17	5,50	1,66	3,40	1,04	2,83	0,31	1,50	3,88	32,53	2,71	1,74
KD-4	11,32	5,38	0,54	0,17	5,90	2,51	4,40	0,52	4,50	0,27	1,44	3,65	40,60	3,38	1,81
KD-7	12,43	3,38	0,33	0,17	7,51	2,54	3,80	0,22	5,50	0,25	2,00	2,86	40,98	3,42	1,61
KD-8	4,39	4,62	0,70	0,17	4,10	0,92	3,00	0,86	3,17	0,33	1,44	3,10	26,79	2,23	1,48
Min.	1,09	1,08	0,09	0,06	1,12	0,55	0,40	0,05	1,00	0,03	0,48	0,82	9,12	0,76	0,61
Mak.	89,74	12,00	1,38	1,09	44,76	2,54	32,00	1,09	74,00	0,89	21,43	7,89	233,15	19,43	4,11
Ort.	13,07	3,66	0,59	0,24	6,43	1,20	4,70	0,64	11,95	0,33	3,44	2,58	48,84	4,07	1,58



Şekil 4.15. İsrail sahasına ait dere sedimanı örneklerinin CD, mCD ve PLI grafiği

İsrail maden sahasından alınan dere sedimanı örneklerine ait EF ve I_{geo} değerleri Tablo 4.30'da verilmiştir.

İsrail maden sahası dere sedimanı örneklerinde ortalama EF değerleri $As > Mo > Hg > Cu > Pb > Cd > Zn > Fe > Mn > Co > Ni > Cr$ şeklinde azalır.

Maden atık sahasına en yakın örnekler olan ID-2 ve ID-14 en yüksek zenginleşme gösteren lokasyonlardır. İsrail maden sahası örneklerinin ortalama I_{geo} değerleri azalan sırayla $As > Mo > Cu > Cd > Hg > Zn > Pb > Fe > Mn > Co > Ni > Cr$ şeklindedir. EF sonuçlarına benzer şekilde, en yüksek kirlilik, ID-2 ve ID-14 noktalarındadır.

Tablo 4.30. İsrail sahasına ait dere sedimanlarının EF ve I_{geo} değerleri

ÖRNEK	As		Cd		Co		Cr		Cu		Fe	
	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}
ID-1	4,30	0,43	3,28	0,04	0,56	-2,52	0,24	-3,71	2,68	-0,25	1,31	-1,29
ID-2	697,69	5,90	93,30	3,00	0,68	-4,11	0,44	-4,71	30,79	1,40	11,52	-0,02
ID-4	1,82	-0,46	1,80	-0,48	0,91	-1,46	0,38	-2,71	1,87	-0,43	1,27	-0,98
ID-5	11,09	1,93	4,19	0,52	1,13	-1,37	0,44	-2,71	4,52	0,63	1,77	-0,72
ID-6	27,15	2,25	13,42	1,24	5,25	-0,12	0,87	-2,71	16,52	1,54	3,20	-0,83
ID-7	9,13	1,67	3,84	0,42	1,38	-1,06	0,44	-2,71	5,78	1,00	1,52	-0,93
ID-12	13,00	1,12	9,20	0,62	0,92	-2,69	0,46	-3,71	7,53	0,33	2,19	-1,45
ID-13	13,27	1,11	4,41	-0,48	0,89	-2,79	0,47	-3,71	14,70	1,26	2,70	-1,18
ID-14	136,67	4,87	9,09	0,96	2,10	-1,15	1,07	-2,13	139,20	4,90	4,66	0,00
ID-15	12,64	1,12	11,36	0,96	1,18	-2,30	0,44	-3,71	9,56	0,71	2,54	-1,20
ID-16	11,34	2,11	8,60	1,71	2,19	-0,26	0,40	-2,71	8,79	1,75	1,92	-0,45
KD-1	6,43	1,64	4,02	0,96	1,16	-0,84	1,49	-0,47	8,41	2,03	2,42	0,23
KD-3	7,09	1,89	7,45	1,96	1,06	-0,85	0,22	-3,13	7,01	1,87	2,12	0,15
KD-4	27,95	2,92	13,29	1,84	1,32	-1,48	0,42	-3,13	14,57	1,98	6,19	0,74
KD-7	22,22	3,05	6,05	1,17	0,58	-2,20	0,31	-3,13	13,42	2,32	4,53	0,76
KD-8	8,65	1,55	9,08	1,62	1,37	-1,11	0,34	-3,13	8,07	1,45	1,81	-0,70
Arit. Ort.	63,15	2,07	12,65	1,01	1,42	-1,65	0,53	-3,02	18,34	1,41	3,23	-0,49
Min.	1,82	-0,46	1,80	-0,48	0,56	-4,11	0,22	-4,71	1,87	-0,43	1,27	-1,45
Mak.	697,69	5,90	93,30	3,00	5,25	-0,12	1,49	-0,47	139,20	4,90	11,52	0,76
ÖRNEK	Hg		Mn		Mo		Ni		Pb		Zn	
	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}
ID-1	0,85	-1,91	0,57	-2,47	9,23	1,53	0,34	-3,23	1,02	-1,65	2,03	-0,65
ID-2	248,80	4,42	0,36	-5,03	575,35	5,62	0,24	-5,62	92,22	2,98	61,34	2,39
ID-4	1,00	-1,32	1,42	-0,82	1,67	-0,58	0,63	-2,00	1,10	-1,18	1,38	-0,87
ID-5	5,05	0,79	1,35	-1,11	9,39	1,69	0,65	-2,16	3,46	0,25	3,32	0,19
ID-6	12,14	1,09	3,06	-0,89	92,29	4,02	2,20	-1,37	6,84	0,27	4,91	-0,21
ID-7	4,22	0,55	1,34	-1,10	8,32	1,53	0,63	-2,19	2,76	-0,06	3,36	0,22
ID-12	4,78	-0,32	1,98	-1,60	18,61	1,64	0,67	-3,16	5,34	-0,16	5,29	-0,18
ID-13	4,91	-0,32	1,31	-2,23	21,82	1,83	0,94	-2,71	6,22	0,02	3,90	-0,65
ID-14	34,83	2,90	2,60	-0,84	124,40	4,74	1,40	-1,74	66,64	3,84	10,08	1,11
ID-15	4,67	-0,32	2,12	-1,46	17,49	1,58	0,83	-2,81	10,89	0,90	7,29	0,32
ID-16	5,24	1,00	1,75	-0,58	7,57	1,53	0,63	-2,06	2,90	0,14	6,21	1,25
KD-1	2,48	0,26	1,50	-0,46	4,82	1,22	1,23	-0,75	2,61	0,34	3,42	0,73
KD-3	4,33	1,18	1,33	-0,52	3,61	0,92	0,40	-2,26	1,91	0,00	4,94	1,37
KD-4	10,86	1,55	1,29	-1,52	11,11	1,58	0,66	-2,49	3,55	-0,06	9,00	1,28
KD-7	6,79	1,34	0,39	-2,78	9,83	1,87	0,45	-2,57	3,58	0,42	5,11	0,93
KD-8	5,91	1,00	1,69	-0,80	6,23	1,08	0,65	-2,19	2,84	-0,05	6,10	1,05
Arit. Ort.	22,30	0,74	1,50	-1,52	57,61	1,99	0,78	-2,46	13,37	0,37	8,60	0,52
Min.	0,85	-1,91	0,36	-5,03	1,67	-0,58	0,24	-5,62	1,02	-1,65	1,38	-0,87
Mak.	248,80	4,42	3,06	-0,46	575,35	5,62	2,20	-0,75	92,22	3,84	61,34	2,39

- Sedimandaki Kirliliğin Ekosistem Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi

İsrail maden sahası dere sedimanı örnekleri için ekolojik risk faktörü (Erⁱ) ve potansiyel ekolojik risk indeksi (RI) hesaplamaları yapılmış ve Tablo 4.31’de verilmiştir.

Tablo 4.31. İsrail sahasına ait dere sedimanlarının Erⁱ ve RI değerleri

ÖRNEKLER	Ekolojik Risk Faktörü (Eri)										RI
	Eri-As	Eri-Cd	Eri-Co	Eri-Cr	Eri-Cu	Eri-Hg	Eri-Mn	Eri-Ni	Eri-Pb	Eri-Zn	
ID-1	20,18	46,15	1,30	0,23	6,30	16,00	0,27	0,80	2,39	0,95	94,58
ID-2	897,35	360,00	0,43	0,11	19,80	1280,00	0,05	0,15	59,31	7,89	2625,10
ID-4	10,87	32,31	2,72	0,46	5,58	24,00	0,85	1,87	3,30	0,82	82,78
ID-5	57,08	64,62	2,90	0,46	11,62	104,00	0,69	1,68	8,90	1,71	253,65
ID-6	71,60	106,15	6,92	0,46	21,78	128,00	0,81	2,90	9,02	1,29	348,93
ID-7	47,58	60,00	3,59	0,46	15,05	88,00	0,70	1,64	7,19	1,75	225,95
ID-12	32,60	69,23	1,16	0,23	9,44	48,00	0,50	0,84	6,70	1,33	170,03
ID-13	32,42	32,31	1,09	0,23	17,97	48,00	0,32	1,15	7,60	0,95	142,03
ID-14	439,45	87,69	3,37	0,69	223,79	448,00	0,84	2,25	107,13	3,24	1316,46
ID-15	32,51	87,69	1,52	0,23	12,30	48,00	0,55	1,07	14,01	1,88	199,75
ID-16	64,93	147,69	6,27	0,46	25,14	120,00	1,00	1,79	8,29	3,56	379,13
KD-1	46,76	87,69	4,20	2,17	30,56	72,00	1,09	4,47	9,48	2,48	260,90
KD-3	55,62	175,38	4,17	0,34	27,50	136,00	1,04	1,56	7,48	3,88	412,97
KD-4	113,24	161,54	2,68	0,34	29,52	176,00	0,52	1,34	7,20	3,65	496,03
KD-7	124,29	101,54	1,63	0,34	37,53	152,00	0,22	1,26	10,01	2,86	431,68
KD-8	43,93	138,46	3,48	0,34	20,50	120,00	0,86	1,64	7,22	3,10	339,53
Min.	10,87	32,31	0,43	0,11	5,58	16,00	0,05	0,15	2,39	0,82	82,78
Mak.	897,35	360,00	6,92	0,46	21,78	1280,00	0,85	2,90	59,31	7,89	2625,10
Arit. Ort.	162,47	105,49	2,72	0,34	12,80	241,14	0,55	1,41	13,83	2,25	543,00

İsrail maden sahası elementlerinin ortalama Erⁱ değerleri azalan sırayla Hg>As>Cd>Pb>Cu>Co>Zn>Ni>Mn>Cr şeklindedir. Ortalama Erⁱ değerlerine göre Pb, Cu, Co, Zn, Ni, Mn ve Cr elementleri “Düşük”; Cd elementi “Önemli”; As elementi “Yüksek”; Hg elementi “Çok yüksek” kirlilik derecesinde sınıflanmıştır.

RI değerlerine göre, ID-2 ve ID-14 lokasyonları “Yüksek” ekolojik risk içeren noktardır.

- Sediman Kalite Rehberleri (SQGs)

İsrail maden sahası örnekleri sediman kalite rehberleri kullanılarak değerlendirilmiştir (Tablo 4.32).

İsrail maden sahasına ait ortalama konsantrasyonlar, referans değerler ile kıyaslandığında As, Cd, Cu, Fe, Mo, Pb ve Zn elementleri yüksek değerler sunar.

US EPA tarafından önerilen sediman kalite rehberine göre As ve Cu tüm örnek noktalarında kirlilik gösterir. Ayrıca maden atık sahasına yakın noktalarda Cd, Pb ve Zn elementleri de kirlenmiş sınıftadır.

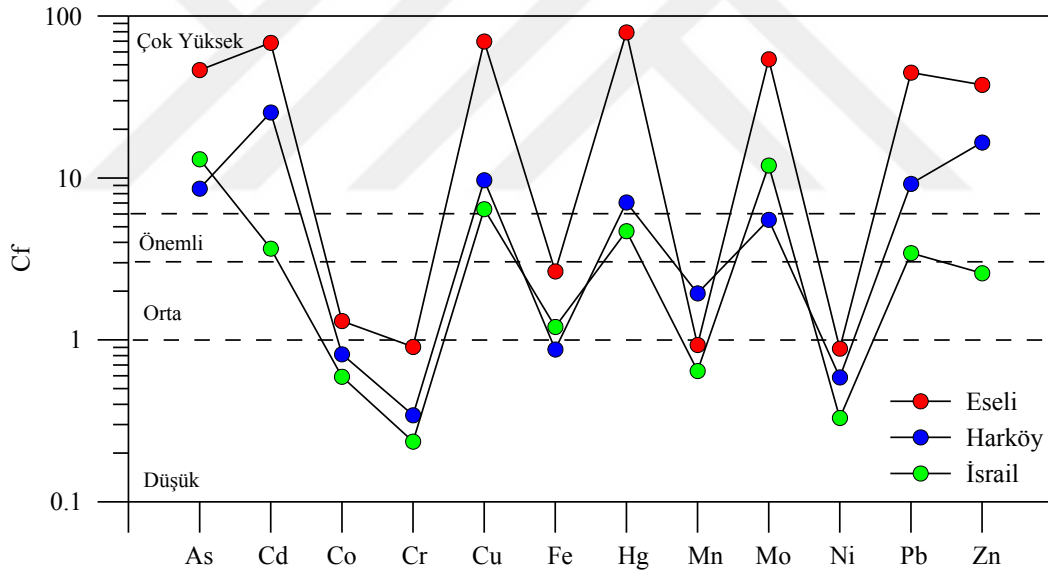
MacDonald [99] tarafından önerilen sediman kalite rehberine göre Cr ve Ni elementleri tüm örnek lokasyonlarında TEC değerinin altındadır. As, Cd ve Cu elementleri ise birçok lokasyonda PEC değerinin üzerindedir. Bu sonuçlara göre, Murtat Deresi birçok

maden sahasını kat eden derelerden beslenmesi nedeniyle drenaj ağı boyunca sucul canlılar için olumsuz etkilere neden olabilecek yükseklikte ağır metaller içermektedir.

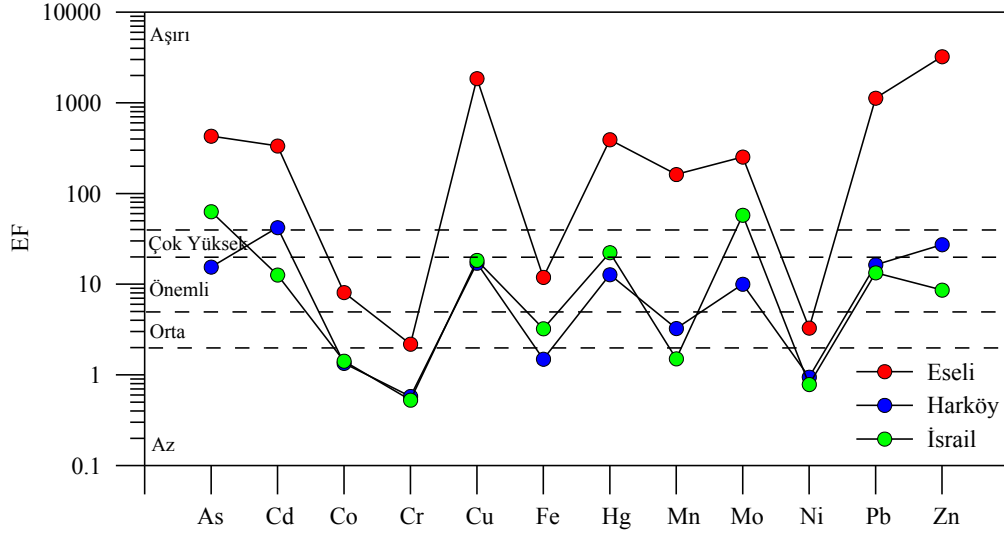
4.2.2.2.4. Maden Sahalarında Sediman Kirliliğinin Karşılaştırılması

Dere sedimanı örnekleme ağır metal kirliliğinin tespitinde önemli rol oynar. Çünkü sedimanlar bölgenin hem geçmiş hem de güncel kayıtlarını tutarlar. Bu bölümde tüm maden sahalarından elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak dere sedimanındaki metal birikiminin boyutu, jeojenik/antropojenik ve ekosistem üzerindeki toksik etkileri değerlendirilecektir.

Maden sahalarına ait ortalama Cf değerleri Şekil 4.16'da karşılaştırılmıştır. Grafikte en yüksek değerler Eseli sahasına aittir. Tüm sahalarda genel olarak yüksek kirlilik gösteren elementler As, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb ve Zn'dir.

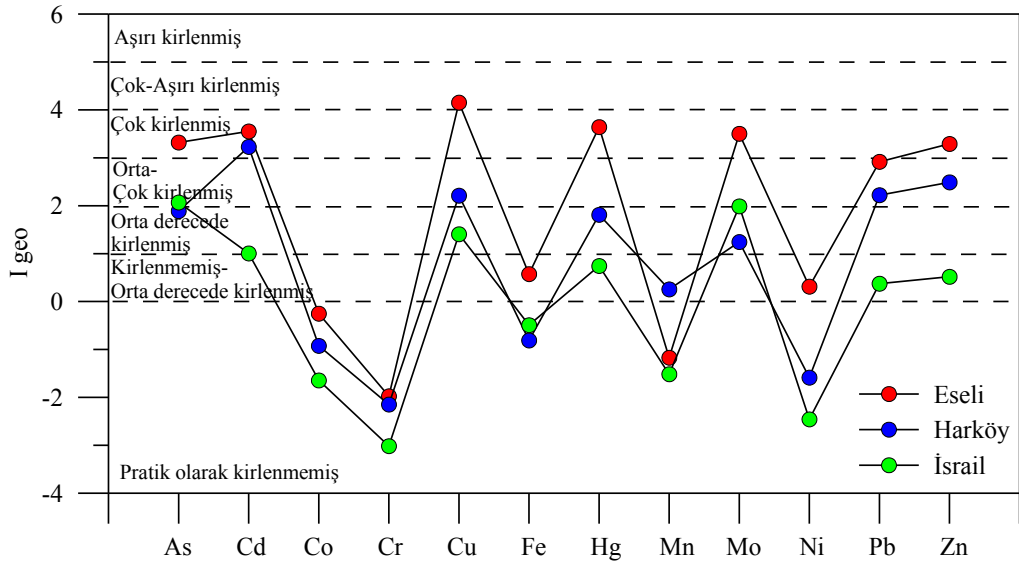


Şekil 4.16. Dere sedimanı örneklerinde elementlere ait ortalama Cf değerleri



Şekil 4.17. Dere sedimanı örneklerinde elementlere ait ortalama EF değerleri

Maden sahalarına ait ortalama EF değerleri Şekil 4.17'de ve ortalama Igeo değerleri Şekil 4.18'de karşılaştırılmıştır. En yüksek değerler Eseli maden sahasında gözlenmiştir. Şekil 4.17'de genel olarak yüksek zenginleşme gösteren elementler As, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb ve Zn'dir. Mangan elementi İsrail ve Harköy sahalarında Az-Orta zenginleşmeler gösterirken Eseli sahasında Aşırı zenginleşmiştir. Şekil 4.18'de genel olarak yüksek kirlilik gösteren elementler As, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb ve Zn'dir.

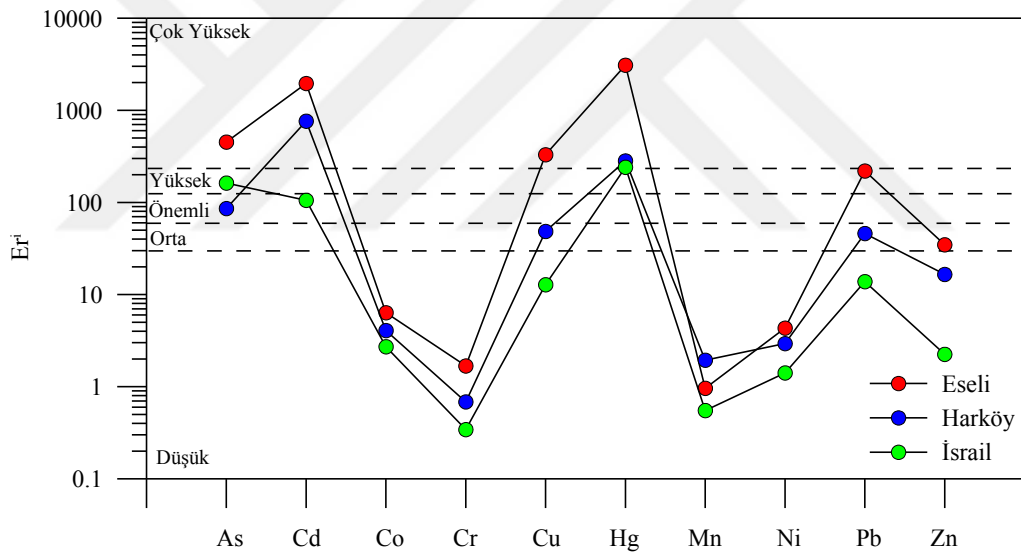


Şekil 4.18. Dere sedimanı örneklerinde elementlere ait ortalama Igeo değerleri

Sayısal indekslere ait grafikler birlikte değerlendirildiğinde başta As ve Cu olmak üzere Cd, Hg, Mo, Pb ve Zn elementleri yüksek seviyede kirlilik gösterir. Kirlenmemiş veya düşük kirlilik gösteren Co, Cr, Fe, Mn ve Ni elementleri ise kabuksal kaynaklı olduğu söylenebilir.

Er^1 , ağır metal kirliliğinin ekosistem üzerindeki etkilerini değerlendirir. Bütün maden sahalarına ait ortalama Er^1 değerleri Şekil 4.19’da karşılaştırılmıştır.

En yüksek Er^1 değerleri Eseli maden sahasına aittir. Başta Hg olmak üzere As ve Cd elementleri yüksek kirlilik değerleri gösterir. Bakır ise Eseli, Harköy ve İsrail sahalarında sırasıyla “Aşırı Yüksek”, “Orta” ve “Düşük” sınıflarında yer almaktadır. Kurşun Eseli, Harköy ve İsrail sahalarında sırasıyla “Yüksek”, “Orta” ve “Düşük” ekolojik risk faktörleri sunmaktadır. Çinko sadece Eseli sahasında “Orta” sınıfta iken diğer sahalarda “Düşük” değerlerdedir.



Şekil 4.19. Dere sedimanı örneklerinde elementlere ait ortalama Er^1 değerleri

Bu çalışmada, US EPA tarafından [98] önerilen sediman kalite rehberi ve MacDonalld tarafından [99] geliştirilen konsensüs tabanlı TEC (Eşik Etki Konsantrasyon) ve PEC (Muhtemel Etki Konsantrasyonu) değerlerinden yararlanılmıştır.

Bütün sahalarda elementlere ait ortalama konsantrasyon değerleri, bu sediman kalite rehberleri ile değerlendirilmiştir (Tablo 4.32).

Tablo 4.32. Dere sedimanı örneklerinin çeşitli referans değerler ile kıyaslanması

ELEMENT mg/kg	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe (%)	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
ESELİ MADEN SAHAŞI	ED-3	1781,7	156,6	14,9	1,0	8802,8	12,8	15,3	69,0	100,8	5,0	10000,0	10000,0
	ED-4	767,5	63,1	16,3	2,0	5418,7	12,8	5,7	312,0	51,7	5,2	4716,6	10000,0
	ED-5	116,1	14,7	18,9	13,0	1528,8	4,7	0,9	792,0	6,7	10,1	380,7	3214,0
	ED-6	686,0	52,9	16,6	3,0	5106,6	10,6	4,7	518,0	44,0	5,6	2901,1	10000,0
	ED-11	79,8	8,3	22,4	46,0	3463,3	5,6	0,3	2031,0	16,6	22,5	320,8	3699,0
	ED-15	26,8	0,5	15,3	5,0	122,9	3,2	0,1	968,0	0,5	8,4	51,1	132,0
	ED-20	13,7	0,8	18,4	33,0	72,1	3,7	0,1	754,0	0,9	22,6	78,2	183,0
	Ortalama	495,9	42,4	17,5	14,7	3502,2	7,6	3,9	777,7	31,6	11,3	2635,5	5318,3
	Minimum	13,7	0,5	14,9	1,0	72,1	3,2	0,1	69,0	0,5	5,0	51,1	132,0
Maksimum	1781,7	156,6	22,4	46,0	8802,8	12,8	15,3	2031,0	100,8	22,6	10000,0	10000,0	
HARKÖY MADEN SAHAŞI	HD-2	250,3	25,0	9,0	6,0	1105,9	3,3	0,9	1457,0	10,0	4,4	1122,2	4390,0
	HD-3	187,2	5,5	6,5	6,0	870,0	2,3	0,7	809,0	6,7	3,4	939,2	1214,0
	HD-10	38,0	13,8	10,9	6,0	291,8	2,5	0,3	1259,0	1,8	5,1	399,0	1407,0
	HD-11	36,1	12,5	9,4	5,0	301,8	2,5	0,2	1238,0	1,5	4,8	399,4	1466,0
	HD-12	27,8	1,7	14,3	7,0	123,4	2,5	0,2	1225,0	1,4	6,7	171,6	279,0
	HD-13	11,4	1,5	13,6	5,0	71,8	2,6	0,1	2242,0	0,3	6,6	93,1	184,0
	HD-14	133,7	13,8	12,4	8,0	622,7	3,3	0,3	3091,0	2,8	10,1	894,2	1345,0
	HD-15	68,9	58,4	13,9	5,0	732,9	1,6	0,2	1228,0	2,0	20,5	398,3	10000,0
	Ortalama	94,2	16,5	11,3	6,0	515,0	2,6	0,4	1568,6	3,3	7,7	552,1	2535,6
	Minimum	11,4	1,5	6,5	5,0	71,8	1,6	0,1	809,0	0,3	3,4	93,1	184,0
Maksimum	250,3	58,4	14,3	8,0	1105,9	3,3	0,9	3091,0	10,0	20,5	1122,2	10000,0	
İSRAİL MADEN SAHAŞI	ID-1	22,1	1,0	3,6	2,0	66,9	1,8	0,0	218,0	2,6	2,1	28,6	146,0
	ID-2	982,6	7,8	1,2	1,0	210,3	4,4	1,6	37,0	44,4	0,4	711,1	1207,0
	ID-4	11,9	0,7	7,5	4,0	59,3	2,2	0,0	685,0	0,6	4,9	39,6	126,0
	ID-5	62,5	1,4	8,0	4,0	123,4	2,7	0,1	561,0	2,9	4,4	106,7	261,0
	ID-6	78,4	2,3	19,1	4,0	231,3	2,5	0,2	652,0	14,6	7,6	108,1	198,0
	ID-7	52,1	1,3	9,9	4,0	159,8	2,3	0,1	566,0	2,6	4,3	86,2	268,0
	ID-12	35,7	1,5	3,2	2,0	100,3	1,6	0,1	401,0	2,8	2,2	80,3	203,0
	ID-13	35,5	0,7	3,0	2,0	190,8	2,0	0,1	258,0	3,2	3,0	91,1	146,0
	ID-14	481,2	1,9	9,3	6,0	2376,7	4,4	0,6	676,0	24,0	5,9	1284,5	496,0
	ID-15	35,6	1,9	4,2	2,0	130,6	1,9	0,1	441,0	2,7	2,8	168,0	287,0
	ID-16	71,1	3,2	17,3	4,0	267,0	3,3	0,2	809,0	2,6	4,7	99,4	544,0
	KD-1	51,2	1,9	11,6	19,0	324,5	5,2	0,1	880,0	2,1	11,7	113,7	380,0
	KD-3	60,9	3,8	11,5	3,0	292,0	4,9	0,2	843,0	1,7	4,1	89,7	593,0
	KD-4	124,0	3,5	7,4	3,0	313,5	7,4	0,2	422,0	2,7	3,5	86,3	558,0
	KD-7	136,1	2,2	4,5	3,0	398,6	7,5	0,2	176,0	3,3	3,3	120,0	437,0
	KD-8	48,1	3,0	9,6	3,0	217,7	2,7	0,2	694,0	1,9	4,3	86,6	474,0
	Ortalama	143,1	2,4	8,2	4,1	341,4	3,5	0,2	519,9	7,2	4,3	206,2	395,3
	Minimum	11,9	0,7	1,2	1,0	59,3	1,6	0,0	37,0	0,6	0,4	28,6	126,0
Maksimum	982,6	7,8	19,1	19,0	2376,7	7,5	1,6	880,0	44,4	11,7	1284,5	1207,0	
Kontrol Sahası (Ortalama)	10,95	0,65	13,80	17,50	53,10	2,95	0,05	808,00	0,60	13,10	59,95	153,00	
Ortalama Şeyl***	13,00	0,30	19,00	90,00	45,00	4,72	1,40	850,00	2,60	68,00	20,00	95,00	
EPA**	Kirlenmemiş	< 3	-	-	<25	<25	<1,7	-	<300	-	<20	<40	<90
	Az Kirlenmiş	3-8	-	-	25-75	25-50	1,7-2,5	-	300-500	-	20-50	40-60	90-200
	Kirlenmiş	>8	>6	-	>75	>50	>2,5	-	>500	-	>50	>60	>200
SQGs*	TEC	9,79	0,99	-	43,40	31,60	-	0,18	-	-	22,70	35,80	121,00
	PEC	33,00	4,98	-	111,00	149,00	-	1,06	-	-	48,60	128,00	459,00

US EPA rehberine göre As, Cu, Fe, Mn, Pb ve Zn elementleri tüm sahalarda “Kirlenmiş” sınıfındadır. Cd elementi sadece Eseli ve Harköy sahalarda “Kirlenmiş” sınıfındadır. Cr ve Ni elementleri ise tüm sahalarda “Kirlenmemiş” olarak gözlenir.

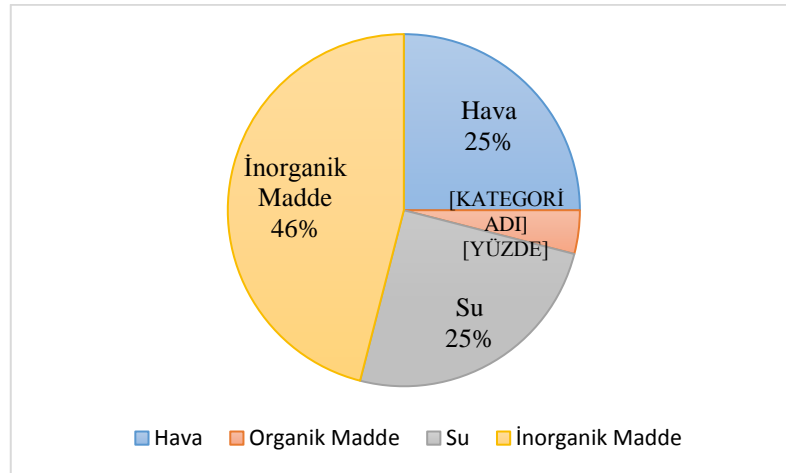
MacDonald tarafından önerilen rehber göre As, Cu ve Pb elementleri tüm sahalarda PEC değeri üzerindedir. Bu durum sucul canlılar için olumsuz etkilerin yaşanmasının muhtemel olduğunu gösterir.

Cd ve Zn elementleri ise Eseli ve Harköy sahalalarında PEC değeri üzerinde iken İsrail sahasında TEC değeri üzerindedir. Benzer şekilde Hg elementi de Eseli sahasında PEC değeri üzerinde iken Harköy ve İsrail sahalalarında TEC değerinin üzerindedir. TEC değerinin üzerinde olması bu elementler için riskin devam ettiğini gösterir. Cr ve Ni elementleri tüm sahalarda TEC değerinin altındadır. Dolayısıyla bu elementler tüm sahalarda ekosistem için güvenli değerlerdedir.

4.3. Toprak Örnekleri

4.3.1. Toprakların Element İçeriği ve Dağılımı

Toprak; katı, sıvı ve gaz olmak üzere üç ayrı fazdan oluşmuştur. Katı faz daha çok inorganik ve az miktarda da organik maddeyi içerir. Bu kısım genel olarak toprak hacminin % 50'sini oluşturur. Sıvı faz, toprak suyunu ve gaz faz da toprak havasını içerir (Şekil 4.20). İnorganik madde kısmını oluşturan mineraller, ana kayaların ayrışmasıyla oluşur. Mineraller, belirli bir kimyasal bileşime sahip inorganik bileşiklerdir.



Şekil 4.20. Toprağın genel bileşimi

Bilinen bütün doğal elementler toprakta bulunabilir. Bu elementlerden O, Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, Ti, P, Mn, S, Cl ve C olmak üzere 14 tanesi yer kabuğunun %99,8'ini

oluştururlar. Diğer elementlerin topraktaki miktarı çok azdır. Bu 14 elementten sadece O, Si, Al ve Fe, toprak inorganik bileşiminin %90'nını meydana getirirler [100].

4.3.2. Toprak Örneklerinin Kimyasal Bileşimi ve Element Dağılım Haritaları

4.3.2.1. Kontrol Sahası

Kontrol Sahasından alınan 7 adet toprak örneğine ait istatistiksel parametreler ve çeşitli referans değerler Tablo 4.33'te, Türkiye ve bazı Avrupa ülkeleri sınır değerleri ile kıyaslaması Tablo 4.34'de ve ilgili grafikler Şekil 4.21'de verilmiştir.

Örneklerin Ag, Au, Al, Ca ve Na içerikleri sırasıyla 0.1-0.2 mg/kg, 0.001-0.01 mg/kg, % 2.43-3.22, % 0.03-0.41 ve % 0.001-0.004 arasında değişir.

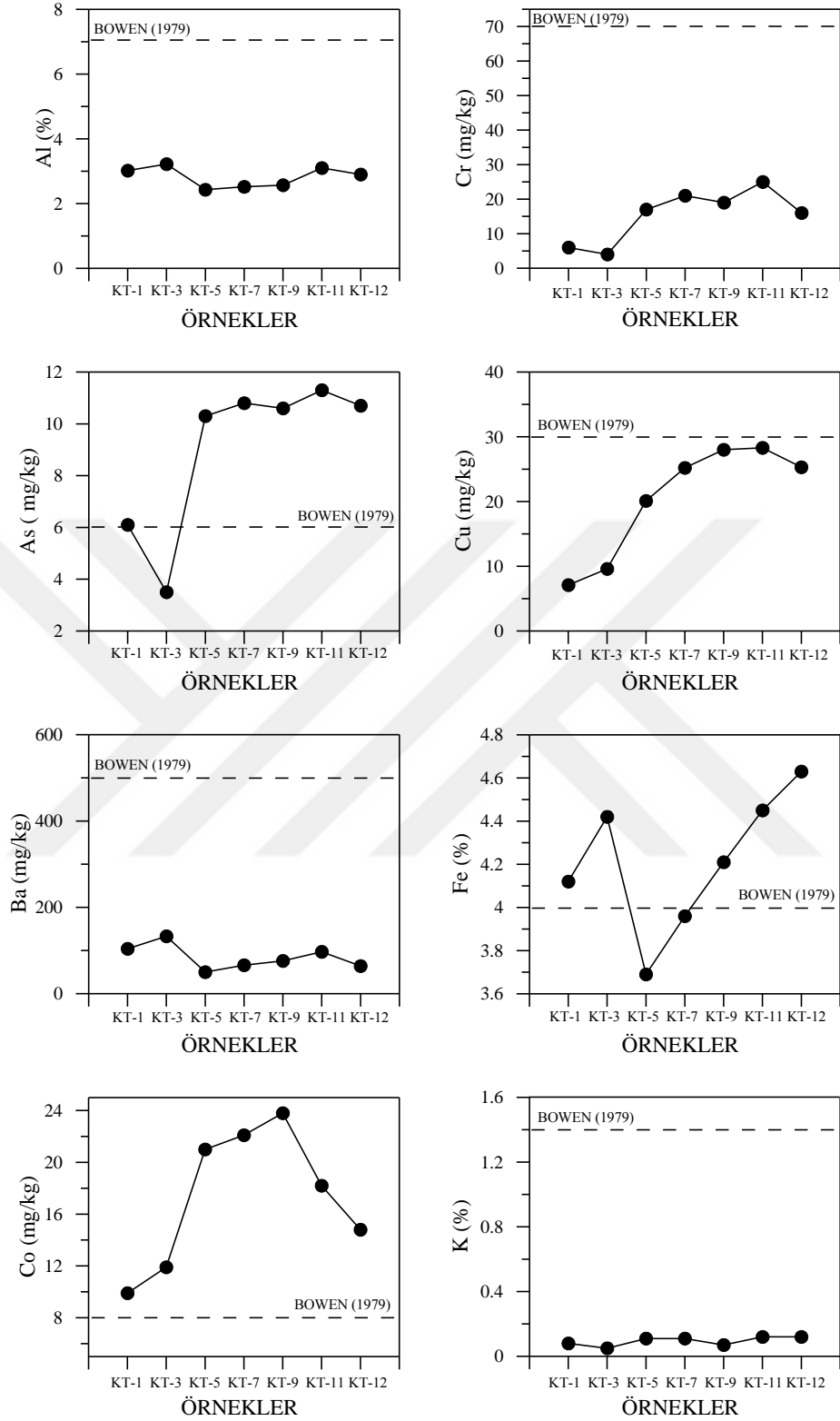
Örneklerin Fe, K, Mg ve P içerikleri sırasıyla % 3.69-4.63, % 0.05-0.12, % 0.21-0.50 ve % 0.03-0.13 aralıklarındadır.

Toprak örneklerinin As, Ba, Cu, Hg, Mo, Pb ve Zn içerikleri sırasıyla 3.5-11.30 mg/kg, 50-133 mg/kg, 7.10-28.30 mg/kg, 0.07-0.10 mg/kg, 0.10-0.70 mg/kg, 34.30-61.40 mg/kg ve 72-157 mg/kg aralığında değişir.

Topraklarda Se, Sr, Cr ve Co içerikleri sırasıyla 0.5-0.9 mg/kg, 3-38 mg/kg, 4-25 mg/kg ve 9.90-23.80 mg/kg arasındadır.

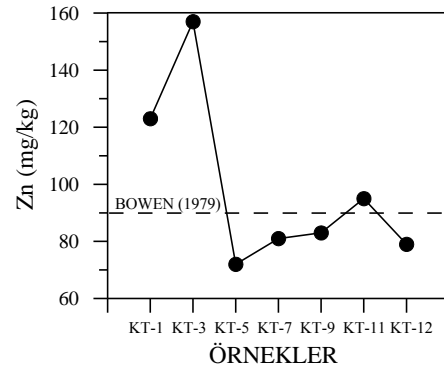
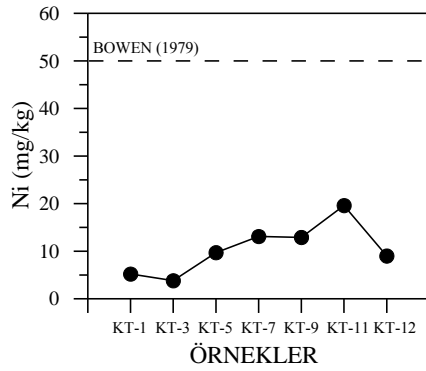
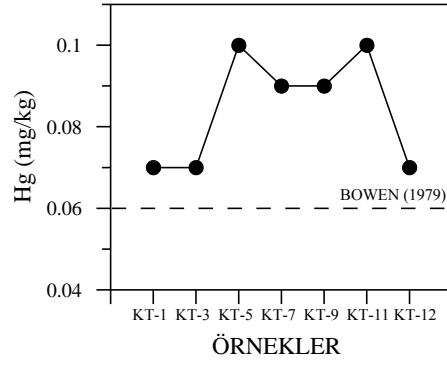
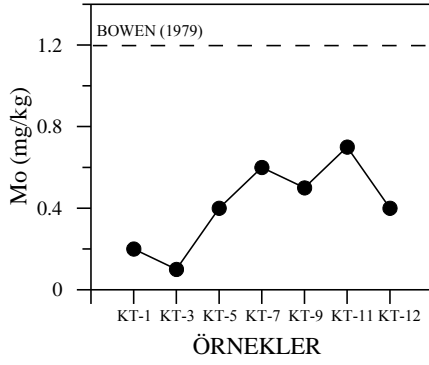
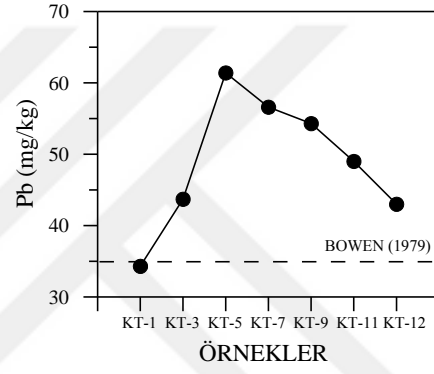
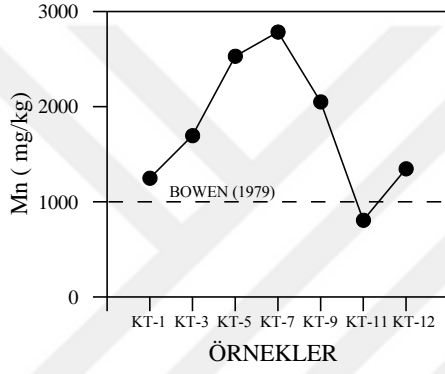
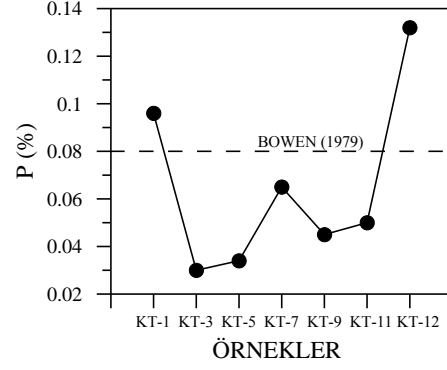
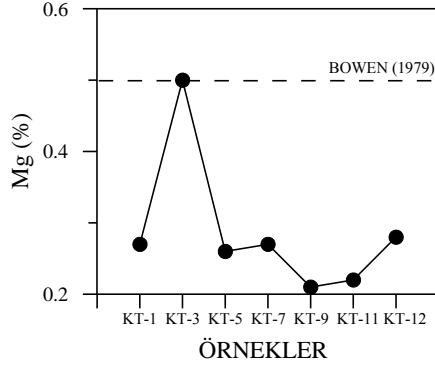
Kontrol sahası toprak örneklerine ait ortalama konsantrasyon değerleri Bowen [101] tarafından verilen "Değer aralığına" uygun olup sınır değerleri aşmamıştır (Tablo 4.33). Ayrıca Tablo 4.33'te verilen kritik değerlere [14] de uygunluk gösterir. Ancak Bowen (1979)'in ortalama değerlerine göre bazı örneklerde yüksek değerler gösteren elementler (As, Fe, Co, Pb, Mn, Hg gibi) mevcuttur (Şekil 4.21).

Kontrol sahasının Türkiye ve bazı Avrupa ülkeleriyle olan kıyaslamasında ortalama değerlerin sınır değerleri aşmadığı gözlenmiştir (Tablo 4.34).



Şekil 4.21. Kontrol sahasına ait toprak örneklerinin element içerikleri

Şekil 4.21' in devamı



Tablo 4.33. Kontrol sahası topraklarına ait istatistiksel parametreler ve referans değerler

Elementler mg/kg	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Değer Aralığı		Çarpıklık	Basıklık	Bowen 1979 Ortalama mg/kg	Bowen 1979 Değer Aralığı mg/kg	Kabata Pendias ve Pendias, 1992 Kritik Değer mg/kg
			Minimum	Maksimum					
Ag	0,11	0,04	0,10	0,20	2,65	7,00		0,01-8	2
Al %	2,82	0,31	2,43	3,22	-0,09	-2,08	71000	10000-300000	
As	9,04	3,01	3,50	11,30	-1,44	0,69	6	0,1-40	20-50
Au	0,003	0,003	0,001	0,01	2,32	5,57		0,001-0,02	
Ba	84,29	28,62	50,00	133,00	0,70	-0,20	500	100-3000	
Ca %	0,22	0,15	0,03	0,41	0,14	-2,01	15000	700-500000	
Cd	0,10	0,00	0,10	0,10	1,30	-3,00	0,35	0,01-2	3-8
Co	17,39	5,32	9,90	23,80	-0,29	-1,65	8	0,05-65	25-50
Cr	15,43	7,72	4,00	25,00	-0,62	-0,87	70	5-1500	75-100
Cu	20,51	8,76	7,10	28,30	-0,91	-1,10	30	2-250	60-125
Fe %	4,21	0,32	3,69	4,63	-0,44	-0,41	40000	2000-55000	
Hg	0,08	0,01	0,07	0,10	-0,05	-2,35	0,06	0,01-0,5	0,3-5
K %	0,09	0,03	0,05	0,12	-0,69	-1,19	14000	80-37000	
Mg %	0,29	0,10	0,21	0,50	2,22	5,45	5000	400-9000	
Mn	1781,00	715,29	807,00	2785,00	0,19	-1,21	1000	20-10000	1500-3000
Mo	0,41	0,21	0,10	0,70	-0,26	-0,79	1,2	0,1-40	2-10
Na %	0,002	0,001	0,001	0,004	2,156	4,580	5000	150-25000	
Ni	10,47	5,34	3,80	19,60	0,53	0,21	50	2-750	100
P %	0,06	0,04	0,03	0,13	1,17	0,54	800	35-5300	
Pb	48,90	9,31	34,30	61,40	-0,26	-0,66	35	2-300	100-400
S %	0,05	0,00	0,05	0,05	1,30	-3,00	700	30-1600	
Se	0,67	0,17	0,50	0,90	0,62	-1,40	0,4	0,1-5	5-10
Sr	14,14	11,85	3,00	38,00	1,58	2,84	250	4-2000	
Zn	98,57	30,72	72,00	157,00	1,44	1,31	90	1-900	70-400

Tablo 4.34. Kontrol sahası topraklarının Türkiye ve bazı AB ülkeleri ile kıyaslaması

Element mg/kg	Kontrol Sahası Aritmetik Ortalama	Türkiye, 2010	Türkiye, 2005		Avusturya	Almanya	Fransa	Lüksemburg	Hollanda	İsveç	İngiltere
			pH=5-6	pH>6							
Ag	0,11	391									
As	9,04	0,4									
Ba	84,29	15643									
Cd	0,10	70	1	3	1-2	1	2	1-3	0,5	0,4	3
Co	17,39	23									
Cr	15,43	235	100	100	100	60	150	100-200	30	60	400
Cu	20,51	3129	50	140	60-100	40	100	50-140	40	40	135
Hg	0,08	23	1	1,5							
Mo	0,41	391									
Ni	10,47	1564	30	75	50-70	50	50	30-75	15	30	75
Pb	48,90	400	50	300	100	70	100	50-300	40	40	300
Se	0,67	391									
Zn	98,57	23464	150	300							

4.3.2.2. Eseli Maden Sahası

Eseli maden sahasından 23 toprak örneği alınmış ve kimyasal analizi yaptırılmıştır. Analiz sonuçlarına ait temel istatistiksel parametreler Tablo 4.35'te ve ilgili dağılım haritaları Şekil 4.22'de verilmiştir. Anomali haritaları çiziminde % 50, % 70 ve % 90. değerlerden ve Kontrol sahasından elde edilen aritmetik ortalamadan yararlanılmıştır.

Örneklerin Ag, Au ve Al içerikleri sırasıyla 0.10-28.90 mg/kg, 2.80-796.50 µg/kg ve % 0.62-3.52 arasında değişir.

Örneklerin As içerikleri 20.20-1051.90 mg/kg arasında değişir. En yüksek değerler ET-5, ET-6 ve ET-15 örneklerine aittir (Şekil 4.22). Kontrol sahasına göre, oldukça yüksek değerler sunmakla birlikte kirlilik dar bir alanda yayılım gösterir (Şekil 4.22.).

Toprak örneklerinin Ba, Ca, Fe, K, Mg, Na, S ve P içerikleri sırasıyla 13-1641 mg/kg, % 0.04-1.5, % 2.09-11.07, % 0.04-0.23, % 0.14-4.49, % 0.00-0.02, % 0.06-6.01 ve % 0.01-0.34 aralıklarında değişir.

Eseli maden sahası topraklarında Cd elementi 0.10-62.60 mg/kg aralığında değişmektedir. En yüksek değer ET-6 örneğine aittir. Cd dağılım haritasında kirlilik dar bir alanda gözlenir (Şekil 4.22).

Toprak örneklerinin Co, Cr, Ni ve Mn içerikleri sırasıyla 3.90-34.30 mg/kg, 4-99 mg/kg, 2.70-50.80 mg/kg ve 270-4752 mg/kg arasında değişir (Tablo 4.35).

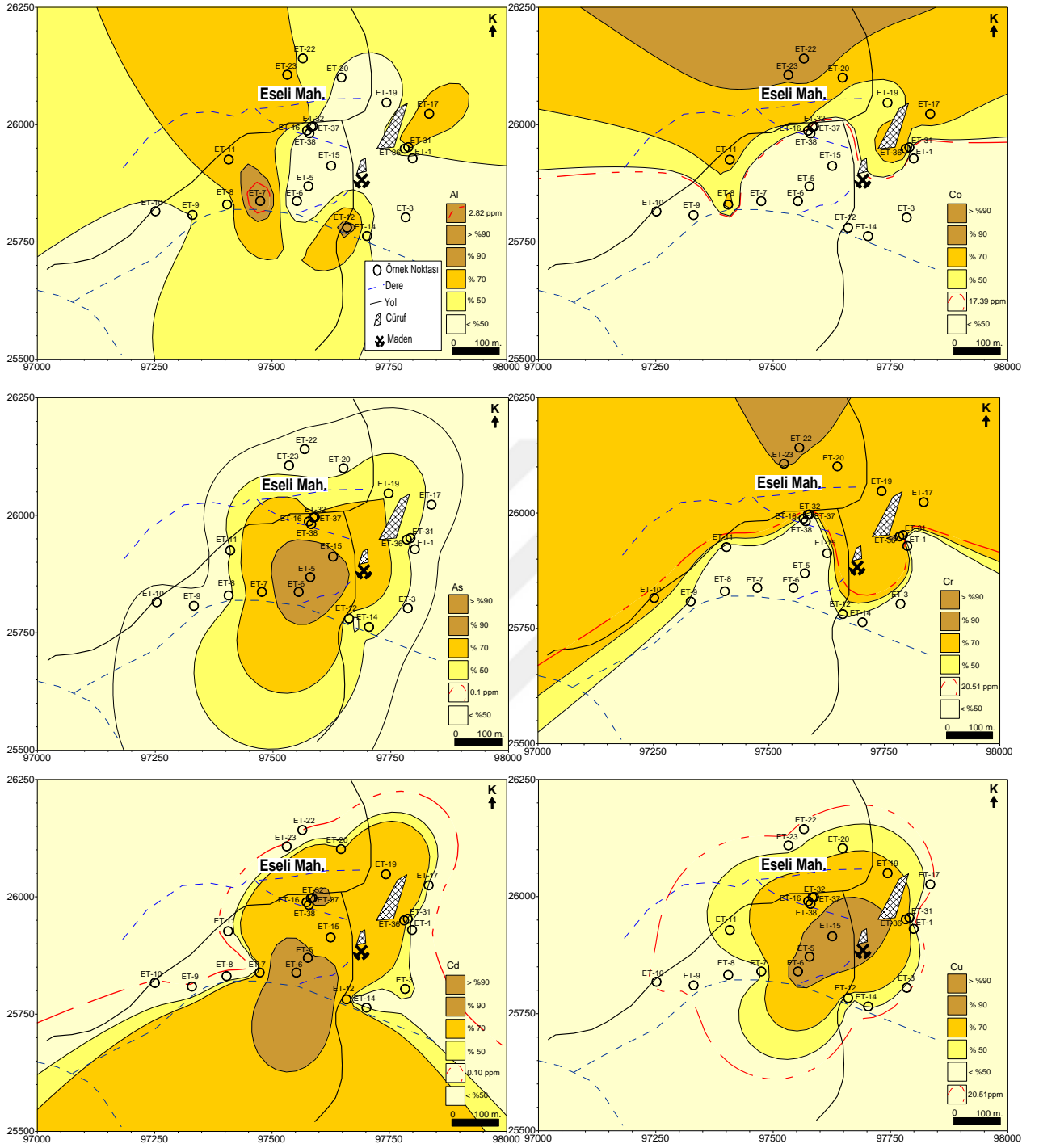
Toprak örneklerinin Pb, Zn, Hg, Mo ve Se içerikleri sırasıyla 26.50-3323.10 mg/kg, 73-10000 mg/kg, 0.04-5.21 mg/kg, 0.40-51.10 mg/kg ve 0.60-35.70 mg/kg arasında değişir. En yüksek değerler, ET-6 örneğinde gözlenmiştir.

Toprak örneklerinin Cu değerleri 33.90-9836.90 mg/kg aralığında değişir. En yüksek değer ET-15 ve en düşük değer ET-9 örneklerine aittir.

Dağılım grafiklerinde, topraktaki birçok ağır metal kirliliğinin oldukça sınırlı kaldığı ve maden atık sahasından uzaklaştıkça değerlerin düştüğü gözlenmiştir (Şekil 4.22).

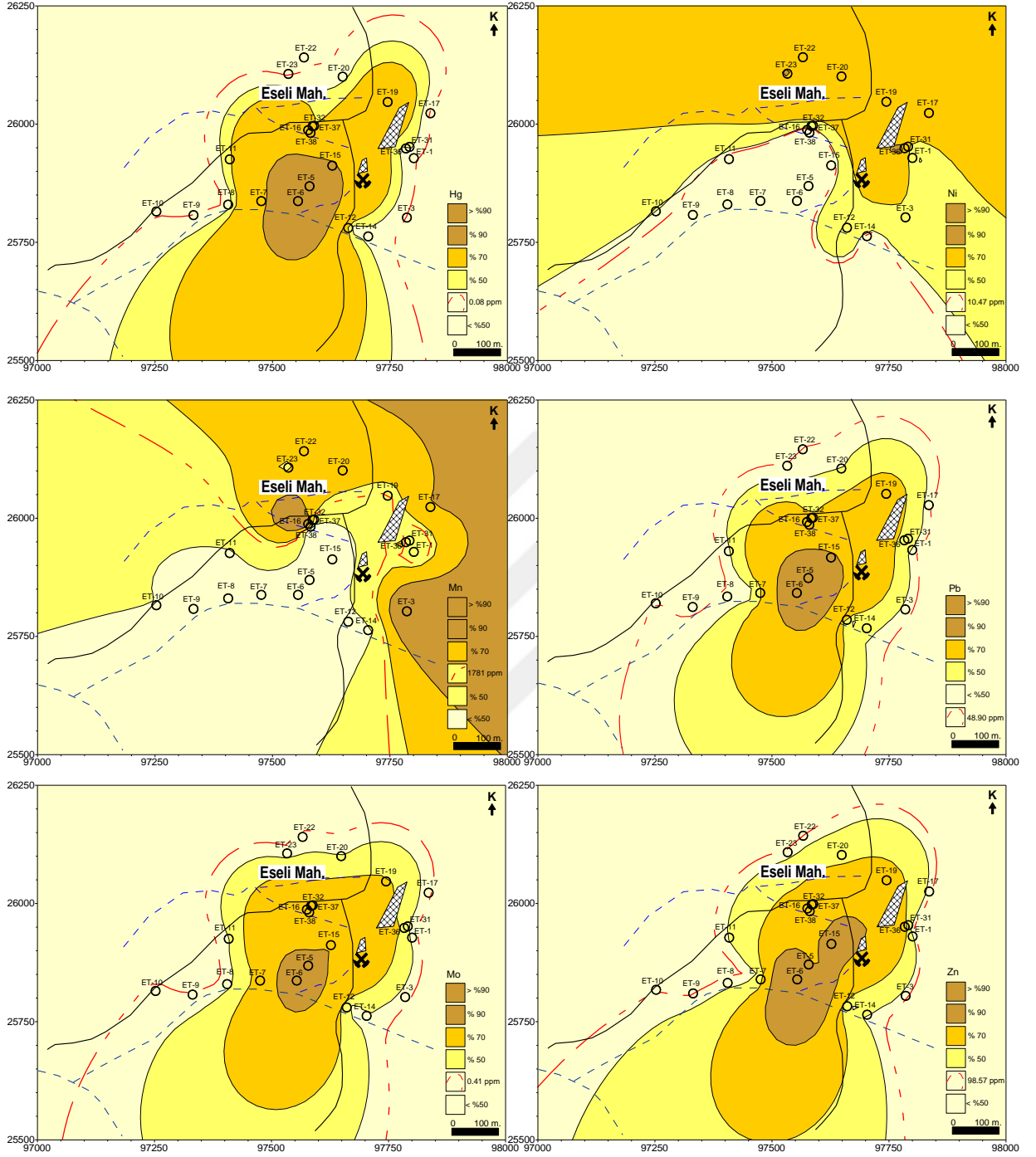
Tablo 4.35. Eseli sahasına ait toprak örneklerinin analiz sonuçları

ESELİ Toprak Element	Birim	Dedeksiyon Limiti	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Değer Aralığı		Çarpıklık	Basıklık	Yüzdebirlik Değerler		
					Minimum	Maksimum			50%	70%	90%
Ag	mg/kg	0,1	4,09	7,45	0,10	28,90	2,61	6,39	1,20	3,04	11,22
Al	%	0,01	1,79	0,71	0,62	3,52	0,67	0,21	1,63	2,09	2,57
As	mg/kg	0,5	156,84	263,84	20,20	1051,90	2,67	6,77	45,50	104,10	386,84
Au	µg/kg	0,5	93,22	205,06	2,80	796,50	3,07	8,55	25,20	49,22	110,96
Ba	mg/kg	1	515,96	453,95	13,00	1641,00	1,00	0,26	363,00	684,40	1181,20
Ca	%	0,01	0,49	0,36	0,04	1,51	0,84	1,11	0,48	0,69	0,84
Cd	mg/kg	0,1	5,96	13,45	0,10	62,60	3,75	15,46	1,10	1,68	12,18
Co	mg/kg	0,1	17,89	7,45	3,90	34,30	0,16	-0,02	17,90	21,34	27,00
Cr	mg/kg	1	24,00	30,18	4,00	99,00	1,55	0,95	10,00	12,80	78,40
Cu	mg/kg	0,1	1693,03	2568,55	33,90	9836,90	1,97	3,69	370,60	1210,56	4454,82
Fe	%	0,01	4,81	1,94	2,09	11,07	1,64	4,05	4,53	5,08	6,50
Hg	mg/kg	0,01	0,70	1,23	0,04	5,21	2,83	8,54	0,20	0,35	1,66
K	%	0,01	0,10	0,05	0,04	0,23	1,05	1,06	0,09	0,12	0,17
Mg	%	0,01	0,77	0,90	0,14	4,49	3,47	13,82	0,51	0,72	1,31
Mn	mg/kg	1	1580,74	1137,63	270,00	4752,00	1,39	1,83	1131,00	1964,00	2654,60
Mo	mg/kg	0,1	7,75	12,73	0,40	51,10	2,31	5,46	1,70	5,48	25,12
Na	%	0,001	0,01	0,00	0,00	0,02	1,06	0,55	0,01	0,01	0,01
Ni	mg/kg	0,1	17,33	13,73	2,70	50,80	1,26	0,54	11,20	17,80	40,66
P	%	0,001	0,08	0,10	0,01	0,34	2,09	3,14	0,05	0,07	0,27
Pb	mg/kg	0,1	499,26	866,69	26,50	3323,10	2,54	5,89	120,80	312,00	1422,92
S	%	0,05	0,80	1,84	0,06	6,01	3,13	9,83	0,25	0,33	1,02
Se	mg/kg	0,5	5,20	9,19	0,60	35,70	3,20	11,03	1,60	4,83	7,67
Sr	mg/kg	1	25,70	17,55	4,00	69,00	0,98	0,52	19,00	32,40	52,60
Zn	mg/kg	1	1226,13	2187,47	73,00	10000,00	3,23	12,16	256,00	947,60	2671,20



Şekil 4.22. Eseli sahasına ait toprak örneklerinin element dağılım grafikleri

Şekil 4.22' in devamı



4.3.2.3. Harköy Maden Sahası

Harköy maden sahasından 25 toprak örneği alınmış ve kimyasal analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına ait temel istatistiksel parametreler Tablo 4.36'da ve ilgili dağılım haritaları Şekil 4.23'de verilmiştir. Anomali haritaları çiziminde % 50, % 70 ve % 90. değerler ve kontrol sahasına ait aritmetik ortalamadan yararlanılmıştır.

Örneklerin Ag, Au, Al içerikleri sırasıyla 0.10-93.20 mg/kg, 0.5-1019.2 µg/kg ve % 0.81-4.98 aralığında değişir.

Örneklerin As içerikleri 6.80-1771.10 mg/kg arasındadır. En yüksek değer HT-4 örneğine aittir (Şekil 4.23). As elementi, dağılım grafiklerinde geniş bir yayılım göstermiştir.

Toprak örneklerinin Ba, Ca, Fe, K, Mg, Na, S ve P içerikleri sırasıyla 16-1049 mg/kg, % 0.03-2.53, % 1.44-7.82, % 0.04-0.46, % 0.06-0.40, % 0.00-0.02, % 0.05-0.69 ve % 0.01-0.33 aralığında değişir (Tablo 4.36).

Harköy maden sahası topraklarında Cd elementi 0.10-31.90 mg/kg aralığındadır. En yüksek değer HT-8 örneğine aittir.

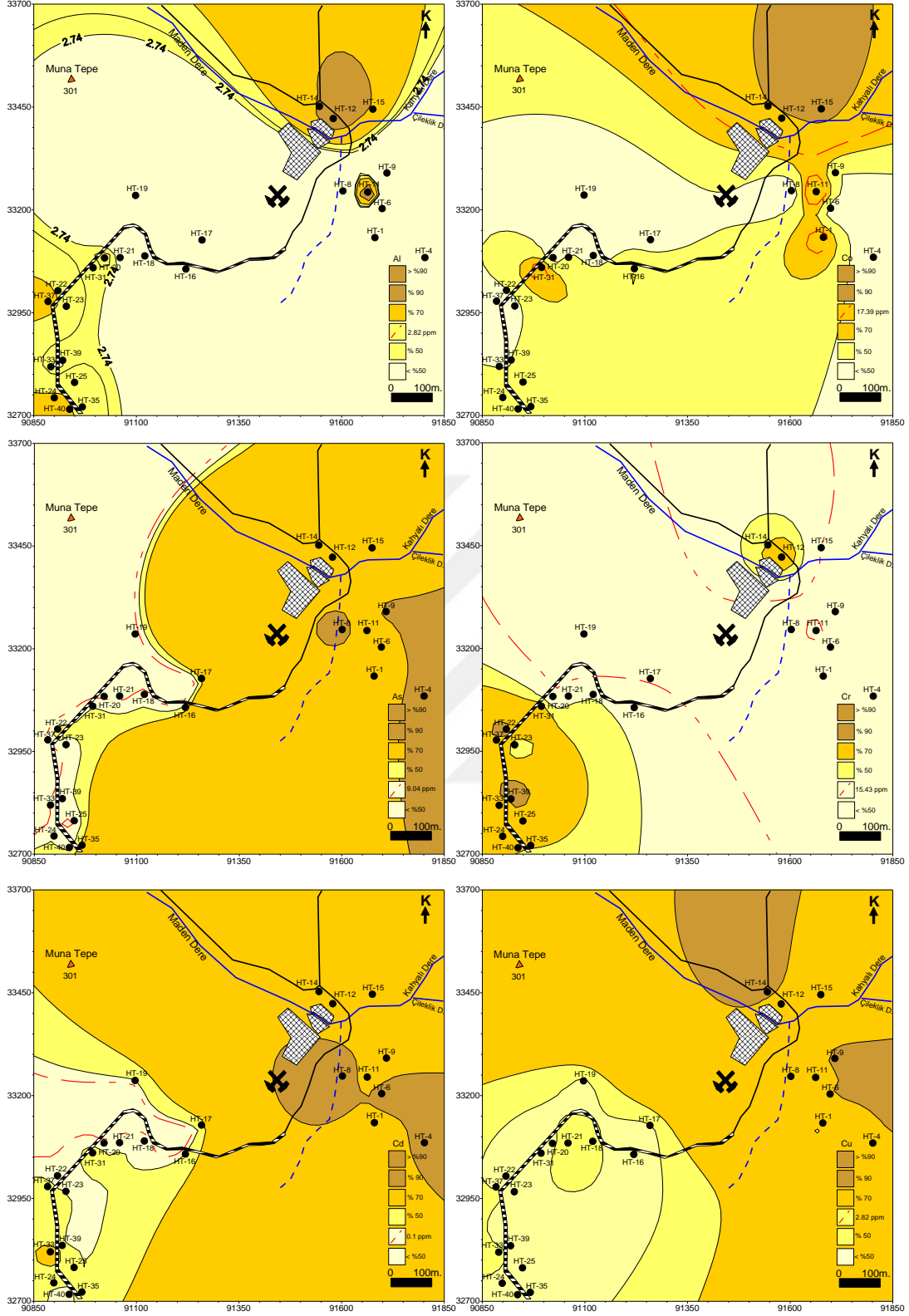
Toprak örneklerinin Co, Cr, Ni ve Mn içerikleri sırasıyla 2.50-30.60 mg/kg, 4-34 mg/kg, 2.80-16.50 mg/kg, 73-2264 mg/kg arasında değişir.

Toprak örneklerinin Cu değerleri 25.20-2407.40 mg/kg aralığında değişir. En yüksek değer HT-14 örneğine aittir. Yönetmelikte Cu elementi için belirtilen jenerik kirletici sınır değeri 3129 ppm'dir. Jenerik kirletici sınır değeri üzerinde örnek bulunmamaktadır. Dağılım grafiğinde As ile benzer davranış göstermiş olup topraklarda Cu yayılımı geniştir (Şekil 4.23).

Örneklerin Pb, Zn, Hg, Mo ve Se içerikleri sırasıyla 25.60-8923.10 mg/kg, 22-4256 mg/kg, 0.05-8.71 mg/kg, 0.20-97.50 mg/kg ve 0.50-21.30 mg/kg arasında değişir. Elementlerin dağılım grafikleri benzer olup yayılımı geniştir (Şekil 4.23).

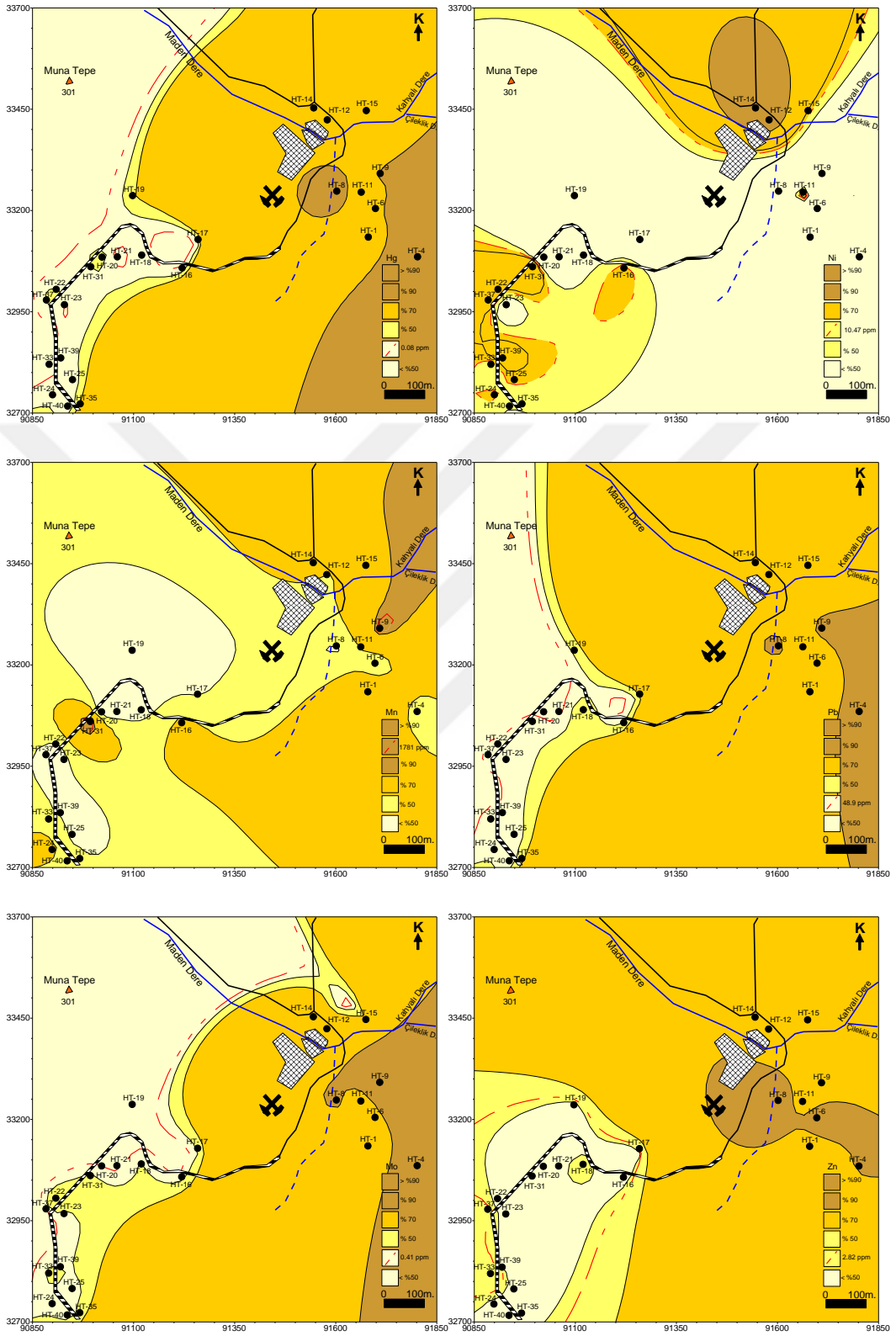
Tablo 4.36. Harköy sahasına ait toprak örneklerinin analiz sonuçları

Element mg/kg	Birim	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Değer Aralığı		Çarpıklık	Basıklık	Yüzdebirlik Değerler		
				Minimum	Maksimum			50%	70%	90%
Ag	mg/kg	10,62	24,11	0,10	93,20	2,61	6,27	0,30	1,36	38,60
Al	%	2,57	1,04	0,81	4,98	-0,07	0,10	2,74	3,02	3,60
As	mg/kg	247,76	531,40	6,80	1771,10	2,22	3,63	14,60	22,60	1130,08
Au	µg/kg	0,12	0,29	0,00	1,02	2,69	6,19	0,00	0,01	0,40
Ba	mg/kg	235,44	276,15	16,00	1049,00	1,55	1,73	78,00	227,20	626,00
Ca	%	0,47	0,52	0,03	2,53	2,79	10,05	0,35	0,59	0,88
Cd	mg/kg	3,86	8,31	0,10	31,90	2,53	5,84	0,20	0,78	13,44
Co	mg/kg	12,08	8,67	2,50	30,60	0,96	-0,28	8,90	13,98	26,32
Cr	mg/kg	19,32	8,85	4,00	34,00	-0,40	-0,90	21,00	24,00	29,00
Cu	mg/kg	445,68	729,34	25,20	2407,40	1,72	1,56	72,30	176,88	1638,62
Fe %	%	4,58	1,70	1,44	7,82	0,62	-0,23	4,22	4,45	7,44
Hg	mg/kg	0,96	2,09	0,05	8,71	2,83	8,06	0,12	0,16	3,22
K	%	0,11	0,09	0,04	0,46	2,82	8,88	0,07	0,11	0,19
Mg	%	0,24	0,09	0,06	0,40	0,31	-0,35	0,22	0,28	0,37
Mn	mg/kg	825,80	575,53	73,00	2264,00	1,07	0,36	549,00	954,60	1698,80
Mo	mg/kg	10,20	24,45	0,20	97,50	2,81	7,46	0,70	1,32	35,50
Na	%	0,00	0,01	0,00	0,02	546,00	4,33	0,00	0,00	0,01
Ni	mg/kg	8,95	4,07	2,80	16,50	0,01	-0,88	9,70	10,94	13,84
P	%	0,07	0,08	0,01	0,33	2,22	4,81	0,05	0,07	0,14
Pb	mg/kg	1257,24	2588,01	25,60	8923,10	2,20	3,63	84,70	138,84	5791,46
S	%	0,11	0,16	0,05	0,69	2,77	7,57	0,05	0,05	0,29
Se	mg/kg	3,04	5,60	0,50	21,30	3,01	8,21	1,20	1,40	5,78
Sr	mg/kg	21,68	19,23	3,00	93,00	2,50	7,52	18,00	22,40	40,20
Zn	mg/kg	559,88	1126,55	22,00	4256,00	2,53	5,77	76,00	184,00	1826,80



Şekil 4.23. Harköy sahasına ait toprak örneklerinin element dağılım grafikleri

Şekil 4.23' ün devamı



4.3.2.4. İsrail Maden Sahası

İsrail maden sahasından 30 toprak örneği alınmış ve kimyasal analizi yaptırılmıştır. Analiz sonuçlarına ait temel istatistiksel parametreler Tablo 4.37’de ve ilgili dağılım haritaları Şekil 4.24’te verilmiştir. Anomali haritalarının çiziminde % 50, % 70 ve % 90. değerler ve kontrol sahasından elde edilen aritmetik ortalamadan yararlanılmıştır.

Örneklerin Ag, Au ve Al içerikleri sırasıyla 0.10-8 mg/kg ve 0.8-181 µg/kg ve % 0.17-2.91 arasında değişir (Tablo 4.37).

Örneklerin As içerikleri 13.30-867.60 mg/kg arasında değişir. En yüksek değer IT-38 örneğine aittir. Dağılım grafiğinde görüldüğü gibi en yüksek değerler cüruף yığınlarının yakınındadır (Şekil 4.24).

Toprak örneklerinin Ba, Ca, Fe, K, Mg, Na, S ve P içerikleri sırasıyla 20-1158 mg/kg, % 0.01-0.91, % 1.18-4.31, % 0.02-0.09, % 0.01- 0,38, % 0.00-0.01, % 0.05-0.11 ve % 0.01-0.15 aralıklarındadır.

İsrail maden sahası topraklarında Cd elementi 0.10-0.70 mg/kg aralığında değişir. En yüksek değer IT-64 örneğine aittir. Toprakta Cd elementi için, yeni yönetmelikte belirtilen jenerik kirletici sınır değeri 70 mg/kg’dır. Bu sınır değeri aşan bir örnek yoktur.

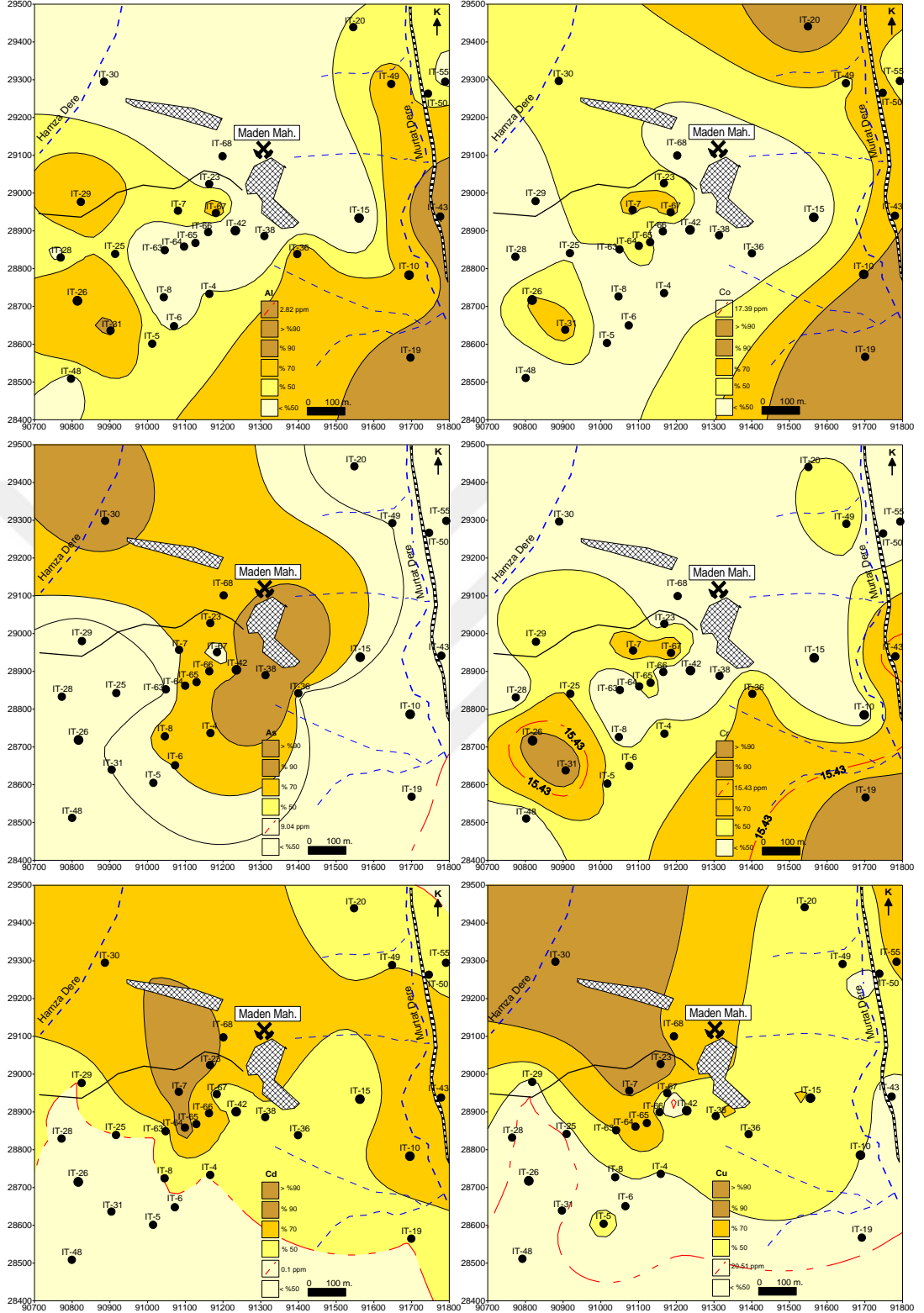
Toprak örneklerinin Co, Cr, Ni ve Mn içerikleri sırasıyla 0.50-8.50 mg/kg, 1-24 mg/kg, 0.70-18.40 mg/kg ve 7-472 mg/kg arasında değişir.

Toprak örneklerinin Cu değerleri 9-902,70 mg/kg aralığında değişir. En yüksek değer IT-30 örneğine aittir. 2010 yılına ait toprak kirliliği yönetmeliğinde Cu elementi için belirtilen jenerik kirletici sınır değeri 3129 ppm’dir. Bu sınır değeri üzerinde bir örnek bulunmamaktadır. Dağılım grafiğinde yüksek değerlerin Hamza dere civarında yoğunlaştığı ve yayılımın geniş olduğu gözlenmiştir.

Örneklerin Pb, Zn, Hg, Mo ve Se içerikleri sırasıyla 14.10-1659.20 mg/kg, 12-231 mg/kg, 0.03-0.42 mg/kg, 0.50-50.70 mg/kg ve 0.50-6.70 mg/kg arasında değişir. Cu ile benzer şekilde dağılım grafiğinde elementler, Hamza dere civarında yayılım göstermiştir. Yayılımın nedeni ise bu civarda bulunan maden atık sahasıdır.

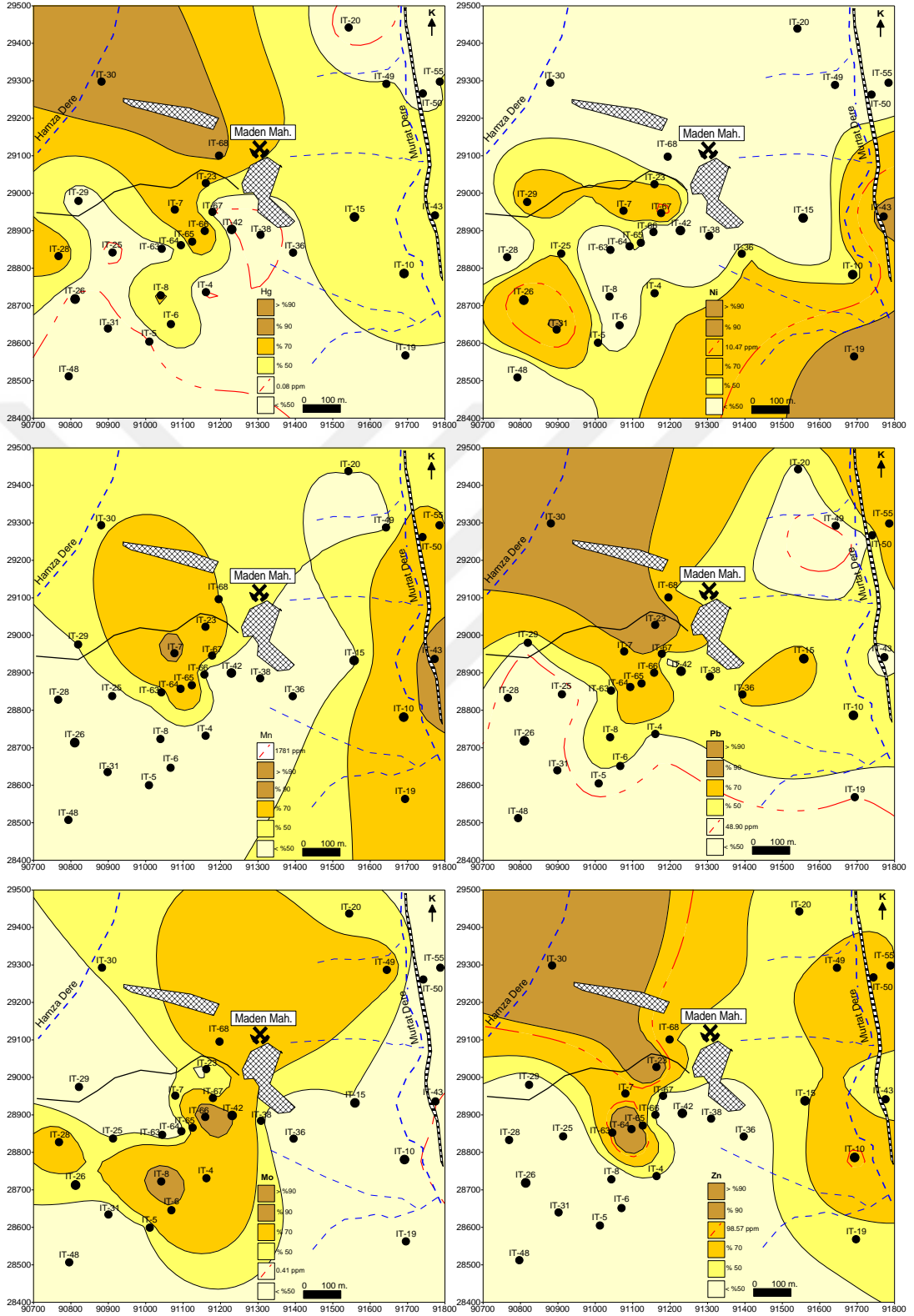
Tablo 4.37. İsrail sahasına ait toprak örneklerinin analiz sonuçları

Element mg/kg	Birim	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Değer Aralığı		Çarpıklık	Basıklık	Yüzdebirlik Değerler		
				Minimum	Maksimum			50%	70%	90%
Ag	mg/kg	1,71	1,93	0,10	8,00	1,65	2,66	1,1	1,72	4,32
Al	%	0,96	0,65	0,17	2,91	1,33	1,94	0,81	1,07	1,857
As	mg/kg	103,43	154,66	13,30	867,60	4,43	22,00	60,55	97,58	177,23
Au	µg/kg	0,03	0,04	0,00	0,18	1,93	4,70	0,026	0,04753	0,08453
Ba	mg/kg	318,10	323,25	20,00	1158,00	1,06	0,06	174,5	438	796,7
Ca	%	0,10	0,17	0,01	0,91	4,01	18,25	0,04	0,053	0,226
Cd	mg/kg	0,21	0,16	0,10	0,70	1,56	1,94	0,1	0,2	0,41
Co	mg/kg	3,10	1,98	0,50	8,50	0,74	0,32	2,65	4,06	5,33
Cr	mg/kg	9,37	5,83	1,00	24,00	0,99	0,53	8	11	18,2
Cu	mg/kg	162,26	224,16	9,00	902,70	2,07	4,12	51,6	182,33	427
Fe	%	2,40	0,80	1,18	4,31	0,79	0,19	2,4	2,72	3,702
Hg	mg/kg	0,16	0,11	0,03	0,42	0,84	-0,41	0,125	0,22	0,321
K	%	0,05	0,02	0,02	0,09	1,14	0,15	0,04	0,05	0,081
Mg	%	0,10	0,10	0,01	0,38	1,47	1,62	0,07	0,113	0,261
Mn	mg/kg	154,53	147,50	7,00	472,00	1,10	-0,01	88	175,3	397,2
Mo	mg/kg	12,37	12,00	0,50	50,70	1,65	2,79	9	13,4	28,59
Na	%	0,00	0,00	0,00	0,01	1,23	0,33	0,001	0,002	0,004
Ni	mg/kg	6,10	4,75	0,70	18,40	1,17	0,72	5,55	6,93	13,92
P	%	0,05	0,04	0,01	0,15	1,17	-0,17	0,028	0,0469	0,1221
Pb	mg/kg	224,94	355,10	14,10	1659,20	3,04	9,87	80	171,03	514,05
S	%	0,06	0,02	0,05	0,11	2,08	3,05	0,05	0,05	0,092
Se	mg/kg	2,38	1,77	0,50	6,70	0,96	-0,20	1,65	2,91	4,94
Sr	mg/kg	7,47	7,81	1,00	39,00	2,64	8,63	5	7,3	17
Zn	mg/kg	69,40	46,41	12,00	231,00	1,89	4,41	58	75,3	108,4



Şekil 4.24. İsrail sahasına ait toprak örneklerinin element dağılım grafikleri

Şekil. 4.24' ün devamı



4.3.3. Toprak Örneklerinin Korelasyon Analizi

Toprak örnekleri için hesaplanan korelasyon analizi sonuçları Ek Tablo 7-9'da verilmiştir. Maden sahalarından alınan örnekler normal dağılım göstermediği için elementlere Spearman korelasyon analizi uygulanmıştır.

- Eseli maden sahası

Ag-Au ($r=0.98$), Ag-As ($r=0.93$), As-Zn ($r=0.85$), Cd-Zn ($r=0.89$), Cd-Pb ($r=0.82$), Cu-Pb ($r=0.91$), Cu-Zn ($r=0.96$), Hg-Mo ($r=0.92$), Hg-Pb ($r=0.90$), Hg-Zn ($r=0.88$), Mo-Pb ($r=0.92$), Mo-Se ($r=0.90$), Mo-Zn ($r=0.90$), Pb-Se ($r=0.87$), S-Se ($r=0.85$) gibi bir çok element çifti arasında çok yüksek pozitif korelasyon bulunmaktadır.

Al-Cd ($r=-0.48$), Al-Pb ($r=-0.46$), Ni-S ($r=-0.54$), Ni-Se ($r=-0.47$), Ni-Mo ($r=-0.42$), Ni-Hg ($r=-0.52$), Ni-As ($r=-0.42$) çiftleri arasında orta negatif ilişkiler mevcuttur.

- Harköy Maden sahası

Ag-Au ($r=0.88$), Ag-Ba ($r=0.82$), Ag-Cd ($r=0.75$), Ag-Cu ($r=0.73$), Ag-Hg ($r=0.79$), Ag-Pb ($r=0.95$), Ag-Zn ($r=0.78$), As-Mo ($r=0.91$), As-Pb ($r=0.79$), As-Zn ($r=0.74$), Au-Ba ($r=0.81$), Au-Cu ($r=0.78$), Au-Pb ($r=0.85$), Ba-Pb ($r=0.81$), Ba-Zn ($r=0.81$), Cd-Cu ($r=0.81$), Cd-Zn ($r=0.93$), Cr-Ni ($r=0.81$), Cu-Zn ($r=0.89$), Hg-Pb ($r=0.77$), Mo-Zn ($r=0.79$), Pb-Zn ($r=0.79$) gibi birçok element çifti arasında çok yüksek pozitif ilişkiler bulunmaktadır.

Ag-Mg ($r=-0.67$), Al-Na ($r=-0.56$), Au-Mg ($r=-0.56$), Mg-Pb ($r=-0.65$) çiftleri arasında orta negatif ilişkiler mevcuttur.

- İsrail Maden Sahası

Ag-Au ($r=0.94$), Ag-Ba ($r=0.86$), Ag-Pb ($r=0.85$), Al-Cr ($r=0.87$), Al-Mg ($r=0.85$), Al-Ni ($r=0.89$), As-Se ($r=0.80$), Cr-Ni ($r=0.92$), Cu-Pb ($r=0.84$), Mg-Ni ($r=0.85$), Mo-Se ($r=0.82$) gibi birçok element çifti arasında pozitif yüksek dereceli ilişkiler bulunmaktadır. Ag-S ($r=0.64$), As-Pb ($r=0.64$), Ba-Zn ($r=0.56$), Cd-Hg ($r=0.53$), Cd-Pb ($r=0.60$), Cd-Zn ($r=0.64$), Co-Ni ($r=0.69$), Cu-Zn ($r=0.67$) gibi element çiftleri arasında ise pozitif orta şiddette korelasyonlar mevcuttur.

Ag-Al ($r=-0.59$), Al-As ($r=-0.58$), Al-Au ($r=-0.71$), Al-Ba ($r=-0.60$), Mg-Se ($r=-0.64$), Al-Se ($r=-0.62$) çiftleri arasında negatif orta dereceli ilişkiler bulunmaktadır.

4.3.4. Maden Sahalarındaki Toprakların Kirlilik Seviyelerinin Belirlenmesi

Toprak örneklerinin element zenginleşmesi ve kirlilik seviyelerinin belirlenmesi için zenginleşme faktörü (EF), jeobirikim indeksi (Igeo), kirlilik faktörü (Cf), kirlilik derecesi (CD), modifiye kirlilik derecesi (mCD) ve kirlilik yükü indeksi (PLI) kullanılmıştır. İlgili formüller “dere sedimanı örnekleri” bölümünde verilmiştir.

4.3.4.1. Eseli Maden Sahası

Eseli maden sahası toprak örneklerine ait Cf, CD, mCD ve PLI indeksleri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 4.38’de verilmiştir.

Tablo 4.38. Eseli sahasına ait toprakların Cf, CD, mCD ve PLI değerleri

Örnek	Kirlilik Faktörü (Cf)												CD	mCD	PLI
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn			
ET-1	3,21	9,00	0,79	0,26	11,69	0,75	1,19	0,64	2,41	0,95	1,28	1,71	33,88	2,82	1,55
ET-3	3,91	14,00	0,55	0,32	6,46	0,61	0,95	2,25	2,17	1,64	1,74	1,39	36,01	3,00	1,73
ET-5	116,32	123,00	0,85	0,32	218,20	1,89	36,90	0,49	69,52	0,57	54,91	23,76	646,73	53,89	10,36
ET-6	89,30	626,00	1,01	0,26	323,33	2,63	61,81	0,33	123,34	0,61	67,96	101,45	1398,02	116,50	15,01
ET-7	21,66	1,00	0,22	0,45	7,14	1,46	14,12	0,45	17,62	0,41	2,16	2,06	68,76	5,73	2,02
ET-8	2,96	5,00	1,37	0,32	11,57	1,16	1,07	0,40	1,93	0,52	1,63	1,65	29,59	2,47	1,47
ET-9	2,23	1,00	0,44	0,65	1,65	0,50	0,83	0,18	0,97	0,92	0,54	0,74	10,65	0,89	0,74
ET-10	2,42	2,00	0,75	0,91	3,01	0,67	0,83	0,64	1,69	1,07	1,18	0,96	16,13	1,34	1,18
ET-11	4,84	10,00	1,31	0,52	34,69	1,23	3,80	0,59	4,10	0,90	2,30	3,01	67,29	5,61	2,56
ET-12	2,24	7,00	1,01	0,71	9,86	0,91	1,31	0,56	1,21	1,79	1,43	1,66	29,69	2,47	1,64
ET-14	7,08	11,00	0,81	0,45	17,74	0,83	2,37	0,48	4,10	0,79	3,12	2,60	51,37	4,28	2,20
ET-15	46,59	80,00	0,78	0,52	479,51	1,54	21,12	0,35	62,03	0,77	32,49	36,59	762,30	63,52	9,38
ET-16	11,40	4,00	0,36	0,32	18,07	0,84	3,08	0,15	8,45	0,26	9,81	1,86	58,60	4,88	1,84
ET-17	3,70	7,00	1,41	3,50	5,93	1,04	0,47	1,51	1,45	3,93	0,92	1,32	32,20	2,68	1,99
ET-19	11,68	74,00	1,08	2,20	78,17	1,08	9,97	0,97	14,24	2,34	10,37	14,72	220,82	18,40	6,72
ET-20	3,77	14,00	1,30	4,41	46,24	0,98	1,54	1,35	3,38	3,68	2,47	6,21	89,33	7,44	3,64
ET-22	2,69	1,00	1,97	5,25	7,37	1,22	0,71	1,40	1,93	2,52	1,25	0,95	28,26	2,35	1,83
ET-23	3,03	3,00	1,59	5,44	5,75	1,08	0,47	1,03	1,45	4,12	1,03	1,24	29,22	2,43	1,87
ET-31	6,55	13,00	1,09	0,65	21,91	0,95	3,68	0,73	3,62	1,46	5,08	3,64	62,37	5,20	2,89
ET-32	27,54	117,00	1,18	0,78	212,99	1,54	14,12	2,67	55,03	1,01	15,54	23,82	473,22	39,43	9,77
ET-36	6,82	14,00	1,06	0,65	25,97	0,97	3,44	0,73	4,83	1,55	5,57	3,84	69,44	5,79	3,06
ET-37	13,92	213,00	1,03	0,45	156,99	1,19	4,63	1,30	32,10	1,41	7,60	27,92	461,55	38,46	7,05
ET-38	5,03	21,00	1,69	6,42	193,93	1,20	1,42	1,22	12,55	4,85	4,47	22,98	276,76	23,06	6,14
Ort.	17,34	59,57	1,03	1,56	82,53	1,14	8,25	0,89	18,70	1,66	10,21	12,44	215,31	17,94	4,20
Min.	2,23	1,00	0,22	0,26	1,65	0,50	0,47	0,15	0,97	0,26	0,54	0,74	10,65	0,89	0,74
Mak.	116,32	626,00	1,97	6,42	479,51	2,63	61,81	2,67	123,34	4,85	67,96	101,45	1398,02	116,50	15,01

Ortalama Cf değerlerine göre, çok yüksek kirlilik ($Cf \geq 6$) gösteren elementler, As, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb ve Zn’dir.

CD ve mCD sonuçlarına göre, maden sahası toprakları yüksek derecelerde kirlenme gösterir.

Örnek noktasında PLI değeri >1 ise kirlilik var, PLI değeri <1 ise kirlilik yok demektir. Sonuç olarak bir örnek noktası (ET-9) dışında tüm örnekleme lokasyonlarının PLI değeri 1'in üstündedir (Tablo 4.38).

Eseli maden sahası örneklerinde zenginleşme faktörü (EF) hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 4.39'da verilmiştir. Ortalama EF değerlerine göre, As, Cd, Mo ve Cu elementleri aşırı zenginleşme göstermiştir. Hg, Pb ve Zn ise çok yüksek zenginleşme gösterir.

Tablo 4.39. Eseli sahasına ait toprakların EF değerleri

Element	EF Arit. Ort.	EF Değer Aralığı		ESELİ MADEN SAHASI - EF SINIFLAMASI				
		Min.	Mak.	EF< 2 Az	2-≤EF<5 Orta	5-≤EF<20 Önemli	20-≤EF<40 Çok yüksek	EF≥40 Aşırı
As	45,52	2,13	406,57	-	7	9	3	4
Cd	190,36	0,80	2850,18	3	2	9	2	7
Co	1,81	0,18	4,61	14	9	-	-	-
Cr	2,43	0,36	9,34	17	2	4	-	-
Cu	201,16	2,86	1472,10	-	1	8	5	9
Fe	2,28	0,86	11,97	16	6	1	-	-
Hg	23,12	0,57	281,44	7	8	3	2	3
Mn	1,61	0,32	6,84	18	4	1	-	-
Mo	51,22	1,14	561,59	4	5	7	2	5
Ni	2,75	0,33	7,06	13	6	4	-	-
Pb	28,91	0,94	309,41	6	5	6	3	3
Zn	35,84	1,28	461,90	7	7	2	3	4

Eseli maden sahası örneklerinde jeobirikim indeksi (Igeo) hesaplamaları yapılarak sonuçlar Tablo 4.40'da verilmiştir. Ortalama Igeo değerlerine göre örnekler, Cu, Cd, As, Mo, Pb ve Zn elementlerince kirlenmiştir.

4.3.4.2. Harköy Maden Sahası

Harköy maden sahası toprak örneklerine ait Cf, CD, mCD ve PLI indeksleri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 4.41'de verilmiştir.

Tablo 4.40. Eseli sahasına ait toprakların I geo değerleri

Element	Igeo Arit. Ort.	Igeo Değer Aralığı		ESELİ SAHASI- Igeo SINIFLANDIRMASI- ÖRNEK SAYILARI						
		Minimum	Maksimum	Igeo<0	0< Igeo<1	1< Igeo<2	2< Igeo<3	3< Igeo<4	4< Igeo<5	Igeo>5
				Pratik olarak kirlenmemiş	Kirlenmemiş-Orta derecede kirlenmiş	Orta derecede kirlenmiş	Orta-Çok kirlenmiş	Çok kirlenmiş	Çok-Aşırı kirlenmiş	Aşırı kirlenmiş
As	2,35	0,57	6,28	-	5	7	5	2	2	2
Cd	3,13	-0,58	8,71	3	2	2	5	5	-	6
Co	-0,70	-2,74	0,40	20	3	-	-	-	-	-
Cr	-0,84	-2,53	2,10	17	1	4	1	-	-	-
Cu	4,12	0,14	8,32	-	1	3	6	3	3	7
Fe	-0,49	-1,60	0,81	19	4	-	-	-	-	-
Hg	0,97	-1,66	5,36	10	2	5	1	3	1	1
Mn	-1,10	-3,31	0,83	20	3	-	-	-	-	-
Mo	2,06	-0,64	6,36	4	5	5	1	3	1	4
Ni	-0,27	-2,54	1,69	14	5	4	-	-	-	-
Pb	1,36	-1,47	5,50	7	5	4	3	1	1	2
Zn	1,52	-1,02	6,08	6	6	3	1	4	2	1

Tablo 4.41. Harköy sahasına ait toprakların Cf, CD, mCD ve PLI değerleri

Örnek	Kirlilik Faktörü (Cf)												CD	mCD	PLI
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn			
HT-1	1,26	11,00	1,20	0,58	4,76	0,88	0,83	1,00	0,97	0,58	1,46	1,26	24,52	2,04	1,34
HT-4	195,86	170,00	0,14	0,58	71,80	1,86	103,34	0,46	169,93	0,37	182,48	19,50	720,46	60,04	11,22
HT-6	95,09	243,00	0,21	0,32	84,13	0,79	34,64	0,31	55,28	0,32	78,47	36,35	533,83	44,49	7,87
HT-8	180,15	319,00	0,16	0,39	73,50	1,00	66,20	0,27	105,97	0,34	146,21	43,18	756,22	63,02	10,08
HT-9	144,89	80,00	0,51	0,32	98,11	1,15	40,58	1,06	235,34	0,27	145,08	7,84	610,27	50,86	9,67
HT-11	2,55	6,00	1,67	1,43	8,25	1,80	1,66	0,55	1,93	1,21	2,62	1,93	29,04	2,42	2,06
HT-12	17,44	7,00	1,46	1,88	26,67	1,78	6,64	0,49	8,69	1,52	20,52	1,95	78,59	6,55	4,16
HT-14	20,60	81,00	1,55	1,49	117,35	1,60	8,42	0,85	9,90	1,58	36,99	17,08	277,81	23,15	7,81
HT-15	5,01	8,00	1,76	0,97	8,72	1,75	2,85	0,88	3,86	1,02	5,62	1,90	37,33	3,11	2,63
HT-16	1,76	2,00	0,82	1,23	1,58	0,73	0,95	0,62	1,21	1,05	1,52	0,53	12,24	1,02	1,08
HT-17	1,61	2,00	0,37	0,97	2,36	0,57	0,95	0,29	1,45	0,73	1,85	0,53	12,06	1,01	0,93
HT-18	1,49	2,00	0,36	1,36	4,41	0,89	1,42	0,22	1,93	0,84	2,89	1,10	17,42	1,45	1,20
HT-19	0,75	1,00	0,19	0,26	1,89	0,34	1,90	0,09	0,48	0,27	1,93	0,45	8,79	0,73	0,53
HT-20	0,82	1,00	0,19	0,97	1,23	0,67	1,78	0,04	0,97	0,42	0,52	0,22	8,01	0,67	0,52
HT-21	0,80	2,00	0,64	1,30	10,56	1,51	0,59	0,23	0,72	0,52	0,67	0,65	19,39	1,62	0,94
HT-22	2,28	1,00	0,41	2,01	2,41	0,94	1,66	0,17	3,38	1,08	1,60	0,56	15,22	1,27	1,12
HT-23	1,04	2,00	0,41	1,36	3,46	1,06	0,83	0,25	1,21	0,73	0,99	0,48	12,77	1,06	0,92
HT-24	1,73	2,00	0,85	1,88	3,16	1,02	1,42	0,64	1,45	1,02	1,73	0,57	15,75	1,31	1,30
HT-25	0,83	2,00	0,73	1,69	2,11	1,05	1,07	0,24	0,97	1,01	0,93	0,47	12,25	1,02	0,94
HT-31	1,76	3,00	1,25	1,69	1,92	0,86	1,42	1,27	1,93	1,39	1,59	0,77	17,09	1,42	1,48
HT-33	1,42	13,00	0,47	1,49	4,07	0,94	0,95	0,44	2,41	0,93	1,86	1,74	28,30	2,36	1,52
HT-35	1,56	2,00	0,62	1,56	2,53	1,00	1,19	0,39	1,21	0,93	1,35	0,62	13,38	1,11	1,10
HT-37	1,27	3,00	0,39	1,81	3,52	1,05	1,66	0,28	1,21	1,14	1,69	1,19	16,94	1,41	1,24
HT-39	1,43	2,00	0,51	2,20	2,33	0,94	1,07	0,24	1,69	1,19	1,01	0,64	13,83	1,15	1,07
HT-40	1,57	1,00	0,51	1,56	2,31	1,03	1,07	0,30	1,69	0,92	1,17	0,52	12,07	1,01	0,99
Ort.	27,40	38,64	0,70	1,25	21,73	1,09	11,40	0,46	24,63	0,85	25,71	5,68	132,14	11,01	2,95
Min.	0,75	1,00	0,14	0,26	1,23	0,34	0,59	0,04	0,48	0,27	0,52	0,22	8,01	0,67	0,52
Mak.	195,86	319,00	1,76	2,20	117,35	1,86	103,34	1,27	235,34	1,58	182,48	43,18	756,22	63,02	11,22

Ortalama Cf değerlerine göre “Çok yüksek” kirlilik ($Cf \geq 6$) gösteren elementler As, Cd, Cu, Hg, Mo ve Pb’dir. Zn elementi ise “Önemli” kirlilik sınıfında yer alır.

CD ve mCD sonuçlarına göre, maden sahası topraklarında çok yüksek kirlilik gösteren lokasyonlar HT-4, HT-6, HT-8, HT-9 ve HT-14 noktalarıdır. Bu örneklerin bulunduğu nokta maden atıklarından en çok etkilenen konumdadır.

CD ve mCD sonuçlarına benzer şekilde, PLI sonuçları bu örnek noktalarında oldukça yüksektir. Diğer örnek noktalarında PLI değeri 1 civarındadır. Bu durum sahada orta-düşük derecelerde kirlenmenin yaygın olduğunu, yüksek kirliliklerin ise dar alanda kaldığını gösterir.

Harköy maden sahası örneklerinde zenginleşme faktörü (EF) hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 4.42’de verilmiştir.

Tablo 4.42. Harköy sahasına ait toprakların EF değerleri

Element	EF Arit. Ort.	EF Değer Aralığı		EF SINIFLANDIRMASI- HARKKÖY ÖRNEK SAYILARI				
		Minimum	Maksimum	EF < 2	2-≤EF<5	5-≤EF<20	20-≤EF<40	EF ≥40
As	83,94	0,78	674,24	15	4	2	-	4
Cd	115,83	0,90	1098,16	8	9	3	-	5
Co	0,75	0,18	1,71	25	-	-	-	-
Cr	1,39	0,47	2,30	23	2	-	-	-
Cu	50,20	1,18	293,20	3	12	5	-	5
Fe	1,50	0,62	6,39	21	3	1	-	-
Hg	34,31	0,62	355,75	17	3	1	-	4
Mn	0,65	0,04	3,03	24	1	-	-	-
Mo	74,33	0,76	671,06	14	5	2	-	4
Ni	0,96	0,40	1,56	25	-	-	-	-
Pb	75,85	0,50	628,18	13	6	1	1	4
Zn	15,83	0,22	148,64	20	-	1	1	3

Ortalama EF değerlerine göre, As, Cd, Cu, Mo ve Pb elementleri “Aşırı” zenginleşme, Hg ve Zn elementleri ise birçok örnekte “Önemli” ve “Çok yüksek” zenginleşmeler göstermektedir.

Harköy sahası örneklerine ait jeobirikim indeksi (Igeo) sonuçları Tablo 4.43’te verilmiştir.

Örneklerin ortalama Igeo değerlerine göre Cu elementi “Orta-Çok”; As, Cd, Mo ve Pb elementleri “Orta” derecede kirlenmiş sınıfta yer alır.

Tablo 4.43. Harköy sahasına ait toprakların I geo değerleri

Element	Igeo Arit. Ort.	Igeo Değer Aralığı		HARKKÖY SAHASI- Igeo SINIFLANDIRMASI- ÖRNEK SAYILARI						
		Minimum	Maksimum	Igeo< 0	0< Igeo<1	1< Igeo<2	2< Igeo<3	3< Igeo<4	4< Igeo<5	Igeo> 5
				Pratik olarak kirlenmemiş	Kirlenmemiş-Orta derecede kirlenmiş	Orta derecede kirlenmiş	Orta-Çok kirlenmiş	Çok kirlenmiş	Çok-Aşırı kirlenmiş	Aşırı kirlenmiş
As	1,32	-1,00	7,03	10	8	1	-	2	-	4
Cd	1,98	-0,58	7,73	4	11	1	3	1	-	5
Co	-1,48	-3,38	0,23	22	3	-	-	-	-	-
Cr	-0,48	-2,53	0,55	16	9	-	-	-	-	-
Cu	2,15	-0,29	6,29	1	9	6	3	-	1	5
Fe	-0,56	-2,13	0,31	19	6	-	-	-	-	-
Hg	0,82	-1,34	6,11	13	6	-	2	-	2	2
Mn	-2,06	-5,19	-0,24	25	-	-	-	-	-	-
Mo	1,18	-1,64	7,29	11	6	2	2	-	-	4
Ni	-0,99	-2,49	0,07	23	2	-	-	-	-	-
Pb	1,37	-1,52	6,93	8	10	1	-	1	1	4
Zn	-0,02	-2,75	4,85	16	4	-	1	2	2	-

4.3.4.3. İsrail Maden Sahası

İsrail maden sahası toprak örneklerine ait Cf, CD, mCD ve PLI indeksleri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 4.44'te verilmiştir.

Ortalama Cf değerlerine göre, “Çok yüksek” kirlilik ($Cf \geq 6$) gösteren elementler As, Cu ve Mo elementleridir. Cd ve Hg elementleri ise sahada “Orta” derecede kirlilik gösterir.

CD sonuçlarına göre, sahanın büyük bir kısmı “Çok yüksek” kirlilik gösterir. mCD sonuçlarına göre birkaç örnek noktası “Çok yüksek” kirlilik göstermektedir.

PLI>1 olması, örnek noktasında kirliliğin var olduğunu gösterir. Bu anlamda örneklerin yarısı 1 değerinin üzerindedir. En yüksek değerler IT-7, IT-23, IT-30, IT-67 ve IT-68 örnek noktalarında gözlenmiştir. Bu noktalar, maden atık sahası civarında yer alır.

İsrail maden sahası örneklerinde zenginleşme faktörü (EF) hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 4.45'te verilmiştir.

Ortalama EF değerlerine göre As, Cu ve Mo elementleri “Aşırı” zenginleşme gösterir. Pb elementi “Çok yüksek” zenginleşme gösterirken Cd ve Hg elementleri ise “Önemli ölçüde” zenginleşmişlerdir. “Orta” derecede zenginleşme gösteren elementler ise Fe ve Zn'dir.

Tablo 4.44. İsrail sahasına ait toprakların Cf, CD, mCD ve PLI değerleri

Örnek	Kirlilik Faktörü (Cf)												CD	mCD	PLI
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn			
IT-4	16,26	1,00	0,15	0,58	1,75	0,57	0,83	0,02	52,14	0,66	1,31	0,59	75,86	6,32	0,97
IT-5	8,50	1,00	0,13	0,71	3,31	0,43	0,71	0,05	21,97	0,55	1,37	0,32	39,05	3,25	0,88
IT-6	10,74	1,00	0,09	0,58	2,12	1,02	2,61	0,03	68,79	0,45	1,64	0,32	89,39	7,45	1,03
IT-7	10,05	5,00	0,25	0,84	23,10	0,65	3,56	0,27	23,41	0,76	5,77	0,83	74,48	6,21	2,20
IT-8	12,82	1,00	0,05	0,45	1,65	0,49	2,85	0,02	95,10	0,23	3,19	0,25	118,09	9,84	0,86
IT-10	2,59	3,00	0,30	0,39	2,37	0,41	1,90	0,21	1,93	0,54	2,76	1,06	17,46	1,45	1,01
IT-15	9,32	1,00	0,08	0,06	9,20	0,69	2,61	0,03	21,48	0,10	4,09	0,75	49,42	4,12	0,87
IT-19	1,47	1,00	0,49	1,43	1,24	0,45	1,42	0,14	6,28	1,76	0,93	0,67	17,28	1,44	0,98
IT-20	2,34	1,00	0,38	0,52	2,66	0,36	0,59	0,05	25,34	0,49	1,24	0,59	35,56	2,96	0,84
IT-23	19,37	5,00	0,22	0,45	36,67	0,47	2,73	0,16	18,34	0,67	33,93	1,50	119,53	9,96	2,45
IT-25	3,23	1,00	0,15	0,71	1,05	0,41	0,71	0,03	20,52	0,64	0,45	0,24	29,14	2,43	0,64
IT-26	6,56	1,00	0,24	1,30	0,83	0,65	0,71	0,04	30,17	1,32	0,72	0,37	43,90	3,66	0,92
IT-28	3,70	1,00	0,03	0,26	1,23	0,41	3,68	0,01	41,52	0,11	0,73	0,37	53,04	4,42	0,54
IT-29	2,58	1,00	0,12	0,71	1,11	0,30	0,83	0,05	1,21	0,79	1,23	0,46	10,39	0,87	0,59
IT-30	25,69	4,00	0,18	0,39	44,00	0,64	4,98	0,09	23,17	0,31	23,18	1,70	128,34	10,70	2,34
IT-31	6,72	1,00	0,29	1,56	0,77	0,57	0,59	0,03	14,72	1,43	0,76	0,34	28,80	2,40	0,85
IT-36	4,15	2,00	0,10	0,84	7,49	0,28	1,31	0,02	4,83	0,68	3,81	0,44	25,95	2,16	0,90
IT-38	95,94	2,00	0,03	0,32	9,29	0,88	0,36	0,00	20,52	0,07	2,49	0,46	132,35	11,03	0,75
IT-42	10,91	2,00	0,08	0,13	3,13	0,88	0,95	0,01	70,97	0,10	1,63	0,52	91,32	7,61	0,77
IT-43	2,23	4,00	0,29	1,17	1,15	0,49	1,78	0,26	1,45	1,54	1,15	0,67	16,17	1,35	1,02
IT-48	2,45	1,00	0,03	0,32	0,44	0,38	0,47	0,01	4,59	0,16	0,29	0,12	10,28	0,86	0,30
IT-49	6,67	2,00	0,22	0,65	3,04	0,66	1,54	0,04	40,31	0,52	1,18	0,85	57,69	4,81	1,15
IT-50	3,88	2,00	0,32	0,32	1,69	0,44	1,31	0,22	7,48	0,33	1,49	0,98	20,48	1,71	0,96
IT-55	5,63	1,00	0,16	0,39	14,54	0,44	1,54	0,09	5,07	0,26	10,45	0,76	40,33	3,36	1,10
IT-63	21,62	3,00	0,05	0,32	1,14	0,60	3,92	0,02	122,38	0,23	4,75	0,57	158,59	13,22	1,11
IT-64	4,56	1,00	0,29	1,04	1,20	0,57	0,71	0,11	25,10	1,21	1,06	0,48	37,32	3,11	1,01
IT-65	10,41	4,00	0,08	0,39	13,20	0,67	4,03	0,09	59,86	0,28	3,36	0,77	97,15	8,10	1,55
IT-66	6,07	1,00	0,14	0,13	8,75	0,74	1,19	0,08	13,03	0,18	2,20	1,06	34,56	2,88	0,91
IT-67	14,50	7,00	0,23	0,52	20,56	0,58	1,78	0,26	16,90	0,58	9,75	2,34	75,00	6,25	2,23
IT-68	12,15	2,00	0,18	0,71	18,61	0,98	3,80	0,14	37,41	0,54	11,09	0,74	88,36	7,36	2,03
Ort.	11,44	2,10	0,18	0,61	7,91	0,57	1,87	0,09	29,87	0,58	4,60	0,70	60,51	5,04	1,13
Min.	1,47	1,00	0,03	0,06	0,44	0,28	0,36	0,00	1,21	0,07	0,29	0,12	10,28	0,86	0,30
Mak.	95,94	7,00	0,49	1,56	44,00	1,02	4,98	0,27	122,38	1,76	33,93	2,34	158,59	13,22	2,45

Tablo 4.45. İsrail sahasına ait toprakların EF değerleri

Element	EF Arit. Ort.	EF Değer Aralığı		EF SINIFLANDIRMASI- ÖRNEK SAYILARI				
		Minimum	Maksimum	EF< 2	2-≤EF<5	5-≤EF<20	20-≤EF<40	EF≥40
As	87,00	1,77	1289,68	1	2	11	4	12
Cd	10,11	1,20	33,21	4	12	9	5	-
Co	0,64	0,11	1,86	30	-	-	-	-
Cr	1,93	0,96	4,36	16	14	-	-	-
Cu	43,91	1,08	258,78	5	4	10	-	11
Fe	3,18	0,47	14,67	19	6	5	-	-
Hg	9,47	0,83	38,78	7	8	11	4	-
Mn	0,32	0,03	1,20	30	-	-	-	-
Mo	177,52	1,40	1178,39	1	1	5	2	21
Ni	1,68	0,46	2,70	20	10	-	-	-
Pb	22,90	1,07	136,33	6	8	5	6	5
Zn	3,58	0,47	14,18	15	7	8	-	-

İsrail maden sahası örneklerinde jeobirikim indeksi (Igeo) hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 4.46’da verilmiştir. Örneklerin ortalama Igeo değerlerine göre, Mo elementi “Çok

kirlenmiş” sınıfında yer alır. As elementi “Orta-Çok” ve Cu elementi ise “Orta” kirlilik sınıfındadır.

Tablo 4.46. İsrail sahasına ait toprakların I geo değerleri

Element	Igeo Arit. Ort.	Igeo Değer Aralığı		İSRAİL SAHASI- Igeo SINIFLANDIRMASI- ÖRNEK SAYILARI						
		Minimum	Maksimum	Igeo< 0	0< Igeo<1	1< Igeo<2	2< Igeo<3	3< Igeo<4	4< Igeo<5	Igeo> 5
				Pratik olarak kirlenmemiş	Kirlenmemiş-Orta derecede kirlenmiş	Orta derecede kirlenmiş	Orta-Çok kirlenmiş	Çok kirlenmiş	Çok-Aşırı kirlenmiş	Aşırı kirlenmiş
As	2,25	-0,03	6,00	1	5	6	10	6	1	1
Cd	0,17	-0,58	2,22	16	8	4	1			
Co	-3,43	-5,70	-1,62	30						
Cr	-1,61	-4,53	0,05	29	1					
Cu	1,23	-1,77	4,87	10	6	3	4	5	2	
Fe	-1,47	-2,42	-0,55	30						
Hg	-0,04	-2,08	1,73	15	9	6				
Mn	-4,86	-8,58	-2,50	30						
Mo	3,55	-0,31	6,35	2	1	3	2	10	6	6
Ni	-1,83	-4,49	0,23	28	2					
Pb	0,60	-2,38	4,50	14	5	6	3	1	1	
Zn	-1,36	-3,62	0,64	27	3					

4.3.5. Maden Sahalarındaki Toprak Kirliliğinin Karşılaştırılması

Toprak kirliliğinin tespiti özellikle gıda güvenliği açısından oldukça önemlidir. Kirlilik, besin zinciri yolu ile tüm canlıları tehdit edebilir. Kirliliğin kaynağı ise jeojenik veya antropojenik olabilir.

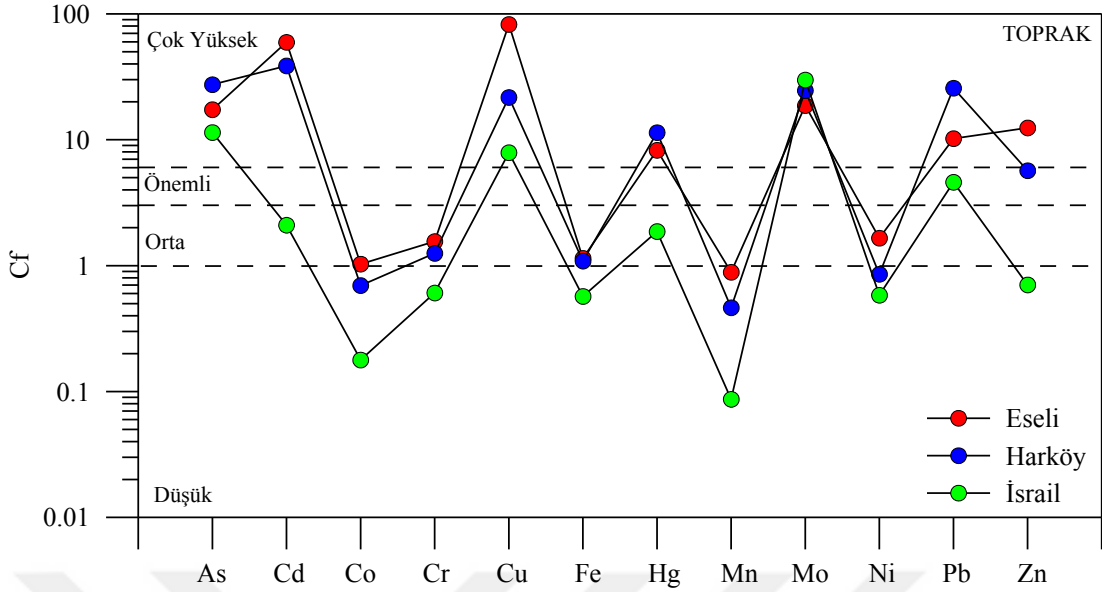
Bütün maden sahaslarına ait ortalama kirlilik faktörü (Cf) değerleri Şekil 4.25’te karşılaştırılmıştır.

Eseli sahasında örneklerin ortalama Cf değerleri azalan sırayla Cu>Cd>Mo>As>Zn>Pb>Hg>Ni>Cr> Fe>Co>Mn şeklindedir.

Harköy sahası örneklerinin ortalama Cf değerleri azalan sırayla Cd>As>Pb>Mo>Cu>Hg>Zn>Cr>Fe>Ni>Co>Mn şeklindedir.

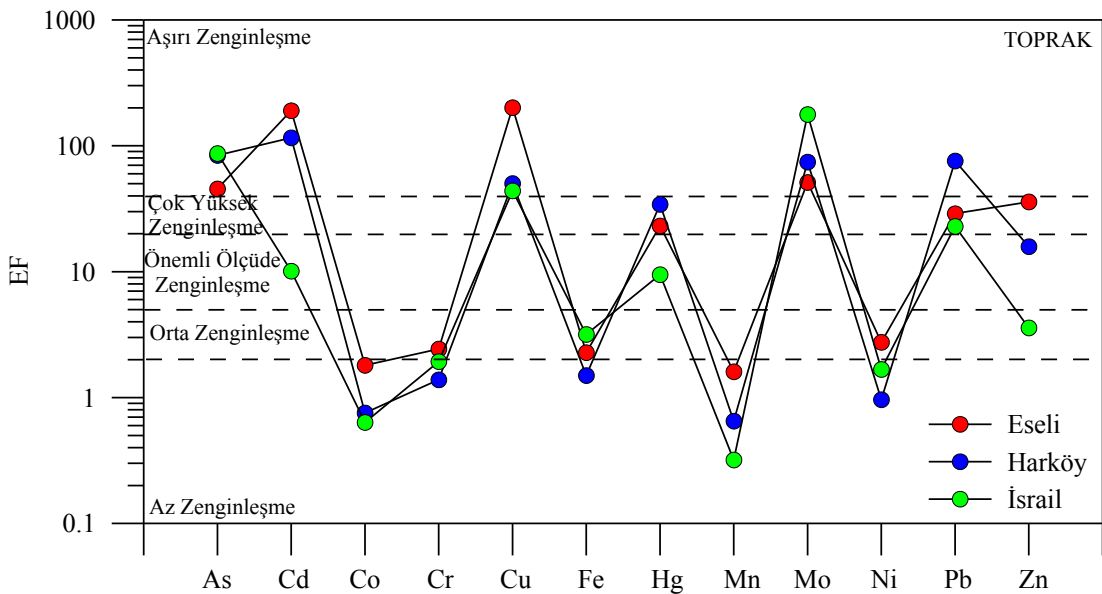
İsrail sahası örneklerinin ortalama Cf değerleri azalan sırayla Mo>As>Cu>Pb>Cd>Hg>Zn>Cr>Ni>Fe>Co>Mn şeklindedir.

Bütün sahalarda As, Cd, Cu, Hg, Mo ve Pb elementleri orta üzeri kirlilik gösterir. İsrail sahası genel olarak diğer sahalara nazaran daha düşük kirlilik gösterir.



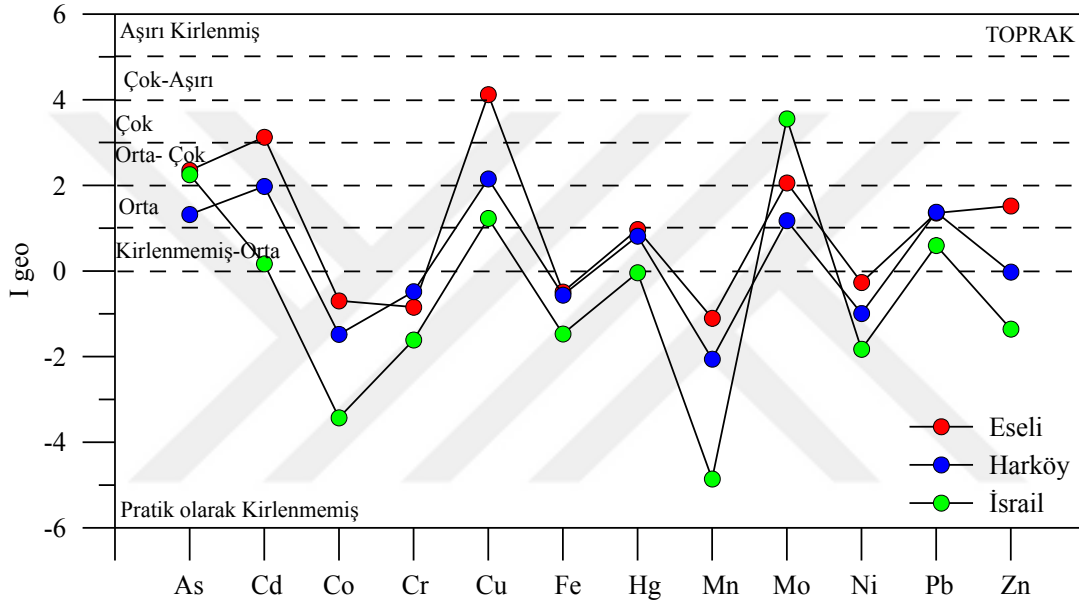
Şekil 4.25. Toprak örneklerinde elementlere ait ortalama Cf değerleri

Ortalama EF değerleri Eseli, Harköy ve İsrail sahalarında sırasıyla $Cu > Cd > Mo > As > Zn > Pb > Hg > Ni > Cr > Fe > Co > Mn$; $Cd > As > Pb > Mo > Cu > Hg > Zn > Fe > Cr > Ni > Co > Mn$; $Mo > As > Cu > Pb > Cd > Hg > Zn > Fe > Cr > Ni > Co > Mn$ şeklinde azalmaktadır. Tüm sahalarda genel olarak orta ve üzeri zenginleşme gösteren elementler As, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb ve Zn'dir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. Toprak örneklerinde elementlere ait ortalama EF değerleri

Bütün maden sahalarına ait ortalama Igeo değerleri Şekil 4.27’de karşılaştırılmıştır. Eseli sahasında örneklerin ortalama Igeo değerleri azalan sırayla Cu>Cd>As>Mo>Zn>Pb>Hg>Ni>Fe>Co>Cr>Mn şeklindedir. Harköy sahası örneklerinin ortalama Igeo değerleri azalan sırayla Cu>Cd> Pb>As>Mo>Hg>Zn>Cr> Fe>Ni>Co>Mn şeklindedir. İsrail sahası örneklerinin ortalama Igeo değerleri azalan sırayla Mo>As>Cu>Pb>Cd>Hg>Zn>Fe>Cr>Ni>Co>Mn şeklindedir. Tüm sahalarda genel olarak orta ve üzeri kirlilik gösteren elementler As, Cd, Cu, Mo ve Pb’ dir.



Şekil 4.27. Toprak örneklerinde elementlere ait ortalama Igeo değerleri

Toprak kirliliğinin belirlenmesinde kullanılan sayısal indeksler beraber değerlendirildiğinde, As, Cu ve Mo elementleri her üç sahada da aşırı kirlenmiştir. Ayrıca Cd, Hg, Pb ve Zn elementleri de maden sahalarında kirlilik göstermiştir.

4.4. Bitki Örnekleri

4.4.1. Bitki Besin Elementleri

Bitkiler, su (% 70), organik madde (% 27) ve besin elementlerinden (% 3) oluşur. Bitkide su uçurulup ve fırında yakıldıktan sonra kalan kısma kül denir ve inorganik kısmı bu oluşturur [102].

Bitkiler ihtiyaç duydukları elementlerin birçoğunu kök ile daha azını ise gövde, dal ve yaprak gibi kısımlarıyla alır. Toprağın katı fazı bu elementler için esas kaynaktır [103].

Bitki kökleri besinleri, difüzyon-geçişme, osmoz, kontak değişim gibi bazı kimyasal ve fiziksel olaylar sonucunda alır. Elementlerin bitkide taşınması floem ve ksilem denilen iletim demetleri ile olur. Ksilem dokusunda su ve suda çözülmüş mineral maddeler; floemde ise özellikle organik maddeler taşınır. Bitkilerde bu iletim dokuları aracılığı ile aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya bir taşınma gerçekleşir [102].

Bitkilerin yetiştikleri ortamdan aldıkları elementlerin sadece 16 tanesi mutlak gereklidir. Bitkilerin yaşamaları için gerekli olan bu elementlere bitki besin elementleri denir (Tablo 4.47). Bitkilerin bileşimlerinde en bol bulunan C, H ve O' dır. Bu üç element dışında kalan 13 element makro elementler ve mikro elementler olarak 2 sınıfa ayrılırlar [104]. Bu elementler dışında bazı bitkiler için gerekli olabilen yararlı iz elementler de vardır. Ancak literatürde kesin bir fikir birliği olmaması nedeniyle bu grup mikro elementlere dahil edilmeyip ayrı olarak 'Diğer Elementler' başlığı altında değerlendirilmiştir.

As, Hg, Cd, Pb ve Cr gibi elementler ise bitki gelişimi için gerekli değildir. Ancak, bitkilerin bünyesinde bulunabilen bu elementlerin yüksek konsantrasyonları hem bitkileri hem de bitkilerle beslenen diğer canlıları olumsuz olarak etkileyebilmektedir. Bu grup elementler de "Diğer Elementler" başlığı altında incelenecektir.

Tablo 4.47. Bitkiler için mutlak gerekli elementler

Organik Maddedeki Elementler	Makro Elementler	Mikro Elementler	Diğer Elementler
Karbon (C) Hidrojen (H) Oksijen (O)	Azot (N) Fosfor (P) Potasyum (K) Kükürt (S) Kalsiyum (Ca) Magnezyum (Mg)	Bor (B) Klor (Cl) Bakır (Cu) Demir (Fe) Çinko (Zn) Mangan (Mn) Molibden (Mo)	Alüminyum (Al) Kobalt (Co) Sodyum (Na) Silisyum (Si) Nikel (Ni) Vanadyum (V)

Makro ve mikro elementler bitkiler için önemli olmakla birlikte, belirli miktarları aştıkları zaman zehir etkisi yapabilen kirleticilere dönüşebilir. Bir elementin topraktaki fazla miktarı veya gübreleme ile topraktaki artışı, bazı durumlarda bitkinin başka elementleri almasını olumsuz etkileyebilir.

Bir besin elementinin başka bir besin elementinin alınabilirliği üzerine olumsuz etki yapmasına Antagonizm (Geçimsiz), olumlu etki yapmasına ise Sinerjizm (Uyumlu) denir. Örneğin Zn-Cu ve Zn-Fe element çiftleri arasında antagonistik bir etki varken K-Mn ve K-Fe arasında ise sinerjizm vardır.

Kökler vasıtasıyla alınan bazı elementler, alındıktan sonra bitki bünyesinde kalır ve hareket etmezler. Bu elementlere ‘Hareketsiz Elementler’ denir (Tablo 4.48). Bu elementler Fe, Zn, Cu, B ve Mo olarak verilebilir. Bir kısım element ise, alındıktan sonra bitkinin diğer kısımlarına taşınabilir. Bu elementlere de ‘Hareketli Elementler’ denir (Tablo 4.48). Hareketli elementler, N, P, K, Mg, S, Cl, Na olarak verilebilir.

Tablo 4.48. Bitki besin maddelerinin hareketliliklerine göre gruplandırılması

HAREKETLİ	HAREKETSİZ
Azot (N)	
Fosfor (P)	
Potasyum (K)	Bor (B)
Magnezyum (Mg)	Demir (Fe)
Sodyum (Na)	Bakır (Cu)
Klor (Cl)	Kalsiyum(Ca)
Kükürt (S)	Mangan (Mn)
Çinko (Zn)	
Molibden (Mo)	

4.4.1.1. Makrobesin Elementleri

Bitkilerin büyüebilmeleri için gerekli olan makroelementler N, P, K, S, Ca ve Mg'dir. Bitkiler bu elementlere fazla ihtiyaç duyarlar. Ayrıca bitkilerin bünyesinde de fazla miktarlarda bulunurlar.

4.4.1.2. Mikrobesin Elementleri

Bitkilerin temel mikrobesin elementleri, B, Cl, Cu, Fe, Zn, Mn ve Mo olarak verilebilir. Bu grup elementler, bitkilerin bünyesinde oldukça düşük miktarlarda bulunur.

Ayrıca bitkilerin bu elementlere ihtiyacı çok azdır. Bitkilerde mobil davranan elementler Cl, Zn ve Mo elementlerdir. Fe, Cu ve B ise bitkideki hareketi sınırlı elementlerdir.

4.4.1.3. Diğer Elementler

Mutlak gerekli besin elementleri dışında bazı bitkiler için yararlı olabilen ancak literatürde kesin bir fikir birliğine varılamamış elementler bu grupta incelenecektir. Bu elementler Al, Co, Na, Si, Ni, V, Se olarak verilebilir. Bu elementlerin sadece bazı bitkiler için yararlı olduğu ve bazı süreçlere katıldığı düşünülmektedir [105].

4.4.2. Fındık Bitkisi Hakkında Genel Bilgiler

Fındık, bitkiler aleminde Fegales (Kayınagacıgiller) takımının Betulaceae (Huş ağacıgiller) familyası ve Corylus cinsi içinde yer almaktadır. Bu cins içindeki türlerin sınıflandırılması temel olarak züraf yapısı ve şekline dayanır. Fındık kültür çeşitleri ülkelere ve yörelere göre değişiklik göstermektedirler. Türkiye’de fındık kültür çeşitleri genellikle, 3-4 metreye kadar varan çalı formunda bulunmaktadır [106].

Fındığın iyi bir gelişme göstermesi ve bol ürün vermesi için iklimin uygun olması gerekir Ülkemizde fındık yetiştiriciliği bakımından en uygun iklim özelliğine sahip bölge Karadeniz kıyı bölgesidir (Şekil 4.28). Fındık saçak köke sahip bir kültür bitkisidir. Bu nedenle kökleri fazla derine gitmez. Kök ancak 80 cm toprak derinliğine kadar ulaşabilmektedir. Toprak istekleri olarak fazla seçici olmamakla birlikte besin maddelerince zengin, tınlı-humuslu ve derin topraklarda iyi bir gelişme gösterir [107]. Kültür fındık çeşitlerimizin önemli bir kısmı Corylus maxima ile Corylus avellana’nın melezleridir. Ülkemizde yetiştirilen fındık çeşitleri meyve şekil ve özelliklerine göre üç grupta toplanır [108].

1. Kabuklu Tombul (Yuvarlak) Fındıklar: Tombul (Yağlı), Palaz, Mincane, Cavcava, Çakıldak (Delisava), Kalınkara (Giresun Karası), Uzunmusa, Kan
2. Kabuklu Sivri Fındıklar: Sivri, İncekara, Kuş
3. Diğer Kabuklu Fındıklar: Badem, Foşa, Kargalak, Ordu İkizi



Şekil 4.28. Fındık bahçeci ve fındık meyvesinden bir görünüm

Tablo 4.49. Tombul Fındığın bileşimi [50].

Bileşimi	(g/ 100 g)
Protein	15,35
Yağ	61,21
Karbonhidrat	17,30
Nem	3,90
Kül	2,24
Enerji	631 kcal

Fındık, içerdiği mineral maddeler açısından zengin önemi bir gıdadır (Tablo 4.49). Özdemir [109] tarafından yapılmış araştırmasında, Tombul fındık örneklerindeki kül miktarını % 2,26 olarak belirlemiştir. Bu derecede yüksek kül miktarı, içereceği mineral elementlerden dolayı beslenme açısından oldukça önemli olduğunu göstermektedir. Fındığın bileşiminde ortalama olarak 1795 mg/kg Ca, 3237 mg/kg P ve 6208 mg/kg K ve 1703 mg/kg Mg bulunmaktadır (Tablo 4.50). Bilindiği gibi insan vücudunda en bol bulunan mineral olan kalsiyum, kas büyümesi ve kasların gerginliği, enerji üretimi, kanın

pıhtılaşması, sinir iletimi ve kalbin düzenli çalışmasında önemli görevleri vardır. İnsan vücudunda ikinci bol bulunan Fosfor ise kemik ve diş yapımının temelini oluşturur. Potasyum beslenmede hayati önemi olan bir mineraldir. Vücuttaki su ve mineral dengesinin korunmasına yardımcı olur. Magnezyum mineralinin ise en önemli görevleri kemik gelişimini sağlamak ve kemikleri korumaktır.

Tablo 4.50. Fındık çeşitlerinin mineral madde içerikleri (mg/kg) [109].

Çeşitler	K	P	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn
Tombul	6651	3453	1926	1712	51,6	30,9	33,0	24,7
Sivri	6626	3346	1833	1680	67,2	30,7	34,4	24,7
İkiz	5875	3307	1830	1637	52,8	32,3	29,1	25,5
Palaz	6219	3034	1751	1728	54,3	37,7	28,8	25,0
Geç	6387	3072	1566	1727	94,6	40,2	22,5	29,5
G. Karası	5559	2973	1634	1708	38,6	33,6	23,8	23,8
Yağlı	6138	3472	2023	1728	46,3	35,5	30,5	27,5
Ortalama	6208	3237	1795	1703	57,9	34,4	28,9	25,8

4.4.3. Bitki Örneklerinin Element İçerikleri

4.4.3.1. Kontrol Sahası

Kontrol Sahasından alınan fındık ve dal örneklerine ait temel istatistiksel parametreler Tablo 4.51 ve 4.52’de verilmiştir. Kontrol sahasının fındık ve dal analiz sonuçlarının ortalama değerleri, literatürden elde edilen benzer çalışmalar ile [110], [50], [111], [112], [113] kıyaslanmıştır (Tablo 4.53).

4.4.3.1.1. Makrobesin Elementleri

Kontrol sahasından alınan dal örneklerinin Mg, K, P, Ca ve S içerikleri sırasıyla % 0.11-% 0.13, % 0.54- % 0.84, % 0.08- % 0.12’, % 1.06-1.74 ve % 0.08-0.10 arasında değişir.

Fındık örneklerinin Mg, K, P, Ca ve S içerikleri sırasıyla %0.15-% 0.19, % 0.66-% 0.74, % 0.26-0.36, % 0.20-0.21 ve % 0.22-0.25 aralığındadır.

4.4.3.1.2. Mikrobesein Elementleri

Bitkilerin daha az ihtiyaç duydukları mikroelementler B, Fe, Zn, Mn, Cu, Mo ve Cl' dir. Dal rneklerinin B, Fe, Zn, Mn, Cu ve Mo içerikleri sırasıyla 10-13 mg/kg, % 0.01-0.02, 20.60-33.80 mg/kg, 523-1173 mg/kg, 6.66-9.17 mg/kg ve 0.02-0.04 mg/kg'dır. Fındık rneklerinin B, Fe, Zn, Mn, Cu ve Mo içerikleri sırasıyla 12-14 mg/kg, % 0.01-0.01, 20.90-25.70 mg/kg, 72-210 mg/kg, 13.08-19.12 ve 0.02-0.03 mg/kg aralığında değişir.

4.4.3.1.3. Diğer Elementler

Büyümeı uıaran fakat gerekli olmayan veya sadece belli bitki eşitleri için veya belli koşullar altında gerekli olan mineral elementler, genellikle "yararlı elementler" olarak tanımlanır [114]. Bazı bitkilerin özel tercihi olan yararlı elementler, motive edici ya da teşvik edici olup bunlar; Na, Si, V, Co, Ni ve Al' dir.

Bilindiği gibi fındık P, Mg ve Ca elementleri bakımından zengin Na elementi bakımından fakir bir meyvedir. Kontrol sahası dal örneklerinin ortalama Na içeriği % 0,01, fındık örneklerinde % 0,001 olarak belirlenmiştir. Bu değerler, fındık meyvesindeki düşük Na içeriğini destekleyicidir. Genel olarak bakıldığında bitkilerin Na içerikleri % 0.01 ile %10 arasında değişir [103].

Bitkilerin Ni içerikleri fındık meyvesi ve dal için sırasıyla 0.90- 2.60 mg/kg ve 0.50-1.80 mg/kg aralığında değişir. Literatürde sebzelerin Ni içeriğinin 0.2 ila 3.7 mg/kg (kuru ağırlık) arasında olduğu belirtilmiştir [115].

Örneklerin Co içerikleri fındık meyvesi ve dal için sırasıyla 0.08-0.54 mg/kg ve 0.11-0.50 mg/kg aralığında değişir.

Ekosfere ulaşan ağır metallerden çinko, mangan, kobalt, bakır, nikel ve molibden bitki gelişimi için mutlak gerekli iken alüminyum, vanadyum, arsenik, civa, kurşun, kadmiyum ve selenyum toksik etkilidir. Bitki gelişimi için mutlak gerekli element olsun veya olmasın ağır metallerin doku ve organlardaki aşırı birikimi bitkilerin vejetatif ve generatif organlarının gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir [116].

Kontrol sahasına ait fındık ve dal örneklerinde ortalama Se değeri 0.1 mg/kg'dır. Tüm yenilir bitkilerin (mısır, lahana, marul vs.) ortalama Se içeriklerinin, 100 µg/kg'ı geçmediği belirtilir [14]. Fındık meyvesi önemli bir selenyum kaynağıdır.

Cr elementinin bitki metabolizmasındaki rolü hakkında henüz bir kanıt yoktur. Bitkilerin Cr miktarı genelde 0.02-0.2 mg/kg arasında değişir. Fakat yiyecek bitkilerinin Cr miktarları oldukça farklılık gösterir. Kontrol sahası örneklerinin Cr içeriği fındık meyvesinde 1.60-1.80 mg/kg ve dalda 1.50-1.60 mg/kg arasında değişir.

Pb elementi fındıkta 0.01 mg/kg ve dalda 1.25-4.72 mg/kg değerindedir. Bitkilerdeki doğal kurşun seviyesi 5mg/kg'ın altındadır. Bitki tarafından alınan kurşunun büyük bir kısmı bitkinin köklerinde birikir. Kurşunun köklerden üst seviyelere geçişi oldukça sınırlıdır.

Cd elementi fındıkta 0.01-0.02 mg/kg ve dalda 0.16-0.23 mg/kg arasında değişir. Bitkilerin Cd içeriği genel olarak <0.5 mg/kg'dır. Ancak bitkinin cinsi ve türüne bağlı olarak bu değer değişiklik gösterir. Kadmiyum en çok bitkinin yapraklarında ve bir miktarda köklerde bulunur. Sap, meyve ve tanelerin Cd içeriği ise oldukça düşüktür.

Hg elementi, fındıkta 1-3 µg/kg ve dalda 2-8 µg/kg arasında değişir. Doğal civa içeriği bitkilerde 0.001-0.3 mg/kg seviyelerindedir.

Ba elementi bitkilerde yaygın bulunmasına karşın, bitki dokuları için gerekli bir element değildir. Bitkilerde Ba elementi 1-198 mg/kg arasında değişebilir [14]. Tahıl ve bakliyatların yapraklarında çok yüksek iken tane ve meyvelerinde en düşüktür. Kontrol sahasına ait fındık ve dal örneklerinin Ba içeriği sırasıyla 2.80-23.30 mg/kg ve 16.90-249.70 mg/kg arasında değişir.

Fındık ülkemizde en iyi Karadeniz Bölgesinde yetişir. Uygun yetiştirme alanları yıllık ortalama sıcaklığın 13°C-16°C olduğu, kışın sıcaklığın -8°C-10°C'den aşağı düşmediği, yazın sıcaklığın 36°C-37°C'yi geçmediği, yıllık yağış miktarının 750 mm'nin üzerinde olduğu yerlerdir. Çiçeklenme ve tozlanma, kış aylarında gerçekleştiği için düşük sıcaklıklar önemlidir [117].

Bu çalışmada Tombul fındık türü örneklenmiştir. Tombul fındık, birinci kalite fındık olup Türkiye genelinde üretimin % 23-30 civarını oluşturur. Fındık meyvesinin bileşiminde % 55-60 yağ, %14-16 protein, %11-12 karbonhidrat, %4,5- 5 su, %2 kül ile fosfor, kalsiyum, magnezyum, mangan, çinko, demir ve sodyum gibi mineral maddeler ayrıca B1, B2 ve E vitamini bulunmaktadır. Fındık meyvesi, kalbe, kemiklere, kaslara, beyine, dişlere, cilde ve daha birçok organa faydalı bir kuruyemiştir.

Tablo 4.51. Kontrol sahasına ait fındık örneklerinin analiz sonuçları

Fındık Element	Birim	DL	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Değer Aralığı		Çarpıklık	Basıklık	Yüzdebirlik Değerler		
					Minimum	Maksimum			50%	70%	90%
Ag	µg/kg	2,00	5,20	5,22	2,00	14,00	1,71	2,66	2,00	5,20	10,80
B	mg/kg	1,00	13,00	0,71	12,00	14,00	0,00	2,00	13,00	13,00	13,60
Ba	mg/kg	0,10	12,88	7,59	2,80	23,30	0,13	0,39	11,50	15,42	20,54
Ca	%	0,01	0,21	0,00	0,21	0,21	-1,49	-4,00	0,21	0,21	0,21
Cd	mg/kg	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,61	-3,33	0,01	0,02	0,02
Co	mg/kg	0,01	0,31	0,18	0,08	0,54	0,00	-1,05	0,30	0,40	0,50
Cr	mg/kg	0,10	1,72	0,08	1,60	1,80	-0,51	-0,61	1,70	1,78	1,80
Cu	mg/kg	0,01	16,59	2,35	13,08	19,12	-0,71	0,27	16,49	17,94	18,79
Fe	%	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	2,24	5,00	0,01	0,01	0,01
Hg	µg/kg	1,00	1,80	0,84	1,00	3,00	0,51	-0,61	2,00	2,00	2,60
K	%	0,01	0,70	0,03	0,66	0,74	-0,32	0,63	0,71	0,71	0,73
Mg	%	0,00	0,17	0,01	0,15	0,19	0,20	-2,12	0,16	0,18	0,18
Mn	mg/kg	1,00	150,20	56,83	72,00	210,00	-0,62	-1,52	175,00	181,40	199,20
Mo	mg/kg	0,01	0,02	0,00	0,02	0,03	2,24	5,00	0,02	0,02	0,03
Na	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	-3,33	0,00	0,00	0,00
Ni	mg/kg	0,10	1,84	0,67	0,90	2,60	-0,46	-0,70	1,90	2,22	2,48
P	%	0,00	0,32	0,04	0,26	0,36	-1,36	1,79	0,34	0,34	0,36
Pb	mg/kg	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	-	-	0,01	0,01	0,01
S	%	0,01	0,24	0,01	0,22	0,25	-0,88	-1,75	0,25	0,25	0,25
Sb	mg/kg	0,02	0,02	0,00	0,02	0,02	-	-	0,02	0,02	0,02
Se	mg/kg	0,10	0,10	0,00	0,10	0,10	-	-	0,10	0,10	0,10
Zn	mg/kg	0,10	22,28	1,96	20,90	25,70	1,96	3,98	21,50	21,98	24,26

Tablo 4.52. Kontrol sahasına ait dal örneklerinin analiz sonuçları

Dal Element	Birim	DL	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Değer Aralığı		Çarpıklık	Basıklık	Yüzdebirlik Değerler		
					Minimum	Maksimum			50%	70%	90%
Ag	µg/kg	2,00	9,40	3,05	7,00	14,00	1,04	-0,42	8,00	10,40	12,80
B	mg/kg	1,00	11,40	1,14	10,00	13,00	0,40	-0,18	11,00	11,80	12,60
Ba	mg/kg	0,10	116,84	87,00	16,90	249,70	0,83	1,03	86,50	133,14	207,74
Ca	%	0,01	1,33	0,25	1,06	1,74	1,32	2,64	1,29	1,31	1,57
Cd	mg/kg	0,01	0,19	0,03	0,16	0,23	1,34	2,02	0,18	0,19	0,21
Co	mg/kg	0,01	0,33	0,18	0,11	0,50	-0,12	-2,38	0,32	0,46	0,50
Cr	mg/kg	0,10	1,58	0,04	1,50	1,60	-2,24	5,00	1,60	1,60	1,60
Cu	mg/kg	0,01	7,97	1,09	6,66	9,17	-0,33	-2,50	8,32	8,63	8,99
Fe	%	0,00	0,02	0,00	0,01	0,02	1,84	3,75	0,02	0,02	0,02
Hg	µg/kg	1,00	5,80	2,28	2,00	8,00	-1,49	2,82	6,00	6,80	7,60
K	%	0,01	0,74	0,13	0,54	0,84	-1,06	-0,37	0,80	0,83	0,84
Mg	%	0,00	0,11	0,01	0,11	0,13	1,37	1,64	0,11	0,12	0,12
Mn	mg/kg	1,00	894,80	304,62	523,00	1173,00	-0,55	-2,93	1040,00	1109,60	1154,60
Mo	mg/kg	0,01	0,04	0,01	0,02	0,04	-2,24	5,00	0,04	0,04	0,04
Na	%	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	-0,52	-1,69	0,01	0,01	0,01
Ni	mg/kg	0,10	1,28	0,49	0,50	1,80	-1,16	1,92	1,40	1,48	1,68
P	%	0,00	0,09	0,01	0,08	0,12	0,40	-0,80	0,10	0,10	0,11
Pb	mg/kg	0,01	3,28	1,39	1,25	4,72	-0,81	-0,65	3,91	4,01	4,45
S	%	0,01	0,09	0,01	0,08	0,10	0,00	-3,00	0,09	0,10	0,10
Sb	mg/kg	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,61	-3,33	0,02	0,03	0,03
Se	mg/kg	0,10	0,10	0,00	0,10	0,10	-	-	0,10	0,10	0,10
Zn	mg/kg	0,1	27,52	4,70	20,60	33,80	-0,33	1,86	27,40	28,28	31,68

Tablo 4.53. Kontrol sahasına ait bitki örneklerinin çeşitli kaynaklar ile kıyaslaması

Element mg/kg	Kontrol Sahası Fındık mg/kg	Kontrol Sahası Dal mg/kg	Alasavar 2003 mg/kg	Alasavar 2009 mg/kg	Rodushkin 2008 mg/kg	Özkutlu 2013 mg/kg	Mahler 2004 Bitkide Ort. mg/kg
Al	< 0,01 %	0,01%	50,2		0,49	2,23	
Ag	0,005	0,009	0,1		0,0031		
As	< 0,1	< 0,1			0,011	0,06	
Au	< 0,0002	0,00			0,00004		
B	13,00	11,40			27	17,26	20
Ba	12,88	116,84			14		
Ca	0,21%	1,33%	1934,0	2640,0	0,14%		0,50%
Cd	0,014	0,186	0,1		0,01	0,01	
Co	0,312	0,326	2,2		0,19	0,39	
Cr	1,720	1,580	0,1	0,1	0,0044	0,03	
Cu	16,590	7,974	16,0	15,9	18	16,95	6
Fe	0,0062%	0,0166%	49,7	37,3	42	49,06	100
Hg	0,002	0,006			0,0022		
K	0,70%	0,74%	7610,0	6780,0	0,90%		1%
Mg	0,17%	0,11%	1765,0	1520,0	0,20%		0,20%
Mn	150,200	894,8	32,9	21,7	58	66,45	50
Mo	0,020	0,036		0,03	0,093	0,11	0,1
Na	0,001%	0,01%	31,3	19,7	2,6		
Ni	1,840	1,28	12,5		1,3	1,29	<<< 0,001
P	0,320%	0,09%	3557,0	3140,0	0,46%		0,20%
Pb	< 0,01	3,284	0,3		0,0073	0,06	
S	0,240%	0,09%			0,20%		0,10%
Sb	0,020	0,024			0,0013		
Se	0,100	0,1	0,6	0,1	0,014	0,04	
Zn	22,280	27,52	19,4	24,5	28	29,96	20

4.4.3.2. Eseli Maden Sahası

Eseli Maden Sahasından alınan fındık ve dal örneklerine ait temel istatistiksel parametreler Tablo 4.54 ve 4.55'te verilmiştir.

4.4.3.2.1. Makrobesin Elementleri

Eseli sahası fındık örneklerinin P, Ca, Mg, K ve S içerikleri sırasıyla % 0.17-0.36, % 0.17-0.23, % 0.18-2.40, % 0.51-0.75 ve % 0.20-0.26 arasında değişir. Dal örneklerinin P, Ca, Mg, K ve S içerikleri ise sırasıyla % 0.06-0.14, % 1.24-2.24, % 0.10-0.17, % 0.58-0.93 ve % 0.06-0.12 arasındadır.

Eseli Maden Sahasından alınan örneklerinin makrobesin element içerikleri, Kontrol sahası ile benzerlik göstermektedir.

4.4.3.2.2. Mikrobesin Elementleri

Eseli sahası fındık örneklerinin B ve Fe içerikleri sırasıyla 10-17 mg/kg ve % 0-0.01 arasında değişir. Dal örneklerinde ise B ve Fe sırasıyla 10-15 mg/kg ve % 0.02 değerini içerir.

Bakır bitki bünyesinde enzim aktivasyonu, karbonhidrat ve lipid metabolizmasında yer alması nedeniyle önemli bir elementtir [118]. Örneklenen bitkinin fındık meyvesinde Cu konsantrasyonu 14.89- 33.47 mg/kg, dalında 9.37-20.36 mg/kg değerleri arasındadır. Fındıkta ve dalda sırasıyla en yüksek değerler EN-23 ve END-23 örneklerine aittir.

Bitkide (kuru madde) 15-30 mg/kg'dan fazla Cu toksik etki yapar. Bakır toksisitesi genellikle bitki kök sistemlerinde açığa çıkar ve bitki bünyesinde protein sentezi, fotosentez, solunum, iyon alımı ve hücre membran stabilitesi gibi bazı fizyolojik olayların bozulmasına neden olur [119], [120].

Bitki örneklerine ait Cu dağılım grafiklerinde kontrol sahasının ortalama Cu konsantrasyonu (kırmızı kesikli çizgi) kullanılmış ve bu değer in üzeri anomali olarak kabul edilmiştir (Şekil 4.29.) Cu dağılım grafiğinde iki merkezli bir yayılım görülmektedir. Fındık meyvesi dal organına göre daha geniş bir alanda yayılmıştır.

Bitki bünyesinde çinko, Zn ²⁺ iyonları şeklinde veya organik asitlere bağlı olarak ksilem dokularınca taşınır. Zn elementinin bitki içindeki hareketi düşüktür. Toprakta

oldukça yüksek Zn konsantrasyonu olmasına karşın, bitki bünyesine alım oldukça düşüktür. Örneklenen bitkinin fındık meyvesinde Zn konsantrasyonu, 21,40- 32,20 mg/kg, dalında 45,50-174,70 mg/kg değerleri arasında değişmektedir. Fındıkta ve dalda sırasıyla en yüksek değerler EN-19 ve END-7 örneklerine aittir. Maden sahasından uzaklaştıkça bitkideki Zn değerleri düşmektedir.

Zn dağılım grafiğinde fındık meyvəsi ve dal organları benzer alansal yayılım göstermektedir. Eseli sahası topraklarında yüksek Zn konsantrasyonu olmasına karşın, daldan meyveye geçiş sınırlı olmuştur. Ancak bilindiği gibi toprakta herhangi bir elementin çok yüksek miktarda bulunması diğer bazı besin elementlerin bitkiye alınışını olumsuz yönde etkileyebilir. Cu ve Zn elementleri de birbirleri ile rekabet içinde olan uyumsuz elementlerdir.

Eseli maden sahası fındık meyvesinde Mn konsantrasyonu 10-131 mg/kg, dalında 25-1047 mg/kg arasındadır. Fındıkta ve dalda sırasıyla en yüksek değerler EN-9 ve END-10 örneklerine aittir. Bitkiler, manganı topraktan Mn^{2+} iyonu şeklinde alır. Mangan bileşikleri, pH değeri düşük topraklarda daha iyi çözünebilir. Dolayısıyla asit topraklarda, bitkiler tarafından Mn alınabilirliği artar. Ancak topraktaki yüksek Cu, Zn ve Fe konsantrasyonu Mn alımına engel olabilir.

Mn dağılım grafiklerinde, alansal yayılımlar kısmen benzerlik göstermektedir. Maden sahasına yakın alanda hem dal hem de fındık meyvesinde en düşük değerler gözlenmiştir. Ortalama değerler açısından Eseli maden sahasında Mn değerleri, Kontrol sahasına göre (kırmızı kesikli çizgi) oldukça düşüktür (Şekil 4.29.)

Eseli sahası topraklarında yüksek Mn içeriğinin olmasına karşın, bitkiler tarafından alımı düşüktür. Mn dağılım grafiklerinin, Zn ile oldukça zıt bir alansal yayılım göstermesi Zn ile Mn arasındaki rekabet ile açıklanabilir.

Co elementi, bitkiler tarafından Co^{2+} iyonu şeklinde alınır. Emilim sırasında, Co diğer ağır metaller (örn., Fe, Mn) gibi davranır ve kompleks organik bileşiklere bağlı formlarda taşınır [121].

Eseli maden sahası fındıklarında Co konsantrasyonu 0.01–0.56 mg/kg, dalında 0.09-0.82 mg/kg aralığında değişir. En yüksek değer EN-12 ve END-12 örneklerine aittir. Co dağılım grafiklerinde alansal yayılımlar Mn dağılım grafikleri ile benzerlik göstermektedir.

Mo elementi, bitkiler için önemli bir mikrobeseindir. Bitkiler topraktan Mo elementini, Mo^{2-} iyonları olarak alır ve emilimi toprak çözeltisindeki konsantrasyonu ile orantılıdır. Çoğu bitkinin dokularında 0.03-0.15 mg/kg (kuru ağırlık) aralığında

konsantrasyonlarda bulunur. Bitki besin maddelerinde ise kuru maddede 0.07-1.75 mg/kg aralığında bulunabilir [14].

Eseli maden sahası fındık meyvesinde Mo konsantrasyonu, 0.03-1.19 mg/kg, dalında 0.03-1.29 mg/kg aralığında değişir. Fındıkta ve dalda sırasıyla en yüksek değerler EN-5 ve END-15 örneklerine aittir.

Mo dağılım grafiklerinde alansal yayılımlar Mn dağılım grafikleri ile zıtlık göstermektedir. Toprak asiditesinden kaynaklanan Mo-Mn antagonizması bu elementlerin alımını etkiler [14].

4.4.3.2.3. Diğer Elementleri

Fındık ve dal analiz sonuçlarına göre, Al ve As elementleri düşük değerler sunar. Al elementi fındık ve dalda %0.01 değerindedir. As elementi ise fındıkta 0.1 mg/kg ve dalda 0.16 mg/kg'dır (Şekil 4.29).

Bilindiği gibi fındık, selenyum açısından önemli bir kaynaktır. Fındık ve dal örneklerinin Se içeriği sırasıyla 0.10-0.90 mg/kg ve 0.10-0.70 mg/kg'dır.

Çoğu toprakta önemli miktarda Cr bulunur, ancak bitkilerdeki miktarı oldukça sınırlıdır. Genellikle yapraklar veya sürgünlere göre, köklerde daha yüksek bir Cr içeriği gözlenir. En düşük Cr konsantrasyon ise tanelerdedir. Bitkilerde Cr seviyeleri genellikle 0.02-0.2 mg/kg (kuru ağırlık) arasında değişir [14]. Eseli sahası fındık ve dal örneklerinin Cr içeriği sırasıyla 1.5-2.3 mg/kg ve 1.6-4.3 mg/kg arasındadır.

Bitkilerin Na içerikleri, dal örneklerinde ortalama % 0.011 ve fındık meyvesinde ortalama % 0.0012 olup kontrol sahası ile benzer değerler sunar. Bu değerler, fındık meyvesinin düşük Na içerdiğini göstermektedir.

Örneklerin ortalama Au ve Ag içerikleri, dal örnekleri için sırasıyla 1.53 µg/kg ve 56.27 µg/kg'dır. Fındıkta ise ortalama Au ve Ag değerleri sırasıyla 0.31 µg/kg ve 23.16 µg/kg'dır.

Fındık örneklerinin Cd içeriği düşük olup, en yüksek değer 0.02 mg/kg ile EN-3 örneğine aittir. Dal örneklerinin Cd konsantrasyonu, 0.06-0.47 mg/kg aralığındadır. En yüksek değer, END-7 örneğine aittir.

Kirlenmemiş ve mineralize olmayan alanlarda yetişen bitkilerde doğal Pb konsantrasyonu, 0.1-10 mg/kg (kuru ağırlık) arasında olup ortalaması 2 mg/kg civarındadır [14]. Eseli sahası fındıklarında Pb konsantrasyonu, <0.01-0.07 mg/kg, dalında 0.84-13.27

mg/kg aralığında değişir. Fındıkta ve dalda sırasıyla en yüksek değer EN-20 ve END-12 örneklerine aittir.

Eseli sahası toprak örneklerinde Pb konsantrasyonu yüksek olmasına karşın bitki bünyesine aktarım sınırlı kalmıştır. Pb çözünebilir formlarda bulunduğunda bitki kökleriyle bu metalin büyük miktarlarını topraktan alabilir, ancak Pb'nin köklerden üst kısımlara geçişi büyük ölçüde sınırlıdır [14].

Pb dağılım grafiğinde fındık mevyesi ve dal organı farklı alansal yayılım gösterir. Bitkinin muhtemelen köklerinde biriken Pb, sınırlı oranlarda da olsa dal kısımlarına geçmiştir. Ancak dal organından fındık meyvesine geçiş oldukça düşüktür.

Eseli maden sahasına ait fındık ve dal örneklerinin Co içeriği sırasıyla 0.01-0.56 mg/kg ve 0.09-0.82 mg/kg arasındadır. Fındıkta ve dalda sırasıyla en yüksek değer EN-12 ve END-12 örneklerine aittir.

Co elementi, bitkiler tarafından Co^{2+} iyonu şeklinde alınır. Emilim sırasında Co diğer ağır metaller (Fe ve Mn) gibi davranarak kompleks organik bileşiklere bağlı formlarda taşınır [14].

Co dağılım grafiklerinde alansal yayılımlar Mn dağılım grafikleri ile benzerlik göstermektedir.

4.4.3.3. Harköy Maden Sahası

Harköy Maden Sahasından alınan fındık ve dal örneklerine ait temel istatistiksel parametreler Tablo 4.56 ve 4.57'de verilmiştir.

4.4.3.3.1. Makrobesin Elementleri

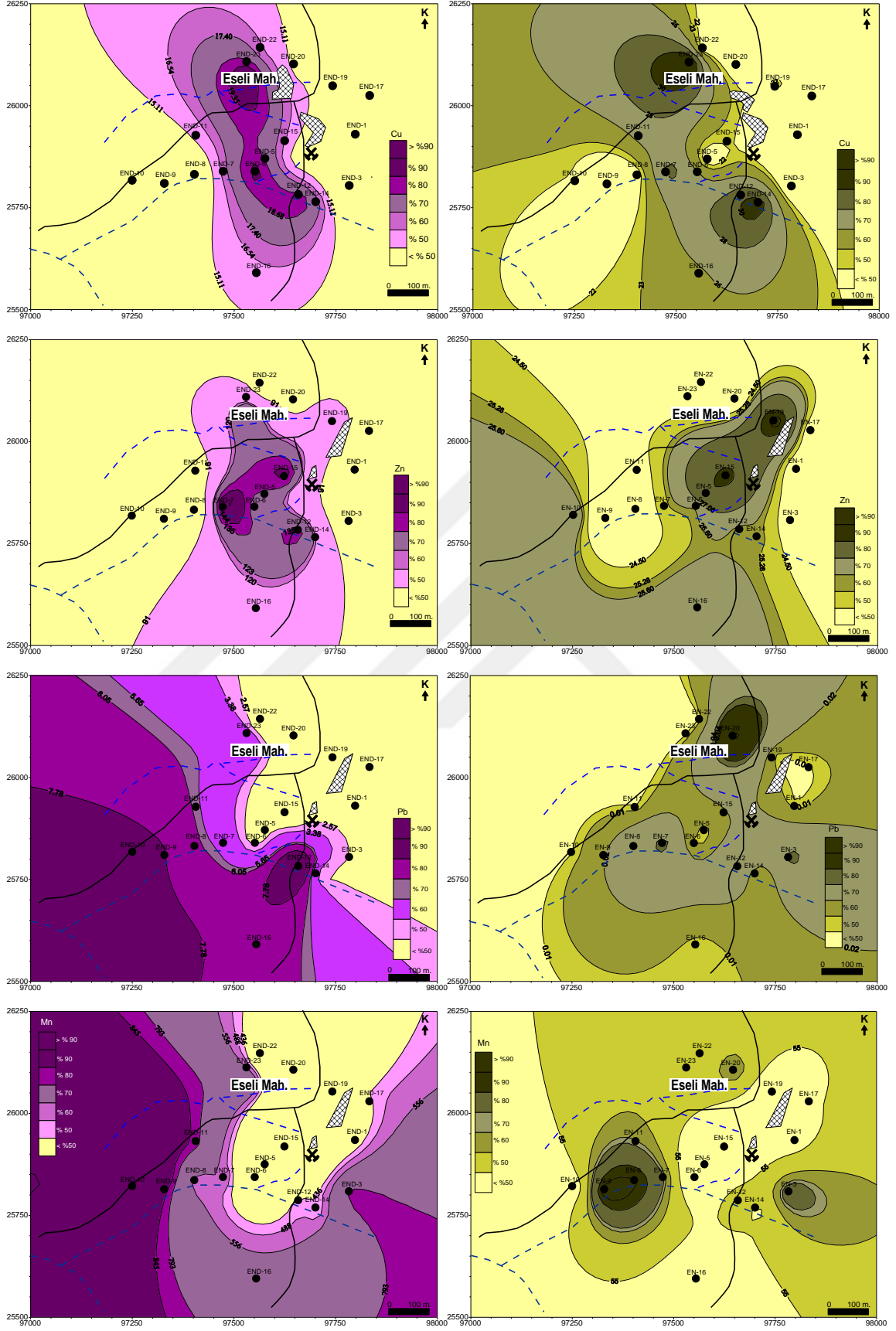
Harköy sahasından alınan fındık örneklerinin P, Ca, Mg, K ve S içerikleri sırasıyla % 0.20-0.35, % 0.15-0.25, % 0.14-0.20, % 0.57-0.79 ve % 0.16-0.30 arasında değişir. Dal örneklerinin P, Ca, Mg, K ve S içerikleri ise sırasıyla % 0.06-0.13, % 1.04-2.02, % 0.09-0.18, % 0.52-0.94 ve % 0.07-0.16 arasındadır. Bu değerler kontrol sahası ile benzerlik göstermektedir.

Tablo 4.54. Eseli sahasına ait fındık örneklerinin analiz sonuçları

ESELİ FINDIK Element	Birim	Dedeksiyon Limiti	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Değer Aralığı		Çarpıklık	Basıklık	Yüzdebirlik Değerler		
					Minimum	Maksimum			50%	70%	90%
Ag	µg/kg	2,00	23,17	13,35	3,00	54,00	0,10	0,60	23,00	28,90	39,20
Au	µg/kg	0,20	0,31	0,15	0,20	0,70	1,73	1,47	0,25	0,39	0,46
B	mg/kg	1,00	12,61	1,94	10,00	17,00	0,26	0,78	12,50	13,00	15,30
Ba	mg/kg	0,10	17,28	7,63	6,40	36,70	0,93	0,73	17,20	21,76	24,76
Ca	%	0,01	0,20	0,02	0,17	0,23	-0,73	-0,24	0,21	0,22	0,22
Cd	mg/kg	0,01	0,05	0,04	0,01	0,10	-1,98	0,49	0,01	0,10	0,10
Co	mg/kg	0,01	0,18	0,18	0,01	0,56	-0,17	1,14	0,10	0,17	0,48
Cr	mg/kg	0,10	1,83	0,15	1,50	2,30	6,95	1,39	1,80	1,80	1,90
Cu	mg/kg	0,01	23,57	4,95	14,89	33,47	-0,34	0,47	22,50	25,64	30,15
Fe	%	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	-0,48	-0,72	0,01	0,01	0,01
Hg	µg/kg	1,00	2,17	0,86	1,00	3,00	-1,58	-0,35	2,00	3,00	3,00
K	%	0,01	0,69	0,06	0,51	0,75	3,62	-1,87	0,70	0,71	0,74
Mg	%	0,00	0,16	0,02	0,12	0,18	2,40	-1,40	0,16	0,17	0,17
Mn	mg/kg	1,00	61,33	37,67	10,00	131,00	-1,03	0,30	54,50	87,00	109,10
Mo	mg/kg	0,01	0,39	0,37	0,03	1,19	-0,58	0,81	0,20	0,55	0,87
Na	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,49	3,24	0,00	0,00	0,00
Ni	mg/kg	0,10	1,07	0,65	0,20	2,30	-0,71	0,43	0,95	1,46	1,92
P	%	0,00	0,30	0,05	0,17	0,36	3,52	-1,78	0,31	0,32	0,35
Pb	mg/kg	0,01	0,02	0,02	0,01	0,07	3,01	1,77	0,01	0,02	0,04
S	%	0,01	0,23	0,01	0,20	0,26	0,26	-0,31	0,23	0,24	0,25
Sb	mg/kg	0,02	0,02	0,00	0,02	0,03	-1,59	0,77	0,02	0,03	0,03
Se	mg/kg	0,10	0,19	0,20	0,10	0,90	10,04	3,01	0,10	0,10	0,33
Zn	mg/kg	0,10	25,17	3,01	21,40	32,20	0,34	1,00	24,50	25,60	29,64

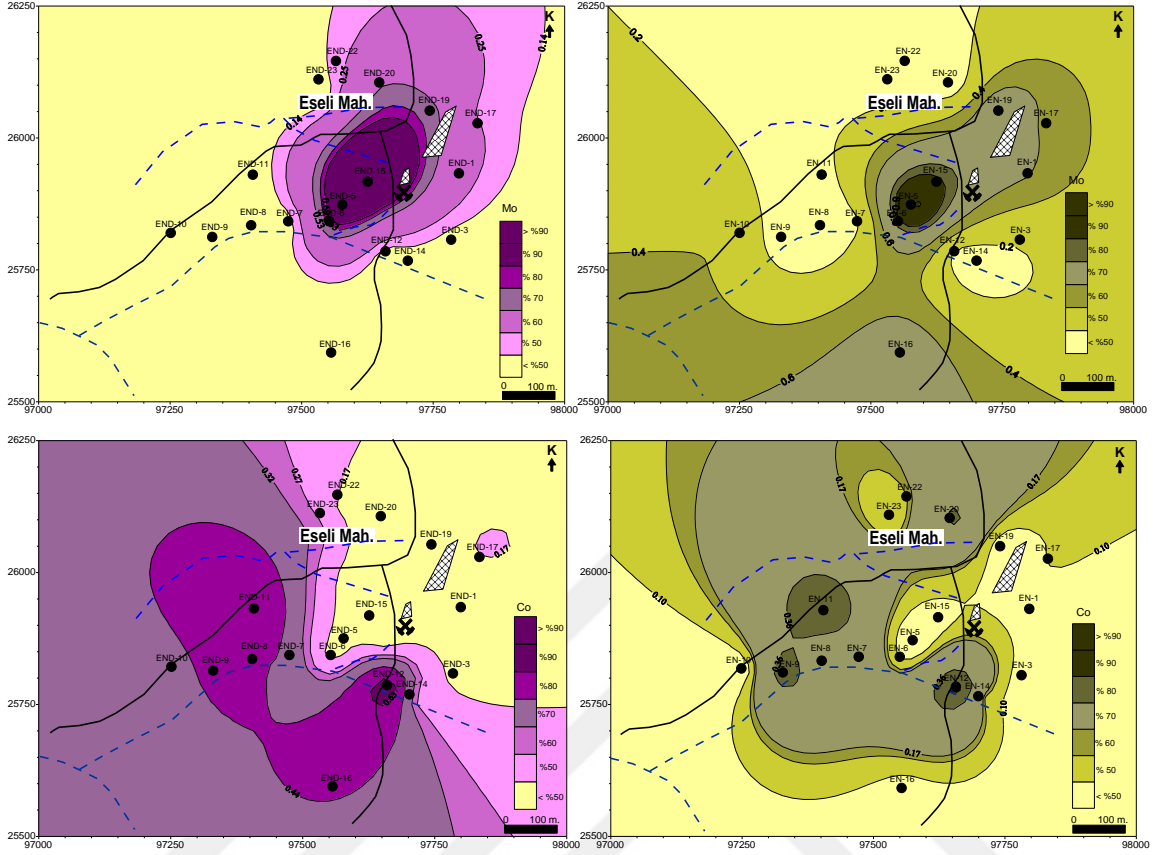
Tablo 4.55. Eseli sahasına ait dal örneklerinin analiz sonuçları

ESELİ DAL Element	Birim	DL	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Değer Aralığı		Çarpıklık	Basıklık	Yüzdebirlik Değerler		
					Minimum	Maksimum			50%	70%	90%
Ag	µg/kg	2,00	56,28	29,79	18,00	118,00	-0,68	0,39	58,50	67,00	92,70
Au	µg/kg	0,20	1,53	1,69	0,20	5,60	0,08	1,03	0,45	1,90	3,63
B	mg/kg	1,00	12,06	1,59	10,00	15,00	-0,62	0,49	12,00	13,00	14,30
Ba	mg/kg	0,10	172,00	112,02	47,00	392,30	0,20	1,11	127,05	188,65	381,38
Ca	%	0,01	1,65	0,29	1,24	2,24	-0,32	0,71	1,62	1,65	2,08
Cd	mg/kg	0,01	0,21	0,11	0,06	0,47	-0,09	0,62	0,20	0,28	0,33
Co	mg/kg	0,01	0,28	0,22	0,09	0,82	0,65	1,26	0,17	0,32	0,63
Cr	mg/kg	0,10	2,10	0,68	1,60	4,30	6,59	2,53	1,85	2,00	2,74
Cu	mg/kg	0,01	15,20	3,39	9,37	20,36	-1,28	-0,03	15,12	17,40	19,36
Fe	%	0,00	0,02	0,00	0,02	0,02	-0,65	-0,45	0,02	0,02	0,02
Hg	µg/kg	1,00	6,89	2,00	4,00	11,00	-0,21	0,57	6,50	7,90	10,00
K	%	0,01	0,73	0,08	0,58	0,93	2,09	0,71	0,72	0,75	0,80
Mg	%	0,00	0,12	0,02	0,10	0,17	0,48	0,71	0,12	0,13	0,14
Mn	mg/kg	1,00	433,56	325,56	25,00	1047,00	-1,12	0,35	435,50	556,40	845,20
Mo	mg/kg	0,01	0,32	0,35	0,03	1,29	1,74	1,38	0,15	0,53	0,69
Na	%	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	-0,14	-0,74	0,01	0,01	0,01
Ni	mg/kg	0,10	1,24	0,68	0,40	3,50	6,85	2,27	1,10	1,20	1,68
P	%	0,00	0,10	0,02	0,06	0,14	-0,26	-0,18	0,10	0,11	0,13
Pb	mg/kg	0,01	3,91	3,38	0,84	13,27	1,99	1,41	2,57	5,65	7,78
S	%	0,01	0,10	0,02	0,06	0,12	2,12	-1,48	0,11	0,11	0,12
Se	mg/kg	0,10	0,21	0,18	0,10	0,70	2,06	1,69	0,10	0,20	0,50
Zn	mg/kg	0,10	97,66	40,73	45,50	174,70	-1,25	0,26	90,90	123,27	143,66



Şekil 4.29. Eseli sahası fındık ve dal örneklerinin element dağılım diyagramı

Şekil 4.29' un devamı



4.4.3.3.2. Mikrobesein Elementleri

Fındık örneklerinin B ve Fe içerikleri sırasıyla 8-15 mg/kg ve % 0-0.01 arasında değişir. Dal örneklerinin B ve Fe içerikleri ise sırasıyla 10-15 mg/kg ve % 0.01-0.02 arasındadır.

Örneklerin Cu içeriği fındıkta 14 -34.09 mg/kg ve dalda 7.72-18.05 mg/kg değerleri arasındadır. Harköy maden sahasında hem eski madencilik hem de güncel maden arama çalışmaları nedeniyle maden atıkları oldukça geniş alanlara yayılmıştır. Sahadaki mevcut dereler ise bu kirlilikten beslenmektedir. Cu dağılım grafiklerinde fındık meyvesi dal organına göre daha geniş bir alanda yayılmıştır (Şekil 4.30.).

Örneklerin Zn konsantrasyonu, fındıkta 19.9- 35.7 mg/kg ve dalda 23.1-275 mg/kg değerleri arasındadır. Fındıkta ve dalda sırasıyla en yüksek değer, HN-11 ve HND-11 örneklerine aittir. Zn dağılım grafiğinde, fındık meyvesi ve dal organları benzer alansal yayılım gösterir. Yüksek değerler, maden atık yığınlarına yakın lokasyondadır. Dereler boyunca ise yayılım genişler.

Örneklerin Mn konsantrasyonu, fındıkta 33-230 mg/kg, dalda 275-1493 mg/kg arasında değişir. Harköy sahasında fındıkta ve dalda sırasıyla en yüksek değerler HN-11 ve HND-15 örneklerine aittir. Bilindiği gibi topraktaki yüksek Cu, Zn ve Fe konsantrasyonu Mn alımına engel (antagonizm) olabilir. Mn dağılım grafiklerinde Zn ile oldukça zıt bir alansal yayılım göstermesi Zn ile Mn arasındaki rekabet ile açıklanabilir. Mn dağılım grafiklerinde alansal yayılım dal ve fındık meyvesi için benzerdir.

Örneklerin Mo konsantrasyonu, fındıkta 0.02-0.47 mg/kg ve dalda 0.02-1.23 mg/kg arasında değişir. Fındıkta ve dalda sırasıyla en yüksek değerler HN-9 ve HND-9 örneklerine aittir.

4.4.3.3.3. Diğer Elementleri

Örneklerin Al ve As içerikleri oldukça düşüktür. Al fındıkta < % 0.01 ve dalda < % 0.01-0.01 arasında değişir. As ise fındıkta < 0.1 mg/kg ve dalda 0.1-0.3 mg/kg arasındadır.

Örneklerin Ag içerikleri fındıkta ve dalda sırasıyla 5-43 µg/kg ve 15-159 µg/kg'dır. Ba değerleri ise, fındıkta 4.70-30.10 mg/kg ve dalda 36.30-882.70 mg/kg aralığındadır. Bu değerler, Kontrol sahası ile benzerlik göstermektedir.

Fındık ve dal örneklerinde Cr değerleri sırasıyla 1.5-2.4 mg/kg ve 1.4-2.4 mg/kg arasındadır. En yüksek değerler fındıkta HN-6 ve dalda HND-24 örneklerine aittir.

Harköy sahasının Se içerikleri fındıkta 0.10-0.20 mg/kg ve dalda 0.10-0.90 mg/kg arasındadır. En yüksek değerler, fındıkta HN-14 ve dalda HND-9 örneklerine aittir.

Bitkiler için toksik metal olan Cd elementi fındıkta 0.01-0.08 mg/kg ve dalda 0.10-1.33 mg/kg değerlerindedir. En yüksek değerler fındıkta HN-15 ve dalda HND-11 örneklerine aittir.

Harköy maden sahası fındık meyvesinde Pb konsantrasyonu 0.01-0.13 mg/kg ve dalında 2.93-80.97 mg/kg aralığında değişir. Fındıkta ve dalda sırasıyla en yüksek değerler HN-8 ve HND-8 örneklerine aittir. Harköy sahası toprak örneklerinde Pb konsantrasyonu yüksek olmasına karşın bitki bünyesine aktarım sınırlı kalmıştır. Bitkinin köklerinde biriken Pb sınırlı oranda dal kısmına geçmiştir. Dal örneklerinden fındık meyvesine aktarım ise düşüktür. Pb dağılım haritalarında, en yüksek değerler cüruf yığınlarından etkilenmiş alanda bulunmaktadır (Şekil 4.30).

Harköy maden sahasında Co konsantrasyonu, fındıkta 0.03-1.12 mg/kg, dalda 0.1-1.32 mg/kg aralığında değişir. Fındıkta ve dalda sırasıyla en yüksek değerler, HN-6 ve

HND-12 örneklerine aittir. Co dağılım grafiklerinde alansal yayılımlar benzerlik göstermektedir (Şekil 4.30).

Örneklerin Ni konsantrasyonu fındıkta 0.3-2.6 mg/kg, dalda 0.4-2.7 mg/kg aralığındadır. En yüksek değerler sırasıyla HN-15 ve HND-1 örneklerine aittir. Ni dağılım grafiklerinde fındık ve dallar için alansal yayılımlar benzerlik göstermektedir (Şekil 4.30).

4.4.3.4. İsrail Maden Sahası

İsrail Maden Sahasından alınan fındık ve dal örneklerine ait temel istatistiksel parametreler Tablo 4.58’de ve 4.59’da verilmiştir.

4.4.3.4.1. Makrobesin Elementleri

İsrail sahasından alınan fındık örneklerinin P, Ca, Mg, K ve S içerikleri sırasıyla % 0.21-0.45, % 0.16-0.24, % 0.13-0.19, % 0.57-0.89 ve % 0.17-0.28 arasında değişir. Dal örneklerinin P, Ca, Mg, K ve S içerikleri ise sırasıyla % 0.06-0.15, % 0.70-1.81, % 0.08-0.18, % 0.29-0.97 ve % 0.03-0.14 arasındadır. Bu değerler Kontrol sahası ile benzerdir.

4.4.3.4.2. Mikrobesin Elementleri

Fındık örneklerinin B ve Fe içerikleri sırasıyla 8-15 mg/kg ve % 0-0.01 arasında değişir. Dal örneklerinin B ve Fe içerikleri ise sırasıyla 8-15 mg/kg ve % 0.01-0.04 arasındadır.

Örneklerin Cu içeriği, fındıkta 15.75-41.47 mg/kg ve dalda 7.56-23.84 mg/kg arasındadır. Fındıkta ve dalda sırasıyla en yüksek değerler IN-8 ve IND-7 örneklerine aittir. Dağılım grafiğinde fındık ve dal örnekleri benzerlik göstermiştir. Yayılım ise cüruf yığınları civarında sınırlı kalmıştır(Şekil 4.31).

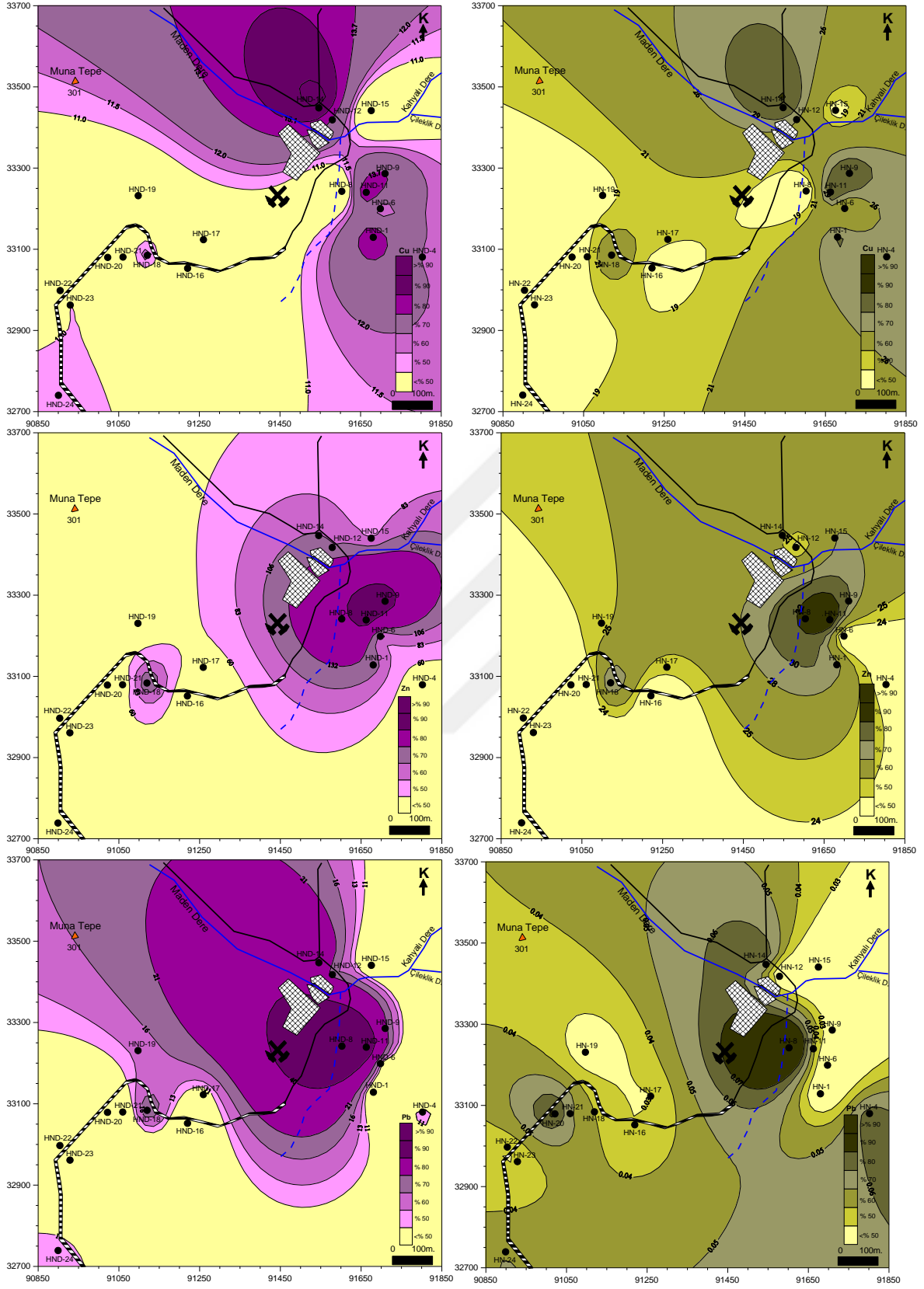
Örneklerin Zn konsantrasyonu, fındıkta 20.90-32.8 mg/kg ve dalda 25.4-160.70 mg/kg arasındadır. Fındıkta ve dalda sırasıyla en yüksek değerler IN-7 ve IND-23 örneklerine aittir. Fındık ve dal dağılım grafikleri benzerlik gösterir (Şekil 4.31).

Tablo 4.56. Harköy sahasına ait findık örneklerinin analiz sonuçları

HARKÖY FINDIK Element	Birim	DL	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Değer Aralığı		Çarpıklık	Basıklık	Yüzdebirlik Değerler		
					Minimum	Maksimum			50%	70%	90%
Ag	µg/kg	2,00	15,89	10,52	5,00	43,00	1,05	0,93	13,50	18,90	27,60
Au	µg/kg	0,20	0,28	0,17	0,20	0,70	1,70	1,46	0,20	0,20	0,53
B	mg/kg	1,00	12,00	1,89	8,00	15,00	-0,11	-0,38	12,00	13,00	14,20
Ba	mg/kg	0,10	13,27	7,48	4,70	30,10	0,67	-0,56	9,45	18,92	21,32
Ca	%	0,01	0,20	0,02	0,15	0,25	-0,35	1,48	0,20	0,21	0,22
Cd	mg/kg	0,01	0,02	0,02	0,01	0,08	2,25	5,21	0,01	0,02	0,04
Co	mg/kg	0,01	0,38	0,28	0,03	1,12	1,05	1,37	0,34	0,48	0,68
Cr	mg/kg	0,10	1,84	0,21	1,50	2,40	0,81	2,38	1,80	1,90	2,03
Cu	mg/kg	0,01	22,36	6,80	14,00	34,09	0,66	-1,01	19,16	26,39	33,20
Fe	%	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	-0,16	1,57	0,01	0,01	0,01
Hg	µg/kg	1,00	3,00	1,37	1,00	7,00	1,54	3,39	3,00	3,00	4,30
K	%	0,01	0,67	0,06	0,57	0,79	0,08	-0,33	0,68	0,70	0,73
Mg	%	0,00	0,16	0,02	0,14	0,20	1,36	1,86	0,16	0,16	0,18
Mn	mg/kg	1,00	111,83	53,74	33,00	230,00	0,71	0,65	109,00	122,70	175,30
Mo	mg/kg	0,01	0,12	0,15	0,02	0,47	1,81	1,75	0,05	0,06	0,42
Ni	mg/kg	0,10	1,38	0,59	0,30	2,60	0,12	-0,15	1,40	1,69	2,03
P	%	0,00	0,30	0,04	0,20	0,35	-1,57	2,66	0,31	0,32	0,33
Pb	mg/kg	0,01	0,04	0,03	0,01	0,13	1,52	2,78	0,03	0,05	0,07
S	%	0,01	0,24	0,03	0,16	0,30	-0,59	1,39	0,24	0,25	0,27
Se	mg/kg	0,10	0,11	0,02	0,10	0,20	4,24	18,00	0,10	0,10	0,10
Zn	mg/kg	0,10	25,56	4,58	19,90	35,70	0,74	-0,39	24,15	28,09	31,53

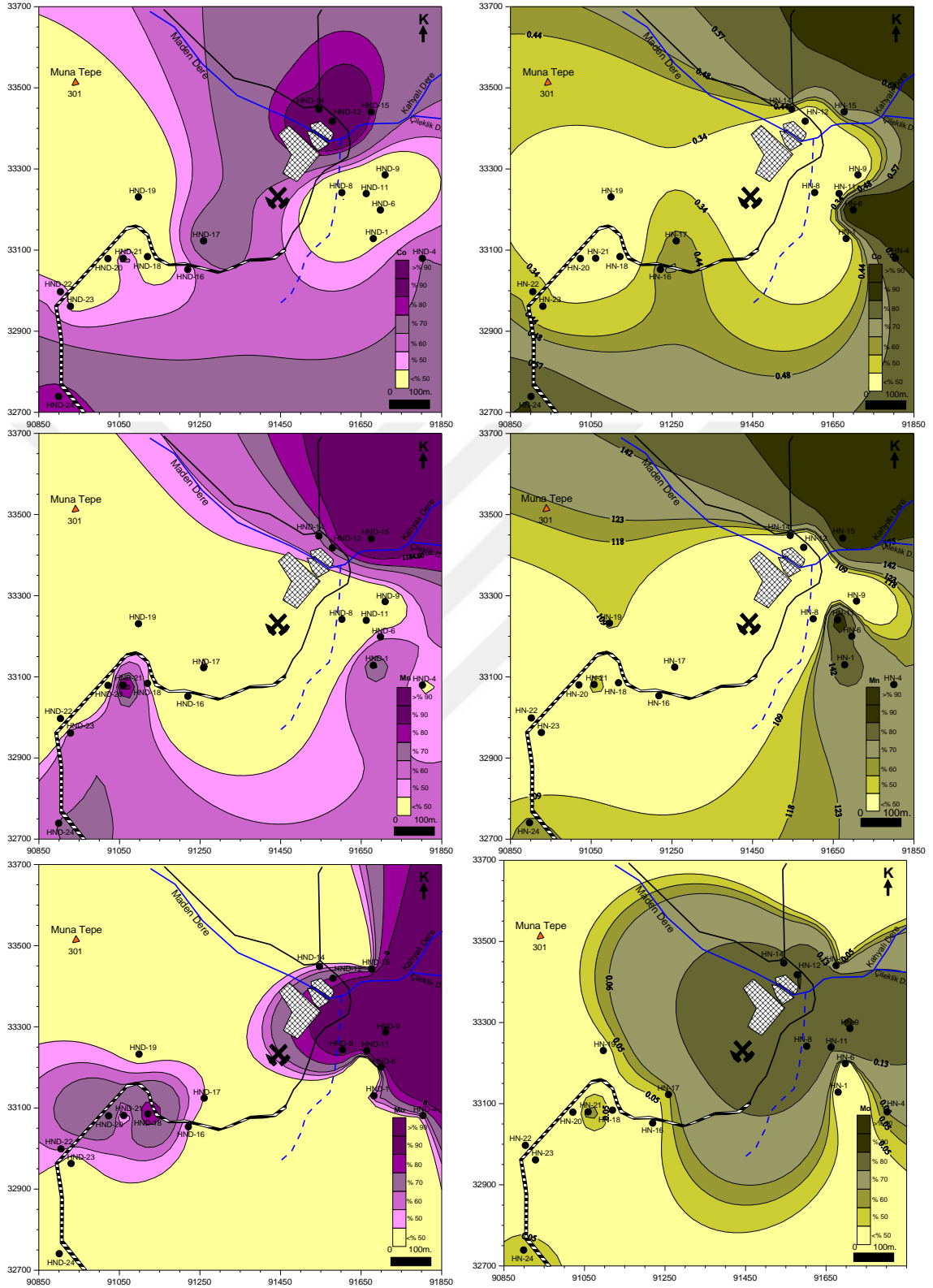
Tablo 4.57. Harköy sahasına ait dal örneklerinin analiz sonuçları

HARKÖY DAL Element	Birim	DL	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Değer Aralığı		Çarpıklık	Basıklık	Yüzdebirlik Değerler		
					Minimum	Maksimum			50%	70%	90%
Ag	µg/kg	2,00	49,00	35,28	15,00	159,00	1,88	4,77	45,50	59,90	82,80
Au	µg/kg	0,20	1,09	0,89	0,20	3,80	1,84	4,04	0,75	1,19	2,00
B	mg/kg	1,00	12,11	1,45	10,00	15,00	0,17	-0,55	12,00	13,00	14,00
Ba	mg/kg	0,10	233,46	267,17	36,30	882,70	1,62	1,82	107,95	245,04	586,06
Ca	%	0,01	1,39	0,24	1,04	2,02	1,07	1,71	1,36	1,46	1,62
Cd	mg/kg	0,01	0,50	0,38	0,10	1,33	0,82	-0,49	0,39	0,65	1,02
Co	mg/kg	0,01	0,46	0,30	0,10	1,32	1,48	2,93	0,39	0,53	0,74
Cr	mg/kg	0,10	1,80	0,28	1,40	2,40	0,74	-0,04	1,80	1,89	2,23
Cu	mg/kg	0,01	11,49	2,77	7,72	18,05	0,86	0,27	11,09	12,01	15,14
Fe	%	0,00	0,02	0,00	0,01	0,02	-0,31	-0,41	0,02	0,02	0,02
Hg	µg/kg	1,00	9,83	3,33	6,00	17,00	0,83	-0,28	9,00	11,00	15,00
K	%	0,01	0,76	0,11	0,52	0,94	-0,59	-0,43	0,79	0,84	0,87
Mg	%	0,00	0,14	0,02	0,09	0,18	-0,37	0,08	0,14	0,15	0,16
Mn	mg/kg	1,00	872,56	298,30	275,00	1493,00	0,14	0,24	841,00	1033,10	1184,60
Mo	mg/kg	0,01	0,11	0,28	0,02	1,23	4,11	17,14	0,03	0,05	0,12
Ni	mg/kg	0,10	1,25	0,59	0,40	2,70	0,94	0,57	1,05	1,40	1,96
P	%	0,00	0,10	0,02	0,06	0,13	-0,29	-0,94	0,10	0,11	0,12
Pb	mg/kg	0,01	17,94	20,85	2,93	80,97	2,25	4,88	11,35	16,40	40,39
S	%	0,01	0,11	0,03	0,07	0,16	0,54	-0,29	0,11	0,12	0,15
Se	mg/kg	0,10	0,17	0,19	0,10	0,90	3,90	15,87	0,10	0,10	0,20
Sr	mg/kg	0,50	60,72	28,36	18,70	133,30	1,34	1,92	54,55	59,23	101,83
Zn	mg/kg	0,10	93,64	81,65	23,10	275,00	1,36	0,88	59,80	105,75	226,41



Şekil 4.30. Harköy sahası fındık ve dal örneklerinin element dağılım diyagramı

Şekil 4.30' un devamı



Örneklerin Mn konsantrasyonu, fındıkta 36-168 mg/kg, dalda 224-928 mg/kg arasında değişir. İsrail sahasında fındıkta ve dalda sırasıyla en yüksek değerler IN-8 ve IND-10 örneklerine aittir. Dal ve fındıklara ait dağılım grafikleri benzer olup fındık bahçelerinde yüksek değerler gözlenir.

Örneklerin Mo konsantrasyonu, fındıkta 0.03-0.65 mg/kg ve dalda 0.04-0.87 mg/kg arasında değişir. Fındıkta ve dalda sırasıyla en yüksek değerler IN-23 ve IND-23 örneklerine aittir. Dal ve fındıklara ait dağılım haritaları benzer olup Mo elementi oldukça geniş bir alanda yayılım gösterir.(Şekil 4.31).

4.4.3.4.3. Diğer Elementleri

Örneklerin Al içeriği fındıkta < 0.01 ve dalda $< 0.01-0.03$ arasında değişir. As ise fındıkta 0.1-0.2 mg/kg ve dalda 0.1-0.9 mg/kg arasındadır.

Örneklerin Ag içerikleri fındıkta ve dalda sırasıyla 4-37 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ve 18-162 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 'dır. Ba değerleri ise fındıkta 7.10-58.50 mg/kg ve dalda 71.40-1101.10 mg/kg aralığındadır.

Fındık ve dal örneklerinde Cr değerleri sırasıyla 1.5-2.3 mg/kg ve 1.5-1.90 mg/kg arasındadır. En yüksek değerler fındıkta IN-7 ve dalda IND-25, IND-26 ve IND-28 örneklerine aittir.

İsrail sahasının Se içerikleri fındıkta 0.10-0.30 mg/kg ve dalda 0.10-0.70 mg/kg arasındadır. En yüksek değerler fındıkta IN-1 ve dalda IND-1 örneklerine aittir.

Örneklerde Cd elementi fındıkta 0.01-0.03 mg/kg ve dalda 0.09-0.42 mg/kg değerlerindedir. En yüksek değerler fındıkta IN-10 ve dalda IND-19 örneklerine aittir.

İsrail maden sahası fındıklarında Pb konsantrasyonu, 0.01-0.55 mg/kg ve dalında 5.20-26.91 mg/kg aralığında değişir. Fındıkta ve dalda sırasıyla en yüksek değerler IN-28 ve IND-7 örneklerine aittir.

İsrail maden sahasında Co konsantrasyonu fındıkta 0.07-1.29 mg/kg, dalda 0.1-1.80 mg/kg aralığında değişir. Fındıkta ve dalda sırasıyla en yüksek değerler IN-19 ve IND-19 örneklerine aittir. Fındık ve dal örneklerinin dağılım grafikleri benzer olup yüksek değerler sahanın güneyinde yoğunlaşır (Şekil 4.31).

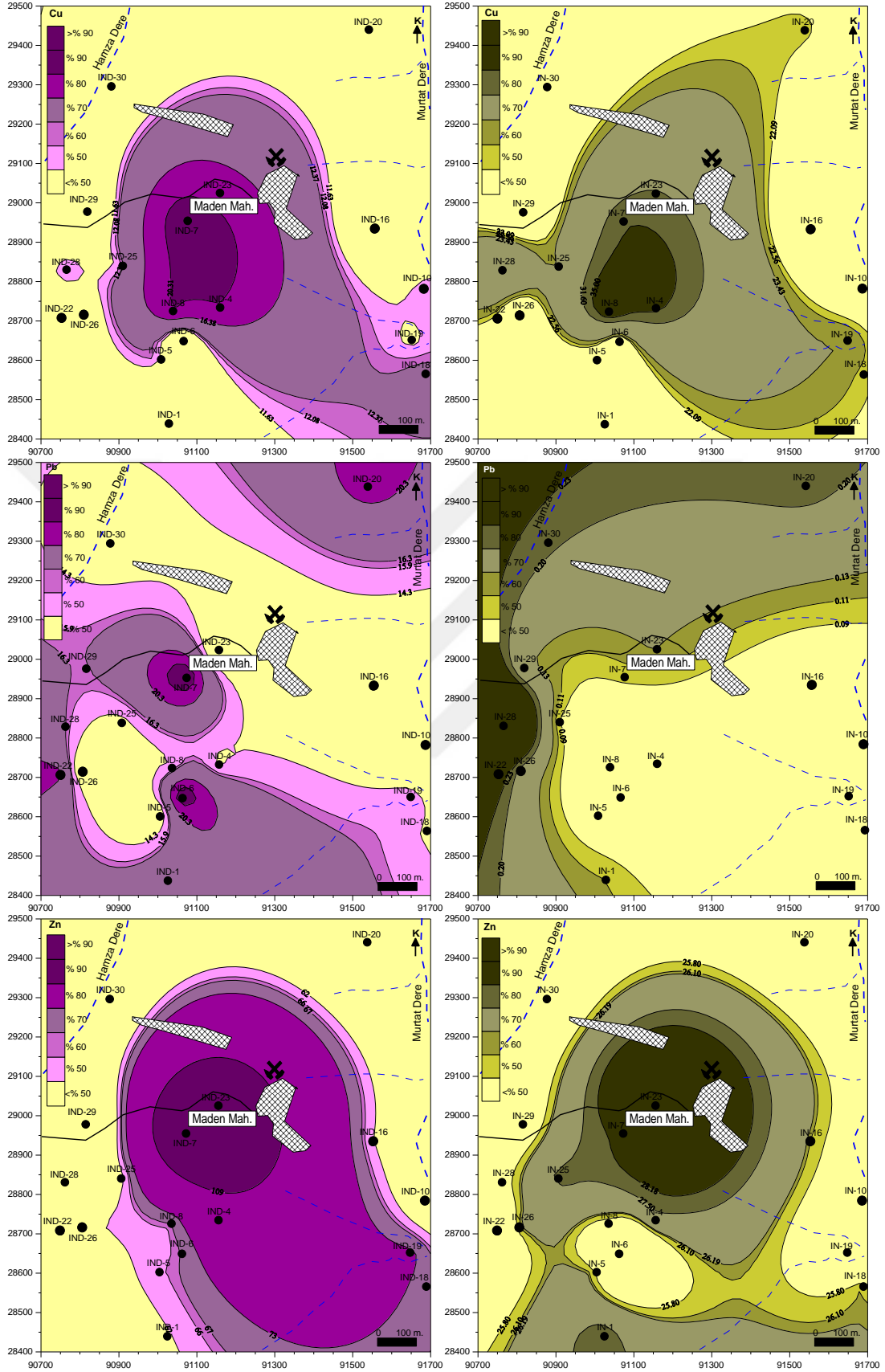
Örneklerin Ni konsantrasyonu, fındıkta 1.10-3.30 mg/kg, dalda 0.9-3.80 mg/kg aralığındadır. En yüksek değerler sırasıyla, IN-1 ve IND-1 örneklerine aittir.

Tablo 4.58. İsrail sahasına ait fındık örneklerinin analiz sonuçları

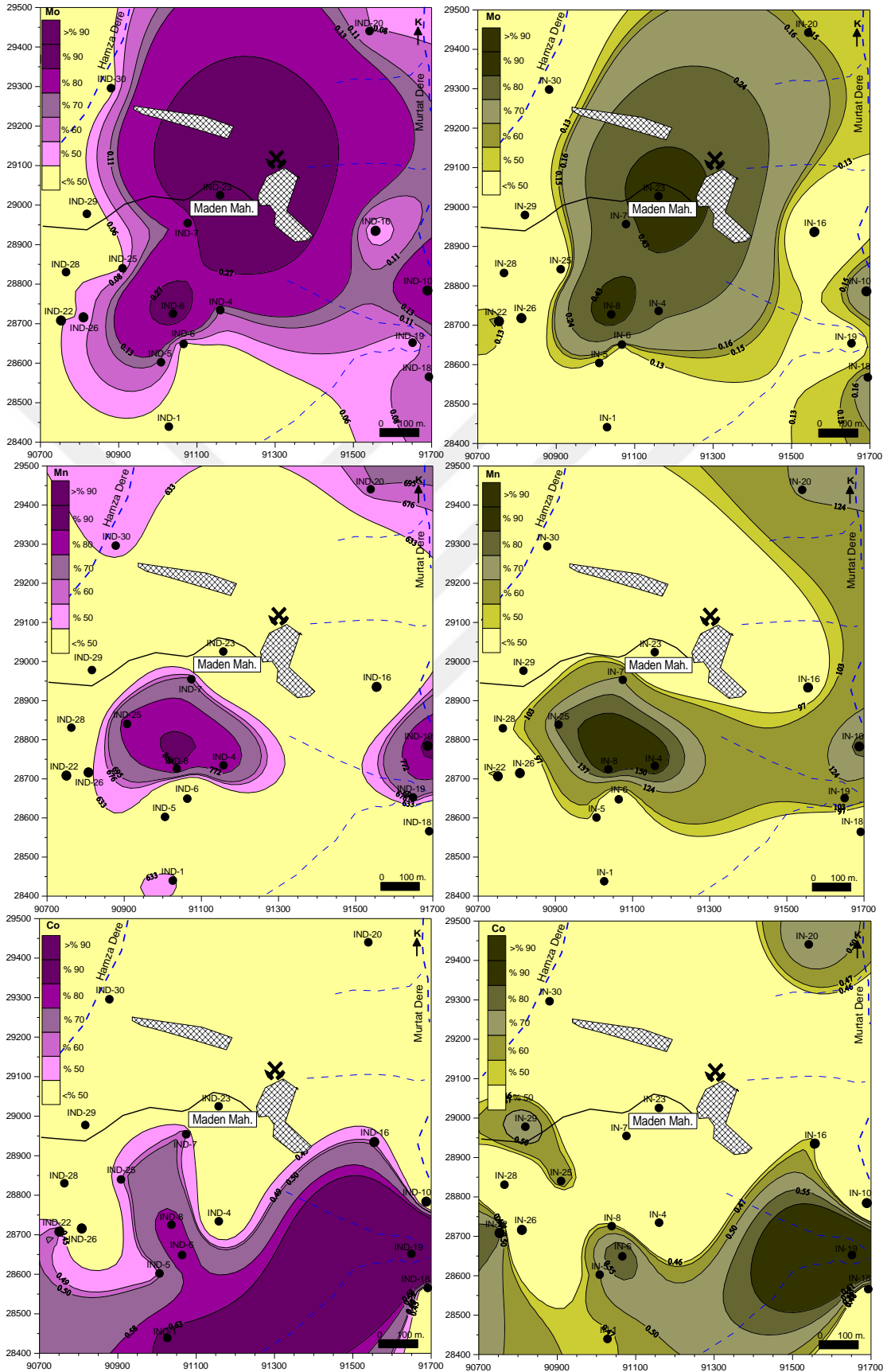
İSRAİL FINDIK Element	Birim	DL	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Değer Aralığı		Çarpıklık	Basıklık	Yüzdebirlik Değerler		
					Minimum	Maksimum			50%	70%	90%
Ag	µg/kg	2,00	17,72	8,95	4,00	37,00	0,80	0,00	14,5	21,6	29,8
Au	µg/kg	0,20	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-
B	mg/kg	1,00	12,06	2,07	8,00	15,00	-0,57	-0,09	12	13	14,3
Ba	mg/kg	0,10	22,93	12,18	7,10	58,50	1,62	3,46	20,4	23,12	36,9
Ca	%	0,01	0,20	0,02	0,16	0,24	0,21	-0,11	0,2	0,2	0,23
Cd	mg/kg	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	2,07	3,85	0,01	0,01	0,02
Co	mg/kg	0,01	0,43	0,27	0,07	1,29	1,78	5,35	0,46	0,498	0,612
Cr	mg/kg	0,10	1,94	0,22	1,50	2,30	-0,37	-0,54	2	2,09	2,2
Cu	mg/kg	0,01	24,12	7,59	15,75	41,47	1,06	0,06	22,095	23,439	35,009
Fe	%	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,23	-0,41	0,006	0,006	0,0063
Hg	µg/kg	1,00	1,28	0,46	1,00	2,00	1,08	-0,94	1	1	2
K	%	0,01	0,70	0,08	0,57	0,89	0,31	0,67	0,71	0,739	0,778
Mg	%	0,00	0,16	0,02	0,13	0,19	0,26	0,09	0,1595	0,1693	0,181
Mn	mg/kg	1,00	100,89	38,62	36,00	168,00	0,22	-0,81	97	124,2	149,6
Mo	mg/kg	0,01	0,19	0,19	0,03	0,65	1,84	2,77	0,13	0,169	0,43
Ni	mg/kg	0,10	2,08	0,79	1,10	3,30	0,17	-1,51	2,05	2,49	3,1
P	%	0,00	0,33	0,07	0,21	0,45	-0,20	-0,81	0,335	0,364	0,3996
Pb	mg/kg	0,01	0,13	0,13	0,01	0,55	2,21	6,00	0,095	0,139	0,238
S	%	0,01	0,24	0,03	0,17	0,28	-0,96	2,64	0,24	0,259	0,266
Se	mg/kg	0,10	0,12	0,05	0,10	0,30	2,57	6,36	0,1	0,1	0,2
Sr	mg/kg	0,50	7,46	3,08	3,20	13,50	0,54	-0,23	7,2	8,54	11,62
Zn	mg/kg	0,10	25,86	2,55	20,90	32,80	0,84	2,54	25,8	26,19	28,18

Tablo 4.59. İsrail sahasına ait dal örneklerinin analiz sonuçları

İSRAİL DAL Element	Birim	DL	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Değer Aralığı		Çarpıklık	Basıklık	Yüzdebirlik Değerler		
					Minimum	Maksimum			50%	70%	90%
Ag	µg/kg	2,00	58,72	31,36	18,00	162,00	2,03	6,78	59,50	65,90	72,90
Au	µg/kg	0,20	1,48	1,71	0,20	5,10	1,35	0,15	0,70	1,22	4,38
B	mg/kg	1,00	11,39	1,97	8,00	15,00	0,16	-0,88	11,00	12,90	14,00
Ba	mg/kg	0,10	446,53	359,71	71,40	1101,10	0,73	-1,06	231,10	727,40	979,93
Ca	%	0,01	1,09	0,28	0,70	1,81	1,00	1,27	1,03	1,20	1,38
Cd	mg/kg	0,01	0,19	0,10	0,09	0,42	0,97	0,26	0,17	0,22	0,31
Co	mg/kg	0,01	0,49	0,36	0,10	1,80	2,99	11,01	0,46	0,50	0,64
Cr	mg/kg	0,10	1,73	0,12	1,50	1,90	-0,12	-0,77	1,70	1,80	1,90
Cu	mg/kg	0,01	12,66	4,86	7,56	23,84	1,19	0,35	11,64	12,37	20,32
Fe	%	0,00	0,02	0,01	0,01	0,04	3,69	14,75	0,02	0,02	0,02
Hg	µg/kg	1,00	7,72	2,54	4,00	16,00	1,95	6,45	8,00	8,00	9,00
K	%	0,01	0,70	0,18	0,29	0,97	-0,47	0,04	0,68	0,81	0,91
Mg	%	0,00	0,11	0,03	0,08	0,18	1,13	0,91	0,11	0,11	0,16
Mn	mg/kg	1,00	592,56	216,30	224,00	928,00	-0,20	-1,01	633,00	694,90	869,40
Mo	PPM	0,01	0,14	0,20	0,04	0,87	3,15	10,51	0,06	0,11	0,27
Ni	PPM	0,10	1,73	0,71	0,90	3,80	1,59	3,26	1,45	1,90	2,46
P	%	0,00	0,10	0,03	0,06	0,15	0,10	-1,37	0,10	0,12	0,14
Pb	mg/kg	0,01	15,59	5,75	5,20	26,91	0,58	0,15	14,30	16,28	23,33
S	%	0,01	0,10	0,03	0,03	0,14	-0,86	0,74	0,10	0,12	0,13
Se	mg/kg	0,10	0,16	0,15	0,10	0,70	3,42	12,52	0,10	0,10	0,23
Sr	mg/kg	0,50	50,79	24,65	24,00	124,70	1,68	3,73	45,95	57,06	75,12
Zn	mg/kg	0,10	67,86	35,28	25,40	160,70	1,66	2,77	61,90	67,38	109,48



Şekil 4.31' in devamı



4.4.4. Bitki Örneklerinin Korelasyon Analizi

Eseli, Harköy ve İsrail maden sahalarında fındık ve dal örnekleri için ayrı ayrı korelasyon analizi uygulanmış ve sonuçlar EK Tablo10-15 arasında verilmiştir.

- Eseli Maden Sahası

Eseli maden sahası fındık ve dal örnekleri normal dağılım göstermediği için elementlere Spearman korelasyon analizi uygulanmıştır.

Fındık örneklerinde Ba-Sr, Co-Mn, K-P, K-Zn, Mo-Se, Zn-Se, Mn-Ni çiftleri arasında yüksek dereceli pozitif ve Co-Mo, Mn-Mo, Mn-Se, Mn-Zn, Mo-Ni, Ni-Se, Ni-Zn element çiftleri arasında ise yüksek dereceli negatif ilişkiler bulunmaktadır.

Dal örneklerinde Ag-P, Ag-Se, Ag-Zn, Ba-Mg, Co-Mn, Co-Pb, Cu-P, Cu-Zn, Mn-Ni, Mo-Se çiftleri arasında yüksek dereceli pozitif ve Co-Mo, Co-Se, Mn-Mo, Mn-Se, Mo-Ni, Mo-Pb, Ni-Se, P-S çiftleri arasında ise yüksek dereceli negatif ilişkiler bulunmaktadır.

- Harköy Maden Sahası

Harköy maden sahası fındık ve dal örnekleri normal dağılım göstermediği için elementlere Spearman korelasyon analizi uygulanmıştır. Element çiftleri arasındaki korelasyon miktarları, Eseli sahasına göre genel olarak düşüktür.

Fındık örneklerinde Ag-Zn, Ag-Ba, Ba-Zn, Cd-Zn, Co-Ni, Cr-Cu, Cr-Fe element çiftleri arasında orta dereceli pozitif ve Ag-Co çifti arasında ise orta dereceli negatif ilişki vardır.

Dal örneklerinde Ag-Ba, Ag-Cd, Ag-Pb, Ag-Zn, B-P, Ba-Cd, Ba-Pb, Ba-Zn, Cd-Zn, Co-Mn, Co-Sr, Cr-Se, Fe-S, K-P, Mg-S, Mg-Se, Na-S, S-Se ve Pb-Zn element çiftleri arasında orta-yüksek dereceli pozitif ilişkiler bulunmaktadır.

- İsrail Maden Sahası

İsrail maden sahası fındık ve dal örnekleri normal dağılım göstermediği için elementlere Spearman korelasyon analizi uygulanmıştır. Element çiftleri arasındaki korelasyon miktarları, genel olarak düşüktür.

Fındık örneklerinde Ba-Sr, Ca-Cr, Co-Ni, Cu-K, Cu-Mo, Cu-P, Fe-Mn, K-P ve Mg-P element çiftleri arasında orta dereceli pozitif ilişki vardır.

Dal örneklerinde B-Cu, Ba-Sr, Ca-Sr, Cd-Mg, Co-Pb, Cu-Mo, Cu-P, Cu-S, Cu-Zn, Fe-Pb, K-P, K-S, K-Sr, P-S, P-Zn element çiftleri arasında orta-yüksek dereceli pozitif ve Ca-Pb, Co-Sr, Co-Fe element çiftleri arasında orta dereceli negatif ilişkiler vardır.

4.4.5. Fındık İçin Gerekli Olan Elementlerin Eşik Değerlerinin Belirlenmesi

Bitkiler yaşamlarını sürdürebilmek için çeşitli oranlarda bitki besin elementlerine ihtiyaç duyarlar. Bitkilerin fizyolojik olarak ihtiyaç duydukları seviyeler, bitkiler için eşik değer olarak adlandırılır. Bu eşik değerleri geçen seviyeler, bitki tarafından geri çevrilir. Bitki (findık meyvesi) ve toprak örnekleri kullanılarak çizilen diyagramlarda hiperbol, o elementin bitki için gerekli olduğunu gösterir (Şekil 4.32 ve 4.33). Bazı ihtiyaç duyulan elementler, bu tip eğriler sunmamasının nedeni fizyolojik ihtiyacın düşük olmasındandır [122].

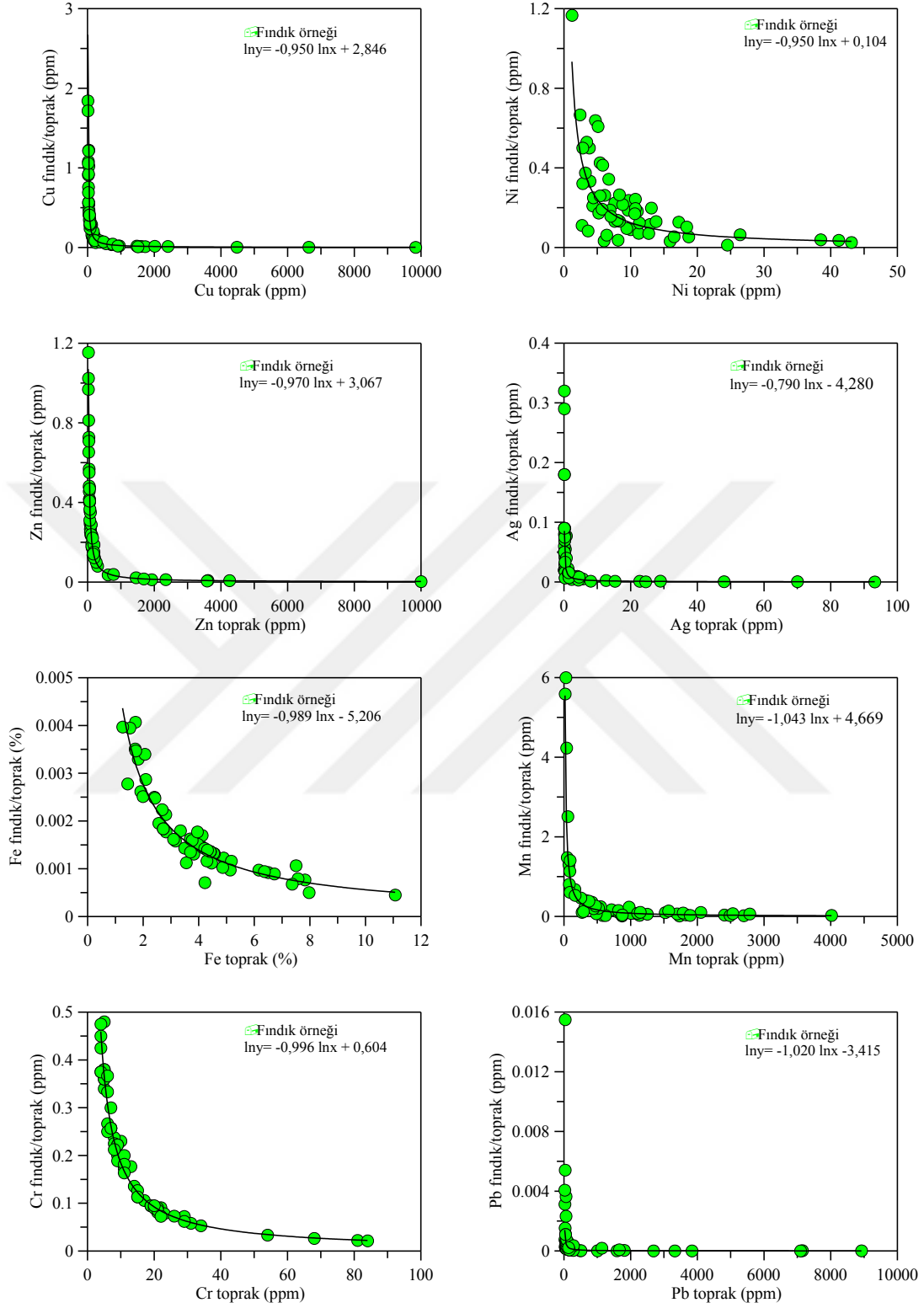
Verilerin logaritması alındığında ise, elementler lineer dağılım gösterir. Toprak ve bitki arasındaki ilişki aşağıdaki eşitlik ile ifade edilebilir.

$$\log y = n \log x + \log k \quad (4.11.)$$

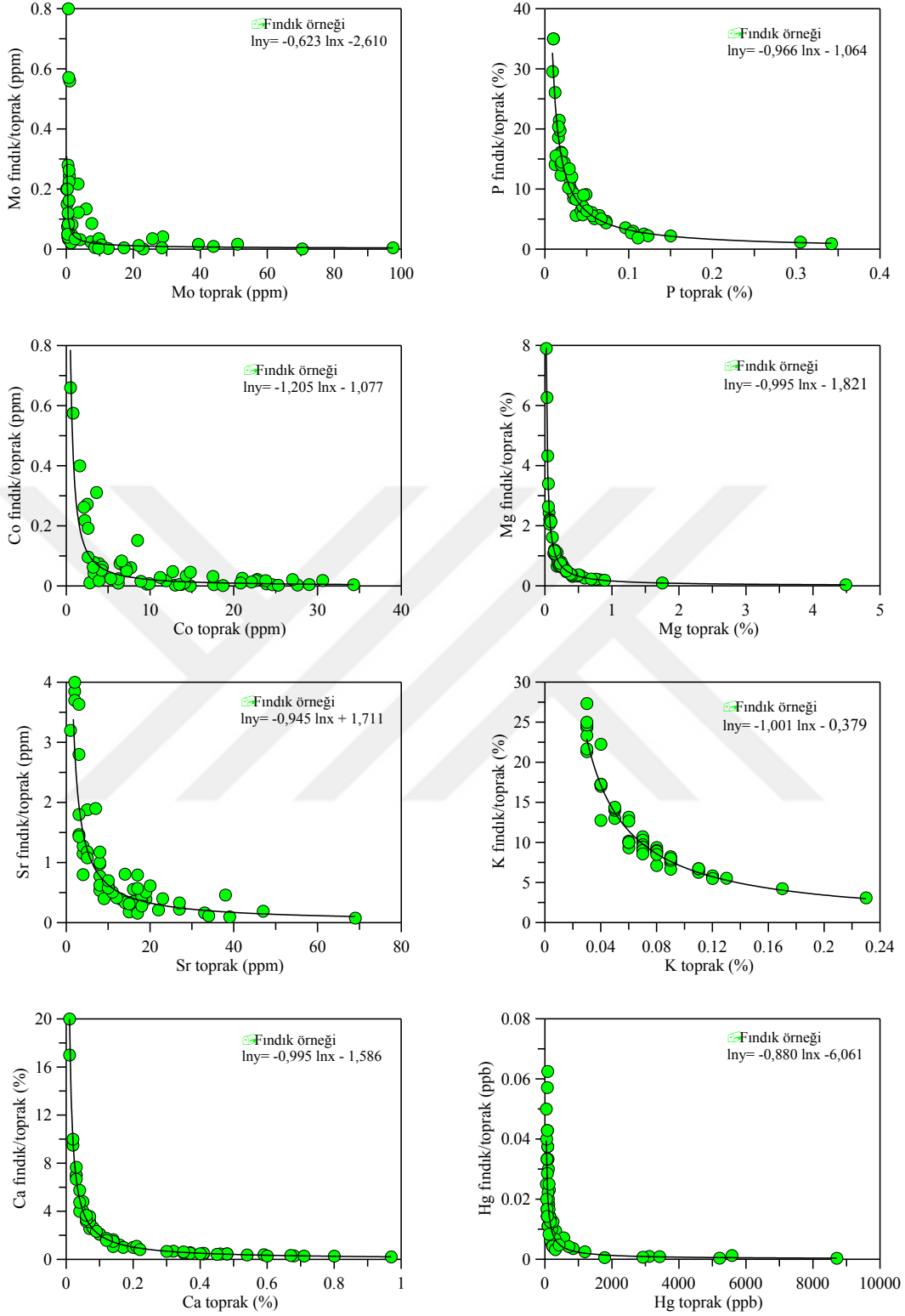
Eşitlikte, y (bitkinin element alımı) göreceli alımı ve x topraktaki element konsantrasyonunu ifade eder. $\log x$ 'e karşı $\log y$ grafiklerinde eğimler negatif olup -1 değerine yakındırlar. $n=-1$ olduğunda $\log y = -\log x + \log k$ elde edilir. Sonuç olarak $\log xy = \log k$ ve $xy = k$ ' dir. "k" katsayısı bitkinin ihtiyaç duyduğu seviyeyi göstermektedir.

Hiperbolik eğrinin x eksenini boyunca paralele yaklaştığı kısımlar, bitki için gerekli olmadığı anlamına gelebilir. Hiperbolik eğrinin eğiminde keskin bir azalmanın görüldüğü noktadaki toprak konsantrasyonu, bitki için eşik değere karşılık gelir [122].

Tüm sahalardan alınan fındık ve ilişkili toprak örnekleri kullanılarak diyagramlar hazırlanmış ve fındık için bazı elementlerin topraktaki eşik değeri belirlenmiştir. Fındık meyvesi için gerekli olan seviyeler, Mn için 87.93 mg/kg, Zn için 23.61 mg/kg, Cu için 20 mg/kg, Sr için 6.11 mg/kg, Cr için 1.83 mg/kg, Ni için 1.12 mg/kg'dır. Co ve Mo elementleri, x tabanına paralel yaklaşması nedeniyle bitki için gerekliliğinin düşük olduğu söylenebilir.



Şekil 4 32. Fındıkların yetiştiği topraklarda Cu, Ni, Zn, Ag, Fe, Mn, Cr ve Pb elementlerinin konsantrasyonlarına göre fındıktaki göreceli birikim grafikleri



Şekil 4.33. Fındıkların yetiştiği topraklarda Mo, P, Co, Mg, Sr, K, Ca ve Hg elementlerinin konsantrasyonlarına göre fındıktaki göreceli birikim grafikleri

4.4.6. Toprak ve Fındıktaki Element İlişkileri

Topraklardan bitkilere metallerin transferi, bitki beslenmesi ve bitkilerin ağır metallere kirlenmesi bakımından önemlidir. Topraktan veya toprak çözeltilerinden bitkiye element transferini tahmin etmekte kullanılan hem mekanik hem de deneysel modeller bulunmaktadır. Çeşitli toprakların ve bitkilerin içindeki metal konsantrasyonları arasındaki ilişki, genellikle regresyon analizi ile belirlenen transfer fonksiyonu ile açıklanır [123], [122].

Çoğu durumda doğrusal fonksiyonlar tercih edilir. Ancak metallerin toprak-bitki transferi doğrusal bir ilişki göstermez. Bu nedenle bazı araştırmacılar, kirlenmiş topraklarda yetişen çeşitli bitkilere element transferini tahmin etmekte Freundlich-tip fonksiyonu kullanırlar [123], [122].

Bir elementin bitki ve topraktaki konsantrasyonları arasındaki ilişki, aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$c_{\text{bitki}} = b \times c_{\text{toprak}}^a \quad (4.12)$$

Metallerin toprak-bitki transferi doğrusal bir ilişki göstermemesi nedeniyle bu formül, logaritmik dönüşümle doğrusal bir hale getirilir.

$$\log c_{\text{bitki}} = a \log c_{\text{toprak}} + \log b \quad (4.13)$$

Bu formülde, c_{bitki} bitkideki metal konsantrasyonu, c_{toprak} ise topraktaki metal konsantrasyonuna karşılık gelir. a ve b değerleri ampirik Freundlich katsayılarıdır.

Toprak ve bitki örneklerine ait element konsantrasyonları normal dağılmadığı için, verilerin logaritması alınarak regresyon analizi uygulanmıştır (Şekil 4.35). Bu formüldeki b katsayısı aynı zamanda bitki tarafından topraktan elementi alma kapasitesini de yansıtmaktadır [123], [122]. Bu nedenle b katsayısı kullanılarak bitkilerde metal birikimi belirlenebilir. Bu sayede bu bitkiler, hem maden arama amaçlı toprak jeokimyasında hem de metallere kirlenmiş maden sahası topraklarının rehabilitasyonunda kullanılabilir.

Metal birikimini aktif olarak etkileyen bitki kapasitesi a katsayısı (eğim faktörü) ile ifade edilir. Düşük katsayılar olduğunda, bitki-toprak arasındaki ilişkiler doğrusal değildir. a katsayısı 1'e yaklaştığında doğrusal bir ilişki gözlenir. Bu durum, bitkilerdeki metal

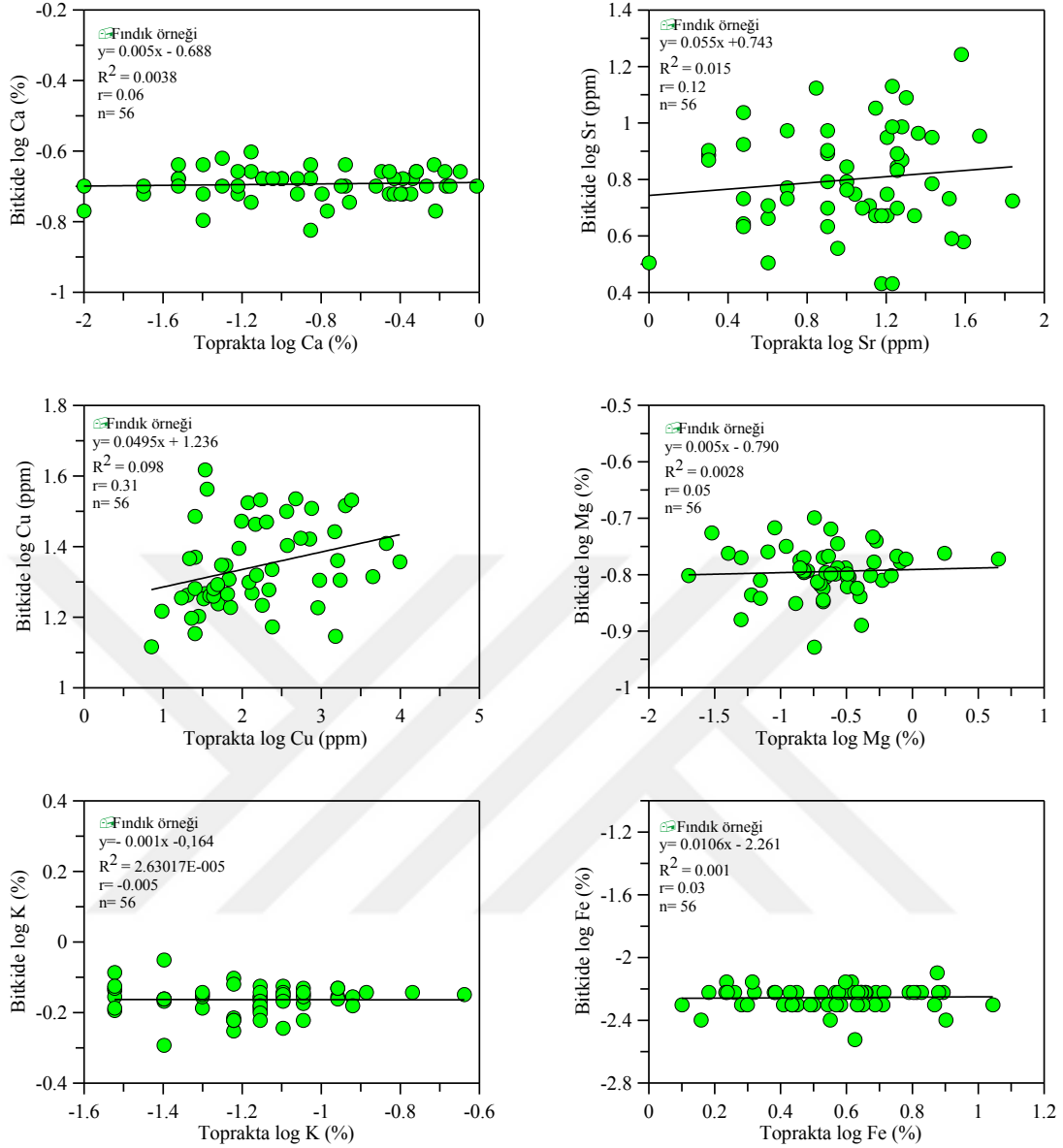
içeriğinin düşük bir oranda bitkiye bağlı olduğunu, topraktaki metal artışının bitkiye doğrudan yansıdığını gösterir [123], [122].

Bu bölümde maden sahalarına ait fındık-toprak korelasyonları (Şekil 4.34) incelenmiştir. Bitki (fındık) ve toprak arasındaki korelasyonlar oldukça düşük olup en yüksek ilişkiler Cu ($r=0,32$) ve Se ($r=0,44$) elementleri için elde edilmiştir. Grafiklere (Şekil 4.35) göre, bitki metaller karşısında farklı davranışlar sergilemiştir. Bu davranışlar Cu elementinde daha çok akümüle etme şeklinde iken diğer elementlerde metal dışlama şeklinde olduğu söylenebilir.

b katsayısı, bitkinin topraktan elementi alma kapasitesinin gösterir. Fındıkların b değeri, $Cu>Sr>Cr>K>P>Ca>Mg>Se>Fe$ şeklinde azalır (Tablo 4.60). Cu diğer elementlerle kıyaslandığında fındıkların yetiştiği topraktan fındığa Sr'ye göre 3, Cr'ye göre 9 ve Se'ye göre 155 kat daha fazla alınabilmektedir. Eğim katsayısı (a) fındıklarda $Se>Sr>Cu>P>Fe>Mg>Ca>Cr>K$ şeklinde azalır.

Tablo 4.60. Transfer fonksiyon parametreleri

Fındık	a	b
Cu ppm	0,0495	17,22
Sr ppm	0,055	5,53
Cr ppm	0,0033	1,83
K %	-0,00104	0,69
P %	0,034	0,34
Ca %	0,00512	0,20
Mg %	0,00548	0,16
Se ppm	0,1696	0,11
Fe %	0,0106	0,01

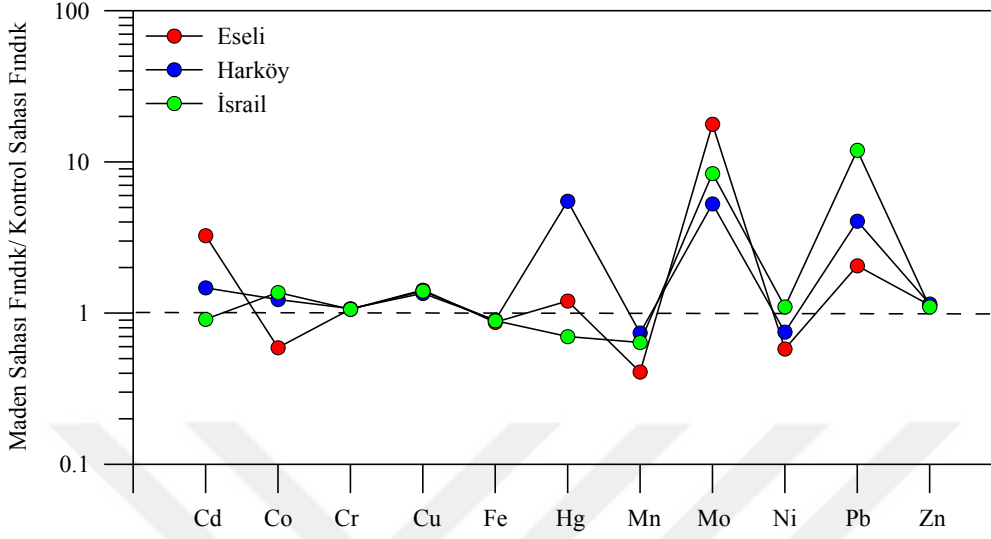


Şekil 4.34. Tüm sahalara ait fındık-toprak arasında belirlenen elementlere ait korelasyon ilişkileri

4.4.7. Bitki Örneklerinin Element Birikimlerinin Değerlendirilmesi

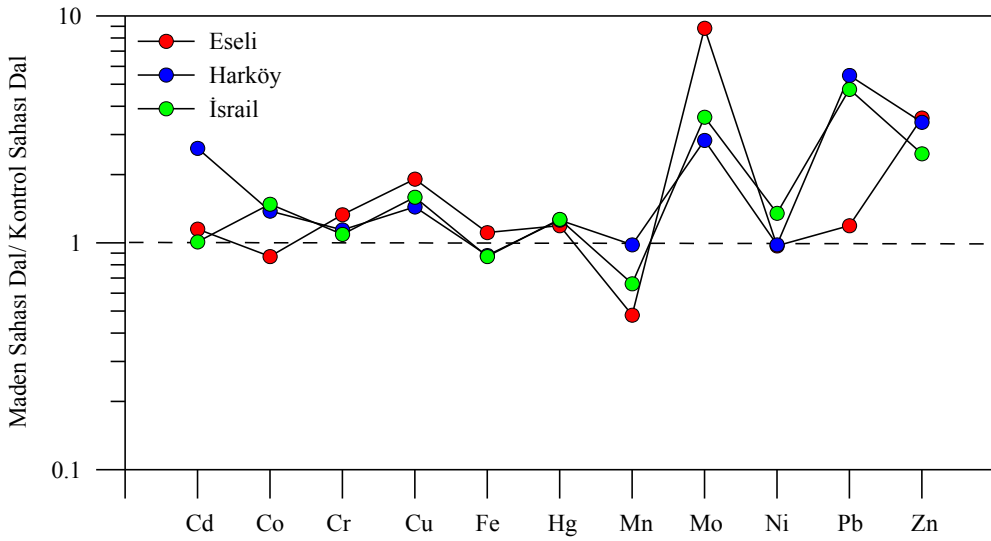
Bu bölümde maden sahalardan alınmış bitki örnekleri kontrol sahasına ait bitki örnekleri ile kıyaslanmıştır (Şekil 4.35 ve 4.36). Kıyaslamalar fındık ve dal örnekleri için ayrı ayrı yapılmıştır. Maden sahalara ait fındık ve dal örnekleri kontrol sahasına ait ortalama fındık ve dal örneklerine bölünerek metal birikimi (kat) belirlenmiştir. Hesaplanan katsayılar, 1'den büyük olduğunda maden sahalarda metal birikiminden

bahsedilebilir. Ancak bilindiği gibi bitkilerin metal alımını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır.



Şekil 4.35. Maden sahalarına ait fındık örneklerindeki elementlerin ortalama kat değerleri

Maden ve Kontrol sahasının fındık ve dal örneklerinde As değerleri düşük olup 0.1-0.2 ppm aralığındadır. Şekil 4.35'te maden sahalarında fındık örnekleri için 1 değerini geçen elementler Cu, Mo, Pb ve Zn'dir.



Şekil 4.36. Maden sahalarına ait dal örneklerindeki elementlerin ortalama kat değerleri

Şekil 4.36’da maden sahalarında dal örnekleri için 1 değerini geçen elementler Cr, Cu, Hg, Mo, Pb ve Zn’dir. Mn dışında, dal örnekleri Kontrol sahasına göre zenginleşmiştir. Bitki örneklerindeki bu zenginleşme katsayıları topraktaki kirliliği yansıtır niteliktedir.

4.5. Sağlık Risklerinin Değerlendirilmesi

4.5.1. Genel Bilgiler

İnsan sağlığı risk değerlendirmesi, kanserojen ve kanserojen olmayan kimyasallara maruz kalmak nedeniyle oluşan olumsuz sağlık etkilerinin tahmin edildiği bir süreçtir. Risk değerlendirme süreci dört aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar, tehlikenin tanımlanması, maruziyetin değerlendirilmesi, doz-cevap ilişkisinin belirlenmesi ve risk karakterizasyonudur [124].

4.5.1.1. Tehlikenin Tanımlanması

Tehlike, zarar verme ve/veya hastalık yapma potansiyeline sahip kaynak veya durumlardır. İnceleme sahalarının eski maden sahaları olması nedeniyle ağır metaller olası tehlike olarak tanımlanmıştır. Ağır metallerin birçoğu, insanlar üzerinde kanser yapıcı potansiyelindedir. Bu risk Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) [125] tarafından dört sınıfta değerlendirilmiştir (Tablo 4.61). Grup 1’de yer alan etkenler insanlar üzerinde karsinojeniktir. As, Cd, Cr (VI) ve Ni elementleri Grup 1’de yer almaktadır. Co ve Pb elementleri ise Grup 2B’de yer alır. Hg, karsinojenik olmayan Grup 3 içinde yer alır.

Tablo 4.61. Karsinojenler için IARC Sınıflaması [125].

Grup	Karsinojenik özellik
Grup 1	İnsanlar için karsinojen olması kesin
Grup 2A	İnsanlar için karsinojen olması muhtemel
Grup 2B	İnsanlar için karsinojen olması şüpheli
Grup 3	İnsanlar için karsinojenik olarak sınıflandırılmaz
Grup 4	Muhtemelen insanlar için kanserojen değil

Kanser dışı insan sağlığı risk değerlendirmesi için suda, toprakta ve bitkideki As, Cr, Co, Cd, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb ve Zn elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiş ve

risk değerlendirmesi yapılmıştır. Kanseri risk hesaplaması ise tüm ortamlar için sadece As elementine uygulanmıştır.

4.5.1.2. Doz-Yanıt Değerlendirmesi

Doz-yanıt değerlendirmesi, tehlikenin dozu ile o tehlikeye verilen biyolojik yanıt arasındaki ilişkiyi inceler. Risk hesaplamaları, kanser yapıcı (karsinojen) ve kanser yapıcı olmayan (nonkarsinojenik) kimyasallar için farklıdır. İnsanlarda, kanser dışı durumlar için yaşam boyu herhangi bir sağlık sorunu oluşturmayacağı varsayılan günlük alınan doza ‘Referans Doz’ denir [124]. Tablo 4.62’de çalışılan elementlere ait referans doz miktarları verilmiştir.

Tablo 4.62. Çalışılan elementlere ait referans doz (RfD) miktarları (mg/kg.gün)

ELEMENT	RfD _{oral}	Kaynak	GIABS	Kaynak	RfD _{DERMAL}	Kaynak
As-inorganik	3,00E-04	IRIS	1,00E+00	RAIS	3,00E-04	RfD _{oral} * GIABS
Cd -diet	1,00E-03	IRIS	2,50E-02	RAIS	2,50E-05	RfD _{oral} * GIABS
Cd -su	5,00E-04	IRIS	5,00E-02	RAIS	2,50E-05	RfD _{oral} * GIABS
Co	2,00E-02	**	-	-	1,60E-02	**
Cr (VI)	3,00E-03	*	2,50E-02	RAIS	7,50E-05	RfD _{oral} * GIABS
Cu	4,00E-02	HEAST	1,00E+00	RAIS	4,00E-02	RfD _{oral} * GIABS
Fe	7,00E-01	PPRTV	1,00E+00	RAIS	7,00E-01	RfD _{oral} * GIABS
Hg	3,00E-04	*	1,00E+00	RAIS	3,00E-04	RfD _{oral} * GIABS
Mn non-diet (su)	2,40E-02	IRIS	4,00E-02	RAIS	9,60E-04	RfD _{oral} * GIABS
Mn diet	1,40E-01	IRIS	1,00E+00	RAIS	1,40E-01	RfD _{oral} * GIABS
Mo	5,00E-03	IRIS	1,00E+00	RAIS	5,00E-03	RfD _{oral} * GIABS
Ni	2,00E-02	IRIS	4,00E-02	RAIS	8,00E-04	RfD _{oral} * GIABS
Pb	3,50E-03	**	1,00E+00	RAIS	3,50E-03	RfD _{oral} * GIABS
Zn	3,00E-01	IRIS	1,00E+00	RAIS	3,00E-01	RfD _{oral} * GIABS

Kanseri riski hesaplamalarında ‘eğim faktörü’ yaklaşımı kullanılmaktadır. Eğim faktörü (SF) doz-yanıt ilişkisine dayanarak oluşturulmuş olup doz birimi başına düşen kanseri riski olarak tanımlanır.

Tablo 4.63. As (inorganik) elementine ait SF (eğim faktörü, (mg/kg.gün)⁻¹ değerleri [126].

Element	IARC	SF _{ORAL}	SF _{DERMAL}	KAYNAK
As	1	1,50E+00	1,50E+00	IRIS

As elementine ait oral SF ve RfD değerleri US EPA [126] kaynağından (Tablo 4.63.) alınmış olup dermal referans doz ise aşağıdaki denklemler ile hesaplanmıştır. Formülde yer alan GIABS (emilim faktörü) için US EPA verilerinden yararlanılmıştır [124].

$$RfD_{\text{dermal}} = RfD_{\text{oral}} * GIABS \quad (4.13)$$

$$SF_{\text{Dermal}} = SF_{\text{oral}} / GIABS \quad (4.14)$$

4.5.1.3. Maruziyet Değerlendirmesi

Bu aşamada, tehlikeli maddelere maruz kalan popülasyon belirlenir ve maruziyetin sıklığı, şiddeti ve süresi tahmin edilir. Kirleticilerin (elementlerin) vücuda girme yolları tespit edilerek günlük ortalama alım dozları (ADI) belirlenir.

Bu çalışmada tehlikeyi barındıran ortamlar toprak, su, dere sedimanı ve bitki (findık) olarak belirlenmiştir.

Topraklardaki ve dere sedimanındaki elementlerin oral (kazara veya istemsizce yutma) ve dermal (deri teması yolu ile emilim) maruziyetinin insanlar üzerinde oluşturabileceği riskler, Tablo 4.64 ve Tablo 4.65’de verilen formüller yardımıyla hesaplanmıştır.

İnsanlar, su ortamından oral veya dermal maruziyet yolları ile tehlikeyi (ağır metaller) bünyelerine alabilirler. Bu nedenle su örneklerinde dermal ve oral maruziyet yolları düşünülerek risk değerlendirme çalışması yapılmıştır.

İnceleme sahalarında findık bahçeleri yaygın bulunmaktadır. Bu nedenle, risk hesaplamalarında bitki örneği olarak findık içi seçilmiş ve oral maruziyet değerlendirilmiştir. Literatürde yetişkinlerin günlük findık tüketimi için verilen değerler 20–43 gr arasında değişmektedir. Ayrıca günlük bir avuç findığın kalp sağlığını korumada yararlı olduğu düşünüldüğünde günlük en az 20 gr findığın tüketilmesi gerektiği söylenebilir.

Küçük çocuklarda fındık ve benzeri kuruyemişler hem alerjen hem de boğulma riski taşıması nedeniyle dikkatli kullanılmalı ve fındık ezmesi şeklinde tüketilmesi tavsiye edilmektedir. 3-5 yaş çocuklarda günlük 2-3 adet, 6-10 yaş çocuklarda ise 4-5 adet fındık tüketimi önerilmektedir [127].

Çevik [47] Doğu Karadeniz bölgesinde yetişen fındıklar üzerine yapmış olduğu çalışmada, fındık örneklerinin ağır metal seviyelerini ve insanların tahmini günlük alım oranlarını belirlemiştir. 70 kg ağırlığındaki bir yetişkin için günlük fındık tüketim miktarı 20 gr olarak varsayılmıştır. Benzer şekilde Elmaslar Özbaş [51] araştırmasında günlük fındık tüketim miktarını 70 kg ağırlığında bir kişi için 20 gr olarak almıştır.

Bu çalışmada vücut ağırlığı olarak yetişkinler için 70 kg, çocuklar için 15 kg alınmıştır. Günlük fındık tüketimi ise yetişkinler için 20 gr, çocuklar için 5 gr olarak varsayılmıştır.

Tez kapsamında hem yetişkinlerin hem de çocukların oral ve dermal maruziyet yolu ile As, Cr, Co, Cd, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb ve Zn elementlerine ne kadar maruz kalacağı hesaplanmıştır. Hesaplama kullanılan formüller US EPA [128] tarafından geliştirilmiştir. Örneklerde gözlenen element konsantrasyonlarının minimum, maksimum ve aritmetik ortalamaları kullanılarak ADI tabloları hazırlanmıştır. Dedeksiyon limiti altında çıkan örneklere, dedeksiyon limiti verilerek hesaplama dahil edilmiştir. Risk hesaplamaları sahaya özgü hazırlandığından, sadece sahaya ait örnekler kullanılmıştır. Kontrol sahasında da benzer risk hesaplamaları yapılarak sahalara kıyaslanmıştır. Tablolar halinde sunulan ADI değerleri, kanser dışı riskler için hesaplanmıştır. Kanser risk hesaplamaları sadece As elementi için yapılmıştır. Bu hesaplama için gerekli olan ADI değeri ise, tehlikeye maruz kalma süresinin (AT değeri) 70 yıl olduğu varsayılarak yeniden hesaplanmıştır.

Eseli, Harköy ve İsrail maden sahalalarında ve kontrol sahasında toprak, su, dere sedimanı ve bitki (fındık içi) örneklerinden hesaplanmış elementlere ait günlük alım dozları (ADI) Ek Tablo 16-26 arasında verilmiştir.

Bütün maden sahalalarında ve kontrol sahasında, su, dere sedimanı, bitki ve topraktan hesaplanan ADI değerleri, hem yetişkinlerde hem de çocuklarda oral maruziyet > dermal maruziyet şeklindedir. Ayrıca tüm elementler ve tüm maruziyet yolları birlikte değerlendirildiğinde çocukların ortalama ADI değerleri yetişkinlere göre yüksektir.

Topraktan hesaplanan ortalama ADI değerlerine göre, hem yetişkinlerde hem de çocuklarda oral ve dermal maruziyet birlikte değerlendirildiğinde element sıralaması Eseli

için Fe>Mn>Cu>Zn>Pb>As>Cr>Ni>Co>Mo>Cd>Hg, Harköy için Fe>Pb>Mn>Zn>Cu>As>Cr>Co>Mo>Ni>Cd>Hg, İsrail için Fe>Pb>Cu>Mn>As>Zn>Mo>Cr>Ni>Co>Cd>Hg ve kontrol sahası için Fe>Mn>Zn>Pb>Cu>Co>Cr>Ni>As>Mo>Cd>Hg şeklindedir.

Tablo 4.64. Günlük ortalama alım dozları (ADI) için kullanılan formüller

ORTAM	Maruziyet Yolu	Formül
TOPRAK, DERE SEDİMANI	ORAL	$ADI = \frac{Cts * IRto * EF * ED}{BW * AT} * CF1$
	DERMAL	$ADI = \frac{Cts * SA * AF * ABS * EF * ED}{BW * AT} * CF2$
SU	ORAL	$ADI = \frac{Cs * IRso * EF * ED}{BW * AT}$
	DERMAL	$ADI = \frac{Cs * Kp * ET * SA * EF * ED}{BW * AT} * CF3$
BITKİ	ORAL	$ADI = \frac{Cb * IRbo * EF * ED}{BW * AT}$

Dere sedimanındaki elementlerin ortalama ADI değerlerine göre, hem yetişkinlerde hem de çocuklarda oral ve dermal maruziyet birlikte değerlendirildiğinde element sıralaması Eseli için Fe> Zn > Cu > Pb> Mn> As> Cd> Mo> Co> Cr> Ni> Hg, Harköy için Fe> Zn > Mn< Pb> Cu> As> Cd> Co> Ni> Cr> Mo> Hg ve İsrail için Fe>Mn> Cu> Zn> Pb> As> Mo> Co> Ni> Cr> Cd> Hg şeklindedir.

Bitkilerdeki (findık içi) elementlerin ortalama ADI değerlerine göre, oral maruziyet ile hem yetişkinlerde hem de çocuklarda element sıralaması Eseli için Mn> Fe> Zn> Cu> Cr> Ni> Mo> Co> As> Cd> Pb> Hg, Harköy için Mn> Fe> Zn > Cu> Cr> Ni> Co> Mo> As> Pb> Cd> Hg, İsrail için Mn> Fe> Zn> Cu> Ni> Cr> Co> Mo> Pb> As>Cd> Hg ve kontrol sahası için Mn> Fe> Zn> Cu> Ni> Cr> Co> As> Mo> Cd> Pb> Hg şeklindedir.

Sulardaki elementlerin ortalama ADI değerlerine göre, hem yetişkinlerde hem de çocuklarda oral ve dermal maruziyet birlikte değerlendirildiğinde element sıralaması Eseli için Fe> Zn > Cu > As> Mn> Pb> Cd> Co> Mo> Ni> Cr> Hg, Harköy için Fe> Zn> Cu> As> Mn> Pb> Cd> Co> Mo> Ni> Cr> Hg, İsrail için Fe> Zn> Cu> As> Mn> Pb> Co> Cd> Ni> Mo> Cr> Hg ve kontrol sahası için Zn> Fe> Mn> Cu> As> Cr> Mo> Pb> Ni> Cd> Hg> Co şeklindedir.

Tablo 4.65. Sağlık risk değerlendirmeleri için kullanılan maruziyet parametreleri

Parametre	Tanım	Değer		Birim	Referans
Cts	Topraktaki / sedimentteki element içeriği	Örnekte gözlenen değer		mg/kg	-
Cs	Sudaki element içeriği	Örnekte gözlenen değer		mg/L	-
Cb	Bitkideki element içeriği	Örnekte gözlenen değer		mg/kg	-
IRto	Oral yoldan alınan toprak/ sediment miktarı	Çocuk : 200	Yetişkin: 100	mg/ gün	[148-150]
IRso	Oral yoldan ile alınan su miktarı	Çocuk : 1	Yetişkin: 2	L/gün	[151]
IRbo	Oral yoldan alınan bitki miktarı	Çocuk : 0,005	Yetişkin: 0,02	kg/gün	-
EF	Maruz kalma frekansı	Çocuk: 350	Yetişkin: 350	gün/yıl	[148-149]
ED	Maruz kalma süresi	Çocuk :6	Yetişkin: 30	yıl	[148-149]
BW	Vücut ağırlığı	Çocuk: 15	Yetişkin: 70	kg	[148-149]
AT (kanser dışı)	Ortalama zaman	Çocuk: 365*ED	Yetişkin: 365*ED	gün	[149]
At (kanser)	Ortalama zaman	365*70		gün	[149]
SA	Deri yüzey alanı	Çocuk : 2800	Yetişkin: 5700	cm ²	[149]
AF	Toprak/sediment için deriye yapışma faktörü	Çocuk: 0,2	Yetişkin: 0,07	mg/(cm ² *gün)	[149]
ABS	Deri emilim faktörü	As (0,03); diğer elementler (0,001)		-	[152]
Kp	Deri geçirgenlik katsayısı	Co:0,0004; Ni:0,0002; Pb:0,0001; Zn:0,0006; Cr (VI) : 0,02; çalışılan diğer elementler için 0,001		cm/saat	[152-153]
ET	Maruziyet süresi	Çocuk: 1	Yetişkin: 0,58	saat/gün	[152]
CF1	Birim dönüşüm faktörü	1,00E-06		kg/mg	[149]
CF2	Birim dönüşüm faktörü	1,00E-06		kg/mg	[149]
CF3	Birim dönüşüm faktörü	1,00E-03		L/cm ³	[149]

4.5.1.4. Risk Karakterizasyonu

Risk karakterizasyonu, sağlık risk değerlendirmesinin son aşaması olup diğer basamakların bir arada değerlendirildiği bölümdür. Bu aşamada karsinojenik risk ve tehlike indeksi (kanser dışındaki sağlık riskleri) hesaplanır.

4.5.1.4.1. Kanser Dışı Riskler

Kanser dışı risk, tehlike katsayısı (HQ) olarak adlandırılan bir terim ile tanımlanır. Tehlike katsayısı (HQ), hesaplanan dozun (ADD) referans doza oranlanması ile elde edilen birimsiz bir sayıdır.

$$HQ = ADD/RfD \quad (4.15)$$

Farklı elementler veya farklı maruziyet yolları için hesaplanan tehlike katsayılarının toplamı tehlike indeksini (HI) verir.

Bütün elementler için ayrı ayrı hesaplanan HQ değerlerinin toplamı da HI değerini verir. Aşağıdaki denklemde 'i' element ve 'n' çalışılan element sayısıdır.

$$HI(element) = \sum_{i=1}^n HQ_i \quad (4.16)$$

$$HI_{maruziyet} = HQ_{oral} + HQ_{dermal} \quad (4.17)$$

HI >1 olduğu durumlarda insan sağlığı için olumsuz etkilerin oluşabileceğini gösterir. HI <1 olduğunda ise önemli bir toksik etki beklenmez.

Kanser dışı risk kapsamında sahalara özgü hazırlanan ADI tablolarından yararlanarak tehlike katsayısı (HQ) ve tehlike indeksi (HI) tabloları hazırlanmış (Ek.1) ve sağlık risk değerlendirmesi yapılmıştır.

4.5.1.4.1.1. Eseli Maden Sahası

Eseli maden sahasına özgü toprak, bitki, su ve dere sedimanı örneklerinden HQ ve HI değerleri hesaplanarak tablo halinde Ek Tablo 27-29'da verilmiştir.

- Topraklardaki elementler için HQ ve HI değerlendirmesi

Toprak ortamında bütün maruziyet yolları için elementlerin kümülatif etkisi düşünüldüğünde ortalama $HI_{element}$ değeri, yetişkinlerde 1,08'dir. Dolayısıyla toprak örneklerindeki elementler, tek başına bir problem teşkil etmezler. Ancak elementlerin kümülatif etkisi düşünüldüğünde, yetişkinler için olumsuz sağlık etkileri olasılığı vardır.

Çocuklar için oral maruziyette Pb ve As elementlerinin ortalama HQ değerleri, 1'den yüksektir. Dermal maruziyette ise elementlere ait ortalama HQ değerleri, 1'den düşüktür. Oral ve dermal maruziyet birlikte düşünüldüğünde ($HI_{maruziyet}$), sadece As ve Pb elementleri 1 değerini aşmaktadır. Bütün maruziyet yolları için elementlerin kümülatif etkisi düşünüldüğünde ortalama $HI_{element}$ değeri, çocuklarda 9,58'dir. Çocuklar için, As ve Pb elementleri oral maruziyet açısından bir risk oluşturmaktadır.

- Bitkilerdeki elementler için HQ ve HI değerlendirmesi

Bitkilerden (fındık içi) oral yoldan alınan elementlere ait ortalama HQ değerleri, hem yetişkinler hem de çocuklar için 1'den düşüktür. Tüm elementler bir arada düşünüldüğünde hem yetişkinler hem de çocuklar için ortalama $HI_{element}$ değeri 1'den düşüktür.

- Sulardaki elementler için HQ ve HI değerlendirmesi

Sularda oral maruziyet vasıtasıyla hem yetişkinlerde hem de çocuklarda As, Cd, Cu, Fe, Pb ve Zn elementlerine ait ortalama HQ değerleri, 1'den yüksektir. Sularda tüm maruziyet yolları için elementlerin kümülatif etkisi düşünüldüğünde ortalama $HI_{element}$ değeri yetişkinlerde 81,44 iken çocuklarda 190,60 değerindedir. Bu değere en büyük katkıyı oral maruziyet vasıtasıyla % 99,09 ile dere suları, % 0,51 ile çeşme suları ve % 0,40 ile su deposu kaynakları sağlamaktadır.

- Dere sedimanındaki elementler için HQ ve HI değerlendirmesi

Dere sedimanı için oral maruziyette hesaplanan ortalama HQ değerleri, yetişkinlerde As elementi, çocuklarda As ve Pb elementleri 1 değerini aşar. Dermal maruziyette hesaplanan ortalama HQ değerleri, As elementi için çocuklarda 1 değerini geçer.

Elementlerin ortalama $HI_{maruziyet}$ değerleri yetişkinlerde As için, çocuklarda ise As ve Pb elementleri için 1'i aşar. Ortalama $HI_{element}$ değeri, yetişkinlerde 2.13 iken çocuklarda 19.10 değerindedir. As ve Pb elementleri dere sedimanı ile maruziyetlerde tehlike kaynağı olabilir.

- Tüm ortamlar için elementlerin çok yönlü değerlendirilmesi

Eseli maden sahasındaki yetişkinlere ve çocuklara özgü hesaplanan ortalama tehlike katsayılarına (HQ) göre elementlerin sağlık riskine olan % katkıları payları Tablo 4.69'da görülmektedir.

Tüm elementlerin kümülatif etkisinin sağlık riskine katkı payı en büyük olan yetişkinlerde ve çocuklarda sırasıyla % 99,14 ve % 98,24 ile oral maruziyettir.

Oral maruziyetin gerçekleştiği ortamlarda ortalama $HI_{element}$ değerleri, su>sediman>toprak>bitki şeklinde sıralanır. Oral maruziyette hem yetişkinler hem de çocuklar için sulara As, Cd, Cu, Pb, Fe ve Zn; toprak ve sedimanlarda As ve Pb, bitkilerde ise Cr, Mn, ve Cu elementleri risk değerine en büyük katkıyı sağlar.

Dermal maruziyette elementlerin kümülatif etkisinin sağlık riskine katkısı yetişkinlerde ve çocuklarda sırasıyla %0,86 ve % 1,76 şeklindedir. Dermal maruziyette hem yetişkinler hem de çocuklar için sulara As ve Cd; toprak ve dere sedimanlarında As elementleri risk değerine en büyük katkıyı sağlar.

4.5.1.4.1.2. Harköy Maden Sahası

Harköy maden sahasına özgü toprak, bitki, su ve dere sedimanı örneklerinden hesaplanan HQ (tehlike katsayısı) ve HI (tehlike indeksi) değerleri, Ek Tablo 30-32'de verilmiştir.

- Topraklardaki elementler için HQ ve HI değerlendirmesi

Topraklarda oral maruziyetten hesaplanan ortalama $HI_{element}$ değeri yetişkinlerde 1,90'dır. Dolayısıyla toprak örneklerindeki elementler As dışında tek başına bir problem teşkil etmezken elementlerin kümülatif etkisi düşünüldüğünde yetişkinler için olumsuz sağlık etkilerinin olasılığından bahsedilebilir.

Tablo 4.66. Eseli sahasına ait ortalama HQ değerlerinin % olarak değerlendirilmesi

ESELİ MADEN SAHASI TEHLİKE KATSAYISININ (HQ) ÇOKYOLLU DEĞERLENDİRİLMESİ																
YETİŞKİN	MARUZİYET YOLU	ORTAM	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	HI _{element}	
	YETİŞKİN	ORAL	SU	96,21	95,93	82,53	40,54	97,03	92,68	40,32	70,69	72,60	55,55	69,56	97,81	95,02
SEDİMAN			1,88	0,42	1,94	0,95	0,59	2,82	38,91	0,66	3,30	0,95	22,59	0,61	2,16	
BİTKİ			0,15	0,21	11,13	48,39	1,63	0,76	8,29	22,73	22,43	39,66	0,11	1,21	0,79	
TOPRAK			1,03	0,11	4,29	3,84	0,58	3,56	12,05	2,99	1,52	3,31	7,51	0,28	1,17	
TOPLAM			99,27	96,67	99,89	93,72	99,83	99,81	99,57	97,06	99,85	99,46	99,78	99,90	99,14	
DERMAL		SU	0,16	3,17	0,07	5,36	0,16	0,15	0,07	2,92	0,12	0,02	0,01	0,10	0,44	
		SEDİMAN	0,45	0,14	0,02	0,30	0,00	0,02	0,31	0,01	0,03	0,19	0,18	0,00	0,34	
		TOPRAK	0,12	0,02	0,02	0,61	0,00	0,01	0,05	0,01	0,01	0,33	0,03	0,00	0,09	
		TOPLAM	0,73	3,33	0,11	6,28	0,17	0,19	0,43	2,94	0,15	0,54	0,22	0,10	0,86	
HI_{maruziyet}		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
ÇOCUK		ORAL	SU	87,62	92,25	72,87	42,43	94,37	77,94	16,17	69,57	70,22	59,18	36,48	95,76	85,84
			SEDİMAN	6,84	1,63	6,85	3,97	2,31	9,47	62,40	2,58	12,77	4,03	47,40	2,39	7,81
		ORAL	BİTKİ	0,07	0,10	4,91	25,32	0,79	0,32	1,66	11,18	10,84	21,12	0,03	0,59	0,36
	TOPRAK		3,77	0,44	15,16	16,08	2,24	11,96	19,33	11,75	5,89	14,08	15,76	1,08	4,23	
	TOPLAM		98,29	94,42	99,80	87,81	99,72	99,70	99,55	95,08	99,72	98,42	99,68	99,82	98,24	
	DERMAL		SU	0,25	5,17	0,10	9,50	0,26	0,22	0,05	4,87	0,20	0,03	0,01	0,16	0,67
		SEDİMAN	1,15	0,37	0,05	0,89	0,01	0,05	0,35	0,01	0,07	0,56	0,27	0,01	0,85	
		TOPRAK	0,32	0,05	0,05	1,80	0,01	0,03	0,05	0,03	0,02	0,99	0,04	0,00	0,24	
		TOPLAM	1,71	5,58	0,20	12,19	0,28	0,30	0,45	4,92	0,28	1,58	0,32	0,18	1,76	
	HI_{maruziyet}		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Çocuklar için oral maruziyette Pb ve As elementlerinin ortalama HQ değerleri 1'den yüksektir. $HI_{\text{maruziyet}}$ değeri ise sadece As ve Pb elementlerinde 1 değerini geçer. Ortalama HI_{element} değeri çocuklarda 17,36'dır. Çocuklar için, As ve Pb elementleri oral maruziyet açısından bir risk oluşturmaktadır. Ayrıca elementlerin kümülatif etkisi düşünüldüğünde çocuklar için olumsuz sağlık etkileri olasılığı yüksektir.

- Bitkilerdeki elementler için HQ ve HI değerlendirmesi

Bitki (findık içi) ortamında oral yoldan alınan elementlere ait ortalama HQ değerleri hem yetişkinlerde hem de çocuklarda 1'den düşüktür. Bitkilerden kaynaklı çıkabilecek olumsuz sağlık etkileri olasılığı düşüktür.

- Sulardaki elementler için HQ ve HI değerlendirmesi

Sularda oral maruziyetten hesaplanan ortalama HQ değerleri, yetişkinlerde Cd dışında 1'den küçüktür. Çocuklarda ise Cd, Pb, Zn ve Mn dışında diğer elementlerin ortalama HQ değerleri 1'den küçüktür.

Dermal maruziyette hem yetişkinler hem de çocuklar için tüm elementlerde ortalama HQ değerleri, 1'den düşüktür.

Sulardan hesaplanan ortalama HI_{element} değeri yetişkinlerde 5,60 iken çocuklarda 13,28 değerindedir. Bu değere en büyük katkıyı oral maruziyet vasıtasıyla % 76,64 ile dere suları, % 22,14 ile çeşme suları ve % 1,21 ile su deposu kaynakları sağlamaktadır.

- Dere sedimanındaki elementler için HQ ve HI değerlendirmesi

Dere sedimanında oral maruziyetten hesaplanan ortalama HQ değerleri yetişkinlerde 1 değerinin altındadır. Çocuklarda ise As ve Pb dışında 1 değerini geçmez.

Dere sedimanından hesaplanan ortalama HI_{element} değeri yetişkinlerde 0,44 iken çocuklarda 3,97 değerindedir. Elementlerin kümülatif etkisi çocuklar için risk teşkil ederken yetişkinlerde kabul edilebilir değerdedir.

- Tüm ortamlar için elementlerin çok yönlü değerlendirilmesi

Harköy maden sahasında yetişkinlere ve çocuklara özgü hesaplanan ortalama tehlike katsayılarına (HQ) göre elementlerin sağlık riskine olan katkıları (% payları) Tablo 4.67'de verilmiştir.

Tüm elementlerin kümülatif etkisinin sağlık riskine katkısı en büyük olan, yetişkinlerde ve çocuklarda sırasıyla % 96,24 ve % 94,91 ile oral maruziyettir. Oral maruziyetten hesaplanan ortalama HI_{element} değerleri yetişkinlerde su> toprak> bitki> sediman; çocuklarda toprak> su> sediman> bitki şeklinde sıralanır.

Oral maruziyette hem yetişkinler hem de çocuklar için suda başta Cd olmak üzere As, Cu, Mn, Pb ve Zn elementleri riske en büyük katkıyı sağlar. Toprakta ve dere sedimanında As, Pb; bitkide ise Mn, Cu ve Cr elementleri risk değerine en büyük katkıyı sağlar.

Dermal maruziyetten hesaplanan ortalama $HI_{element}$ değerleri yetişkinlerde ve çocuklarda toprak > su > sediman şeklinde sıralanır.

Dermal maruziyette hem yetişkinler hem de çocuklar için sularda Cd; toprak ve dere sedimanlarında As elementleri risk değerine en büyük katkıyı sağlamaktadır.

4.5.1.4.1.3. İsrail Maden Sahası

İsrail maden sahasına özgü toprak, bitki, su ve dere sedimanı örneklerinden hesaplanan HQ (tehlike katsayısı) ve HI (tehlike indeksi) değerleri Ek Tablo 33-35'de verilmiştir.

- Topraklardaki elementler için HQ ve HI değerlendirmesi

Yetişkinler için toprak örneklerindeki elementlerin HQ ve HI değerleri 1'den küçük olup olumsuz sağlık etkileri olasılığı düşüktür.

Çocuklar için oral maruziyette As elementinin ortalama HQ değeri 4.41, $HI_{maruziyet}$ ise 4.78 olup güvenli sınır aşılmıştır. Çocuklar için As elementi oral maruziyet açısından bir risk oluşturmaktadır. Ayrıca bütün maruziyet yolları için elementlerin kümülatif etkisi düşünüldüğünde ortalama $HI_{element}$ değeri 6,20'dir. Bu sonuçlara göre toprakta tüm elementlerin kümülatif etkisi çocuklar için güvenli sınırdadır değildir.

Tablo 4.67. Harköy maden sahasına ait ortalama HQ değerlerinin % olarak değerlendirilmesi

HARKÖY MADEN SAHASI TEHLİKE KATSAYISININ (HQ) ÇOKYOLLU DEĞERLENDİRİLMESİ																
YETİŞKİN	MARUZİYET YOLU	ORTAM	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	HI _{element}	
	ORAL	SU		9,83	96,05	33,91	3,73	53,29	27,15	92,13	66,50	50,29	22,60	51,60	94,55	63,51
		SEDİMAN		11,93	0,33	3,96	0,73	2,32	13,39	0,78	1,01	2,34	1,03	8,63	0,98	4,40
		BİTKİ		5,07	0,16	53,51	89,39	40,26	11,54	2,66	28,67	32,80	73,53	0,25	3,94	8,21
		TOPRAK		62,78	0,15	8,51	4,68	4,01	47,58	4,26	1,06	14,41	2,39	39,28	0,43	20,12
		TOPLAM		89,61	96,69	99,89	98,53	99,88	99,66	99,82	97,24	99,84	99,55	99,77	99,90	96,24
	DERMAL	SU		0,02	3,18	0,03	0,49	0,09	0,04	0,15	2,75	0,08	0,01	0,01	0,09	1,51
		SEDİMAN		2,86	0,11	0,04	0,23	0,02	0,11	0,01	0,01	0,02	0,20	0,07	0,01	0,65
		TOPRAK		7,51	0,02	0,04	0,75	0,02	0,19	0,02	0,00	0,06	0,24	0,16	0,00	1,60
		TOPLAM		10,39	3,31	0,11	1,47	0,12	0,34	0,18	2,76	0,16	0,45	0,23	0,10	3,76
HI_{maruziyet}	TOPLAM		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
HARKÖY MADEN SAHASI TEHLİKE KATSAYISININ (HQ) ÇOKYOLLU DEĞERLENDİRİLMESİ																
ÇOCUK	MARUZİYET YOLU	ORTAM	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	HI _{element}	
	ORAL	SU		2,89	92,52	30,60	5,07	53,83	9,78	80,85	70,91	37,51	30,42	21,15	92,38	36,38
		SEDİMAN		14,02	1,27	14,29	3,95	9,37	19,29	2,75	4,29	6,98	5,53	14,14	3,82	10,08
		BİTKİ		0,74	0,08	24,14	60,69	20,34	2,08	1,17	15,29	12,23	49,49	0,05	1,93	2,35
		TOPRAK		73,78	0,59	30,71	25,43	16,21	68,53	14,95	4,51	43,01	12,86	64,40	1,69	46,10
		TOPLAM		91,44	94,47	99,75	95,13	99,75	99,67	99,72	95,00	99,74	98,31	99,73	99,82	94,91
	DERMAL	SU		0,01	5,18	0,04	1,14	0,15	0,03	0,23	4,96	0,11	0,02	0,01	0,16	1,47
		SEDİMAN		2,36	0,28	0,10	0,88	0,05	0,11	0,02	0,02	0,04	0,77	0,08	0,02	1,04
		TOPRAK		6,20	0,07	0,11	2,85	0,05	0,19	0,04	0,01	0,12	0,90	0,18	0,00	2,57
		TOPLAM		8,56	5,53	0,25	4,87	0,25	0,33	0,28	5,00	0,26	1,69	0,27	0,18	5,09
HI_{maruziyet}	TOPLAM		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

- Bitkilerdeki elementler için HQ ve HI değerlendirmesi

Fındık için oral yoldan alınan elementlere ait ortalama HQ değerleri, hem yetişkinlerde hem de çocuklarda 1'den küçük olup güvenli aralıktadır. Fındıktaki elementlerden kaynaklı olarak, insanlarda olumsuz sağlık etkilerinin oluşma olasılığı düşüktür.

- Sulardaki elementler için HQ ve HI değerlendirmesi

Sularda oral maruziyet vasıtasıyla hesaplanan ortalama HQ değerleri, yetişkinler için As elementi ve çocuklar için As ve Fe elementleri güvenli sınırı aşmıştır.

Sularda tüm maruziyet yolları için elementlerin kümülatif etkisi düşünüldüğünde ortalama $HI_{element}$ değeri yetişkinlerde 8,21 iken çocuklarda 19,20 değerindedir. Bu değere en büyük katkıyı, oral maruziyet vasıtasıyla % 94,14 ile dere suları, % 4,51 ile çeşme suları ve % 1,34 ile su deposu kaynakları sağlar.

- Dere sedimanındaki elementler için HQ ve HI değerlendirmesi

Dere sedimanı için oral maruziyette ortalama HQ değerleri, yetişkinlerde güvenli aralıkta iken çocuklarda As elementi sınır değeri aşmıştır. Benzer şekilde elementlerin ortalama $HI_{maruziyet}$ değerleri, yetişkinlerde 1 değerinin altında iken çocuklarda As elementi tek başına 4.23 değeri ile güvenli sınırı aşmıştır.

Dere sedimanında bütün maruziyet yolları için elementlerin kümülatif etkisi düşünüldüğünde ortalama $HI_{element}$ değeri, yetişkinlerde 0,57 ve çocuklarda 5,07 değerindedir. Element birlikteliğinin etkisi, çocuklar için risk teşkil ederken yetişkinlerde kabul edilebilir değerdedir.

- Tüm ortamlar için elementlerin çok yönlü değerlendirilmesi

İsrail maden sahasında yetişkinlere ve çocuklara özgü hesaplanan ortalama tehlike katsayılarına (HQ) göre, elementlerin sağlık riskine olan katkıları (% payları) Tablo 4.68'de verilmiştir.

Tüm elementlerin kümülatif etkisinin sağlık riskine katkısı en büyük olan yetişkinlerde ve çocuklarda sırasıyla % 98,30 ve % 96,55 ile oral maruziyettir. Oral maruziyetin gerçekleştiği ortamlar, ortalama $HI_{element}$ değerleri açısından yetişkinlerde su> bitki> toprak> sediman; çocuklarda su> toprak> sediman> bitki şeklinde sıralanır.

Oral maruziyette hem yetişkinler hem de çocuklar için suda başta As olmak üzere Fe, Cu, Cd, ve Pb; dere sedimanı ve topraklarda As; bitkilerde ise Mn, Cr ve Cu elementleri risk değerine en büyük katkıyı sağlar.

Dermal maruziyette elementlerin kümülatif etkisinin sağlık riskine katkısı yetişkinlerde ve çocuklarda sırasıyla % 1,70 ve % 3,45 şeklindedir. Dermal maruziyetin gerçekleştiği ortamlar, ortalama HI_{element} değerleri açısından yetişkinlerde ve çocuklarda sediman> toprak> su şeklinde sıralanır.

Arsenik elementi dermal maruziyette hem yetişkinler hem de çocuklar için su, toprak ve dere sedimanlarında risk değerine en büyük katkıyı sağlar.

4.5.1.4.1.4. Kontrol Sahası

Kontrol sahasına özgü toprak, bitki ve su örneklerinden hesaplanan HQ (tehlike katsayısı) ve HI (tehlike indeksi) değerleri, Ek Tablo 36-37'de verilmiştir. Tüm ortamlarda ortalama HQ değerleri, 1 değerinin altında olup güvenli aralıktadır.

Kontrol sahası yetişkinlere ve çocuklara özgü hesaplanan ortalama tehlike katsayılarına (HQ) göre, elementlerin sağlık riskine olan katkıları (% payları) Tablo 4.69'da verilmiştir.

Tüm elementlerin kümülatif etkisinin sağlık riskine katkısı en büyük olan yetişkinlerde ve çocuklarda sırasıyla % 99,22 ve % 98,23 ile oral maruziyettir. Oral maruziyetin gerçekleştiği ortamlar, ortalama HI_{element} değerleri açısından yetişkinlerde bitki> toprak> su; çocuklarda toprak> bitki> su şeklinde sıralanır.

Oral maruziyette hem yetişkinler hem de çocuklar için sularda As ve Hg; topraklarda Fe; bitkilerde ise Mn elementleri HI değerine en büyük katkıyı sağlar.

Dermal maruziyette elementlerin kümülatif etkisinin sağlık riskine katkısı yetişkinlerde ve çocuklarda sırasıyla % 0,78 ve % 1,77 şeklindedir. Dermal maruziyetin gerçekleştiği ortamlar, ortalama HI_{element} değerleri açısından yetişkinlerde ve çocuklarda toprak> su şeklinde sıralanır. Dermal maruziyette hem yetişkinler hem de çocuklar için sularda Cr; toprakta As ve Cr elementleri risk değerine en büyük katkıyı sağlar

Tablo 4.68. İsrail sahasına ait ortalama HQ değerlerinin % olarak değerlendirilmesi

İSRAİL MADEN SAHASI TEHLİKE KATSAYISININ (HQ) ÇOKYOLLU DEĞERLENDİRİLMESİ																
YETİŞKİN	MARUZİYET YOLU	ORTAM	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	HI _{element}	
	YETİŞKİN	ORAL	SU	85,82	93,34	66,54	3,48	63,93	84,85	78,38	25,16	30,42	9,83	60,09	70,83	80,20
SEDİMAN			4,90	0,91	1,40	0,41	1,24	4,05	5,24	0,86	6,00	0,41	13,37	0,95	4,67	
BİTKİ			1,28	2,16	30,89	92,92	33,58	3,54	10,02	72,37	47,56	88,26	2,74	27,77	7,31	
TOPRAK			5,97	0,18	1,10	2,24	1,13	7,36	6,17	0,55	15,86	1,30	23,60	0,37	6,11	
TOPLAM			97,97	96,59	99,93	99,05	99,88	99,80	99,80	98,95	99,84	99,79	99,79	99,92	98,30	
DERMAL		SU	0,14	3,09	0,05	0,46	0,11	0,14	0,13	1,04	0,05	0,00	0,01	0,07	0,21	
		SEDİMAN	1,17	0,29	0,01	0,13	0,01	0,03	0,04	0,01	0,05	0,08	0,11	0,01	0,92	
		TOPRAK	0,71	0,03	0,01	0,36	0,00	0,03	0,02	0,00	0,06	0,13	0,09	0,00	0,57	
		TOPLAM	2,03	3,41	0,07	0,95	0,12	0,20	0,20	1,05	0,16	0,21	0,21	0,08	1,70	
HI_{maruziyet}		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
ÇOCUK		MARUZİYET YOLU	ORTAM	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	HI _{element}
			SU	63,35	88,98	72,23	5,55	70,71	63,95	60,57	36,57	21,42	16,01	28,63	78,58	60,98
		ORAL	SEDİMAN	14,47	3,48	6,06	2,60	5,48	12,22	16,19	5,03	16,90	2,66	25,48	4,20	14,22
	BİTKİ		0,47	1,03	16,77	74,10	18,57	1,33	3,87	52,59	16,74	71,91	0,65	15,40	2,78	
	TOPRAK		17,62	0,68	4,79	14,32	5,00	22,19	19,06	3,22	44,66	8,45	44,97	1,65	18,58	
	TOPLAM		95,91	94,16	99,84	96,57	99,76	99,69	99,69	97,40	99,72	99,03	99,72	99,84	96,55	
	DERMAL	SU	0,18	4,98	0,10	1,24	0,20	0,18	0,17	2,56	0,06	0,01	0,01	0,13	0,27	
		SEDİMAN	2,43	0,78	0,04	0,58	0,03	0,07	0,09	0,03	0,09	0,37	0,14	0,02	1,97	
		TOPRAK	1,48	0,08	0,02	1,60	0,01	0,06	0,05	0,01	0,13	0,59	0,13	0,00	1,21	
		TOPLAM	4,09	5,84	0,16	3,43	0,24	0,31	0,31	2,60	0,28	0,97	0,28	0,16	3,45	
	HI_{maruziyet}		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Tablo 4.69. Kontrol sahasına ait ortalama HQ değerlerinin % olarak değerlendirilmesi

KONTROL SAHASI TEHLİKE KATSAYISININ (HQ) ÇOKYOLLU DEĞERLENDİRİLMESİ																
YETİŞKİN	MARUZİYET YOLU	ORTAM	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	HI _{element}	
	ORAL	SU		31,71	63,16	0,93	2,68	2,81	0,75	84,78	2,46	53,27	1,17	9,72	10,71	10,34
		BİTKİ		45,30	33,37	77,40	92,17	96,59	22,51	12,21	91,96	42,61	95,83	3,53	87,34	72,15
		TOPRAK		20,48	1,19	21,56	4,13	0,60	76,44	2,86	5,45	4,01	2,73	86,40	1,93	16,73
		TOPLAM		97,50	97,72	99,89	98,99	99,99	99,69	99,85	99,88	99,90	99,73	99,65	99,98	99,22
	DERMAL	SU		0,05	2,09	0,00	0,35	0,00	0,00	0,14	0,10	0,09	0,00	0,00	0,01	0,13
		TOPRAK		2,45	0,19	0,11	0,66	0,00	0,30	0,01	0,02	0,02	0,27	0,34	0,01	0,65
		TOPLAM		2,50	2,28	0,11	1,01	0,01	0,31	0,15	0,12	0,10	0,27	0,35	0,02	0,78
	HI_{maruziyet}	TOPLAM		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	KONTROL SAHASI TEHLİKE KATSAYISININ (HQ) ÇOKYOLLU DEĞERLENDİRİLMESİ															
ÇOCUK	MARUZİYET YOLU	ORTAM	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	HI _{element}	
	ORAL	SU		22,13	71,22	0,74	3,95	5,25	0,24	82,64	3,49	58,65	1,93	2,71	17,24	8,96
		BİTKİ		15,81	18,81	30,67	68,02	90,26	3,53	5,95	65,24	23,46	78,86	0,49	70,27	31,27
		TOPRAK		57,19	5,38	68,36	24,41	4,46	95,96	11,14	30,94	17,67	17,95	96,52	12,43	58,00
		TOPLAM		95,13	95,41	99,76	96,38	99,97	99,73	99,74	99,67	99,79	98,74	99,73	99,94	98,23
	DERMAL	SU		0,06	3,99	0,00	0,89	0,01	0,00	0,23	0,24	0,16	0,00	0,00	0,03	0,19
		TOPRAK		4,80	0,60	0,24	2,73	0,01	0,27	0,03	0,09	0,05	1,26	0,27	0,03	1,58
		TOPLAM		4,87	4,59	0,24	3,62	0,03	0,27	0,26	0,33	0,21	1,26	0,27	0,06	1,77
	HI_{maruziyet}	TOPLAM		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

4.5.1.4.2. Karsinojenik Riskler

Karsinojen elementler için kanser riski, günlük alınan doz (ADI) ile eğim faktörünün (SF) çarpımı ile elde edilir. Denklemden kullanılan ADI değeri, hayat boyu alınan ortalama günlük doz değerini ifade eder. Kanser risk hesaplamalarında kullanılan ADI değeri için tehlikeye maruz kalma süresi (AT) 70 yıl olarak baz alınmıştır.

$$\text{Risk} = \text{ADI} * \text{SF} \quad (4.17)$$

Her bir element için uygun maruziyet yolu ile ayrı ayrı hesaplama yapılır. Daha sonra her elementten kaynaklanan riskler toplanır ve toplam risk bulunur.

$$\text{Risk (toplam)} = \sum_{i=1}^n \text{HQ}_i \quad (4.18)$$

Bu işlemler her bir maruziyet yoluna (oral, dermal vs.) göre tekrar hesaplanır.

$$\text{Risk}_{\text{toplam}} = \text{Risk}_{\text{oral}} + \text{Risk}_{\text{dermal}}$$

Kabul edilebilir veya tolere edilebilir risk, 10^{-4} – 10^{-6} aralığındadır [124]. Karsinojenik elementler için US EPA tarafından risk hesaplamalarında hedef risk olarak 10^{-6} (milyonda 1) belirlenmiştir. Bu risk altındaki değerler önemsiz görülür. Risk değeri 10^{-4} üzerinde ise kabul edilemez olarak belirlenmiştir.

Eseli, Harköy, İsrail maden sahaları ve kontrol sahasına özgü toprak, bitki, su ve dere sedimanı örneklerinden hesaplanan Risk değerleri, Ek Tablo 38-39'da verilmiştir. Tablo 4.72'de ise tüm ortamlara ait maruziyetlerin ortalama Risk değerleri, % olarak hesaplanmış ve toplam riske olan katkı payları belirlenmiştir.

4.5.1.4.2.1. Kontrol Sahası

Kontrol sahasına ait risk hesaplamalarında, 10^{-4} üzerinde herhangi bir değer bulunmamaktadır.

Oral maruziyetin ortalama Risk değerleri yetişkinler ve çocuklar için sırasıyla, sularda 1,23E-05 ve 5,75E-06; topraklarda 7,96E-06 ve 1,49E-05 ve bitkilerde 1,96E-05 ve 4,57E-06 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler kabul edilebilir veya tolere edilebilir risk aralığındadır.

Dermal maruziyetin ortalama Risk değerleri yetişkinler ve çocuklar için sırasıyla, sularda 2,04E-08 ve 1,61E-08; topraklarda 9,53E-07 ve 1,25E-06 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler kabul edilebilir veya tolere edilebilir risk aralığındadır.

Yetişkinler için oral maruziyetin toplam riske katkısı, % 97,62 (sularda % 30,19; topraklarda % 19,50 ve bitkilerde % 47,92) ve dermal maruziyetin toplam riske olan katkısı, % 2,38 (sularda % 0,05 ve topraklarda % 2,33) olarak belirlenmiştir.

Çocuklar için oral maruziyetin toplam riske katkısı, % 95,22 (sularda % 21,75; topraklarda % 56,20 ve bitkilerde % 17,26) ve dermal maruziyetin toplam riske olan katkısı, % 4,78 (sularda % 0,06 ve topraklarda % 4,72) olarak belirlenmiştir.

4.5.1.4.2.2. Eseli Maden Sahası

Oral maruziyetin ortalama Risk değerleri yetişkinler ve çocuklar için sırasıyla, sularda 1,12E-02 ve 5,22E-03; topraklarda 1,20E-04 ve 2,25E-04, dere sedimanlarında 2,18E-04 ve 4,08E-04; bitkilerde 1,96E-05 ve 4,57E-06 olarak hesaplanmıştır. Bitki dışında diğer ortamlar risk içerir.

Dermal maruziyetin ortalama Risk değerleri yetişkinler ve çocuklar için sırasıyla, sularda 1,85E-05 ve 1,46E-05; topraklarda 1,44E-05 ve 1,89E-05, dere sedimanlarında 5,23E-05 ve 6,85E-05 olarak hesaplanmıştır. Yetişkinlerde bu sonuçlar tolere edilebilir aralıktadır. Ancak çocuklar için tüm ortamlardan gelen riskin toplamı 1,02E-04 olup US EPA tarafından belirtilen sınırın (10^{-4}) biraz üstündedir.

Yetişkinler için oral maruziyetin toplam riske katkısı % 99,27 (sedimanda % 1,88, suda % 96,21; toprakta % 1,03 ve bitkide % 0,15) ve dermal maruziyetin toplam riske katkısı % 0,73 (sedimanda % 0,45, suda % 0,16 ve toprakta % 0,12) olarak belirlenmiştir.

Çocuklar için oral maruziyetin toplam riske katkısı % 98,29 (sedimanda % 6,84, suda % 87,62; toprakta % 3,77 ve bitkide % 0,07) ve dermal maruziyetin toplam riske katkısı % 1,71 (sedimanda % 1,15, suda % 0,25 ve toprakta % 0,32) olarak belirlenmiştir.

Bu sonuçlara göre hem yetişkinlerde hem de çocuklarda riske olan katkıları bakımından birincil maruziyet yolu oral olup su en riskli ortamı teşkil eder.

4.5.1.4.2.3. Harköy Maden Sahası

Harköy maden sahasında oral maruziyetin ortalama Risk değerleri yetişkinler ve çocuklar için sırasıyla suda $3,42E-05$ ve $1,59E-05$; toprakta $2,18E-04$ ve $4,07E-04$, dere sedimanında $4,15E-05$ ve $7,74E-05$; bitkide $1,76E-05$ ve $4,11E-06$ olarak hesaplanmıştır.

Yetişkinler ve çocuklar için, topraktan oral maruziyet ile gelen As elementi güvenli aralığın dışındadır. Diğer ortamlar (dere sediman, su ve bitki) ise tolere edilebilir aralıktadır. Tüm ortamlardan oral maruziyet ile gelen risk toplandığında, yetişkinlerde ortalama $3,11E-04$; çocuklarda ortalama $5,05E-04$ elde edilir. Bu sonuçlar güvenli aralığın dışındadır.

Dermal maruziyetin ortalama Risk değerleri yetişkinler ve çocuklar için sırasıyla suda $5,65E-08$ ve $4,46E-08$; toprakta $2,61E-05$ ve $3,42E-05$, dere sedimanında $9,93E-06$ ve $1,30E-05$ olarak hesaplanmıştır. Yetişkinlerde ve çocuklarda dermal maruziyet yolu ile her ortam için hesaplanan risk değeri kabul edilebilir aralıktadır.

Tüm risklerin toplamı (oral ve dermal birlikte) yetişkinlerde ve çocuklarda sırasıyla $3,48E-04$ ve $5,52E-04$ değerindedir. Bu da toplam riskin sınır değeri (10^{-4}) aştığını göstermektedir.

Yetişkinler için oral maruziyetin toplam riske olan katkısı, % 89,61 (sedimanda % 11,93, suda % 9,83; toprakta % 62,78 ve bitkide % 5,07) ve dermal maruziyetin toplam riske olan katkısı, % 10,39 (sedimanda % 2,86, suda % 0,02 ve toprakta % 7,51) olarak belirlenmiştir.

Çocuklar için oral maruziyetin toplam riske olan katkısı, % 91,43 (sedimanda % 14,02, suda % 2,89; toprakta % 73,78 ve bitkide % 0,74) ve dermal maruziyetin toplam riske olan katkısı, % 8,57 (sedimanda % 2,36, suda % 0,01 ve toprakta % 6,20) olarak belirlenmiştir.

Bu sonuçlara göre hem yetişkinlerde hem de çocuklarda riske olan katkıları bakımından birincil maruziyet yolu oral olup, toprak en riskli ortamı teşkil eder.

4.5.1.4.2.4. İsrail Maden Sahası

İsrail maden sahasında oral maruziyetin ortalama risk değerleri yetişkinler ve çocuklar için sırasıyla, suda $1,31E-03$ ve $6,11E-04$; toprakta $9,11E-05$ ve $1,70E-04$, dere sedimanında $7,48E-05$ ve $1,40E-04$; bitkide $1,96E-05$ ve $4,57E-06$ olarak hesaplanmıştır.

Yetişkinler için sudan oral maruziyet ile gelen As elementi güvenli aralıkta değildir. Diğer ortamlar oral maruziyette ayrı ayrı değerlendirildiğinde (dere sediman, toprak ve bitki) tolere edilebilir aralıktadır. Ancak bütün ortamlardan oral maruziyet ile gelen tüm risk değerleri toplandığında ortalama $1,50E-03$ değeri bulunur. Bu değer güvenli aralığın dışındadır.

Çocuklar için tüm ortamlardan oral maruziyet ile gelen As elementi, güvenli değerlerin dışındadır.

Dermal maruziyetin ortalama Risk değerleri yetişkinler ve çocuklar için sırasıyla suda $2,17E-06$ ve $1,71E-06$; toprakta $1,09E-05$ ve $1,43E-05$, dere sedimanında $1,79E-05$ ve $2,35E-05$ olarak hesaplanmıştır. Yetişkinlerde ve çocuklarda dermal maruziyet yolu ile her ortam için hesaplanan risk değeri kabul edilebilir aralıktadır.

Tüm risklerin toplamı yetişkinlerde ve çocuklarda sırasıyla $1,53E-03$ ve $9,65E-04$ değerindedir. Bu da toplam riskin sınır değeri (10^{-4}) aştığını gösterir.

Yetişkinler için oral maruziyetin toplam riske olan katkısı % 93,97 (sedimanda % 4,9, suda % 85,82; toprakta % 5,97 ve bitkide % 1,28) ve dermal maruziyetin toplam riske olan katkısı % 2,03 (sedimanda % 1,17, suda % 0,14 ve toprakta % 0,71) olarak belirlenmiştir.

Çocuklar için oral maruziyetin toplam riske olan katkısı % 95,91 (sedimanda % 14,47, suda % 63,35; toprakta % 17,62 ve bitkide % 0,47) ve dermal maruziyetin toplam riske olan katkısı % 4,09 (sedimanda % 2,43, suda % 0,18 ve toprakta % 1,48) olarak belirlenmiştir.

Bu sonuçlara göre, hem yetişkinlerde hem de çocuklarda riske olan katkıları bakımından birincil maruziyet yolu oral olup su en riskli ortamı teşkil eder.

Tablo 4.70. Tüm sahalara ait As maruziyetinin ortalama risk değerleri

KONTROL SAHASI													
YETİŞKİN							ÇOCUK						
ORAL % 97,62				DERMAL %2,38			ORAL % 95,22				DERMAL %4,78		
SU %30,19	SEDİMAN -	TOPRAK %19,50	BİTKİ %47,92	SU %0,05	SEDİMAN -	TOPRAK %2,33	SU %21,75	SEDİMAN -	TOPRAK %56,20	BİTKİ %17,26	SU %0,06	SEDİMAN -	TOPRAK %56,20
ESELİ MADEN SAHASI													
YETİŞKİN							ÇOCUK						
ORAL % 99,27				DERMAL %0,73			ORAL %98,29				DERMAL %1,71		
SU %96,21	SEDİMAN %1,88	TOPRAK %1,03	BİTKİ %0,15	SU %0,16	SEDİMAN %0,45	TOPRAK %0,12	SU %87,62	SEDİMAN %6,84	TOPRAK %3,77	BİTKİ %0,07	SU %0,25	SEDİMAN %1,15	TOPRAK %0,32
HARKÖY MADEN SAHASI													
YETİŞKİN							ÇOCUK						
ORAL % 89,61				DERMAL %10,39			ORAL % 91,43				DERMAL % 8,57		
SU %9,83	SEDİMAN %11,93	TOPRAK %62,78	BİTKİ %5,07	SU %0,02	SEDİMAN %2,86	TOPRAK %7,51	SU %2,89	SEDİMAN %14,02	TOPRAK %73,78	BİTKİ %0,74	SU %0,01	SEDİMAN %2,36	TOPRAK %6,20
İSRAİL MADEN SAHASI													
YETİŞKİN							ÇOCUK						
ORAL % 97,97				DERMAL %2,03			ORAL % 95,91				DERMAL %4,09		
SU %85,82	SEDİMAN %4,9	TOPRAK %5,97	BİTKİ %1,28	SU %0,14	SEDİMAN %1,17	TOPRAK %0,71	SU %63,35	SEDİMAN %14,47	TOPRAK %17,62	BİTKİ %0,47	SU %0,18	SEDİMAN %2,43	TOPRAK %1,48

5. İRDELEME

5.1. Su ve Dere Sedimanı Örnekleri

Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki metalojenik kuşak içerisinde çok sayıda volkanojenik masif sülfid yatakları (VMS) bulunur. Bu yataklar Üst Kretase'de bimodal (riyolit/bazalt) volkanik istifler içerisinde oluşmuştur. Geç Kretase yaşlı volkanik kayaların (dasit, riyodasit ve piroklastik kayalar) hakim olduğu bu sahalarda şiddetli ayrışmalar mevcuttur. Sedimanter kayalar ise fosilli kireçtaşları, çamurtaşları ve kimyasal çökeltilerden oluşur. Tektonik yapılarla yakın ilişkili olan bu yataklar riyolitik/dasitik domlara yakın kesimlerde oluşmuşlardır [129].

Çalışma sahalarının da içinde yer aldığı Cu-Pb-Zn açısından zengin bu yatakların birçoğu eski zamanlarda işletilmiştir. Eseli, Harköy ve İsrail maden sahaları yakın geçmişte gerek ekonomik gerekse de jeolojik açıdan araştırma konusu olmuşlardır. Ancak günümüzde atıl durumda bulunan bu sahalarda, çevresel problemler için bir potansiyel teşkil etmektedir. Bu tür sahalarda çevresel problemlerin başında asit maden drenajı (AMD) gelmektedir.

Asit maden drenajı önemli bir su kirliliği problemidir. Ancak doğrudan veya dolaylı olarak birçok probleme de yol açabilir. Asidik sular yüzey ve yeraltı sularına karışarak gerek içme ve kullanma sularında gerekse de topraklarda ciddi sorunlar oluşturabilmektedir. Bu topraklarda yetişen bitkiler ve tüm bunlarla beslenen canlılar için bu durum büyük bir tehdittir. Tez kapsamında araştırılan bu problemler aşağıda irdelenmiştir.

Tablo 5.1'de sahalara ait bazı parametrelerin karşılaştırılması görülmektedir. Maden sahalarından örneklenen suların pH'ı Eseli'de 2.28-8.49, Harköy'de 4.44-8 ve İsrail'de 2.88-7.88'dir.

Kontrol sahasına ait suların pH aralığı, 6.23-7.30 olarak belirlenmiştir. pH bakımından Eseli ve Harköy maden sahalarının su deposu ve çeşme örnekleri, TS 266 içme suyu standartlarına uygun olup kontrol sahası sonuçlarına da benzemektedir. Ancak İsrail çeşme suyu örneklerinin pH aralığı 3.80-5.14 olup asidik karakterlidir. İsrail maden sahasına ait su deposu örneğinin pH'ı ise 6.77'dir ve TS 266 su standardına uygundur.

Sularda kirlilik arttıkça elektriksel iletkenlik, sülfat ve tuzluluk da artar. Bu açıdan en yüksek iletkenlik, tuzluluk ve sülfat değerleri Eseli maden sahasına aittir.

Toprakların asit karakteri bitki tarafından azot alımını olumsuz etkilemektedir. Giresun İli'nin asit karakterli topraklara sahip olması nedeniyle fındık bahçelerine azotlu gübre uygulamaları yapılmaktadır. Tarım faaliyetleri ve fındık bahçelerinde kullanılan gübreler nedeniyle sularda Nitrat değerleri yüksek çıkabilmektedir (Tablo 5.1).

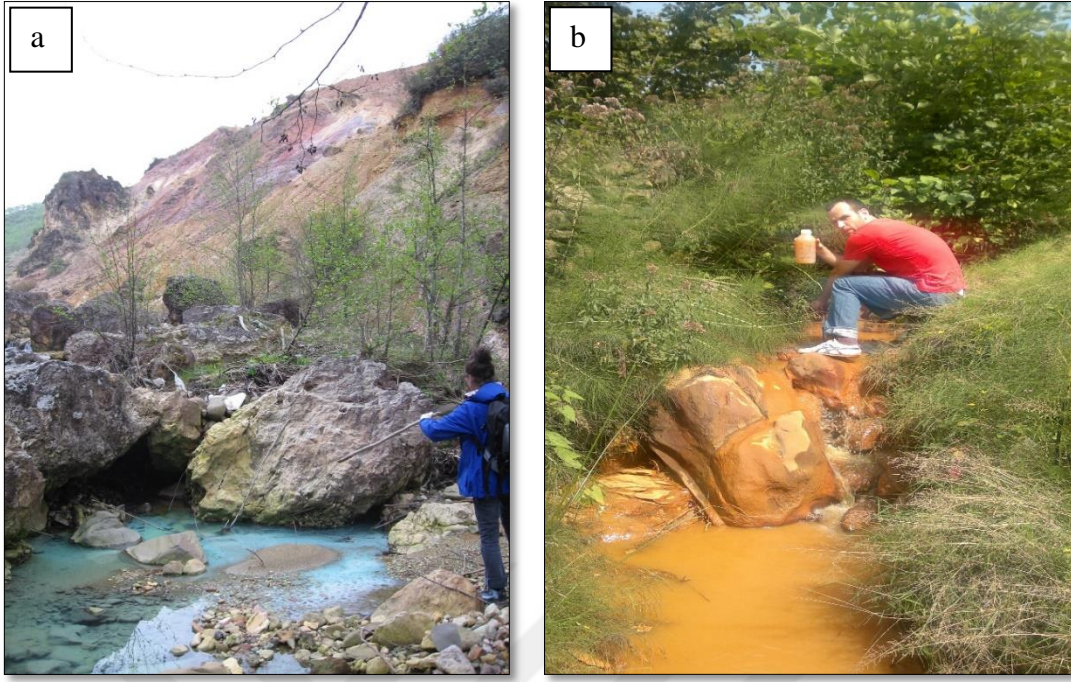
Kontrol sahası ve eski maden sahalarından alınan tüm su deposu örneklerinin element içerikleri TS 266 su standartlarına uygundur.

Çeşme örneklerinin element içerikleri incelendiğinde Eseli sahası TS 266 su standardına göre uygundur. Ancak EY-16 örneğinin Fe (192 µg/L) ve Cd (3,27 µg/L) değerleri TS 266 su standardı limitlerine (Fe: 200 µg/L ve Cd: 5 µg/L) yakın değerlerdir. Bu çeşme örneği galeri deşarj noktasına çok yakın bulunmakla birlikte hemen yanında bulunan ev tarafından da aktif kullanılmaktadır. Harköy sahasında HAR-20 çeşme örneği 18.5 µg/L Hg değeriyle sınırı aşmıştır. Bu çeşme, köyün eski su deposu olup günümüzde de aktif olarak kullanılmaktadır. İsrail maden sahasında ise IW-11 çeşme örneğinin Al (3160 µg/L), Mn (105.24 µg/L) ve Pb (28.8 µg/L) element içerikleri sınır değerini aşmıştır.

Kontrol sahası dere örneklerinin element içerikleri TS 266 su standardına uygundur. Eski maden sahalarından alınan dere suyu ve dere sedimanı örneklerinin element içerikleri oldukça geniş bir aralıkta değişim gösterir. AMD nedeniyle derelerde kırmızı-turuncu (muhtemelen Fe çökeliminin yönettiği), mavi-yeşil (muhtemelen Cu çökeliminin yönettiği) tonlarındaki renkler ve yüksek metal içerikleri gözlenmiştir (Şekil 5.1).

Maden sahası atık yığına yakın dere suyu ve sedimanı örneklerinde As, Cd, Cu, Fe, Mo, Pb ve Zn elementleri oldukça yüksek değerler göstermiştir. Bilindiği gibi suların asiditesi arttıkça (pH değerinin düşmesi) mineraller çözünmeye ve hareketli elementler suya geçmeye başlar. Böylece suların iletkenliği ve tuzluluğu artar. Bütün maden sahası sularında iletkenlik-sülfat ve sülfat-tuzluluk arasında pozitif orta-yüksek dereceli dereceli ilişkiler vardır.

Ayrıca yine bütün maden sahalarında suyun pH değeri ile As, Cu, Cd, Zn ve Pb arasında negatif orta-yüksek dereceli dereceli ilişkilerin olması sülfürlü cevher minerallerinin pH değeriyle ilişkili olarak çözülmesine işaret eder. Dere sedimanı örneklerinde As, Cu, Pb, Zn ve Cd elementlerinin birbirleriyle çok yüksek pozitif bir ilişki içinde olması bu kökensel birlikteliği destekler.



Şekil 5.1. Harköy (a) ve Eseli (b) maden sahalarında asit maden drenajı

Eseli ve Harköy maden sahası sularında Ca, Mg, Na ve Al elementlerinin Cu, Cd, Pb, Zn, Co, Ni, sülfat, iletkenlik, tuzluluk gibi birçok parametre ile arasında pozitif orta-yüksek dereceli korelasyon ilişkileri bulunur. pH-sülfat ve pH-iletkenlik arasında ise negatif orta-yüksek dereceli korelasyon vardır. Bu durum pirit gibi sülfürlü minerallerin oksidasyonuna ve asidik sulara işaret eder. Oluşan asidik sular da cevherli yan kayacı ve gang minerallerini (özellikle feldispat ve silikatlı mineraller) etkileyerek bu elementlerin çözünmesine neden olur. İsrail maden sahasında bu ilişki zayıf olarak gözlenmiştir. Ancak sadece İsrail maden sahasında gözlenen Eh-pH arasındaki negatif yüksek korelasyon ilişkisi sahadaki asidik sulara ve minerallerin oksidasyonuna işaretir.

Eseli ve Harköy sahalarında sulardaki kirlilik maden sahasına yakın kesimlerde yüksek iken uzaklaştıkça azalmakta ve normal değerlerde seyrelmektedir. Ancak İsrail maden sahasında örneklenen drenaj hattı (Murtat Deresi) boyunca, sulardaki element içerikleri oldukça yüksek kalmıştır. Bu drenaj hattı birçok maden sahası tarafından (Şiyezlik, İsraildere ve İsrail maden sahaları) beslenmektedir.

Düşük pH'lı sular genellikle yüksek sülfat, Fe, Al ve asidite içerir. Doğal sudaki Al konsantrasyonları genellikle 1 veya 2 mg/L'den daha azdır ve bunun büyük bir kısmı kolloidaldır. Kontrol sahası su örneklerinin ortalama Al değeri ise 0.03 mg/L'dir. Bu

örneklerin ortalama pH, Eh ve çözünmüş oksijen değerleri sırasıyla 7.02, 270.75 ve 5.41 mg/L olup doğal yüzeysel su özellikleriyle karakterizedir.

Al^{3+} olarak ayrıışmış alüminyum, pH'ın yaklaşık 4'den az olduğu çözeltilerde 2 veya 3 mg/L'den daha fazla miktarlarda bulunur. Alüminyum iyonları, sadece pH <7 olan çözeltilerde oluşur ve sadece pH<5 olan çözeltilerde önemli bir bileşen haline gelir [130].

Tüm madenlerin dere sularında, Al> 1 mg/L değerini geçen üç örnek bulunmaktadır. En yüksek Al içeren örnek aynı zamanda sahalar içinde en düşük pH değerine sahiptir. Bu örnek Eseli maden sahasına ait olup pH değeri 2.28 ve Al değeri 74.87 mg/L'dir. İsrail maden sahasındaki örneğin pH değeri 2.88 ve Al değeri 18.87 mg/L'dir. Son örnek ise Harköy maden sahasından olup pH değeri 4.44 ve Al değeri 4.94 mg/L'dir. Görüldüğü üzere pH <5 olduğu durumlarda sularda yüksek Al içeriği gözlenmiştir. Yükselen pH değeri ile birlikte örneklerin Al değerleri 1 mg/L'den itibaren giderek azalmıştır.

Tüm sahalara ait dere sedimanı örneklerinin % Al içerikleri sulardaki konsantrasyon değerleriyle uyumludur. Maden sahası sularında düşük Al içeren örneklerin alındığı noktalarda dere sedimanı örnekleri yüksek Al değerleri göstermiştir.

Nehirlerin ve yeraltı sularının yaklaşık Fe içeriği sırasıyla, 0.5-1 mg/L ve 100 mg/L'dir [131]. İçme sularında ise 0.2 mg/L Fe içeriği sınır değerdir (TS 266). Kontrol sahasında suların ortalama Fe değeri 0.02 mg/L'dir.

Doğal sularda çözelti içindeki Fe miktarı, çözeltilerin Eh ve pH ile ilişkilidir. Tüm maden sahalarının sularındaki pH değeri yaklaşık 5-8.5 arasında olduğunda, en düşük Fe konsantrasyonu gözlenmiştir. Bu pH aralığındaki sularda ise 121-434 mV Eh ve 2.17-7.71 mg/L çözünmüş oksijen değerleri gözlenmiştir. Bu sonuçlar ise kontrol sahasının ortalama sonuç değerleriyle uyumludur.

Sularda Fe içeriği 100 mg/L değerini aşan örnekler EY-4 (Eseli) ve IW-2 (İsrail) olup pH değerleri 2.28 ve 2.88'dir. Bu örneklere ait Eh değerleri 458 ve 599 mV'dur. Sularda yüksek oksijen ve asiditenin (düşük pH) bulunması, çözelti içindeki Fe^{2+} iyonlarının oksitlenerek Fe^{3+} iyonunu oluşturmasını sağlar. Fe^{3+} , suda bulunan maden kaynaklı sülfür minerallerini çözebilecek kadar kuvvetli bir oksidanttır. Sudaki Fe^{3+} , pH değerinin artışı ile birlikte $Fe(OH)_3$ olarak çökerek sudan ayrılır. Maden sahalarındaki turuncu-kırmızı-kahverengi renkler bu çökelimden kaynaklanmaktadır.

Harköy maden sahasında en yüksek Fe değeri, 20.93 mg/L ile HAR-2 örneğine aittir. Harköy sahasında gerek hematitli dasitler gerekse de çamurtaşı-tüf bantları nedeniyle

sularda yer yer Fe zenginleşmeleri gözlenmiştir. HAR-2 örneği (Maden Deresi) de çamurtaşı nedeniyle lokal ölçekte yüksek demir içermiştir.

Sularda manganın davranışı demire benzer. Tıpkı demirde olduğu gibi, çözünmüş yada çökelmiş olması suyun pH ve çözünmüş oksijen içeriğine bağlıdır. Yüzeysel sularda mangan, Mn^{2+} iyonu, yeterli oksijen ve pH koşullarında oksitlenerek Mn^{4+} formunda çöker. Bu aşamada, tıpkı demirde olduğu gibi bazı bakteriler katalizör görevinde olup oksidasyonun hızını artırabilir.

Doğal yüzeysel sularda Mn konsantrasyonu nadiren 1 mg/L değerine ulaşır, genellikle 0.2 mg/L'den az bulunur [132]. Örneklerin çoğu bu değerler uygun olmakla birlikte Mn değeri 1 mg/L'yi geçen örneklerin pH aralığı 2.28-7.07 arasında dağıldığı gözlenmiştir. Bu geniş pH aralığı, manganın demire göre suda daha uzun süre kalabildiğini gösterir. Bütün maden sahalarında mangan çökelmeleri yaygın olmakla birlikte Harköy sahasında daha yoğun gözlenmiştir. Düşük mangan içeriğinin gözleendiği yerlerde dere sedimanında yüksek mangan değerleri tespit edilmiştir. Bu durum çökelmeye işaret etmektedir. Ancak çökme sadece pH değerine bağlı olmayıp, su içindeki çözünmüş oksijen ve Eh değerlerine de bağlıdır. Tüm bunların yanısıra sahada gözlenen kayaçların ve ikincil minerallerin (özellikle karbonatların) hem pH değerine hem de çözelti bileşimine etkisi de büyüktür. Harköy'de gözlenen yüksek mangan değerleri sahadaki hematitli dasitlerle ve çamurtaşı-kireçtaşı-marn-tüf bantlarıyla yakından ilişkili olabilir.

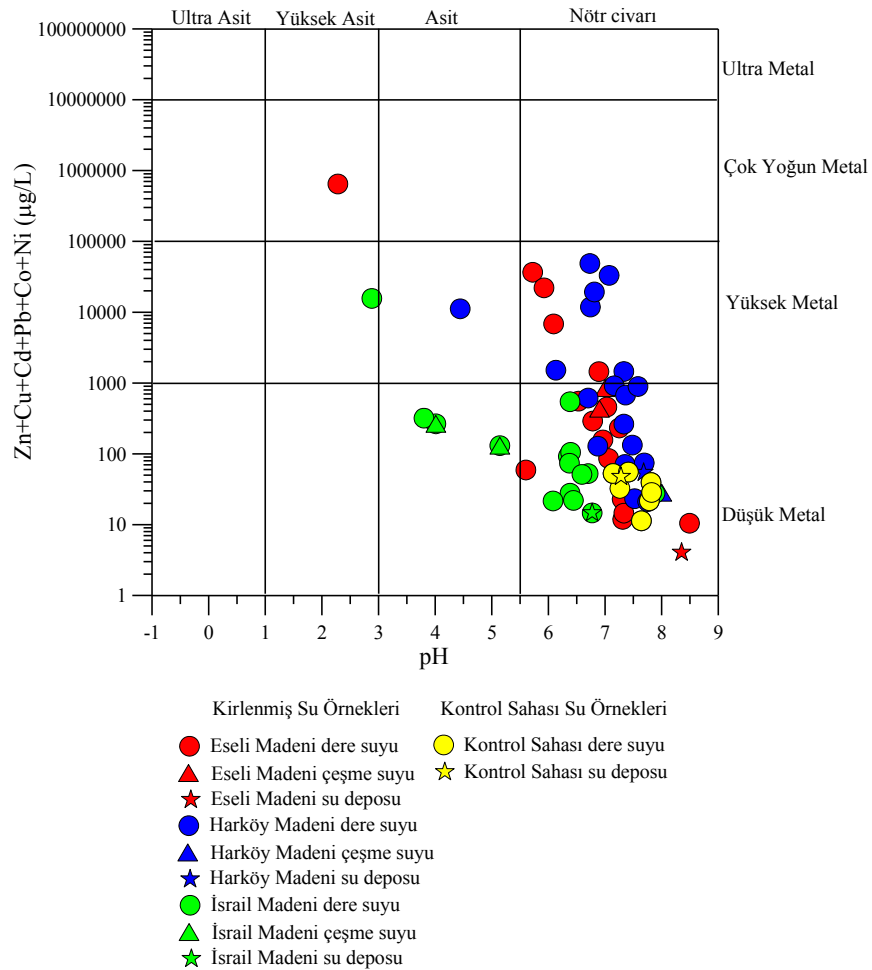
5.1.1. Su Örneklerinin Jeokimyasal Sınıflanması

Maden sularının, özgün bir bileşimleri olmadığı için onları sınıflamak zordur. Bundan dolayı maden sularının şematik sınıflamaları için bir veya birden çok su parametresini kullanılmalıdır. Ficklin diyagramı da maden sularının pH ve toplam çözünmüş metal içeriklerini kıyaslayan bir sınıflandırmadır [133], [134].

Su örneklerinin Ficklin diyagramındaki gösterimi Şekil 5.2'de verilmiştir. Grafikte altı farklı alan gözlenmiştir. 1. Alan: Kontrol sahası da dahil olmak üzere örneklerin çoğunun düşmüş olduğu Düşük Metal- Nötr civarı alanıdır. 2. Alan: Yüksel Metal- Nötr civarı olup bu bölgede Eseli ve Harköy dere suyu örneklerinin birkaçı düşmüştür. 3. Alan: Düşük Metal- Asit alanıdır ve sadece İsrail maden sahasına ait çeşme ve dere suyu örnekleri yer almaktadır. 4. Alan: Yüksek Metal-Asit alanına sadece Harköy dere suyuna ait bir örnek düşmüştür. 5. Alan: Yüksek Metal- Yüksek Asit alanı İsrail maden sahasının

bir adet dere suyunu içermektedir. 6. Alan: Çok yoğun metal-Yüksek Asit alanında Eseli madeni dere suyunun bir örneği yer almaktadır.

Ficklin diyagramında her ne kadar altı farklı alan gözlenmiş olsa da kontrol sahası örnekleri de dahil olmak üzere çoğu örnek Düşük Metal-Nötr civarında yer almaktadır. Maden sahalarının hemen içinden alınmış drenaj örnekleri grafikte yoğun metal ve asitlik özelliği ile kendini göstermektedir. Zira grafikte de görüldüğü gibi maden sahalarında su bazlı kirlilik yayılımı sınırlı kalmıştır. Ayrıca içme suyu depoları da düşük Metal- Nötr Civarı alanda yer almaktadır. Ancak İsrail çeşme sularının asitliği dikkat çekmektedir. Diğer çeşme suları ise su depoları ile benzer özellik göstermektedir.



Şekil 5.2. Maden sahaları ve kontrol sahası örneklerine ait Ficklin diyagramı

Tablo 5.1. Su örneklerinde çeşitli parametrelerin referans değerleri ile kıyaslaması

Parametre	Değer ppb	ESELİ	HARKKÖY	İSRAİL	KONTROL	TS 266
pH	min.	2,28	4,44	2,88	6,23	6,5 <pH< 9,5
	mak.	8,49	8	7,88	7,3	
	ort.	6,67	7,09	6,37	6,95	
Eh mV	min.	111	73	121	240	-
	mak.	458	329	599	320	
	ort.	234,11	219,75	302,95	281,75	
İletkenlik $\mu\text{S}/\text{cm}$	min.	109	113	73	72	2500
	mak.	8380	1219	1976	182	
	ort.	901	427,6	265,24	151,5	
Çöz. Oksijen mg/l	min.	3,37	3,02	2,15	4,7	-
	mak.	11,3	5,86	9,77	5,93	
	ort.	5,17	4,45	5,22	5,34	
Tuzluluk %	min.	0	0	0	0	-
	mak.	4,7	0,4	0,8	0	
	ort.	0,29	0,07	0,04	0	
SO_4^{2-} mg/l	min.	1	4	2	0	250
	mak.	6470	520	670	39	
	ort.	494,84	112,89	58,52	24,5	
NO_3^- -N mg/l	min.	0,5	1,6	1,1	0,9	-
	mak.	5,7	12,6	23,8	22,3	
	ort.	3,18	5,42	4,12	12,7	
NO_2^- -N mg/l	min.	0,01	0,01	0,02	0,02	-
	mak.	0,8	0,07	0,24	0,03	
	ort.	0,09	0,02	0,05	0,03	
Al ppb	min.	3	9	10	9	200
	mak.	74872	4942	18865	61	
	ort.	4035,05	342,95	1113,67	31	
As ppb	min.	0,5	0,5	0,5	0,5	10
	mak.	12608	7,1	1086,1	1,2	
	ort.	668,85	1,94	53,58	0,75	
Cd ppb	min.	0,005	0,05	0,05	0,05	5
	mak.	2033,00	329,77	35,40	0,09	
	ort.	126,01	60,14	2,01	0,07	
Co ppb	min.	0,02	0,02	0,02	0,02	-
	mak.	300,00	19,56	124,50	0,04	
	ort.	19,63	2,41	6,69	0,03	
Cr ppb	min.	0,50	0,50	0,50	0,50	50
	mak.	300,00	3,50	3,90	0,50	
	ort.	16,52	0,77	0,66	0,50	
Cu ppb	min.	0,60	2,80	3,10	1,90	2000
	mak.	275197,00	5108,20	6572,40	3,90	
	ort.	15051,60	295,95	330,38	3,08	
Fe ppb	min.	10,00	10,00	10,00	10,00	200
	mak.	1127977,00	20926,00	206663,00	39,00	
	ort.	65965,42	1306,95	9904,86	19,00	
Hg ppb	min.	0,10	0,10	0,10	0,10	1
	mak.	0,10	18,50	0,20	0,10	
	ort.	0,10	1,04	0,10	0,10	
Mn ppb	min.	0,46	1,45	0,73	1,37	50
	mak.	3606,00	3441,37	595,65	2,53	
	ort.	378,48	444,68	45,64	1,71	
Mo ppb	min.	0,10	0,10	0,10	0,10	-
	mak.	300,00	18,50	11,90	2,00	
	ort.	18,19	1,78	1,03	0,60	
Ni ppb	min.	0,20	0,20	0,20	0,20	20
	mak.	300,00	25,60	19,40	0,30	
	ort.	17,52	4,24	1,71	0,23	
Pb ppb	min.	0,10	0,20	0,10	0,20	10
	mak.	4000,00	1516,00	363,90	0,50	
	ort.	213,49	82,57	20,55	0,33	
Zn ppb	min.	3,10	16,70	6,00	17,00	-
	mak.	366899,00	48575,50	8567,20	44,00	
	ort.	22419,71	6131,06	478,93	27,38	

Tablo 5.2. Dere sedimanı örneklerinin referans değerler ile kıyaslanması

ELEMENT	Birim	DL	ESELİ			HARKKÖY			İSRAİL			KONTROL	Ortalama Şeyl *	Üst Kitasal Kabuk**
			ORT.	MİN.- MAK.		ORT.	MİN.- MAK.		ORT.	MİN.- MAK.		ORT.		
Ag	PPM	0,1	16,79	0,10	72,50	2,68	0,10	7,00	2,45	0,10	19,50	0,15	0,07	0,055
Al	%	0,01	1,10	0,23	2,16	0,94	0,79	1,08	0,69	0,20	1,22	1,56	8	7,744
As	PPM	0,5	435,29	10,70	1781,70	94,18	11,40	250,30	143,06	11,90	982,60	10,95	13	2
Au	PPB	0,5	309,00	2,70	1187,40	39,46	8,10	148,80	53,01	2,40	466,70	3,35	0,00x	-
Ba	PPM	1	233,88	16,00	1027,00	337,00	156,00	561,00	363,56	27,00	1711,00	200,50	580	668
Ca	%	0,01	0,54	0,30	1,20	0,64	0,38	0,86	0,22	0,01	0,58	0,45	2,21	2,945
Cd	PPM	0,1	37,19	0,50	156,60	16,53	1,50	58,40	2,38	0,70	7,80	0,65	0,3	0,102
Co	PPM	0,1	17,84	14,90	22,40	11,25	6,50	14,30	8,18	1,20	19,10	13,80	19	11,6
Cr	PPM	1	16,88	1,00	46,00	6,00	5,00	8,00	4,13	1,00	19,00	17,50	90	35
Cu	PPM	0,1	3071,54	57,10	8802,80	515,04	71,80	1105,90	341,42	59,30	2376,70	53,10	45	14,3
Fe	%	0,01	7,15	3,23	12,79	2,58	1,58	3,33	3,55	1,62	7,48	2,95	4,72	3,089
Hg	PPM	0,01	3,39	0,06	15,34	0,35	0,06	0,89	0,24	0,02	1,60	0,05	1,4	0,056
K	%	0,01	0,09	0,04	0,16	0,05	0,04	0,08	0,08	0,03	0,29	0,11	2,66	2,865
Mg	%	0,01	0,78	0,09	1,70	0,20	0,14	0,24	0,27	0,09	0,67	1,08	1,5	1,351
Mn	PPM	1	804,88	69,00	2031,00	1568,63	809,00	3091,00	519,94	37,00	880,00	808,00	850	527
Mo	PPM	0,1	27,76	0,50	100,80	3,31	0,30	10,00	7,17	0,60	44,40	0,60	2,6	1,4
Na	%	0,001	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,03	0,02	0,00	0,05	0,01	0,96	2,567
Ni	PPM	0,1	12,70	5,00	22,60	7,70	3,40	20,50	4,33	0,40	11,70	13,10	68	18,6
P	%	0,001	0,03	0,01	0,06	0,02	0,01	0,02	0,02	0,00	0,03	0,04	0,07	0,0665
Pb	PPM	0,1	2316,05	51,10	10000,00	552,13	93,10	1122,20	206,24	28,60	1284,50	59,95	20	17
S	%	0,05	3,54	0,05	10,00	0,19	0,05	0,85	0,92	0,05	4,54	0,05	0,24	0,0953
Se	PPM	0,5	19,68	0,50	60,10	1,26	0,50	2,80	2,81	0,50	23,80	0,50	0,6	0,083
Sr	PPM	1	22,13	12,00	41,00	23,38	15,00	34,00	18,25	2,00	43,00	21,00	300	316
Zn	PPM	1	4667,88	115,00	10000,00	2535,63	184,00	10000,00	395,25	126,00	1207,00	153,00	95	52

5.1.2. Su ve Dere Sedimanındaki Kirliliğin Değerlendirilmesi

5.1.2.1. Su Örneklerinin Çevresel Risk Değerlendirmesi

Su örneklerinde kirliliğin değerlendirilmesi için çevresel risk indeksi kullanılmıştır. Kontrol sahası örneklerinin çevresel risk oranı sıfır olduğu için örnekler, “Önemsiz” risk sınıfında yer alır.

Eseli maden sahasında Fe, As, Cd ve Pb elementlerinin ortalama çevresel risk oranları yüksek olup maden atık sahasına yakın noktalar “Aşırı Yüksek” risk içerir. Eseli sahası çeşme ve su deposu örneklerinde çevresel risk oranları sıfır olarak hesaplanmış olup risk içermez.

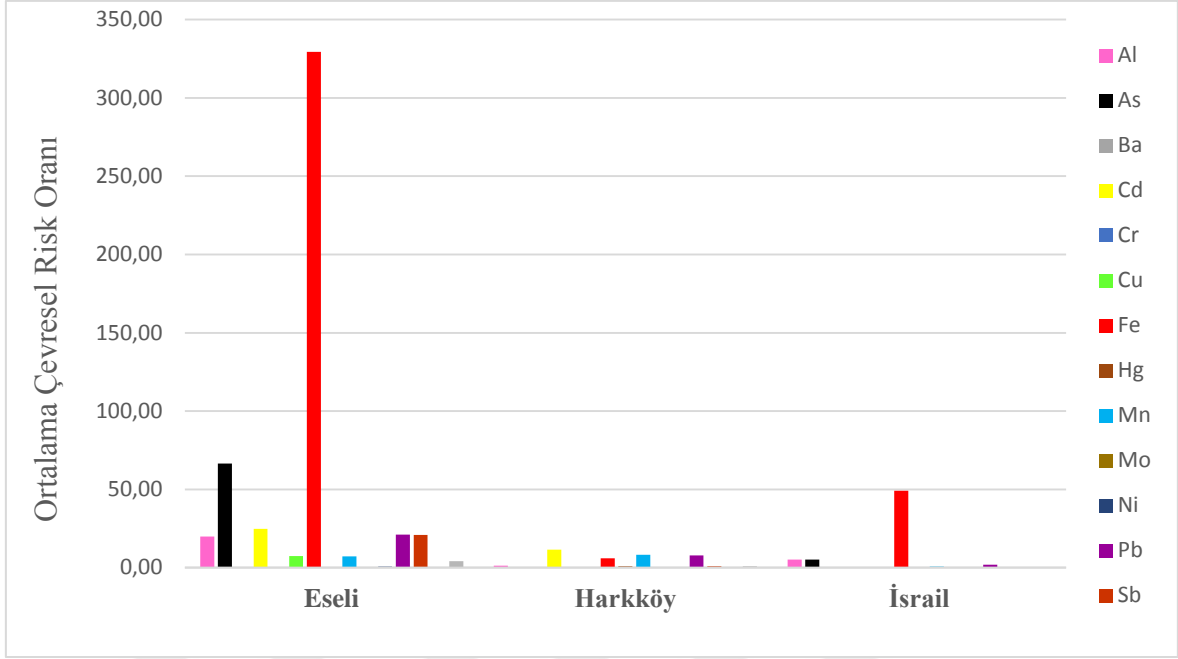
Harköy maden sahasında Cd, Pb, Fe ve Mn elementlerinin ortalama çevresel risk oranları yüksek olup birçok noktada Aşırı yüksek risk hesaplanmıştır. Hg elementi, HAR-20 çeşme örneğinde yüksek değerler vermesi nedeniyle “Aşırı Yüksek” risk sınıfında çıkmıştır. Bu çeşme örneği köyün eski su deposu olup günümüzde de aktif kullanılmaktadır.

İsrail maden sahasında Fe, As ve Pb elementlerinin ortalama çevresel risk oranları yüksek çıkmıştır. Ayrıca IW-11 çeşme örneğinde Al, Mn ve Pb elementlerinden kaynaklı “Aşırı yüksek” risk belirlenmiştir.

Genel olarak bakıldığında “Aşırı yüksek” risk içeren noktalar en fazla Eseli sahasında gözlenmiştir (Şekil 5.3). Harköy sahasında “Orta”-“Aşırı” ve İsrail sahasında ise “Düşük” risk değerleri hesaplanmıştır.

Maden atık sahalarından uzaklaştıkça çevresel risk değerleri de azalmaktadır. Bu durum sulardaki kirliliğin sınırlı kaldığını göstermektedir. Ancak Eseli ve İsrail maden sahalarında atık yığını ve köy yerleşim yerinin iç içe olması nedeniyle su kirliliği riskinin insanlar ve diğer canlılar için halen yüksek olabileceği göz ardı edilmemelidir.

Harköy sahasında köy yerleşim yeri ile maden atık sahası arasının uzak olması nedeniyle su kirliliğinin doğrudan insan üzerinde risk oluşturmayacağı düşünülebilir. Ancak su kirliliğinin dolaylı etkisi (toprak ve bitkiler üzerinden) nedeniyle düşük riskin bile gözardı edilemeyeceği muhakkaktır.



Şekil 5.3. Maden sahalarına ait ortalama çevresel risk oranları

5.1.2.2. Dere Sedimanı Örneklerinin Çevresel Risk Değerlendirmesi

Sediman kirliliğinin değerlendirilmesinde birçok sayısal indeks kullanılmıştır. Cf, CD, mCD, PLI, EF ve Igeo sayısal indeksleri, sedimanlardaki insan kaynaklı kirliliğin miktarını ortaya koyar. Eri ve RI indeksleri ise sedimanlardaki kirliliğin ekosistem üzerindeki etkisini araştırır [88]. Ortaya konulan kirliliğin, olası etki seviyesini belirlemek için ise sınır değerlerden yararlanılır. Sınır değerler için, sediman kalite rehberleri (SQGs) kullanılmıştır.

Eseli sahasından hesaplanan Cf değerlerine göre, Cr, Mn ve Ni elementleri “Düşük”; Co ve Fe elementleri “Orta”; As, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb ve Zn elementleri “Çok yüksek” kirlilik sınıflamasında yer almıştır. Yüksek kirliliğe sebep olan örnekler, maden atık sahasına yakın örneklerdir. Maden sahasından gelen derelerin karıştığı Çömlekçi Deresi’nde ise tüm elementler “Düşük”-“Orta” kirlilik sınıfında yer almıştır.

Harkköy sahasından hesaplanan Cf değerlerine göre, Co, Cr, Fe ve Ni elementleri “Düşük”; Mn elementi “Orta”; Mo elementi “Önemli”; As, Cd, Cu, Hg, Pb ve Zn elementleri “Çok yüksek” kirlilik sınıflamasında yer almıştır. Maden sahası içinden alınmış örneklerde Cd, Zn, As, Cu ve Pb elementleri yüksek kirlilik göstermiştir. Maden atık sahasına uzak derelerden alınmış örnekler, Düşük-Orta kirlilik sınıfında yer almıştır.

İsrail sahasından hesaplanan Cf değerlerine göre, Co, Cr, Mn ve Ni elementleri “Düşük”; Fe ve Zn elementleri “Orta”; Cd, Hg ve Pb elementleri “Önemli”; As, Cu ve Mo elementleri “Çok yüksek” kirlilik sınıflamasında yer almıştır. Sahada atık alanına en yakın noktadan alınan örneklerde (ID-2 ve ID-14) As, Mo, Hg, Pb, Zn ve Cu elementleri yüksek kirlilik göstermiştir.

CD, mCD ve PLI sayısal indeksleri metallerin toplam etkisini yansıtır. Bu indeksler lokasyon bazlı kirliliği göstermekte önemlidir.

Eseli sahasının CD sonuçlarına göre ED-15 ve ED-20 örnekleri “Orta” kirlilik derecesinde iken diğer örnekleme noktaları “Çok Yüksek” kirlilik derecesi sınıfında yer alır. Örneklerin mCD sonuçlarına göre ED-15 ve ED-20 örnek noktaları “Sıfırdan Çok Düşüğe” sınıfında yer alır. Galeri deşarjından etkilenen dere örnekleri ise, “Ultra Yüksek” kirlilik sınıfındadır. PLI değerleri, 1.03-13.34 aralığında olup tüm örnek lokasyonları kirlilik gösterir.

Haköy sahasının CD sonuçlarına göre, HD-13 nolu örnek “Orta” kirlilik, HD-12 nolu örnek “Önemli” kirlilik derecesine sahiptir. Diğer tüm örnekler ise “Çok Yüksek” kirlilik sınıfındadır. mCD sonuçlarına göre, HD-13 örneği “Sıfırdan çok düşüğe” sınıfında olup HD-12 örneği “Düşük” kirlenme gösterir. Diğer örnekler ise yüksek değerlerde kirlenme tespit edilmiştir. Örneklerin PLI değerleri, 1.02-5.25 arasında olup tüm örnek noktalarında kirlenme mevcuttur.

İsrail sahasının CD sonuçlarına göre, ID-2 örneği en yüksek değere sahip olup “Çok Yüksek” kirlilik sınıfında yer alır. En düşük değer ise ID-4 örneğinde olup “Orta” kirlilik gösterir. Örneklerin mCD sonuçlarına göre, ID-2 örneği “Aşırı Yüksek” ve ID-4 örneği “Sıfırdan çok düşüğe” sınıflarında yer alır. PLI değerleri ise 0.61-4.11 aralığında olup diğer sahalara nazaran oldukça düşük değerler sunar.

Dere sedimanlarında kirliliğin kaynağı antropojenik veya jeojenik kaynaklar olabilmektedir. Zenginleşme faktörü (EF), bu kaynaklar arasında ayırım yapmak için sıklıkla kullanılır. Genellikle hesaplanan EF değeri sonucunun 1’e yakın ($EF < 1$) olması kabuk kökenine, 3-5 arasında olması tartışmalı kabuk kökenine, $EF < 5$ ’ten büyük değerlerinde ise kabuk kökenli olmadığı yönünde bir kabul görmektedir [135], [136], [137].

Eseli maden sahası dere sedimanı örneklerinde hesaplanan ortalama EF değerlerine göre, As, Cd, Cu, Hg, Mn, Mo, Pb ve Zn elementleri “Aşırı” zenginleşme; Co ve Fe elementleri “Önemli”; Cr ve Ni elementleri ise “Orta” zenginleşme gösterir. Cr ve Ni

elementlerinin ortalama EF değerleri 5'in altında olması nedeniyle bu elementler için kabuksal bir zenginleşmeden bahsedilebilir.

Harköy maden sahası dere sedimanı örneklerinde hesaplanan ortalama EF değerlerine göre, Cd elementi "Aşırı"; Zn elementi "Çok yüksek"; Hg, Mo, Pb, As ve Cu elementleri "Önemli" derecede; Mn elementi "Orta"; Fe, Co, Cr ve Ni elementleri Az zenginleşme gösterir. Co, Fe, Mn, Cr ve Ni elementlerinin ortalama EF değerleri 5'in altında olması bu elementler için kabuksal bir zenginleşmeden bahsedilebilir.

İsrail maden sahası dere sedimanı örneklerinde hesaplanan ortalama EF değerlerine göre, As ve Mo elementlerinde "Aşırı"; Hg elementinde "Çok yüksek"; Cd, Cu, Pb ve Zn elementlerinde "Önemli" derecede; Fe elementinde "Orta"; Co, Cr, Mn ve Ni elementlerinde "Az" zenginleşme görülmüştür. Co, Fe, Mn, Cr ve Ni elementlerinin ortalama EF değerleri 5'in altında olması bu elementler için kabuksal bir zenginleşmeden bahsedilebilir.

Jeobirikim indeksi, Müller [97] tarafından önerilmiştir. Elementler, temel değerler ile kıyaslanarak kirliliğin seviyesi değerlendirilir.

Eseli maden sahası ortalama I_{geo} değerlerine göre, Cu elementi "Çok-Aşırı" kirlenmiş sınıftadır. Hg, Cd, Mo, As ve Zn elementleri ise "Çok" kirlenmiş sınıftadır. Pb elementi "Orta-Çok" kirlenmiş, Fe ve Ni elementleri ise "Kirlenmemiş- Orta" derecede kirlenmiş sınıflarında yer alır.

Harköy maden sahası ortalama I_{geo} değerlerine göre, Cd ve Zn elementleri "Aşırı" kirlenmiş; Pb elementi "Orta-Çok" kirlenmiş; Co, Cr, Fe ve Ni elementleri genel olarak tüm örnek lokasyonlarında "Pratik olarak kirlenmemiş"; Mn elementi ise "Orta" derecede kirlenmiş sınıfında yer alır.

İsrail maden sahası ortalama I_{geo} değerlerine göre, Mn, Fe, Co, Cr ve Ni elementleri tüm lokasyonlarda "Pratik olarak kirlenmemiş" sınıfındadır. Cd, Hg ve Mo elementleri "Orta" derecede kirlenmiş; Cu, As ve Zn elementleri "Orta-Çok" kirlenmiş sınıflarında yer alır.

Ekolojik Risk Faktörü (Er^j) [89] tarafından ilk olarak kullanılmış olup kirliliğin mevcut canlılara etkisini gösterir.

Eseli maden sahasının ortalama Eri değerlerine göre, Co, Ni, Cr ve Mn elementleri "Düşük"; Zn elementi "Orta"; Pb elementi "Yüksek"; Cu, As, Cd ve Hg elementleri "Çok yüksek" kirlilik derecesinde sınıflanmıştır (Şekil 5.4). Co, Cr, Mn ve Ni elementleri için tüm örnekleme noktaları "Düşük" kirlilik sınıfında yer alır.

Harköy maden sahasının ortalama Eri değerlerine göre, Zn, Co, Ni, Mn ve Cr elementleri “Düşük”; Pb ve Cu elementleri “Orta”; As elementi “Önemli”; Cu, As, Cd ve Hg elementleri “Çok yüksek” kirlilik derecesinde sınıflanmıştır (Şekil 5.4). Co, Cr, Mn ve Ni elementleri için tüm örnekleme noktaları “Düşük” sınıfta yer alır.

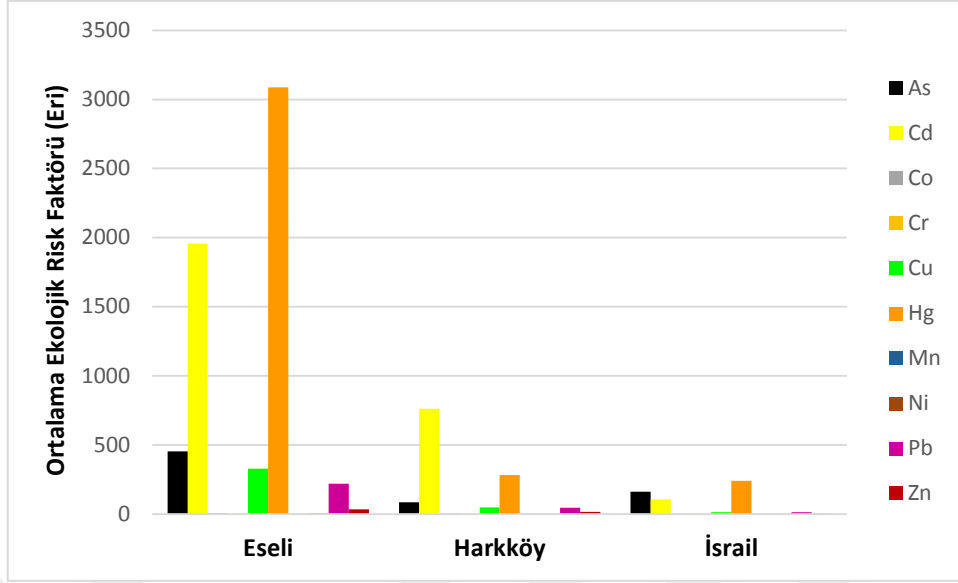
İsrail maden sahasının ortalama Eri değerlerine göre, Pb, Cu, Co, Zn, Ni, Mn ve Cr elementleri “Düşük”; Cd elementi “Önemli”; As elementi “Yüksek”; Hg elementi “Çok yüksek” kirlilik derecesinde sınıflanmıştır (Şekil 5.4). Co, Cr, Mn, Ni ve Zn elementleri için tüm örnekleme noktaları “Düşük” sınıfta yer alır.

Literatürde çeşitli Sediman kalite rehberleri bulunmaktadır. Bu çalışmada, US EPA tarafından önerilen sediman kalite rehberinden ve MacDonald [99] tarafından geliştirilen konsensüs tabanlı Sediman Kalite Rehberleri TEC ve PEC değerlerinden yararlanılmıştır. Sediman örneklerinde belirlenen metal konsantrasyonları, TEC değerinin altında ise sucül ortamda bulunan canlılar üzerinde olumsuz etkilere neden olmamaktadır. Ortalama değerler, PEC değerlerinin üstünde ise zararlı etkilerin görülmesi muhtemeldir [99].

Eseli maden sahasında bütün örnek lokasyonları, Co, Cr ve Ni elementlerince kirlenmemiş veya az kirlenmiştir. Maden sahasına yakın örnek noktaları As, Cd, Cu, Pb, Zn, Hg, Mo ve Fe elementlerince kirletilmişlerdir. Ancak maden sahasından uzaklaştıkça değerler düşmektedir. Çömlekçi deresi, As, Cu, Pb, Zn, Fe ve Mn elementlerince az kirletilmişlerdir. Ancak PEC değerlerine göre, bu durum sucül canlılar için olumsuz etkilere neden olacak kadar yüksek görünmemektedir.

Harköy’de maden sahasına yakın noktalarda As, Cd, Cu, Hg, Pb ve Zn elementleri yüksek değerler sunmuştur. Maden deresi üzerinden alınan örneklerin As, Cd, Cu, Pb ve Zn element konsantrasyonları, PEC değeri üzerindedir. Bu durum sucül canlılar için olumsuz etkilere neden olabileceğine işaret etmektedir.

İsrail maden sahasında Murtat Deresi, birçok maden sahasını kat eden derelerden beslenmesi nedeniyle, drenaj ağı boyunca sucül canlılar için olumsuz etkilere neden olabilecek yükseklikte ağır metaller içerdiği tespit edilmiştir. Murtat Deresi içinde gözlenen maden atıkları da bu duruma işaret etmektedir.



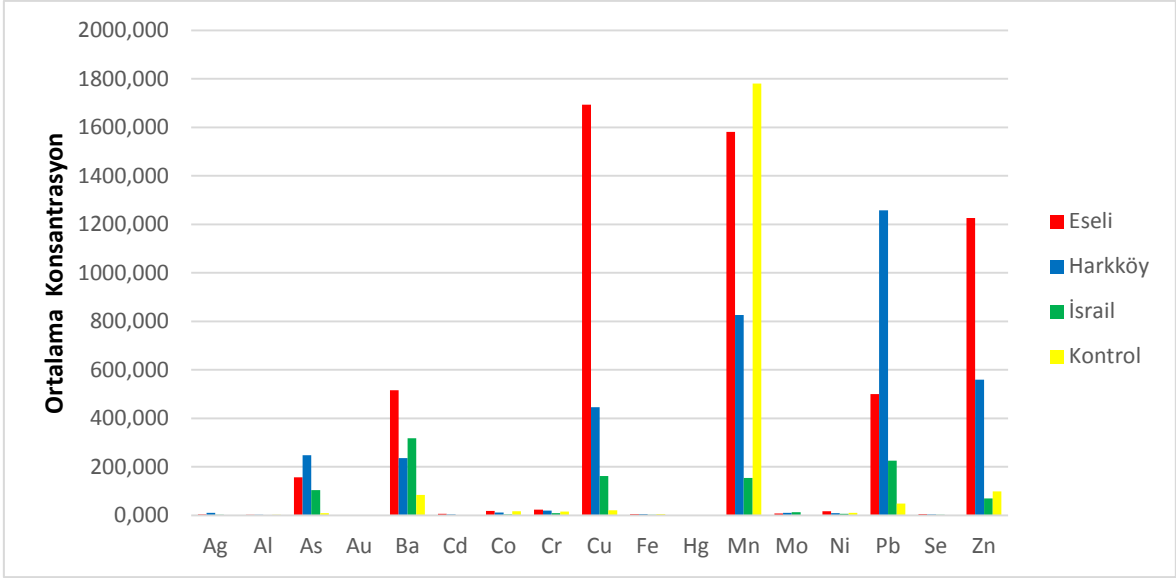
Şekil 5.4. Maden sahalarına ait ortalama ekolojik risk faktörü

5. 2. Toprak Örnekleri

5.2.1. Toprak Örneklerinin Kimyasal Bileşimi

Toprak örnekleri dünya toprak ortalaması [101], kritik değerler [14], Türkiye ve bazı AB ülkeleri değerleri ile kıyaslanmıştır. Tüm bu sonuçlara göre kontrol sahası örneklerinin analizi yaptırılan elementlerce sınır değerleri aşmadığı görülmüştür.

Maden sahalarından alınan toprak örneklerine ait bazı elementlerin ortalama konsantrasyon değerleri Şekil 5.5’de görülmektedir. Maden sahası topraklarının As, Ba, Cu, Cd, Mo, Pb ve Se elementlerince Kontrol sahasına göre zenginleştiği söylenebilir. Zn elementi ise sadece Eseli ve Harkköy topraklarında zenginleşmiştir. Şekil 5.5’e göre seçilen elementler bakımından Eseli ve Harkköy maden sahası toprakları İsrail maden sahasına göre daha fazla kirlenmiştir.



Şekil 5.5. Toprak örneklerinde elementlere ait ortalama konsantrasyon değerleri (Al ve Fe %, diğerleri mg/kg olarak verilmiştir)

5.2.2. Topraklardaki Kirlilik Seviyeleri

Bu çalışmada, toprak örneklerin değerlendirilmesinde Zenginleşme Faktörü (EF), Jeobirikim İndeksi (Igeo), Kirlilik Faktörü (CF) ve Kirlilik Yükü İndeksi (PLI) kullanılmıştır.

Ortalama EF değerlerine göre, maden sahası topraklarında As, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb ve Zn elementleri zenginleşmiştir.

Ortalama I geo değerlerine göre, her üç sahada “Pratik olarak kirlenmemiş” sınıfında (I geo < 0) yer alan elementler Co, Cr, Fe, Mn ve Ni elementleridir. Zn ise hem İsrail’de hem de Harkköy sahası topraklarında “Pratik olarak kirlenmemiş” sınıfında yer alırken Eseli sahasında “Orta” derecede kirlenmiş olarak görülür.

Ortalama I geo değeri 1’den yukarı olan kirletici bileşenler, Eseli sahasında As, Cd, Cu, Mo, Pb ve Zn; Harkköy sahasında As, Cd, Cu, Mo ve Pb; İsrail sahasında As, Cu ve Mo elementleridir. En yüksek ortalama I geo (Cu elementinde) ve en çok kirletici bileşen Eseli sahasında gözlenmiştir.

Ortalama Cf değerlerine göre her üç sahada çok yüksek kirlilik gösteren As, Cu ve Mo elementleri ortak kirletici bileşen olarak görülmektedir. Bu elementlerin dışında Harkköy sahası için Cd, Hg ve Pb; Eseli sahası için Cd, Hg, Pb ve Zn elementleri çok yüksek kirlilik göstermiştir. Cf değeri 1’den düşük (Düşük kirlilik) olan elementler Eseli

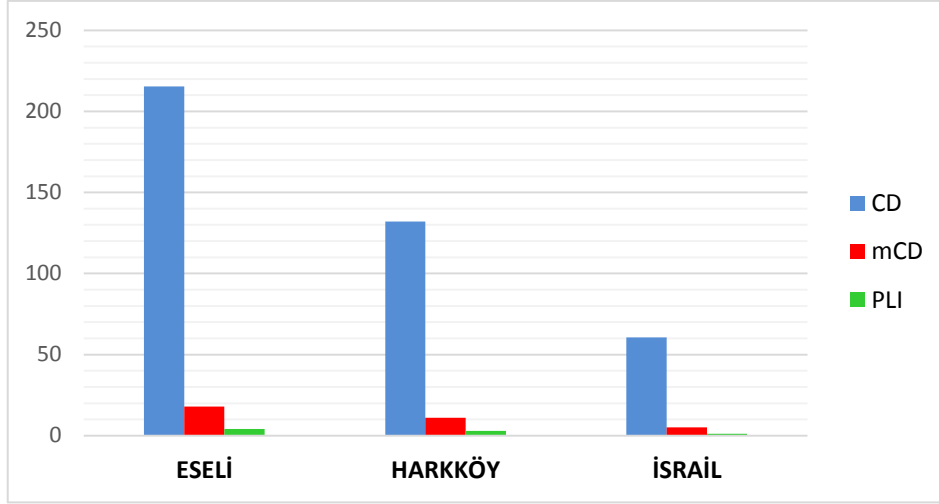
sahasında Mn; Harköy sahasında Co, Ni ve Mn; İsrail sahasında Co, Cr, Fe, Mn, Ni ve Zn olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, en yüksek ortalama Cf değeri ve en çok kirletici bileşen Eseli sahasında gözlenmiştir.

Bütün sahaların toprak örneklerinden hesaplanan CD (kirlilik derecesi), mCD (modifiye kirlilik derecesi) ve PLI (kirlilik yükü indeksi) değerlerinin minimum, maksimum ve aritmetik ortalama değerleri hesaplanmıştır. Bu parametreler, her örnek noktasına ait kirlilik değerini verir. Şekil 5.6'da ise bu parametrelere ait ortalama değerlerin karşılaştırması yer almaktadır. Her üç parametre de aynı saha içinde uyumlu sonuçlar vermiştir. Parametrelerdeki yüksek değerler nedeniyle Eseli, tüm sahalar içinde en çok kirlenen saha olarak görülmektedir.

Ortalama CD sonuçlarına göre, tüm sahalar çok yüksek kirlilik göstermektedir. Ancak element sayısının artması CD sonucunu etkilediği için, Abraham ve Parker [92], CD formülünü modifiye (mCD) etmişlerdir. Ortalama mCD sonuçlarına göre, Eseli sahası aşırı yüksek, Harköy sahası çok yüksek ve İsrail sahası yüksek kirlilik dereceleri göstermiştir.

PLI değeri 1'den yüksek olduğu durumlarda kirlilik var kabul edilir. Eseli sahasında, örneklerin % 96'sının PLI değeri 1'den büyüktür. En yüksek kirlilik değerleri ET-5, ET-6, ET-15, ET-19, ET-32 ve ET-38 örneklerine aittir. Bu örnek noktaları, maden atık sahasına ve galeri deşarjına en yakın konumda bulunmaktadır. Harköy sahasında örneklerin %72'sinin PLI değeri 1'den büyüktür. En yüksek kirlilik değerleri, HT-4, HT-6, HT-8, HT-9 ve HT-14 örneklerine aittir. Bu örnekler genel olarak belli bir hat üzerinde kümelenmiş olarak görülmüştür. Örneklerin alındığı yerde eski sondaj noktası ve maden atıkları gözlenmiştir. İsrail sahasında örneklerin % 43'ünün PLI değeri 1'den büyüktür. En yüksek kirlilik değerleri IT-7, IT-23, IT-30, IT-67 ve IT-68 örneklerine aittir. Bu örnekler genel olarak maden atık yığını etrafında kümelenmiş oldukları gözlenmiştir.

Sonuç olarak topraklarda en yüksek Cu elementi kirliliği Eseli maden sahasında gözlenmekle birlikte As, Mo, Cd, Pb ve Zn elementleri diğer önemli kirletici bileşenlerdir. En yüksek Mo kirliliği İsrail maden sahasında gözlenmiştir. İsrail sahasının diğer önemli kirleticileri As ve Cu'dur. Pb, Hg ve Cd elementleri orta, Zn elementi ise düşük seviyelerde kirlilik göstermiştir. En yüksek Pb kirliliği Harköy maden sahasında gözlenmiştir. Harköy sahasında diğer önemli kirletici bileşenler As, Cu, Mo ve Cd elementleridir. Hg ve Zn elementleri ise orta dereceli bir kirlilik göstermiştir.



Şekil 5.6. Toprak örneklerine ait ortalama CD, mCD ve PLI değerleri

5.3. Bitki Örnekleri

İnceleme sahalarında yaygın bitki örtüsü fındıktır. Fındık çeşidi ise Tombul fındık olup Giresun ilinde en çok yetiştirilen fındık çeşididir. Fındık mineral maddeler bakımından oldukça zengin bir besindir. Başlıca mineraller olarak K, P, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Na, Mn ve Se sayılabilir.

5.3.1. Bitki Örneklerinin Element İçeriklerinin Değerlendirilmesi

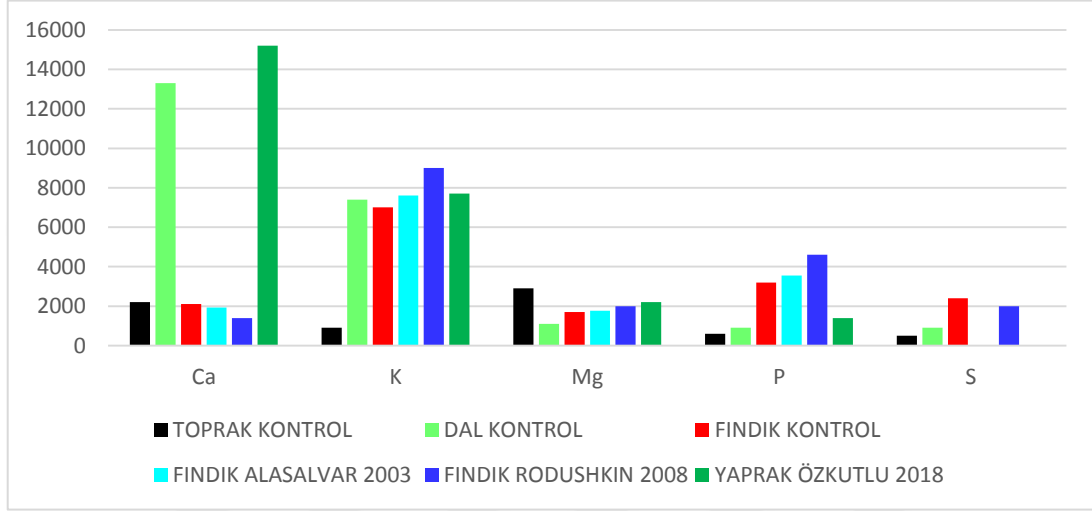
Bitki örnekleme için fındık meyvesi ve dalı seçilmiştir. Bitki örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları çeşitli istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir.

Bitkilerin büyüebilmeleri için gerekli olan ve bitkinin bünyesinde fazlaca bulunan elementler, makro elementler olup N, P, K, S, Ca ve Mg'dir. Kontrol sahası fındık ve dal örneklerinin makro element içerikleri literatürden elde edilen çeşitli kaynaklarla [50], [111], [138] karşılaştırılmıştır (Şekil 5.7).

Kontrol sahası toprak örneklerinde makro elementlerin ortalama değerleri $Mg > Ca > K > P > S$ şeklinde sıralanmıştır. Dal örnekleri makro element içeriklerine göre, $Ca > K > Mg > P > S$ şeklinde sıralanır. Fındık örneklerinde ise $K > P > S > Ca > Mg$ şeklinde sıralanır. Bu sıralama, K ve P elementinin bitki içinde çok hareketli, Ca elementinin ise en hareketsiz davranan elementler olduklarını göstermektedir. Kontrol sahası fındık

örneklerinin ortalama Ca, K, Mg, P ve S değerleri, diğer fındık araştırmaları ile yaklaşık değerler sunmaktadır.

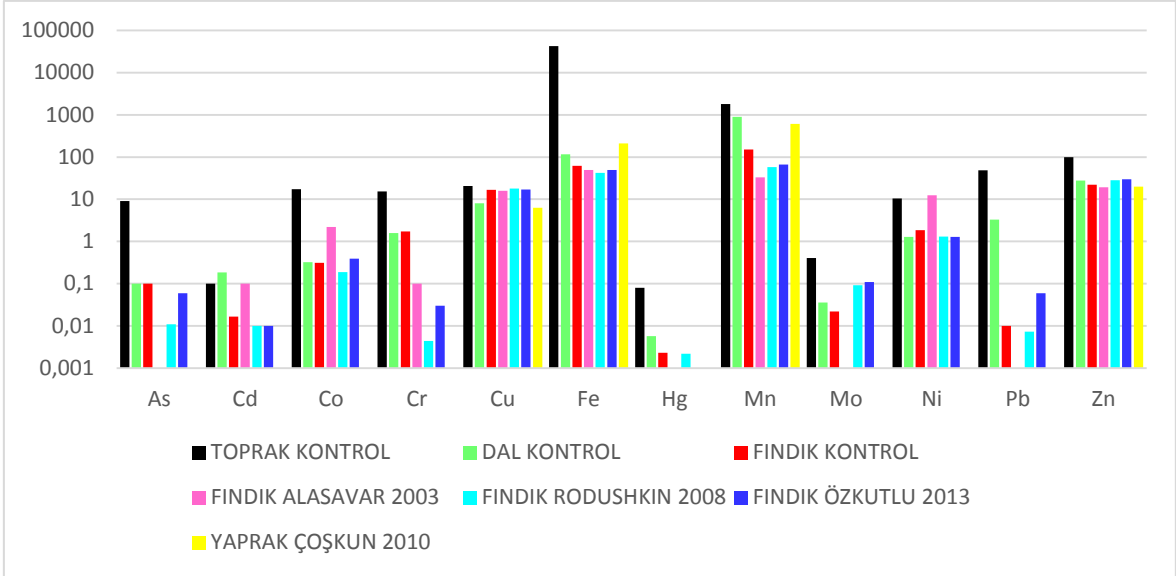
Özkutlu [138] araştırmasında, yapraklarda ortalama değerler olarak $Ca > K > Mg > P$ şeklinde sıralama bulmuştur. Bu sıralama, Kontrol sahası dal örnekleri ile benzerlik gösterir.



şekil 5.7. Kontrol sahası toprak, fındık ve dal örneklerinin makro element içeriklerinin (mg/l cinsinden) bazı çalışmalarla kıyaslaması

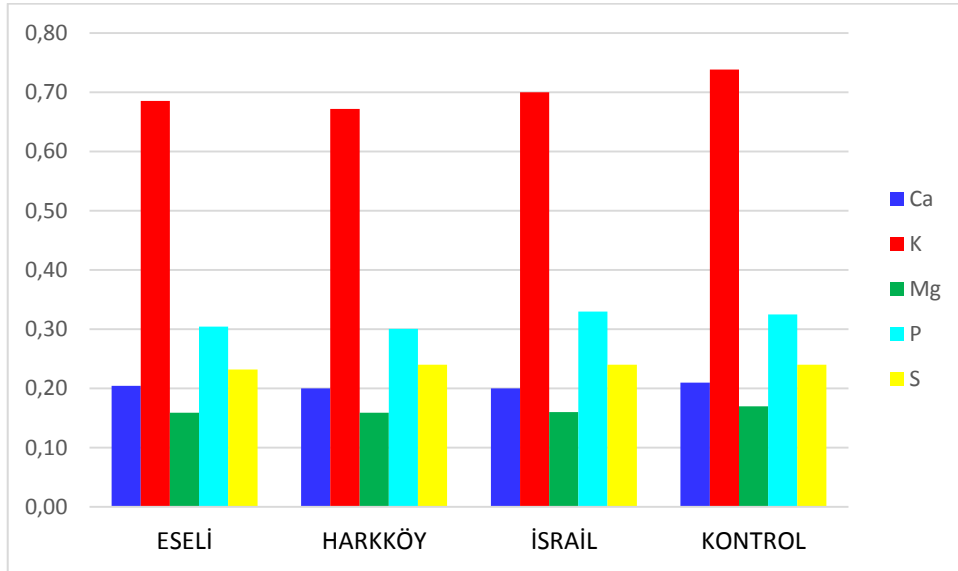
Bitkilerin temel mikro besin elementleri B, Cl, Cu, Fe, Zn, Mn ve Mo olarak verilebilir. Bu grup elementler, bitkilerin bünyesinde oldukça düşük miktarlarda bulunur. Mutlak gerekli besin elementleri dışında bazı bitkiler için yararlı olabilen ancak literatürde kesin bir fikir birliğine varılamamış elementler ise Al, Co, Na, Ni, Se olarak sayılabilir. şekil 5.8’de seçilmiş bazı elementler değerlendirilmiştir.

Fındık örnekleri literatürden elde edilmiş diğer fındıklar ile kıyaslandığında Cr ve Mn elementleri yüksek olup diğer elementler benzerlik göstermektedir. Toprakta Fe ve Mn alınımını en fazla etkileyen faktör toprak pH değeridir. Doğu Karadeniz Bölgesi’nde topraklar genel olarak asit karakterlidir. Fındık bahçelerine de fındığın verimini artırmak için gübreleme, kireçleme uygulamaları yapılmaktadır. Bu tür uygulamalar ise bitkilerin besin maddelerini almalarında oldukça etkindir. Bitkiler asit karakterli topraklarda Fe ve Mn besin maddesini daha kolay alır.



Şekil 5.8. Bitkilerdeki elementlerin ortalama değerlerinin (mg/kg) karşılaştırılması

Maden sahalarından alınan fındık ve dal örneklerinin makro element içeriklerinin ortalaması, Kontrol sahası verileri ile kıyaslanmıştır (Şekil 5.9). Tüm sahalarda makro elementlerin ortalama değerleri $K > P > S > Ca > Mg$ şeklinde sıralanır. Makro element içerikleri açısından sahalarda belirgin bir farklılık görülmemektedir.



Şekil 5.9. Çalışılan sahalarda bitkilerin makro element içeriklerinin % cinsinden kıyaslaması

Tüm maden sahalarında fındıktaki ortalama Zn değerleri benzer olup (Şekil 5.10) Kontrol sahası değerinden biraz yüksektir. Zn, bitki içinde mobil davranış gösterir. Ancak toprakta ne kadar yüksek konsantrasyonda Zn elementi olsa da dal ve fındıklarda sınırlı alım gerçekleşmiştir.

Maden sahalarının fındık ve dal örneklerinde Cu elementi kontrol sahasına göre biraz yüksek olmakla birlikte benzer değerler sunmuştur (Şekil 5.10). Topraktaki yüksek değerlere rağmen bitkiye geçiş sınırlı olmuştur. Dalda düşük ve fındık içinde ise yüksek Cu değerleri, elementin immobil davranışından (bitkide kullanılıp sonrasında diğer kısımlara taşınamama) kaynaklanabilir.

Maden sahalarının fındık örneklerinde Fe elementi kontrol sahası ile benzerdir (Şekil 5.10). Maden sahalarının dal örneklerinde ise Kontrol sahasına göre daha yüksek değerler gözlenmiştir. Fe elementi bitkide immobil davranış sergilemiştir.

Maden sahalarında fındık ve dal örneklerinde Mn değerleri değişken olmakla birlikte en yüksek değerler Kontrol sahasındadır (Şekil 5.10). Toprakta en yüksek Mn değeri, Eseli sahasında olmasına karşın hem dalda hem de fındıkta en düşük değerler Eseli'dedir. Bu sonuca göre, Mn elementi bitkide immobil davranış sergiler.

Maden sahaları fındık ve dal örneklerinde Mo elementi, Kontrol sahasına göre yüksek değerler sunar (Şekil 5.10). Toprakta en düşük ortalama Mo değeri, Eseli sahasındadır. Ancak dalda ve fındıkta en yüksek ortalama değerler ise Eseli sahasına aittir. Mo elementi bitkide hareketli (mobil) davranış sergilemiştir.

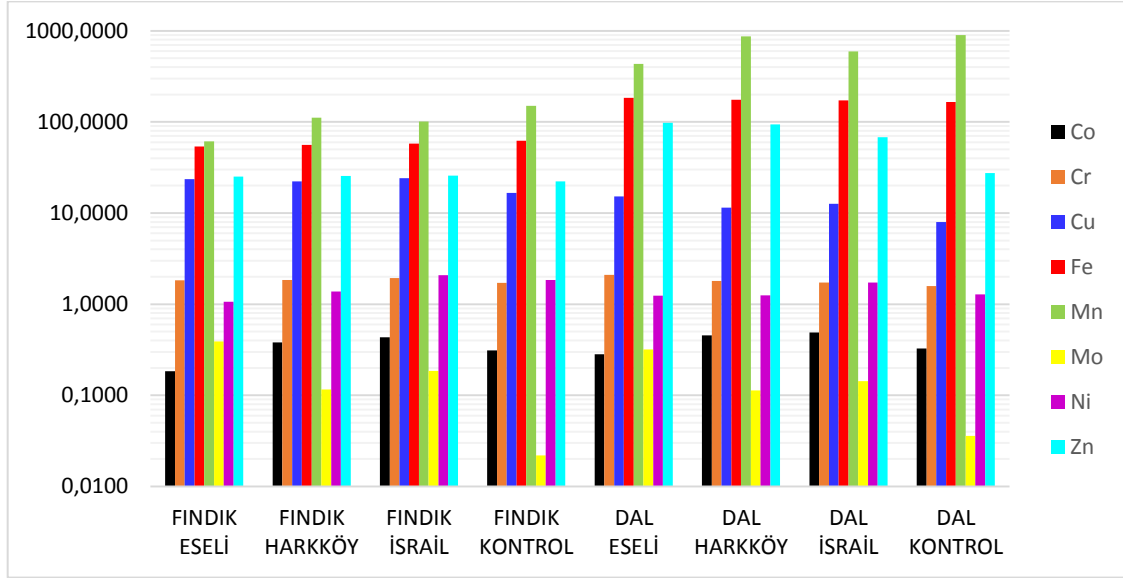
Topraklarda en düşük Co ve Ni değeri, İsrail sahasında gözlenmiştir. Ancak fındık ve dalda ise en yüksek değer, İsrail sahasına aittir. Bu elementler, bitkide mobil davranış sergilemiştir. Fındık ve dal örneklerindeki Co element değerleri kontrol sahası ile kıyaslandığında, İsrail ve Harköy sahaları yüksek iken Eseli sahası düşük kalmıştır. Fındık ve dal örneklerinde Ni elementi için kontrol sahası ile kıyaslandığında İsrail sahası yüksek iken Eseli ve Harköy sahaları düşük kalmıştır (Şekil 5.10).

Maden sahalarında fındık ve dal örneklerindeki ortalama Cr değerleri kontrol sahasından yüksektir.

Genel olarak dal örneklerinde Mo, Zn, Cu, Fe ve Cr elementlerinin en yüksek ortalama değerleri, Eseli sahasında gözlenmiştir. Fındık örneklerinde ise Zn, Cu, Fe, Co, Ni ve Cr için en yüksek ortalama değerler, İsrail sahasında gözlenmiştir.

Bilindiği gibi toprakta herhangi bir elementin çok yüksek miktarda bulunması diğer bazı besin elementlerin bitkiye alınışını olumsuz yönde etkileyebilir. Özellikle Cu, Zn, Mn

ve Fe elementleri arasında rekabet (antagonistik etki) olmaktadır. Ayrıca bitkilerin, toprak çözeltisindeki elementleri alımında toprak pH değeri de oldukça etkindir. Örneğin Fe, Mn, Zn, Cu ve Co gibi elementler asitli topraklarda bitkiler tarafından daha kolay alınır ve taşınır. Ancak Mo elementi ise asitli topraklarda bitkiler tarafından daha zor alınır.



Şekil 5.10. Çalışılan sahalarda bitkilerin mikro element içeriklerinin mg/kg cinsinden kıyaslaması

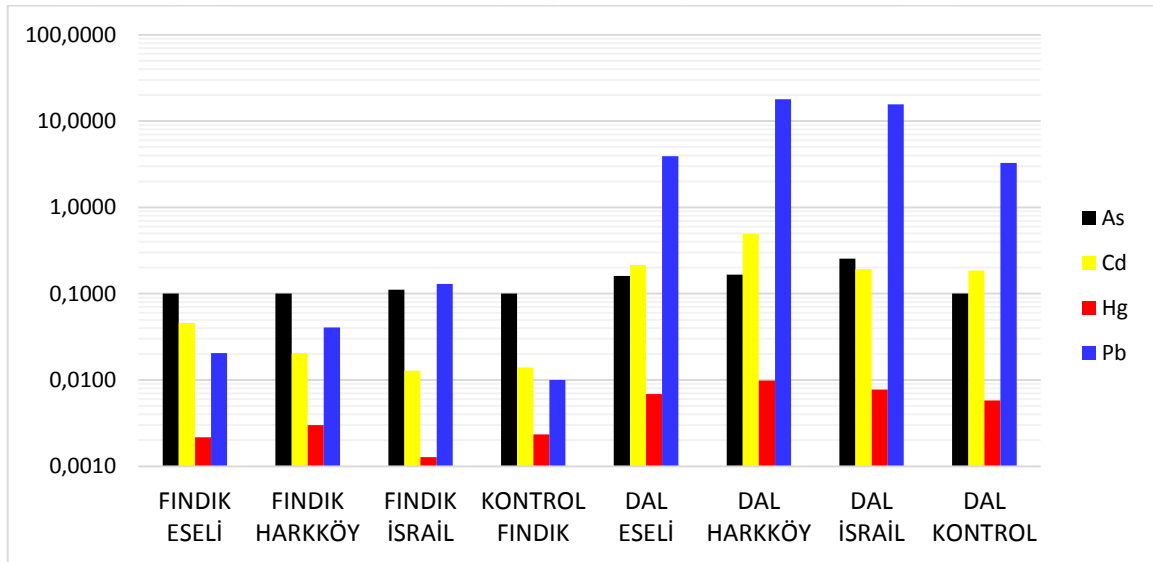
Bitkiler için gerekli olmayan As, Cd, Hg ve Pb gibi toksik elementler ise Şekil 5.11’de tüm sahalarda için kıyaslanmıştır.

Eseli, Harköy ve kontrol sahasında tüm fındık örneklerinin As değerleri dedeksiyon limiti (DL: 0,1 ppm) altındadır. Sadece İsrail sahasında üç örnekte (IN-5 (0.2 mg/kg), IN-25 (0.2 mg/kg) ve IN-29 (0.1 mg/kg) değerleri gözlenmiştir. Grafiklerde ve istatistik hesaplamalarında limit altında çıkan örnekler için DL değerleri kullanılmıştır. Maden sahası dal örneklerinde ortalama As değerleri kontrol sahasından yüksektir.

Kontrol sahası fındık örneklerinin ortalama Pb değerine göre, Eseli, Harköy ve İsrail sahalarda sırasıyla 2 kat, 4 kat ve 15 kat daha fazla Pb bulunur. Dal örneklerinde de maden sahalarda kontrol sahasından yüksek değerler sunar. Dal örneklerinde en yüksek ortalama Pb değeri ise toprak örneklerinde olduğu gibi Harköy sahasında gözlenmiştir. Ancak topraktaki bu yüksek değerlere göre, bitkiler Pb elementini sınırlı miktarda almıştır. Pb elementi bitki içinde sınırlı bir hareket sergilemiştir.

Kontrol sahası fındık örneklerinin ortalama Cd değerine göre Eseli, Harköy ve İsrail sahalarda sırasıyla 3.25 kat, 1.47 kat ve 0.91 kat daha fazla Cd bulunur. Kontrol sahasına göre, dal örneklerinin ortalama Cd içeriği, Eseli ve Harköy sahasında yüksek değerler sunar. İsrail sahası ise kontrol sahası ile benzer değerler gösterir. Toprak, dal ve fındıktaki konsantrasyon değerlerine göre Cd elementi, topraktan kolaylıkla alınıp bitkinin organlarına taşınmaktadır. Cd elementi bitki içinde hareketli davranış sergilemiştir.

Kontrol sahası fındık örneklerinin ortalama Hg değerine göre, Eseli, Harköy ve İsrail sahalarda sırasıyla 0.93 kat, 1.29 kat ve 0.55 kat daha fazla Hg bulunur. Maden sahalasının dal örneklerinde ise Kontrol sahasına göre daha yüksek değerler gözlenmiştir.



Şekil 5.11. Çalışılan sahalarda bitkilerin As, Cd, Hg ve Pb içeriklerinin mg/kg cinsinden kıyaslaması

5.3.2. Bitki Örneklerindeki Korelasyon İlişkileri

Fındık ve dal örneklerindeki elementlerin korelasyon ilişkileri sahalarda ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Eseli sahasında fındık örneklerinde Co, Pb, Mn ve Ni elementlerinin birbirleriyle orta-yüksek seviyelerde pozitif ilişkileri gözlenmiştir. Ayrıca K, P, Zn, Mo, Se ve Ag elementleri de birbirleriyle pozitif düşük-orta seviyelerde ilişkiler göstermiştir. Dal örneklerinde ise Ag, P, Se, Mo, Cu ve Zn elementleri arasında düşük-orta seviyeleri pozitif ilişkiler gözlenmiştir.

Harköy sahası fındık örneklerinde Ag, Zn, Cd, Ba elementleri arasında orta-yüksek seviyelerde pozitif ilişkiler saptanmıştır. Dal örneklerinde ise Ag, Ba, Zn, Cd, Pb, Mo ve Cu elementleri arasında orta-yüksek seviyelerde pozitif ilişkiler vardır.

İsrail sahası fındık örneklerinde ise K, P, Cu ve Mo elementleri orta-yüksek dereceli pozitif ilişkiler gözlenmiştir. Dal örneklerinde ise K, P, S, Ba, Cu, Mo elementlerinin birbirleriyle orta-yüksek seviyede pozitif ilişkileri tespit edilmiştir.

Sahalardaki toprak, dal ve fındık örneklerinde gözlenen benzer ilişkiler kökensel birlikteliğe işaret etmektedir.

5.3.3. Toprak ve Fındıktaki Element İlişkileri

Topraklardan bitkilere metallerin transferi, bitki beslenmesi ve bitkilerin ağır metallerle kirlenmesi bakımından önemlidir. Fındık ve toprak arasındaki korelasyonlar oldukça düşük olup en yüksek ilişkiler Cu ($r=0.32$) ve Se ($r=0.44$) elementleri için elde edilmiştir. Bu düşük değerler, elementlerdeki konsantrasyonların sadece toprağa bağlı olmadığını gösterir.

Fındıkların topraktan elementi alma kapasiteleri hesaplanmış ve elementlerin $Cu>Sr>Cr>K>P>Ca>Mg>Se>Fe$ şeklinde azaldığı belirlenmiştir. Cu diğer elementlerle kıyaslandığında, fındıkların yetiştiği topraktan fındığa Sr'ye göre 3, Cr'ye göre 9, K'ya göre 25, P ye göre 50, Ca'ya göre 84, Mg'ye göre 106, Se'ye göre 155 ve Fe'ye göre 3141 kat daha fazla alınabilmektedir.

Bitkilerin fizyolojik olarak ihtiyaç duydukları seviyeler, bitkiler için eşik değer olarak adlandırılır. Bu eşik değerleri geçen seviyeler, bitki tarafından geri çevrilir. Fındık meyvesi için gerekli olan seviyeler, Mn için 87.93 mg/kg, Zn için 23.61 mg/kg, Cu için 20 mg/kg, Sr için 6.11 mg/kg, Cr için 1.83 mg/kg ve Ni için 1.12 mg/kg'dır. Co ve Mo elementleri ise fındık için gerekliliği düşüktür.

5.4. Sağlık Risklerinin Değerlendirmesi

Sağlık risk değerlendirmesi, kanserojen ve kanserojen olmayan kimyasallara maruz kalmak nedeniyle oluşan olumsuz sağlık etkilerinin tahmin edildiği bir süreçtir. Çalışma kapsamında Eseli, Harköy, İsrail maden sahaları ve kontrol sahasından alınan toprak, su, dere sedimanı ve fındık örneklerindeki As, Cr, Co, Cd, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb ve Zn elementleri için insan sağlığı risk değerlendirmesi yapılmıştır. Risk değerlendirmesinde

maruziyet yolları, oral ve dermal olup hem yetişkinler hem de çocuklar için ayrı ayrı hesaplama yapılmıştır. Kanser risk hesaplamaları ise sadece As elementi için hem yetişkinler hem de çocuklar için uygulanmıştır.

İnceleme sahalarında As, Cr, Co, Cd, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb ve Zn elementlerine ait ortalama konsantrasyonlar Tablo 5.3'te verilmiştir.

Su örneklerinde en yüksek ortalama As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mo, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonları Eseli sahasında; Hg ve Mn konsantrasyonları Harköy sahasında belirlenmiştir.

Toprak örneklerinde en yüksek ortalama Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn konsantrasyonları Eseli sahasında; As, Cr, Hg ve Pb konsantrasyonları Harköy sahasında; Mo konsantrasyonu ise İsrail sahasında gözlenmiştir.

Dere sedimanı örneklerinde en yüksek ortalama As, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mo, Pb ve Zn konsantrasyonları Eseli sahasında; Mn konsantrasyonu Harköy sahasında; Cr ve Ni konsantrasyonları Kontrol sahasında belirlenmiştir.

Fındık örneklerinde en yüksek ortalama Cd ve Mo konsantrasyonları Eseli sahasında; As, Co, Cr, Cu, Ni ve Zn konsantrasyonları İsrail sahasında; Hg ve Pb konsantrasyonları Harköy sahasında; Mn konsantrasyonu ise kontrol sahasında gözlenmiştir.

5.4.1. Kanser Dışı Risklerin Değerlendirilmesi

Kanser dışı riskler, tehlike katsayısı (HQ) olarak adlandırılan bir terim ile tanımlanır. Bu değerlendirme için öncelikle günlük alım dozları (ADI) belirlenir. Tablo 5.4'te inceleme sahaları için hesaplanmış ortalama ADI değerleri verilmiştir.

Bütün sahalarda, ortamlardan (su, toprak, dere sedimanı, bitki) hesaplanan elementlere ait ortalama ADI değerleri oral maruziyet > dermal maruziyet şeklindedir.

Elementlere ait en yüksek ortalama ADI değerleri Eseli sahasında Cr ve Mn için fındıklardan; As, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb ve Zn elementleri için sulardan oral maruziyet yolu ile alınmıştır.

Tablo 5.3. Tüm sahalara ait bazı elementlerin ortalama konsantrasyonları

ESELİ SAHASI	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
TOPRAK mg/kg	156,84	5,96	17,89	24	1693,03	4,81%	0,7	1580,74	7,75	17,33	499,26	1226,13
SU µg/L	668,85	126,01	19,63	16,52	15051,6	65965,4	0,1	378,48	18,19	17,52	213,49	22419,7
FINDIK mg/kg	0,1	0,05	0,18	1,83	23,57	0,01%	2,17 µg/kg	61,33	0,39	1,07	0,02	25,17
DERE SEDİMANI mg/kg	495,94	42,41	17,54	14,71	3502,17	7,62%	3,86	777,71	31,6	11,34	2635,5	5318,29
HARKÖY SAHASI	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
TOPRAK mg/kg	247,76	3,86	12,08	19,32	445,68	4,58%	0,96	825,8	10,2	8,95	1257,24	559,88
SU µg/L	1,94	60,14	2,41	0,77	295,95	1306,95	1,04	444,68	1,78	4,24	82,57	6131,06
FINDIK mg/kg	0,1	0,02	0,38	1,84	22,36	0,01%	3 µg/kg	111,83	0,12	1,38	0,04	25,56
DERE SEDİMANI mg/kg	94,18	16,53	11,25	6	515,04	2,58%	0,35	1568,63	3,31	7,7	552,13	2535,63
İSRAİL SAHASI	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
TOPRAK mg/kg	103,43	0,21	3,1	9,37	162,26	2,40%	0,16	154,53	12,37	6,1	224,94	69,4
SU µg/L	53,58	2,01	6,69	0,66	330,38	9904,86	0,1	45,64	1,03	1,71	20,55	478,93
FINDIK mg/kg	0,11	0,01	0,43	1,94	24,12	0,01%	1,28 µg/kg	100,89	0,19	2,08	0,13	25,86
DERE SEDİMANI mg/kg	143,06	2,38	8,18	4,13	341,42	3,55%	0,24	519,94	7,17	4,33	206,24	395,25
KONTROL SAHASI	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
TOPRAK mg/kg	9,04	0,1	17,39	15,43	20,51	4,21%	0,08	1781	0,41	10,47	48,9	98,57
SU µg/L	0,75	0,07	0,03	0,5	3,08	19	0,1	1,71	0,6	0,23	0,33	27,38
FINDIK mg/kg	0,1	0,01	0,31	1,72	16,59	0,01%	1,8 µg/kg	150,2	0,02	1,84	0,01	22,28
DERE SEDİMANI mg/kg	10,95	0,65	13,8	17,5	53,1	2,95%	0,07	808	0,6	13,1	59,95	153

Harköy sahasında Co, Cr, Mn ve Ni elementleri fındıklardan; Fe elementi topraktan; As, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb ve Zn elementleri ise sulardan oral maruziyet yolu ile alınmıştır. İsrail sahasında Cr, Mn ve Mo elementleri fındıklardan; As, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Pb ve Zn elementleri ise sulardan oral maruziyet yolu ile alınmıştır. Kontrol sahasında As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni ve Zn elementleri fındıklardan; Fe elementi topraktan; Hg ve Mo elementleri sulardan oral maruziyet yolu ile alınmıştır.

Yetişkinler ve çocuklar için bütün ortamlar ve maruziyet yollarından hesaplanmış ortalama ADI değerlerine göre Eseli, İsrail ve kontrol sahalarında en yüksek Fe, Harköy sahasında ise Zn elementinin günlük alımı olmuştur.

HQ değeri hesaplanan ADI değerlerinin referans doza oranlanması ile elde edilir. HQ toplamları ise HI (tehlike indeksi) değerini verir. $HI > 1$ olduğu durumlarda insan sağlığı için olumsuz etkiler oluşabilir.

Kontrol sahasında oral ve dermal maruziyet birlikte değerlendirildiğinde elementler hem yetişkinler hem de çocuklar için güvenli aralıktadır.

Şekil 5.12'de sahalara ait ortalama HI değerleri görülmektedir. Kontrol sahası elementlerine ait ortalama HI değerleri, güvenli sınır değer olan 1'den düşüktür. Ancak elementlerin kümülatif etkisi düşünüldüğünde özellikle çocuklar için düşük de olsa bir risk oluşturabilir (Tablo 5.7). Bu riske en büyük katkıyı özellikle, topraktan oral maruziyet (kazara toprak yemek) yolu ile As elementi sağlar.

Maden sahalarında elementlerin kümülatif etkisi bakımından hem yetişkinler hem de çocuklarda en yüksek risk, Eseli sahasında gözlenmiştir (Şekil 5.12). Eseli maden sahasında toprakta oral ve dermal maruziyet birlikte değerlendirildiğinde yetişkinler ve çocuklar için As, Cd, Fe, Cu ve Pb elementleri risk teşkil eder.

Fındıklar için hesaplanan HI değerleri, yetişkin ve çocuklar için güvenli aralıktadır. Sular için oral ve dermal maruziyet birlikte değerlendirildiğinde hem yetişkinler hem de çocuklar için As, Cd, Cu, Fe, Pb ve Zn elementleri risk kaynağıdır. Dere sedimanında oral ve dermal maruziyet birlikte değerlendirildiğinde yetişkinlerde As, çocuklarda As ve Pb elementleri risk teşkil eder.

Harköy toprakları oral ve dermal maruziyet birlikte değerlendirildiğinde yetişkinlerde As, çocuklarda As ve Pb elementleri risk oluşturabilir. Bitki (fındık) ve dere sedimanında ortalama HI değerleri, yetişkinler ve çocuklar için güvenli aralıktadır. Sularda oral ve dermal maruziyet birlikte değerlendirildiğinde yetişkinlerde Cd, çocuklarda Cd, Pb, Zn ve Mn elementleri risk oluşturabilir.

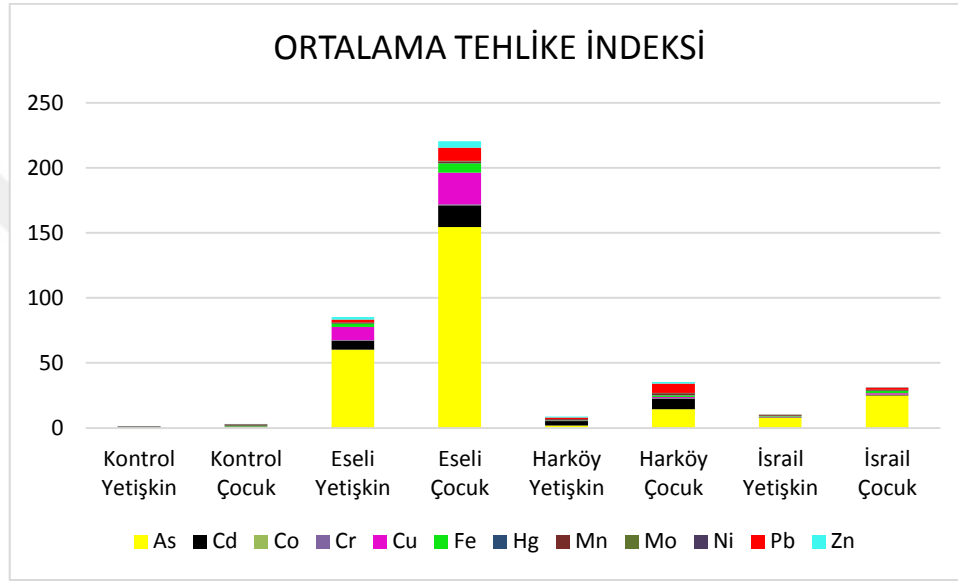
Tablo 5.4. Kanser dışı risklerde yetişkinler için hesaplanmış ADI değerleri

ESELİ	MARUZİYET	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	TOPLAM
TOPRAK	ORAL	1,87E-04	7,80E-06	2,66E-05	4,08E-05	2,33E-03	6,59E-02	8,19E-07	2,43E-03	9,98E-06	2,71E-05	6,00E-04	1,64E-03	7,32E-02
	DERMAL	2,24E-05	3,11E-08	1,06E-07	1,63E-07	9,29E-06	2,63E-04	3,27E-09	9,68E-06	3,98E-08	1,08E-07	2,40E-06	6,55E-06	3,14E-04
SU	ORAL	1,74E-02	3,28E-03	5,11E-04	4,31E-04	3,92E-01	1,72E+00	2,74E-06	9,85E-03	4,76E-04	4,56E-04	5,56E-03	5,84E-01	2,73E+00
	DERMAL	2,88E-05	5,42E-06	3,38E-07	1,42E-06	6,48E-04	2,84E-03	4,53E-09	1,63E-05	7,87E-07	1,51E-07	9,19E-07	5,79E-04	4,12E-03
FINDIK	ORAL	2,74E-05	1,42E-05	6,89E-05	5,14E-04	6,57E-03	1,41E-02	5,63E-07	1,85E-02	1,47E-04	3,26E-04	9,18E-06	7,19E-03	4,74E-02
SEDİMAN	ORAL	3,40E-04	2,91E-05	1,20E-05	1,01E-05	2,40E-03	5,22E-02	2,64E-06	5,33E-04	2,16E-05	7,77E-06	1,81E-03	3,64E-03	6,10E-02
	DERMAL	8,13E-05	2,32E-07	9,59E-08	8,04E-08	1,91E-05	4,16E-04	2,11E-08	4,25E-06	1,73E-07	6,20E-08	1,44E-05	2,91E-05	5,65E-04
TOPLAM		1,81E-02	3,34E-03	6,19E-04	9,97E-04	4,04E-01	1,85E+00	6,79E-06	3,13E-02	6,56E-04	8,17E-04	7,99E-03	5,97E-01	2,92E+00
HARKÖY	MARUZİYET	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	TOPLAM
TOPRAK	ORAL	3,39E-04	5,29E-06	1,66E-05	2,65E-05	6,11E-04	6,28E-02	1,32E-06	1,13E-03	1,40E-05	1,23E-05	1,72E-03	7,67E-04	6,74E-02
	DERMAL	4,06E-05	2,11E-08	6,60E-08	1,06E-07	2,44E-06	2,50E-04	5,25E-09	4,51E-06	5,58E-08	4,89E-08	6,87E-06	3,06E-06	3,08E-04
SU	ORAL	5,32E-05	1,65E-03	6,60E-05	2,11E-05	8,11E-03	3,58E-02	2,85E-05	1,22E-02	4,88E-05	1,16E-04	2,26E-03	1,68E-01	2,28E-01
	DERMAL	8,79E-08	2,72E-06	4,36E-08	6,97E-08	1,34E-05	5,92E-05	4,71E-08	2,01E-05	8,06E-08	3,84E-08	3,74E-07	1,67E-04	2,63E-04
FINDIK	ORAL	2,74E-05	5,63E-06	1,04E-04	5,05E-04	6,13E-03	1,52E-02	8,22E-07	3,06E-02	3,18E-05	3,77E-04	1,11E-05	7,00E-03	6,01E-02
SEDİMAN	ORAL	6,45E-05	1,13E-05	7,71E-06	4,11E-06	3,53E-04	1,77E-02	2,42E-07	1,07E-03	2,27E-06	5,27E-06	3,78E-04	1,74E-03	2,13E-02
	DERMAL	1,54E-05	9,03E-08	6,15E-08	3,28E-08	2,82E-06	1,41E-04	1,93E-09	8,57E-06	1,81E-08	4,21E-08	3,02E-06	1,39E-05	1,85E-04
TOPLAM		5,41E-04	1,67E-03	1,95E-04	5,57E-04	1,52E-02	1,32E-01	3,09E-05	4,51E-02	9,70E-05	5,11E-04	4,38E-03	1,78E-01	3,78E-01
İSRAİL	MARUZİYET	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	TOPLAM
TOPRAK	ORAL	1,42E-04	2,88E-07	4,24E-06	1,28E-05	2,22E-04	3,29E-02	2,16E-07	2,12E-04	1,69E-05	8,36E-06	3,08E-04	9,51E-05	3,39E-02
	DERMAL	1,70E-05	1,15E-09	1,69E-08	5,12E-08	8,87E-07	1,31E-04	8,60E-10	8,45E-07	6,76E-08	3,34E-08	1,23E-06	3,79E-07	1,52E-04
SU	ORAL	2,04E-03	7,55E-05	2,56E-04	1,99E-05	1,26E-02	3,79E-01	2,74E-06	1,65E-03	3,25E-05	6,34E-05	7,85E-04	1,81E-02	4,15E-01
	DERMAL	3,37E-06	1,25E-07	1,69E-07	6,58E-08	2,08E-05	6,27E-04	4,53E-09	2,72E-06	5,37E-08	2,10E-08	1,30E-07	1,79E-05	6,73E-04
FINDIK	ORAL	3,04E-05	3,50E-06	1,19E-04	5,31E-04	6,61E-03	1,58E-02	3,50E-07	2,76E-02	5,08E-05	5,69E-04	3,58E-05	7,08E-03	5,85E-02
SEDİMAN	ORAL	1,16E-04	1,48E-06	5,37E-06	2,33E-06	2,44E-04	1,81E-02	1,83E-07	3,30E-04	6,41E-06	2,63E-06	1,75E-04	2,42E-04	1,92E-02
	DERMAL	2,79E-05	1,18E-08	4,29E-08	1,86E-08	1,95E-06	1,45E-04	1,46E-09	2,64E-06	5,12E-08	2,10E-08	1,39E-06	1,93E-06	1,81E-04
TOPLAM		2,37E-03	8,09E-05	3,85E-04	5,66E-04	1,97E-02	4,47E-01	3,50E-06	2,98E-02	1,07E-04	6,44E-04	1,31E-03	2,55E-02	5,28E-01
KONTROL	MARUZİYET	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	TOPLAM
TOPRAK	ORAL	1,24E-05	1,37E-07	2,38E-05	2,11E-05	2,81E-05	5,77E-02	1,15E-07	2,44E-03	5,68E-07	1,43E-05	6,70E-05	1,35E-04	6,04E-02
	DERMAL	1,48E-06	5,47E-10	9,50E-08	8,43E-08	1,12E-07	2,30E-04	4,61E-10	9,73E-06	2,26E-09	5,72E-08	2,67E-07	5,39E-07	2,43E-04
SU	ORAL	1,92E-05	3,63E-06	1,03E-06	1,37E-05	1,32E-04	5,68E-04	3,42E-06	1,89E-04	7,53E-06	6,16E-06	7,53E-06	7,49E-04	1,70E-03
	DERMAL	3,17E-08	6,00E-09	6,79E-10	4,53E-08	2,19E-07	9,40E-07	5,66E-09	3,12E-07	1,25E-08	2,04E-09	1,25E-09	7,42E-07	2,32E-06
FINDIK	ORAL	2,74E-05	3,84E-06	8,55E-05	4,71E-04	4,54E-03	1,70E-02	4,93E-07	4,12E-02	6,03E-06	5,04E-04	2,74E-06	6,10E-03	6,99E-02
TOPLAM		6,05E-05	7,61E-06	1,10E-04	5,06E-04	4,71E-03	7,55E-02	4,04E-06	4,38E-02	1,41E-05	5,25E-04	7,75E-05	6,99E-03	1,32E-01

Tablo 5.5. Kanser dışı risklerde çocuklar için hesaplanmış ADI değerleri

ESELİ	MARUZİYET	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	TOPLAM
TOPRAK	ORAL	1,75E-03	7,28E-05	2,48E-04	3,81E-04	2,17E-02	6,15E-01	7,64E-06	2,27E-02	9,31E-05	2,53E-04	5,60E-03	1,53E-02	6,83E-01
	DERMAL	1,47E-04	2,04E-07	6,94E-07	1,07E-06	6,09E-05	1,72E-03	2,14E-08	6,34E-05	2,61E-07	7,10E-07	1,57E-05	4,29E-05	2,05E-03
SU	ORAL	4,06E-02	7,65E-03	1,19E-03	1,00E-03	9,14E-01	4,01E+00	6,39E-06	2,30E-02	1,11E-03	1,06E-03	1,30E-02	1,36E+00	6,37E+00
	DERMAL	1,14E-04	2,14E-05	1,34E-06	5,63E-06	2,56E-03	1,12E-02	1,79E-08	6,44E-05	3,11E-06	5,96E-07	3,63E-06	2,29E-03	1,63E-02
FINDIK	ORAL	3,20E-05	1,66E-05	8,04E-05	6,00E-04	7,66E-03	1,64E-02	6,57E-07	2,16E-02	1,72E-04	3,80E-04	1,07E-05	8,39E-03	5,53E-02
SEDİMAN	ORAL	3,17E-03	2,71E-04	1,12E-04	9,41E-05	2,24E-02	4,87E-01	2,47E-05	4,97E-03	2,02E-04	7,25E-05	1,68E-02	3,40E-02	5,69E-01
	DERMAL	5,33E-04	1,52E-06	6,28E-07	5,27E-07	1,25E-04	2,73E-03	1,38E-07	2,78E-05	1,13E-06	4,06E-07	9,43E-05	1,90E-04	3,70E-03
TOPLAM		4,64E-02	8,04E-03	1,64E-03	2,09E-03	9,69E-01	5,14E+00	3,95E-05	7,23E-02	1,58E-03	1,77E-03	3,55E-02	1,42E+00	7,70E+00
HARKÖY	MARUZİYET	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	TOPLAM
TOPRAK	ORAL	3,17E-03	4,94E-05	1,54E-04	2,47E-04	5,70E-03	5,86E-01	1,23E-05	1,06E-02	1,30E-04	1,14E-04	1,61E-02	7,16E-03	6,29E-01
	DERMAL	2,66E-04	1,38E-07	4,33E-07	6,92E-07	1,60E-05	1,64E-03	3,44E-08	2,96E-05	3,65E-07	3,20E-07	4,50E-05	2,00E-05	2,02E-03
SU	ORAL	1,24E-04	3,84E-03	1,54E-04	4,92E-05	1,89E-02	8,35E-02	6,65E-05	2,84E-02	1,14E-04	2,71E-04	5,28E-03	3,92E-01	5,33E-01
	DERMAL	3,47E-07	1,08E-05	1,72E-07	2,76E-07	5,30E-05	2,34E-04	1,86E-07	7,96E-05	3,19E-07	1,52E-07	1,48E-06	6,58E-04	1,04E-03
FINDIK	ORAL	3,20E-05	6,57E-06	1,21E-04	5,90E-04	7,15E-03	1,78E-02	9,59E-07	3,57E-02	3,71E-05	4,40E-04	1,30E-05	8,17E-03	7,01E-02
SEDİMAN	ORAL	6,02E-04	1,06E-04	7,19E-05	3,84E-05	3,29E-03	1,65E-01	2,26E-06	1,00E-02	2,12E-05	4,92E-05	3,53E-03	1,62E-02	1,99E-01
	DERMAL	1,01E-04	5,92E-07	4,03E-07	2,15E-07	1,84E-05	9,23E-04	1,27E-08	5,62E-05	1,19E-07	2,76E-07	1,98E-05	9,08E-05	1,21E-03
TOPLAM		4,29E-03	4,02E-03	5,03E-04	9,25E-04	3,51E-02	8,55E-01	8,22E-05	8,49E-02	3,03E-04	8,76E-04	2,50E-02	4,24E-01	1,43E+00
İSRAİL	MARUZİYET	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	TOPLAM
TOPRAK	ORAL	1,32E-03	2,68E-06	3,96E-05	1,20E-04	2,07E-03	3,07E-01	2,01E-06	1,98E-03	1,58E-04	7,80E-05	2,88E-03	8,87E-04	3,17E-01
	DERMAL	1,11E-04	7,52E-09	1,11E-07	3,35E-07	5,81E-06	8,60E-04	5,63E-09	5,53E-06	4,43E-07	2,18E-07	8,05E-06	2,48E-06	9,94E-04
SU	ORAL	4,75E-03	1,76E-04	5,97E-04	4,65E-05	2,94E-02	8,85E-01	6,39E-06	3,84E-03	7,59E-05	1,48E-04	1,83E-03	4,22E-02	9,68E-01
	DERMAL	1,33E-05	4,93E-07	6,69E-07	2,60E-07	8,22E-05	2,48E-03	1,79E-08	1,08E-05	2,12E-07	8,28E-08	5,13E-07	7,08E-05	2,66E-03
FINDIK	ORAL	3,55E-05	4,08E-06	1,39E-04	6,20E-04	7,71E-03	1,85E-02	4,08E-07	3,22E-02	5,93E-05	6,64E-04	4,17E-05	8,26E-03	6,83E-02
SEDİMAN	ORAL	1,09E-03	1,38E-05	5,02E-05	2,17E-05	2,28E-03	1,69E-01	1,71E-06	3,08E-03	5,99E-05	2,46E-05	1,63E-03	2,26E-03	1,80E-01
	DERMAL	1,82E-04	7,71E-08	2,81E-07	1,22E-07	1,27E-05	9,47E-04	9,57E-09	1,73E-05	3,35E-07	1,38E-07	9,12E-06	1,26E-05	1,18E-03
TOPLAM		7,51E-03	1,97E-04	8,27E-04	8,08E-04	4,15E-02	1,38E+00	1,06E-05	4,12E-02	3,54E-04	9,15E-04	6,40E-03	5,37E-02	1,54E+00
KONTROL	MARUZİYET	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	TOPLAM
TOPRAK	ORAL	1,16E-04	1,28E-06	2,22E-04	1,97E-04	2,62E-04	5,38E-01	1,08E-06	2,28E-02	5,30E-06	1,34E-04	6,25E-04	1,26E-03	5,64E-01
	DERMAL	9,71E-06	3,58E-09	6,22E-07	5,52E-07	7,34E-07	1,51E-03	3,02E-09	6,38E-05	1,48E-08	3,75E-07	1,75E-06	3,53E-06	1,59E-03
SU	ORAL	4,47E-05	8,47E-06	2,40E-06	3,20E-05	3,08E-04	1,33E-03	7,99E-06	4,41E-04	1,76E-05	1,44E-05	1,76E-05	1,75E-03	3,97E-03
	DERMAL	1,25E-07	2,37E-08	2,68E-09	1,79E-07	8,64E-07	3,71E-06	2,24E-08	1,23E-06	4,92E-08	8,05E-09	4,92E-09	2,93E-06	9,16E-06
FINDIK	ORAL	3,20E-05	4,47E-06	9,97E-05	5,50E-04	5,30E-03	1,98E-02	5,75E-07	4,80E-02	7,03E-06	5,88E-04	3,20E-06	7,12E-03	8,15E-02
TOPLAM		2,02E-04	1,43E-05	3,25E-04	7,80E-04	5,87E-03	5,61E-01	9,67E-06	7,13E-02	3,00E-05	7,37E-04	6,48E-04	1,01E-02	6,51E-01

İsrail sahasında toprakta oral ve dermal maruziyet birlikte değerlendirildiğinde elementler yetişkinlerde risk oluşturmazken, çocuklarda As elementi olumsuz sağlık etkilerine neden olabilir. Bitki ve dere sedimanı örneklerinde ortalama HI değerleri, yetişkinler ve çocuklar için güvenli aralıktadır. Sularda oral ve dermal maruziyet birlikte değerlendirildiğinde yetişkinler için As ve çocuklar için As ve Fe elementleri risk oluşturabilir.



Şekil 5.12. İnceleme sahalarına ait ortalama HI değerlerinin kıyaslanması

Ağır metaller biyolojik süreçlere etki derecelerine göre yaşamsal veya yaşamsal olmayan olarak sınıflandırılır [139]. Hg, Cd ve Pb gibi yaşamsal olmayan elementlerin küçük miktarları önemli sağlık problemlerine neden olabilir. Ancak yaşamsal olan Fe, Cu, Zn, Ni ve Se gibi elementlerinde belli bir dozdan sonrası toksik etki yapabilir.

Ağır metaller vücuda oral, dermal ve solunum ile alınabilir. Fakat boşaltım organları ile vücuttan atılmaları zor olduğundan canlı bünyesinde birikirler. Belli bir doza ulaştığında vücutta hastalıklara hatta ölüme neden olabilir.

İnceleme sahalarında başlıca risk oluşturan elementler As, Pb, Cd, Cu, Zn ve Fe'dir. Elementlerin vücuda alımı ise oluşan risk, başlıca oral yoldan olup kısmen de dermal yol kaynaklıdır.

Pb elementi, vücut için yaşamsal olmayıp belli bir dozdan sonrası ise depolanır. Esas yerleşim yeri kemikler ve dişlerdir. Kurşun toksisitesinden başlıca sinir sistemi,

hematolojik sistem, kalp-damar sistemi ve böbrekler etkilenir [139]. Vücutta Pb birikimi ile gastrointestinal sorunlar, nörolojik hastalıklar, yüksek tansiyon ortaya çıkabilir. Genel olarak değerlendirildiğinde, bütün maden sahalarında su, toprak ve dere sedimanlarında Pb elementi tehlike kaynağıdır. Bu durum, maden sahalarında yaşayan insanlar için bir risk oluşturabilir.

Cu, vücut işlevleri açısından yaşamsal bir element olup özellikle saç, deri esnek kısımları, kemik ve bazı iç organların temel bileşenidir. Fe'nin vücutta düzenli bir şekilde kullanılması için de gereklidir. Cu olmazsa, Fe hemoglobine bağlanamaz. Cu, insan vücudunda tüm organ ve dokularda bulunur [139]. Cu elementi, vücutta dokularda birikir ve belli bir derişimden sonra toksik etkiye neden olabilir. Bu etkiyi en çok oral maruziyet sağlar. Cu toksisitesi, başta karaciğer ve böbrek olmak üzere, pek çok dokuda patolojik değişikliklere neden olabilir [139], [140]. Cu elementi, Eseli ve İsrail maden sahalarında özellikle sulardan kaynaklı insanlar için bir risk oluşturabilir.

Ağır metaller içinde en tehlikeli ve toksik metallere biri de Cd'dir. Cd elementi, vücut içinde Ca elementi gibi algılanır ve birikmeye başlar. Vücutta kalsiyum eksilmesi nedeniyle kemikler ağır ağır zayıflar. Ayakta durmak, hatta öksürmek bile kemik kırılmasına hatta iskeletin ufalanarak sonuçta hastanın ölmesine sebep olur. Cd elementinin zararları olarak kansızlık, doku ve böbrek üstü bezlerini tahrip ettiği görülmüştür. [141]. Cd elementi, Eseli ve Harköy maden sahalarında sulardan kaynaklı olarak insanlar için bir risk oluşturabilir.

Zn, tüm canlılar için büyüme ve gelişme anlamında yaşamsal bir elementtir. Ancak vücuda fazla alınması, Zn zehirlenmesine yol açabilir. Mide rahatsızlıkları, kusma ve ishal, ağızda metalik tat, baş dönmesi, düşük kan basıncı ve nefes darlığı zehirlenmenin belirtileridir. Zn elementi, Eseli ve Harköy maden sahalarında sulardan kaynaklı olarak insanlar için bir risk oluşturabilir.

Fe, vücut için gerekli olan yaşamsal bir elementtir. Fe elementi, vücut içinde hemoglobine bağlanarak oksijen taşımaya yardımcı olur. Ancak Cu ve Zn elementlerinde olduğu gibi, fazla alındığında vücutta toksik etkiye neden olur. Fe zehirlenmesinden en çok etkilenen organ karaciğerdir. Ayrıca, halsizlik, kaslarda zayıflık, cilt renginde lekelenme şeklinde bozukluk, karın ağrısı ve sinirlilik gibi belirtiler verir. Eseli ve İsrail sahalarında sulardaki Fe elementi, insanlar için bir risk oluşturabilir. Ayrıca Harköy topraklarında Fe elementi, özellikle çocuklarda olumsuz sağlık etkilerine neden olabilir.

Tablo 5.6. İnceleme sahalarında yetişkinler için hesaplanmış ortalama kanser dışı risk (HI) değerleri

ESELİ	MARUZİYET	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	TOPLAM
TOPRAK	ORAL	6,24E-01	7,80E-03	1,33E-03	1,36E-02	5,82E-02	9,41E-02	2,73E-03	1,73E-02	2,00E-03	1,36E-03	1,72E-01	5,47E-03	9,99E-01
	DERMAL	7,47E-02	1,25E-03	6,63E-06	2,17E-03	2,32E-04	3,76E-04	1,09E-05	6,92E-05	7,96E-06	1,35E-04	6,84E-04	2,18E-05	7,96E-02
SU	ORAL	5,80E+01	6,56E+00	2,55E-02	1,44E-01	9,79E+00	2,45E+00	9,13E-03	4,11E-01	9,52E-02	2,28E-02	1,59E+00	1,95E+00	8,11E+01
	DERMAL	9,59E-02	2,17E-01	2,11E-05	1,90E-02	1,62E-02	4,05E-03	1,51E-05	1,70E-02	1,57E-04	7,54E-06	2,62E-04	1,93E-03	3,71E-01
FINDIK	ORAL	9,13E-02	1,42E-02	3,44E-03	1,71E-01	1,64E-01	2,01E-02	1,88E-03	1,32E-01	2,94E-02	1,63E-02	2,62E-03	2,40E-02	6,71E-01
SEDİMAN	ORAL	1,13E+00	2,91E-02	6,01E-04	3,36E-03	6,00E-02	7,45E-02	8,81E-03	3,80E-03	4,33E-03	3,88E-04	5,16E-01	1,21E-02	1,85E+00
	DERMAL	2,71E-01	9,27E-03	5,99E-06	1,07E-03	4,79E-04	5,95E-04	7,03E-05	3,04E-05	3,45E-05	7,75E-05	4,12E-03	9,69E-05	2,87E-01
TOPLAM		6,03E+01	6,84E+00	3,10E-02	3,54E-01	1,01E+01	2,65E+00	2,26E-02	5,81E-01	1,31E-01	4,11E-02	2,28E+00	1,99E+00	8,53E+01
HARKÖY	MARUZİYET	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	TOPLAM
TOPRAK	ORAL	1,13E+00	5,29E-03	8,28E-04	8,82E-03	1,53E-02	8,96E-02	4,39E-03	8,08E-03	2,80E-03	6,13E-04	4,92E-01	2,56E-03	1,76E+00
	DERMAL	1,35E-01	8,45E-04	4,13E-06	1,41E-03	6,09E-05	3,58E-04	1,75E-05	3,22E-05	1,12E-05	6,12E-05	1,96E-03	1,02E-05	1,40E-01
SU	ORAL	1,77E-01	3,30E+00	3,30E-03	7,03E-03	2,03E-01	5,12E-02	9,50E-02	5,08E-01	9,75E-03	5,80E-03	6,46E-01	5,60E-01	5,56E+00
	DERMAL	2,93E-04	1,09E-01	2,73E-06	9,30E-04	3,35E-04	8,46E-05	1,57E-04	2,10E-02	1,61E-05	1,92E-06	1,07E-04	5,55E-04	1,32E-01
FINDIK	ORAL	9,13E-02	5,63E-03	5,21E-03	1,68E-01	1,53E-01	2,17E-02	2,74E-03	2,19E-01	6,36E-03	1,89E-02	3,17E-03	2,33E-02	7,19E-01
SEDİMAN	ORAL	2,15E-01	1,13E-02	3,85E-04	1,37E-03	8,82E-03	2,52E-02	8,08E-04	7,67E-03	4,54E-04	2,64E-04	1,08E-01	5,79E-03	3,85E-01
	DERMAL	5,15E-02	3,61E-03	3,84E-06	4,37E-04	7,04E-05	2,01E-04	6,45E-06	6,12E-05	3,62E-06	5,26E-05	8,62E-04	4,62E-05	5,68E-02
TOPLAM		1,80E+00	3,43E+00	9,73E-03	1,88E-01	3,80E-01	1,88E-01	1,03E-01	7,63E-01	1,94E-02	2,57E-02	1,25E+00	5,92E-01	8,76E+00
İSRAİL	MARUZİYET	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	TOPLAM
TOPRAK	ORAL	4,72E-01	2,88E-04	2,12E-04	4,28E-03	5,56E-03	4,70E-02	7,18E-04	1,51E-03	3,39E-03	4,18E-04	8,80E-02	3,17E-04	6,24E-01
	DERMAL	5,65E-02	4,59E-05	1,06E-06	6,83E-04	2,22E-05	1,88E-04	2,87E-06	6,03E-06	1,35E-05	4,17E-05	3,51E-04	1,26E-06	5,79E-02
SU	ORAL	6,79E+00	1,51E-01	1,28E-02	6,64E-03	3,15E-01	5,42E-01	9,13E-03	6,86E-02	6,50E-03	3,17E-03	2,24E-01	6,02E-02	8,19E+00
	DERMAL	1,12E-02	4,99E-03	1,06E-05	8,78E-04	5,20E-04	8,96E-04	1,51E-05	2,84E-03	1,07E-05	1,05E-06	3,71E-05	5,97E-05	2,15E-02
FINDIK	ORAL	1,01E-01	3,50E-03	5,94E-03	1,77E-01	1,65E-01	2,26E-02	1,17E-03	1,97E-01	1,02E-02	2,85E-02	1,02E-02	2,36E-02	7,47E-01
SEDİMAN	ORAL	3,88E-01	1,48E-03	2,69E-04	7,76E-04	6,10E-03	2,59E-02	6,10E-04	2,36E-03	1,28E-03	1,32E-04	4,99E-02	8,06E-04	4,77E-01
	DERMAL	9,29E-02	4,71E-04	2,68E-06	2,48E-04	4,87E-05	2,07E-04	4,87E-06	1,88E-05	1,02E-05	2,63E-05	3,98E-04	6,43E-06	9,43E-02
TOPLAM		7,91E+00	1,62E-01	1,92E-02	1,91E-01	4,92E-01	6,39E-01	1,17E-02	2,73E-01	2,14E-02	3,23E-02	3,73E-01	8,50E-02	1,02E+01
KONTROL	MARUZİYET	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	TOPLAM
TOPRAK	ORAL	4,13E-02	1,37E-04	1,19E-03	7,05E-03	7,03E-04	8,24E-02	3,85E-04	1,74E-02	1,14E-04	7,17E-04	1,91E-02	4,50E-04	1,71E-01
	DERMAL	4,94E-03	2,19E-05	5,94E-06	1,12E-03	2,80E-06	3,29E-04	1,54E-06	6,95E-05	4,53E-07	7,15E-05	7,64E-05	1,80E-06	6,65E-03
SU	ORAL	6,39E-02	7,26E-03	5,14E-05	4,57E-03	3,30E-03	8,12E-04	1,14E-02	7,87E-03	1,51E-03	3,08E-04	2,15E-03	2,50E-03	1,06E-01
	DERMAL	1,06E-04	2,40E-04	4,25E-08	6,04E-04	5,46E-06	1,34E-06	1,89E-05	3,25E-04	2,49E-06	1,02E-07	3,56E-07	2,47E-06	1,31E-03
FINDIK	ORAL	9,13E-02	3,84E-03	4,27E-03	1,57E-01	1,14E-01	2,43E-02	1,64E-03	2,94E-01	1,21E-03	2,52E-02	7,83E-04	2,03E-02	7,38E-01
TOPLAM		2,02E-01	1,15E-02	5,52E-03	1,70E-01	1,18E-01	1,08E-01	1,35E-02	3,20E-01	2,83E-03	2,63E-02	2,22E-02	2,33E-02	1,02E+00

Tablo 5.7. İnceleme sahalarında çocuklar için hesaplanmış ortalama kanser dışı risk (HI) değerleri

ESELİ	MARUZİYET	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	TOPLAM
TOPRAK	ORAL	5,82E+00	7,28E-02	1,24E-02	1,27E-01	5,43E-01	8,79E-01	2,55E-02	1,62E-01	1,86E-02	1,27E-02	1,60E+00	5,10E-02	9,33E+00
	DERMAL	4,89E-01	8,16E-03	4,34E-05	1,42E-02	1,52E-03	2,46E-03	7,13E-05	4,53E-04	5,22E-05	8,87E-04	4,48E-03	1,43E-04	5,21E-01
SU	ORAL	5,80E+01	6,56E+00	2,55E-02	1,44E-01	9,79E+00	2,45E+00	9,13E-03	4,11E-01	9,52E-02	2,28E-02	1,59E+00	1,95E+00	8,11E+01
	DERMAL	9,59E-02	2,17E-01	2,11E-05	1,90E-02	1,62E-02	4,05E-03	1,51E-05	1,70E-02	1,57E-04	7,54E-06	2,62E-04	1,93E-03	3,71E-01
FINDIK	ORAL	1,07E-01	1,66E-02	4,02E-03	2,00E-01	1,92E-01	2,34E-02	2,19E-03	1,54E-01	3,43E-02	1,90E-02	3,06E-03	2,80E-02	7,83E-01
SEDİMAN	ORAL	1,06E+01	2,71E-01	5,61E-03	3,14E-02	5,60E-01	6,96E-01	8,23E-02	3,55E-02	4,04E-02	3,63E-03	4,81E+00	1,13E-01	1,72E+01
	DERMAL	1,78E+00	6,07E-02	3,93E-05	7,02E-03	3,13E-03	3,90E-03	4,61E-04	1,99E-04	2,26E-04	5,08E-04	2,70E-02	6,35E-04	1,88E+00
TOPLAM		7,69E+01	7,21E+00	4,77E-02	5,42E-01	1,11E+01	4,06E+00	1,20E-01	7,79E-01	1,89E-01	5,95E-02	8,04E+00	2,14E+00	1,11E+02
HARKÖY	MARUZİYET	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	TOPLAM
TOPRAK	ORAL	1,06E+01	4,94E-02	7,72E-03	8,23E-02	1,42E-01	8,37E-01	4,10E-02	7,54E-02	2,61E-02	5,72E-03	4,59E+00	2,39E-02	1,64E+01
	DERMAL	8,87E-01	5,53E-03	2,70E-05	9,22E-03	3,99E-04	2,34E-03	1,15E-04	2,11E-04	7,31E-05	4,01E-04	1,29E-02	6,68E-05	9,18E-01
SU	ORAL	4,13E-01	7,69E+00	7,70E-03	1,64E-02	4,73E-01	1,19E-01	2,22E-01	1,18E+00	2,28E-02	1,35E-02	1,51E+00	1,31E+00	1,30E+01
	DERMAL	1,16E-03	4,31E-01	1,08E-05	3,68E-03	1,32E-03	3,34E-04	6,21E-04	8,29E-02	6,37E-05	7,58E-06	4,22E-04	2,19E-03	5,23E-01
FINDIK	ORAL	1,07E-01	6,57E-03	6,07E-03	1,97E-01	1,79E-01	2,54E-02	3,20E-03	2,55E-01	7,42E-03	2,20E-02	3,70E-03	2,72E-02	8,39E-01
SEDİMAN	ORAL	2,01E+00	1,06E-01	3,60E-03	1,28E-02	8,23E-02	2,36E-01	7,54E-03	7,16E-02	4,24E-03	2,46E-03	1,01E+00	5,40E-02	3,59E+00
	DERMAL	3,37E-01	2,37E-02	2,52E-05	2,86E-03	4,61E-04	1,32E-03	4,22E-05	4,01E-04	2,37E-05	3,45E-04	5,65E-03	3,03E-04	3,72E-01
TOPLAM		1,43E+01	8,31E+00	2,52E-02	3,24E-01	8,79E-01	1,22E+00	2,74E-01	1,67E+00	6,07E-02	4,45E-02	7,13E+00	1,41E+00	3,57E+01
İSRAİL	MARUZİYET	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	TOPLAM
TOPRAK	ORAL	4,41E+00	2,68E-03	1,98E-03	3,99E-02	5,19E-02	4,39E-01	6,71E-03	1,41E-02	3,16E-02	3,90E-03	8,22E-01	2,96E-03	5,82E+00
	DERMAL	3,70E-01	3,01E-04	6,93E-06	4,47E-03	1,45E-04	1,23E-03	1,88E-05	3,95E-05	8,86E-05	2,73E-04	2,30E-03	8,28E-06	3,79E-01
SU	ORAL	1,58E+01	3,52E-01	2,99E-02	1,55E-02	7,34E-01	1,26E+00	2,13E-02	1,60E-01	1,52E-02	7,39E-03	5,23E-01	1,41E-01	1,91E+01
	DERMAL	4,44E-02	1,97E-02	4,18E-05	3,47E-03	2,06E-03	3,54E-03	5,97E-05	1,12E-02	4,25E-05	4,14E-06	1,46E-04	2,36E-04	8,49E-02
FINDIK	ORAL	1,18E-01	4,08E-03	6,93E-03	2,07E-01	1,93E-01	2,64E-02	1,36E-03	2,30E-01	1,19E-02	3,32E-02	1,19E-02	2,75E-02	8,71E-01
SEDİMAN	ORAL	3,62E+00	1,38E-02	2,51E-03	7,25E-03	5,69E-02	2,42E-01	5,70E-03	2,20E-02	1,20E-02	1,23E-03	4,66E-01	7,52E-03	4,46E+00
	DERMAL	6,08E-01	3,09E-03	1,76E-05	1,62E-03	3,19E-04	1,35E-03	3,19E-05	1,23E-04	6,70E-05	1,72E-04	2,61E-03	4,21E-05	6,18E-01
TOPLAM		2,50E+01	3,96E-01	4,14E-02	2,79E-01	1,04E+00	1,98E+00	3,52E-02	4,38E-01	7,08E-02	4,62E-02	1,83E+00	1,79E-01	3,13E+01
KONTROL	MARUZİYET	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	TOPLAM
TOPRAK	ORAL	3,85E-01	1,28E-03	1,11E-02	6,58E-02	6,56E-03	7,69E-01	3,59E-03	1,63E-01	1,06E-03	6,69E-03	1,79E-01	4,20E-03	1,60E+00
	DERMAL	3,24E-02	1,43E-04	3,89E-05	7,36E-03	1,84E-05	2,15E-03	1,01E-05	4,55E-04	2,97E-06	4,69E-04	5,00E-04	1,18E-05	4,35E-02
SU	ORAL	1,49E-01	1,69E-02	1,20E-04	1,07E-02	7,71E-03	1,89E-03	2,66E-02	1,84E-02	3,52E-03	7,19E-04	5,02E-03	5,82E-03	2,47E-01
	DERMAL	4,18E-04	9,49E-04	1,68E-07	2,39E-03	2,16E-05	5,31E-06	7,46E-05	1,29E-03	9,84E-06	4,03E-07	1,41E-06	9,78E-06	5,16E-03
FINDIK	ORAL	1,07E-01	4,47E-03	4,99E-03	1,83E-01	1,33E-01	2,83E-02	1,92E-03	3,43E-01	1,41E-03	2,94E-02	9,13E-04	2,37E-02	8,60E-01
TOPLAM		6,74E-01	2,38E-02	1,63E-02	2,69E-01	1,47E-01	8,02E-01	3,22E-02	5,26E-01	5,99E-03	3,73E-02	1,85E-01	3,38E-02	2,75E+00

5.4.2. Karsinogenik Risklerin Değerlendirilmesi

Karsinogen elementler için kanser riski, günlük alınan doz (ADI) ile eğim faktörünün (SF) çarpımıyla elde edilir. Kabul edilebilir veya tolere edilebilir risk, 10^{-4} – 10^{-6} aralığındadır Risk hesaplamaları sadece As elementi için yapılmıştır. ADI hesaplamalarında maruziyet süresi 70 yıl olarak baz alınmıştır.

Kontrol sahasına ait risk hesaplamalarında, 10^{-4} üzerinde herhangi bir değer bulunmamaktadır (Şekil 5.13).

Eseli sahasında oral maruziyetin ortalama Risk değerleri, bitkiler (fındık) için güvenli aralıktadır. Ancak su, toprak ve dere sedimanında As elementi, insanlar için olumsuz sağlık etkilerine neden olabilir.

Eseli sahasında dermal maruziyet sonuçları yetişkinlerde tolere edilebilir seviyede iken çocuklarda $1,02E-04$ değeri ile belirtilen sınırın biraz üstündedir.

Eseli sahasının ortalama Risk değerlerine göre, hem yetişkinlerde hem de çocuklarda riske olan katkıları bakımından birincil maruziyet yolu oral olup, su en riskli ortamı teşkil eder.

Harköy sahasında yetişkinler ve çocuklar için, topraktan oral maruziyet ile gelen As elementi güvenli aralığın dışındadır. Diğer ortamlar (dere sediman, su ve bitki) ise tolere edilebilir aralıktadır.

Harköy sahasındaki tüm ortamlarda, yetişkinler ve çocuklar için dermal maruziyet yolu ile hesaplanan risk değerleri kabul edilebilir aralıktadır.

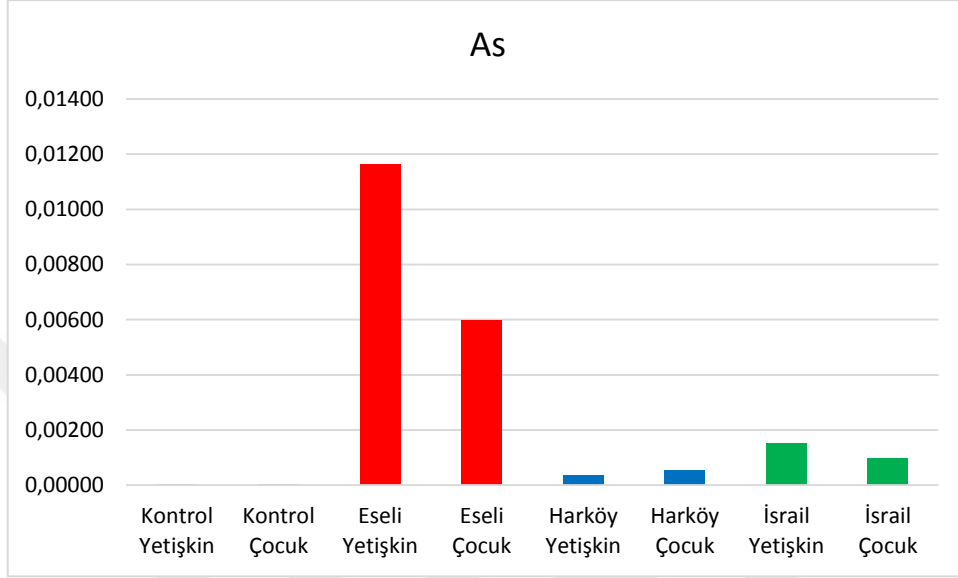
Harköy sahasının ortalama Risk değerlerine göre, hem yetişkinlerde hem de çocuklarda riske olan katkıları bakımından birincil maruziyet yolu oral olup, toprak en riskli ortamı teşkil eder.

İsrail sahasında yetişkinler için, sudan oral maruziyet ile gelen As elementi güvenli aralıkta değildir. Diğer ortamlar oral maruziyette ayrı ayrı değerlendirildiğinde (dere sediman, toprak ve bitki) tolere edilebilir aralıktadır. Çocuklar için, tüm ortamlardan oral maruziyet ile gelen As elementi, güvenli değerlerin dışındadır.

İsrail sahasındaki tüm ortamlarda, yetişkinler ve çocuklar için dermal maruziyet yolu ile hesaplanan risk değerleri kabul edilebilir aralıktadır.

İsrail sahasının ortalama Risk değerlerine göre, hem yetişkinlerde hem de çocuklarda riske olan katkıları bakımından birincil maruziyet yolu oral olup, su en riskli ortamı teşkil eder.

Tüm bu değerlendirmelere göre, As elementinin en yüksek ortalama Risk değeri Eseli sahasında hesaplanmıştır (Şekil 5.13). Ancak As elementi, tüm sahalarda önemli bir problem kaynağıdır.



Şekil 5.13. İnceleme sahalарına ait ortalama Risk değerlerinin kıyaslanması

Kanser yapıcı bir element olan Arsenik, başlıca sindirim ve soluma ile vücuda alınır. Deri ile emilimi oldukça sınırlıdır. İnceleme sahalарında oral (sindirim) ve dermal (deri ile emilim) maruziyet değerlendirildiği için, ağızdan alınan Arsenik miktarı önemlidir.

Fındıklar, As elementi bakımından güvenli değerler sunmuştur.

Topraktaki As ise, Eseli ve Harköy sahalарında risk oluşturabilir. Yetişkinler ve çocuklar için bu risk, kazara toprak yemek veya toprağa temasla oluşabilir.

Sudan gelen As, Eseli ve İsrail sahalарında insan sağlığını olumsuz etkileyebilir. Su örnekleri dere suyu, çeşme ve su depolarıdır. Sulardan gelen riske en büyük katkıyı dere suları yapmıştır. Dere sularının kazara içilmesi veya teması ile bu risk oluşturabilir.

Dere sedimanından kaynaklı As ise özellikle Eseli sahasında risk oluşturmuştur. Yüksek As konsantrasyonları içeren dere sedimanlarının kazara vücuda alınması veya sedimanlara temas ile bu risk oluşabilir.

Akut As zehirlenmesinin başlıca belirtileri mide bulantısı, kusma, şiddetli karın ağrılarıdır. Diğer belirtiler psikoz, yaygın deri döküntüleri ve kasılma nöbetleridir [142]. Kronik zehirlenme belirtileri iştahsızlık, kusma, dişetlerinde kanama, dişetlerinde siyah

izgi, dermatit, hiperkeratozis, Şiddetli deri döküntüsü, kolik, nefeste sarımsak kokusu, el ve ayak tırnaklarında açık lekeler en belirgin özelliklerdir. Kronik arsenik maruziyeti ile cilt kanseri arasında bağlantı olduğu görülmüştür [143].

Arsenik maruziyetini ve miktarını belirleyebilmek için inceleme sahalarından biyolojik örnekler (saç, kan ve idrar numuneleri) alınarak değerlendirilmelidir. Özellikle Sa ve tırnak, vücudun diğer dokularıyla kıyaslandığında arsenik konsantrasyonunun en yüksek olduğu bölgelerdir. Sa numunesinde 0.1-0.5 mg/kg arası kronik zehirlenmenin ve 1.0- 3.0 mg/kg arası ise akut zehirlenmenin göstergesidir [142] .



6. SONUÇLAR

1. Eseli, Harköy ve İsrail eski maden sahaları, madencilik faaliyetleri sonucunda farklı düzeylerde kirletilmiştir. İnceleme sahasında mevcut madenler, herhangi bir koruma önlemi alınmadan açık arazide terk edilmiş durumdadır. Cevherleşme sahalarında yamaçlarda ve dere kenarlarında dökülmüş pasalar gözlenmiştir. Cürufkların bir kısmı kırılarak yollara dökülmüş, bazıları ise yapılarda kullanılmıştır.

2. Maden sahalarından alınan su örneklerinin pH değeri, Eseli' de 2.28-8.49; Harköy'de 4.44-8 ve İsrail'de 2.88-7.88'dir. Kontrol sahasına ait sular da ise pH aralığı, 6.23-7.30 olarak belirlenmiştir. Maden ve Kontrol sahalarında su deposu örnekleri, TS 266 içme suyu standartlarına uygundur. Çeşme örneklerinde ise sadece İsrail maden sahasında asidik özellik tespit edilmiştir.

3. Eski maden sahaları ve Kontrol sahasından alınan tüm su deposu örneklerinin element içerikleri, TS 266 su standartlarına uygundur. Çeşme örneklerinin element içerikleri incelendiğinde, Eseli sahası TS 266 su standardına uygundur. Harköy sahasında Hg elementi, İsrail sahasında ise Al, Mn ve Pb elementleri sınır değeri aşmıştır.

4. İnceleme sahalarında, maden atıklarından etkilenmiş dere sularında As, Cd, Cu, Fe, Mo, Pb ve Zn elementleri önemli kirletici bileşenlerdir.

5. Eseli ve Harköy sahalarında sulardaki kirlilik, maden sahasına yakın kesimlerde yüksek iken uzaklaştıkça azalmakta ve normal değerlerde seyrelmektedir. Ancak İsrail maden sahasında örneklenen drenaj hattı (Murtat deresi) boyunca, sulardaki element içerikleri oldukça yüksek kalmıştır. Bunun nedeni, drenaj hattının birçok maden sahası tarafından (Siyezlik, İsraildere ve İsrail maden sahaları) beslenmesidir.

6. Maden atıklarından etkilenen lokasyonlarda turuncu-kırmızı renkleriyle tipik asit maden drenajı oluşmuştur. Bu alanlardaki su örnekleri Ficklin diyagramında değerlendirilmiş olup genel olarak Yüksek metal-Asit, Yüksek metal-Yüksek asit ve Çok yoğun metal-Yüksek asit özelliklerine sahiptir. Maden atık sahasından uzaklaştıkça Nötr civarı-Yüksek metal ve Nötr civarı-Düşük metal özellikleri sunar.

7. Su örneklerinden hesaplanan çevresel risk oranlarına göre, Eseli sahasında Fe, As, Cd ve Pb; Harköy sahasında Cd, Pb, Fe ve Mn ve İsrail sahasında Fe, As ve Pb elementlerinin ortalama çevresel risk oranları Yüksek-Aşırı Yüksek çıkmıştır. Sulardan

hesaplanan Çevresel risk oranlarına göre, maden sahaları Eseli> Harköy> İsrail şeklinde kirlenmiştir.

8. Maden atık sahasına yakın dere sedimanı örneklerinin kirlilik faktörü (Cf) hesaplamalarına göre, Eseli sahasında As, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb ve Zn elementleri; Harköy sahasında As, Cd, Cu, Hg, Pb ve Zn elementleri ve İsrail sahasında As, Cu ve Mo elementleri çok yüksek derecede kirlenmiştir.

9. Maden sahalarında dere sedimanı örneklerinden hesaplanan ortalama EF değerlerine göre, Eseli sahasında As, Cd, Cu, Hg, Mn, Mo, Pb ve Zn elementlerinde Aşırı, Co ve Fe elementlerinde Önemli, Cr ve Ni elementlerinde Orta derecede zenginleşme; Harköy maden sahasında Cd elementinde Aşırı, Zn elementinde Çok yüksek, Hg, Mo, Pb, As ve Cu elementlerinde Önemli, Mn elementinde Orta derecede zenginleşme; İsrail sahasında As ve Mo elementlerinde Aşırı, Hg elementinde Çok yüksek, Cd, Cu, Pb ve Zn elementlerinde Önemli, Fe elementinde Orta derecede zenginleşme gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre, en yüksek ve çok sayıda element zenginleşmesi Eseli sahasındadır.

10. Maden sahalarında dere sedimanı örneklerinden hesaplanan ortalama I_{geo} değerlerine göre, Eseli sahasında Cu elementi Çok-Aşırı kirlenmiş, Hg, Cd, Mo, As ve Zn elementleri Çok kirlenmiş ve Pb elementi Orta-Çok kirlenmiş sınıflarında; Harköy sahasında Cd ve Zn elementleri Aşırı kirlenmiş, Pb elementi Orta-Çok kirlenmiş ve Mn elementi Orta derecede kirlenmiş sınıflarında; İsrail sahasında Cu, As ve Zn elementleri Orta-Çok kirlenmiş, Cd, Hg ve Mo elementleri Orta derecede kirlenmiş sınıflarında yer alır. Bu sonuçlara göre, Eseli maden sahası daha yüksek derecede ve daha fazla element bakımından kirletilmiştir.

11. Ekolojik Risk Faktörü (Er^1), dere sedimanlarındaki mevcut kirliliğin canlılara etkisini gösterir. Ortalama Eri değerlerine göre, Eseli sahasında, Zn elementi Orta; Pb elementi Yüksek; Cu, As, Cd ve Hg elementleri Çok yüksek kirlilik derecesinde sınıflanmıştır. Harköy sahasında Pb ve Cu elementleri Orta; As elementi Önemli; Cu, As, Cd ve Hg elementleri Çok yüksek kirlilik derecesinde sınıflanmıştır. İsrail sahasında Cd elementi Önemli; As elementi Yüksek; Hg elementi Çok yüksek kirlilik derecesinde sınıflanmıştır. Ortalama potansiyel ekolojik risk indeksi (RI) değerleri Eseli, Harköy ve İsrail sahalarında sırasıyla 6096, 1252 ve 543'dür. $RI > 600$ olduğunda örnekleme alanında yüksek ekolojik riskten bahsedilebilir. Bu sonuçlara göre, tüm sahalarda maden atık alanlarına yakın örnekler, yüksek ekolojik risk içermiştir. En yüksek risk Eseli sahasında gözlenmiştir.

12. Maden sahalarına ait dere sedimanı örnekleri, sediman kalite rehberleri ile değerlendirilmiştir. Eseli sahasında maden sahasına yakın örnek noktaları As, Cd, Cu, Pb, Zn, Hg, Mo ve Fe elementlerince kirletilmişlerdir. Çömlekçi deresi, As, Cu, Pb, Zn, Fe ve Mn elementlerince az kirletilmişlerdir. Ancak PEC değerlerine göre, bu durum sucul canlılar için olumsuz etkilere neden olacak kadar yüksek değildir. Harköy'de maden sahasına yakın noktalarda As, Cd, Cu, Hg, Pb ve Zn elementleri yüksek değerler sunmuştur. Maden deresi örneklerinin As, Cd, Cu, Pb ve Zn element konsantrasyonları, PEC değeri üzerindedir. Bu durum sucul canlılar için olumsuz etkilere neden olabileceğine işaret eder. İsrail sahasında Murtat deresinin, birçok maden sahasını kat eden derelerden beslenmesi nedeniyle, drenaj ağı boyunca sucul canlılar için olumsuz etkilere neden olabilecek yükseklikte ağır metaller içerdiği tespit edilmiştir.

13. Kontrol sahası topraklarına göre, maden sahalarına ait topraklar As, Ba, Cu, Cd, Mo, Pb ve Se elementlerince zenginleşmiştir Zn elementi ise sadece Eseli ve Harköy topraklarında yüksek değerlerde gözlenmiştir.

14. Toprak kirliliğinin değerlendirilmesinde EF, Igeo, Cf, CD, mCD ve PLI sayısal indekslerinden yararlanılmıştır. Ortalama EF değerlerine göre, bütün maden sahası topraklarında As, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb ve Zn elementleri zenginleşmiştir. Ortalama I geo değeri 1'den yukarı olan kirletici bileşenler, Eseli sahasında As, Cd, Cu, Mo, Pb ve Zn; Harköy sahasında As, Cd, Cu, Mo ve Pb; İsrail sahasında As, Cu ve Mo elementleridir Ortalama Cf değerlerine göre, her üç sahada çok yüksek kirlilik gösteren As, Cu ve Mo elementleri ortak kirletici bileşen olarak görülmektedir. Bu elementlerin dışında Harköy sahası için Cd, Hg ve Pb; Eseli sahası için Cd, Hg, Pb ve Zn elementleri çok yüksek kirlilik gösterir. Örneklerin CD, mCD ve PLI değerleri, birbiriyle uyumlu sonuçlar vermiştir. Ortalama PLI değerleri Eseli, Harköy ve İsrail sahaları için sırasıyla 6.96, 2.98 ve 1.58'dir. $PLI > 1$ olduğunda kirlilikten bahsedilir. Eseli ve Harköy sahalarında tüm örnek noktalarında PLI değeri 1'i geçmiştir. İsrail sahasında ise birçok noktada $PLI < 1$ olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak maden sahası toprakları, maden atık sahaları nedeniyle kirletilmiş olup en yüksek kirlilik Eseli sahasında gözlenmiştir.

15. Kontrol sahası fındık örnekleri literatürden elde edilmiş diğer fındık konsantrasyonları ile kıyaslandığında, Cr ve Mn elementleri biraz yüksek değerlerde olup diğer elementleri benzerlik gösterir. Maden sahalarına ait fındık örneklerindeki ağır metaller, Kontrol sahası ile kıyaslanmıştır. Kontrol sahasına göre, Cu, Pb, Zn ve Mo elementi tüm sahalarda, Cd elementi Eseli ve Harköy sahasında, Hg elementi Harköy

sahası fındıklarında yüksek değerler gösterir. Özellikle maden sahalarındaki fındıklarda gözlenen Pb değerleri dikkat çekicidir. Kontrol sahasına göre, Eseli, Harköy ve İsrail sahasında sırasıyla 2 kat, 4 kat ve 15 kat daha fazla Pb bulunur. Benzer şekilde Kontrol sahası fındıklarına göre, Eseli ve Harköy sahasında sırasıyla 3.25 kat ve 1.47 kat daha fazla Cd; Harköy sahası fındıklarında ise 1.29 kat daha fazla Hg bulunmuştur.

16. Fındık ve toprak arasındaki korelasyonlar oldukça düşük olup en yüksek ilişkiler Cu ($r=0,32$) ve Se ($r=0,44$) elementleri için elde edilmiştir. Bu düşük değerler, elementlerdeki konsantrasyonların sadece toprağa bağlı olmadığını gösterir.

17. Bitkilerin fizyolojik olarak ihtiyaç duydukları seviyeler, bitkiler için eşik değer olarak adlandırılır. Bu eşik değerleri geçen seviyeler, bitki tarafından geri çevrilir. Fındık meyvesi için gerekli olan seviyeler, Mn için 87.93 mg/kg, Zn için 23.61 mg/kg, Cu için 20 mg/kg, Sr için 6.11 mg/kg, Cr için 1.83 mg/kg ve Ni için 1.12 mg/kg'dır. Co ve Mo elementleri ise fındık için gerekliliği düşüktür.

18. İnsan sağlık risk değerlendirmesi kapsamında, hem yetişkinlerin hem de çocukların oral ve dermal yolu ile As, Cr,Co, Cd, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb ve Zn elementlerine ne kadar maruz kalacağı kanser dışı risk hesaplamaları ile yapılmıştır. Kontrol sahası elementlerine ait ortalama HI değerleri, güvenli sınır değer olan 1'den düşüktür. Maden sahalarında elementlerin kümülatif etkisi bakımından en yüksek risk, Eseli sahasında gözlenmiştir.

19. Kanser dışı risk değerlendirmelerine göre, metallere ait en yüksek ortalama tehlike indeksi (HI) yetişkinlerde ve çocuklarda sırasıyla Eseli sahasında 60.3 ve 76.9 ve İsrail sahasında 7.91 ve 25 değerleriyle As elementinde gözlenmiştir. Sahalarda birincil maruziyet yolu oral olup en riskli ortamı sular teşkil eder. Harköy sahasında ise metallere ait en yüksek ortalama HI değeri, yetişkinlerde 3.43 değeriyle Cd ve çocuklarda 14.3 değeriyle As elementleridir. Sahada birincil maruziyet yolu oral olup yetişkinlerde su ve çocuklarda toprak en riskli ortamı teşkil eder. Kontrol sahasında, tüm metallere ait ortalama HI değerleri 1'in altında olup güvenli aralıktadır.

20. Kanser dışı risk değerlendirmelerine göre su örneklerinde oral ve dermal maruziyet birlikte değerlendirildiğinde, Eseli sahasında yetişkinlerde ve çocuklarda As, Cd, Fe, Cu, Pb ve Zn elementleri; Harköy sahasında yetişkinlerde Cd, çocuklarda Cd, Mn, Pb ve Zn elementleri; İsrail sahasında yetişkinlerde As ve çocuklarda As ve Fe elementleri olumsuz sağlık etkilerine neden olabilir.

21. Kanser dışı risk değerlendirmelerine göre oral ve dermal maruziyet birlikte değerlendirildiğinde, toprak örneklerinde Eseli ve Harköy sahalarında çocuklar için As ve Pb ve İsrail sahasında ise sadece As elementi olumsuz sağlık etkilerine neden olabilir. Yetişkinlerde ise bu risk sadece Harköy sahasında As elementi için belirlenmiştir.

22. Kanser dışı risk değerlendirmelerine göre oral ve dermal maruziyet birlikte değerlendirildiğinde, dere sedimanı örneklerinde yetişkinler için sadece Eseli sahasında As elementi; çocuklarda Eseli ve Harköy sahalarında As ve Pb elementleri, İsrail sahasında sadece As elementi olumsuz sağlık etkilerine neden olabilir.

23. Kanser dışı risk değerlendirmelerine göre, fındık örneklerinde oral maruziyet değerlendirildiğinde hesaplanan ortalama HI değerleri, yetişkinler ve çocuklar için güvenli aralıktadır.

24. Kanser risk hesaplaması sadece As elementi için yapılmıştır. Kontrol sahasına ait risk hesaplamalarında, sınır değer olan 10^{-4} üzerinde herhangi bir değer bulunmamıştır.

25. Eseli sahasında oral maruziyetin ortalama Kanser Risk değerleri, fındıklar için güvenli aralıktadır. Ancak su, toprak ve dere sedimanında As elementi, insanlar için olumsuz sağlık etkilerine neden olabilir Dermal maruziyet sonuçları, yetişkinlerde tolere edilebilir seviyede iken çocuklarda $1,02E-04$ değeri ile belirtilen sınırın biraz üstündedir.

26. Ortalama Kanser Risk değerlerine göre, Harköy sahasında yetişkinler ve çocuklar için topraktan oral maruziyet ile gelen As elementi güvenli aralığın dışındadır. Diğer ortamlar (dere sediman, su ve bitki) ise tolere edilebilir değerlerdedir. Dermal maruziyet yolu ile hesaplanan risk değerleri de kabul edilebilir aralıktadır.

27. Ortalama Kanser Risk değerlerine göre, İsrail sahasında yetişkinler için, sudan oral maruziyet ile gelen As elementi, güvenli aralığın dışındadır. Diğer ortamlar ise tolere edilebilir değerlerdedir. Çocuklar için, tüm ortamlardan oral maruziyet ile gelen As elementi, güvenli değerlerin dışındadır. Dermal maruziyet yolu ile hesaplanan risk değerleri ise çocuklarda kabul edilebilir aralıktadır.

28. Ortalama Kanser Risk değerlerine göre, hem yetişkinlerde hem de çocuklarda, Eseli ve İsrail sahalarında birincil maruziyet yolu oral olup, su en riskli ortamı teşkil eder. Harköy sahasında ise birincil maruziyet yolu oral olup, toprak en riskli ortamdır.

29. As elementine ait en yüksek ortalama Kanser Risk değeri, Eseli sahasında hesaplanmıştır. Ancak As elementi, tüm sahalarda önemli bir problem kaynağıdır.

7. ÖNERİLER

1. Günümüzde ağır metallerle kirlenmiş sahaların ıslahında kullanılan fitoremediasyon tekniği hem düşük maliyetli ve çevre dostu hem de sürdürülebilir olması nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Tez kapsamında incelenen eski maden sahalarında yetişen ağır metal biriktirme kapasitesi yüksek (hiperakümülator) bitki türleri belirlenerek fitoremediasyon çalışmalarında kullanılabilirliği araştırılabilir.

2. Terkedilmiş maden sahalarının ıslahında tercih edilen diğer bir biyoremediasyon tekniği de mikroorganizmaların kullanımı esasına dayanır. İnceleme alanında atık sahalarındaki mevcut sülfidli minerallerin oksitlenmesine yol açabilen asidofilik bakterilerin varlığı araştırılarak cins tayini yapılabilir. Bilindiği gibi asit maden sahalarının oluşumunda katalizör görevinde olan asidofilik bakteriler, demir ve kükürt bileşiklerini oksitleyerek suda çözünür hale getirme özelliğine sahiptir. Bu mikroorganizmaların var olup olmadığının belirlenmesi asit maden drenajının engellenmesi açısından önemlidir.

3. İnceleme sahalarında ağır metallerle ilişkili sağlık problemlerinin ortaya konulabilmesi için halk sağlığı uzmanları ile iş birliği yapılabilir ve bu sayede problemlerin ortadan kaldırılması veya azaltılması sağlanabilir. İnceleme sahalarında uzun süreli olarak kalan insanlar üzerinde anketler uygulanarak onların beslenme ve diğer yaşam alışkanlıkları ortaya konabilir. Ayrıca kan, idrar ve doku örnekleri (saç, tırnak) alınarak su, toprak ve bitkiler vasıtasıyla madenlerin canlılar üzerindeki etkileri belirlenebilir.

4. Dünyada eski maden sahalarının rehabilitasyonunda farklı örnekler bulunmaktadır. İncelenen maden sahaları dönemin teknik koşullarına uygun olarak işletilmiş antik madenlerdir. Sahalar içerisindeki kilise harabeleri de bu duruma işaret etmektedir. Bu nedenledir ki inceleme alanlarının turizme kazandırılması (müze, tabiat parkı gibi) kamu yararına olacağı muhakkaktır. İnceleme alanlarına düzenlenecek teknik geziler, okul eğitim planları içine dahil edilebilir. Bu sayede kaderine terk edilmiş maden sahalarını oyun sahası olarak kullanan yöre çocukları hem daha güvenli olabileceği hem de değerlendirebileceği sahalara kavuşmuş olur. Ayrıca madencilik turizmi ile sahaların yeniden canlandırılması işsizlik ve köyden göçün önüne geçebilir.

8. KAYNAKLAR

1. Evangelou, V.P., Pyrite Chemistry: The Key for Abatement of Acid Mine Drainage, Acidic Mining Lakes, Environmental Science, Springer, Berlin, Heidelberg, 1998.
2. Lopez-Archilla AI, Marin, I. ve Amils, R., Microbial Community Composition and Ecology of an Acidic Aquatic Environment: The Tinto River, Spain, Microb Ecol.,41,1 (2001) 20-35.
3. Costello,C., Acid Mine Drainage: Innovative Treatment Technologies, U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, Technology Innovation Office, Washington, DC, USA, 2003.
4. Tsukamoto, T.K. ve Miller, G.C., Methanol As a Carbon Source for Microbiological Treatment of Acid Mine Drainage, Water Research,33 (1999) 1365-1370.
5. www.portal.state.pa.us 1 Mayıs 2019
6. Akcil, A. ve Koldaş, S., Acid Mine Drainage (AMD): Causes, Treatment and Case Studies, Journal of Cleaner Production,14 (2006) 1139-1145.
7. Çiftçi, H, ve Akçıl, A., Asidik Maden Drenajının (AMD) Giderilmesinde Uygulanan Biyolojik Yöntemler,Madencilik,45, 1 (2006) 35-45.
8. Öngür, T., Balya Çinko-Kurşun Madeni, Çevre Sorunları ve Balya İlçesinde Toplumsal Yeniden Kalkınma, ANKARA: DEV.MADEN-SEN, 2004.
9. Çeçen,F.,Kömür Madencilığının Çevresel Etkileri, <https://busomarastirmagrubu.boun.edu.tr> 30 Nisan 2019.
10. Güner, U., Toksikoloji Ders Notları,<https://personel.trakya.edu.tr/uguner> 30 Nisan 2019.
11. G. Özyazıcı, G., Asit Toprakta Yetişen Fındık (*Corylus avellana* L.)'ta Kireç ve Şeker Sanayi Atığı Şlamin Verim ve Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 1 (2014) 176-185.
12. Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S., Metallerin Çevresel Etkileri-I, İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Ders Notları, İstanbul, 2003.
13. Yılmaz, A.,Yol Üstyapısında Kullanılan Cüruf Atıklarının Çevresel Etkilerinin İncelenmesi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi ,8, 2 (2017) 123-134.
14. H. Kabata-Pendias, A. ve Pendias, H., Trace elements in soils and plants, New York: CRC Pres , 2001.
15. www.getakimya.com Bitkilerde Bakır Noksanlığı Belirtileri. 30 Nisan 2019.
16. Atabey, E. Tıbbi Jeoloji, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası yayınları, Ankara, 2005.
17. <https://drdamlamagubre.wordpress.com> Çinko Nedir Ne İşe Yarar. 30 Nisan 2019.

18. Asri, F., Sönmez, S. ve Çıtak, S., Kadmiyumun Çevre ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri [http://batem.gov.tr/yayinlar/derim/2007/32-39.pdf. 30 Nisan 2019.
19. Eskier, U., Kadmiyum Nedir? (Özellikleri, Kullanımı, Zararları), <https://www.makaleler.com>. 30 Nisan 2019.
20. Mehmetoğlu, A., Ağır Metaller, <http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr>.30 Nisan 2019.
21. Güven, A., Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G. ve Timur, S. Metallerin Çevresel Etkileri - III, İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 2004.
22. Şahin, Ü., ve Okuyan, Z., Siyanür Liç Yöntemiyle Yapılan Altın Madencilığının İnsan ve Çevre Sağlığı Üzerindeki Etkileri ve Bergama-Ovacık Altın Madeninin Yaratacağı Risklerin Değerlendirilmesi, Türk Tabipleri Birliği, Ankara, 2001.
23. Soydemir, E., Katı Örneklemeli Yüksek Çözünürlüklü Elektrotermal Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi ile 2,5 PM Hava Partiküllerinde Civa Tayini, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2013.
24. Seven, T., Can, B., Darende, B.N. ve Ocak, S. Hava ve Toprakta Ağır Metal Kirliliği, Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi,1, 2 (2018) 91-103.
25. Asri, F. Ve Sönmez, S., Ağır Metal Toksikitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri, Derim, 23, 2 (2006) 36-45.
26. www.lenntech.com/periodic/elements/co.htm Cobalt- Co. 1 Mayıs 2019.
27. Kartal G., Güven, A., Kahvecioğlu, Ö. ve Timur, S., Metallerin Çevresel Etkileri –II, İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Ders Notları, İstanbul 2004.
28. Eskier, U., Manganez (Manganez) Nedir? www.makaleler.com. 1 Mayıs 2019.
29. Tong, Y. vd., High manganese, a risk for Alzheimer's disease: high manganese induces amyloid-β related cognitive impairment, Journal of Alzheimer's disease, 42, 3 (2014) 865-878.
30. www.rbtkozytarim.com/molibden.htm Molibden. 1 Mayıs 2019.
31. Eskier, U., Molibden Nedir? www.makaleler.com. 1 Mayıs 2019.
32. <https://tr.wikipedia.org> Yeşilpınar, Tirebolu. 1 Mayıs 2019.
33. www.yerelnet.org.tr. Kovancık Köyü. 1 Mayıs 2019.
34. Kovenko, V., Bakırlı pirit madenleri bölgesi. Giresun vilayetinde Espiye ve Görele dolaylarındaki Karaerik, Ağlık, İsrail ilh. madenleri, M.T.A.,2, 30, 1943.
35. Wijkerslooth, P., Karadeniz Doğu sahilleri cevher bölgesi ve bilhassa Kuvarshane Bakır yatakları (vilayet Çoruh) hakkında bazı malumat, M.T.A.,1, 35, 1946.
36. Kieft, C., Giresun ili dahilindeki bazı piritik bakır zuhurlar etüdleri, M.T.A., 531, 1956.
37. Pollak, A., 1958 Yılında İsrail Madeninde Yapılan Çalışmalar Hakkında Nihai Rapor, M.T.A., 2156, 1959.
38. Kutlu, R., İsrail Maden ve Harkköy Civarının Jeoloji Haritası 1/5.000, M.T.A., 1959.

39. Durukal, G. ve Acar, E., Tirebolu Güney Doğusunda Harkköy, Yarmadan Eseli, Bakımlı Akköy ve Civarındaki Sahanın 1/10.000 Ölçekli Jeolojik Etüt Raporu, M.T.A.,1150, 1972.
40. Şarman, E., İsrail ve Eseli güneyindeki G41-bl, b2, b3, b4 ve G42-al, a4 paftalarına ait sahanın 1 :10 000 ölçekli jeolojik etüt raporu, M.T.A., 5447, 1975.
41. Yılmaz, T. ve Şarman, E., Giresun Tirebolu İsrail Madeninin 1/2000 Ölçekli Ayrıntılı Jeoloji Raporu, 1976.
42. Kahraman, İ., Giresun-Görece-Tirebolu Yöresinin Jeolojisi ve Maden Yatakları, M.T.A., 1785, 1981.
43. Y. Altun, Y., Giresun-Görece ve Tirebolu (Doğu Karadeniz) Yöresindeki Renkli Metal Yataklarının Karşılaştırmalı Mineralojileri ve Kökenleri, Doktora Tezi, İ.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1984.
44. Karakaya, M.Ç., Karakaya, N. ve Emekçi, M., Doğu Karadeniz Bölgesindeki Bazı Maden Yatakları ile Yüzey ve Yeraltısuyu Kimyası Arasındaki İlişkinin Araştırılması, Tübitak Ydabçag-103Y016, 159, 2005.
45. Karakaya, N. ve Karakaya, M.Ç., Toxic element contamination in waters from the massive sulfide deposits and wastes around Giresun, Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 23 (2014) 113-128.
46. Şimşek, A. ve Aslantaş, R., Fındığın bileşimi ve insan beslenmesi açısından önemi, Gıda, 24, 3 (1999) 209-216.
47. Çevik, U., Çelik, N., Çelik, A., Damla, N. ve Çoşkunçelebi, K., Radioactivity and heavy metal levels in hazelnut growing in the Eastern Black Sea Region of Turkey, Food and Chemical Toxicology, 47 (2009) 2351-2355.
48. www.epa.gov/iris. Integrated Risk Information System, USEPA. 2 Mayıs 2019.
49. WHO, An evaluation of certain food additives and contaminants, 41st Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Switzerland, Geneva, 1989.
50. Alasalvar, C., Shahidi, F., Liyanapathirana, C.M. ve Ohshima, T., Turkish Tömbül Hazelnut (*Corylus avellana* L.). 1. Compositional Characteristics, J. Agric. Food Chem., 51 (2003) 3790-3796.
51. Elmaslar Özbaşı E., Öktan, H.E., Özcan, H.K. ve Demir, G., Selected Essential and Non-Essential Elements Content of Turkish Hazelnuts, Environment and Pollution, 2, 1 (2013) 81-87.
52. Akaryalı, E., Trabzon-Araklı arasında karayolu boyunca, fındık sahalarındaki trafik ve jeolojik faktörlerden kaynaklanan ağır metal kirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2004.
53. Adimalla, N. ve Wang, H., Distribution, contamination, and health risk assessment of heavy metals in surface soils from northern Telangana, India, Arabian Journal of Geosciences , 11, 21 (2018) 648.
54. Nikolaidis, C., Orfanidis, M., Hauri, D., Mylonas, S. Ve Constantinidis, T., Public health risk assessment associated with heavy metal and arsenic exposure near an abandoned mine (Kirki, Greece), International Journal of Environmental Health Research, 23 (2013) 507.

55. Naveedullah, N., Hashmi, M.Z., Yu, Z., Shen, H., Duan, D., Shen, C., Lou, L. ve Chen, Y., Risk Assessment of Heavy Metals Pollution in Agricultural Soils of Siling Reservoir Watershed in Zhejiang Province, China, BioMed Res Int., 10 (2013).
56. Li, S., ve Zhang, Q., Risk assessment and seasonal variations of dissolved trace elements and heavy metals in the Upper Han River, China, Journal of Hazardous Mater., 181 (2010) 1-3.
57. Ketin, İ., Anadolu'nun Tektonik Birlikleri, M.T.A. Dergisi, 66, Ankara, 1966.
58. Ketin, İ. ve Canitez, N., Yapısal Jeoloji, İ.T.Ü., 869, İstanbul, 1972.
59. Özsayar, T., Pelin, S. ve Gedikoğlu, A., Doğu Pontidler'de Kretase, KTÜ Yer Bilimleri Dergisi, 1 (1981) 65-114.
60. Zankl, H., Magmatismus und Bauplan des Ostpontischen Gebirges im Querprofil des Harsit-Tales, NE Anatolien, Geologische Rundschau, 51 (1961) 218-239.
61. Zankl, H., Magmatismus und Bauplan des Ostpontischen Gebirges im Querprofil des Harsit-Tales, Bayerische Akademie der Wissenschaften, 109 (1962) 61-92.
62. Açar, Ü., Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) Bölgesinin Jeolojisi, Doktora Tezi, İ.Ü., İstanbul, 1977.
63. Gedikoğlu, A., Harşit Granit Karmaşığı ve Çevre Kayaçları (Giresun- Doğankent), Doçentlik Tezi, K.T.Ü., Trabzon, 1978.
64. Türk-Japon Ekibi, The Republic of Turkey Report on the Cooperative Mineral Exploration of Gümüşhane Area, Phase 1 Metal Mining Agency of Japan, 1985.
65. Boynukalın, S., Dereli (Giresun) Baraj Yeri ve Göl Alanının Mühendislik Jeolojisi ve Çevre Kayaçlarının Jeomekanik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1990.
66. Çoğulu, E., Gümüşhane ve Rize Bölgelerinde Petrografik ve Jeokronolojik Araştırmalar, İTÜ Kütüphanesi, 1034, İstanbul, 1975.
67. Gedikoğlu, A., Pelin, S. ve Özsayar T., The main lines of geotectonic development in the East Pontids in the Mesozoic areas, Geochome-I, 1 (1979) 555-580.
68. Bulut, F., Çambaşı (Çaykara-Trabzon) barajı ve hidroelektrik santral yerlerinin mühendislik jeolojisi açısından incelenmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1989.
69. Leitch, C., Türkiye'deki İki Volkanik Kökenli Sülfid Yatağına Ait Eser Metallerin Yanal Dağılımı, Yüksek Lisans Tezi, Imperial Collage of Science and Technology, University of London, 1975.
70. Güven, H., Doğu Karadeniz Bölgesi'nin 1/100.000 ölçekli harita ve jeoloji raporu, M.T.A., Ankara, 1993.
71. Yılmaz, T., ve Şarman, E., Giresun-Tirebolu İsrail Madeni'nin 1/2.000 Ölçekli Ayrıntılı Jeoloji Raporu, M.T.A., Ankara, 1976.
72. Baytekin, A., Açıklın, N., Giresun-Tirebolu Harkköy (Cu-Pb-Zn) Maden Yatağı Rezerv Raporu, M.T.A., Ankara, 1980.
73. Kahraman, İ., Giresun-Tirebolu-Espiye Yöresinin Cu-Pb-Zn-Fe-Mn cevherleşmeleri, Maden Jeolojisi Raporu, M.T.A., Ankara, 1984.

74. Altun, Y., Giresun-Görece-Eseli Bakır-Çinko Cevherleşme Sahasının Jeolojik Etüt Raporu, M.T.A., Ankara, 1986.
75. Şarman, E., ve Yılmaz, T., Giresun-Tirebolu İsrail Madeninin 1/2000 Ölçekli Ayrıntılı Jeoloji Raporu, M.T.A., Ankara, 1976.
76. Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, Ö.O. ve Çavuşoğlu, K., Aksu Çayı'nın Su Kalitesi Değişimi Üzerine Bir Araştırma, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9 (2005), 5-13.
77. www.alkavital.com/orp.html.Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli. 4 Mayıs 2019.
78. <https://thecavepearlproject.org> Measuring EC with Arduino. 4 Mayıs 2019.
79. Eryılmaz, H., İpek, Ş.İ. ve Çelik, B.Y., Borçka Baraj Gölü (Artvin) Su Kalitesinin Araştırılması, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4 (2014),1-8.
80. Dirican, S. ve Musul., H., Çamlığöze Baraj Gölü'nün (Sivas) bazı Fizikokimyasal özellikleri ve Cladocera Türleri Üzerine Bir Ön Çalışma, Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 12, 4 (2008) ,19-24.
81. <https://cevre.erciyes.edu.tr>. pH, İletkenlik,Çözünmüş Oksijen, Sıcaklık, Tds ve Bulanıklık Tayini, 4 Mayıs 2019.
82. Rapant, S., Salminen, R., Tarvainen, T., Krcmova, K. ve Cveckova, V., Application of a risk assessment method to Europe-wide geochemical baseline data, Geochem Explor Environ Anal, 8 (2008) 291-299 .
83. Bölücek, L. ve Kalender, L., Elazığ Kuzeyindeki Dere Kumlarında Cu, Pb, Zn, As ve Cd Dağılımı, GeoSound, 47 (2005) 91-101.
84. Üşenmez, S., Sedimantoloji ve Sedimanter Kayaçlar, Erciyes Üniversitesi, Yozgat, 1996.
85. Şener, Ş., Eğirdir Göl Suyu ve Dip Sedimanlarının Hidrojeokimyasal Özellikleri, Doktora Tezi, S.D.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, , Isparta, 2010.
86. Şener, Ş. ve Şener, E., Kovada Gölü (Isparta) Dip Sedimanlarında Ağır Metal Dağılımı ve Kirliliğinin Değerlendirilmesi, S.D.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19, 2 (2015) 86-96.
87. Türkmen, A. ve Akbulut., S., Giresun Sahilindeki Bazı Derelerin Denize Deşarj Olduğu Noktalardaki Su ve Sedimentte Ağır Metal Kirliliği, Türk Tarım -Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3, 9 (2015) 707-714.
88. Balık, İ. ve Tunca, E., A Review of Sediment Contamination Assessment Methods, Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences, 1, 1 (2015) 37-47.
89. Hakanson, L., An ecological risk index for aquatic pollution control-a sedimentological approach,Water Research, 14 (1980) 975-1001.
90. Turekian, K.K. ve Wedepohl, K., Distribution of the element in some major units of the earth's crust.,Bull Geol Soc Am., 72 (1961) 175-192.
91. Taylor,S., Abundance of Chemical Elements in the Continental Crust: A New Table, Geochim. Cosmochim. Acta, 28 (1964) 1273-1285.
92. Abraham, G.M.S. ve Parker, R.J., Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, Auckland, New Zealand, Environmental Monitoring and Assessment, 136 (2008) 227-238.

93. Tomlinson, D.L., Wilson, J.G., Harris, C.R. ve Jeffrey D.W., Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index, Helgolander Meeresuntersuchungen, 33 (1980) 566-575.
94. Chakravarty, I.M. ve Patgiri, A.D., Metal Pollution Assessment in Sediments of the Dikrong River, N.E. India, Journal of Human Ecology, 27, 1 (2009) 63-67.
95. Buat-Menard, R.A. ve Chesselet, R., Variable influence of the atmospheric flux on the trace metal chemistry of oceanic suspended matter, J Earth Planet Sci Lett, 42 (1979) 398-411.
96. Sutherland, R.A., Bed sediment-associated trace metals in an urban stream Oaho, Hawaii, Environmental Geology, 39 (2000) 611-627.
97. Müller, G., Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River, GeoJournal, 2 (1969) 108-118.
98. Usepa, Guidance for the Pollutonal Classification of Great Lakes Harbor Sediments, Region V, Chicago, Illinois, 1977.
99. MacDonald, D.D., Ingersoll, C.G. ve Berger, A. Development and Evaluation of Consensus-Based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems, Arch. Environ. Contam. Toxicol, 39 (2000) 20-31.
100. <https://turktob.org.tr>. Toprakta Oluşan Kimyasal Olaylar. 11 Mayıs 2019.
101. Bowen, H., Elements in lithosphere and biosphere, Environmental Chemistry of the Element, 174-208, 1979.
102. Aydın, M., Bitki Beslenme Ders Notları, 2011. www.selcuk.edu.tr. 12 Mayıs 2019.
103. Demir, Y., Bitki Besleme Ders Notları, www.bingol.edu.tr 12 Mayıs 2019.
104. W. Bergmann, Nutritional Disorders of Plants: Development, Visual and Analytical Diagnosis, Stuttgart: Gustav Fischer Verlag Jena, 1992.
105. Yıldız, N., Toprak Kirlenici Ağır Metaller ve Toprak Bitki İlişkileri, I. Ulusal Çevre Sempozyumu, Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi Müdürlüğü, Erzurum. , 2003.
106. www.giresunziraatodasi.org.tr. Fındık Anatomisi, 12 Mayıs 2019.
107. www.gursoy.com.tr. Fındık Yetiştiriciliği. 12 Mayıs 2019.
108. www.fiskobirlik.org.tr. Fındığın Anatomisi 12 Mayıs 2019.
109. Özdemir, F., Topuz, A., Doğan, U. Ve Karkacier, M., Fındık çeşitlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, Gıda, 23 (1998) 37-41.
110. Alasalvar, C., Amaral, J.S., Satır, G. ve Shahidi, F., Lipid characteristics and essential minerals of native Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.), Food Chemistry, 113 (2009) 919-925.
111. Rodushkina, I., Engströma, E., Sörlinb, D. ve Baxterb, D., Levels of inorganic constituents in raw nuts and seeds on the Swedish market, Science of the Total Of Environment, 392 (2008) 290-304.
112. Mahler, R., Nutrients Plants Require for Growth, www.cals.uidaho.edu. 13 Mayıs 2019.
113. Özkutlu, F., Doğru, Y.Z., Özenç, N., Yazıcı, G., Turan, M. ve Akçay, F., The importance of Turkish hazelnut trace and heavy metal contents for human nutrition, African Journal of Soil Science, 1, 3 (2013) 37-44.

114. www.harmantime.com.tr. Çay Alüminyum Akümülatör Bitkidir. 12 Mayıs 2019.
115. H. T. Shacklette, H.T., Elements in fruits, and vegetable from areas of commercial production in the Conterminous United States, U. S. Geol. Surv. Prof. Pap., 149, 1980.
116. Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö ve Çobanoğlu, D., Ağır Metal İyonlarının (Cu^{+2} , Pb^{+2} , Hg^{+2} , Cd^{+2}) Clivia sp. Bitkisi Polenlerinin Çimlenmesi ve Tüp Büyümesi Üzerine Etkileri, F.Ü., Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi, 16, 2 (2004) 177-182.
117. <https://acikders.ankara.edu.tr>. Fındık Yetiştiriciliği, 12 Mayıs 2019.
118. Kacar, B., Kakat, V. «Bitki Besleme, Nobel Yayın, 849, 2006.
119. Sossé, B.A., Genet, P., Dunand-Vinit, F., Toussaint, L.M., Epron, D ve Badot, P.M., Effect of copper on growth in cucumber plants (Cucumis sativus) and its relationships with carbohydrate accumulation and changes in ion contents, Plant Science, 166 (2004) 1213-1218.
120. Öktüren Asri, F. ve Sönmez, S., Ağır Metal Toksikitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri, Derim, 23, 2 (2006) 36-45.
121. Wiersma, D. ve Van Goor, B. J., Chemical forms of nickel and cobalt in phloem of Ricinus communis, Physiol. Plant, 45, 440, 1979.
122. Yaylalı Abanuz, G., Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkilerinin Ağır Metal Kapsamlarının Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2007.
123. Krauss, M., Wilcke, W., Kobza, J. ve Zech, W., Predicting Heavy Metal Transfer from Soil to Plant: Potential Use of Freundlich-type Functions, J Plant Nutr Soil Sci, 165 (2001) 3-8.
124. www.epa.gov. Human Health Risk Assessment. 13 Mayıs 2019.
125. <https://monographs.iarc.fr>. Agents Classified by the IARC Monographs. 13 Mayıs 2019.
126. www.epa.gov. Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS):Part E, 13 Mayıs 2019
127. www.newwomanindia.com. Dried Fruits And Nuts, Are These Good Or Bad For your Kid? 13 Mayıs 2019.
128. www.epa.gov/expobox. A Toolbox for Exposure Assessors, 13 Mayıs 2019.
129. Revan, M.K. ve Hamzaçep, S., Doğu Karadeniz Volkanojenik Masif Süfid (VMS) Yataklarının Bölgesel Ölçekte Karşılaştırılması ve Yeni Yatakların Aranmasında Kriterlerin Belirlenmesi, M.T.A., Ankara, 2017.
130. Charles, R. ve Collier, R., Influences of Strip Mining on the Hydrologic Environment of Parts of Beaver Creek Basin Kentucky, Washington: U.S. Government Printing Office, 1955.
131. www.lenntech.com Water Treatment Solutions. 14 Mayıs 2019.
132. McNeely, R.N., Nejmanis, V.P. ve Dwyer, L., Water Quality Sourcebook. A guide to water quality parameters, Ottawa.: Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Environment Canada, 1979.
133. Ficklin, W.H., Proceedings of the 7th International Symposium on Water-Rock Interaction, 1992 381-384.

134. G. S. Plumlee, G.S., Geologic controls on the composition of natural waters and mine waters draining diverse mineral-deposit types, Society of Economic geologists, 1999 373-432.
135. Galuszka, A., Migaszewski, Z. M. ve Zalasiewicz, J., Assessing the Anthropocene with geochemical methods, Geological Society, London, Special Publications, 395, 1 (2014) 221-238.
136. Halstead, M. J., Cunninghame, R. G. ve Hunter, K. A., Wet deposition of trace metals to a remote site in Fiordland, New Zealand., Atmospheric Environment, 34, 4 (2000) 665-676.
137. Alak, A. ve Sümer, Ö., Marmara ve Karadeniz Kıyılarındaki Güncel Sedimanlar İçinde Antroposen'in Varlığına Ait Yeni Bulgular, Türkiye Jeoloji Bülteni, 60 (2017) 145-168.
138. Özkutlu, F., Özcan, B., Aydemir, Ö.E. ve Akgün, M., Yaprak Analizleriyle Fındığın Çinko (Zn) ve Diğer Elementlerle Beslenme Durumunun Belirlenmesi, Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi , 8, 2 (2018) 195-205.
139. Özbolat, G. ve Tuli, A. Ağır Metal Toksikitesinin İnsan Sağlığına Etkileri, Archives Medical Review Journal , 25, 4 (2016) 502-521.
140. Alkış, M., Türk şaraplarında ağır metallerin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 2001.
141. www.zararlar.com. Kadmiyum Zararları. 15 Mayıs 2019.
142. S. Şardaş, Arsenik Maruziyetinde Risk Değerlendirmesi, 1.Tıbbi Jeoloji Çalıştayı, 138-144, Nevşehir,2009.
143. Yağmur, F. ve Hancı, İ.H. Arsenik. www.ttb.org.tr. 15 Mayıs 2019.
144. Wedepohl, K., The composition of the continental crust, Geochimica et Cosmochemica Acta, 59 (1995) 1217-1232.
145. Alasalvar, C., Shahidi, F., Liyanapathirana, C. M. ve Ohshima, T., Turkish Tömbül Hazelnut (*Corylus avellana* L.). 1. Compositional Characteristics, J. Agric. Food Chem, 51 (2003) 3790-3796.
146. Karaman, İ., 1/25 bin ölçekli Sayısal Jeoloji Haritası, Giresun G41-b2 Paftası, Türkiye Jeoloji Veritabanı, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, MTA, Ankara, 1979.
147. Karaman, İ., 1/25 bin ölçekli Sayısal Jeoloji Haritası, Giresun G41-b2 Paftası, Türkiye Jeoloji Veritabanı, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, MTA, Ankara, 1980.
148. Usepa, Supplemental Guidance for Developing Soil Screening Levels for Superfund Sites, 2002.
149. Usepa, Human Health Evaluation Manual, Supplemental Guidance:Standard Default Exposure Factors, Osver Directive 9285:6-03, 1991b.
150. Usepa, Risk assessment guidance for Superfund, Volume I: Human health evaluation manual (Part A), 1989.
151. Usepa, Risk Assessment Guidance for Superfund, Volume 1 Human Health Evaluation Manual (Part B), 1991.
152. Usepa, Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E), 2004.

153. Naveedullah, N., Hashmi, M.Z., Yu, C., Shen, H., Duan, D., Shen, C., Lou, L. ve Chen, Y., Concentrations and Human Health Risk Assessment of Selected Heavy Metals in Surface Water of the Siling Reservoir Watershed in Zhejiang Province, Pol. J. Environ. Stud. 3 (2014), 801-811.
154. Wedepohl, H., The composition of the continental crust, Geochim.Cosmochim.Acta, 59, 1995, 1217-1239.



9. EKLER



EK 1.



EK 2.



EK 3.

Ek Tablo 1. Eseli maden sahası su örneklerindeki fiziko-kimyasal parametreler arasında hesaplanan Spearman's rho korelasyon matrisi

Eseli Maden Sahası																																										
pH	1	Eh																																								
pH	0,11	1																																								
Eh		1	ilet.																																							
iletkenlik	-0,66**	-0,19	1	Tuz.																																						
Tuzluluk	-0,68**	-0,01	0,82**	1	Çöz. Ok.																																					
Çöz. Ok.	-0,17	0,31	0,02	0,25	1	SO ₄ ²⁻																																				
SO ₄ ²⁻	-0,66**	-0,26	0,88**	0,80**	0,09	1	NO ₃ ⁻ -N																																			
NO ₃ ⁻ -N	-0,21	0,62**	0,10	0,38	0,48*	0,06	1	NO ₂ ⁻ -N																																		
NO ₂ ⁻ -N	-0,07	0,05	0,07	0,20	0,49*	0,20	0,01	1	Ag																																	
Ag	-0,39	0,09	0,27	0,25	0,12	0,24	0,03	0,29	1	Al																																
Al	-0,38	-0,25	0,18	0,45*	0,15	0,26	-0,02	0,41	0,50*	1	As																															
As	-0,56*	0,06	0,32	0,19	-0,08	0,24	0,11	-0,07	0,50*	0,38	1	B																														
B	-0,71**	-0,18	0,85**	0,57**	-0,11	0,78**	-0,09	0,07	0,39	0,17	0,59**	1	Ba																													
Ba	-0,25	-0,42	0,22	-0,17	-0,47*	0,22	-0,46*	0,01	0,33	0,00	0,42	0,52*	1	Ca																												
Ca	-0,67**	-0,21	0,96**	0,80**	-0,01	0,88**	0,10	0,05	0,27	0,24	0,43	0,87**	0,24	1	Cd																											
Cd	-0,76**	-0,15	0,83**	0,79**	0,18	0,91**	0,19	0,12	0,24	0,27	0,42	0,79**	0,24	0,85**	1	Cl																										
Cl	0,04	-0,44	0,10	-0,21	-0,55*	-0,10	-0,62**	-0,17	-0,15	-0,14	-0,05	0,26	0,42	0,03	-0,16	1	Co																									
Co	-0,65**	-0,22	0,61**	0,82**	0,17	0,65**	0,17	0,20	0,40	0,63**	0,24	0,48*	-0,03	0,61**	0,71**	-0,13	1	Cr																								
Cr	-0,11	0,14	0,15	-0,12	-0,11	-0,09	-0,03	-0,02	0,54*	-0,02	0,55*	0,26	0,47*	0,14	0,00	0,03	-0,19	1	Cu																							
Cu	-0,81**	-0,11	0,77**	0,72**	0,08	0,75**	0,17	-0,04	0,36	0,34	0,58**	0,78**	0,33	0,83**	0,89**	-0,10	0,59**	0,21	1	Fe																						
Fe	-0,62**	0,03	0,36	0,42	0,08	0,39	0,22	0,18	0,50*	0,60**	0,79**	0,59**	0,34	0,46*	0,52*	-0,09	0,45	0,17	0,68**	1	Hg																					
Hg	0,39	-0,39	-0,39	-0,47*	-0,39	-0,39	-0,34	-0,46*	-0,72**	-0,39	-0,39	-0,39	-0,09	-0,39	-0,39	0,50*	-0,40	-0,45	-0,39	-0,41	1	K																				
K	-0,49*	-0,37	0,80**	0,56*	-0,09	0,64**	-0,33	0,14	0,32	0,22	0,22	0,77**	0,46*	0,74**	0,64**	0,45	0,48*	0,27	0,66**	0,27	-0,26	1	Mg																			
Mg	-0,59**	-0,05	0,87**	0,75**	-0,02	0,86**	0,25	0,01	0,21	0,17	0,45*	0,79**	0,17	0,88**	0,88**	-0,10	0,64**	0,08	0,73**	0,44	-0,39	0,55*	1	Mn																		
Mn	-0,69**	-0,29	0,68**	0,79**	0,15	0,69**	0,07	0,21	0,39	0,55*	0,31	0,57**	0,13	0,66**	0,78**	-0,08	0,94**	-0,03	0,69**	0,45	-0,39	0,61**	0,67**	1	Mo																	
Mo	-0,30	-0,25	0,52*	0,22	-0,03	0,45	-0,36	0,22	0,50*	0,07	0,25	0,56*	0,61**	0,45*	0,42	0,24	0,11	0,62**	0,49*	0,17	-0,39	0,77**	0,30	0,31	1	Na																
Na	-0,59**	-0,17	0,78**	0,54*	-0,08	0,75**	0,01	0,07	0,19	0,10	0,54*	0,92**	0,41	0,81**	0,79**	0,25	0,47*	0,10	0,70**	0,58**	-0,22	0,65**	0,84**	0,56*	0,41	1	Ni															
Ni	-0,37	-0,18	0,39	0,50*	0,24	0,50*	0,41	0,17	0,20	0,28	0,23	0,26	0,12	0,47*	0,60**	-0,53*	0,55*	0,09	0,51*	0,34	-0,43	0,16	0,53*	0,59**	0,15	0,34	1	P														
P	-0,25	0,17	0,14	0,23	-0,07	-0,06	0,22	-0,14	0,44	0,46*	0,65**	0,28	0,00	0,25	0,08	-0,04	0,32	0,37	0,30	0,59**	-0,39	0,10	0,21	0,26	-0,06	0,24	0,21	1	Pb													
Pb	-0,51*	-0,09	0,41	0,39	-0,04	0,45*	0,05	0,08	0,53*	0,66**	0,77**	0,58**	0,38	0,50*	0,56*	-0,08	0,46*	0,22	0,67**	0,85**	-0,39	0,36	0,51*	0,46*	0,29	0,54*	0,31	0,48*	1	S												
S	-0,66**	-0,33	0,89**	0,80**	0,05	0,98**	0,00	0,23	0,24	0,31	0,24	0,77**	0,26	0,87**	0,89**	-0,02	0,67**	-0,02	0,73**	0,36	-0,39	0,71**	0,85**	0,72**	0,50*	0,73**	0,49*	-0,05	0,44	1	Sb											
Sb	-0,44	-0,06	0,62**	0,43	0,03	0,71**	-0,25	0,28	0,41	0,17	0,27	0,73**	0,41	0,60**	0,70**	0,09	0,40	0,08	0,59**	0,34	-0,39	0,68**	0,59**	0,46*	0,63**	0,64**	0,11	-0,13	0,53*	0,69**	1	Se										
Se	-0,41	-0,42	0,59**	0,44	-0,23	0,58**	-0,15	-0,24	-0,30	0,00	0,11	0,53*	0,20	0,61**	0,63**	0,37	0,33	-0,29	0,60**	0,22	0,39	0,55*	0,55*	0,39	0,18	0,61**	0,10	-0,16	0,29	0,57*	0,43	1	Si									
Si	0,02	-0,22	0,09	-0,12	-0,23	-0,14	-0,22	-0,45	-0,09	-0,11	0,33	0,08	0,15	0,12	0,01	0,29	-0,20	0,42	0,25	0,07	0,39	0,24	0,01	-0,01	0,28	0,11	-0,12	0,20	0,11	-0,12	-0,11	0,39	1	Sr								
Sr	-0,67**	-0,18	0,94**	0,77**	0,03	0,89**	0,10	0,03	0,27	0,18	0,44	0,89**	0,27	0,98**	0,89**	-0,01	0,57*	0,14	0,87**	0,50*	-0,39	0,73**	0,88**	0,65**	0,49*	0,85**	0,48*	0,23	0,51*	0,86**	0,64**	0,62**	0,14	1	U							
U	-0,37	-0,10	0,63**	0,41	-0,40	0,50*	-0,26	-0,07	0,42	0,26	0,47*	0,71**	0,46*	0,69**	0,46*	0,22	0,25	0,41	0,63**	0,43	-0,39	0,68**	0,51*	0,30	0,56*	0,50*	0,07	0,39	0,54*	0,52*	0,57*	0,37	0,23	0,67**	1	Zn						
Zn	-0,79**	-0,15	0,81**	0,77**	0,15	0,85**	0,21	0,09	0,30	0,27	0,46*	0,75**	0,27	0,84**	0,95**	-0,18	0,64**	0,15	0,93**	0,54*	-0,39	0,64**	0,81**	0,76**	0,51*	0,73**	0,63**	0,11	0,55*	0,84**	0,62**	0,60**	0,16	0,88**	0,48*	1						

**p < 0,01 düzeyinde, * p < 0,05 düzeyinde anlamlıdır. Dedeksiyon limiti altındaki parametrelere, dedeksiyon değerleri verilerek hesaplama yapılmıştır.

EK 4.

Ek Tablo 2. Harköy maden sahası su örneklerindeki fiziko-kimyasal parametreler arasında hesaplanan Spearman's rho korelasyon matrisi

	Harköy Maden Sahası																																					
pH	1																																					
Eh	Eh	1																																				
iletkenlik	-0,70**	-0,22	1	Tuz.																																		
Tuzluluk	-0,41	-0,04	0,69**	1	Çöz. Ok.																																	
Çöz. Ok.	-0,07	0,27	-0,03	-0,27	1	SO ₄ ²⁻																																
SO ₄ ²⁻	-0,66**	0,08	0,72**	0,69**	0,13	1	NO ₂ -N																															
NO ₂ -N	-0,12	-0,02	0,17	0,24	-0,17	-0,15	1	NO ₃ -N																														
NO ₃ -N	0,01	-0,36	-0,03	-0,19	-0,20	-0,23	0,05	1	Ag																													
Ag	-0,54*	0,01	0,36	0,22	0,06	0,34	0,24	0,06	1	Al																												
Al	-0,54*	0,23	0,20	-0,08	0,04	0,14	0,01	0,17	0,62**	1	As																											
As	-0,38	-0,40	0,53*	0,46*	-0,43	0,36	0,14	0,20	0,33	0,25	1	B																										
B	-0,82**	-0,08	0,82**	0,57**	0,06	0,70**	0,27	-0,17	0,57**	0,33	0,51*	1	Ba																									
Ba	0,06	-0,25	-0,16	-0,65**	0,25	-0,28	-0,11	0,02	0,08	0,19	-0,06	0,02	1	Ca																								
Ca	-0,63**	-0,16	0,71**	0,68**	-0,16	0,65**	0,36	-0,25	0,41	0,19	0,60**	0,79**	-0,01	1	Cd																							
Cd	-0,77**	-0,06	0,81**	0,69**	-0,06	0,88**	0,04	-0,09	0,40	0,22	0,50**	0,77**	-0,21	0,78**	1	Cl																						
Cl	0,11	-0,30	-0,04	-0,08	-0,14	-0,32	0,37	0,45*	-0,11	-0,08	0,39	0,00	-0,03	-0,10	-0,15	1	Co																					
Co	-0,74**	0,05	0,78**	0,70**	0,00	0,87**	0,09	-0,13	0,45*	0,33	0,39	0,75**	-0,22	0,74**	0,93**	-0,15	1	Cr																				
Cr	-0,50*	0,10	0,19	0,16	0,22	0,23	0,22	-0,05	0,68**	0,60**	0,23	0,44*	0,08	0,36	0,34	0,09	0,41	1	Cu																			
Cu	-0,77**	0,14	0,54*	0,21	0,25	0,60**	0,02	-0,30	0,50*	0,54*	0,17	0,63**	0,20	0,59**	0,72**	-0,34	0,72**	0,56*	1	Fe																		
Fe	-0,39	-0,30	0,45*	0,01	0,06	0,21	0,05	0,57**	0,52*	0,52*	0,31	0,30	0,17	0,05	0,29	0,17	0,36	0,35	0,34	1	Hg																	
Hg	0,11	-0,11	-0,15	0,14	0,01	-0,15	0,19	0,40	0,01	-0,11	0,13	-0,15	-0,39	-0,12	-0,07	0,60**	-0,05	0,14	-0,24	0,12	1	K																
K	-0,65**	0,11	0,76**	0,69**	0,17	0,80**	0,08	-0,32	0,54*	0,28	0,35	0,82**	-0,10	0,78**	0,80**	-0,29	0,84**	0,48*	0,63**	0,18	-0,22	1	Mg															
Mg	-0,51*	-0,20	0,80**	0,69**	-0,21	0,74**	0,10	-0,11	0,15	-0,06	0,59**	0,76**	-0,13	0,73**	0,80**	0,11	0,76**	0,01	0,36	0,13	-0,10	0,70**	1	Mn														
Mn	-0,73**	-0,02	0,75**	0,69**	-0,09	0,87**	0,07	-0,11	0,38	0,25	0,48*	0,73**	-0,19	0,81**	0,97**	-0,14	0,95**	0,35	0,69**	0,22	-0,10	0,82**	0,81**	1	Mo													
Mo	-0,24	-0,01	0,41	0,29	0,05	0,35	0,06	-0,58**	0,01	0,02	0,27	0,46*	0,30	0,65**	0,38	-0,32	0,32	0,04	0,46*	-0,22	-0,34	0,51*	0,46*	0,37	1	Na												
Na	-0,37	-0,22	0,58**	0,24	0,30	0,46*	0,16	-0,02	0,31	0,04	0,35	0,72**	0,35	0,46*	0,41	0,17	0,42	0,23	0,29	0,39	-0,13	0,53*	0,60**	0,37	0,37	1	Ni											
Ni	-0,65**	0,19	0,64**	0,70**	0,01	0,84**	0,24	-0,27	0,50*	0,18	0,20	0,71**	-0,28	0,72**	0,84**	-0,31	0,90**	0,40	0,65**	0,17	-0,15	0,81**	0,64**	0,87**	0,26	0,38	1	P										
P	0,36	0,51*	-0,29	-0,24	0,63**	-0,20	-0,14	-0,23	-0,09	0,07	-0,42	-0,25	0,12	-0,34	-0,34	0,00	-0,17	0,25	-0,08	-0,10	0,07	0,06	-0,34	-0,29	0,01	0,02	-0,19	1	Pb									
Pb	-0,80**	0,09	0,61**	0,56**	-0,08	0,67**	0,08	-0,03	0,55*	0,65**	0,54*	0,66**	-0,26	0,65**	0,78**	0,00	0,81**	0,64**	0,71**	0,36	0,06	0,67**	0,50*	0,80**	0,21	0,18	0,66**	-0,17	1	S								
S	-0,71**	-0,10	0,79**	0,70**	0,01	0,92**	-0,05	-0,19	0,34	0,11	0,51*	0,76**	-0,19	0,78**	0,96**	-0,20	0,87**	0,25	0,64**	0,17	-0,13	0,83**	0,82**	0,93**	0,46*	0,44	0,78**	-0,30	0,69**	1	Sb							
Sb	-0,49*	-0,09	0,49*	0,42	-0,02	0,56**	0,01	-0,50*	0,20	0,19	0,52*	0,60**	0,17	0,81**	0,61**	-0,25	0,55*	0,24	0,59**	-0,16	-0,33	0,62**	0,56**	0,64**	0,79**	0,33	0,46*	-0,18	0,52*	0,70**	1	Se						
Se	-0,75**	0,13	0,76**	0,81**	-0,01	0,84**	0,15	-0,12	0,30	0,14	0,35	0,72**	-0,57**	0,61**	0,83**	-0,11	0,81**	0,25	0,48*	0,15	0,03	0,73**	0,70**	0,79**	0,20	0,31	0,79**	-0,27	0,71**	0,82**	0,41	1	Si					
Si	-0,09	0,19	-0,05	-0,26	0,59**	-0,12	0,17	0,27	0,52*	0,39	-0,24	0,03	0,24	-0,11	-0,08	0,09	0,05	0,45*	0,21	0,44	0,31	0,13	-0,31	-0,07	-0,25	0,11	0,04	0,48*	0,07	-0,14	-0,28	-0,14	1	Sr				
Sr	-0,61**	-0,01	0,70**	0,68**	0,13	0,70**	0,19	-0,34	0,47*	0,17	0,45*	0,76**	-0,08	0,89**	0,46*	0,63**	0,79**	0,21	0,74**	0,46*	0,02	-0,06	0,90**	0,65**	0,79**	0,63**	0,41	0,72**	-0,04	0,64**	0,83**	0,76**	0,66**	0,11	1	U		
U	-0,48*	-0,09	0,15	-0,30	0,27	0,16	-0,03	0,12	0,57**	0,53*	0,21	0,41	0,68**	0,34	0,31	-0,05	0,26	0,52*	0,58**	0,33	-0,24	0,35	0,11	0,33	0,20	0,33	0,21	-0,01	0,35	0,29	0,34	-0,04	0,47*	0,37	1	Zn		
Zn	-0,74**	-0,07	0,79**	0,69**	-0,01	0,85**	0,10	-0,11	0,42	0,21	0,44*	0,74**	-0,19	0,80**	0,98**	-0,17	0,93**	0,40	0,75**	0,29	-0,03	0,82**	0,75**	0,96**	0,40	0,38	0,86**	-0,28	0,77**	0,93**	0,60**	0,80**	0,01	0,83**	0,34	1		

* *p < 0,01 düzeyinde, * p < 0,05 düzeyinde anlamlıdır. Dedeksiyon limiti ahındaki parametrelere, dedeksiyon değerleri verilerle hesaplama yapılmıştır.

EK 5.

Ek Tablo 3. İsrail maden sahası su örneklerindeki fiziko-kimyasal parametreler arasında hesaplanan Spearman's rho korelasyon

		İsrail Maden Sahası																																		
pH	1	Eh																																		
pH	1	Eh																																		
Eh	-0,75**	1	İlet.																																	
iletkenlik	0,10	0,04	1	Tuz.																																
Tuzluluk	-0,37	0,37	0,37	1	Çöz. Ok.																															
Çöz. Ok.	0,16	-0,32	0,30	0,37	1	SO ₄ ²⁻																														
SO ₄ ²⁻	-0,16	0,26	0,50*	0,37	0,13	1	NO ₃ -N																													
NO ₃ -N	-0,23	0,55**	0,08	0,13	-0,23	-0,06	1	NO ₂ -N																												
NO ₂ -N	-0,29	0,32	0,05	0,39	0,19	0,44*	0,00	1	Ag																											
Ag	-0,17	0,11	0,06	0,46*	0,13	0,24	-0,10	0,69**	1	Al																										
Al	-0,24	0,43*	0,46*	0,37	0,14	0,18	0,53*	0,12	0,24	1	As																									
As	-0,31	-0,06	-0,07	0,37	0,18	0,22	-0,09	0,06	0,12	0,05	1	B																								
B	0,01	-0,12	0,46*	0,33	0,32	0,28	-0,19	0,05	0,15	-0,01	0,04	1	Ba																							
Ba	0,19	-0,34	-0,22	-0,37	0,03	0,00	-0,56**	-0,28	-0,18	-0,55**	-0,26	0,23	1	Ca																						
Ca	0,67**	-0,52*	0,39	-0,15	0,43	-0,09	-0,09	-0,22	-0,30	0,07	-0,21	0,28	-0,08	1	Cd																					
Cd	-0,54*	0,40	-0,06	0,37	0,04	0,26	0,12	0,17	0,39	0,31	0,13	0,08	0,08	-0,67**	1	Cl																				
Cl	0,29	-0,10	0,43*	0,04	0,05	0,06	-0,07	-0,25	-0,08	0,18	-0,34	0,64**	0,04	0,51*	-0,11	1	Co																			
Co	-0,67**	0,58**	0,05	0,37	0,03	0,21	0,22	0,34	0,48*	0,57**	0,13	-0,14	-0,18	-0,54*	0,76**	-0,27	1	Cr																		
Cr	-0,37	0,37	0,37	0,99**	0,37	0,37	0,13	0,39	0,46*	0,37	0,37	0,33	-0,37	-0,15	0,37	0,04	0,37	1	Cu																	
Cu	-0,60**	0,40	0,06	0,37	0,16	0,11	0,13	0,23	0,45*	0,49*	0,24	0,25	-0,13	-0,44*	0,79**	0,02	0,81**	0,37	1	Fe																
Fe	-0,17	0,19	0,28	0,37	0,26	0,05	0,14	0,05	0,38	0,65**	0,27	0,16	-0,44*	0,07	0,31	0,27	0,49*	0,37	0,70**	1	Hg															
Hg	0,30	-0,26	0,19	-0,05	0,19	-0,09	-0,07	-0,25	-0,14	-0,04	-0,26	0,07	0,11	0,22	0,15	0,32	-0,04	-0,05	-0,07	-0,13	1	K														
K	-0,36	0,11	0,55**	0,33	0,26	0,30	-0,10	0,20	0,23	0,26	0,22	0,77**	0,06	0,04	0,19	0,38	0,21	0,33	0,48*	0,30	-0,07	1	Mg													
Mg	0,37	-0,19	0,32	0,37	0,23	0,38	-0,12	0,17	0,10	-0,23	0,06	0,13	0,00	0,31	-0,31	-0,08	-0,23	0,37	-0,36	-0,08	-0,02	-0,10	1	Mn												
Mn	-0,33	0,48*	0,50*	0,37	0,16	0,35	0,24	0,27	0,31	0,65**	-0,31	-0,02	-0,16	-0,11	0,47*	0,03	0,69**	0,37	0,43*	0,32	0,11	0,20	-0,02	1	Mo											
Mo	0,23	-0,31	0,16	0,37	0,51*	0,48*	-0,54*	0,50*	0,39	-0,23	0,20	0,18	0,25	0,20	-0,12	-0,15	-0,08	0,37	-0,18	-0,13	-0,07	0,10	0,65**	0,05	1	Na										
Na	0,50*	-0,31	0,45*	-0,07	0,12	-0,21	-0,02	-0,33	-0,28	-0,01	-0,26	0,51*	0,01	0,70**	-0,59**	0,69**	-0,55**	-0,07	-0,33	0,06	0,22	0,32	0,23	-0,26	-0,08	1	Ni									
Ni	-0,76**	0,62**	-0,04	0,40	-0,17	0,10	0,12	0,27	0,35	0,25	0,12	0,06	-0,10	-0,79**	0,76**	-0,21	0,70**	0,40	0,73**	0,29	-0,20	0,31	-0,33	0,39	-0,27	-0,45*	1	P								
P	0,44*	-0,44*	-0,23	-0,24	0,26	-0,45*	-0,47*	-0,08	0,05	-0,20	-0,49*	-0,14	0,24	0,40	-0,24	0,26	-0,21	-0,24	-0,23	-0,04	0,33	-0,32	-0,05	-0,03	0,20	0,18	-0,38	1	Pb							
Pb	-0,71**	0,63**	-0,11	0,37	0,00	0,26	0,27	0,59**	0,47*	0,38	0,08	-0,03	-0,34	-0,57**	0,69**	-0,17	0,68**	0,37	0,68**	0,32	-0,26	0,19	-0,38	0,47*	-0,12	-0,61**	0,74**	-0,23	1	S						
S	-0,02	0,12	0,63**	0,37	0,20	0,88**	-0,10	0,31	0,34	0,29	0,12	0,34	0,12	-0,05	0,34	0,12	0,32	0,37	0,24	0,21	-0,02	0,39	0,44*	0,47*	0,48*	-0,07	0,14	-0,37	0,13	1	Sb					
Sb	0,13	-0,33	0,14	0,33	0,66**	0,07	-0,42	0,06	0,15	-0,13	0,20	0,69**	0,31	0,35	0,05	0,46*	-0,12	0,33	0,22	0,23	0,22	0,51*	0,16	-0,21	0,44*	0,40	-0,14	0,28	-0,13	0,15	1	Se				
Se	-0,49*	0,27	0,12	0,53*	0,05	0,22	-0,03	0,33	0,50*	0,10	0,28	0,67**	0,04	-0,43*	0,58**	0,18	0,37	0,53*	0,65**	0,25	-0,11	0,67**	-0,16	0,10	0,02	-0,07	0,67**	-0,39	0,49*	0,24	0,39	1	Si			
Si	-0,11	0,06	0,51*	0,37	0,29	-0,02	0,06	0,10	0,08	0,20	0,02	0,50*	-0,16	0,04	0,11	0,36	0,02	0,37	0,31	0,26	0,11	0,67**	-0,06	0,10	-0,07	0,46*	0,33	-0,15	0,11	0,13	0,42	0,47*	1	Sr		
Sr	0,28	-0,38	0,39	0,37	0,64**	0,06	-0,33	0,03	0,23	0,10	0,00	0,81**	0,15	0,50*	0,03	0,63**	-0,13	0,37	0,22	0,31	0,22	0,53*	0,14	0,02	0,33	0,51*	-0,11	0,29	-0,10	0,20	0,83**	0,44*	0,47*	1	U	
U	0,27	-0,10	0,67**	0,39	0,46*	0,04	0,10	0,03	-0,13	0,14	-0,16	0,31	-0,23	0,56**	-0,42	0,29	-0,28	0,39	-0,29	0,02	0,17	0,28	0,52*	0,15	0,27	0,66**	-0,27	0,10	-0,34	0,16	0,31	-0,12	0,58**	0,41	1	Zn
Zn	-0,64**	0,50*	-0,10	0,37	0,00	0,23	0,23	0,27	0,42	0,38	0,17	0,06	-0,05	-0,67**	0,95**	-0,15	0,81**	0,37	0,87**	0,42	-0,07	0,22	-0,34	0,47*	-0,17	-0,62**	0,79**	-0,31	0,80**	0,28	0,00	0,59**	0,11	-0,02	-0,45*	1

**p < 0,01 düzeyinde, * p < 0,05 düzeyinde anlamlıdır. Dedeksiyon limiti altındaki parametrelere, dedeksiyon değerleri verilerek hesaplama yapılmıştır.

EK 6.

Ek Tablo 4. Eseli maden sahasında dere sedimanına ait bazı elementlerin Spearman's rho korelasyon matrisi

Element	Ag																								
Ag	1																								
Al	-0,92**	1	As																						
As	0,96**	-0,96**	1	Au																					
Au	0,99**	-0,95**	0,99**	1	Ba																				
Ba	-0,67	0,67	-0,70	-0,69	1	Ca																			
Ca	-0,07	-0,11	-0,04	-0,05	0,00	1	Cd																		
Cd	0,99**	-0,92**	0,96**	0,99**	-0,67	-0,07	1	Co																	
Co	-0,36	0,43	-0,46	-0,41	0,86*	0,25	-0,36	1	Cr																
Cr	-0,75	0,75	-0,82*	-0,79*	0,95**	0,14	-0,75	0,85**	1	Cu															
Cu	0,92**	-0,99**	0,96**	0,95**	-0,67	0,11	0,92**	-0,43	-0,75*	1	Fe														
Fe	0,92**	-0,92**	0,89**	0,91**	-0,63	0,29	0,92**	-0,25	-0,64	0,92**	1	Hg													
Hg	0,96**	-0,96**	0,99**	0,99**	-0,70	-0,04	0,96**	-0,46	-0,82*	0,96**	0,89**	1	K												
K	0,19	0,04	-0,04	-0,08	0,09	-0,33	0,19	0,19	0,19	-0,04	-0,15	-0,04	1	Mg											
Mg	-0,92**	0,99**	-0,96**	-0,95**	0,67	-0,11	-0,92**	0,43	0,75*	-0,99**	-0,92**	-0,96**	0,04	1	Mn										
Mn	-0,82*	0,68	-0,75	-0,79*	0,88*	0,21	-0,82*	0,64*	0,85*	-0,68	-0,71	-0,75*	-0,26	0,68	1	Mo									
Mo	0,96**	-0,96**	0,92**	0,95**	-0,63	0,07	0,96**	-0,32	-0,68	0,96**	0,96**	0,92**	0,26	-0,96**	-0,75	1	Na								
Na	0,77*	-0,84*	0,74	0,76*	-0,26	0,04	0,77*	-0,05	-0,34	0,84*	0,79**	0,74*	0,41	-0,84**	-0,41	0,88**	1	Ni							
Ni	-0,78	0,85*	-0,89*	-0,84*	0,88*	0,04	-0,78*	0,78*	0,96**	-0,85*	-0,71	-0,89**	0,26	0,85*	0,75	-0,75	-0,49	1	P						
P	-0,84*	0,82**	-0,91**	-0,89**	0,76	0,05	-0,84*	0,54	0,86**	-0,82**	-0,79*	-0,91**	0,30	0,82**	0,72	-0,75*	-0,45	0,90**	1	Pb					
Pb	0,99**	-0,92**	0,96**	0,90**	-0,67	-0,07	0,99**	-0,36	-0,75	0,92**	0,92**	0,96**	0,19	-0,92**	-0,82*	0,96**	0,77**	-0,78*	-0,84*	1	S				
S	0,99**	-0,91**	0,95**	0,98**	-0,67	-0,04	0,99**	-0,32	-0,74	0,91**	0,95**	0,95**	-0,13	-0,91**	-0,81*	0,95**	0,74	-0,77*	-0,87**	0,99**	1	Se			
Se	0,99**	-0,95**	0,99**	0,99**	-0,69	-0,05	0,99**	-0,41	-0,79*	0,95**	0,91**	0,99**	-0,08	-0,95**	-0,79*	0,95**	0,76*	-0,84*	-0,89**	0,99**	0,98**	1	Sr		
Sr	0,43	-0,46	0,32	0,38	-0,05	0,11	0,43	0,21	0,07	0,46	0,54	0,32	0,67	-0,46	-0,14	0,57	0,77*	0,04	-0,09	0,43	0,41	0,38	1	Zn	
Zn	0,92**	-0,92**	0,88**	0,91**	-0,60	0,22	0,92**	-0,22	-0,63	0,92**	0,96**	0,88**	-0,15	-0,92**	-0,70	0,96**	0,82*	-0,7	-0,73	0,92**	0,93**	0,91**	0,45	1	

** p< 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

* p< 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

NOT : Dedeksiyon Limiti (DL) altında çıkan parametrelere, dedeksiyon limiti verilerek değerlendirilmiştir.

EK 10.

Ek Tablo 8. Harköy maden sahası toprak örneklerine ait korelasyon matrisi

	Ag	Al	As	Au	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	p	Pb	s	Se	z
Ag	1																						
Al	-0,2	1																					
As	0,697**	-0,072	1																				
Au	0,876**	-0,13	,643**	1																			
Ba	0,816**	-0,048	0,608**	0,808**	1																		
Ca	-0,191	0,013	-0,057	-0,098	0,153	1																	
Cd	0,748**	-0,236	0,653**	0,641**	0,781**	0,173	1																
Co	-0,094	0,642**	0,105	-0,216	0,103	0,104	0,11	1															
Cr	-0,403*	0,694**	-0,132	-0,282	-0,269	0,144	-0,332	0,384	1														
Cu	0,731**	-0,086	0,601**	0,775**	0,762**	-0,009	0,812**	0,095	-0,286	1													
Fe	0,350	0,477*	0,373	0,468*	0,391	-0,075	0,397*	0,395	0,203	0,610**	1												
Hg	0,785**	-0,061	0,684**	0,760**	0,614**	-0,256	0,476*	-0,218	-0,282	0,480*	0,277	1											
K	0,082	0,047	0,308	0,187	0,242	0,638**	0,364	-0,023	0,340	0,227	0,263	0,143	1										
Mg	-0,672**	0,391	-0,471*	-0,556**	-0,35	0,542**	-0,309	0,307	0,582**	-0,376	0,020	-0,685**	0,383	1									
Mn	0,332	0,121	0,551**	0,072	0,425*	0,262	0,596**	0,651**	-0,042	0,370	0,304	0,140	0,278	0,006	1								
Mo	0,723**	-0,086	0,907**	0,728**	0,697**	0,019	0,684**	-0,018	-0,082	0,669**	0,391	0,682**	0,429*	-0,429*	0,419*	1							
Na	0,153	-0,556**	0,116	0,279	0,319	0,456*	0,256	-0,487*	-0,307	0,118	-0,131	0,069	0,272	0,025	-0,057	0,184	1						
Ni	-0,154	0,767**	0,117	-0,149	0,050	0,156	-0,054	0,665**	0,809**	-0,128	0,273	-0,124	0,266	0,436*	0,298	0,073	-0,348	1					
P	-0,161	0,547**	0,075	-0,086	0,075	0,578**	0,055	0,460*	0,639**	-0,035	0,352	-0,082	0,672**	0,587**	0,411*	0,178	-0,018	0,604**	1				
Pb	0,950**	-0,241	0,787**	0,845**	0,810**	-0,102	0,717**	-0,117	-0,385	0,699**	0,276	0,766**	0,161	-0,652**	0,385	0,807**	0,210	-0,123	-0,128	1			
S	0,596**	-0,39	0,603**	0,554**	0,473*	0,070	0,645**	-0,315	-0,263	0,481*	0,216	0,653**	0,448*	-0,335	0,261	0,601**	0,407*	-0,236	0,007	0,598**	1		
Se	0,431*	-0,143	0,554**	0,546**	0,278	-0,046	0,424*	-0,23	0,069	0,585**	0,404*	0,551**	0,470*	-0,281	0,062	0,606**	0,137	-0,098	0,122	0,437*	0,705**	1	
Sr	0,091	0,099	0,107	0,126	0,430*	0,831**	0,408*	0,281	0,034	0,206	0,140	-0,036	0,645**	0,432*	0,479*	0,168	0,312	0,212	0,593**	0,136	0,127	-0,111	1
Zn	0,784**	-0,138	0,741**	0,754**	0,810**	0,088	0,925**	0,105	-0,224	0,887**	0,470*	0,574**	0,433*	-0,362	0,515**	0,785**	0,136	0,023	0,075	0,788**	0,646**	0,549**	0,356

** p< 0,01 düzeyinde ve * p< 0,05 düzeyinde anlamlıdır. Dedeksiyon limiti altında kalan parametrelere limit değeri verilerek hesaplama yapılmıştır.

EK 12.

Ek Tablo 10. Eseli maden sahası fındık örneklerinde elementlere ait korelasyon matrisi

	Ag																			
Ag	1	B																		
B	0,4	1	Ba																	
Ba	0,26	0,41	1	Ca																
Ca	0,25	-0,02	-0,01	1	Co															
Co	-0,2	-0,06	0,32	-0,28	1	Cr														
Cr	0,29	0,07	0,33	0,24	0,35	1	Cu													
Cu	0,51*	0,55*	0,64**	-0,13	0,20	0,29	1	Fe												
Fe	-0,09	0,45	-0,11	-0,40	0,45	0,03	0,04	1	Hg											
Hg	-0,18	0,02	0,04	0,02	0,10	-0,38	-0,28	0,19	1	K										
K	0,66**	0,24	0,32	-0,10	-0,33	-0,08	0,68**	-0,26	-0,15	1	Mg									
Mg	-0,09	-0,22	0,39	0,19	0,26	-0,14	0,27	-0,22	0,23	0,21	1	Mn								
Mn	-0,50*	0,06	0,18	-0,24	0,71**	0,12	-0,14	0,46	0,30	-0,62**	0,11	1	Mo							
Mo	0,43	-0,10	-0,32	0,39	-0,76**	-0,24	-0,10	-0,44	-0,09	0,47*	-0,09	-0,85**	1	Ni						
Ni	-0,64**	-0,19	-0,11	-0,31	0,55*	-0,12	-0,30	0,32	0,11	-0,63**	0,07	0,84**	-0,78**	1	P					
P	0,31	0,01	0,28	0,06	-0,33	-0,06	0,53*	-0,53*	-0,326	0,77**	0,32	-0,56*	0,49*	-0,50*	1	Pb				
Pb	-0,31	0,18	0,38	-0,11	0,46	-0,04	-0,13	0,32	0,34	-0,36	-0,02	0,63**	-0,44	0,43	-0,33	1	S			
S	0,47	0,31	-0,20	0,21	-0,19	-0,03	0,13	0,18	-0,04	0,21	-0,003	-0,16	0,06	0,002	-0,03	-0,42	1	Se		
Se	0,48*	0,12	-0,16	0,34	-0,64**	0,02	0,07	-0,34	-0,09	0,50*	-0,37	-0,77**	0,77**	-0,79**	0,49*	-0,31	0,05	1	Sr	
Sr	0,21	0,20	0,72**	-0,04	0,58*	0,31	0,62**	0,06	-0,26	0,22	0,53*	0,28	-0,45	0,16	0,20	0,25	-0,01	-0,37	1	Zn
Zn	0,65**	0,39	0,26	0,27	-0,58*	0,11	0,50*	-0,28	-0,14	0,74**	-0,05	-0,72**	0,66**	-0,83**	0,56*	-0,29	0,14	0,74**	-0,04	1

* p< 0,01 düzeyinde, ** p< 0,05 düzeyinde anlamlıdır. Dedeksiyon limiti altında kalan parametreler, limit değeri verilerek hesaplamaya yapılmıştır.

EK 13.

Ek Tablo 11. Eseli maden sahası dal örneklerinde elementlere ait korelasyon matrisi

	Ag																								
Ag	1	B																							
B	0,47	1	Ba																		ESELİ MADEN SAHASI- DAL ÖRNEKLERİ				
Ba	0,44	0,43	1	Ca																					
Ca	0,34	0,28	-0,27	1	Cd																				
Cd	0,01	0,16	0,65**	-0,51*	1	Co														* p< 0,01 düzeyinde, p< 0,05 düzeyinde anlamlıdır. Dedeksiyon limiti altında kalan parametreler, limit değeri verilerek hesaplama yapılmıştır.					
Co	-0,48*	0,09	0,37	-0,66**	0,60**	1	Cr																		
Cr	0,48*	0,03	0,01	0,16	-0,26	-0,48*	1	Cu																	
Cu	0,68**	0,65**	0,58*	0,11	0,31	0,02	0,10	1	Fe																
Fe	-0,01	-0,05	-0,13	0,34	0,02	0,03	0,29	-0,02	1	Hg															
Hg	-0,31	-0,17	0,15	-0,15	0,20	0,30	0,18	-0,47	0,27	1	K														
K	0,39	0,36	-0,21	0,36	-0,24	-0,480*	0,08	0,27	-0,20	-0,48*	1	Mg													
Mg	0,24	0,40	0,71**	-0,26	0,45	0,26	0,02	0,62**	-0,14	-0,07	-0,04	1	Mn												
Mn	-0,68**	-0,10	0,10	-0,53*	0,62**	0,81**	-0,57*	-0,27	0,04	0,38	-0,46	0,05	1	Mo											
Mo	0,64**	0,08	-0,18	0,67**	-0,52*	-0,87**	0,45	0,20	0,06	-0,29	0,64**	-0,11	-0,88**	1	Ni										
Ni	-0,64**	-0,19	-0,22	-0,48*	0,31	0,520*	-0,28	-0,49*	0,00	0,29	-0,31	-0,21	0,82**	-0,74**	1	P									
P	0,77**	0,44	0,36	0,22	0,04	-0,36	0,22	0,79**	-0,14	-0,65**	0,47*	0,46	-0,52*	0,45	-0,54*	1	Pb								
Pb	-0,34	0,09	0,42	-0,51*	0,63**	0,80**	-0,24	0,00	0,04	0,51*	-0,62**	0,17	0,69**	-0,79**	0,42	-0,47	1	S							
S	0,56*	0,30	0,17	0,09	0,10	-0,16	0,08	0,54*	-0,03	-0,49*	0,25	0,15	-0,27	0,22	-0,26	-0,77**	-0,38	1	Se						
Se	0,77**	0,17	0,08	0,57*	-0,30	-0,77**	0,47*	0,31	0,05	-0,32	0,35	-0,05	-0,84**	0,80**	-0,70**	0,49*	-0,52*	0,27	1	Sr					
Sr	0,29	0,64**	0,55*	0,11	0,36	0,20	-0,32	0,68**	-0,03	-0,35	0,08	0,56*	-0,03	-0,03	-0,41	0,44	0,13	0,30	0,18	1	Zn				
Zn	0,74**	0,62**	0,52*	0,09	0,34	-0,12	0,10	0,81**	-0,22	-0,28	0,40	0,37	-0,26	0,29	-0,39	0,65**	-0,04	0,55*	0,41	0,52*	1				

EK 14.

Ek Tablo 12. Harköy maden sahası fındık örneklerinde elementlere ait korelasyon matrisi

	Ag																				
Ag	1	B																			
B	-0,33	1	Ba																		
Ba	0,66**	-0,40	1	Ca																	
Ca	-0,34	0,42	-0,29	1	Cd																
Cd	0,30	0,08	0,53*	-0,14	1	Co															
Co	-0,61**	0,11	-0,34	-0,28	-0,17	1	Cr														
Cr	0,22	-0,33	0,25	-0,05	-0,22	0,15	1	Cu													
Cu	0,46	-0,28	0,58*	-0,06	0,12	0,04	0,69**	1	Fe												
Fe	0,09	0,21	0,07	0,13	-0,30	0,07	0,62**	0,35	1	Hg											
Hg	0,51*	-0,17	0,28	-0,40	0,32	-0,23	0,10	0,08	-0,11	1	K										
K	0,09	0,33	-0,15	0,01	0,04	0,21	0,21	0,29	0,09	0,20	1	Mg									
Mg	-0,11	0,23	-0,11	0,16	-0,16	0,29	0,22	0,16	-0,02	-0,24	0,55*	1	Mn								
Mn	-0,20	-0,09	0,30	-0,05	0,40	0,49*	0,08	0,40	0,01	-0,30	0,02	-0,06	1	Mo							
Mo	0,52*	-0,23	0,40	-0,23	0,10	-0,36	0,19	0,44	0,04	0,32	0,35	0,01	-0,18	1	Ni						
Ni	-0,50*	0,35	-0,29	0,07	0,08	0,61**	-0,07	-0,19	-0,13	-0,22	0,08	0,44	0,36	-0,54*	1	P					
P	-0,36	0,36	-0,31	0,08	-0,09	0,48*	-0,03	0,10	-0,02	-0,52*	0,48*	0,52*	0,16	-0,03	0,20	1	S				
S	-0,03	0,41	-0,23	-0,15	0,10	0,43	0,34	0,18	0,29	0,36	0,63**	0,26	0,06	-0,05	0,46	0,23	1	Sr			
Sr	0,14	-0,06	0,58*	-0,21	0,34	0,21	0,37	0,53*	0,20	-0,10	0,18	0,30	0,50*	0,03	0,22	0,10	0,14	1	Pb		
Pb	-0,02	-0,02	-0,20	-0,15	-0,02	-0,07	-0,26	-0,17	0,03	-0,07	-0,30	-0,45	-0,07	0,27	-0,30	-0,09	-0,22	-0,48*	1	Zn	
Zn	0,70**	-0,22	0,67**	-0,24	0,66**	-0,45	-0,02	0,38	-0,28	0,41	0,19	0,02	0,09	0,49*	-0,25	-0,12	0,04	0,25	-0,02	1	

* p< 0,01 düzeyinde, ** p< 0,05 düzeyinde anlamlıdır. Dedeksiyon limiti altında kalan parametreler, limit değeri verilerek hesaplama yapılmıştır.

EK 16.

Ek Tablo 14. İsrail maden sahasının fındık örneklerinde elementlere ait korelasyon matrisi

	Ag																		
Ag	1	B																	
B	0,25	1	Ba																
Ba	0,05	0,52*	1	Ca															
Ca	0,25	0,05	0,23	1	Co														
Co	0,08	-0,24	-0,45	-0,3	1	Cr													
Cr	0,17	-0,26	0,12	0,64**	-0,09	1	Cu												
Cu	0,45	0,21	0,14	-0,11	-0,16	-0,17	1	Fe											
Fe	-0,02	-0,05	-0,10	0,53*	0,00	0,41	0,03	1	K										
K	0,37	0,32	0,34	-0,01	-0,42	-0,11	0,74**	-0,03	1	Mg									
Mg	-0,04	0,32	0,37	-0,29	0,01	-0,12	0,45	-0,23	0,58*	1	Mn								
Mn	0,01	-0,14	0,06	0,22	0,06	0,21	0,53*	0,61**	0,17	0,11	1	Mo							
Mo	0,46	0,09	0,22	0,25	-0,21	-0,07	,70**	0,10	0,57*	0,28	0,30	1	Ni						
Ni	0,12	0,09	-0,45	-0,08	0,72**	-0,08	-0,39	0,10	-0,50*	-0,27	-0,18	-0,28	1	P					
P	0,28	0,29	0,00	-0,20	-0,02	-0,34	0,65**	-0,17	0,80**	0,65**	0,04	0,44	-0,21	1	Pb				
Pb	0,28	0,29	0,10	-0,16	0,05	-0,04	-0,21	-0,30	-0,29	-0,28	-0,38	-0,35	0,15	-0,40	1	S			
S	0,37	0,34	0,17	0,50*	-0,20	0,46	0,19	0,46	0,29	0,06	0,20	0,01	-0,22	0,19	0,19	1	Sr		
Sr	0,05	0,41	0,73**	0,43	-0,63**	0,21	-0,07	-0,13	0,06	0,08	-0,05	0,13	-0,41	-0,29	0,21	0,14	1	Zn	
Zn	0,23	0,43	0,46	-0,01	-0,54*	0,02	0,36	-0,29	0,59**	0,40	-0,07	0,22	-0,31	0,38	-0,21	0,05	0,44	1	

* p< 0,01 düzeyinde, ** p< 0,05 düzeyinde anlamlıdır.
 Dedeksiyon limiti altında kalan parametreler, limit değeri verilerek hesaplama yapılmıştır.

EK 17.

Ek Tablo 15. İsrail maden sahasının dal örneklerinde elementlere ait korelasyon matrisi

Ag	1	As																																							
As	-0,03	1	Au																																						
Au	0,07	0,27	1	B																																					
B	0,38	0,10	-0,03	1	Ba																																				
Ba	0,34	0,12	0,24	0,24	1	Ca																																			
Ca	-0,01	-0,05	0,14	0,14	0,27	1	Cd																																		
Cd	-0,26	-0,05	-0,23	-0,07	-0,35	-0,09	1	Co																																	
Co	0,30	-0,26	-0,14	-0,14	-0,12	-0,47*	0,25	1	Cr																																
Cr	0,43	0,12	-0,27	0,54*	0,36	-0,04	-0,10	0,10	1	Cu																															
Cu	0,36	0,24	0,22	0,61**	0,45	0,23	0,26	-0,13	0,39	1	Fe																														
Fe	-0,29	0,33	0,15	-0,07	-0,18	0,31	-0,07	-0,58*	-0,25	-0,06	1	Hg																													
Hg	0,20	-0,04	0,22	0,41	0,17	0,11	-0,49*	-0,09	0,41	0,01	0,02	1	K																												
K	-0,06	0,06	0,13	0,10	0,50*	0,52*	0,25	-0,21	0,17	0,43	-0,10	-0,14	1	Mg																											
Mg	-0,37	0,47*	-0,14	-0,07	-0,14	-0,11	0,63**	0,01	0,00	0,18	0,21	-0,48*	0,16	1	Mn																										
Mn	0,01	0,12	0,26	0,11	0,26	0,06	0,29	0,12	0,07	0,37	0,04	-0,39	0,41	0,37	1	Mo																									
Mo	0,38	0,45	0,46	0,45	0,22	0,31	0,13	-0,17	0,11	0,81**	0,06	-0,02	0,29	0,15	0,27	1	Na																								
Na	-0,21	0,13	0,15	0,01	-0,06	0,48*	0,17	-0,41	0,10	0,13	0,10	0,33	0,32	0,01	-0,08	0,28	1	Ni																							
Ni	-0,10	-0,18	-0,40	-0,10	-0,27	-0,38	0,15	0,57*	0,06	-0,40	-0,50*	-0,25	-0,01	0,15	-0,01	-0,36	-0,37	1	P																						
P	0,16	0,31	-0,02	0,45	0,44	0,30	0,45	-0,05	0,42	0,71**	0,00	0,03	0,62**	0,32	0,26	0,55*	0,34	-0,17	1	Pb																					
Pb	0,34	-0,19	-0,15	-0,25	0,21	-0,58*	-0,28	0,60**	0,19	-0,17	0,64**	-0,10	-0,4	-0,24	-0,09	-0,24	-0,48*	0,36	-0,3	1	S																				
S	0,42	-0,04	0,10	0,26	0,77**	0,25	0,17	0,01	0,46	0,64**	-0,25	-0,04	0,73**	0,01	0,34	0,32	0,03	-0,18	0,69**	0,02	1	Se																			
Se	0,32	-0,23	0,01	0,26	0,41	0,46	0,08	-0,07	-0,12	0,28	-0,14	-0,04	0,49*	-0,08	-0,10	0,25	-0,05	0,01	0,40	-0,25	0,52*	1	Sr																		
Sr	-0,22	0,26	0,08	0,02	0,52*	0,65**	-0,09	-0,52*	0,02	0,20	0,28	-0,10	0,63**	0,34	0,29	0,21	0,32	-0,24	0,36	-0,40	0,34	0,37	1	Zn																	
Zn	0,30	0,18	0,12	0,43	0,21	-0,07	0,44	0,19	0,22	0,62**	-0,13	0,12	0,03	0,31	-0,01	0,55*	0,13	-0,24	0,66**	-0,07	0,39	0,34	-0,04	1																	

* p< 0,01 düzeyinde, p< 0,05 düzeyinde anlamlıdır. Dedeksiyon limiti altında kalan parametreler, limit değeri verilerek hesaplama yapılmıştır.

EK 18.

Ek Tablo 16. Eseli maden sahasına ait toprak ve bitkilerdeki elementlerin kanser dışı riskler için hesaplanan ADI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	Eseli Maden Sahası- Topraktaki Elementlerin Günlük Alım Oranları (ADI) mg/kg-gün											Toplam	
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb		Zn
Yetişkin	Oral	min.	2,77E-05	1,37E-07	5,34E-06	5,48E-06	4,64E-05	2,86E-02	5,48E-08	3,70E-04	5,48E-07	3,70E-06	3,63E-05	1,00E-04	2,92E-02
		mak.	1,44E-03	8,58E-05	4,70E-05	1,36E-04	1,35E-02	1,52E-01	7,14E-06	6,51E-03	7,00E-05	6,96E-05	4,55E-03	1,37E-02	1,92E-01
		ort.	1,87E-04	7,80E-06	2,66E-05	4,08E-05	2,33E-03	6,59E-02	8,19E-07	2,43E-03	9,98E-06	2,71E-05	6,00E-04	1,64E-03	7,32E-02
	Dermal	min.	3,31E-06	5,47E-10	2,13E-08	2,19E-08	1,85E-07	1,14E-04	2,19E-10	1,48E-06	2,19E-09	1,48E-08	1,45E-07	3,99E-07	1,20E-04
		mak.	1,72E-04	3,42E-07	1,87E-07	5,41E-07	5,38E-05	6,05E-04	2,85E-08	2,60E-05	2,79E-07	2,78E-07	1,82E-05	5,47E-05	9,32E-04
		ort.	2,24E-05	3,11E-08	1,06E-07	1,63E-07	9,29E-06	2,63E-04	3,27E-09	9,68E-06	3,98E-08	1,08E-07	2,40E-06	6,55E-06	3,14E-04
	Toplam	min.	3,10E-05	1,38E-07	5,36E-06	5,50E-06	4,66E-05	2,87E-02	5,50E-08	3,71E-04	5,50E-07	3,71E-06	3,64E-05	1,00E-04	2,93E-02
		mak.	1,61E-03	8,61E-05	4,72E-05	1,36E-04	1,35E-02	1,52E-01	7,17E-06	6,54E-03	7,03E-05	6,99E-05	4,57E-03	1,38E-02	1,93E-01
		ort.	2,10E-04	7,83E-06	2,67E-05	4,09E-05	2,34E-03	6,62E-02	8,22E-07	2,44E-03	1,00E-05	2,73E-05	6,03E-04	1,65E-03	7,35E-02
Çocuk	Oral	min.	2,58E-04	1,28E-06	4,99E-05	5,11E-05	4,33E-04	2,67E-01	5,11E-07	3,45E-03	5,11E-06	3,45E-05	3,39E-04	9,33E-04	2,73E-01
		mak.	1,34E-02	8,00E-04	4,39E-04	1,27E-03	1,26E-01	1,42E+00	6,66E-05	6,08E-02	6,53E-04	6,49E-04	4,25E-02	1,28E-01	1,79E+00
		ort.	1,75E-03	7,28E-05	2,48E-04	3,81E-04	2,17E-02	6,15E-01	7,64E-06	2,27E-02	9,31E-05	2,53E-04	5,60E-03	1,53E-02	6,83E-01
	Dermal	min.	2,17E-05	3,58E-09	1,40E-07	1,43E-07	1,21E-06	7,48E-04	1,43E-09	9,67E-06	1,43E-08	9,67E-08	9,49E-07	2,61E-06	7,85E-04
		mak.	1,13E-03	2,24E-06	1,23E-06	3,54E-06	3,52E-04	3,96E-03	1,87E-07	1,70E-04	1,83E-06	1,82E-06	1,19E-04	3,58E-04	6,10E-03
		ort.	1,47E-04	2,04E-07	6,94E-07	1,07E-06	6,09E-05	1,72E-03	2,14E-08	6,34E-05	2,61E-07	7,10E-07	1,57E-05	4,29E-05	2,05E-03
	Toplam	min.	2,80E-04	1,28E-06	5,00E-05	5,13E-05	4,35E-04	2,68E-01	5,13E-07	3,46E-03	5,13E-06	3,46E-05	3,40E-04	9,36E-04	2,74E-01
		mak.	1,46E-02	8,03E-04	4,40E-04	1,27E-03	1,26E-01	1,42E+00	6,68E-05	6,09E-02	6,55E-04	6,51E-04	4,26E-02	1,28E-01	1,80E+00
		ort.	1,89E-03	7,30E-05	2,49E-04	3,82E-04	2,18E-02	6,17E-01	7,66E-06	2,27E-02	9,34E-05	2,54E-04	5,62E-03	1,54E-02	6,85E-01
Kanser Dışı	Maruziyet Yolu	Değer	Eseli Maden Sahası- Fındıktaki Elementlerin Günlük Alım Oranları (ADI) mg/kg-gün											Toplam	
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb		Zn
Yetişkin	Oral	min.	2,74E-05	2,74E-06	2,74E-06	4,11E-04	4,08E-03	1,10E-02	2,74E-07	2,74E-03	8,22E-06	5,48E-05	2,74E-06	5,86E-03	2,42E-02
		mak.	2,74E-05	2,74E-05	1,53E-04	6,30E-04	9,17E-03	1,64E-02	8,22E-07	3,59E-02	3,26E-04	6,30E-04	1,92E-05	8,82E-03	7,21E-02
		ort.	2,74E-05	1,42E-05	6,89E-05	5,14E-04	6,57E-03	1,41E-02	5,63E-07	1,85E-02	1,47E-04	3,26E-04	9,18E-06	7,19E-03	4,74E-02
Çocuk	Oral	min.	3,20E-05	3,20E-06	3,20E-06	4,79E-04	4,76E-03	1,28E-02	3,20E-07	3,20E-03	9,59E-06	6,39E-05	3,20E-06	6,84E-03	2,82E-02
		mak.	3,20E-05	3,20E-05	1,79E-04	7,35E-04	1,07E-02	1,92E-02	9,59E-07	4,19E-02	3,80E-04	7,35E-04	2,24E-05	1,03E-02	8,42E-02
		ort.	3,20E-05	1,66E-05	8,04E-05	6,00E-04	7,66E-03	1,64E-02	6,57E-07	2,16E-02	1,72E-04	3,80E-04	1,07E-05	8,39E-03	5,53E-02

EK 19.

Ek Tablo 17. Eseli maden sahasına ait dere sedimanlarındaki elementlerin kanser dışı riskler için hesaplanan ADI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	Eseli Maden Sahası- Dere Sedimanındaki Elementlerin Günlük Alım Oranları (ADI) mg/kg-gün												Toplam
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	9,38E-06	3,42E-07	1,02E-05	6,85E-07	4,94E-05	2,21E-02	4,11E-08	4,73E-05	3,42E-07	3,42E-06	3,50E-05	9,04E-05	2,24E-02
		mak	1,22E-03	1,07E-04	1,53E-05	3,15E-05	6,03E-03	8,76E-02	1,05E-05	1,39E-03	6,90E-05	1,55E-05	6,85E-03	6,85E-03	1,10E-01
		ort	3,40E-04	2,91E-05	1,20E-05	1,01E-05	2,40E-03	5,22E-02	2,64E-06	5,33E-04	2,16E-05	7,77E-06	1,81E-03	3,64E-03	6,10E-02
	Dermal	min.	2,25E-06	2,73E-09	8,14E-08	5,47E-09	3,94E-07	1,77E-04	3,28E-10	3,77E-07	2,73E-09	2,73E-08	2,79E-07	7,21E-07	1,81E-04
		mak.	2,92E-04	8,56E-07	1,22E-07	2,51E-07	4,81E-05	6,99E-04	8,38E-08	1,11E-05	5,51E-07	1,24E-07	5,47E-05	5,47E-05	1,16E-03
		ort.	8,13E-05	2,32E-07	9,59E-08	8,04E-08	1,91E-05	4,16E-04	2,11E-08	4,25E-06	1,73E-07	6,20E-08	1,44E-05	2,91E-05	5,65E-04
	Toplam	min.	1,16E-05	3,45E-07	1,03E-05	6,90E-07	4,98E-05	2,23E-02	4,14E-08	4,76E-05	3,45E-07	3,45E-06	3,53E-05	9,11E-05	2,26E-02
		mak.	1,51E-03	1,08E-04	1,55E-05	3,18E-05	6,08E-03	8,83E-02	1,06E-05	1,40E-03	6,96E-05	1,56E-05	6,90E-03	6,90E-03	1,11E-01
		ort.	4,21E-04	2,93E-05	1,21E-05	1,02E-05	2,42E-03	5,26E-02	2,66E-06	5,37E-04	2,18E-05	7,83E-06	1,82E-03	3,67E-03	6,15E-02
Çocuk	Oral	min.	8,76E-05	3,20E-06	9,53E-05	6,39E-06	4,61E-04	2,06E-01	3,84E-07	4,41E-04	3,20E-06	3,20E-05	3,27E-04	8,44E-04	2,09E-01
		mak.	1,14E-02	1,00E-03	1,43E-04	2,94E-04	5,63E-02	8,18E-01	9,81E-05	1,30E-02	6,44E-04	1,44E-04	6,39E-02	6,39E-02	1,03E+00
		ort.	3,17E-03	2,71E-04	1,12E-04	9,41E-05	2,24E-02	4,87E-01	2,47E-05	4,97E-03	2,02E-04	7,25E-05	1,68E-02	3,40E-02	5,69E-01
	Dermal	min.	1,47E-05	1,79E-08	5,33E-07	3,58E-08	2,58E-06	1,16E-03	2,15E-09	2,47E-06	1,79E-08	1,79E-07	1,83E-06	4,73E-06	1,18E-03
		mak.	1,91E-03	5,61E-06	8,02E-07	1,65E-06	3,15E-04	4,58E-03	5,49E-07	7,27E-05	3,61E-06	8,09E-07	3,58E-04	3,58E-04	7,61E-03
		ort.	5,33E-04	1,52E-06	6,28E-07	5,27E-07	1,25E-04	2,73E-03	1,38E-07	2,78E-05	1,13E-06	4,06E-07	9,43E-05	1,90E-04	3,70E-03
	Toplam	min.	1,02E-04	3,21E-06	9,58E-05	6,43E-06	4,63E-04	2,08E-01	3,86E-07	4,44E-04	3,21E-06	3,21E-05	3,28E-04	8,49E-04	2,10E-01
		mak.	1,33E-02	1,01E-03	1,44E-04	2,96E-04	5,66E-02	8,22E-01	9,86E-05	1,31E-02	6,48E-04	1,45E-04	6,43E-02	6,43E-02	1,04E+00
		ort.	3,70E-03	2,73E-04	1,13E-04	9,46E-05	2,25E-02	4,90E-01	2,48E-05	5,00E-03	2,03E-04	7,29E-05	1,69E-02	3,42E-02	5,73E-01

EK 20.

Ek Tablo 18. Eseli maden sahasına ait sulardaki elementlerin kanser dışı riskler için hesaplanan ADI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet Yolu	Değer	Eseli Maden Sahası- Sudaki Elementlerin Günlük Alım Oranları (ADI) mg/kg-gün												
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	Toplam
Yetişkin	Oral	min	1,37E-05	1,37E-07	5,48E-07	1,37E-05	1,64E-05	2,74E-04	2,74E-06	1,26E-05	2,74E-06	5,48E-06	2,74E-06	8,49E-05	4,30E-04
		mak	3,45E-01	5,57E-02	8,22E-03	8,22E-03	7,54E+00	3,09E+01	2,74E-06	9,88E-02	8,22E-03	8,22E-03	1,10E-01	1,01E+01	4,91E+01
		ort	1,74E-02	3,28E-03	5,11E-04	4,31E-04	3,92E-01	1,72E+00	2,74E-06	9,85E-03	4,76E-04	4,56E-04	5,56E-03	5,84E-01	2,73E+00
	Dermal	min	2,26E-08	2,26E-10	3,62E-10	4,53E-08	2,72E-08	4,53E-07	4,53E-09	2,08E-08	4,53E-09	1,81E-09	4,53E-10	8,42E-08	6,65E-07
		mak	5,71E-04	9,21E-05	5,43E-06	2,72E-05	1,25E-02	5,11E-02	4,53E-09	1,63E-04	1,36E-05	2,72E-06	1,81E-05	9,97E-03	7,44E-02
		ort	2,88E-05	5,42E-06	3,38E-07	1,42E-06	6,48E-04	2,84E-03	4,53E-09	1,63E-05	7,87E-07	1,51E-07	9,19E-07	5,79E-04	4,12E-03
	Toplam	min	1,37E-05	1,37E-07	5,48E-07	1,37E-05	1,65E-05	2,74E-04	4,53E-09	1,26E-05	2,74E-06	5,48E-06	2,74E-06	8,50E-05	4,28E-04
		mak	3,46E-01	5,58E-02	8,22E-03	8,25E-03	7,55E+00	3,10E+01	4,53E-09	9,90E-02	8,23E-03	8,22E-03	1,10E-01	1,01E+01	4,92E+01
		ort	1,74E-02	3,29E-03	5,11E-04	4,32E-04	3,92E-01	1,72E+00	4,53E-09	9,87E-03	4,77E-04	4,56E-04	5,56E-03	5,84E-01	2,73E+00
Çocuk	Oral	min	3,20E-05	3,20E-07	1,28E-06	3,20E-05	3,84E-05	6,39E-04	6,39E-06	2,94E-05	6,39E-06	1,28E-05	6,39E-06	1,98E-04	1,00E-03
		mak	8,06E-01	1,30E-01	1,92E-02	1,92E-02	1,76E+01	7,21E+01	6,39E-06	2,31E-01	1,92E-02	1,92E-02	2,56E-01	2,35E+01	1,15E+02
		ort	4,06E-02	7,65E-03	1,19E-03	1,00E-03	9,14E-01	4,01E+00	6,39E-06	2,30E-02	1,11E-03	1,06E-03	1,30E-02	1,36E+00	6,37E+00
	Dermal	min	8,95E-08	8,95E-10	1,43E-09	1,79E-07	1,07E-07	1,79E-06	1,79E-08	8,23E-08	1,79E-08	7,16E-09	1,79E-09	3,33E-07	2,63E-06
		mak	2,26E-03	3,64E-04	2,15E-05	1,07E-04	4,93E-02	2,02E-01	1,79E-08	6,45E-04	5,37E-05	1,07E-05	7,16E-05	3,94E-02	2,94E-01
		ort	1,14E-04	2,14E-05	1,34E-06	5,63E-06	2,56E-03	1,12E-02	1,79E-08	6,44E-05	3,11E-06	5,96E-07	3,63E-06	2,29E-03	1,63E-02
	Toplam	min	3,21E-05	3,21E-07	1,28E-06	3,21E-05	3,85E-05	6,41E-04	1,79E-08	2,95E-05	6,41E-06	1,28E-05	6,39E-06	1,99E-04	9,99E-04
		mak	8,08E-01	1,30E-01	1,92E-02	1,93E-02	1,76E+01	7,23E+01	1,79E-08	2,31E-01	1,92E-02	1,92E-02	2,56E-01	2,35E+01	1,15E+02
		ort	4,07E-02	7,67E-03	1,19E-03	1,01E-03	9,17E-01	4,02E+00	1,79E-08	2,31E-02	1,11E-03	1,07E-03	1,30E-02	1,36E+00	6,39E+00

EK 21.

Ek Tablo 19. Harkköy maden sahasına ait toprak ve bitkilerdeki elementlerin kanser dışı riskler için hesaplanan ADI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	Harkköy Maden Sahası- Topraktaki Elementlerin Günlük Alım Oranları (ADI) mg/kg-gün											Toplam	
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb		Zn
Yetişkin	Oral	min.	9,32E-06	1,37E-07	3,42E-06	5,48E-06	3,45E-05	1,97E-02	6,85E-08	1,00E-04	2,74E-07	3,84E-06	3,51E-05	3,01E-05	1,99E-02
		mak.	2,43E-03	4,37E-05	4,19E-05	4,66E-05	3,30E-03	1,07E-01	1,19E-05	3,10E-03	1,34E-04	2,26E-05	1,22E-02	5,83E-03	1,34E-01
		ort.	3,39E-04	5,29E-06	1,66E-05	2,65E-05	6,11E-04	6,28E-02	1,32E-06	1,13E-03	1,40E-05	1,23E-05	1,72E-03	7,67E-04	6,74E-02
	Dermal	min.	1,12E-06	5,47E-10	1,37E-08	2,19E-08	1,38E-07	7,87E-05	2,73E-10	3,99E-07	1,09E-09	1,53E-08	1,40E-07	1,20E-07	8,07E-05
		mak.	2,90E-04	1,74E-07	1,67E-07	1,86E-07	1,32E-05	4,27E-04	4,76E-08	1,24E-05	5,33E-07	9,02E-08	4,88E-05	2,33E-05	8,17E-04
		ort.	4,06E-05	2,11E-08	6,60E-08	1,06E-07	2,44E-06	2,50E-04	5,25E-09	4,51E-06	5,58E-08	4,89E-08	6,87E-06	3,06E-06	3,08E-04
	Toplam	min.	1,04E-05	1,38E-07	3,44E-06	5,50E-06	3,47E-05	1,98E-02	6,88E-08	1,00E-04	2,75E-07	3,85E-06	3,52E-05	3,03E-05	2,00E-02
		mak.	2,72E-03	4,39E-05	4,21E-05	4,68E-05	3,31E-03	1,08E-01	1,20E-05	3,11E-03	1,34E-04	2,27E-05	1,23E-02	5,85E-03	1,35E-01
		ort.	3,80E-04	5,31E-06	1,66E-05	2,66E-05	6,13E-04	6,30E-02	1,32E-06	1,14E-03	1,40E-05	1,23E-05	1,73E-03	7,70E-04	6,77E-02
Çocuk	Oral	min.	8,69E-05	1,28E-06	3,20E-05	5,11E-05	3,22E-04	1,84E-01	6,39E-07	9,33E-04	2,56E-06	3,58E-05	3,27E-04	2,81E-04	1,86E-01
		mak.	2,26E-02	4,08E-04	3,91E-04	4,35E-04	3,08E-02	1,00E+00	1,11E-04	2,89E-02	1,25E-03	2,11E-04	1,14E-01	5,44E-02	1,25E+00
		ort.	3,17E-03	4,94E-05	1,54E-04	2,47E-04	5,70E-03	5,86E-01	1,23E-05	1,06E-02	1,30E-04	1,14E-04	1,61E-02	7,16E-03	6,29E-01
	Dermal	min.	7,30E-06	3,58E-09	8,95E-08	1,43E-07	9,02E-07	5,16E-04	1,79E-09	2,61E-06	7,16E-09	1,00E-07	9,16E-07	7,88E-07	5,28E-04
		mak.	1,90E-03	1,14E-06	1,10E-06	1,22E-06	8,62E-05	2,80E-03	3,12E-07	8,10E-05	3,49E-06	5,91E-07	3,19E-04	1,52E-04	5,35E-03
		ort.	2,66E-04	1,38E-07	4,33E-07	6,92E-07	1,60E-05	1,64E-03	3,44E-08	2,96E-05	3,65E-07	3,20E-07	4,50E-05	2,00E-05	2,02E-03
	Toplam	min.	9,42E-05	1,28E-06	3,21E-05	5,13E-05	3,23E-04	1,85E-01	6,41E-07	9,36E-04	2,56E-06	3,59E-05	3,28E-04	2,82E-04	1,87E-01
		mak.	2,45E-02	4,09E-04	3,92E-04	4,36E-04	3,09E-02	1,00E+00	1,12E-04	2,90E-02	1,25E-03	2,12E-04	1,14E-01	5,46E-02	1,26E+00
		ort.	3,43E-03	4,95E-05	1,55E-04	2,48E-04	5,71E-03	5,87E-01	1,23E-05	1,06E-02	1,31E-04	1,15E-04	1,61E-02	7,18E-03	6,31E-01
Kanser Dışı	Maruziyet Yolu	Değer	Harkköy Maden Sahası- Fındıktaki Elementlerin Günlük Alım Oranları (ADI) mg/kg-gün											Toplam	
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb		Zn
Yetişkin	Oral	min.	2,74E-05	2,74E-06	8,22E-06	4,11E-04	3,84E-03	8,22E-03	2,74E-07	9,04E-03	5,48E-06	8,22E-05	2,74E-06	5,45E-03	2,71E-02
		mak.	2,74E-05	2,19E-05	3,07E-04	6,58E-04	9,34E-03	2,19E-02	1,92E-06	6,30E-02	1,29E-04	7,12E-04	3,56E-05	9,78E-03	1,06E-01
		ort.	2,74E-05	5,63E-06	1,04E-04	5,05E-04	6,13E-03	1,52E-02	8,22E-07	3,06E-02	3,18E-05	3,77E-04	1,11E-05	7,00E-03	6,01E-02
Çocuk	Oral	min.	3,20E-05	3,20E-06	9,59E-06	4,79E-04	4,47E-03	9,59E-03	3,20E-07	1,05E-02	6,39E-06	9,59E-05	3,20E-06	6,36E-03	3,16E-02
		mak.	3,20E-05	2,56E-05	3,58E-04	7,67E-04	1,09E-02	2,56E-02	2,24E-06	7,35E-02	1,50E-04	8,31E-04	4,16E-05	1,14E-02	1,24E-01
		ort.	3,20E-05	6,57E-06	1,21E-04	5,90E-04	7,15E-03	1,78E-02	9,59E-07	3,57E-02	3,71E-05	4,40E-04	1,30E-05	8,17E-03	7,01E-02

EK 22.

Ek Tablo 20. Harköy maden sahasına ait dere sedimanlarındaki elementlerin kanser dışı riskler için hesaplanan ADI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	Harköy Maden Sahası- Dere Sedimanındaki Elementlerin Günlük Alım Oranları (ADI) mg/kg-gün												Toplam
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	7,81E-06	1,03E-06	4,45E-06	3,42E-06	4,92E-05	1,08E-02	4,11E-08	5,54E-04	2,05E-07	2,33E-06	6,38E-05	1,26E-04	1,16E-02
		mak	1,71E-04	4,00E-05	9,79E-06	5,48E-06	7,57E-04	2,28E-02	6,10E-07	2,12E-03	6,85E-06	1,40E-05	7,69E-04	6,85E-03	3,35E-02
		ort	6,45E-05	1,13E-05	7,71E-06	4,11E-06	3,53E-04	1,77E-02	2,42E-07	1,07E-03	2,27E-06	5,27E-06	3,78E-04	1,74E-03	2,13E-02
	Dermal	min.	1,87E-06	8,20E-09	3,55E-08	2,73E-08	3,92E-07	8,64E-05	3,28E-10	4,42E-06	1,64E-09	1,86E-08	5,09E-07	1,01E-06	9,46E-05
		mak.	4,10E-05	3,19E-07	7,82E-08	4,37E-08	6,04E-06	1,82E-04	4,86E-09	1,69E-05	5,47E-08	1,12E-07	6,13E-06	5,47E-05	3,07E-04
		ort.	1,54E-05	9,03E-08	6,15E-08	3,28E-08	2,82E-06	1,41E-04	1,93E-09	8,57E-06	1,81E-08	4,21E-08	3,02E-06	1,39E-05	1,85E-04
	Toplam	min.	9,68E-06	1,04E-06	4,49E-06	3,45E-06	4,96E-05	1,09E-02	4,14E-08	5,59E-04	2,07E-07	2,35E-06	6,43E-05	1,27E-04	1,17E-02
		mak.	2,12E-04	4,03E-05	9,87E-06	5,52E-06	7,64E-04	2,30E-02	6,14E-07	2,13E-03	6,90E-06	1,42E-05	7,75E-04	6,90E-03	3,39E-02
		ort.	7,99E-05	1,14E-05	7,77E-06	4,14E-06	3,56E-04	1,78E-02	2,44E-07	1,08E-03	2,29E-06	5,32E-06	3,81E-04	1,75E-03	2,15E-02
Çocuk	Oral	min.	7,29E-05	9,59E-06	4,16E-05	3,20E-05	4,59E-04	1,01E-01	3,84E-07	5,17E-03	1,92E-06	2,17E-05	5,95E-04	1,18E-03	1,09E-01
		mak.	1,60E-03	3,73E-04	9,14E-05	5,11E-05	7,07E-03	2,13E-01	5,69E-06	1,98E-02	6,39E-05	1,31E-04	7,17E-03	6,39E-02	3,13E-01
		ort.	6,02E-04	1,06E-04	7,19E-05	3,84E-05	3,29E-03	1,65E-01	2,26E-06	1,00E-02	2,12E-05	4,92E-05	3,53E-03	1,62E-02	1,99E-01
	Dermal	min.	1,22E-05	5,37E-08	2,33E-07	1,79E-07	2,57E-06	5,66E-04	2,15E-09	2,90E-05	1,07E-08	1,22E-07	3,33E-06	6,59E-06	6,20E-04
		mak.	2,69E-04	2,09E-06	5,12E-07	2,86E-07	3,96E-05	1,19E-03	3,19E-08	1,11E-04	3,58E-07	7,34E-07	4,02E-05	3,58E-04	2,01E-03
		ort.	1,01E-04	5,92E-07	4,03E-07	2,15E-07	1,84E-05	9,23E-04	1,27E-08	5,62E-05	1,19E-07	2,76E-07	1,98E-05	9,08E-05	1,21E-03
	Toplam	min.	8,51E-05	9,64E-06	4,18E-05	3,21E-05	4,62E-04	1,02E-01	3,86E-07	5,20E-03	1,93E-06	2,19E-05	5,98E-04	1,18E-03	1,09E-01
		mak.	1,87E-03	3,75E-04	9,19E-05	5,14E-05	7,11E-03	2,14E-01	5,72E-06	1,99E-02	6,43E-05	1,32E-04	7,21E-03	6,43E-02	3,15E-01
		ort.	7,03E-04	1,06E-04	7,23E-05	3,86E-05	3,31E-03	1,66E-01	2,27E-06	1,01E-02	2,13E-05	4,95E-05	3,55E-03	1,63E-02	2,00E-01

EK 23.

Ek Tablo 21. Harköy maden sahasına ait sulardaki elementlerin kanser dışı riskler için hesaplanan ADI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet Yolu	Değer	Harkköy Maden Sahası- Sudaki Elementlerin Günlük Alım Oranları (ADI) mg/kg-gün												Toplam
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	1,37E-05	1,37E-06	5,48E-07	1,37E-05	7,67E-05	2,74E-04	2,74E-06	3,97E-05	2,74E-06	5,48E-06	5,48E-06	4,58E-04	8,94E-04
		mak	1,95E-04	9,03E-03	5,36E-04	9,59E-05	1,40E-01	5,73E-01	5,07E-04	9,43E-02	5,07E-04	7,01E-04	4,15E-02	1,33E+00	2,19E+00
		ort	5,32E-05	1,65E-03	6,60E-05	2,11E-05	8,11E-03	3,58E-02	2,85E-05	1,22E-02	4,88E-05	1,16E-04	2,26E-03	1,68E-01	2,28E-01
	Dermal	min	2,26E-08	2,26E-09	3,62E-10	4,53E-08	1,27E-07	4,53E-07	4,53E-09	6,57E-08	4,53E-09	1,81E-09	9,06E-10	4,54E-07	1,18E-06
		mak	3,22E-07	1,49E-05	3,54E-07	3,17E-07	2,31E-04	9,48E-04	8,38E-07	1,56E-04	8,38E-07	2,32E-07	6,87E-06	1,32E-03	2,68E-03
		ort	8,79E-08	2,72E-06	4,36E-08	6,97E-08	1,34E-05	5,92E-05	4,71E-08	2,01E-05	8,06E-08	3,84E-08	3,74E-07	1,67E-04	2,63E-04
	Toplam	min	1,37E-05	1,37E-06	5,48E-07	1,37E-05	7,68E-05	2,74E-04	2,74E-06	3,98E-05	2,74E-06	5,48E-06	5,48E-06	4,58E-04	8,95E-04
		mak	1,95E-04	9,05E-03	5,36E-04	9,62E-05	1,40E-01	5,74E-01	5,08E-04	9,44E-02	5,08E-04	7,02E-04	4,15E-02	1,33E+00	2,19E+00
		ort	5,32E-05	1,65E-03	6,60E-05	2,12E-05	8,12E-03	3,59E-02	2,85E-05	1,22E-02	4,88E-05	1,16E-04	2,26E-03	1,68E-01	2,29E-01
Çocuk	Oral	min	3,20E-05	3,20E-06	1,28E-06	3,20E-05	1,79E-04	6,39E-04	6,39E-06	9,27E-05	6,39E-06	1,28E-05	1,28E-05	1,07E-03	2,09E-03
		mak	4,54E-04	2,11E-02	1,25E-03	2,24E-04	3,27E-01	1,34E+00	1,18E-03	2,20E-01	1,18E-03	1,64E-03	9,69E-02	3,11E+00	5,11E+00
		ort	1,24E-04	3,84E-03	1,54E-04	4,92E-05	1,89E-02	8,35E-02	6,65E-05	2,84E-02	1,14E-04	2,71E-04	5,28E-03	3,92E-01	5,33E-01
	Dermal	min	8,95E-08	8,95E-09	1,43E-09	1,79E-07	5,01E-07	1,79E-06	1,79E-08	2,60E-07	1,79E-08	7,16E-09	3,58E-09	1,79E-06	4,67E-06
		mak	1,27E-06	5,90E-05	1,40E-06	1,25E-06	9,14E-04	3,75E-03	3,31E-06	6,16E-04	3,31E-06	9,16E-07	2,71E-05	5,22E-03	1,06E-02
		ort	3,47E-07	1,08E-05	1,72E-07	2,76E-07	5,30E-05	2,34E-04	1,86E-07	7,96E-05	3,19E-07	1,52E-07	1,48E-06	6,58E-04	1,04E-03
	Toplam	min	3,21E-05	3,21E-06	1,28E-06	3,21E-05	1,79E-04	6,41E-04	6,41E-06	9,30E-05	6,41E-06	1,28E-05	1,28E-05	1,07E-03	2,09E-03
		mak	4,55E-04	2,11E-02	1,25E-03	2,25E-04	3,27E-01	1,34E+00	1,19E-03	2,21E-01	1,19E-03	1,64E-03	9,69E-02	3,11E+00	5,12E+00
		ort	1,24E-04	3,86E-03	1,54E-04	4,95E-05	1,90E-02	8,38E-02	6,67E-05	2,85E-02	1,14E-04	2,71E-04	5,28E-03	3,93E-01	5,34E-01

EK 24.

Ek Tablo 22. İsrail maden sahasına ait toprak ve bitkilerdeki elementlerin kanser dışı riskler için hesaplanan ADI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	İsrail Maden Sahası- Topraktaki Elementlerin Günlük Alım Oranları (ADI) mg/kg-gün												Toplam
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	1,82E-05	1,37E-07	6,85E-07	1,37E-06	1,23E-05	1,62E-02	4,11E-08	9,59E-06	6,85E-07	9,59E-07	1,93E-05	1,64E-05	1,62E-02
		mak	1,19E-03	9,59E-07	1,16E-05	3,29E-05	1,24E-03	5,90E-02	5,75E-07	6,47E-04	6,95E-05	2,52E-05	2,27E-03	3,16E-04	6,48E-02
		ort	1,42E-04	2,88E-07	4,24E-06	1,28E-05	2,22E-04	3,29E-02	2,16E-07	2,12E-04	1,69E-05	8,36E-06	3,08E-04	9,51E-05	3,39E-02
	Dermal	min.	2,18E-06	5,47E-10	2,73E-09	5,47E-09	4,92E-08	6,45E-05	1,64E-10	3,83E-08	2,73E-09	3,83E-09	7,71E-08	6,56E-08	6,69E-05
		mak.	1,42E-04	3,83E-09	4,65E-08	1,31E-07	4,93E-06	2,36E-04	2,30E-09	2,58E-06	2,77E-07	1,01E-07	9,07E-06	1,26E-06	3,96E-04
		ort.	1,70E-05	1,15E-09	1,69E-08	5,12E-08	8,87E-07	1,31E-04	8,60E-10	8,45E-07	6,76E-08	3,34E-08	1,23E-06	3,79E-07	1,52E-04
	Toplam	min.	2,04E-05	1,38E-07	6,88E-07	1,38E-06	1,24E-05	1,62E-02	4,13E-08	9,63E-06	6,88E-07	9,63E-07	1,94E-05	1,65E-05	1,63E-02
		mak.	1,33E-03	9,63E-07	1,17E-05	3,30E-05	1,24E-03	5,93E-02	5,78E-07	6,49E-04	6,97E-05	2,53E-05	2,28E-03	3,18E-04	6,52E-02
		ort.	1,59E-04	2,89E-07	4,26E-06	1,29E-05	2,23E-04	3,30E-02	2,16E-07	2,13E-04	1,70E-05	8,39E-06	3,09E-04	9,54E-05	3,41E-02
Çocuk	Oral	min.	1,70E-04	1,28E-06	6,39E-06	1,28E-05	1,15E-04	1,51E-01	3,84E-07	8,95E-05	6,39E-06	8,95E-06	1,80E-04	1,53E-04	1,52E-01
		mak.	1,11E-02	8,95E-06	1,09E-04	3,07E-04	1,15E-02	5,51E-01	5,37E-06	6,03E-03	6,48E-04	2,35E-04	2,12E-02	2,95E-03	6,05E-01
		ort.	1,32E-03	2,68E-06	3,96E-05	1,20E-04	2,07E-03	3,07E-01	2,01E-06	1,98E-03	1,58E-04	7,80E-05	2,88E-03	8,87E-04	3,17E-01
	Dermal	min.	1,43E-05	3,58E-09	1,79E-08	3,58E-08	3,22E-07	4,22E-04	1,07E-09	2,51E-07	1,79E-08	2,51E-08	5,05E-07	4,30E-07	4,38E-04
		mak.	9,32E-04	2,51E-08	3,04E-07	8,59E-07	3,23E-05	1,54E-03	1,50E-08	1,69E-05	1,82E-06	6,59E-07	5,94E-05	8,27E-06	2,60E-03
		ort.	1,11E-04	7,52E-09	1,11E-07	3,35E-07	5,81E-06	8,60E-04	5,63E-09	5,53E-06	4,43E-07	2,18E-07	8,05E-06	2,48E-06	9,94E-04
	Toplam	min.	1,84E-04	1,28E-06	6,41E-06	1,28E-05	1,15E-04	1,51E-01	3,85E-07	8,97E-05	6,41E-06	8,97E-06	1,81E-04	1,54E-04	1,52E-01
		mak.	1,20E-02	8,97E-06	1,09E-04	3,08E-04	1,16E-02	5,53E-01	5,38E-06	6,05E-03	6,50E-04	2,36E-04	2,13E-02	2,96E-03	6,08E-01
		ort.	1,43E-03	2,69E-06	3,97E-05	1,20E-04	2,08E-03	3,08E-01	2,02E-06	1,98E-03	1,59E-04	7,83E-05	2,88E-03	8,90E-04	3,18E-01
Kanser Dışı	Maruziyet Yolu	Değer	İsrail Maden Sahası- Fındıktaki Elementlerin Günlük Alım Oranları (ADI) mg/kg-gün												Toplam
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min.	2,74E-05	2,74E-06	1,92E-05	4,11E-04	4,32E-03	1,37E-02	2,74E-07	9,86E-03	8,22E-06	3,01E-04	2,74E-06	5,73E-03	3,44E-02
		mak.	5,48E-05	8,22E-06	3,53E-04	6,30E-04	1,14E-02	1,92E-02	5,48E-07	4,60E-02	1,78E-04	9,04E-04	1,51E-04	8,99E-03	8,78E-02
		ort.	3,04E-05	3,50E-06	1,19E-04	5,31E-04	6,61E-03	1,58E-02	3,50E-07	2,76E-02	5,08E-05	5,69E-04	3,58E-05	7,08E-03	5,85E-02
Çocuk	Oral	min.	3,20E-05	3,20E-06	2,24E-05	4,79E-04	5,03E-03	1,60E-02	3,20E-07	1,15E-02	9,59E-06	3,52E-04	3,20E-06	6,68E-03	4,01E-02
		mak.	6,39E-05	9,59E-06	4,12E-04	7,35E-04	1,33E-02	2,24E-02	6,39E-07	5,37E-02	2,08E-04	1,05E-03	1,76E-04	1,05E-02	1,02E-01
		ort.	3,55E-05	4,08E-06	1,39E-04	6,20E-04	7,71E-03	1,85E-02	4,08E-07	3,22E-02	5,93E-05	6,64E-04	4,17E-05	8,26E-03	6,83E-02

EK 25.

Ek Tablo 23. İsrail maden sahasına ait dere sedimanlarındaki elementlerin kanser dışı riskler için hesaplanan ADI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	İsrail Maden Sahası- Dere Sedimanındaki Elementlerin Günlük Alım Oranları (ADI) mg/kg-gün												Toplam
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	8,15E-06	4,79E-07	8,22E-07	1,37E-06	4,06E-05	1,11E-02	1,37E-08	2,53E-05	4,11E-07	2,74E-07	1,96E-05	8,63E-05	1,13E-02
		mak	6,73E-04	5,34E-06	1,31E-05	4,11E-06	1,63E-03	3,03E-02	1,10E-06	5,54E-04	3,04E-05	5,21E-06	8,80E-04	8,27E-04	3,49E-02
		ort	1,16E-04	1,48E-06	5,37E-06	2,33E-06	2,44E-04	1,81E-02	1,83E-07	3,30E-04	6,41E-06	2,63E-06	1,75E-04	2,42E-04	1,92E-02
	Dermal	min.	1,95E-06	3,83E-09	6,56E-09	1,09E-08	3,24E-07	8,85E-05	1,09E-10	2,02E-07	3,28E-09	2,19E-09	1,56E-07	6,89E-07	9,19E-05
		mak.	1,61E-04	4,26E-08	1,04E-07	3,28E-08	1,30E-05	2,42E-04	8,75E-09	4,42E-06	2,43E-07	4,15E-08	7,02E-06	6,60E-06	4,34E-04
		ort.	2,79E-05	1,18E-08	4,29E-08	1,86E-08	1,95E-06	1,45E-04	1,46E-09	2,64E-06	5,12E-08	2,10E-08	1,39E-06	1,93E-06	1,81E-04
	Toplam	min.	1,01E-05	4,83E-07	8,28E-07	1,38E-06	4,09E-05	1,12E-02	1,38E-08	2,55E-05	4,14E-07	2,76E-07	1,97E-05	8,70E-05	1,14E-02
		mak.	8,34E-04	5,39E-06	1,32E-05	4,14E-06	1,64E-03	3,05E-02	1,10E-06	5,59E-04	3,07E-05	5,25E-06	8,87E-04	8,33E-04	3,53E-02
		ort.	1,44E-04	1,49E-06	5,42E-06	2,35E-06	2,46E-04	1,83E-02	1,85E-07	3,33E-04	6,46E-06	2,65E-06	1,76E-04	2,44E-04	1,94E-02
Çocuk	Oral	min.	7,61E-05	4,47E-06	7,67E-06	1,28E-05	3,79E-04	1,04E-01	1,28E-07	2,37E-04	3,84E-06	2,56E-06	1,83E-04	8,05E-04	1,05E-01
		mak.	6,28E-03	4,99E-05	1,22E-04	3,84E-05	1,52E-02	2,83E-01	1,02E-05	5,17E-03	2,84E-04	4,86E-05	8,21E-03	7,72E-03	3,26E-01
		ort.	1,09E-03	1,38E-05	5,02E-05	2,17E-05	2,28E-03	1,69E-01	1,71E-06	3,08E-03	5,99E-05	2,46E-05	1,63E-03	2,26E-03	1,80E-01
	Dermal	min.	1,28E-05	2,51E-08	4,30E-08	7,16E-08	2,12E-06	5,80E-04	7,16E-10	1,32E-06	2,15E-08	1,43E-08	1,02E-06	4,51E-06	6,02E-04
		mak.	1,06E-03	2,79E-07	6,84E-07	2,15E-07	8,51E-05	1,58E-03	5,73E-08	2,90E-05	1,59E-06	2,72E-07	4,60E-05	4,32E-05	2,84E-03
		ort.	1,82E-04	7,71E-08	2,81E-07	1,22E-07	1,27E-05	9,47E-04	9,57E-09	1,73E-05	3,35E-07	1,38E-07	9,12E-06	1,26E-05	1,18E-03
	Toplam	min.	8,89E-05	4,50E-06	7,71E-06	1,29E-05	3,81E-04	1,04E-01	1,29E-07	2,38E-04	3,86E-06	2,57E-06	1,84E-04	8,10E-04	1,06E-01
		mak.	7,34E-03	5,01E-05	1,23E-04	3,86E-05	1,53E-02	2,84E-01	1,03E-05	5,20E-03	2,85E-04	4,89E-05	8,26E-03	7,76E-03	3,29E-01
		ort.	1,27E-03	1,39E-05	5,04E-05	2,19E-05	2,29E-03	1,70E-01	1,72E-06	3,10E-03	6,02E-05	2,47E-05	1,64E-03	2,27E-03	1,81E-01

EK 26.

Ek Tablo 24. İsrail maden sahasına ait sularındaki elementlerin kanser dışı riskler için hesaplanan ADI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet Yolu	Değer	İsrail Maden Sahası- Sudaki Elementlerin Günlük Alım Oranları (ADI) mg/kg-gün												Toplam
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	1,37E-05	1,37E-06	5,48E-07	1,37E-05	8,49E-05	2,74E-04	2,74E-06	2,00E-05	2,74E-06	5,48E-06	2,74E-06	2,96E-04	7,18E-04
		mak	2,98E-02	9,70E-04	3,41E-03	1,07E-04	1,80E-01	5,66E+00	2,74E-06	1,63E-02	3,26E-04	5,32E-04	9,97E-03	2,35E-01	6,14E+00
		ort	2,04E-03	7,55E-05	2,56E-04	1,99E-05	1,26E-02	3,79E-01	2,74E-06	1,65E-03	3,25E-05	6,34E-05	7,85E-04	1,81E-02	4,15E-01
	Dermal	min	2,26E-08	2,26E-09	3,62E-10	4,53E-08	1,40E-07	4,53E-07	4,53E-09	3,31E-08	4,53E-09	1,81E-09	4,53E-10	2,93E-07	1,00E-06
		mak	4,92E-05	1,60E-06	2,26E-06	3,53E-07	2,98E-04	9,36E-03	4,53E-09	2,70E-05	5,39E-07	1,76E-07	1,65E-06	2,33E-04	9,97E-03
		ort	3,37E-06	1,25E-07	1,69E-07	6,58E-08	2,08E-05	6,27E-04	4,53E-09	2,72E-06	5,37E-08	2,10E-08	1,30E-07	1,79E-05	6,73E-04
	Toplam	min	1,37E-05	1,37E-06	5,48E-07	1,37E-05	8,51E-05	2,74E-04	2,74E-06	2,00E-05	2,74E-06	5,48E-06	2,74E-06	2,96E-04	7,19E-04
		mak	2,98E-02	9,71E-04	3,41E-03	1,07E-04	1,80E-01	5,67E+00	2,74E-06	1,63E-02	3,27E-04	5,32E-04	9,97E-03	2,35E-01	6,15E+00
		ort	2,04E-03	7,56E-05	2,56E-04	2,00E-05	1,26E-02	3,80E-01	2,74E-06	1,65E-03	3,26E-05	6,34E-05	7,85E-04	1,81E-02	4,16E-01
Çocuk	Oral	min	3,20E-05	3,20E-06	1,28E-06	3,20E-05	1,98E-04	6,39E-04	6,39E-06	4,67E-05	6,39E-06	1,28E-05	6,39E-06	6,90E-04	1,67E-03
		mak	6,94E-02	2,26E-03	7,96E-03	2,49E-04	4,20E-01	1,32E+01	6,39E-06	3,81E-02	7,61E-04	1,24E-03	2,33E-02	5,48E-01	1,43E+01
		ort	4,75E-03	1,76E-04	5,97E-04	4,65E-05	2,94E-02	8,85E-01	6,39E-06	3,84E-03	7,59E-05	1,48E-04	1,83E-03	4,22E-02	9,68E-01
	Dermal	min	8,95E-08	8,95E-09	1,43E-09	1,79E-07	5,55E-07	1,79E-06	1,79E-08	1,31E-07	1,79E-08	7,16E-09	1,79E-09	1,16E-06	3,96E-06
		mak	1,94E-04	6,34E-06	8,91E-06	1,40E-06	1,18E-03	3,70E-02	1,79E-08	1,07E-04	2,13E-06	6,95E-07	6,51E-06	9,20E-04	3,94E-02
		ort	1,33E-05	4,93E-07	6,69E-07	2,60E-07	8,22E-05	2,48E-03	1,79E-08	1,08E-05	2,12E-07	8,28E-08	5,13E-07	7,08E-05	2,66E-03
	Toplam	min	3,21E-05	3,21E-06	1,28E-06	3,21E-05	1,99E-04	6,41E-04	6,41E-06	4,68E-05	6,41E-06	1,28E-05	6,39E-06	6,92E-04	1,68E-03
		mak	6,96E-02	2,27E-03	7,97E-03	2,51E-04	4,21E-01	1,32E+01	6,41E-06	3,82E-02	7,63E-04	1,24E-03	2,33E-02	5,49E-01	1,44E+01
		ort	4,77E-03	1,77E-04	5,98E-04	4,67E-05	2,94E-02	8,88E-01	6,41E-06	3,85E-03	7,61E-05	1,48E-04	1,83E-03	4,22E-02	9,71E-01

EK 27.

Ek Tablo 25. Kontrol sahasına ait toprak ve bitkilerdeki elementlerin kanser dışı riskler için hesaplanan ADI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	Kontrol Sahası- Topraktaki Elementlerin Günlük Alım Oranları (ADI) mg/kg-gün												Toplam
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	4,79E-06	1,37E-07	1,36E-05	5,48E-06	9,73E-06	5,05E-02	9,59E-08	1,11E-03	1,37E-07	5,21E-06	4,70E-05	9,86E-05	5,18E-02
		mak	1,55E-05	1,37E-07	3,26E-05	3,42E-05	3,88E-05	6,34E-02	1,37E-07	3,82E-03	9,59E-07	2,68E-05	8,41E-05	2,15E-04	6,77E-02
		ort	1,24E-05	1,37E-07	2,38E-05	2,11E-05	2,81E-05	5,77E-02	1,15E-07	2,44E-03	5,68E-07	1,43E-05	6,70E-05	1,35E-04	6,04E-02
	Dermal	min.	5,74E-07	5,47E-10	5,41E-08	2,19E-08	3,88E-08	2,02E-04	3,83E-10	4,41E-06	5,47E-10	2,08E-08	1,87E-07	3,94E-07	2,07E-04
		mak.	1,85E-06	5,47E-10	1,30E-07	1,37E-07	1,55E-07	2,53E-04	5,47E-10	1,52E-05	3,83E-09	1,07E-07	3,36E-07	8,58E-07	2,72E-04
		ort.	1,48E-06	5,47E-10	9,50E-08	8,43E-08	1,12E-07	2,30E-04	4,61E-10	9,73E-06	2,26E-09	5,72E-08	2,67E-07	5,39E-07	2,43E-04
	Toplam	min.	5,37E-06	1,38E-07	1,36E-05	5,50E-06	9,76E-06	5,07E-02	9,63E-08	1,11E-03	1,38E-07	5,23E-06	4,72E-05	9,90E-05	5,20E-02
		mak.	1,73E-05	1,38E-07	3,27E-05	3,44E-05	3,89E-05	6,37E-02	1,38E-07	3,83E-03	9,63E-07	2,70E-05	8,44E-05	2,16E-04	6,80E-02
		ort.	1,39E-05	1,38E-07	2,39E-05	2,12E-05	2,82E-05	5,79E-02	1,16E-07	2,45E-03	5,70E-07	1,44E-05	6,73E-05	1,36E-04	6,07E-02
Çocuk	Oral	min.	4,47E-05	1,28E-06	1,27E-04	5,11E-05	9,08E-05	4,72E-01	8,95E-07	1,03E-02	1,28E-06	4,86E-05	4,39E-04	9,21E-04	4,84E-01
		mak.	1,44E-04	1,28E-06	3,04E-04	3,20E-04	3,62E-04	5,92E-01	1,28E-06	3,56E-02	8,95E-06	2,51E-04	7,85E-04	2,01E-03	6,32E-01
		ort.	1,16E-04	1,28E-06	2,22E-04	1,97E-04	2,62E-04	5,38E-01	1,08E-06	2,28E-02	5,30E-06	1,34E-04	6,25E-04	1,26E-03	5,64E-01
	Dermal	min.	3,76E-06	3,58E-09	3,54E-07	1,43E-07	2,54E-07	1,32E-03	2,51E-09	2,89E-05	3,58E-09	1,36E-07	1,23E-06	2,58E-06	1,36E-03
		mak.	1,21E-05	3,58E-09	8,52E-07	8,95E-07	1,01E-06	1,66E-03	3,58E-09	9,97E-05	2,51E-08	7,02E-07	2,20E-06	5,62E-06	1,78E-03
		ort.	9,71E-06	3,58E-09	6,22E-07	5,52E-07	7,34E-07	1,51E-03	3,02E-09	6,38E-05	1,48E-08	3,75E-07	1,75E-06	3,53E-06	1,59E-03
	Toplam	min.	4,85E-05	1,28E-06	1,27E-04	5,13E-05	9,10E-05	4,73E-01	8,97E-07	1,03E-02	1,28E-06	4,87E-05	4,40E-04	9,23E-04	4,85E-01
		mak.	1,57E-04	1,28E-06	3,05E-04	3,21E-04	3,63E-04	5,94E-01	1,28E-06	3,57E-02	8,97E-06	2,51E-04	7,87E-04	2,01E-03	6,34E-01
		ort.	1,25E-04	1,28E-06	2,23E-04	1,98E-04	2,63E-04	5,40E-01	1,08E-06	2,28E-02	5,31E-06	1,34E-04	6,27E-04	1,26E-03	5,66E-01
Kanser Dışı	Maruziyet Yolu	Değer	Kontrol Sahası- Fındıktaki Elementlerin Günlük Alım Oranları (ADI) mg/kg-gün												Toplam
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min.	2,74E-05	2,74E-06	2,19E-05	4,38E-04	3,58E-03	1,64E-02	2,74E-07	1,97E-02	5,48E-06	2,47E-04	2,74E-06	5,73E-03	4,62E-02
		mak.	2,74E-05	5,48E-06	1,48E-04	4,93E-04	5,24E-03	1,92E-02	8,22E-07	5,75E-02	8,22E-06	7,12E-04	2,74E-06	7,04E-03	9,04E-02
		ort.	2,74E-05	3,84E-06	8,55E-05	4,71E-04	4,54E-03	1,70E-02	4,93E-07	4,12E-02	6,03E-06	5,04E-04	2,74E-06	6,10E-03	6,99E-02
Çocuk	Oral	min.	3,20E-05	3,20E-06	2,56E-05	5,11E-04	4,18E-03	1,92E-02	3,20E-07	2,30E-02	6,39E-06	2,88E-04	3,20E-06	6,68E-03	5,39E-02
		mak.	3,20E-05	6,39E-06	1,73E-04	5,75E-04	6,11E-03	2,24E-02	9,59E-07	6,71E-02	9,59E-06	8,31E-04	3,20E-06	8,21E-03	1,05E-01
		ort.	3,20E-05	4,47E-06	9,97E-05	5,50E-04	5,30E-03	1,98E-02	5,75E-07	4,80E-02	7,03E-06	5,88E-04	3,20E-06	7,12E-03	8,15E-02

EK 28.

Ek Tablo 26. Kontrol sahasına ait sulardaki elementlerin kanser dışı riskler için hesaplanan ADI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet Yolu	Değer	Kontrol Sahası - Sudaki Elementlerin Günlük Alım Oranları (ADI) mg/kg-gün												Toplam
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	1,37E-05	1,37E-06	5,48E-07	1,37E-05	7,95E-05	3,29E-04	2,74E-06	4,30E-05	2,74E-06	5,48E-06	5,48E-06	1,64E-04	6,61E-04
		mak	2,74E-05	8,22E-06	1,64E-06	1,37E-05	2,08E-04	1,07E-03	5,48E-06	3,35E-04	1,37E-05	8,22E-06	1,37E-05	1,21E-03	2,91E-03
		ort	1,92E-05	3,63E-06	1,03E-06	1,37E-05	1,32E-04	5,68E-04	3,42E-06	1,89E-04	7,53E-06	6,16E-06	7,53E-06	7,49E-04	1,70E-03
	Dermal	min	2,26E-08	2,26E-09	3,62E-10	4,53E-08	1,31E-07	5,43E-07	4,53E-09	7,11E-08	4,53E-09	1,81E-09	9,06E-10	1,63E-07	9,91E-07
		mak	4,53E-08	1,36E-08	1,09E-09	4,53E-08	3,44E-07	1,77E-06	9,06E-09	5,53E-07	2,26E-08	2,72E-09	2,26E-09	1,20E-06	4,00E-06
		ort	3,17E-08	6,00E-09	6,79E-10	4,53E-08	2,19E-07	9,40E-07	5,66E-09	3,12E-07	1,25E-08	2,04E-09	1,25E-09	7,42E-07	2,32E-06
	Toplam	min	1,37E-05	1,37E-06	5,48E-07	1,37E-05	7,96E-05	3,29E-04	2,74E-06	4,31E-05	2,74E-06	5,48E-06	5,48E-06	1,65E-04	6,62E-04
		mak	2,74E-05	8,23E-06	1,64E-06	1,37E-05	2,09E-04	1,07E-03	5,49E-06	3,35E-04	1,37E-05	8,22E-06	1,37E-05	1,21E-03	2,91E-03
		ort	1,92E-05	3,64E-06	1,03E-06	1,37E-05	1,32E-04	5,69E-04	3,43E-06	1,89E-04	7,55E-06	6,17E-06	7,54E-06	7,49E-04	1,70E-03
Çocuk	Oral	min	3,20E-05	3,20E-06	1,28E-06	3,20E-05	1,85E-04	7,67E-04	6,39E-06	1,00E-04	6,39E-06	1,28E-05	1,28E-05	3,84E-04	1,54E-03
		mak	6,39E-05	1,92E-05	3,84E-06	3,20E-05	4,86E-04	2,49E-03	1,28E-05	7,81E-04	3,20E-05	1,92E-05	3,20E-05	2,81E-03	6,79E-03
		ort	4,47E-05	8,47E-06	2,40E-06	3,20E-05	3,08E-04	1,33E-03	7,99E-06	4,41E-04	1,76E-05	1,44E-05	1,76E-05	1,75E-03	3,97E-03
	Dermal	min	8,95E-08	8,95E-09	1,43E-09	1,79E-07	5,19E-07	2,15E-06	1,79E-08	2,81E-07	1,79E-08	7,16E-09	3,58E-09	6,44E-07	3,92E-06
		mak	1,79E-07	5,37E-08	4,30E-09	1,79E-07	1,36E-06	6,98E-06	3,58E-08	2,19E-06	8,95E-08	1,07E-08	8,95E-09	4,73E-06	1,58E-05
		ort	1,25E-07	2,37E-08	2,68E-09	1,79E-07	8,64E-07	3,71E-06	2,24E-08	1,23E-06	4,92E-08	8,05E-09	4,92E-09	2,93E-06	9,16E-06
	Toplam	min	3,21E-05	3,21E-06	1,28E-06	3,21E-05	1,86E-04	7,69E-04	6,41E-06	1,01E-04	6,41E-06	1,28E-05	1,28E-05	3,84E-04	1,55E-03
		mak	6,41E-05	1,92E-05	3,84E-06	3,21E-05	4,87E-04	2,50E-03	1,28E-05	7,83E-04	3,21E-05	1,92E-05	3,20E-05	2,82E-03	6,80E-03
		ort	4,49E-05	8,49E-06	2,40E-06	3,21E-05	3,09E-04	1,33E-03	8,01E-06	4,42E-04	1,76E-05	1,44E-05	1,76E-05	1,75E-03	3,98E-03

EK 29.

Ek Tablo 27. Eseli maden sahası dere sedimanı ortamı için hesaplanan HQ ve HI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	Eseli Maden Sahası- Dere Sedimanı Ortamı- Tehlike Katsayısı (HQ) ve Tehlike İndeksi (HI)												HI _(element)
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	3,13E-02	3,42E-04	5,10E-04	2,28E-04	1,23E-03	3,16E-02	1,37E-04	3,38E-04	6,85E-05	1,71E-04	1,00E-02	3,01E-04	7,62E-02
		mak	4,07E+00	1,07E-01	7,67E-04	1,05E-02	1,51E-01	1,25E-01	3,50E-02	9,94E-03	1,38E-02	7,74E-04	1,96E+00	2,28E-02	6,50E+00
		ort	1,13E+00	2,91E-02	6,01E-04	3,36E-03	6,00E-02	7,45E-02	8,81E-03	3,80E-03	4,33E-03	3,88E-04	5,16E-01	1,21E-02	1,85E+00
	Dermal	min	7,49E-03	1,09E-04	5,09E-06	7,29E-05	9,85E-06	2,52E-04	1,09E-06	2,69E-06	5,47E-07	3,42E-05	7,98E-05	2,40E-06	8,06E-03
		mak	9,74E-01	3,42E-02	7,65E-06	3,35E-03	1,20E-03	9,99E-04	2,79E-04	7,93E-05	1,10E-04	1,54E-04	1,56E-02	1,82E-04	1,03E+00
		ort	2,71E-01	9,27E-03	5,99E-06	1,07E-03	4,79E-04	5,95E-04	7,03E-05	3,04E-05	3,45E-05	7,75E-05	4,12E-03	9,69E-05	2,87E-01
	HI _(maruziyet)	min.	3,88E-02	4,52E-04	5,15E-04	3,01E-04	1,24E-03	3,19E-02	1,38E-04	3,40E-04	6,90E-05	2,05E-04	1,01E-02	3,04E-04	8,43E-02
		mak.	5,04E+00	1,41E-01	7,75E-04	1,39E-02	1,52E-01	1,26E-01	3,53E-02	1,00E-02	1,39E-02	9,28E-04	1,97E+00	2,30E-02	7,53E+00
		ort.	1,40E+00	3,83E-02	6,07E-04	4,43E-03	6,04E-02	7,51E-02	8,88E-03	3,84E-03	4,36E-03	4,66E-04	5,20E-01	1,22E-02	2,13E+00
Çocuk	Oral	min.	2,92E-01	3,20E-03	4,76E-03	2,13E-03	1,15E-02	2,95E-01	1,28E-03	3,15E-03	6,39E-04	1,60E-03	9,33E-02	2,81E-03	7,11E-01
		mak.	3,80E+01	1,00E+00	7,16E-03	9,80E-02	1,41E+00	1,17E+00	3,27E-01	9,27E-02	1,29E-01	7,22E-03	1,83E+01	2,13E-01	6,07E+01
		ort.	1,06E+01	2,71E-01	5,61E-03	3,14E-02	5,60E-01	6,96E-01	8,23E-02	3,55E-02	4,04E-02	3,63E-03	4,81E+00	1,13E-01	1,72E+01
	Dermal	min.	4,90E-02	7,16E-04	3,33E-05	4,77E-04	6,45E-05	1,65E-03	7,16E-06	1,76E-05	3,58E-06	2,24E-04	5,23E-04	1,58E-05	5,28E-02
		mak.	6,38E+00	2,24E-01	5,01E-05	2,20E-02	7,88E-03	6,54E-03	1,83E-03	5,19E-04	7,22E-04	1,01E-03	1,02E-01	1,19E-03	6,75E+00
		ort.	1,78E+00	6,07E-02	3,93E-05	7,02E-03	3,13E-03	3,90E-03	4,61E-04	1,99E-04	2,26E-04	5,08E-04	2,70E-02	6,35E-04	1,88E+00
	HI _(maruziyet)	min.	3,41E-01	3,91E-03	4,80E-03	2,61E-03	1,16E-02	2,97E-01	1,29E-03	3,17E-03	6,43E-04	1,82E-03	9,39E-02	2,83E-03	7,64E-01
		mak.	4,43E+01	1,23E+00	7,21E-03	1,20E-01	1,41E+00	1,17E+00	3,29E-01	9,33E-02	1,30E-01	8,24E-03	1,84E+01	2,14E-01	6,74E+01
		ort.	1,23E+01	3,32E-01	5,65E-03	3,84E-02	5,63E-01	7,00E-01	8,27E-02	3,57E-02	4,06E-02	4,13E-03	4,84E+00	1,14E-01	1,91E+01

EK 30.

Ek Tablo 28. Eseli maden sahası su ortamı için hesaplanan HQ ve HI değerleri

Değer	Eseli Maden Sahası-Su Ortamı- Tehlike Katsayısı (HQ) ve Tehlike İndeksi (HI)												HI _(element)
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
min	4,57E-02	2,74E-04	2,74E-05	4,57E-03	4,11E-04	3,91E-04	9,13E-03	5,25E-04	5,48E-04	2,74E-04	7,83E-04	2,83E-04	6,29E-02
mak	1,15E+03	1,11E+02	4,11E-01	2,74E+00	1,88E+02	4,41E+01	9,13E-03	4,12E+00	1,64E+00	4,11E-01	3,13E+01	3,35E+01	1,57E+03
ort	5,80E+01	6,56E+00	2,55E-02	1,44E-01	9,79E+00	2,45E+00	9,13E-03	4,11E-01	9,52E-02	2,28E-02	1,59E+00	1,95E+00	8,11E+01
min.	7,55E-05	9,06E-06	2,26E-08	6,04E-04	6,79E-07	6,47E-07	1,51E-05	2,17E-05	9,06E-07	9,06E-08	1,29E-07	2,81E-07	7,28E-04
mak.	1,90E+00	3,68E+00	3,40E-04	3,62E-01	3,12E-01	7,30E-02	1,51E-05	1,70E-01	2,72E-03	1,36E-04	5,18E-03	3,32E-02	6,54E+00
ort.	9,59E-02	2,17E-01	2,11E-05	1,90E-02	1,62E-02	4,05E-03	1,51E-05	1,70E-02	1,57E-04	7,54E-06	2,62E-04	1,93E-03	3,71E-01
min.	4,57E-02	2,83E-04	2,74E-05	5,17E-03	4,12E-04	3,92E-04	9,15E-03	5,47E-04	5,49E-04	2,74E-04	7,83E-04	2,83E-04	6,36E-02
mak.	1,15E+03	1,15E+02	4,11E-01	3,10E+00	1,89E+02	4,42E+01	9,15E-03	4,29E+00	1,65E+00	4,11E-01	3,13E+01	3,35E+01	1,58E+03
ort.	5,81E+01	6,78E+00	2,56E-02	1,62E-01	9,81E+00	2,46E+00	9,15E-03	4,28E-01	9,54E-02	2,28E-02	1,59E+00	1,95E+00	8,14E+01
min.	1,07E-01	6,39E-04	6,39E-05	1,07E-02	9,59E-04	9,13E-04	2,13E-02	1,23E-03	1,28E-03	6,39E-04	1,83E-03	6,61E-04	1,47E-01
mak.	2,69E+03	2,60E+02	9,59E-01	6,39E+00	4,40E+02	1,03E+02	2,13E-02	9,61E+00	3,84E+00	9,59E-01	7,31E+01	7,82E+01	3,66E+03
ort.	1,35E+02	1,53E+01	5,96E-02	3,35E-01	2,29E+01	5,72E+00	2,13E-02	9,58E-01	2,22E-01	5,32E-02	3,70E+00	4,54E+00	1,89E+02
min.	2,98E-04	3,58E-05	8,95E-08	2,39E-03	2,68E-06	2,56E-06	5,97E-05	8,58E-05	3,58E-06	3,58E-07	5,11E-07	1,11E-06	2,88E-03
mak.	7,52E+00	1,46E+01	1,34E-03	1,43E+00	1,23E+00	2,88E-01	5,97E-05	6,72E-01	1,07E-02	5,37E-04	2,05E-02	1,31E-01	2,59E+01
ort.	3,79E-01	8,57E-01	8,35E-05	7,50E-02	6,40E-02	1,60E-02	5,97E-05	6,71E-02	6,22E-04	2,98E-05	1,04E-03	7,63E-03	1,47E+00
min.	1,07E-01	6,75E-04	6,40E-05	1,30E-02	9,62E-04	9,16E-04	2,14E-02	1,31E-03	1,28E-03	6,40E-04	1,83E-03	6,62E-04	1,50E-01
mak.	2,69E+03	2,74E+02	9,60E-01	7,82E+00	4,41E+02	1,03E+02	2,14E-02	1,03E+01	3,85E+00	9,59E-01	7,31E+01	7,83E+01	3,69E+03
ort.	1,36E+02	1,62E+01	5,97E-02	4,10E-01	2,29E+01	5,74E+00	2,14E-02	1,02E+00	2,23E-01	5,33E-02	3,71E+00	4,55E+00	1,91E+02

EK 31.

Ek Tablo 29. Eseli maden sahası toprak ve bitki ortamı için hesaplanan HQ ve HI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	Eseli Maden Sahası- Toprak Ortamı- Tehlike Katsayısı (HQ) ve Tehlike İndeksi (HI)											HI _(element)	
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb		Zn
Yetişkin	Oral	min	9,22E-02	1,37E-04	2,67E-04	1,83E-03	1,16E-03	4,09E-02	1,83E-04	2,64E-03	1,10E-04	1,85E-04	1,04E-02	3,33E-04	1,50E-01
		mak	4,80E+00	8,58E-02	2,35E-03	4,52E-02	3,37E-01	2,17E-01	2,38E-02	4,65E-02	1,40E-02	3,48E-03	1,30E+00	4,57E-02	6,92E+00
		ort	6,24E-01	7,80E-03	1,33E-03	1,36E-02	5,82E-02	9,41E-02	2,73E-03	1,73E-02	2,00E-03	1,36E-03	1,72E-01	5,47E-03	9,99E-01
	Dermal	min.	1,10E-02	2,19E-05	1,33E-06	2,92E-04	4,63E-06	1,63E-04	7,29E-07	1,05E-05	4,37E-07	1,84E-05	4,14E-05	1,33E-06	1,16E-02
		mak.	5,75E-01	1,37E-02	1,17E-05	7,21E-03	1,34E-03	8,64E-04	9,49E-05	1,86E-04	5,59E-05	3,47E-04	5,19E-03	1,82E-04	6,04E-01
		ort.	7,47E-02	1,25E-03	6,63E-06	2,17E-03	2,32E-04	3,76E-04	1,09E-05	6,92E-05	7,96E-06	1,35E-04	6,84E-04	2,18E-05	7,96E-02
	HI _(maruziyet)	min.	1,03E-01	1,59E-04	2,68E-04	2,12E-03	1,17E-03	4,11E-02	1,83E-04	2,65E-03	1,10E-04	2,03E-04	1,04E-02	3,35E-04	1,62E-01
		mak.	5,38E+00	9,94E-02	2,36E-03	5,24E-02	3,38E-01	2,17E-01	2,39E-02	4,67E-02	1,41E-02	3,83E-03	1,31E+00	4,58E-02	7,53E+00
		ort.	6,98E-01	9,05E-03	1,33E-03	1,58E-02	5,85E-02	9,45E-02	2,74E-03	1,74E-02	2,00E-03	1,49E-03	1,72E-01	5,49E-03	1,08E+00
Çocuk	Oral	min.	8,61E-01	1,28E-03	2,49E-03	1,70E-02	1,08E-02	3,82E-01	1,70E-03	2,47E-02	1,02E-03	1,73E-03	9,68E-02	3,11E-03	1,40E+00
		mak.	4,48E+01	8,00E-01	2,19E-02	4,22E-01	3,14E+00	2,02E+00	2,22E-01	4,34E-01	1,31E-01	3,25E-02	1,21E+01	4,26E-01	6,46E+01
		ort.	5,82E+00	7,28E-02	1,24E-02	1,27E-01	5,43E-01	8,79E-01	2,55E-02	1,62E-01	1,86E-02	1,27E-02	1,60E+00	5,10E-02	9,33E+00
	Dermal	min.	7,23E-02	1,43E-04	8,73E-06	1,91E-03	3,03E-05	1,07E-03	4,77E-06	6,90E-05	2,86E-06	1,21E-04	2,71E-04	8,71E-06	7,60E-02
		mak.	3,77E+00	8,96E-02	7,67E-05	4,73E-02	8,80E-03	5,66E-03	6,22E-04	1,22E-03	3,66E-04	2,27E-03	3,40E-02	1,19E-03	3,96E+00
		ort.	4,89E-01	8,16E-03	4,34E-05	1,42E-02	1,52E-03	2,46E-03	7,13E-05	4,53E-04	5,22E-05	8,87E-04	4,48E-03	1,43E-04	5,21E-01
	HI _(maruziyet)	min.	9,33E-01	1,42E-03	2,50E-03	1,90E-02	1,09E-02	3,83E-01	1,71E-03	2,47E-02	1,03E-03	1,85E-03	9,71E-02	3,12E-03	1,48E+00
		mak.	4,86E+01	8,90E-01	2,20E-02	4,69E-01	3,15E+00	2,03E+00	2,23E-01	4,35E-01	1,31E-01	3,47E-02	1,22E+01	4,27E-01	6,86E+01
		ort.	6,31E+00	8,10E-02	1,24E-02	1,41E-01	5,45E-01	8,81E-01	2,55E-02	1,62E-01	1,87E-02	1,36E-02	1,61E+00	5,12E-02	9,85E+00
Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	Eseli Maden Sahası- Bitki Ortamı- Tehlike Katsayısı (HQ) ve Tehlike İndeksi (HI)											HI _(element)	
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb		Zn
Yetişkin	Oral	min	9,13E-02	2,74E-03	1,37E-04	1,37E-01	1,02E-01	1,57E-02	9,13E-04	1,96E-02	1,64E-03	2,74E-03	7,83E-04	1,95E-02	3,94E-01
		mak	9,13E-02	2,74E-02	7,67E-03	2,10E-01	2,29E-01	2,35E-02	2,74E-03	2,56E-01	6,52E-02	3,15E-02	5,48E-03	2,94E-02	9,80E-01
		ort	9,13E-02	1,42E-02	3,44E-03	1,71E-01	1,64E-01	2,01E-02	1,88E-03	1,32E-01	2,94E-02	1,63E-02	2,62E-03	2,40E-02	6,71E-01
Çocuk	Oral	min.	1,07E-01	3,20E-03	1,60E-04	1,60E-01	1,19E-01	1,83E-02	1,07E-03	2,28E-02	1,92E-03	3,20E-03	9,13E-04	2,28E-02	4,60E-01
		mak.	1,07E-01	3,20E-02	8,95E-03	2,45E-01	2,67E-01	2,74E-02	3,20E-03	2,99E-01	7,61E-02	3,68E-02	6,39E-03	3,43E-02	1,14E+00
		ort.	1,07E-01	1,66E-02	4,02E-03	2,00E-01	1,92E-01	2,34E-02	2,19E-03	1,54E-01	3,43E-02	1,90E-02	3,06E-03	2,80E-02	7,83E-01

EK 32.

Ek Tablo 30. Harkköy maden sahası toprak ve bitki ortamı için hesaplanan HQ ve HI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	Harkköy Maden Sahası- Toprak Ortamı- Tehlike Katsayısı (HQ) ve Tehlike İndeksi (HI)											HI _(element)	
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb		Zn
Yetişkin	Oral	min	3,11E-02	1,37E-04	1,71E-04	1,83E-03	8,63E-04	2,82E-02	2,28E-04	7,14E-04	5,48E-05	1,92E-04	1,00E-02	1,00E-04	7,35E-02
		mak	8,09E+00	4,37E-02	2,10E-03	1,55E-02	8,24E-02	1,53E-01	3,98E-02	2,22E-02	2,67E-02	1,13E-03	3,49E+00	1,94E-02	1,20E+01
		ort	1,13E+00	5,29E-03	8,28E-04	8,82E-03	1,53E-02	8,96E-02	4,39E-03	8,08E-03	2,80E-03	6,13E-04	4,92E-01	2,56E-03	1,76E+00
	Dermal	min.	3,72E-03	2,19E-05	8,54E-07	2,92E-04	3,44E-06	1,12E-04	9,11E-07	2,85E-06	2,19E-07	1,91E-05	4,00E-05	4,01E-07	4,21E-03
		mak.	9,68E-01	6,97E-03	1,05E-05	2,48E-03	3,29E-04	6,11E-04	1,59E-04	8,84E-05	1,07E-04	1,13E-04	1,39E-02	7,75E-05	9,93E-01
		ort.	1,35E-01	8,45E-04	4,13E-06	1,41E-03	6,09E-05	3,58E-04	1,75E-05	3,22E-05	1,12E-05	6,12E-05	1,96E-03	1,02E-05	1,40E-01
	HI _(maruziyet)	min.	3,48E-02	1,59E-04	1,72E-04	2,12E-03	8,66E-04	2,83E-02	2,29E-04	7,17E-04	5,50E-05	2,11E-04	1,01E-02	1,01E-04	7,77E-02
		mak.	9,06E+00	5,07E-02	2,11E-03	1,80E-02	8,28E-02	1,54E-01	3,99E-02	2,22E-02	2,68E-02	1,24E-03	3,51E+00	1,95E-02	1,30E+01
		ort.	1,27E+00	6,14E-03	8,32E-04	1,02E-02	1,53E-02	9,00E-02	4,41E-03	8,11E-03	2,81E-03	6,74E-04	4,94E-01	2,57E-03	1,90E+00
Çocuk	Oral	min.	2,90E-01	1,28E-03	1,60E-03	1,70E-02	8,05E-03	2,63E-01	2,13E-03	6,67E-03	5,11E-04	1,79E-03	9,35E-02	9,38E-04	6,86E-01
		mak.	7,55E+01	4,08E-01	1,96E-02	1,45E-01	7,69E-01	1,43E+00	3,71E-01	2,07E-01	2,49E-01	1,05E-02	3,26E+01	1,81E-01	1,12E+02
		ort.	1,06E+01	4,94E-02	7,72E-03	8,23E-02	1,42E-01	8,37E-01	4,10E-02	7,54E-02	2,61E-02	5,72E-03	4,59E+00	2,39E-02	1,64E+01
	Dermal	min.	2,43E-02	1,43E-04	5,59E-06	1,91E-03	2,26E-05	7,36E-04	5,97E-06	1,87E-05	1,43E-06	1,25E-04	2,62E-04	2,63E-06	2,76E-02
		mak.	6,34E+00	4,57E-02	6,85E-05	1,62E-02	2,15E-03	4,00E-03	1,04E-03	5,79E-04	6,98E-04	7,38E-04	9,13E-02	5,08E-04	6,50E+00
		ort.	8,87E-01	5,53E-03	2,70E-05	9,22E-03	3,99E-04	2,34E-03	1,15E-04	2,11E-04	7,31E-05	4,01E-04	1,29E-02	6,68E-05	9,18E-01
	HI _(maruziyet)	min.	3,14E-01	1,42E-03	1,60E-03	1,90E-02	8,08E-03	2,64E-01	2,14E-03	6,69E-03	5,13E-04	1,92E-03	9,38E-02	9,40E-04	7,14E-01
		mak.	8,18E+01	4,54E-01	1,96E-02	1,61E-01	7,72E-01	1,43E+00	3,72E-01	2,07E-01	2,50E-01	1,13E-02	3,27E+01	1,82E-01	1,18E+02
		ort.	1,14E+01	5,49E-02	7,75E-03	9,16E-02	1,43E-01	8,39E-01	4,11E-02	7,56E-02	2,62E-02	6,12E-03	4,61E+00	2,39E-02	1,74E+01
Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	Harkköy Maden Sahası- Bitki Ortamı- Tehlike Katsayısı (HQ) ve Tehlike İndeksi (HI)											HI _(element)	
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb		Zn
Yetişkin	Oral	min	9,13E-02	2,74E-03	4,11E-04	1,37E-01	9,59E-02	1,17E-02	9,13E-04	6,46E-02	1,10E-03	4,11E-03	7,83E-04	1,82E-02	4,29E-01
		mak	9,13E-02	2,19E-02	1,53E-02	2,19E-01	2,33E-01	3,13E-02	6,39E-03	4,50E-01	2,58E-02	3,56E-02	1,02E-02	3,26E-02	1,17E+00
		ort	9,13E-02	5,63E-03	5,21E-03	1,68E-01	1,53E-01	2,17E-02	2,74E-03	2,19E-01	6,36E-03	1,89E-02	3,17E-03	2,33E-02	7,19E-01
Çocuk	Oral	min.	1,07E-01	3,20E-03	4,79E-04	1,60E-01	1,12E-01	1,37E-02	1,07E-03	7,53E-02	1,28E-03	4,79E-03	9,13E-04	2,12E-02	5,00E-01
		mak.	1,07E-01	2,56E-02	1,79E-02	2,56E-01	2,72E-01	3,65E-02	7,46E-03	5,25E-01	3,00E-02	4,16E-02	1,19E-02	3,80E-02	1,37E+00
		ort.	1,07E-01	6,57E-03	6,07E-03	1,97E-01	1,79E-01	2,54E-02	3,20E-03	2,55E-01	7,42E-03	2,20E-02	3,70E-03	2,72E-02	8,39E-01

EK 33.

Ek Tablo 31. Harköy maden sahası su ortamı için hesaplanan HQ ve HI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	Harköy Maden Sahası-Su Ortamı- Tehlike Katsayısı (HQ) ve Tehlike İndeksi (HI)												HI _(element)
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	4,57E-02	2,74E-03	2,74E-05	4,57E-03	1,92E-03	3,91E-04	9,13E-03	1,66E-03	5,48E-04	2,74E-04	1,57E-03	1,53E-03	7,00E-02
		mak	6,48E-01	1,81E+01	2,68E-02	3,20E-02	3,50E+00	8,19E-01	1,69E+00	3,93E+00	1,01E-01	3,51E-02	1,19E+01	4,44E+00	4,52E+01
		ort	1,77E-01	3,30E+00	3,30E-03	7,03E-03	2,03E-01	5,12E-02	9,50E-02	5,08E-01	9,75E-03	5,80E-03	6,46E-01	5,60E-01	5,56E+00
	Dermal	min.	7,55E-05	9,06E-05	2,26E-08	6,04E-04	3,17E-06	6,47E-07	1,51E-05	6,84E-05	9,06E-07	9,06E-08	2,59E-07	1,51E-06	8,60E-04
		mak.	1,07E-03	5,97E-01	2,21E-05	4,23E-03	5,78E-03	1,35E-03	2,79E-03	1,62E-01	1,68E-04	1,16E-05	1,96E-03	4,40E-03	7,82E-01
		ort.	2,93E-04	1,09E-01	2,73E-06	9,30E-04	3,35E-04	8,46E-05	1,57E-04	2,10E-02	1,61E-05	1,92E-06	1,07E-04	5,55E-04	1,32E-01
	HI _(maruziyet)	min.	4,57E-02	2,83E-03	2,74E-05	5,17E-03	1,92E-03	3,92E-04	1,51E-05	1,72E-03	5,49E-04	2,74E-04	1,57E-03	1,53E-03	6,17E-02
		mak.	6,49E-01	1,87E+01	2,68E-02	3,62E-02	3,50E+00	8,20E-01	2,79E-03	4,09E+00	1,02E-01	3,51E-02	1,19E+01	4,44E+00	4,42E+01
		ort.	1,77E-01	3,40E+00	3,30E-03	7,96E-03	2,03E-01	5,12E-02	1,57E-04	5,29E-01	9,77E-03	5,80E-03	6,46E-01	5,60E-01	5,60E+00
Çocuk	Oral	min.	1,07E-01	6,39E-03	6,39E-05	1,07E-02	4,47E-03	9,13E-04	2,13E-02	3,86E-03	1,28E-03	6,39E-04	3,65E-03	3,56E-03	1,63E-01
		mak.	1,51E+00	4,22E+01	6,25E-02	7,46E-02	8,16E+00	1,91E+00	3,94E+00	9,17E+00	2,37E-01	8,18E-02	2,77E+01	1,04E+01	1,05E+02
		ort.	4,13E-01	7,69E+00	7,70E-03	1,64E-02	4,73E-01	1,19E-01	2,22E-01	1,18E+00	2,28E-02	1,35E-02	1,51E+00	1,31E+00	1,30E+01
	Dermal	min.	2,98E-04	3,58E-04	8,95E-08	2,39E-03	1,25E-05	2,56E-06	5,97E-05	2,70E-04	3,58E-06	3,58E-07	1,02E-06	5,98E-06	3,40E-03
		mak.	4,24E-03	2,36E+00	8,75E-05	1,67E-02	2,29E-02	5,35E-03	1,10E-02	6,42E-01	6,62E-04	4,58E-05	7,75E-03	1,74E-02	3,09E+00
		ort.	1,16E-03	4,31E-01	1,08E-05	3,68E-03	1,32E-03	3,34E-04	6,21E-04	8,29E-02	6,37E-05	7,58E-06	4,22E-04	2,19E-03	5,23E-01
	HI _(maruziyet)	min.	1,07E-01	6,75E-03	6,40E-05	1,30E-02	4,49E-03	9,16E-04	5,97E-05	4,13E-03	1,28E-03	6,40E-04	3,65E-03	3,56E-03	1,45E-01
		mak.	1,52E+00	4,45E+01	6,26E-02	9,13E-02	8,19E+00	1,92E+00	1,10E-02	9,81E+00	2,37E-01	8,19E-02	2,77E+01	1,04E+01	1,05E+02
		ort.	4,15E-01	8,12E+00	7,71E-03	2,01E-02	4,74E-01	1,20E-01	6,21E-04	1,27E+00	2,28E-02	1,35E-02	1,51E+00	1,31E+00	1,33E+01

EK 34.

Ek Tablo 32. Harköy maden sahası dere sedimanı ortamı için hesaplanan HQ ve HI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	Harköy Maden Sahası- Dere Sedimanı Ortamı- Tehlike Katsayısı (HQ) ve Tehlike İndeksi (HI)												HI _(element)
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	2,60E-02	1,03E-03	2,23E-04	1,14E-03	1,23E-03	1,55E-02	1,37E-04	3,96E-03	4,11E-05	1,16E-04	1,82E-02	4,20E-04	6,80E-02
		mak	5,71E-01	4,00E-02	4,90E-04	1,83E-03	1,89E-02	3,26E-02	2,03E-03	1,51E-02	1,37E-03	7,02E-04	2,20E-01	2,28E-02	9,27E-01
		ort	2,15E-01	1,13E-02	3,85E-04	1,37E-03	8,82E-03	2,52E-02	8,08E-04	7,67E-03	4,54E-04	2,64E-04	1,08E-01	5,79E-03	3,85E-01
	Dermal	min	6,23E-03	3,28E-04	2,22E-06	3,64E-04	9,81E-06	1,23E-04	1,09E-06	3,16E-05	3,28E-07	2,32E-05	1,45E-04	3,35E-06	7,26E-03
		mak	1,37E-01	1,28E-02	4,89E-06	5,83E-04	1,51E-04	2,60E-04	1,62E-05	1,21E-04	1,09E-05	1,40E-04	1,75E-03	1,82E-04	1,53E-01
		ort	5,15E-02	3,61E-03	3,84E-06	4,37E-04	7,04E-05	2,01E-04	6,45E-06	6,12E-05	3,62E-06	5,26E-05	8,62E-04	4,62E-05	5,68E-02
	HI _(maruziyet)	min.	3,23E-02	1,36E-03	2,25E-04	1,51E-03	1,24E-03	1,56E-02	1,38E-04	3,99E-03	4,14E-05	1,40E-04	1,84E-02	4,23E-04	7,53E-02
		mak.	7,08E-01	5,28E-02	4,95E-04	2,41E-03	1,91E-02	3,28E-02	2,05E-03	1,52E-02	1,38E-03	8,42E-04	2,21E-01	2,30E-02	1,08E+00
		ort.	2,66E-01	1,49E-02	3,89E-04	1,81E-03	8,89E-03	2,54E-02	8,14E-04	7,74E-03	4,57E-04	3,16E-04	1,09E-01	5,84E-03	4,42E-01
Çocuk	Oral	min.	2,43E-01	9,59E-03	2,08E-03	1,07E-02	1,15E-02	1,44E-01	1,28E-03	3,69E-02	3,84E-04	1,09E-03	1,70E-01	3,92E-03	6,35E-01
		mak.	5,33E+00	3,73E-01	4,57E-03	1,70E-02	1,77E-01	3,04E-01	1,90E-02	1,41E-01	1,28E-02	6,55E-03	2,05E+00	2,13E-01	8,65E+00
		ort.	2,01E+00	1,06E-01	3,60E-03	1,28E-02	8,23E-02	2,36E-01	7,54E-03	7,16E-02	4,24E-03	2,46E-03	1,01E+00	5,40E-02	3,59E+00
	Dermal	min.	4,08E-02	2,15E-03	1,45E-05	2,39E-03	6,43E-05	8,08E-04	7,16E-06	2,07E-04	2,15E-06	1,52E-04	9,52E-04	2,20E-05	4,76E-02
		mak.	8,96E-01	8,36E-02	3,20E-05	3,82E-03	9,90E-04	1,70E-03	1,06E-04	7,90E-04	7,16E-05	9,17E-04	1,15E-02	1,19E-03	1,00E+00
		ort.	3,37E-01	2,37E-02	2,52E-05	2,86E-03	4,61E-04	1,32E-03	4,22E-05	4,01E-04	2,37E-05	3,45E-04	5,65E-03	3,03E-04	3,72E-01
	HI _(maruziyet)	min.	2,84E-01	1,17E-02	2,09E-03	1,30E-02	1,15E-02	1,45E-01	1,29E-03	3,71E-02	3,86E-04	1,24E-03	1,71E-01	3,94E-03	6,82E-01
		mak.	6,23E+00	4,57E-01	4,60E-03	2,09E-02	1,78E-01	3,06E-01	1,91E-02	1,42E-01	1,29E-02	7,47E-03	2,06E+00	2,14E-01	9,65E+00
		ort.	2,34E+00	1,29E-01	3,62E-03	1,56E-02	8,28E-02	2,37E-01	7,58E-03	7,20E-02	4,26E-03	2,81E-03	1,01E+00	5,43E-02	3,97E+00

EK 35.

Ek Tablo 33. İsrail maden sahası toprak ve bitki ortamı için hesaplanan HQ ve HI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	İsrail Maden Sahası- Toprak Ortamı- Tehlike Katsayısı (HQ) ve Tehlike İndeksi (HI)												HI (element)
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	6,07E-02	1,37E-04	3,42E-05	4,57E-04	3,08E-04	2,31E-02	1,37E-04	6,85E-05	1,37E-04	4,79E-05	5,52E-03	5,48E-05	9,07E-02
		mak	3,96E+00	9,59E-04	5,82E-04	1,10E-02	3,09E-02	8,43E-02	1,92E-03	4,62E-03	1,39E-02	1,26E-03	6,49E-01	1,05E-03	4,76E+00
		ort	4,72E-01	2,88E-04	2,12E-04	4,28E-03	5,56E-03	4,70E-02	7,18E-04	1,51E-03	3,39E-03	4,18E-04	8,80E-02	3,17E-04	6,24E-01
	Dermal	min.	7,27E-03	2,19E-05	1,71E-07	7,29E-05	1,23E-06	9,21E-05	5,47E-07	2,73E-07	5,47E-07	4,78E-06	2,20E-05	2,19E-07	7,49E-03
		mak.	4,74E-01	1,53E-04	2,90E-06	1,75E-03	1,23E-04	3,37E-04	7,65E-06	1,84E-05	5,54E-05	1,26E-04	2,59E-03	4,21E-06	4,79E-01
		ort.	5,65E-02	4,59E-05	1,06E-06	6,83E-04	2,22E-05	1,88E-04	2,87E-06	6,03E-06	1,35E-05	4,17E-05	3,51E-04	1,26E-06	5,79E-02
	HI (maruziyet)	min.	6,80E-02	1,59E-04	3,44E-05	5,29E-04	3,09E-04	2,32E-02	1,38E-04	6,88E-05	1,38E-04	5,27E-05	5,54E-03	5,50E-05	9,82E-02
		mak.	4,44E+00	1,11E-03	5,85E-04	1,27E-02	3,10E-02	8,47E-02	1,93E-03	4,64E-03	1,39E-02	1,39E-03	6,52E-01	1,06E-03	5,24E+00
		ort.	5,29E-01	3,34E-04	2,13E-04	4,96E-03	5,58E-03	4,72E-02	7,21E-04	1,52E-03	3,40E-03	4,60E-04	8,84E-02	3,18E-04	6,82E-01
Çocuk	Oral	min.	5,67E-01	1,28E-03	3,20E-04	4,26E-03	2,88E-03	2,16E-01	1,28E-03	6,39E-04	1,28E-03	4,47E-04	5,15E-02	5,11E-04	8,47E-01
		mak.	3,70E+01	8,95E-03	5,43E-03	1,02E-01	2,89E-01	7,87E-01	1,79E-02	4,31E-02	1,30E-01	1,18E-02	6,06E+00	9,84E-03	4,44E+01
		ort.	4,41E+00	2,68E-03	1,98E-03	3,99E-02	5,19E-02	4,39E-01	6,71E-03	1,41E-02	3,16E-02	3,90E-03	8,22E-01	2,96E-03	5,82E+00
	Dermal	min.	4,76E-02	1,43E-04	1,12E-06	4,77E-04	8,05E-06	6,03E-04	3,58E-06	1,79E-06	3,58E-06	3,13E-05	1,44E-04	1,43E-06	4,90E-02
		mak.	3,11E+00	1,00E-03	1,90E-05	1,15E-02	8,08E-04	2,20E-03	5,01E-05	1,21E-04	3,63E-04	8,23E-04	1,70E-02	2,76E-05	3,14E+00
		ort.	3,70E-01	3,01E-04	6,93E-06	4,47E-03	1,45E-04	1,23E-03	1,88E-05	3,95E-05	8,86E-05	2,73E-04	2,30E-03	8,28E-06	3,79E-01
	HI (maruziyet)	min.	6,14E-01	1,42E-03	3,21E-04	4,74E-03	2,88E-03	2,16E-01	1,28E-03	6,41E-04	1,28E-03	4,79E-04	5,17E-02	5,13E-04	8,96E-01
		mak.	4,01E+01	9,95E-03	5,45E-03	1,14E-01	2,89E-01	7,89E-01	1,79E-02	4,32E-02	1,30E-01	1,26E-02	6,08E+00	9,87E-03	4,76E+01
		ort.	4,78E+00	2,99E-03	1,99E-03	4,44E-02	5,20E-02	4,40E-01	6,72E-03	1,42E-02	3,17E-02	4,17E-03	8,24E-01	2,97E-03	6,20E+00
Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	İsrail Maden Sahası- Bitki Ortamı- Tehlike Katsayısı (HQ) ve Tehlike İndeksi (HI)												HI (element)
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	9,13E-02	2,74E-03	9,59E-04	1,37E-01	1,08E-01	1,96E-02	9,13E-04	7,05E-02	1,64E-03	1,51E-02	7,83E-04	1,91E-02	4,67E-01
		mak	1,83E-01	8,22E-03	1,77E-02	2,10E-01	2,84E-01	2,74E-02	1,83E-03	3,29E-01	3,56E-02	4,52E-02	4,31E-02	3,00E-02	1,21E+00
		ort	1,01E-01	3,50E-03	5,94E-03	1,77E-01	1,65E-01	2,26E-02	1,17E-03	1,97E-01	1,02E-02	2,85E-02	1,02E-02	2,36E-02	7,47E-01
Çocuk	Oral	min.	1,07E-01	3,20E-03	1,12E-03	1,60E-01	1,26E-01	2,28E-02	1,07E-03	8,22E-02	1,92E-03	1,76E-02	9,13E-04	2,23E-02	5,45E-01
		mak.	2,13E-01	9,59E-03	2,06E-02	2,45E-01	3,31E-01	3,20E-02	2,13E-03	3,84E-01	4,16E-02	5,27E-02	5,02E-02	3,49E-02	1,42E+00
		ort.	1,18E-01	4,08E-03	6,93E-03	2,07E-01	1,93E-01	2,64E-02	1,36E-03	2,30E-01	1,19E-02	3,32E-02	1,19E-02	2,75E-02	8,71E-01

EK 36.

Ek Tablo 34. İsrail maden sahası su ortamı için hesaplanan HQ ve HI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	İsrail Maden Sahası-Su Ortamı- Tehlike Katsayısı (HQ) ve Tehlike İndeksi (HI)												HI _(element)
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	4,57E-02	2,74E-03	2,74E-05	4,57E-03	2,12E-03	3,91E-04	9,13E-03	8,33E-04	5,48E-04	2,74E-04	7,83E-04	9,86E-04	6,81E-02
		mak	9,92E+01	1,94E+00	1,71E-01	3,56E-02	4,50E+00	8,09E+00	9,13E-03	6,80E-01	6,52E-02	2,66E-02	2,85E+00	7,82E-01	1,18E+02
		ort	6,79E+00	1,51E-01	1,28E-02	6,64E-03	3,15E-01	5,42E-01	9,13E-03	6,86E-02	6,50E-03	3,17E-03	2,24E-01	6,02E-02	8,19E+00
	Dermal	min.	7,55E-05	9,06E-05	2,26E-08	6,04E-04	3,51E-06	6,47E-07	1,51E-05	3,44E-05	9,06E-07	9,06E-08	1,29E-07	9,78E-07	8,26E-04
		mak.	1,64E-01	6,41E-02	1,41E-04	4,71E-03	7,44E-03	1,34E-02	1,51E-05	2,81E-02	1,08E-04	8,79E-06	4,71E-04	7,76E-04	2,83E-01
		ort.	1,12E-02	4,99E-03	1,06E-05	8,78E-04	5,20E-04	8,96E-04	1,51E-05	2,84E-03	1,07E-05	1,05E-06	3,71E-05	5,97E-05	2,15E-02
	HI _(maruziyet)	min.	4,57E-02	2,83E-03	2,74E-05	5,17E-03	2,13E-03	3,92E-04	9,15E-03	8,68E-04	5,49E-04	2,74E-04	7,83E-04	9,87E-04	6,89E-02
		mak.	9,94E+01	2,00E+00	1,71E-01	4,03E-02	4,51E+00	8,10E+00	9,15E-03	7,08E-01	6,53E-02	2,66E-02	2,85E+00	7,83E-01	1,19E+02
		ort.	6,80E+00	1,56E-01	1,28E-02	7,51E-03	3,15E-01	5,43E-01	9,15E-03	7,15E-02	6,51E-03	3,17E-03	2,24E-01	6,03E-02	8,21E+00
Çocuk	Oral	min.	1,07E-01	6,39E-03	6,39E-05	1,07E-02	4,95E-03	9,13E-04	2,13E-02	1,94E-03	1,28E-03	6,39E-04	1,83E-03	2,30E-03	1,59E-01
		mak.	2,31E+02	4,53E+00	3,98E-01	8,31E-02	1,05E+01	1,89E+01	2,13E-02	1,59E+00	1,52E-01	6,20E-02	6,65E+00	1,83E+00	2,76E+02
		ort.	1,58E+01	3,52E-01	2,99E-02	1,55E-02	7,34E-01	1,26E+00	2,13E-02	1,60E-01	1,52E-02	7,39E-03	5,23E-01	1,41E-01	1,91E+01
	Dermal	min.	2,98E-04	3,58E-04	8,95E-08	2,39E-03	1,39E-05	2,56E-06	5,97E-05	1,36E-04	3,58E-06	3,58E-07	5,11E-07	3,87E-06	3,26E-03
		mak.	6,48E-01	2,53E-01	5,57E-04	1,86E-02	2,94E-02	5,28E-02	5,97E-05	1,11E-01	4,26E-04	3,47E-05	1,86E-03	3,07E-03	1,12E+00
		ort.	4,44E-02	1,97E-02	4,18E-05	3,47E-03	2,06E-03	3,54E-03	5,97E-05	1,12E-02	4,25E-05	4,14E-06	1,46E-04	2,36E-04	8,49E-02
	HI _(maruziyet)	min.	1,07E-01	6,75E-03	6,40E-05	1,30E-02	4,97E-03	9,16E-04	2,14E-02	2,08E-03	1,28E-03	6,40E-04	1,83E-03	2,31E-03	1,62E-01
		mak.	2,32E+02	4,78E+00	3,99E-01	1,02E-01	1,05E+01	1,89E+01	2,14E-02	1,70E+00	1,53E-01	6,20E-02	6,65E+00	1,83E+00	2,77E+02
		ort.	1,59E+01	3,72E-01	2,99E-02	1,90E-02	7,36E-01	1,27E+00	2,14E-02	1,71E-01	1,52E-02	7,40E-03	5,23E-01	1,41E-01	1,92E+01

EK 37.

Ek Tablo 35. İsrail maden sahası dere sedimanı ortamı için hesaplanan HQ ve HI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	İsrail Maden Sahası- Dere Sedimanı Ortamı- Tehlike Katsayısı (HQ) ve Tehlike İndeksi (HI)												HI _(element)
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	2,72E-02	4,79E-04	4,11E-05	4,57E-04	1,02E-03	1,59E-02	4,57E-05	1,81E-04	8,22E-05	1,37E-05	5,60E-03	2,88E-04	5,12E-02
		mak	2,24E+00	5,34E-03	6,54E-04	1,37E-03	4,07E-02	4,32E-02	3,65E-03	3,96E-03	6,08E-03	2,60E-04	2,51E-01	2,76E-03	2,60E+00
		ort	3,88E-01	1,48E-03	2,69E-04	7,76E-04	6,10E-03	2,59E-02	6,10E-04	2,36E-03	1,28E-03	1,32E-04	4,99E-02	8,06E-04	4,77E-01
	Dermal	min	6,50E-03	1,53E-04	4,10E-07	1,46E-04	8,10E-06	1,26E-04	3,64E-07	1,44E-06	6,56E-07	2,73E-06	4,47E-05	2,30E-06	6,99E-03
		mak	5,37E-01	1,71E-03	6,52E-06	4,37E-04	3,25E-04	3,45E-04	2,92E-05	3,16E-05	4,85E-05	5,19E-05	2,01E-03	2,20E-05	5,42E-01
		ort	9,29E-02	4,71E-04	2,68E-06	2,48E-04	4,87E-05	2,07E-04	4,87E-06	1,88E-05	1,02E-05	2,63E-05	3,98E-04	6,43E-06	9,43E-02
	HI _(maruziyet)	min.	3,37E-02	6,32E-04	4,15E-05	6,02E-04	1,02E-03	1,60E-02	4,60E-05	1,82E-04	8,28E-05	1,64E-05	5,64E-03	2,90E-04	5,82E-02
		mak.	2,78E+00	7,05E-03	6,61E-04	1,81E-03	4,10E-02	4,36E-02	3,68E-03	3,99E-03	6,13E-03	3,12E-04	2,53E-01	2,78E-03	3,14E+00
		ort.	4,81E-01	1,95E-03	2,71E-04	1,02E-03	6,15E-03	2,61E-02	6,15E-04	2,38E-03	1,29E-03	1,58E-04	5,03E-02	8,12E-04	5,72E-01
Çocuk	Oral	min.	2,54E-01	4,47E-03	3,84E-04	4,26E-03	9,48E-03	1,48E-01	4,26E-04	1,69E-03	7,67E-04	1,28E-04	5,22E-02	2,68E-03	4,78E-01
		mak.	2,09E+01	4,99E-02	6,11E-03	1,28E-02	3,80E-01	4,04E-01	3,41E-02	3,69E-02	5,68E-02	2,43E-03	2,35E+00	2,57E-02	2,43E+01
		ort.	3,62E+00	1,38E-02	2,51E-03	7,25E-03	5,69E-02	2,42E-01	5,70E-03	2,20E-02	1,20E-02	1,23E-03	4,66E-01	7,52E-03	4,46E+00
	Dermal	min.	4,26E-02	1,00E-03	2,68E-06	9,55E-04	5,31E-05	8,28E-04	2,39E-06	9,46E-06	4,30E-06	1,79E-05	2,93E-04	1,50E-05	4,58E-02
		mak.	3,52E+00	1,12E-02	4,27E-05	2,86E-03	2,13E-03	2,26E-03	1,91E-04	2,07E-04	3,18E-04	3,40E-04	1,31E-02	1,44E-04	3,55E+00
		ort.	6,08E-01	3,09E-03	1,76E-05	1,62E-03	3,19E-04	1,35E-03	3,19E-05	1,23E-04	6,70E-05	1,72E-04	2,61E-03	4,21E-05	6,18E-01
	HI _(maruziyet)	min.	2,96E-01	5,48E-03	3,86E-04	5,22E-03	9,53E-03	1,49E-01	4,29E-04	1,70E-03	7,71E-04	1,46E-04	5,25E-02	2,70E-03	5,24E-01
		mak.	2,45E+01	6,10E-02	6,15E-03	1,56E-02	3,82E-01	4,06E-01	3,43E-02	3,71E-02	5,71E-02	2,77E-03	2,36E+00	2,59E-02	2,78E+01
		ort.	4,23E+00	1,69E-02	2,53E-03	8,87E-03	5,72E-02	2,43E-01	5,73E-03	2,21E-02	1,20E-02	1,40E-03	4,68E-01	7,56E-03	5,07E+00

EK 38.

Ek Tablo 36. Kontrol sahası toprak ve bitki ortamı için hesaplanan HQ ve HI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	Kontrol Sahası- Toprak Ortamı- Tehlike Katsayısı (HQ) ve Tehlike İndeksi (HI)												HI (element)
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	1,60E-02	1,37E-04	6,78E-04	1,83E-03	2,43E-04	7,22E-02	3,20E-04	7,90E-03	2,74E-05	2,60E-04	1,34E-02	3,29E-04	1,13E-01
		mak	5,16E-02	1,37E-04	1,63E-03	1,14E-02	9,69E-04	9,06E-02	4,57E-04	2,73E-02	1,92E-04	1,34E-03	2,40E-02	7,17E-04	2,10E-01
		ort	4,13E-02	1,37E-04	1,19E-03	7,05E-03	7,03E-04	8,24E-02	3,85E-04	1,74E-02	1,14E-04	7,17E-04	1,91E-02	4,50E-04	1,71E-01
	Dermal	min.	1,91E-03	2,19E-05	3,38E-06	2,92E-04	9,70E-07	2,88E-04	1,28E-06	3,15E-05	1,09E-07	2,60E-05	5,36E-05	1,31E-06	2,63E-03
		mak.	6,18E-03	2,19E-05	8,13E-06	1,82E-03	3,87E-06	3,62E-04	1,82E-06	1,09E-04	7,65E-07	1,34E-04	9,59E-05	2,86E-06	8,74E-03
		ort.	4,94E-03	2,19E-05	5,94E-06	1,12E-03	2,80E-06	3,29E-04	1,54E-06	6,95E-05	4,53E-07	7,15E-05	7,64E-05	1,80E-06	6,65E-03
	HI (maruziyet)	min.	1,79E-02	1,59E-04	6,81E-04	2,12E-03	2,44E-04	7,25E-02	3,21E-04	7,93E-03	2,75E-05	2,86E-04	1,35E-02	3,30E-04	1,16E-01
		mak.	5,78E-02	1,59E-04	1,64E-03	1,32E-02	9,73E-04	9,10E-02	4,58E-04	2,74E-02	1,93E-04	1,48E-03	2,41E-02	7,20E-04	2,19E-01
		ort.	4,62E-02	1,59E-04	1,20E-03	8,17E-03	7,05E-04	8,27E-02	3,86E-04	1,75E-02	1,14E-04	7,89E-04	1,92E-02	4,52E-04	1,78E-01
Çocuk	Oral	min.	1,49E-01	1,28E-03	6,33E-03	1,70E-02	2,27E-03	6,74E-01	2,98E-03	7,37E-02	2,56E-04	2,43E-03	1,25E-01	3,07E-03	1,06E+00
		mak.	4,82E-01	1,28E-03	1,52E-02	1,07E-01	9,05E-03	8,46E-01	4,26E-03	2,54E-01	1,79E-03	1,25E-02	2,24E-01	6,69E-03	1,96E+00
		ort.	3,85E-01	1,28E-03	1,11E-02	6,58E-02	6,56E-03	7,69E-01	3,59E-03	1,63E-01	1,06E-03	6,69E-03	1,79E-01	4,20E-03	1,60E+00
	Dermal	min.	1,25E-02	1,43E-04	2,22E-05	1,91E-03	6,35E-06	1,89E-03	8,35E-06	2,06E-04	7,16E-07	1,70E-04	3,51E-04	8,59E-06	1,72E-02
		mak.	4,05E-02	1,43E-04	5,33E-05	1,19E-02	2,53E-05	2,37E-03	1,19E-05	7,12E-04	5,01E-06	8,77E-04	6,28E-04	1,87E-05	5,72E-02
		ort.	3,24E-02	1,43E-04	3,89E-05	7,36E-03	1,84E-05	2,15E-03	1,01E-05	4,55E-04	2,97E-06	4,69E-04	5,00E-04	1,18E-05	4,35E-02
	HI (maruziyet)	min.	1,62E-01	1,42E-03	6,35E-03	1,90E-02	2,28E-03	6,76E-01	2,99E-03	7,39E-02	2,56E-04	2,60E-03	1,26E-01	3,08E-03	1,08E+00
		mak.	5,22E-01	1,42E-03	1,53E-02	1,18E-01	9,07E-03	8,48E-01	4,27E-03	2,55E-01	1,79E-03	1,34E-02	2,25E-01	6,71E-03	2,02E+00
		ort.	4,18E-01	1,42E-03	1,12E-02	7,31E-02	6,58E-03	7,71E-01	3,60E-03	1,63E-01	1,06E-03	7,16E-03	1,79E-01	4,21E-03	1,64E+00
Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	İsrail Maden Sahası- Bitki Ortamı- Tehlike Katsayısı (HQ) ve Tehlike İndeksi (HI)												HI (element)
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	9,13E-02	2,74E-03	1,10E-03	1,46E-01	8,96E-02	2,35E-02	9,13E-04	1,41E-01	1,10E-03	1,23E-02	7,83E-04	1,91E-02	5,29E-01
		mak	9,13E-02	5,48E-03	7,40E-03	1,64E-01	1,31E-01	2,74E-02	2,74E-03	4,11E-01	1,64E-03	3,56E-02	7,83E-04	2,35E-02	9,02E-01
		ort	9,13E-02	3,84E-03	4,27E-03	1,57E-01	1,14E-01	2,43E-02	1,64E-03	2,94E-01	1,21E-03	2,52E-02	7,83E-04	2,03E-02	7,38E-01
Çocuk	Oral	min.	1,07E-01	3,20E-03	1,28E-03	1,70E-01	1,05E-01	2,74E-02	1,07E-03	1,64E-01	1,28E-03	1,44E-02	9,13E-04	2,23E-02	6,18E-01
		mak.	1,07E-01	6,39E-03	8,63E-03	1,92E-01	1,53E-01	3,20E-02	3,20E-03	4,79E-01	1,92E-03	4,16E-02	9,13E-04	2,74E-02	1,05E+00
		ort.	1,07E-01	4,47E-03	4,99E-03	1,83E-01	1,33E-01	2,83E-02	1,92E-03	3,43E-01	1,41E-03	2,94E-02	9,13E-04	2,37E-02	8,60E-01

EK 39.

Ek Tablo 37. Kontrol sahası toprak ve bitki ortamı için hesaplanan HQ ve HI değerleri

Kanser Dışı	Maruziyet yolu	Değer	Kontrol Sahası-Su Ortamı- Tehlike Katsayısı (HQ) ve Tehlike İndeksi (HI)												HI _(element)
			As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	
Yetişkin	Oral	min	4,57E-02	2,74E-03	2,74E-05	4,57E-03	1,99E-03	4,70E-04	9,13E-03	1,79E-03	5,48E-04	2,74E-04	1,57E-03	5,48E-04	6,93E-02
		mak	9,13E-02	1,64E-02	8,22E-05	4,57E-03	5,21E-03	1,53E-03	1,83E-02	1,39E-02	2,74E-03	4,11E-04	3,91E-03	4,02E-03	1,62E-01
		ort	6,39E-02	7,26E-03	5,14E-05	4,57E-03	3,30E-03	8,12E-04	1,14E-02	7,87E-03	1,51E-03	3,08E-04	2,15E-03	2,50E-03	1,06E-01
	Dermal	min.	7,55E-05	9,06E-05	2,26E-08	6,04E-04	3,28E-06	7,76E-07	1,51E-05	7,41E-05	9,06E-07	9,06E-08	2,59E-07	5,43E-07	8,65E-04
		mak.	1,51E-04	5,43E-04	6,79E-08	6,04E-04	8,60E-06	2,52E-06	3,02E-05	5,76E-04	4,53E-06	1,36E-07	6,47E-07	3,99E-06	1,92E-03
		ort.	1,06E-04	2,40E-04	4,25E-08	6,04E-04	5,46E-06	1,34E-06	1,89E-05	3,25E-04	2,49E-06	1,02E-07	3,56E-07	2,47E-06	1,31E-03
	HI _(maruziyet)	min.	4,57E-02	2,83E-03	2,74E-05	5,17E-03	1,99E-03	4,70E-04	9,15E-03	1,87E-03	5,49E-04	2,74E-04	1,57E-03	5,48E-04	7,02E-02
		mak.	9,15E-02	1,70E-02	8,23E-05	5,17E-03	5,21E-03	1,53E-03	1,83E-02	1,45E-02	2,74E-03	4,11E-04	3,91E-03	4,02E-03	1,64E-01
		ort.	6,40E-02	7,50E-03	5,14E-05	5,17E-03	3,31E-03	8,13E-04	1,14E-02	8,19E-03	1,51E-03	3,08E-04	2,15E-03	2,50E-03	1,07E-01
Çocuk	Oral	min.	1,07E-01	6,39E-03	6,39E-05	1,07E-02	4,63E-03	1,10E-03	2,13E-02	4,18E-03	1,28E-03	6,39E-04	3,65E-03	1,28E-03	1,62E-01
		mak.	2,13E-01	3,84E-02	1,92E-04	1,07E-02	1,21E-02	3,56E-03	4,26E-02	3,25E-02	6,39E-03	9,59E-04	9,13E-03	9,38E-03	3,79E-01
		ort.	1,49E-01	1,69E-02	1,20E-04	1,07E-02	7,71E-03	1,89E-03	2,66E-02	1,84E-02	3,52E-03	7,19E-04	5,02E-03	5,82E-03	2,47E-01
	Dermal	min.	2,98E-04	3,58E-04	8,95E-08	2,39E-03	1,30E-05	3,07E-06	5,97E-05	2,93E-04	3,58E-06	3,58E-07	1,02E-06	2,15E-06	3,42E-03
		mak.	5,97E-04	2,15E-03	2,68E-07	2,39E-03	3,40E-05	9,97E-06	1,19E-04	2,28E-03	1,79E-05	5,37E-07	2,56E-06	1,58E-05	7,61E-03
		ort.	4,18E-04	9,49E-04	1,68E-07	2,39E-03	2,16E-05	5,31E-06	7,46E-05	1,29E-03	9,84E-06	4,03E-07	1,41E-06	9,78E-06	5,16E-03
	HI _(maruziyet)	min.	1,07E-01	6,75E-03	6,40E-05	1,30E-02	4,65E-03	1,10E-03	2,14E-02	4,47E-03	1,28E-03	6,40E-04	3,65E-03	1,28E-03	1,65E-01
		mak.	2,14E-01	4,05E-02	1,92E-04	1,30E-02	1,22E-02	3,57E-03	4,27E-02	3,48E-02	6,41E-03	9,59E-04	9,13E-03	9,39E-03	3,87E-01
		ort.	1,50E-01	1,79E-02	1,20E-04	1,30E-02	7,73E-03	1,90E-03	2,67E-02	1,96E-02	3,53E-03	7,20E-04	5,02E-03	5,83E-03	2,52E-01

EK 40.

Ek Tablo 38. Eseli ve Harköy sahalarında As elementi için hesaplanan kanser risk değerleri

ESELİ MADEN SAHASI As ELEMENTİNİN KARSİNOJENİK RİSKİ									HARKÖY MADEN SAHASI As ELEMENTİNİN KARSİNOJENİK RİSKİ										
As	Maruziyet	Değer	D. sedimanı	Su	Toprak	Bitki	Toplam		As	Maruziyet	Değer	D. sedimanı	Su	Toprak	Bitki	Toplam			
																		Yetişkin	Yetişkin
Çocuk	Oral	min	6,03E-06	8,81E-06	1,78E-05	1,76E-05	5,02E-05	As	Oral	min	5,02E-06	8,81E-06	5,99E-06	1,76E-05	3,74E-05	As			
		mak	7,85E-04	2,22E-01	9,26E-04	1,76E-05	2,24E-01			mak	1,10E-04	1,25E-04	1,56E-03	1,76E-05	1,81E-03				
		ort	2,18E-04	1,12E-02	1,20E-04	1,76E-05	1,15E-02			ort	4,15E-05	3,42E-05	2,18E-04	1,76E-05	3,11E-04				
	Dermal	min	1,44E-06	1,46E-08	2,13E-06	-	3,59E-06		Dermal	min	1,20E-06	1,46E-08	7,17E-07	-	1,93E-06		Dermal		
		mak	1,88E-04	3,67E-04	1,11E-04	-	6,66E-04			mak	2,64E-05	2,07E-07	1,87E-04	-	2,13E-04				
		ort	5,23E-05	1,85E-05	1,44E-05	-	8,52E-05			ort	9,93E-06	5,65E-08	2,61E-05	-	3,61E-05				
	Risk (maruziyet)	min.	7,48E-06	8,82E-06	1,99E-05	1,76E-05	5,38E-05		Risk (maruziyet)	min.	6,22E-06	8,82E-06	6,71E-06	1,76E-05	3,94E-05		Risk (maruziyet)		
		mak.	9,72E-04	2,22E-01	1,04E-03	1,76E-05	2,24E-01			mak.	1,37E-04	1,25E-04	1,75E-03	1,76E-05	2,03E-03				
		ort.	2,71E-04	1,12E-02	1,35E-04	1,76E-05	1,16E-02			ort.	5,14E-05	3,42E-05	2,44E-04	1,76E-05	3,48E-04				
	Yetişkin	Oral	min.	1,13E-05	4,11E-06	3,32E-05	4,11E-06		5,27E-05	As	Oral	min.	9,37E-06	4,11E-06	1,12E-05		4,11E-06	2,88E-05	As
			mak.	1,46E-03	1,04E-01	1,73E-03	4,11E-06		1,07E-01			mak.	2,06E-04	5,84E-05	2,91E-03		4,11E-06	3,18E-03	
			ort.	4,08E-04	5,22E-03	2,25E-04	4,11E-06		5,86E-03			ort.	7,74E-05	1,59E-05	4,07E-04		4,11E-06	5,05E-04	
Dermal		min.	1,89E-06	1,15E-08	2,79E-06	-	4,69E-06	Dermal	min.		1,57E-06	1,15E-08	9,39E-07	-	2,52E-06	Dermal			
		mak.	2,46E-04	2,90E-04	1,45E-04	-	6,81E-04		mak.		3,46E-05	1,63E-07	2,45E-04	-	2,79E-04				
		ort.	6,85E-05	1,46E-05	1,89E-05	-	1,02E-04		ort.		1,30E-05	4,46E-08	3,42E-05	-	4,73E-05				
Risk (maruziyet)		min.	1,32E-05	4,12E-06	3,60E-05	4,11E-06	5,74E-05	Risk (maruziyet)	min.		1,09E-05	4,12E-06	1,21E-05	4,11E-06	3,13E-05	Risk (maruziyet)			
		mak.	1,71E-03	1,04E-01	1,87E-03	4,11E-06	1,08E-01		mak.		2,40E-04	5,85E-05	3,16E-03	4,11E-06	3,46E-03				
		ort.	4,76E-04	5,24E-03	2,43E-04	4,11E-06	5,96E-03		ort.		9,04E-05	1,60E-05	4,41E-04	4,11E-06	5,52E-04				

EK 41.

Ek Tablo 39. İsrail ve Kontrol sahalarında As elementi için hesaplanan kanser risk değerleri

İSRAİL MADEN SAHAŞI As ELEMENTİNİN KARSİNOJENİK RİSKİ									KONTROL SAHAŞI As ELEMENTİNİN KARSİNOJENİK RİSKİ							
As	Maruziyet	Değer	D. sedimanı	Su	Toprak	Bitki	Toplam		As	Maruziyet	Değer	D. sedimanı	Su	Toprak	Bitki	Toplam
Yetişkin	Oral	min	5,24E-06	8,81E-06	1,17E-05	1,76E-05	4,34E-05		Oral	min	-	8,81E-06	3,08E-06	1,76E-05	2,95E-05	
		mak	4,33E-04	1,91E-02	7,64E-04	3,52E-05	2,04E-02			mak	-	1,76E-05	9,95E-06	3,52E-05	6,28E-05	
		ort	7,48E-05	1,31E-03	9,11E-05	1,96E-05	1,50E-03			ort	-	1,23E-05	7,96E-06	1,96E-05	3,99E-05	
	Dermal	min	1,25E-06	1,46E-08	1,40E-06	-	2,67E-06		Dermal	min	-	1,46E-08	3,69E-07	-	3,83E-07	
		mak	1,04E-04	3,16E-05	9,15E-05	-	2,27E-04			mak	-	2,91E-08	1,19E-06	-	1,22E-06	
		ort	1,79E-05	2,17E-06	1,09E-05	-	3,10E-05			ort	-	2,04E-08	9,53E-07	-	9,74E-07	
	Risk (maruziyet)	min.	6,49E-06	8,82E-06	1,31E-05	1,76E-05	4,60E-05		Risk (maruziyet)	min.	-	8,82E-06	3,45E-06	1,76E-05	2,99E-05	
		mak.	5,36E-04	1,92E-02	8,55E-04	3,52E-05	2,06E-02			mak.	-	1,76E-05	1,11E-05	3,52E-05	6,40E-05	
		ort.	9,27E-05	1,31E-03	1,02E-04	1,96E-05	1,53E-03			ort.	-	1,23E-05	8,92E-06	1,96E-05	4,08E-05	
	Çocuk	Oral	min.	9,78E-06	4,11E-06	2,19E-05	4,11E-06	3,99E-05		Oral	min.	-	4,11E-06	5,75E-06	4,11E-06	1,40E-05
			mak.	8,08E-04	8,93E-03	1,43E-03	8,22E-06	1,12E-02			mak.	-	8,22E-06	1,86E-05	8,22E-06	3,50E-05
			ort.	1,40E-04	6,11E-04	1,70E-04	4,57E-06	9,26E-04			ort.	-	5,75E-06	1,49E-05	4,57E-06	2,52E-05
Dermal		min.	1,64E-06	1,15E-08	1,84E-06	-	3,49E-06		Dermal	min.	-	1,15E-08	4,83E-07	-	4,95E-07	
		mak.	1,36E-04	2,50E-05	1,20E-04	-	2,80E-04			mak.	-	2,30E-08	1,56E-06	-	1,58E-06	
		ort.	2,35E-05	1,71E-06	1,43E-05	-	3,95E-05			ort.	-	1,61E-08	1,25E-06	-	1,26E-06	
Risk (maruziyet)		min.	1,14E-05	4,12E-06	2,37E-05	4,11E-06	4,34E-05		Risk (maruziyet)	min.	-	4,73E-14	2,78E-12	4,11E-06	6,91E-12	
		mak.	9,43E-04	8,95E-03	1,55E-03	8,22E-06	1,14E-02			mak.	-	8,24E-06	2,01E-05	8,22E-06	3,66E-05	
		ort.	1,63E-04	6,13E-04	1,84E-04	4,57E-06	9,65E-04			ort.	-	5,77E-06	1,61E-05	4,57E-06	2,64E-05	

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Trabzon'da doğdu. İlköğrenimini Samsun, orta öğrenimini Kastamonu ve Trabzon'da tamamlayarak Trabzon Fatih Deneme Lisesi'nden mezun oldu. 1999 yılında KTÜ Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde başladığı öğrenimini 2005 yılında tamamladı. 2005-2006 eğitim ve öğretim yılının bahar yarıyılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek lisans öğrenimine başladı. Aralık 2005'de KTÜ Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ne Araştırma Görevlisi olarak atandı. 2008 yılında Yüksek lisansını tamamlayarak Jeoloji Yüksek Mühendisi unvanını aldı. Aynı yıl Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Doktora programına başladı.