

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ESPIYE (GİRESUN) SÜLFÜRLÜ MADENLERİNİN ASİDİK MADEN DRENAJ
OLUŞTURMA POTANSİYELLERİNİN VE ÇEVRESEL ETKİLERİNİN
MİNERALOJİK, JEOKİMYASAL VE JEOMİKROBİYOLOJİK YÖNTEMLERLE
BELİRLENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Jeoloji Yük. Müh. Emine Selva SAĞLAM

**OCAK 2015
TRABZON**

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ESPIYE (GİRESUN) SÜLFÜRLÜ MADENLERİNİN ASİDİK MADEN DRENAJ
OLUŞTURMA POTANSİYELLERİNİN VE ÇEVRESEL ETKİLERİNİN
MİNERALOJİK, JEOKİMYASAL VE JEOMİKROBİYOLOJİK YÖNTEMLERLE
BELİRLENMESİ**

Emine Selva SAĞLAM

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"DOKTOR (JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30.12.2014
Tezin Savunma Tarihi : 26.01.2015

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Miğraç AKÇAY

Trabzon 2015

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalında

Emine Selva SAĞLAM Tarafından Hazırlanan

**ESPIYE (GİRESUN) SÜLFÜRLÜ MADENLERİNİN ASİDİK MADEN DRENAJ
OLUŞTURMA POTANSİYELLERİNİN VE ÇEVRESEL ETKİLERİNİN
MİNERALOGİK, JEOKİMYASAL VE JEOMİKROBİYOLOJİK YÖNTEMLERLE
BELİRLENMESİ**

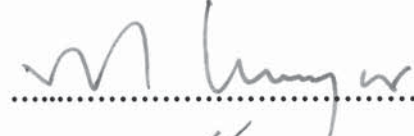
**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 30 / 12 / 2014 gün ve 1583 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda**

DOKTORA TEZİ

olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Necati TÜYSÜZ



Üye : Prof. Dr. Halim MUTLU



Üye : Prof. Dr. Hacı DEVECİ



Üye : Prof. Dr. Ali Osman BELDÜZ



Üye : Prof. Dr. Miğraç AKÇAY



Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda "Doktora Tezi" olarak hazırlanmıştır. Tez kapsamında, Espiye (Giresun) yöresindeki eski maden işletmeleri (Karaerik, Karılar, Ağalık, Lahanos, Killik ve Kızılkaya) çevresindeki vadilerde su ve dere kumu jeokimyası çalışmaları ile potansiyel asit maden drenaj alanları belirlenmiştir. Eski maden işletmelerinden kaynaklanan malzemenin (cüruf) çözünmesi ile gelişen ikincil mineraller ve çevresel kirlenmenin boyutları araştırılmıştır. Ayrıca bu çalışmayla çevresel kirliliği en dikkat çekici boyutlarda olduğu belirlenen Karaerik madeninde demir ve sülfidli minerallerin oksitlenmesine yol açan asidofilik bakterilerin cins tayinleri yapılmış ve bu maden sahasındaki maden atıklarının toprak üzerine etkileri belirlenmiştir.

"Karadeniz Teknik Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi" tarafından desteklenen çalışmanın başlangıcından sonuna kadar bilgi, deneyim ve tecrübeleri ile yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Miğraç AKÇAY'a minnet ve şükranlarımı sunarım.

Doktora Tez İzleme Komitesi'nin değerli üyeleri Prof. Dr. Necati TÜYSÜZ ve Prof. Dr. Hacı DEVECİ'ye, Prof. Dr. Halim MUTLU'ya katkılarından dolayı teşekkür ederim. Mikrobiyoloji çalışmalarında bilgi ve deneyimleriyle yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Ali Osman BELDÜZ'e, Yrd. Doç. Dr. Kadriye İNAN' a ve Yrd. Doç. Dr. Dilşat Nigar ÇOLAK' a, cüruf örneklerinin mineralojik incelemelerinde destek aldığım Yrd. Doç. Dr. Mithat VICİL'a, teşekkürlerimi sunarım. Her konuda destekleri ile bana güç veren sevgili dostlarım Doç. Dr. Emel ABDİOĞLU ile Doç. Dr. İrfan TEMİZEL'e, arazi çalışmalarında beni yalnız bırakmayan değerli dostlarım Araş. Gör. Özgür BİLİCİ, Araş. Gör. Tuğba Dursun BİLİCİ, Araş. Gör. Ufuk Celal YAĞCIOĞLU ve sevgili ağabeyim ile değerli öğrencilerime teşekkür etmek isterim. Ayrıca cüruf örneklerinin mikroprop analizlerini gerçekleştiren değerli dostlarım Araş. Gör. Oğuzhan GÜMRÜK ile Jeoloji Yük. Müh. Neslihan ASLAN'a, SEM incelemeleri ve EDX analizlerini yapan Araş. Gör. Hüseyin İPEK'e teşekkür ederim. Son olarak, varlıkları yaşama sebebim olan, doğruya ve iyiye ulaşmada bana mihmandar olan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunuyorum.

Emine Selva SAĞLAM
Trabzon 2015

TEZ BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum ‘‘Espiye (Giresun) Sulfürlü Madenlerinin Asidik Maden Drenaj Oluşturma Potansiyellerinin ve Çevresel Etkilerinin Mineralojik, Jeokimyasal ve Jeomikrobiyolojik Yöntemlerle Belirlenmesi’’ başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Miğraç AKÇAY’ ın sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuarlarda 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.26/01/2015

Emine Selva SAĞLAM

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	X
SUMMARY	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
TABLolar DİZİNİ.....	XXIV
SEMBOLLER DİZİNİ	XXVIII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı.....	1
1.3. Asidik Maden Drenajı.....	2
1.4. Çalışma Sahasının Özellikleri.....	5
1.4.1. Coğrafi Konum, Yerleşim ve Ulaşım	5
1.4.2. Jeomorfoloji, Bitki Örtüsü ve İklim	7
1.5. Önceki Çalışmalar.....	9
2. JEOLojİK YERLEŞİM.....	14
2.1. Bölgesel Jeoloji.....	14
2.2. Çalışma Alanının Jeolojisi	18
2.2.1. Yağlıdere Formasyonu.....	19
2.2.2. Alemağaç Formasyonu	20
2.2.3. Çağlayan Formasyonu	21
2.2.4. Tirebolu Formasyonu.....	22
2.2.5. Akçal Bazik İnrüzyonları.....	24
2.2.6. Alüvyon, Yamaç Molozu.....	25
2.3. Çalışma Alanındaki Maden Sahaları	25
2.3.1. Karaerik Madeni	25
2.3.2. Karılar Madeni	26
2.3.3. Ağalık Madeni	27

2.3.4.	Killik Madeni	28
2.3.5.	Kızılkaya Madeni.....	29
2.3.6.	Lahanos Madeni.....	29
3.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	31
3.1.	Arazi Çalışmaları	31
3.1.1.	Örnek Lokasyonları	31
3.1.2.	Dere Kumu ve Yüzeysel Ayrışma (İkincil Sülfat Mineralleri) Örnekleme	36
3.1.3.	Su Örnekleme	36
3.1.3.1.	Kimyasal Analiz Amaçlı Su Örnekleme	36
3.1.3.2.	Mikrobiyolojik Analiz Amaçlı Su Örnekleme	37
3.1.4.	Toprak Örnekleme.....	37
3.1.5.	Cüruf Örnekleme.....	38
3.1.6.	Arazide Yapılan Ölçümler	39
3.1.6.1.	Su Örneklerinde Fiziksel Parametrelerin Ölçümü	39
3.1.6.2.	Alkalinite ve Asidite Ölçümü	40
3.1.6.3.	Fotometre ile Yapılan Ölçümler	40
3.2.	Laboratuvar Çalışmaları.....	41
3.2.1.	Dere Kumlarının Analize Hazırlanması.....	41
3.2.2.	Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması.....	41
3.2.3.	Parlak Kesit ve Parlatılmış İnce Kesitlerin Hazırlanması ve İncelenmesi	41
3.2.4.	Cüruf Örneklerinin Analize Hazırlanması	42
3.2.5.	Taramalı Elektron Mikroskopisi (SEM) ve EDX Analizleri İçin Örnek Hazırlanması	42
3.2.6.	Mikrobiyolojik Çalışmalar.....	42
3.3.	Analitik Yöntemler	42
3.3.1.	Kimyasal Analizler	42
3.3.2.	XRD Analizleri	44
3.3.3.	SEM-EDX Analizleri.....	45
3.3.4.	Mikroprob Analizleri	45
3.4.	Büro Çalışmaları	45
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	47
4.1.	Cürufların Kimyasal Bileşimi ve Mineralojik Bileşimi.....	47

4.1.1.	Cürufların Kimyasal Bileşimi	47
4.1.2.	Cürufların Mineralojik Bileşimi	50
4.1.2.1.	Cürufların XRD İncelemeleri	51
4.1.2.2.	Cürufların Petrografik İncelemeleri	54
4.1.2.3.	Kristal Kimyası	56
4.1.2.3.1.	EPMA Analizleri	56
4.1.2.3.1.1.	Olivin	56
4.1.2.3.1.2.	Andremeyerit	59
4.1.2.3.1.3.	(Ba, K) Feldispatlar.....	60
4.1.2.3.1.4.	Silikat Camı	62
4.1.2.3.1.5.	Oksitler.....	62
4.1.2.3.1.6.	Sülfidler.....	64
4.1.2.3.2.	SEM İncelemeleri ve EDX Analizleri	67
4.1.2.4.	Cüruflardaki İkincil Mineraller.....	72
4.2.	Su Örnekleri	78
4.2.1.	Kirlenmiş Su Örnekleri.....	78
4.2.1.1.	Kuru Sezon Kirlenmiş Su Örneklerinin Fiziko ve Hidrokimyasal Özellikleri	78
4.2.1.2.	Yağışlı Sezon Kirlenmiş Su Örneklerinin Fiziko ve Hidrokimyasal Özellikleri	87
4.2.2.	Kirlenmemiş Su Örnekleri	95
4.2.2.1.	Kuru Sezon Kirlenmemiş Su Örneklerinin Fiziko ve Hidrokimyasal Özellikleri ile Kullanılabilirlikleri	95
4.2.2.2.	Yağışlı Sezon Kirlenmemiş Su Örneklerinin Fiziko ve Hidrokimyasal Özellikleri ile Kullanılabilirlikleri	110
4.2.3.	Su Örneklerinin Jeokimyasal Sınıflandırılması	118
4.2.3.1.	Kuru Sezon Su Örneklerinin Jeokimyasal Sınıflandırılması	118
4.2.3.2.	Yağışlı Sezon Su Örneklerinin Jeokimyasal Sınıflandırılması.....	120
4.2.4.	Su Örneklerinin Fizikokimyasal ve Jeokimyasal Özellikleri.....	122
4.2.4.1.	Kuru Sezon Su Örneklerinin Fizikokimyasal ve Jeokimyasal Özellikleri	122
4.2.4.2.	Yağışlı Sezon Su Örneklerinin Fizikokimyasal ve Jeokimyasal Özellikleri	131
4.2.5.	Su Örneklerinin Kirlilik Düzeylerinin Belirlenmesi.....	140
4.2.5.1.	Kuru Sezon Su Örneklerinin Kirlilik Düzeyleri	142

4.2.5.2.	Yağışlı Sezon Su Örneklerinin Kirlilik Düzeyleri	150
4.2.6.	Su Örneklerinin Jeokimyasal Modellemesi	161
4.2.6.1.	Doygunluk İndeksleri.....	161
4.3.	Dere Kumları	190
4.3.1.	Dere Kumlarının Kimyasal Bileşimi	190
4.3.1.1.	Kirlenmiş Bölgelerdeki Dere Kumlarının Kimyasal Bileşimi.....	190
4.3.1.2.	Kirlenmemiş Bölgelerdeki Dere Kumlarının Kimyasal Bileşimi.....	193
4.3.2.	Dere Kumlarının Kirlilik Düzeylerinin Belirlenmesi	208
4.3.2.1.	Jeokümülyasyon İndeksi (I_{geo})	208
4.3.2.2.	Zenginleşme Faktörü (EF).....	209
4.3.2.3.	Kirlenmiş Bölgelerdeki Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri	210
4.3.2.3.1.	Karaerik Madeni Yakın Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri	210
4.3.2.3.2.	Karılar Madeni Yakın Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri	217
4.3.2.3.3.	Ağalık Madeni Yakın Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri	222
4.3.2.3.4.	Lahanos Madeni Yakın Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri.....	227
4.3.2.3.5.	Killik Madeni Yakın Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri.....	233
4.3.2.3.6.	Kızılkaya Madeni Yakın Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri.....	237
4.3.2.4.	Kirlenmemiş Bölgelerdeki Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri	242
4.3.2.4.1.	Karaerik Madeni Uzak Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri.....	242
4.3.2.4.2.	Ağalık Madeni Uzak Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri.....	248
4.3.2.4.3.	Lahanos Madeni Uzak Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri	250
4.3.2.4.4.	Killik Madeni Uzak Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri	255
4.3.2.4.5.	Kızılkaya Madeni Uzak Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri	256
4.3.2.4.6.	Yağlı Dere ve Çevresindeki Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri	261
4.3.2.4.7.	Gelevera Dere Çevresi ile Espiye Merkezindeki Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri	266
4.3.2.5.	Dere Kumlarının Kirlilik Düzeylerinin Karşılaştırılması	271
4.4.	Toprak Örnekleri.....	281
4.4.1.	Toprak Örneklerinin Kimyasal Bileşimi ve Elementsel Dağılımı.....	281
4.4.2.	Toprak Örneklerine Korelasyon ve Sınıf Analizi Uygulanması.....	294
4.4.3.	Toprak Örneklerinin Kirlilik Derecesinin Belirlenmesi	296
4.5.	Mikrobiyolojik Çalışmalar.....	299
4.5.1.	Direk Sekans Tekniği.....	299

4.5.1.1.	Örnek Temini	299
4.5.1.2.	Genotipik Analizler.....	300
4.5.1.2.1.	Genomik DNA İzolasyonu	300
4.5.1.2.2.	rRNA Analizi	300
4.5.1.2.2.1.	16S rRNA Gen Bölgelerinin PCR ile Çoğaltılması.....	300
4.5.1.2.2.2.	16S rRNA Geninin Klonlanması, Baz Dizisinin Ortaya Çıkarılması ve Gen Bank'taki Sıralarla Karşılaştırılması	301
4.5.1.2.2.2.1.	Yetenekli Hücrenin (CaCl ₂ Metoduyla) Hazırlanması	301
4.5.1.2.2.2.2.	Ampisilinli Besiyeri ve X-gal Hazırlanması.....	302
4.5.1.2.2.2.3.	Transformasyon İşlemi	302
4.5.1.2.2.2.4.	Plazmit İzolasyonu.....	304
4.5.1.3.	16S rRNA Gen Dizilerine Göre Filogenetik Ağaç Çizilmesi.....	306
4.5.1.4.	16S rRNA Gen Sekans Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi	306
4.5.1.4.1.	Alfaproteobakteri	311
4.5.1.4.2.	Nitrospira	313
4.5.1.4.3.	Gamaproteobakteri.....	313
4.5.1.4.4.	Betaproteobakteri.....	315
4.5.1.4.5.	Aktinobakteri	316
4.5.1.4.6.	Deltaproteobakteri.....	316
5.	İRDELEME	318
5.1.	Kirlenmiş Su Örnekleri ile Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyinin Karşılaştırması	318
5.2.	Asit Maden Drenaj Oluşumu ve İkincil Mineraller	323
5.3.	Karaerik Madeni Acısu Dere Jeomikrobiyolojik Modellemesi.....	332
6.	SONUÇLAR.....	338
7.	ÖNERİLER.....	341
8.	KAYNAKLAR	342
9.	EKLER.....	360
ÖZGEÇMİŞ		

Doktora Tezi

ÖZET

ESPIYE (GİRESUN) SÜLFÜRLÜ MADENLERİNİN ASİDİK MADEN DRENAJ
OLUŞTURMA POTANSİYELLERİNİN VE ÇEVRESEL ETKİLERİNİN
MİNERALOJİK, JEOKİMYASAL VE JEOMİKROBİYOLOJİK YÖNTEMLERLE
BELİRLENMESİ

Emine Selva SAĞLAM

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Miğraç AKÇAY
2015, 359 Sayfa, 48 Ek Sayfa

Bu çalışmada; Espiye (Giresun) eski maden işletmelerinin (Karaerik, Karılar, Ağalık, Lahanos, Killik ve Kızılkaya) çevrelerinde mineralojik, jeokimyasal ve jeomikrobiyolojik çalışmalar yapılmış, potansiyel asit maden drenaj alanları ve bunların çevresel etkileri saptanmıştır. Madenlerin yakın çevrelerindeki su örneklerinde en yüksek kirlilik düzeyi Fe ve Al'da belirlenmiştir ve mineral fazları Fe içeren götit, hematit, maghemit, manyetit, schwertmannit, jarosit ve ferrihidrit ile Al içeren alunit, basaluminit, gibsit, diyaspor ve kalkoalunit ile temsil edilmektedir. Su örneklerindeki kirlilik düzeyine göre madenler Karaerik> Karılar> Ağalık> Lahanos> Kızılkaya>Killik şeklinde sıralanmaktadır. Dere kumlarında en fazla zenginleşen elementin bakır olup, onu Hg, Mo, As, Pb ve Zn'un takip ettiği belirlenmiştir. Ayrıca Au ve Ag'ün Karaerik, Karılar, Ağalık, Killik ve Kızılkaya madenleri çevrelerinde son derece yüksek zenginleşme gösteren değerli metaller olduğu saptanmıştır. Dere kumlarındaki ağır metal düzeylerine göre madenlerin kirlilik düzeyleri Killik>Karaerik>Karılar>Kızılkaya>Ağalık> Lahanos olarak sıralanmıştır. Karaerik madeni yakın çevrelerindeki toprak örtüsü ise ağır metaller açısından önemli derecede kirlenmiştir. Çevresel kirliliği en yüksek olduğu belirlenen Karaerik madeninde *Leptospirillum ferrooxidans*, *Acidithiobacillus ferrivorans*, *Ferrovum myxofaciens*, *Acidithiobacillus thiooxidans*, *Acidocella facilis*, *Acidocella aluminiidurans*, *Acidiphilium multivorum* ve *Acidiphilium cryptum* gibi asidofilik bakterilerin demir ve sülfür döngüsünde rol oynadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Asit maden drenajı, Jeomikrobiyoloji, Asidofilik bakteriler

PhD Thesis
SUMMARY

DETERMINATION OF ACIDIC MINE DRAINAGE POTENTIAL AND THE
ENVIRONMENTAL IMPACTS OF SULPHIDIC MINES IN ESPIYE (GİRESUN): A
MINERALOGICAL, GEOCHEMICAL AND GEOMICROBIOLOGICAL APPROACH

Emine Selva SAĞLAM

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geological Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Miğraç AKÇAY
2015, 359 Pages, 48 Pages Appendix

This study aims at determining the acid mine drainage potentials and the environmental impacts of the abandoned Karaerik, Karılar, Ağalık, Lahanos, Killik and Kızılkaya mines in the Espiye region (Giresun) by means of mineralogical, geochemical and geomicrobiological methods. Fe and Al have the highest contamination levels in water samples collected around the mine sites, and are represented by very high saturation indices of Fe-phases such as goethite, hematite, maghemite, magnetite, schwertmannite, jarosite and ferrihydrite in addition to Al-phases such as alunite, basaluminite, gibbsite, diasporite and chalcoalumite. The level of water contamination in decreasing order is Karaerik, Karılar, Ağalık, Lahanos, Kızılkaya and Killik. The sediments are mostly enriched by Cu and lesser by Hg, Mo, As, Pb and Zn. Additionally, anomalously high concentrations of Au and Ag are also present in Karaerik, Karılar, Ağalık, Killik and Kızılkaya mine sites. Heavy metal enrichments in sediments show a decreasing sequence of Killik>Karaerik>Karılar>Kızılkaya>Ağalık>Lahanos mines. Similarly, the soils from the Karaerik mine are highly contaminated by *heavy metals*. It is revealed that acidophilic bacterium species such as *Leptospirillum ferrooxidans*, *Acidithiobacillus ferrivorans*, *Ferrovum myxofaciens*, *Acidithiobacillus thiooxidans*, *Acidocella facilis*, *Acidocella aluminiidurans*, *Acidiphilium multivorum* and *Acidiphilium cryptum* played a significant role in iron and sulphur cycle in the Karaerik mine.

Key Words: Acid mine drainage, Geomicrobiology, Acidophilic bacteria

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası	6
Şekil 2.1. Doğu Pontid Kuzey Zonun dikme kesiti (Kurt vd., 2006)	16
Şekil 2.2. a) ve b) Tirebolu Formasyonu'ndan genel bir görünüm (Kızılkaya Tepe)	23
Şekil 2.3. Karaerik Madeni a) eski işletme sahası b) cüruf yığınının görünümü	26
Şekil 2.4. Karılar Madeni cüruf yığınının görünümü	26
Şekil 2.5. Ağalık Madeni cüruf yığını görünümü	27
Şekil 2.6. Killik Madeni eski galeri girişi	28
Şekil 2.7. Lahanos Madenine ait değişik görüntüler. a) Maden sahasının genel görünümü, b) maden sahasında taban kayacını oluşturan dasitik tüf breşler ile tavan kayacını oluşturan mor renkli kolon debili dasitler, c) saçınımlı ve ağsal pirit oluşumları içeren taban kayacının hemen üzerinde gelişen ince çamurtaşı-kireçtaşı katmanı ve sistemi üzerleyen mor dasitlerin yakın plan görünümü, d) galeri içinde masif cevher kütlesi ile üzerindeki çamurtaşı-kireçtaşı katmanının görünümü	30
Şekil 3.1. Çalışma alanına ait örnek alım haritası	32
Şekil 3.2. Karaerik Madeni detay jeoloji (Yılmaz ve Türkmen, 1983) ve örnek alım haritası	33
Şekil 3.3. Su ve dere kumu örneklemesinin yapıldığı bazı önemli örnek lokasyonları. a) Karaerik Madeni galeri deşarjının yapıldığı Acısu Dere, b) Karaerik Madeni cüruf etkisi altındaki dere, c) Karılar Madeni galeri deşarjının yapıldığı Kızıl Dere, d) Ağalık Madeni galeri deşarjı, e) Killik Madeni küçük galeri deşarjı, f) Lahanos maden atığının deşarj edildiği Kızıldere, g) Lahanos Madeni atık, h) Lahanos Madeni çevresindeki Kızıl Dere'ye bağlanan Topçulu Dere, ı) Çepniköy Üzümlük Dere, i) Kozköy Çolağ Dere, j) Kozköy Karagöz Dere ve Kızılkaya Madeni'nden Karagöz Dere'ye bağlanan yan kol, k) Yağlı Dere	35
Şekil 3.4. Karaerik Madeni çevresi 2. örnekleme hattı toprak profili içindeki A1, A2 ve B1 zonu	38
Şekil 3.5. a) Acısu Deresi'nde yapılan iletkenlik ölçümü, b) Kozköy Karagöz Deresinden alınan örnekte pH ölçümü, c) Lahanos Kızıl Dere üzeri pH ölçümü	39
Şekil 4.1. Cüruf örneklerinin a) FeO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ ve b) CaO-FeO-SiO ₂ üçgen diyagramları üzerinde gösterilmesi. Faz sınırları ve izotermeler (°C) Levin vd., (1964) alınmıştır.	49

- Şekil 4.2. Karaerik (a) ve (b), Lahanos (c) ve Kızılkaya (d) maden sahalarından alınan cüruf örneklerinin tüm kayaç X-ışınları difraktogramları (Fa, fayalit; Cn, celsian ($BaAl_2Si_2O_8$); KCn, celsian ($K_{0.18}Ba_{0.81}Al_{1.90}Si_{2.11}O_8$); Cym, cimrit; Wü, wüstit) 52
- Şekil 4.3. Killik (a), Karılar (b), Ağalık (c) ve Killik (d) maden sahalarından alınan cüruf örneklerinin tüm kayaç X-ışınları difraktogramları (Fa, fayalit; Cn, celsian ($BaAl_2Si_2O_8$); KCn, celsian ($K_{0.18}Ba_{0.81}Al_{1.90}Si_{2.11}O_8$); Cym, cimrit; Wü, wüstit; Ma, manyetit; Jt, jarosit) 53
- Şekil 4.4. Cüruf örneklerinde belirlenen silikat, oksit ile sülfür minerallerinin mikroskobik görüntüleri. a) Dendritik wüstit ile incecik uzun iğnemsî şekilde celsian ve olivin (Killik Madeni), b) olivinden oluşan bir matriks içinde wüstit adacıkları, mirmekitik dokulu celsian ve kalkopirit-idayit kalıntısı (Karaerik Madeni), c) ve d) Parke dokusu gösteren cimrit minerali ile ince uzun çubuk şeklinde andremeyerit, olivin ve celsian birlikteliği (T.N. ve Ç.N Ağalık madeni), e) pirotinden oluşan bir matriks içinde manyetit kemirtileri ile idayit kalıntıları (Ağalık madeni), f) Götit, hematit ve limonit birlikteliği (Karılar madeni) g) Kalkopirit mineralinin dijenit tarafından ornatılması ve götit ile manyetit (Karılar madeni) h) Götit mineralindeki kırmızı renkli iç yansıma ve andremeyerit (Ağalık madeni) Wü, wüstit; And, andremeyerit; Ol, olivin; Cn, celsian; Cym, cimrit; Ma, manyetit; Po, pirotin; İd, idayit, Ko, kovellin; Di, dijenit; Kp, kalkopirit, Cu, Nabit bakır; Gt, götit; He, hematit; Li, limonit 55
- Şekil 4.5. Cüruf örneklerinde belirlenen sülfür, silikat ve oksit minerallerinin mikroskobik görüntüleri. a) Wüstit tarafından çevrelenmiş pirotin- idayit-kovellin birlikteliği ile olivin matriksi içinde mirmekitik doku oluşturan celsian-wüstit (Kızılkaya madeni), b) Wüstit içerisinde kapanımlar şeklinde nabit bakır ve kuprit ile iğnemsî celsian oluşumları (Killik Madeni), c) Olivin bileşimindeki silikat camı içerisinde küresel şekilli dijenit kapanımı (Kızılkaya madeni), d) Olivin bileşimindeki silikat camı içerisinde wüstit tarafından çevrelenmiş küresel idayit kapanımı ile onu kesen kovellin (Lahanos madeni), e) Nabit bakır ile kovellin (Karaerik madeni), f) Andremeyerit bakımından çok yoğun bir ortamda kalıntı pirotin adacığının manyetit tarafından ornatılması ve ikincil bornit ve kovellin gelişimi (Karılar madeni). Wü, wüstit; And, andremeyerit; Ol, olivin; Ma, manyetit; Po, pirotin; İd, idayit, Ko, kovellin; Di, dijenit; Bo, bornit; Cu, Nabit bakır; Ku, kuprit 57
- Şekil 4.6. Ağalık madeni cüruf örneklerindeki Ba, K feldispatlara ait Cn-Ab-Or üçgen diyagramı 61

- Şekil 4.7. Killik, Ağalık ve Karılar madenlerine ait cüruf örneklerinde belirlenen silikat, oksit minerallerinin ve metal fazlarının Sem görüntüleri. a) Dendritik wüstit ile iğnemsî şekilde celsian ve olivin birlikteliği (Killik madeni), b) Olivin bileşimli silikat camı içerisinde iğnemsî şekilde celsian ve nabit bakır kapanımları içeren pellet şeklinde wüstit (Killik madeni), c) İnce, uzun çubuk şeklindeki andremeyerit, dörtgenimsî celsian ile boşluk dolgusu ve iskelet dokusu gösteren olivin (Ağalık madeni), d) Parke dokusu gösteren cymrite, dörtgenimsî celsian ve çubuk şeklinde andremeyerit ile olivin ve titanomanyetit (Karılar madeni) Wü, wüstit; And, andremeyerit; Ol, olivin; Cn, celsian; Cym, cymrite; Tma, titanomanyetit; Cu, Nabit bakır 67
- Şekil 4.8. Kızılkaya, Karaerik ve Lahanos madenlerine ait cüruf örneklerinde belirlenen silikat, oksit ve sülfür minerallerinin Sem görüntüleri a) Wüstit ile mirmekitik doku oluşturan celsian ile olivin ve ZnFeS birlikteliği (Kızılkaya Madeni) b) Olivin bileşimindeki silikat camı içerisinde wüstit ile mirmekitik doku oluşturan dörtgen şekilli celsian ile iğnemsî celsian ve kalkopirit-idayit kapanımı (Karaerik madeni) andremeyerit birlikteliği c) ve d) Olivin bileşimindeki silikat camı içerisinde wüstit tarafından çevrelenmiş yuvarlağımsı idayit kapanımı ve ince çubuk şeklindeki andremeyerit (Lahanos madeni). Wü, wüstit; And, andremeyerit; Ol, olivin; Cn, celsian; Kp, kalkopirit; İd, idayit. 68
- Şekil 4.9. Karaerik madeni cüruf örnekleri üzerinde gelişen ikincil mineraller a) mavi renkli kalkantit (KE-S1-M), açık mavi renkli bonatit (KE-S1-MB) b) beyaz renkli halotrikite (KE-S1-B) c) sarımsı-kahve renkli götit ve jarosit (KE-S5) d) yeşil renkli brokantit (KE-S6) 74
- Şekil 4.10. Karaerik madeni cüruf örnekleri üzerinde gelişen ikincil minerallerin tüm kayaç X-ışınları difraktogramları a) KE-S1-M, b) KE-S1-MB, c) KE-S1-B, d) KE-S3 ve e) KE-S5 (Ka, kalkantit; Bt, bonatit ve Ha, Halotrikite, Kp, kalkopirit; P, pirit; Jt, jarosit; Gt, götit; Kl, klorit. K, kuvars)..... 75
- Şekil 4.11. Karaerik madeni cüruf örneklerinde gelişen ikincil minerallere ait SEM görüntüleri ve EDX spektrumları 77
- Şekil 4.12. Kuru sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinin Ficklin diyagramında gösterimi (Lah 13 örneği hariç)..... 119
- Şekil 4.13. Kuru sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinin Fe ilaveli Ficklin diyagramında gösterimi (Lah 13 örneği hariç). Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. 120
- Şekil 4.14. Yağışlı sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinin Ficklin diyagramında gösterimi (Lah 13 ve Lah 43 atık örneği hariç). Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. 121
- Şekil 4.15. Yağışlı sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinin Fe ilaveli Ficklin diyagramında gösterimi (Lah 13 ve Lah 43 atık örneği hariç). Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. 122
- Şekil 4.16. Kuru sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinin pH' a karşı a) Eh değişimi b) SO₄²⁻ değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. 125

- Şekil 4.17. Kuru sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinin SO_4^{2-} a karşı a) Al, b) As, c) Co, d) Cu, e) Fe, f) Mg, g) Ni ve h) Zn değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. Grafikte TSE, 2005 Sınıf 2 Tip2 sınır değerleri kesikli çizgi ile gösterilmiştir. (Co için Su kirliliği kontrol yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2008) I. Sınıf su kalite kriterleri ve Zn için yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2012) I. Sınıf su kalite kriterleri gösterilmiştir)..... 126
- Şekil 4.18. Kuru sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinin pH' a karşı a) Al, b) As, c) Cu, d) Fe, e) Pb ve f) Zn değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. Grafikte TSE, 2005 Sınıf 2 Tip2 sınır değerleri kesikli çizgi ile gösterilmiştir. (Zn için yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2012) I. Sınıf su kalite kriterleri gösterilmiştir). 127
- Şekil 4.19. Kuru sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerindeki pH' a karşı iletkenlik değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. 128
- Şekil 4.20. Kuru sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinin iletkenliğe ($\mu S/cm$) karşı a) Al, b) As, c) Ca, d) Cd, e) Cu, f) Fe, g) Mg ve h) Zn değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. Grafikte TSE, 2005 Sınıf2 Tip2 sınır değerleri kesikli çizgi ile gösterilmiştir. (Zn için Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2012) I. Sınıf su kalite kriterleri gösterilmiştir) 129
- Şekil 4.21. Kuru sezon kirlenmiş su örneklerinin tuzluluğa (%) karşı a) iletkenlik ($\mu S/cm$) b) SO_4^{2-} değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. 130
- Şekil 4.22. Kuru sezon kirlenmiş su örneklerindeki asidite' ye ($mg/l CaCO_3$) karşı a) Fe^{+3} b) Al^{+3} değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. 131
- Şekil 4.23. Yağışlı sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerindeki pH' a karşı Eh değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. 131
- Şekil 4.24. Yağışlı sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerindeki SO_4^{2-} a (mg/l) karşı a) pH, b) İletkenlik ($\mu S/cm$) değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. 134
- Şekil 4.25. Yağışlı sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerindeki SO_4^{2-} a (mg/l) karşı a) Al, b) As, c) Co, d) Cu, e) Fe, f) Mg, g) Ni ve h) Zn değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. Grafikte TSE, 2005 Sınıf2 Tip2 sınır değerleri kesikli çizgi ile gösterilmiştir. (Co için Su kirliliği kontrol yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2008) I. Sınıf su kalite kriterleri ve Zn için Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2012) I. Sınıf su kalite kriterleri gösterilmiştir) 135
- Şekil 4.26. Yağışlı sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerindeki pH' a karşı a) Al, b) Co, c) Cu, d) Fe, e) Pb ve f) Zn değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. Grafikte TSE, 2005 Sınıf2 Tip2 sınır değerleri kesikli çizgi ile gösterilmiştir. (Zn için Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2012) I. Sınıf su kalite kriterleri gösterilmiştir) 136
- Şekil 4.27. Yağışlı sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerindeki pH' a karşı iletkenlik değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. 137

Şekil 4.28.	Yağışlı sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinde iletkenliğe ($\mu\text{S}/\text{cm}$) karşı a) Al, b) As, c) Co, d) Cu, e) Fe, f) Mg, g) Ni ve h) Zn değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. Grafikte TSE, 2005 Sınıf2 Tip2 sınır değerleri kesikli çizgi ile gösterilmiştir. (Co için Su kirliliği kontrol yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2008) I. Sınıf su kalite kriterleri ve Zn için Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2012) I. Sınıf su kalite kriterleri gösterilmiştir).....	138
Şekil 4.29.	Yağışlı sezon kirlenmiş su örneklerinde tuzluluğa (%) karşı a) İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) b) SO_4^{2-} (mg/l) değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır.	139
Şekil 4.30.	Yağışlı sezon kirlenmiş su örneklerinde CO_2 (mg/l)' e karşı a) Fe^{+3} (mg/l) b) Al^{+3} (mg/l) değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır.	140
Şekil 4.31.	Kuru sezonda a) Karaerik Madeni çevresinden alınan kirlenmiş b) Karılar Madeni çevresinden alınan kirlenmiş c) Ağalık Madeni çevresinden alınan kirlenmiş d) Lahanos Madeni çevresinden alınan kirlenmiş e) Lahanos Madeni çevresinden alınan kirlenmemiş su örneklerinde hesaplanan parametrelere ait ortalama çevresel risk oranları.....	151
Şekil 4.32.	Kuru sezonda a) Killik Madeni çevresinden alınan kirlenmiş b) Kızılkaya Madeni çevresinden alınan kirlenmiş c) Kızılkaya Madeni çevresinden alınan kirlenmemiş d) İçme suyu e) Yağlı Dere çevresi f) Gelevera Dere-Espiye Merkez dereleri su örneklerinde hesaplanan parametrelere ait ortalama çevresel risk oranları.....	152
Şekil 4.33.	Yağışlı sezonda a) Karaerik Madeni çevresinden alınan kirlenmiş b) Karılar Madeni çevresinden alınan kirlenmiş c) Ağalık Madeni çevresinden alınan kirlenmiş d) Lahanos Madeni çevresinden alınan kirlenmiş e) Lahanos Madeni çevresinden alınan kirlenmemiş su örneklerinde hesaplanan parametrelere ait ortalama çevresel risk oranları..	159
Şekil 4.34.	Yağışlı sezonda a) Killik Madeni çevresinden alınan kirlenmiş b) Killik Madeni çevresinden alınan kirlenmemiş c) Kızılkaya Madeni çevresinden alınan kirlenmiş d) Kızılkaya Madeni çevresinden alınan kirlenmemiş e) İçme suyu f) Referans g) Yağlı Dere çevresi h) Gelevera Dere- Espiye Merkez dereleri su örneklerinde hesaplanan parametrelere ait ortalama çevresel risk oranları.....	160
Şekil 4.35.	Kuru sezon kirlenmiş su örneklerinde bazı minerallere ait doyumluk indeksi sonuçlarının box-whisker diyagramında gösterimi.....	179
Şekil 4.36.	Yağışlı sezon kirlenmiş su örneklerinde bazı minerallere ait doyumluk indeksi sonuçlarının box-whisker diyagramında gösterimi.....	180
Şekil 4.37.	Killik (Lah 34 SEC ve Lah 45 SEC) ve Ağalık (A-1 SEC ve A-4 SEC) madenleri galeri deşarjlarından alınmış kahve renkli çökellerin (ikincil mineral örneklerinin) X-ışınları difraktogramları (Gt, götit; KJt, KJarosit; K, kuvars)	184
Şekil 4.38.	Killik Madeni a) Lah 34 SEC b) Lah 45 SEC ile Ağalık Madeni c) A-1 SEC d) A-4 SEC numaralı ikincil mineral örneklerine ait SEM görüntüleri ve EDX spektrumları	185

- Şekil 4.39. Karaerik Madeni Acısu Dere boyunca gelişen a) KE-S4-1 SEC b) KE-S4 SEC c) KR5 SEC numaralı ikincil mineral örnekleri ile cüruf etkisi altındaki dere boyunca gelişen d) KR6 SEC numaralı ikincil mineral örneğine ait X-ışınları difraktogramları (Gt, götit; KJt, KJarosit; K, kuvars; Sm, smektit; Bu, butlerit; S, sülfür; Fe, ferrihidrit; Sch, schwertmannite; Kalm, kalkoalunit) 187
- Şekil 4.40. Karaerik Madeni KE-S4 numaralı ikincil mineral örneğine ait SEM görüntüleri ve EDX spektrumları (Gt, götit; Kjt, KJarosit)..... 188
- Şekil 4.41. a) Karaerik Madeni Acısu Dere boyunca alınan kahve renkli (KR5 SEC) ikincil mineral örneği, c, d ve e) KR5 SEC örneğindeki deniz kirpisi şeklinde schwertmannit ile yalancı kübik Jarosit-K minerallerinin SEM görüntüleri ve EDX spektrumları. b) cüruf etkisi altındaki isimsiz dere boyunca gelişen mavi renkli çökel (KR6 SEC) ile f) bu çökelden elde edilen kalkoalunit mineralinin SEM görüntüsü ve EDX spektrumu (Sch, schwertmannit; Kjt, KJarosit; Kalm, kalkoalunit)..... 189
- Şekil 4.42. Karaerik Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı ve b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. Igeo sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 213
- Şekil 4.43. Karaerik Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) KR-1, b) KR-2, c) KR-3, d) KR-4, e) KR-5, f) KR-6, g) KR-7, h) KR-8, ı) KR-9 ve i) KR-10. Igeo sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtirmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. 215
- Şekil 4.44. Karaerik Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) KR-1, b) KR-2, c) KR-3, d) KR-4, e) KR-5, f) KR-6, g) KR-7, h) KR-8, ı) KR-9 ve i) KR-10. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 216
- Şekil 4.45. Karılar Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. Igeo sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtirmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 219
- Şekil 4.46. Karılar Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) KR-17, b) KR-18, c) KR-19, d) KR-20, e) KR-21 ve f) KR-22. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtirmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir..... 220

- Şekil 4.47. Karılar Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) KR-17, b) KR-18, c) KR-19, d) KR-20, e) KR-21 ve f) KR-22. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 221
- Şekil 4.48. Ağalık Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtirmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 223
- Şekil 4.49. Ağalık Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) A-1, b) A-4, c) Lah-3, d) Lah-6 ve e) Lah-7. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. 225
- Şekil 4.50. Ağalık Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) A-1, b) A-4, c) Lah-3, d) Lah-6 ve e) Lah-7. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 226
- Şekil 4.51. Lahanos Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. (Lahanos atığı dahil edilmemiştir.) I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 229
- Şekil 4.52. Lahanos Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) Lah-2, b) Lah-8, c) Lah-9, d) Lah-10, e) Lah-12, f) Lah-13, g) Lah-25, h) Lah-27 ve ı) Lah-43 (Lahanos Madeni atığı). I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. 231
- Şekil 4.53. Lahanos Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) Lah-2, b) Lah-8, c) Lah-9, d) Lah-10, e) Lah-12, f) Lah-13, g) Lah-25, h) Lah-27 ve ı) Lah-43 (Lahanos Madeni atığı). Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 232
- Şekil 4.54. Killik Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) Lah-36, b) Lah-38, c) Lah-39 ve d) Lah-45. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. 235
- Şekil 4.55. Killik Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) Lah-36, b) Lah-38, c) Lah-39 ve d) Lah-45. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 236

- Şekil 4.56. Kızılkaya Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 239
- Şekil 4.57. Kızılkaya Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) Lah-48, b) Lah-49, c) Lah-50, d) Lah-52 ve e) Lah-58. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. 241
- Şekil 4.58. Kızılkaya Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) Lah-48, b) Lah-49, c) Lah-50, d) Lah-52 ve e) Lah-58. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 242
- Şekil 4.59. Karaerik Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 245
- Şekil 4.60. Karaerik Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) KR-11, b) KR-12, c) KR-13, d) KR-14 e) KR-15 ve f) KR-16. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. 246
- Şekil 4.61. Karaerik Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) KR-11, b) KR-12, c) KR-13, d) KR-14 e) KR-15 ve f) KR-16. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 247
- Şekil 4.62. Ağalık Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) A-2 ve b) A-3. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. 249
- Şekil 4.63. Ağalık Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) A-2 ve b) A-3. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 249
- Şekil 4.64. Lahanos Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 251

- Şekil 4.65. Lahanos Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) Lah-1, b) Lah-18, c) Lah-21, d) Lah-23, e) Lah-29 ve f) Lah-30. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir..... 252
- Şekil 4.66. Lahanos Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) Lah-1, b) Lah-18, c) Lah-21, d) Lah-23, e) Lah-29 ve f) Lah-30. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 254
- Şekil 4.67. Killik Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumunda (Lah-35) hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksi (I_{geo}) ve b) zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. I_{geo} ve Zenginleşme faktörü sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34 ve Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 256
- Şekil 4.68. Kızılkaya Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 258
- Şekil 4.69. Kızılkaya Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) Lah-46, b) Lah-47, c) Lah-51, d) Lah-53, e) Lah-54, f) Lah-55, g) Lah-56, h) Lah-57 ve ı) Lah-59. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. 259
- Şekil 4.70. Kızılkaya Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) Lah-46, b) Lah-47, c) Lah-51, d) Lah-53, e) Lah-54, f) Lah-55, g) Lah-56, h) Lah-57 ve ı) Lah-59. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 260
- Şekil 4.71. Yağlı Dere çevresindeki dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 263
- Şekil 4.72. Yağlı Dere çevresindeki dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) Lah-14, b) Lah-15, c) Lah-16, d) Lah-32, e) Lah-33, f) Lah-41 ve g) Lah-42. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir..... 264

- Şekil 4.73. Yağlı Dere çevresindeki dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) Lah-14, b) Lah-15, c) Lah-16, d) Lah-32, e) Lah-33, f) Lah-41 ve g) Lah-42. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 265
- Şekil 4.74. Gelevera Dere çevresi ile Espiye merkezindeki dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 268
- Şekil 4.75. Gelevera Dere çevresi ile Espiye merkezindeki dere kumlarındaki I_{geo} dağılımı a) Lah-4, b) Lah-67, c) Lah-68, d) Lah-69, e) Lah-70, f) Lah-71 ve g) Lah-72, h) Lah-73, ı) Lah-74 ve i) Lah-75. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtirmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. 269
- Şekil 4.76. Gelevera Dere çevresi ile Espiye merkezindeki dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) Lah-4, b) Lah-67, c) Lah-68, d) Lah-69, e) Lah-70, f) Lah-71, g) Lah-72, h) Lah-73, ı) Lah-74 ve i) Lah-75. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 270
- Şekil 4.77. Madenlerin yakın (kirlenmiş) ve uzak (kirlenmemiş) çevrelerinden alınan dere kumlarının ortalama I_{geo} ve zenginleşme faktörü değerleri a), b), c ve d) Karaerik Madeni e) ve f) Karılar Madeni g), h), ı) ve i) Ağalık Madeni. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 274
- Şekil 4.78. Madenlerin yakın (kirlenmiş) ve uzak (kirlenmemiş) çevrelerinden alınan dere kumlarının ortalama I_{geo} ve zenginleşme faktörü değerleri a), b), c ve d) Lahanos Madeni e), f), g) ve h) Killik Madeni. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 276
- Şekil 4.79. Madenlerin yakın (kirlenmiş) ve uzak (kirlenmemiş) çevrelerinden alınan dere kumlarının ortalama I_{geo} ve zenginleşme faktörü değerleri a), b), c ve d) Kızılkaya Madeni e) ve f) Yağlı Dere çevresi g) ve h) Gelevera Dere çevresi. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir. 278
- Şekil 4.80. Karaerik Madeni çevresinin detay jeoloji (Yılmaz ve Türkmen, 1983) ve örnek alım haritası 282
- Şekil 4.81. Karaerik Madeni 1. 2. ve 3. profil toprak örneklerindeki a) Ag, b) Au, c) As, d) Ba, e) Al, f) Co, g) Cu ve h) Fe elementlerinin uzaklığa bağlı dağılım grafikleri 289

Şekil 4.82.	Karaerik Madeni 1. 2. ve 3. profil toprak örneklerindeki a) Cd, b) Hg, c) Mn, d) Mo, e) Ni, f) Pb, g) S ve h) Zn elementlerinin uzaklığa bağlı dağılım grafikleri	292
Şekil 4.83.	Toprak örneklerindeki analiz edilen elementlerin hiyerarşik sınıflamasını gösteren dendogram (ortalama bağlantı; 1-Pearson r).....	296
Şekil 4.84.	Mikrobiyolojik amaçlı alınan su örneklerinin a) süzme kağıdından geçirilmesi b) 0.2 µm açıklıklı filtreden pompa yardımıyla filtrelenmesi....	299
Şekil 4.85.	a) Ampisilinli LBA üzerine 40 µl IPTG, 40 µl X-Gal sürülmesi, b) Steril bagetle petrinin her tarafına yayılması c) İnkübasyon sonunda ependorftaki beyaz hücrelerin yaklaşık 50-100 µl sıvı ile birlikte alınarak besiyerine ekilmesi d) Baget ile yayılması	303
Şekil 4.86.	Beyaz kolonilerin ampisilinli besiyeri içerisine bırakılması	303
Şekil 4.87.	a) Ependorf üzerine 7.5 M Amonyum Asetat'tan 300 µl ilave edilmesi b) Ependorfların 12000 rpm'de 15 dk santrifüj edilmesi c) Ependorf, üzerine 600 µl izopropanol eklenmesi d) Plazmitlerin % 0.8'lik agaroz jele yüklenmesi e) Plazmitlerin % 0.8'lik agaroz jelde yürütülmesi f) Agaroz jelde yürütülen plazmitlerin Bio-Doc Analyzer cihazı ile görüntülenmesi ve 16 S bandına sahip olan plazmitlerin seçilmesi	305
Şekil 4.88.	Klonların filumlar içerisindeki dağılımı	307
Şekil 4.89.	<i>Acidocella</i> tür ve klonlarının 16S rRNA bölgesi açısından yakınlık derecelerini gösteren filogenetik ağaç	312
Şekil 4.90.	<i>Acidiphilium</i> ve <i>Leptospirillum</i> tür ve klonlarının 16S rRNA bölgesi açısından yakınlık derecelerini gösteren filogenetik ağaç.....	313
Şekil 4.91.	<i>Acidithiobacillus</i> tür ve klonlarının 16S rRNA bölgesi açısından yakınlık derecelerini gösteren filogenetik ağaç	314
Şekil 4.92.	Kültür edilmemiş yeni tür ve klonlarının 16S rRNA bölgesi açısından yakınlık derecelerini gösteren filogenetik ağaç.....	317
Şekil 5.1.	Espiye yöresinde çalışılan eski maden işletmeleri çevresinden alınan kirlenmiş su örneklerinden hesaplanan ortalama çevresel risk oranlarının grafiksel gösterimi	319
Şekil 5.2.	Espiye yöresinde çalışılan eski maden işletmeleri yakın çevresinden alınan (kirlenmiş) dere kumu örneklerinden hesaplanan ortalama jeoakümülyasyon indeksi değerlerinin grafiksel gösterimi	322
Şekil 5.3.	Kuru sezonda alınan kirlenmiş su örneklerindeki bazı minerallere ait ortalama doygunluk indeksi değerlerinin maden sahalarına göre dağılımı. a) Karaerik Madeni Acısı Dere, b) Karaerik Madeni cüruf etkisi altındaki dere, c) Karılar Madeni, d) Ağalık Madeni, e) Lahanos Madeni, f) Killik Madeni ve g) Kızılkaya Madeni	328
Şekil 5.4.	Karaerik Maden sahasındaki galeri deşarjı etkisi altında olan schwertmannit çökelinin gerçekleştiği Acısı Dere (kahverengi) ile cüruf etkisi altında olan kalkoalümit çökelinin gerçekleştiği dere (mavi). Resim üzerinde yağışlı sezonda ölçülen parametre değerleri belirtilmiştir.	330

- Şekil 5.5. Kuru sezon kirlenmiş su örneklerinin $T = 25^{\circ}\text{C}$ ve $P = 1 \text{ bar}$ 'da Fe–S–K–O–H sistemi için Eh–pH diyagramında gösterimi. Sh: schwertmannit, Fh: ferrihydrite, Jt: Jarosite, Gt: götit ve py: pirit. Denge sınırları (düz çizgiler) (Marescotti vd., 2012) 'dan alınmıştır. Kesikli çizgi ile belirtilen Sh-Fh sınırı (Majzlan vd., 2004)' e göre, Jt-Sh sınırı ($\log K=-9.21$) (Bigham vd., 1996)' ya göre çizilmiştir. 331
- Şekil 5.6. Karaerik Madeni galeri suyunun deşarj olduğu Acısu Dere'nin jeomikrobiyolojik model şeması. Bakteriler demir, sülfür ve karbon döngülerindeki rolleri ile gösterilmektedir. 337
- Ek Şekil 1. Çalışma Alanının Jeoloji Haritası (Kurt vd., 2006)' dan değiştirilerek
- Ek Şekil 2. Referans bakteri suşları (GenBank) ve direk sekans tekniği sonucu elde edilen 96 klonun 16S rRNA geninin baz dizilerinden (sekanslarından) oluşturulan filogenetik ağaç. Arkea Methanosarcina mazei DSM 3400 (M59138) dış grup olarak kullanıldı. Bootstrap değerleri (1.000 tekrar) $\geq\%50$ olan bağlantı noktaları için gösterilmiştir. Referans bakteri suşlarına ait accession numaraları parantez içinde ve tip suşlar (T) ile gösterilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen 96 klonun 16S rRNA gen baz dizilerine ait accession numaraları klon numaralarının yanında verilmiştir.
- Ek Şekil 3. Kuru sezon su örneklerindeki Fe dağılımı
- Ek Şekil 4. Kuru sezon su örneklerindeki Cu dağılımı
- Ek Şekil 5. Kuru sezon su örneklerindeki SO_4^{2-} dağılımı
- Ek Şekil 6. Dere kumu örneklerindeki Cu dağılımı

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Çalışma sahasının meteorolojik verileri (Devlet Meteoroloji İşleri, 2013).....	8
Tablo 3.1. Arazide fotometre ile ölçümü yapılan parametrelerin katalog numaraları ve ölçüm aralıkları	40
Tablo 3.2. Su örneklerinde analiz edilen elementlere ait dedeksiyon limitleri.....	43
Tablo 4.1. Cüruf örnekleri toplam kimyasal bileşimi	48
Tablo 4.2. Cüruf örneklerinde XRD, petrografik incelemeler EPMA ve SEM kullanılarak belirlenen mineraller ve bolluk dereceleri.....	50
Tablo 4.3. Karaerik, Karılar ve Ağalık madenleri cüruf örneklerinde belirlenen olivinlerin mikroprob analiz sonuçları	58
Tablo 4.4. Killik, Lahanos ve Kızılkaya madenleri cüruf örneklerinde belirlenen olivinlerin mikroprob analiz sonuçları	59
Tablo 4.5. Ağalık madeni cüruf örneklerinde belirlenen andremeyeritlerin mikroprob analiz sonuçları	60
Tablo 4.6. Ağalık madeni cüruf örneklerinde belirlenen Ba, K feldispatların mikroprob analiz sonuçları	61
Tablo 4.7. Silikat camına ait mikroprob analiz sonuçları	62
Tablo 4.8. Karaerik, Karılar, Ağalık ve Killik madenlerindeki cüruf örneklerinde belirlenen wüstitlerin mikroprob analiz sonuçları	63
Tablo 4.9. Lahanos ve Kızılkaya madenlerindeki cüruf örneklerinde belirlenen wüstitlerin mikroprob analiz sonuçları	64
Tablo 4.10. Karaerik ve Karılar madenlerindeki cüruf örneklerinde belirlenen sülfürlü minerallerin mikroprob analiz sonuçları.....	65
Tablo 4.11. Ağalık, Killik, Lahanos ve Kızılkaya madenlerindeki cüruf örneklerinde belirlenen sülfürlü minerallerin mikroprob analiz sonuçları	66
Tablo 4.12. Killik, Ağalık, Karılar, Kızılkaya, Karaerik ve Lahanos madenlerine ait cüruf örneklerinin EDX analiz sonuçları.....	69
Tablo 4.13. Karaerik, Karılar, Ağalık, Killik, Kızılkaya ve Lahanos madenlerine ait cüruf örneklerindeki silikat camına ait EDX analiz sonuçlarına ait istatistiksel parametreler	73
Tablo 4.14. Kirlenmiş su örnek noktalarının coğrafik lokasyonları (UTM koordinatları) ve kirlilik kaynakları (lokasyonlar için Şekil 3.1'e bakınız) ...	79
Tablo 4.15. Kuru sezon kirlenmiş su örneklerinin fiziko-kimyasal parametreleri, analiz sonuçları ve temel istatistiksel özellikleri	81
Tablo 4.16. Yağışlı sezon kirlenmiş su örneklerinin fiziko-kimyasal parametreleri, analiz sonuçları ve temel istatistiksel özellikleri	89

Tablo 4.17. Kirlenmemiş su örnek noktalarının coğrafik lokasyonları (UTM koordinatları) ve örnek özellikleri (lokasyonlar için Şekil 3.1 e bakınız).....	96
Tablo 4.18. Kuru sezon kirlenmemiş su örneklerinin fiziko-kimyasal parametreleri, analiz sonuçları ve temel istatistiksel özellikleri	100
Tablo 4.19. Yağışlı sezon kirlenmemiş su örneklerinin fiziko-kimyasal parametreleri, analiz sonuçları ve temel istatistiksel özellikleri	111
Tablo 4.20. Kuru sezon kirlenmiş su örneklerindeki fiziko-kimyasal parametreler arasında hesaplanan Spearman's rho korelasyon matrisi (n=40)	123
Tablo 4.21. Kuru sezon kirlenmemiş su örneklerindeki fiziko-kimyasal parametreler arasında hesaplanan Spearman's rho korelasyon matrisi (n=62)	124
Tablo 4.22. Yağışlı sezon kirlenmiş su örneklerindeki fiziko-kimyasal parametreler arasında hesaplanan Spearman's rho korelasyon matrisi (n=36)	132
Tablo 4.23. Yağışlı sezon kirlenmemiş su örneklerindeki fiziko-kimyasal parametreler arasında hesaplanan Spearman's rho korelasyon matrisi (n=29)	133
Tablo 4.24. Kuru sezon kirlenmiş su örneklerinde hesaplanan parametrelere ait çevresel risk oranları ve indeksleri	143
Tablo 4.25. Kuru sezon kirlenmemiş su örneklerinde hesaplanan parametrelere ait çevresel risk oranları ve indeksleri	146
Tablo 4.26. Yağışlı sezon kirlenmiş su örneklerinde hesaplanan parametrelere ait çevresel risk oranları ve indeksleri	154
Tablo 4.27. Yağışlı sezon kirlenmemiş su örneklerinde hesaplanan parametrelere ait çevresel risk oranları ve indeksleri	157
Tablo 4.28. Kuru sezon kirlenmiş su örneklerinde hesaplanan doygunluk indeksi sonuçları	162
Tablo 4.29. Yağışlı sezon kirlenmiş su örneklerinde hesaplanan doygunluk indeksi sonuçları	170
Tablo 4.30. Kirlenmiş bölgelerdeki dere kumu örneklerine ait ana oksit ve iz element analiz sonuçları ve bazı temel istatistik parametreleri.....	194
Tablo 4.31. Kirlenmiş bölgelerdeki dere kumlarına ait bazı elementlerin Spearman's rho korelasyon matrisi (n=38)	198
Tablo 4.32. Kirlenmemiş bölgelerdeki dere kumu örneklerine ait ana oksit ve iz element analiz sonuçları ve bazı temel istatistik parametreleri	201
Tablo 4.33. Kirlenmemiş bölgelerdeki dere kumlarına ait bazı elementlerin Spearman's rho korelasyon matrisi (n=50)	207
Tablo 4.34. Müller (1969) Jeokümülyasyon indeksi sınıfları	208
Tablo 4.35. Zenginleşme faktörü sınıfları (Sutherland, 2000)	209
Tablo 4.36. Karaerik Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarına ait jeokümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)	211
Tablo 4.37. Karılar Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarına ait jeokümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)	218

Tablo 4.38. Ağalık Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)	222
Tablo 4.39. Lahanos Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)	228
Tablo 4.40. Killik Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF).....	234
Tablo 4.41. Kızılkaya Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)	238
Tablo 4.42. Karaerik Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)	244
Tablo 4.43. Ağalık Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)	248
Tablo 4.44. Lahanos Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)	250
Tablo 4.45. Killik Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)	255
Tablo 4.46. Kızılkaya Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)	257
Tablo 4.47. Yağlı Dere ve çevresindeki dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)	262
Tablo 4.48. Gelevera Dere çevresi ile Espiye merkezindeki dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)	267
Tablo 4.49. Karaerik, Karılar, Ağalık, Lahanos, Killik, Kızılkaya Madenleri ile Yağlı Dere ve Gelevera Dere çevrelerindeki dere kumlarına ait ortalama jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)	272
Tablo 4.50. Karaerik, Karılar, Ağalık, Lahanos, Killik, Kızılkaya Madenleri yakın çevrelerindeki (kirlenmiş) dere kumlarının ortalama jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) değerlerine göre sınıflanması	279
Tablo 4.51. Karaerik, Karılar, Ağalık, Lahanos, Killik, Kızılkaya Madenleri uzak çevreleri ile Yağlı Dere ve Gelevera Dere çevrelerindeki (kirlenmemiş) dere kumlarının ortalama jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) değerlerine göre sınıflanması	280
Tablo 4.52. Toprak örneklerine ait analiz sonuçları ve temel istatistiksel özellikler	283
Tablo 4.53. Toprak örneklerine ait (n=32) bazı elementlerin Spearman's rho korelyasyon matrisi	295
Tablo 4.54. Toprak örneklerinde hesaplanan elementlere ait çevresel risk oranları ve indeksleri	297
Tablo 4.55. Karaerik Madeni direk sekans tekniği klonlarının filogenetik tanımlama sonuçları	308
Tablo 5.1. Kuru sezon kirlenmiş su örneklerinde hesaplanan ortalama çevresel risk oranları.....	319

Tablo 5.2.	Kirlenmiş dere kumlarında hesaplanan ortalama jeoakümülyasyon (I_{geo}) indeksi değerleri	320
Tablo 5.3.	Asidik maden drenajı ve kirlenmiş yüzey ile yer altı sularına ait su kalite değerleri $q_i w_i$ (Gray, 1996b).....	324
Tablo 5.4.	AMDI hesaplamasında kullanılan parametreler ve ağırlıkları (Gray, 1996b).....	325
Tablo 5.5.	Kuru sezon kirlenmiş su örneklerinde hesaplanan AMDI değerleri	326

SEMBOLLER DİZİNİ

A.K.	: Ateşte kayıp
AMDI	: Asit maden drenaj indeksi
Al	: Albit
An	: Anortit
And	: Andremeyerit
Bo	: Bornit
Bt	: Bonatit
Cn	: Celsian
Cym	: Cimrit
Cu	: Nabit bakır
Ç.N.	: Çapraz nikol
ÇRO	: Çevresel risk oranı
ÇRİ	: Çevresel risk indeksi
Dİ	: Doygunluk İndeksi
Di	: Dijenit
EF	: Zenginleşme faktörü
Fa	: Fayalit
FeO _{toplam}	: FeO cinsinden toplam Fe=0.8998*Fe ₂ O _{3toplam}
Fe	: Ferrihidrit
Fo	: Forsterit
Gt	: Götit
Ha	: Halotrikrit
He	: Hematit
I _{geo}	: Jeokümülyasyon indeksi
I _i	: i mineralin difraktogramdaki pik boyutunu (cm) ifade etmektedir.
İd	: İdayit
i, z,	: örnekte bulunan mineralleri,
K	: Kuvars
Ka	: Kalkantit
Kalm	: Kalkoalunit

KCn	: Celsius K
K_i	: i minerale ait yanıt oranı veya absorpsiyon katsayısını,
K_{jt}	: Jarosit K
Kl	: Klorit
Ko	: Kovellin
Kp	: Kalkopirit
Li	: Limonit
Ma	: Manyetit
Ol	: Olivin
Or	: Ortaklas
Ort.	: Aritmetik ortalama
Örn. No.	: Örnek Numarası
P	: Pirit
Po	: Pirotin
p	: İstatistiksel önem
r	: Korelasyon katsayısı
S	: Sülfür
SEM	: Taramalı elektron mikroskobu
Sch	: Schwertmannite
Sm	: Smektit
Tma	: Titanomanyetit
T.N.	: Tek nikol
TK	: Tüm kayaç
VMS	: Volkanojenik masif sülfür
X	: Mineralin difraktogramdaki (001) yansımasının cm cinsinden yüksekliği
XRD	: X-ışınları difraksiyonu
W_i	: i mineralin örnekteki yüzdesini
Wü	: Wüstit
θ	: Yüzeyden yansıma açısı
Σ	: Toplam

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Doğu Karadeniz Bölgesi Türkiye'nin madencilik sektöründe öncü rol oynayan bölgelerinden biridir. Tarihsel geçmişi olan çok sayıda maden yatağının olduğu bölge kendi içinde alt zonlara ayrılır. Giresun yöresinde (özellikle Espiye bölgesi) değişken büyüklükte çok sayıda baz metal sülfid içerikli maden bulunmaktadır. Bu madenler geçmişte işletilmiş ve kapatılmıştır. Yenilenen arama çalışmalarıyla yeni rezerv sahalarının bulunmasına çalışılmış; ancak günümüze kadar büyük ölçekli maden işletmelerinin dikkatini çekecek büyüklükte bir rezerv bulunamamıştır.

Espiye yöresindeki eski madenlerden elde edilen atıklar doğrudan doğaya bırakılmış ve herhangi bir koruyucu önlem alınmamıştır. Çevrede çok sayıda girişi kapatılmış, ancak içerisi su ile dolu olan galeri bulunmaktadır. Dolayısıyla, gerek bu tür galerilerdeki cevherli kütleler, gerek vadilere veya yamaçlara yığılmış maden atıkları (cüruf) ve gerekse bölgede yaygın olarak yüzeyleme veren piritçe zengin dasitik tüf-breşler çevresel etkileri olabilecek su-kayaç etkileşimine açıktır. Söz konusu bu ortamlarda mevcut olan sülfidli mineraller (özellikle pirit) su ve oksijenle reaksiyona girerek oksitlenerek asidik maden drenajına yol açmaktadır.

1.2. Çalışmanın Amacı

Doğal kaynakların ekonomiye kazandırılması, özellikle gelişmekte olan ülkelerin işgücüne son derece önemli katkı yapmaktadır. Madenler yüksek oranda katma değer oluşturarak içerisinde buldukları coğrafyanın ve o toplumun gelişimine yardımcı olurlar. Ancak, herhangi bir önlem alınmaksızın terk edilen madenler önemli çevresel etkileri de beraberinde taşırlar. Asidik maden drenajı (AMD)'nın çevresel etkileri bir çok ülkede etkili ve yaygındır (Jarvis ve Younger, 2000). Maden atıklarındaki pirit ve /veya demir sülfitlerin oksidasyonundan kaynaklanan drenajlar yüksek oranda asidiktir (pH ~2) ve Fe, Al, SO₄ ile Pb, Hg ve Cd gibi ağır metaller; bazı durumlarda da Th ve U bakımından zenginleşirler (Evangelou,1995).

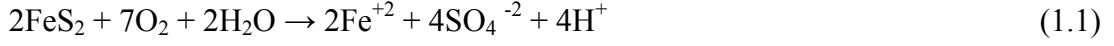
Yüksek metal konsantrasyonuna sahip bu drenajlar direk ve dolaylı olmak üzere tüm fizyolojik hayatı olumsuz yönde etkiler. Asidik maden sahaları kimyasal ve mikrobiyal sülfid oksidasyonu sonucu oluşur. Sülfidli minerallerin oksidasyonu bakteriyel faaliyet tarafından hızlandırılır. Dolayısıyla AMD'nin oluşmasında bakteriler katalizör olarak görev alır. Asit maden drenajları ile yakından ilişkili olan bu çalışma çevresel jeokimya konulu bir araştırma olup, jeokimyasal ve mikrobiyojeokimyasal özellik taşımaktadır. Bu çalışmanın amaçları detaylı olarak şu şekilde sıralanabilir:

- Espiye (Giresun) yöresindeki eski maden işletmeleri (Karaerik, Karılar, Ağalık, Lahanos, Killik ve Kızılkaya) çevresindeki vadilerde su ve dere kumu jeokimyası çalışmaları ile ağır element dağılım profillerinin ve potansiyel asit maden drenaj alanlarının belirlenmesi, (Sıcaklık ve yağış koşullarının ağır element miktarına ve dağılımı üzerine etkisinin ortaya konulması).
- Eski maden işletmelerinden kaynaklanan atık sahalarının belirlenmesi ve bu sahalarından kaynaklanan malzemenin (cüruf) çözünmesi ile gelişen ikincil minerallerin ve çevresel kirlenmenin boyutlarının araştırılması,
- İncelenen eski maden işletmelerinden biri olan ve bu çalışmayla çevresel kirliliği en dikkat çekici boyutlarda olduğu belirlenen Karaerik madeninde demir ve sülfidli minerallerin oksitlenmesine yol açan asidofilik bakterilerin varlığının araştırılması, cins tayinlerinin yapılması
- Pilot bölge olarak seçilen Karaerik maden sahasında maden atıklarını (cüruflarını) çevreleyen drenaj ağının akış doğrultusunda (yamacın eğim yönünde) özellikle cürufların ve onlardan kaynaklanan ağır metallerin toprak üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

1.3. Asidik Maden Drenajı

Asidik maden drenajı önemli bir çevre problemidir. Madencilik faaliyetleri sonucu açığa çıkan sülfürlü minerallerin su ile teması sonucu gerçekleşen bir dizi kompleks jeokimyasal ve mikro-biyolojik reaksiyonlar sonucu oluşur. Asidik maden drenajının oluşumunu içeren aşamalar (pirit ile) aşağıdaki reaksiyonlarda gösterilmektedir (Singer ve Stumm, 1970; Stumm ve Morgan, 1981; Nordstrom, 2000; Costello, 2003, Sheoran vd., 2010):

Piritin atmosferik şartlarda oksijen ve suyla ilk reaksiyonu, sülfürün sülfata oksitlenmesi, H^+ ve Fe^{+2} (ferros demir) oluşumu şeklindedir (Reaksiyon 1.1). Her bir mol pirit oksitlendiğinde iki mol asit oluşturur.



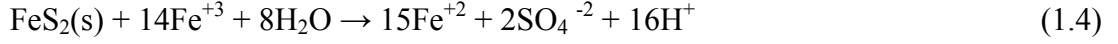
İkinci reaksiyonda, ferros demirin (Fe^{+2}) ferrik demire (Fe^{+3}) dönüşümü su içerisinde yeterli oksijen çözündüğünde ya da su yeterli atmosferik oksijene maruz kaldığında gerçekleşir (Reaksiyon 1.2). Bu reaksiyon, reaksiyon hızını sınırlayan aşama olarak tanımlanır. Ferros demirin ferrik demire dönüşümü sırasında bir mol asit tüketilir. Bu reaksiyon pH'a bağlıdır ve asidik koşullar altında (pH 2-3) bakteri yokluğunda yavaşça ilerler ve pH \approx 5 civarında ise çok daha hızlı gelişir. Bakteri varlığı ferro demirin ferrik demire oksidasyon oranını artırır.



Ferros demirin ferrik demire dönüşümünde asit tüketilmesine rağmen, bu reaksiyon daha sonraki reaksiyonda (ferrik demirin piriti oksitlemesi reaksiyonu) H^+ salınımını kontrol edeceğinden bu faydayı bertaraf etmektedir. Reaksiyon 1.1 ve 1.2 birçok sülfür ve demir oksitleyici bakteri tarafından gerçekleştirilebilir (özellikle *Acidithiobacillus ferrooxidans*). Metabolizmaları için yalnızca çözünmüş karbondioksit, oksijen, indirgenmiş Fe ya da S formlarına ve eser miktarda N ve P'a ihtiyacı olan bu bakteriler oksidasyon reaksiyonlarını hızlandıran ve inorganik karbonu hücre içine transfer etmek için enerji açığa çıkaran enzimler üretirler (Temple ve Delchamps, 1953; Kleinmann vd., 1981; Ehrlich, 1996). Sıcaklık ve pH maden atık ortamlarında AMD oluşumunda katalizör görevi gören bakterilerin mikrobiyal büyümesini belirleyen faktörlerdir (Majima ve Peters, 1966; Nicholson vd., 1988; Konishi vd., 1990; Nicholson ve Scharer, 1994; Janzen, 1996; Johnson ve Hallberg, 2003; Belzile vd., 2004).

Üçüncü reaksiyonda (Reaksiyon 1.3) ferrik demirin su ile hidrolizi sonucunda ferrik hidroksit çökeli ve 3 mol asit açığa çıkar. Ferrik hidroksit çökelinin oluşumu pH'a bağlıdır. Demirin bir çoğu pirit oksidasyonunun ilk safhalarında açığa çıkar ve yüksek pH koşullarına bağlı olarak pirit yüzeyinde demir hidroksitler oluşturur (Fornasiero vd., 1992).

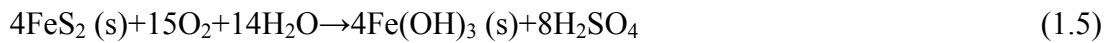
Ferrik demir ya $\text{Fe}(\text{OH})_3$ şeklinde çökelir (Reaksiyon 1.3) ya da daha fazla ferros demir ve asit üretmek için piritle direk reaksiyona girer (Reaksiyon 1.4).



Dördüncü reaksiyon (reaksiyon 1.4) piritin ferrik demir tarafından oksidasyonunu içermektedir. Kinetik çalışmalar asidik pH şartlarında, piritin ferrik demir tarafından oksidasyon oranının O_2 tarafından olan oksidasyon oranından daha hızlı olduğunu göstermektedir. Piritin reaksiyon 1.4 tarafından oksidasyonu sonucu Fe^{+2} üretilir ve bakteriler tarafından reaksiyon 1.2 'de Fe^{+3} 'e oksitlenir. Oluşan bu Fe^{+3} ilerleyen aşamadaki piriti oksitlemekte kullanılır. Oksijen, pirit oksitleyen bu aşamada direk tüketilmemesine rağmen pirit oksidasyon çevriminin devam edebilmesi için Fe^{+3} 'ün yeniden oluşturulmasında gereklidir (Taylor vd., 1984 a,b; Van Everingder ve Krouse, 1985).

Son aşamada (reaksiyon 1.5) demirin bir kısmı ya da tamamı $\text{Fe}(\text{OH})_3$ veya ilişkili mineraller şeklinde çökebilir. Fe^{+3} 'ün zor çözünürlüğünden dolayı $\text{pH} > 3.5$ olduğu durumlarda, çözelti içindeki çözülmüş demir Fe^{+2} şeklindedir. AMD çözeltileri düşük pH ve yüksek Eh (oksidasyon potansiyeli) 'a sahiptir (Morin vd., 1988). Asidik çözeltiler daha fazla oksitleyici iken, yaklaşık nötr ($\text{pH} 5-6$) pH şartlarında demir içeren çözeltiler indirgendir. $\text{pH} < 3$ olduğu durumlarda (demir ve sülfat içeriğine bağlı olarak) demir daha fazla çözülmüş Fe^{+3} şeklinde bulunmaktadır.

Piritin yaygın oksidasyon denklemi aşağıdaki şekildedir:



Yaygın olarak kırmızımsı-sarıdan sarımsı kahverengiye değişen renklerde oluşan demirli çökeller çeşitli amorf ya da zayıf kristalli ferrik oksit, hidroksit ya da oksihidrosülfat mineralleri içerirler (ferrihidrit ($\text{Fe}_3(\text{OH})_4$), $\text{Fe}_5\text{HO}_8.4\text{H}_2\text{O}$, ya da $\text{Fe}_5\text{O}_3(\text{OH})_9$), götit (FeOOH), schwertmannit ($\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_6\text{SO}_4$) ve jarosit ($\text{X}^+\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$), (X yerine (K^+ , Na^+ , Ag^+ , H_3O^+ ya da NH_4^+)) (Hamilton ve Woods, 1981; Goldhaber, 1983; Brady vd., 1986; Eggleton ve Fitzpatrick, 1988; Fornasiero vd., 1992; Murad vd., 1994; Evangelou, 1995; Bigham vd., 1996; Marescotti vd., 2012).

Ferrihidrit ve schwermannit mineralleri yarı kararlıdır ve sonunda suyunu kaybederek hematit (Fe_2O_3) ya da götit minerallerine yeniden kristallenirler.

Ferrik sülfat bileşikleri, asidik ayrışma ortamlarında ferrik oksihidroksit bileşiklerin eklenmesinden önce ya da sonra yarı kararlı ara ürünler oluşturabilirler (Rose ve Cravotta, 1998). Ferrik sülfat mineralleri çözülür olmaya meyillidir ve buharlaşma koşulları altında olduğundan yağmur suyu ya da maden yüzeyine deşarj edilen su etkisiyle çözülerek, önemli derecede asidite ve sülfat kaynağı olurlar (Olyphant vd., 1991; Cravotta, 1994).

Bu reaksiyonlar sonucu meydana gelen AMD çevre üzerinde dört ana zararlı etkiye neden olur: Asidite, metal toksisitesi, tuzluluk ve ferrik demir sedimantasyonudur (Gray, 1996a). Artan asiditenin sonucu olarak aside duyarlı bitki ve balıklar ölür. Sülfürlü cevher minerallerinin içerdiği bakır, çinko, alüminyum ve nikel gibi metaller çözülür hale gelir ve canlılar için toksik hale gelir. Artan sülfat, magnezyum, kalsiyum, sodyum ve ferrik/ferros demir hücreler üzerinde osmotik etkiye neden olur. Ferrik demir hidrolize uğrayarak ferrik hidroksit çökeller oluşturur ($Fe(OH)_3$). Toprağımsı kırmızı renklerde kayaçların yüzeyini kaplayan ferrik demir çökelleri akuatik (su) yaşam için zarar teşkil eder (Gray, 1996a).

1.4. Çalışma Sahasının Özellikleri

1.4.1. Coğrafik Konum, Yerleşim ve Ulaşım

Çalışma alanı Giresun ili Espiye ilçesindeki terk edilmiş Karaerik, Karılar, Ağalık, Killik, Kızılkaya madenleri ile güncel olarak çalışmakta olan Lahanos madeni çevresini içermekte olup, 1/25.000 ölçekli Giresun G41-a2 ve G41-a3 numaralı paftalarda yer almaktadır (Şekil 1.1).

İnceleme alanının bulunduğu yörede en önemli yerleşim yerleri Giresun'a bağlı Espiye ilçesi ve bu ilçeye bağlı Cibril Köyü, Yeşilyurt, Çalkaya, Çepniköy, Kuruçalı Köyü, Güneyce Köyü, Şahinyuva, Yeniakköy, Tepeköy, Dikmenköy, Taflancık Köyü ve Kozköy'dür. Çalışmanın kapsamı içinde yer alan Karaerik, Ağalık, Lahanos ve Killik madenleri isimleri ile anılan mahallelerde bulunmaktadır.



Şekil 1. 1. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası

Karılar madeni Çakmaklı Tepe'nin 500 m kuzeyinde, Kızılkaya madeni ise Kızılkaya Tepe ile Hıdırlar Tepe arasında yer alır. Çalışma sahasına ulaşım Trabzon-Samsun sahil yolu ile sağlanırken, sahilden içeride bulunan Espiye ilçesine ulaşım asfalt yolla sağlanmaktadır. Bunun dışında köylere ulaşım için kullanılan yollar ise stabilize dir. Bu çalışma kapsamında yer alan bir çok vadi boyunca yol olmaması sebebiyle örneklemede bazı sorunlar yaşanmış ve ancak vadi boyunca geçişe imkân sağlayan noktalara gidilerek örnekler temin edilmiştir.

1.4.2. Jeomorfoloji, Bitki Örtüsü ve İklim

Bölge engebeli bir topografyaya sahiptir. Yörede en düşük rakım deniz kenarında, en yüksek rakım ise 1014 m ile Yeniyolbaşı Tepede'dir. Çalışma alanı akarsu ağı bakımından oldukça zengin olup, en önemlileri Yağlı, Gelevera (Özlüce) ve Kızıl Dereleridir. Acısu (Karaerik Madeni), Kızıl (Karılar Madeni), Zemhari, Soğuksu, Ören, Hello, Güneyce, Dolap, Hopel, Say, Maden- Kavakgüneyi- Çeğeliyatak (Killik Madeni) Dereleri ile bazı isimsiz dereler Yağlı Dere'ye bağlanmaktadır. Çağlan ve Savlıca Dereleri ile bazı isimsiz küçük dereler Gelevera (Özlüce) Dere'ye bağlanırlar. Ağalık Madeninden geçen isimsiz dereler başta olmak üzere, Tatlısu, Keçigeriş, Çengel, Şalcı, Topçulu, Çel, Tashısu, Zeytinağa ve Karaağaç Dereleri Kızıl Dere (Lahanos Madeni) 'ye dökülmektedir. Kızılkaya Madeninin etkisi altında olan Karagöz Dere ve kolları ile Koz Köy çevresindeki Çolağ ve Sokurçuk dereleri yine Kızıl Dere ismi ile anılan başka bir dereye dökülmektedir. Kuz ve Kuru Dereleri Kozköy ve Dikmenköy arasında yer alan diğer derelerdir. Çalışma bölgesinde yöreyi karakterize eden temel değerlerin elde edildiği Çepniköy çevresindeki başlıca dereler Aşılı, Ağaçlık, Kuz ve Üzümlük Dereleridir.

Giresun İli'nde ormanlık alanlar oldukça geniş bir yer kaplamaktadır. İl arazisinin % 34'ünü oluşturan ormanlar 242.794,4 hektarlık alanda yer almaktadır. Giresun ilinin bol yağış alan ormanlık kuşağında orman ağaçları 2100–2300 m rakıma kadar yetişmektedir. Bunlardan 1200 m.ye kadar olan kesimde daha çok kışın yaprağını döken geniş yapraklı ağaçlara, 1200–2300 m rakım arasında ise iğne yapraklı ağaçlara rastlanmaktadır. Ağaç türlerinden Ladin, Sarıçam ve Kayın yaygın olarak bulunmaktadır.

Doğal bitki örtüsü, iklim özellikleri ve yükseltilere göre değişim göstermektedir. Doğal bitki örtüsünün dağılışında ilin iki kesimi arasında farklar vardır. Bol yağış alan kuzey kesimde bitki örtüsü zengindir. Bu kesimde 800 m yüksekliğe kadar fındık ve meyve ağaçları ile genellikle yapraklarını döken ağaçlar yer almaktadır. Bu arada kızılâğaç, akçaağaç, kayın, gürgen, meşe, ıhlamur ve kestane gibi ağaçlar bulunmaktadır. 800–1200 m yükseklik arasında ise sarıçam, ladin, dişbudak, köknar ve meşe gibi ağaçlara rastlanır. 2000 m'den yukarıda genellikle Alpin türler görülür. Boylu orman ağaçlarının arasında genellikle orman gülü, çalı çiçeği, ılgın, karayemiş, defne, şimşir gibi çalı formu bitkiler bulunur. İç bölgelerde ise karasal iklimin etkili olduğu step bitkileri bulunmaktadır. (T.C. Giresun Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2011).

Giresun yöresinde Karadeniz iklimi görülür. Giresun Dağları'nın kuzey yamaçlarına yayılan ve bir bölümü ile de Kelkit Havzası'na yayılan il alanında değişik iki ana iklim özellikleri görülmektedir. Giresun ilinin Karadeniz'e bakan kısmı, ılık ve yağışlı iklim özellikleri gösterirken, Kelkit Havzasına giren bölümü karasal iklim özellikleri göstermektedir. Ilıman iklim tipinin hakim olduğu kıyı kesimlerinde, yazlar genellikle orta sıcaklıkta, kışlar ise ılık geçmektedir. (T.C. Giresun Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2011).

Tablo 1. 1. Çalışma sahasının meteorolojik verileri (Devlet Meteoroloji İşleri, 2013)

Ay/Yıl	Toplam Yağış (mm)			Yağışlı Gün Sayısı			Günlük En Yüksek Yağış (mm)		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Ocak	203.2	118.0	114.7	18	13	12	59.6	25.3	39.7
Şubat	64.5	112.0	103.4	12	18	14	26.1	28.0	20.8
Mart	102.6	96.0	116.5	17	17	21	22.4	21.1	29.4
Nisan	72.4	98.4	35.4	12	26	10	14.9	14.2	14.9
Mayıs	45.1	94.5	64.9	11	17	18	10.6	34.3	16.0
Haziran	49.4	148.0	128.3	15	15	10	12.1	55.5	37.8
Temmuz	14.0	140.9	113.1	12	10	12	5.4	102.8	55.2
Ağustos	14.1	114.3	61.1	4	15	15	10.8	53.2	18.1
Eylül	72.2	83.5	55.4	10	11	9	27.5	40.2	22.2
Ekim	255.1	268.7	103.8	20	19	14	44.6	47.3	33.0
Kasım	0.5	265.5	245.7	2	19	14	0.4	44.2	41.3
Aralık	77.3	61.4	176.4	11	9	19	21.2	12.9	31.8
Ay/Yıl	Ortalama Sıcaklık (°C)			Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)			Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Ocak	9.5	8.0	7	16.5	13.4	17.8	-1.0	3.6	0.5
Şubat	10.7	6.9	4.7	22.0	11.2	10.6	4.0	2.2	-0.5
Mart	8.9	8.1	5.9	15.6	14.9	14.4	3.2	2.9	1.5
Nisan	11.9	9.6	13.2	17.4	16.8	20.9	8.8	5.3	5.5
Mayıs	17.4	15.1	17.9	23.1	20.3	23.2	11.6	8.6	14.2
Haziran	22.7	20.7	22.7	24.8	23.5	26.2	20.6	15.9	16.3
Temmuz	25.3	24.5	25.3	28.0	27.3	27.9	23.1	21.0	20.6
Ağustos	27	23.6	23.8	28.8	27.3	27.6	22.7	22.1	18.8
Eylül	22.4	21.2	21.7	27.0	23.9	23.5	20.0	15.8	18.8
Ekim	16.1	15.3	19.6	21.5	23.8	22.5	10.8	10.5	15.6
Kasım	16.6	8.6	14.5	22.6	12.6	21.7	11.4	5.2	11.0
Aralık	13.7	10.2	10.6	21.6	17.7	18.9	7.0	5.6	5.5

1.5. Önceki Çalışmalar

Çok sayıda baz metal sülfür yatakları içermesi nedeniyle Doğu Karadeniz Bölgesi bir Cu-Pb-Zn provensi olarak kabul edilmektedir (Gümüş, 1970). Bu cevherleşmelerin çoğu genellikle küçük ölçekli olduğu için eski yıllarda işletilmiş olup günümüzde terk edilmişlerdir. Bu provens günümüze kadar maden yatakları açısından birçok araştırmacı tarafından ayrıntılı olarak çalışılmasına rağmen, yataklarda yapılan madencilik çalışmalarının çevreye verdiği tahribatın boyutu ve bu tahribatın giderilmesi için alınması gereken önlemler konusunda yapılan araştırmalar sınırlı sayıdadır.

İşletilen çok sayıda maden nedeniyle her tarafta maden atıkları ve bunların etkilerinin gözlenebilmesi mümkündür. Ancak buna karşın yapılan eski çalışmalar daha çok madenlerin jeolojik, mineralojik ve yapısal özellikleriyle sınırlı kalmış ve az oranda da yeni madenlerin bulunmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Kovenko (1943), Kieft (1956), Pollak (1958), Antonoviç (1968), Aslaner vd., (1970), Bora ve Ronçeviç, 1970, Tugal (1970), Acar (1974) ve Kahraman vd., (1984) yaptıkları sınırlı sayılabilecek çalışmalarında Giresun yöresindeki maden veya zuhurların mineralojik bileşimleri ve rezerv ve tenör değerleri hakkında bilgiler vermişlerdir.

Kovenko (1943), Karaerik madenindeki cevherin (bakırlı piritin) analizi sonucunda % 45.2 S, % 41.3 Fe, % 3.16 Cu, % 0.34 As, % 0.0477 Se ve tonda 0.8-1.5 gr Au içerdiğini ifade etmiştir. Kovenko (1943)'e göre Karaerik madeninde daha önceki yıllarda büyük oranda işletme yapılmış olup, önemi Espiye civarında bulunan madenler içerisinde yüzeyde en fazla miktarda (300.000-400.000 ton) cürufa sahip olmasından anlaşılmaktadır. Buna karşılık Ağalık madeni civarında 60.000 ton, Lahanos ve Kızılkaya mevkieinde ise 50.000 ton curuf bulunduğu belirtilmiştir.

Kieft (1956), Giresun ilinde bulunan maden yataklarını jeolojik, tektonik, cevherleşme ve tenör yönünden incelemiştir. Lahanos madeninde hidrotermal kökenli iki tip cevherden bahsederek, yörenin etkin bir kıvrım tektoniği geçirmemiş olduğunu, fakat KD-GB yönlü kırıkların varlığını ve cevherleşmenin bu kırıklara bağlı olduğunu düşünmüştür. Çalışmacı, Kızılkaya madeni yöresinde yoğun alterasyon gösteren ve yer yer breşik yapı gösteren andezit - dasitlerin bulunduğunu, bunların bünyesindeki cevher içeren örneklerin Pb-Zn-Cu içeriklerinin yüksek olduğunu ve yörede maden arama çalışmalarının yoğunlaştırılmasının gerekli olduğunu vurgulamıştır. Pollak (1958) ise Lahanos madenine ait sonuç raporunda yörede yapılmış sondajlara dayanarak üç adet cevher merceğinin

varlığından bahsetmekte ve % 35 S tenörlü 4.380.576 ton pirit, % 3,8 Cu tenörlü 2.606.000 ton bakır rezervi vermektedir.

Antonoviç (1968), Karılar, Karaerik, Ağalık, Lahanos, Killik ve Kızılkaya maden sahalarını içeren incelemesinde, yörede Geç Kretase yaşlı kayaçların bulunduğunu, genç Alpin orojenezinin etkili olduğunu ve bunun sonucunda KD-GB, KB-GD doğrultulu fayların oluştuğunu belirtmekte; maden yataklarının ve daykların uzanımlarının bu kırık sistemlerine uygunluk gösterdiğine işaret etmektedir. Çalışmacı, Karaerik madenindeki cevherin düşük tenörde bakır içeren pirit olduğunu belirtmekte ve mercek şeklindeki cevherin % 54.3 S, % 41.3 Fe, % 3.34 As, % 0.0477 Se içerdiğini ifade etmektedir. Ayrıca Karaerik madeninde cevher gövdesinin KB-GD doğrultulu ve KD'ya eğimli bir zonda bulunduğunu savunmaktadır. Lahanos madenindeki cevherin masif pirit olup, % 1-7 Cu içerdiğini belirtmektedir. Çalışmacı, Kızılkaya'da dört ayrı yerde, Killik madeni mahallesi civarında ise üç ayrı yerde Cu-Pb-Zn cevherleşmelerinin mostrada izlendiğinden bahsetmektedir. Killik madenindeki örneklerin incelenmesi sonucunda genel olarak pirit, kalkopirit, tetraedrit, sfalerit, galen, kovellin içerdikleri saptanmıştır. Kızılkaya madenine ait örneklerin incelenmesi sonucunda genel olarak cevher mineral birlikteliğinin pirit, kalkopirit, sfalerit, tetraedrit ve galen ile Killik madenine benzerlik gösterdiğini ifade etmiştir. Gang minerali olarak ise barit, kalsit, kuvars ve serisit saptanmıştır.

Tüm bu bahsedilen çalışmaları derleyen Aslaner vd. (1970) ise yörede özellikle masif sülfür tür madenlerin bulunabileceği yerler konusunda çıkarsamalarda bulunmuş, kalderaların veya dairesel özellikli yapısal unsurların madenlerin araştırılması için uygun ortamlar olduğunu belirtmiştir. Giresun-Maden Tepe ve Lahanos mevkiğinde yaptıkları çalışmada, her iki sahada sadece alterasyonun farklı olduğunu ifade etmişlerdir. Maden Tepe'de kayaçların silisleşmiş ve kaolenleşmiş olduğunu, Lahanos madeninde ise propilitleşmiş olduğunu belirtmektedirler. Lahanos madenine ait örneklerin incelenmesi sonucunda jel dokulu piritlere rastlanıldığı ve bu yapıların düşük ısıya işaret ettiğini vurgulamaktadır.

Bora ve Ronceviç (1970) Ağalık, Karılar ve Karaerik maden sahalarını incelemiş, Karaerik ve Karılar cevher sahalarının ana kayacının andezitik piroklastlar, Ağalık madeninin ise riyodasitik bileşimli piroklastikler olduğunu vurgulamışlardır. Çalışmacılar Karaerik'te dom yapısından söz eder ve cevherleşmenin domun kuzey kanadı içinde oluştuğunu savunurlar. Yöredeki cevherleşmeyi iki grupta toplarlar; birincisi masif, ağsal ve saçınımlı cevherleşmeler (pirit, kalkopirit), ikincisi KB-GD ve DKD-BKB doğrultulu

faйлara bağlı piritik damar tip cevherleşmelerdir. Karaerik'te zengin cevherin eski işletmeler sonucu alındığını, kalan kısmın ekonomik olmadığını, Karılar cevher yatağının ise % 2 Cu tenörlü 36.000-100.000 tonluk bir rezerve sahip olduğunu belirtmektedirler.

Tugal (1970), Lahanos madeninde cevherleşmenin, yukarıdan aşağıya doğru bornit, kalkopirit, galen, pirit, az olarak da tennantit, markasit, altın içeren birinci zon, sfalerit, galen, kalkopirit, tetrahedrit, tennantit, enarjit ve pirit içeren ikinci zon ile masif pirit, kalkopirit, eser halde bornit ve tellür mineralleri içeren üçüncü zondan oluřturđunu belirtmiştir. Acar (1974) ise bölgedeki bazı Cu-Pb-Zn madenlerinin iz elementler yönünden önemini araştırmış, Lahanos madeninde Cd ve Ag'nin ekonomik limitlerin üzerinde olduğunu belirtmiştir. Sfalerite bağlı bulunan kadmiyumun yan ürün olarak gümüş ile birlikte teknolojik proseste değerlendirilmesinin ekonomik yönden faydalı olacağını vurgulamıştır. Kızılkaya bakırlı pirit yatağında tellür ve gümüş tespit etmiştir.

Kahraman vd. (1984) Giresun-Espiye-Tirebolu yöresinde beş tip cevherleşmeden bahsetmiş ve bunlardan sadece hidrotermal volkano-sedimanter tip masif sülfid cevherleşmelerin maden yatağı olma olasılığının olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca dasitik tüf domları içerisinde yer alan hidrotermal volkano-sedimanter masif sülfid cevherleşmelerinin üzerine örtü olarak hematitli dasit, andezit, andezitik tüf, çamurtaşı-kireçtaşı-marn-tüf ar dalanmalı bir birimin geldiğini belirtmektedirler. Aynı çalışmada, cevherleşmenin yaşının Geç Kretase olduğunu, cevherleşmenin oluştuğu dasitik tüflerde etkin olarak hidrotermal ayrışma (killeşme- piritleşme, silisleşme, limonitleşme ve baritleşme) görüldüğünü işaret etmişlerdir. Yöredeki birçok cevher yatağından alınan cevher örneklerinin incelenmesi sonucunda, bu yatakların hemen hemen aynı mineralleri (pirit, kalkopirit, sfalerit, fahlerz, bornit, galen, markasit, kuvars ve barit) içerdiklerini vurgulamaktadırlar. Çalışmacılar Lahanos madenindeki cevherin masif şekilli olup, pirit-kalkopirit ve az miktarda sfalerit ve galen içerdiğini ve cevherin üzerine çok ince çamurtaşı tüf bandı, bu bandın üzerine hematitli dasitlerin geldiğini ifade etmektedirler. Aynı alışmada, Kızılkaya cevherleşmesi için Cu-Pb-Zn-pirit içerdiğini, masif ve ağsal şekilli olduğunu belirtmektedirler. Bu alışmada Karaerik ve Ağalık madeninin dasitik tüfler içerisinde yer aldığını ve açık işletme şeklinde işletilen Karaerik madeninden geriye cevher olarak yalnızca masif piritin kaldığını, gelecekte her iki madende de bulunan masif piritin ve cürüfların ekonomik olabileceğini vurgulamışlardır. Karılar madeninde mostrada masif pirit ve baritten ibaret olan cevherin dasitik tüfler içerisinde olduğunu, Etibank tarafından iki ayrı seviyede açılmış olan galerilerde pirit, kalkopirit izlendiğini ve %2 Cu tenörlü

birkaç on bin tonluk rezerv saptandığını belirtmektedirler. Aynı çalışmada Karılar'da bugüne kadar yapılmış olan madencilik faaliyetlerinin eksik olduğunu, sondajların yapılmasının gerekli olduğunu vurgulamışlardır. Ağalık madeninde eskiden yapılmış işletmeler sonucunda mevcut cevherin tamamen alınmış olduğunu, geriye önemsiz bir rezervin kalmış olabileceğini ve yörede 40.000-50.000 ton kadar curuf bulunduğunu söylemişlerdir. İlave olarak, Killik madeninde cevherleşmenin dasidik tüfler içerisinde olduğundan ve birbirlerinden 700-800 m uzaklıkta iki ayrı mostrada izlendiğinden bahsetmektedirler. Pasalarda kalkopirit–sfalerit-galen ve baritçe zengin numunelerin varlığından söz etmekte ve yeni sondajların yapılmasını önermektedirler.

Bölgede Tüysüz (1995) ile Çiftçi ve Hagni (2005), Lahanos maden yatağının mineralojisini araştırmıştır. Tüysüz (1995), Lahanos masif sülfür yatağının başlıca sfaleritin egemen olduğu siyah cevher, sfalerit ile kalkopiritin yaklaşık eşit miktarlarda bulunduğu yarı siyah cevher, kalkopiritin egemen olduğu sarı cevher ve piritin egemen olduğu piritik cevherleşmeden oluştuğunu, cevherin genelini (% 90 dan fazla) sülfür minerallerinden meydana geldiğini ve büyük oranda kırıntılı doku gösterdiğini tespit etmiştir. Çiftçi ve Hagni (2005) yatağın cevher minerallerinin pirit, kalkopirit, sfalerit, galen, tetradrit/tenantit, bornit ve azdan esere değişen oranlarda kovellin, markazit, kalkosin ve dijenitten oluştuğunu; gang minerallerinin ise çoğunlukla kuvars ve barit ile az miktarda kalsit ve dolomitten ibaret olduğunu ortaya koymuşlardır.

Yörede detaylı jeoloji çalışmaları en son Kurt vd. (2006) tarafından gerçekleştirilmiştir. Kurt vd. (2006), "Doğu Karadeniz Bölgesinin Jeodinamik ve Metalojenik Evrimi (Keşap (Giresun)-Çarşıbaşı (Trabzon)-Torul (Gümüşhane) arasının jeolojisi) adlı çalışmada, bölgede bulunan birimlerin bazılarında yeniden adlandırmış ve bazı birimleri daha detaylı çalışılarak birden fazla formasyon ve üyeye ayırmıştır.

Yörede madenlerin aranmasına yönelik çok sayıda jeokimyasal çalışma da yapılmıştır. Jeokimyasal amaçlı örnekleme konusunda yapılan en önemli çalışmalardan biri Cordan (1993) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmayla Espiye-Killik cevherleşmesine ait Cu ve Zn elementleri için bölgesel, temel eşik ve anomali değerleri tespit edilmiş; toprak jeokimyasının benzer özellikteki maden yataklarının aranmasında kullanılabileceği belirlenmiştir. Köprübaşı vd. (2014) tarafından Harşit (Köprübaşı) ve Killik (Espiye) yörelerinde gerçekleştirilen toprak jeokimyası çalışması sonucunda Zn, Cu ve Pb elementlerine ait bölgesel temel değerler Harşit (Köprübaşı)'te Zn, Cu ve Pb için sırasıyla 70, 32 ve 158 ppm, Killik (Espiye)'te 125, 79 ve 141 ppm olarak belirlenmiştir. Çiftçi vd.,

(2005) Killik masif sülfid yatağında Pb ve As element çiftini, anomali ilişkilerini araştırmak için yol gösterici elementler olarak kullanmıştır. Elde edilen anomali haritalarının yorumu sonucun, birincil cevher üzerinde Pb ve As anomalilerinin çakıştığını ve örnekleme dikkatlice yapıldığı takdirde yöntemin kullanılabilirliğini belirtmektedir. Tüysüz ve Er (1995) ise hidrotermal alterasyon kaynaklı kütle kayıp-kazanç çalışmalarından yola çıkarak yeni madenlerin bulunmasına yönelik belirtiler ortaya koymaya çalışmıştır.

Söz konusu bu çalışmaların tamamı madenlerin belirli özelliklerinin belirlenmesine veya yeni maden yataklarının aranmasına yönelik izler bulmak amaçlıdır. Halbuki, yörede gerek daha önce işletilmiş ve terk edilmiş, gerekse halen işletilmekte olan çok sayıda maden ve bunlardan kaynaklanan atıklar söz konusudur. Bu atıklara yönelik ilk çalışma Akçay vd., (1997) tarafından yapılmıştır. Sadece Gelevera deresi üzerinden Lahanos madenine kadar olan bölgeden derlenen toplam beş örnek ile yöredeki ağır metal zenginleşmesi konusunda izler ortaya konulmuş ve yeni çalışmaların mutlaka yapılması gerektiği ifade edilmiştir. Akçay vd., (1997) tarafından yapılan örnekleme benzer bir diğer çalışma ise Karakaya vd., (2005) tarafından yapılmıştır. Doğu Karadeniz bölgesindeki bazı maden yatakları ile yüzey ve yer altı su kimyası arasındaki ilişkiyi araştıran ve Tübitak tarafından desteklenen bu çalışmada Tirebolu-Espiye yöresindeki bazı madenler etrafından alınan çok az sayıda su örneğinin ağır metal içeriğinin Dünya Sağlık Örgütü limitleri ile kıyasladığında çok yüksek olduğu belirlenmiştir. İncelenen suların pH değerlerinin 1.85-8.98 arasında değiştiğini ve özellikle eski madenlerden sızan sularda Cu, Zn, Fe, Pb, As, Mo, Co ve Mn içeriklerinin oldukça yüksek olduğunu belirten Karakaya vd. (2005), bu suların yerleşim bölgelerinde bazı sağlık problemlerinin oluşmasına sebep olabileceğinden bahsetmiştir. Sonuç olarak yöreden çok az sayıda örnek alındığını ve bölgenin mutlaka detaylı olarak araştırılması gerektiğini ifade etmiştir. Daha sonra Espiye ilçesindeki maden sahaları (Karaerik, Ağalık, Lahanos, Kızılkaya) çevresinde İçli vd. (2009) tarafından yapılan nispeten daha detaylı bir çevre jeokimyası çalışmasında alınan su, toprak ve bitki örnekleriyle çevresel kirliliğin boyutları yerel olarak (sadece madenlerin yakınında) belirlenmeye çalışılmıştır. Ağır metal zenginleşmesinin nasıl olduğu, dağılımın nasıl gerçekleştiği, canlılar üzerindeki etkileri, oksitlenmenin sebepleri gibi konulara hiçbir şekilde değinilmemiştir. Dolayısıyla, geleneksel noktada çevre için her zaman bir tehdit oluşturan Espiye yöresindeki sülfidik maden atıkları konusunda hiç bir probleme gereği gibi dokunulmamış ve çalışılması aciliyet oluşturan bir durum ortaya çıkmıştır.

2. JEOLJİK YERLEŞİM

2.1. Bölgesel Jeoloji

Çalışma alanı Doğu Pontid tektonik birliği içerisinde yer almaktadır. Korunmuş ada yaylarına iyi bir örnek teşkil eden Doğu Pontidler Tetis okyanus kabuğunun (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Şahintürk, 1997) Laurasia (Adamia vd., 1981; Gealey, 1988) veya Gondwana (Şengör ve Yılmaz, 1981) kıtası altına girerek yitimiyle oluşmuştur. Ada yayının kıtasal ve okyanusal plakalara göre konumu ve dalma batmanın yönü hakkında farklı görüşler ileri sürülmektedir (Akıncı, 1980; Şengör ve Yılmaz, 1981; Bektaş, 1986). Doğu Pontidler'in oluşumu, yitimin polaritesi ve zamanı hakkındaki tartışmalar sürüyor olmasına karşın, yitimin orta Eosende tamamlandığı konusunda görüş birliği bulunmaktadır (Adamia vd, 1981, Okay ve Şahintürk, 1997, Şengör ve Yılmaz, 1981; Bektaş, 1987; Bektaş vd., 1998).

Özsayar vd. (1981) Pontidler'in doğu kesimini, litolojik farklılıklarını göz önüne alarak Doğu Pontid Kuzey Zonu ve Doğu Pontid Güney Zonu olmak üzere iki ayrı kısımda incelemiştir. Daha sonra, Bektaş vd. (1995) tarafından ise Doğu Pontidler "Kuzey Zon", "Güney Zon" ve "Eksen Zon" olarak üçe ayrılmıştır. Güney Zon, Hersiniyen yaşlı metamorfik temeli üstleyen Liyas yaşlı sedimanlar, Malm-Erken Kretase yaşlı platform karbonatları ve Geç Kretase yaşlı filişleri içerir (Bektaş vd., 1995). Eksen zonunda veya yay gerisi havzada <100m kalınlığında ve yanal yönde devamlılık göstermeyen Senoniyen yaşlı bazaltik volkanitler ve eşlik eden sedimanlar, Alpin tip peridotitler tarafından altlanır (Bektaş vd., 1995). Çalışma alanının bulunduğu Kuzey Zon' daki stratigrafi ise magmatik ve volkano-tortul kayaların varlığı ile karakterize edilir.

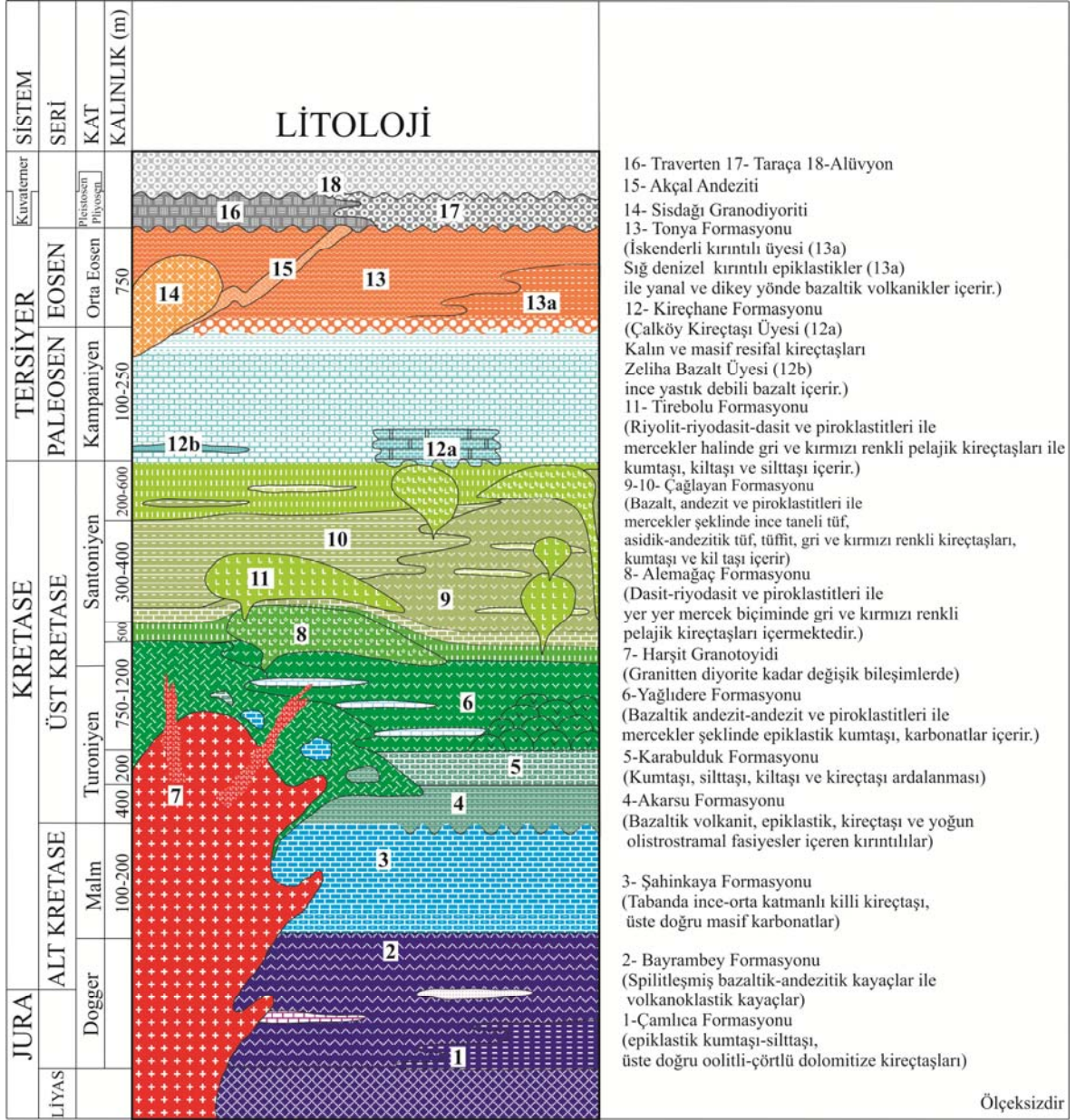
Doğu Pontidlerin tabanında mikaşist, kloritşist, kalkşist, mermer, metagabro ile metabazaltdan oluşan metamorfik temel bulunmaktadır (Korkmaz ve Baki, 1984; Akdeniz, 1988; Tanyolu, 1988; Habiboğlu, 1989; Okay vd., 1997; Topuz vd., 2004). Pulur Masifi olarak adlandırılan bu metamorfitler, Gümüşhane çevresinde yüzeyleme veren Üst Karbonifer (Topuz vd., 2007) yaşlı Gümüşhane ve Köse Granitleri tarafından kesilmektedir.

Metamorfik temel ile bunları kesen granitik kütleler üzerine, uyumsuzlukla volkanotortul kayalardan oluşan ve Ağar (1977) tarafından Hamurkesen Formasyonu olarak adlandırılan Liyas yaşı birim gelmektedir. Genellikle yeşilimsi gri renkli bazalt ve piroklastitlerinden meydana gelen birim içinde kalınlığı fazla olmayan (3-5m) kırmızı-bordo renkli kireçtaşı ve kumtaşı seviyeleri bulunmaktadır (Güven, 1993). Bu birim, Eren (1983) tarafından ise Zimonköy Formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Volkanotortul tek bir formasyon olarak incelenen bu birimin tabanındaki sedimanter kısmı Çamlıca Formasyonu, bunun üzerine gelen bazaltik-andezitik birimler Kurt vd., (2006) tarafından ise Bayrambey Formasyonu olarak isimlendirilmiştir (Şekil 2.1).

Hamurkesen Formasyonu üzerine uyumlu olarak ilk defa Pelin (1977) tarafından Berdiga Formasyonu olarak adlandırılan Dogger-Malm-Alt Kretase yaşı platform karbonatları gelmektedir. Tanımlandığı Berdiga yöresinde killi, çörtlü, kumlu kireçtaşlarıyla karakteristik olan birim, Kurt vd. (2006) tarafından çalışma alanında yer yer resifal ve platform karbonat özellikleri taşıması nedeniyle Berdiga Formasyonu'ndan farklı olduğu düşünülerek, Şahinkaya Formasyonu olarak belirlenmiştir. Bayrambey Formasyonu'nun üzerine uyumlu olarak gelen Şahinkaya Formasyonu, tabanda ince-orta katmanlı killi kireçtaşı, üste doğru masif karbonatlardan meydana gelmektedir.

Şahinkaya Formasyonu üzerine genellikle uyumlu kısmen yersel uyumsuzlukla gelen ve Akarsu Formasyonu olarak adlandırılan birim (Kurt vd., 2006), Apsiyen-Senomaniyen? yaşı bazaltik volkanit, epiklastik, kireçtaşı ve yoğun olistrostramal fasiyesler içeren kırıntılılardan oluşmaktadır. Kumtaşı, silttaşı, kiltası ve kireçtaşı aralanmasından oluşan Karabulduk Formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenmektedir (Kurt vd.,2006).

Geç Kretase dönemi, Dođu Pontidlerde Güney ve Kuzey Zonda farklı litolojiler sunmaktadır. Güney Zonda Üst Kretase birimleri tortul karakterli olup, genellikle sarı renkli kumtaşı, kırmızı kireçtaşı ve flišten oluşmaktadır. Kuzey Zonda ise volkanizmanın hakim olduğu Geç Kretase yaşı birimler alttan üste doğru sırasıyla Güven (1993) tarafından yapılan adlamaya göre bazalt ve bazaltik piroklastitlerden oluşan Çatak Formasyonu, dasit ve dasitik piroklastitlerden meydana gelen Kızılkaya Formasyonu, bazalt-andezit ve piroklastitlerini içeren Çađlayan Formasyonu, dasit-riyolit ve piroklastitlerinden meydana gelen Çayırbağ Formasyonu ile yanal geçişli trakiandezit, andezit ve piroklastitlerini (yer yer dasit, riyodasit) içeren Tirebolu Formasyonu ve en üstte marn, kiltası, kumtaşı ve kireçtaşı aralanmasından oluşan Bakırköy Formasyonu şeklinde sıralanmaktadır.



Şekil 2. 1. Doğu Pontid Kuzey Zonun dikme kesiti (Kurt vd., 2006)

Kurt vd. (2006) tarafından yapılan adlandırmada Güven tarafından yapılan adlandırmaların bazıları değiştirilmiştir. Üst Kretase yaşlı Çatak formasyonunu oluşturan birimin tabanındaki sedimanter seviyeler Turoniyen yaşlı Karabulduk formasyonu, üzerine gelen bazaltik-andezit ve piroklastiklerden oluşan volkanik kesimi Turoniyen yaşlı Yağlıdere formasyonu olarak adlandırılmıştır. Çatak Formasyonu'nun üst düzeylerine karşılık gelen bu formasyon koyu yeşilimsi renkte bazaltik andezit-andezit ve piroklastitleri ile mercekler şeklinde epiklastik kumtaşı, kırmızı ve gri renkli pelajik karbonatlardan oluşmaktadır (Kurt vd., 2006). Turoniyen yaşlı Yağlıdere Formasyonu ile Bayrambey ve Geç Jura- Erken

Kretase yaşlı Şahinkaya Formasyonunu hem kesen hem de içine sokulum yapan granitten diyorite kadar değişik bileşimde olan birimler, “Harşit Granitoyidi” olarak tanımlanmıştır (Kurt vd., 2006). Bu birim Güven (1993) tarafından “Kaçkar Granitoyiti-I olarak isimlendirilen birim ile deneştirilmektedir. Benzer şekilde Güven (1993) tarafından Kızılkaya Formasyonu olarak adlandırılan birim tanımlandığı tip yerinin stratigrafik konumu itibariyle, hem arazi gözlemlerine hem de laboratuvar verilerine göre ikinci asidik faza (Tirebolu Formasyonu) karşılık gelmesi sebebiyle “Alemağaç Formasyonu” olarak yeniden isimlendirilmiştir (Kurt vd., 2006). Alemağaç Formasyonu, Yağlıdere Formasyonu üzerine uyumlu şekilde gelmektedir. Bu birim, gerek çalışma alanı içerisinde ve gerekse tüm Doğu Pontidler’de “Volkanojenik Masif Sülfid“ yatakları içermesi bakımından önemlidir. Bakırköy Formasyonuna kadar isimlendirme aynı şekilde (Çağlayan-Tirebolu Formasyonu) devam etmiş olup, Tirebolu Formasyonu’nun üzerine uyumlu olarak gelen yer yer kalın ve masif resifal kireçtaşı mercekleri ve blokları ile ince bir yastık debili bazalt düzeyi içeren ve başlıca kırmızı, gri renkli kireçtaşı, kumtaşı, kiltası, silttaşı ve marn araldanmasından oluşan birim, Kurt vd., (2006) tarafından Kireçhane Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Kireçhane Formasyonu yanal yönde gösterdiği fasiyes farklılıklarına rağmen, Güven (1993) tarafından Doğu Pontidler’de tanımlanan Bakırköy Formasyonu ile deneştirilmektedir.

Bölgede yüzeyleme veren Senozoyik yaşlı birimler kuzey ve güney zonda farklı özellikler sunmaktadırlar. Kuzey zonda, Paleosen ve Eosen döneminde yüzeyleme veren ve Güven (1993) tarafından Kabaköy Formasyonu olarak isimlendirilen birim genellikle bazaltlar, bazaltik andezitler, trakitler ve bazaltik piroklastitlerden meydana gelmektedir. Eosen yaşlı çökel ve volkanitlerin farklı tektonik zonlarda, farklı jeokimyasal bileşimde ve ortamlarda olması sebebiyle Kuzey zona ait Eosen yaşlı birimin volkanitleri adlandırması Korkmaz (1993) tarafından yapılan Tonya formasyonu olarak, bu formasyonun tabanında yeralan kırıntılılar ise İskenderli Kırıntılı üyesi olarak ayırtlanmıştır (Kurt vd., 2006). Güney zonda ise önceki tanımlamaya bağlı kalınmış (Kabaköy formasyonu), fakat Kabaköy formasyonunun tabanındaki konglomera ve kireçtaşından oluşan kısmı Bahçeçik üyesi, Kumtaşı-silttaşı-tüffit araldanmasından oluşan kısmı Kavacık üyesi ve andezit-aglomera ve tüften oluşan kısmı ise Hırsızdağ volkanit üyesi olarak tanımlanmıştır (Kurt vd., 2006).

Güney zonda ise Senozoyik yaşlı birimler Gümüşhane çevresinde kumlu kireçtaşı, aglomera, hornblendli andezit ve tüfit arakatksı içeren yastık lav yapısı gösteren andezit

ve aglomeralardan oluşan Alibaba Formasyonu (Kurt vd. 2006 tarafından Kabaköy olarak adlandırılmakta), Bayburt yöresinde taban konglomerası ile birlikte uyumsuz olarak gelen ve kırıntılılardan oluşan Sırataşlar Formasyonu ve asidik karakterli piroklastiklerle (Bayburt tüfü) ardalanmalı sedimanter kayalardan oluşan Tekçamtepe Formasyonu olarak karşımıza çıkar.

Orta Eosen yaşlı Tonya (Kuzey Zon'da) ve Kabaköy (Güney Zon'da) formasyonlarını kesen monzonitten monzodiyorite kadar değişen birim ilk defa Kurt vd., 2006 tarafından Sisdağı Granitoyidi olarak tanımlanmıştır. Bu formasyonların kesildiği yerlerde yer yer damar tip cevherleşmeler görülmektedir. Sisdağı Granitoyidi (Kurt vd. 2006 tarafından Orta Eosen sonrası olarak yaşlandırılan) birimi Güven (1993) tarafından tanımlanan Kaçkar Granitoyiti-II'nin bir kısmı ile deneştirilmektedir. Sisdağı Granitoyidi'nin yanı sıra Orta Eosen ve Geç Kretase yaşlı birimler andezitik-bazaltik bileşimde olan Akçal Bazik intrüzyonları tarafından da kesilmektedir. Elde edilen yaş verilerine göre bu intrüzyonların yaşının Orta Eosen sonrası olabileceği belirtilmiştir (Kurt vd., 2006).

Kuvaterner yaşlı traverten, taraça ve alüvyonlardan oluşan birimler istifi uyumsuz olarak örtmektedir.

2.2. Çalışma Alanının Jeolojisi

Çalışma alanındaki en yaşlı birim Turoniyen yaşlı Yağlıdere Formasyonu'dur (Kurt vd., 2006). Yağlıdere Formasyonu granitten diyorite kadar değişik bileşimde olan, "Harşit Granitoyidi" tarafından kesilmektedir (Kurt vd., 2006). Turoniyen-Santoniyen yaşlı Alemağaç Formasyonu Yağlıdere Formasyonunun üzerine uyumlu olarak gelir (Kurt vd., 2006). Bu formasyon Santoniyen yaşlı Çağlayan Formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenir. Çağlayan Formasyonu Güven (1993) tarafından adlandırılan Tirebolu Formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenmektedir (Kurt vd., 2006). Santoniyen-Erken Kampaniyen yaşlı Tirebolu Formasyonu bazik intrüzyonlar tarafından kesilmiştir. Orta Eosen sonu olarak yaşlandırılan bazik intrüzyonlar Akçal Bazik İntrüzyonları olarak adlandırılmıştır (Kurt vd., 2006). Kuvaterner yaşlı Alüvyon ve Yamaç Molozu uyumsuz olarak bu birimlerinde üzerinde yer almaktadır (Ek Şekil-1).

2.2.1. Yağlıdere Formasyonu

Karabulduk Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen birim; bazaltik andezit-andezit ve piroklastikleri ile mercekler şeklinde epiklastik kumtaşı, kırmızı ve gri renkli pelajik karbonatlardan oluşur. Alemağaç Formasyonu'na ait volkanitler tarafından uyumlu olarak örtülür (Kurt vd., 2006).

Birim, tipik olarak, adını aldığı Yağlıdere İlçesi'nin güneyinde yer alan Sinanlı köyü ile Yağlıdere İlçesi arasında yüzeylenmektedir. İnceleme alanı içerisinde Konakkıranı Mah.-Yağlıdere İlçesi-Tepeköy çevresinde gözlenen birim, tabanda koyu yeşil renkli bazaltik-andezitik kayalarla temsil edilirken, üste doğru ve yanal yönde piroklastiklerine geçiş göstermektedir. Yer yer (Sarımahmut-Ömerli mahalleleri arası, Ören Mah., Kuru Mah.) yastık debili yapı göstermektedir. Birimin bazaltik-andezitik piroklastikleri, Akköy ve Yağcı Mah. çevrelerinde yaygındır.

Birimin bazik ve ortaç volkanitlerinde yer yer hem spilitleşmeler hem de akma yapısı görülür (Akköy ve Yağcı Mah.). Yastık debili lavlar bazan gaz boşlukları içermekte olup, amigdoloidal doku gösterirler ve bu gaz boşlukları yer yer kalsit, zeolit ve ender olarak da ikincil kuvars mineralleri tarafından doldurulmuştur. Bazik ve ortaç volkanitlerin arasında mercekler şeklinde ve fazla kalınlık sunmayan sarı-gri renkli epiklastik kumtaşı, gri-kırmızı renkli kireçtaşları yer alır. Birimin andezitik kayaları içerisinde (genellikle anklav olarak yer alan neritik karbonatlarla kuvars porfirlerin dokanalarında) faylara ve kuvarsporfirlere bağlı olarak damar ve skarn tip cevherleşmeler gelişmiştir.

Formasyonun tabanı, tanımlandığı yerde (Yağlıdere İlçesi ile Sinanlı Köyü arası) görülmezken, aynı bölgede birimin üzerine Alemağaç Formasyonu'nun dasitik kayaları uyumlu olarak gelmektedir (Sinalı köyünün kuzeyi). Formasyon hem çalışma alanı içerisinde hem de çalışma alanı dışında aynı kalınlığı göstermez. Birimin tanımlandığı yerdeki görünür kalınlığı 750-1200 m arasında değişirken (Elma Dere), inceleme alanının diğer bölümlerinde (Kızılkaya Dere) kalınlık 200 m'ye kadar inmektedir. Yastık debili bazaltların arasındaki gri renkli pelajik kireçtaşlarında belirlenen fosil (*Helvetoglobotruncana* cf. *helvetica* (BOLLI), *Marginotruncana pseudolinneiana* (PESSAGNO), *Stomiosphaera sphaerica* (KAUFMAN), *Calcisphaerula innominata* (BONET), *Pithonella ovalis* (KAUFMAN), *Whiteinella* sp., *Praeglobotruncana* sp., Globigerinidae faunası) verilerine göre Turoniyen yaşını göstermektedir (Kurt. vd., 2006). Schultze-Westrum (1961) tarafından "alt bazik seri" olarak tanımlanan bu birim Güven

(1993) tarafından tanımlanan Çatak Formasyonu'nun üst düzeylerine karşılık gelir (Kurt vd., 2006).

2.2.2. Alemağaç Formasyonu

Yağlıdere Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen birim, dasit-riyodasit ve piroklastitleri ile yer yer mercek biçiminde gri ve kırmızı renkli pelajik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Formasyon, Kurt vd., 2006 tarafından tipik olarak Giresun İli Espiye İlçesi'ndeki Alemağaç Dağı'nda gözlemlendiği için bu isimle adlandırılmıştır. İnceleme alanı içerisinde Killik Madeni Mah. ve Özlüce Deresi çevresinde tipik yüzeylemeler vermektedir.

Birimin tabanında dom şeklinde dasitik-riyodasitik volkanitler yer alır. Üste doğru ve yanarda piroklastitlerine geçer (Alemağaç Dağı ve Özlüce Dere). Kayaçların taze yüzeyi gri ve yeşil, ayrışma yüzeyi ise kirli beyaz, sarımsı ve kahverengimsi renktedir. Dasit ve riyodasitlerde soğumadan kaynaklanan yer yer kolonlu yapılar olmasına karşın genelde masif bir görünüme sahiptirler (Espiye'nin güneyi, Özlüce Dere boyunca).

Piroklastikler genelde karışık bir yapı sunmalarına rağmen, yer yer derecelenme gösterirler. Çıkış merkezlerine yakın yerlerde kaba taneli piroklastikler çökerken, çıkış merkezlerinden uzaklaştıkça giderek daha ince taneli piroklastikler çökelmiştir. Birimde yaygın olarak gelişmiş olan hidrotermal alterasyondan dolayı piroklastikler sarımsı, yeşilimsi ve kahverengimsi renkte görülür. Alterasyon şiddeti cevherleşmelere yaklaştıkça artmaktadır. Alterasyon ürünleri, çeşitlilik göstermesine rağmen, genellikle silisleşme, killeşme, kloritleşme, hematitleşme ve piritleşmedir.

Birimin piroklastikleri içerisinde yer yer kalınlığı ve yayılımı fazla olmayan mercekler biçiminde gri ve kırmızı renkli pelajik karbonatlarla epiklastik kumtaşları, mevcuttur.

Gerek çalışma alanı içerisinde ve gerekse tüm Doğu Karadeniz bölgesinde "Volkanojenik Masif Sülfid" yataklarının ana kayaçları olmaları bakımından son derece önemli olan bu birim, içerisindeki pelajik kireçtaşlarında tespit edilen fosil içeriğine göre (*Marginotruncana pseudolinneiana* (PESSAGNO), *Marginotruncana coronata* (BOLLI), *Archaeoglobigerina* sp., *Dicarinella* sp., *Whiteinalla* sp., *Schackoina* sp., Globigerinidae) Turoniyen-Santoniyen olarak yaşlandırılmıştır (Kurt vd., 2006) Asidik piroklastikler üzerinde yer alan pelajik kireçtaşlarında belirlenen fosil içeriğine göre (*Dicarinella*

concovata (BROTZEN), *Marginotruncana pseudolinneiana* (PESSAGNO), *Marginotruncana coronata* (BOLLI), *Stomiosphaera sphaerica* (KAUFMAN), *Marginotruncana* spp., *Dicarinella* sp., Heterohelicidae, Globigerinidae Radiolaria) Koniasiyen-Santoniyen yaşını göstermektedir (Kurt vd., 2006).

Birim ilk olarak Shultz-Westrum (1961) tarafından “Alt asidik seri” olarak tanımlanmış, Güven (1993) tarafından Kızılkaya Formasyonu olarak adlandırmıştır. Fakat Kızılkaya Formasyonu’nun tanımlandığı tip yerinin, stratigrafik konum itibariyle, hem arazi gözlemlerine hem de laboratuvar verilerine göre ikinci asidik faza (Tirebolu Formasyonu) karşılık gelmesi sebebiyle tip yeri ve formasyon adı “Alemağaç” olarak değiştirilmiştir (Kurt vd., 2006).

2.2.3. Çağlayan Formasyonu

Alemağaç Formasyonu’nun üzerine uyumlu olarak gelen birim; bazalt, andezit ve piroklastitleri ile bu kayalar arasında merccekler şeklinde yer alan ince taneli tuf, asidik-andezitik tuf, tüffit, gri ve kırmızı renkli kireçtaşları, kumtaşı ve kil taşından oluşmaktadır. Güven (1993) tarafından tanımlanan formasyon, adını Trabzon ili Çağlayan beldesinden almaktadır. İnceleme alanı içerisinde birim tipik olarak Demircili Köyü çevresinde gözlenmektedir.

Birim, asidik volkanizmanın (Alemağaç Formasyonu) yoğun olduğu yerlerde genellikle kırmızı renkli pelajik kireçtaşları (yaklaşık 3 m kalınlığında) ile temsil edilirken, bu alanlar dışında değişik litolojiler ve farklı kalınlıklar göstermektedir. Çağlayan Formasyonu Demircili Köyü çevresinde, bazik ve ortaç volkanitlerle temsil edilirken, inceleme alanının dışında sedimanter kayalarla temsil edilmektedir. Bu sedimanter kayalar arasında yer yer çok az kalınlık sunan bazik ve ortaç volkanik kayalar bulunmaktadır.

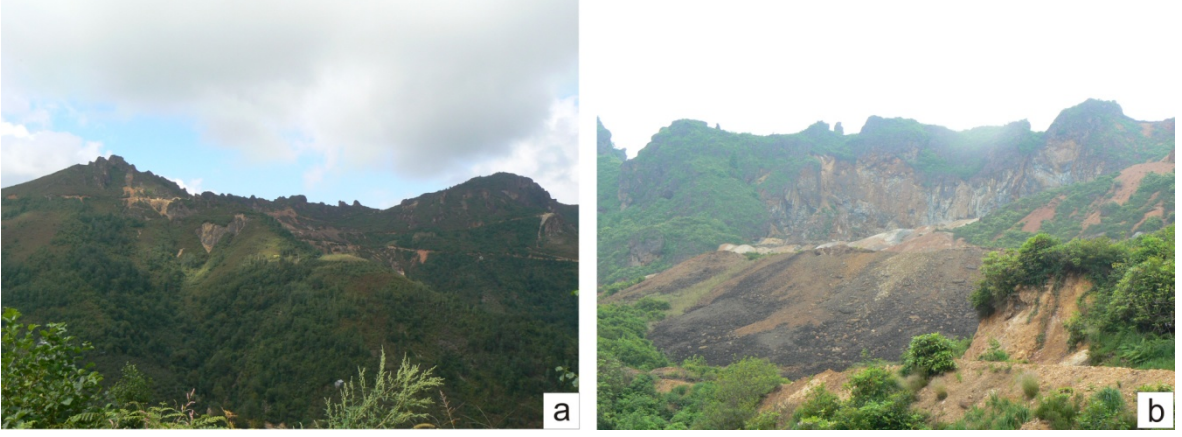
Bazik ve ortaç volkanitler tabanda bazaltik-andezitik kayalar ile başlamakta, üste ve yana doğru piroklastitlerine geçmektedir. Bazaltik kayalar yer yer boşluklu olup boşluklar kalsit, zeolit ve klorit mineralleri ile doldurulmuştur. Yastık debi gösteren kısımlarda, yastık lavların arasında kırmızı ve gri renkli karbonatlar yer almaktadır. Birim bünyesinde yer yer merccekler şeklinde tuf, tüffit, gri ve kırmızı renkli kireçtaşları, kumtaşı ve kiltası bulunur. Bu sedimanter kayalar, kalınlıklarının fazla olduğu yerlerde düzenli istif sunarlar.

Birim genelde tüm Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda birinci asidik fazı temsil eden Alemağaç Formasyonu üzerinde kırmızı renkli kireçtaşlarıyla başlamaktadır. Bu karbonatlar Geç Kretase yaşlı birinci asidik volkanizmanın (Alemağaç Formasyonu) bittiğini ve birinci bazik ve ortaç volkanizmanın (Çağlayan Formasyonu) başladığını gösteren önemli bir kılavuz düzey özelliğindedir. Çağlayan Formasyonu, Tirebolu Formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenmektedir. Birim; sedimanter kayaçların yoğun olduğu yörelerde yaklaşık 400 m'ye ulaşan bir kalınlık sunarken, bazik ve ortaç volkanitlerin yoğun olduğu yörelerde 300 m kadar bir kalınlığa sahiptir. Birimin tabanını oluşturan karbonatlarda belirlenen fosiller (*Marginotruncana pseudolinneana* (BESSAGNO), *Marginotruncana coronata* (BOLLI), *Marginotruncana spp.*, *Dicarinella sp.*, *Globigerinidae* ve *Heterohelicidae*) ile daha üst düzeylerdeki kireçtaşlarında belirlenen fosil içeriğine göre (*Dicarinella concavata* (BROTZEN), *Dicarinella asymetrica* (SIGAL), *Marginotruncana pseudolinneiana* (PESSAGNO), *Dicarinella sp.*, *Marginotruncana sp.* ve *Heterohelix sp.*) Çağlayan Formasyonunun yaşı Santoniyen olarak belirlenmiştir (Kurt vd., 2006). Birimin hem bazik ve ortaç volkanitlerinin yer yer yastık debi göstermesi hem de bu volkanitler arasında ve üzerinde kırmızı renkli pelajik karbonatların bulunması ortamın denizel olduğunu göstermektedir.

Birim Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda "Üst bazik seri" olarak da bilinir (Gedikoğlu 1978).

2.2.4. Tirebolu Formasyonu

Riyolit-riyodasit-dasit ve piroklastitleri ile bu asidik kayaçlar (Kt₂) arasında merccekler halinde gri ve kırmızı renkli pelajik kireçtaşlarıyla kumtaşı, kiltası ve silttaşından oluşan birim (Kt₁), Güven (1993) tarafından Tirebolu Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Tip kesiti Tirebolu ilçesinin 4 km güneyinde yüzeylenir. İnceleme alanı içerisinde, Kel Dağı-Arıdurak Köyü- Hacımahmutlu Mah.-Dikence Köyü, Killik Madeni Mah.-Kızılkaya Tepe, Maden tepe, İbrahimşeyh Köy'ünde yaygın olarak yüzeylenmektedir (Şekil 2.2). Tabanda riyolit-riyodasit ve dasit ile başlayan Tirebolu Formasyonu üste doğru ve yanal olarak piroklastitlerine geçmektedir.



Şekil 2. 2. a) ve b) Tirebolu Formasyonu'ndan genel bir görünüm (Kızılkaya Tepe)

Asidik lavlar kirli beyaz ve mor renkli olup dom ve küçük sokulumlar halinde izlenmektedir. Özellikle riyolitik-riyodasitik karakterde olan lavlarda akma düzlemleri çok belirgindir. Fazla kalınlık sunmayan asidik lavlarda prizmatik yapı görülür. Bu prizmaların genişlikleri 15-20 cm arasında değişmektedir. Makroskopik olarak, lavları oluşturan kayacın yapıcı minerallerden plajiyoklas ve kuvars mineralleri genellikle çok küçük olup bazan hemen hemen hiç görülmez. Yer yer beyaz renkli olanlarda ise çok küçük kuvars ve plajiyoklas mineralleri görülür.

Porfiri doku gösteren riyolitik-riyodasitik-dasitik kayalar yaygın olarak Keçi Kalesi-Hacımahmutlu Köyü-Demircili Köyü etrafında yüzeylemektedir. Makroskopik olarak kuvars ve plajiyoklas fenokristallerinden oluşur. Genellikle kuvars kristalleri köşeli ve yuvarlağımsı olup çapları 0.5-1 cm arasında değişmektedir. Plajiyoklaslar killeşmiş, mafik mineraller ise kloritleşmiş ve hematitleşmiştir. Bu lavlar dom ve intrüzivler şeklinde olup dik bir topografya sunmaktadır.

Aşırı derecede ayrılmış olan volkanitlerin ayrışma renkleri sarımsı kahve ve ayrışmamış bölümleri gri renklidir. Yer yer yüzeysel ayrışmadan dolayı eksfoliasyon yapısı gelişmiştir. Makroskopik olarak kuvars, plajiyoklas ve biyotit fenokristalleri içerirler. Bazan porfirik doku göstermektedir (Top Tepe ve Kalehisar Tepe).

Birimin blok ve bomba boyutundaki kaba taneli piroklastikleri yaygın olarak Espiye'nin batısında, Giresun sahil karayolu boyunca, Çapkınlı Mah. ve Göl Mah. çevresinde gözlenir. Yer yer kloritleşmiş, yeşil ve kirli beyaz renkli bir matriks içerisinde, yaklaşık 1 cm çapında kuvars kristalleri içerir. Kaba taneli piroklastiklerin çapı 40-50 cm arasında değişmektedir. Birim yer yer derecelenme gösterir. Asidik çıkış merkezlerine yakın yerlerde daha kaba taneli piroklastikler yer alırken, daha uzaklarda ince taneli

piroklastikler bulunur. Ayrıca İbrahimşeyh Mah.'nin kuzeyinde Latifli Dere içerisinde siyah renkli ve camsı riyolit-riyodasitik patlama breşleri üzerine kırmızı renkli, biyotitçe zengin tuf, gri renkli kiltası, marn ve kırmızı renkli pelajik kireçtaşları gelmekte ve istifin üzerine doğru beyaz renkli ince-orta katmanlı kireçtaşları yer almaktadır.

İnceleme alanında birim, Hacımahmutlu Mah. civarında bazik ve ortaç volkanitlerin (Çağlayan Formasyonu) üzerine uyumlu olarak gelir. Formasyon, hem asidik çıkış merkezlerinin yoğun olduğu Şahinyuva Köyü civarında Alemağaç Formasyonu'nun üzerine, hem de ortaç-bazik volkanitlerin yoğun olduğu Gebeli Köyü'nün batısında Yağlıdere Formasyonu'nun üzerine gelmektedir. Kireçhane Formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenen formasyonun kalınlığı Espiye İlçesi'nin batısında yaklaşık 600 m, Şahinyuva Köyü'nde (G41-a3) yaklaşık 200 m, inceleme alanı dışında ise yaklaşık 450-500 m arasındadır.

Birim, içerisindeki pelajik kireçtaşlarında belirlenen fosil içeriğine (*Marginotruncana pseudolinneiana* (PESSAGNO), *Dicerinella concavata* (BROTZEN), *Marginotruncana coronata* (BOLLI), *Globoruncana linneiana* (D'ORBIGNY), *Globoruncana stuartiformis* (DALBIEZ), *Globoruncana ventricosa* WHITE, *Globoruncana bulloides* VOGLER, *Dicerinella* sp. ve *Globigerinidae*) bağlı olarak Geç Santoniyen olarak yaşlandırılmıştır (Kurt vd., 2006).

Birimi üzerleyen Kireçhane Formasyonu'nun tabanında yer alan gri ve kırmızı renkli killi kireçtaşlarında belirlenen fosil içeriğine (*Globotruncana linneiana* (D'ORBIGNY), *Stomiosphaera sphaerica* (KAUFMAN), *Globotruncana bulloides* VOGLER, *Globotruncana* sp., *Heterohelicidae* ve *Globigerinidae*) göre birim Geç Santoniyen-Erken Kampaniyen olarak yaşlandırılmıştır (Kurt vd., 2006).

2.2.5. Akçal Bazik İnrüzyonları

Andezitik-bazaltik bileşimde olan birim Akçal Bazik İnrüzyonları olarak tanımlanmış olup, adını Akçal Köyü'nden almaktadır. İnceleme alanında Killik Tepe-Kızılkaya Tepe civarında yüzeylenmektedir. Stok, dayk ve sil şeklinde, bazı kesimlerde andezitik (Karakısarak Dağı) bazı kesimlerde ise doleritik (Gazanfer Mah.-Kızılkaya Tepe) intrüzyonlar halindedir. Andezitik karakterdeki intrüzyonlar makroskopik olarak plajiyoklas, amfibol ve çubuğumsu biyotit mineralleri içermektedir (Kurt vd., 2006).

Hem Geç Kretase yaşlı birimleri, hem de Orta Eosen yaşlı birimleri kesmektedir. Zira K/Ar yöntemiyle Sinlice Köyü civarındaki diyabazdan 44.8 ± 0.9 milyon yıl, Karakırsak Dağı çevresindeki andezitik intrüzyondan 32.5 ± 0.7 milyon yıl yaş elde edilmiştir. Buna göre Akçal Bazik İntrüzyonları'nın yaşı Orta Eosen sonrasıdır (Kurt vd., 2006).

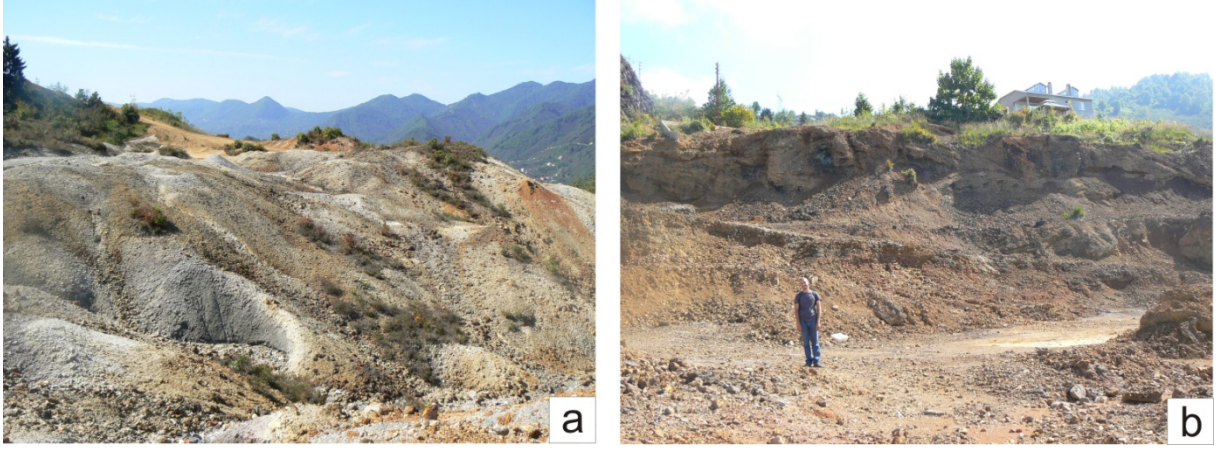
2.2.6. Alüvyon, Yamaç Molozu

İnceleme alanının en genç birimlerini Kuvaterner yaşlı alüvyon-yamaç molozları ve travertenler oluşturmaktadır. Alüvyonlar; deniz kenarında ve nehir yatakları boyunca görülürler. Değişik boyutta ve türde materyallerden oluşmaktadırlar. Materyallerin taşınma uzaklığı ve suyun enerjisine göre uzak kesimlerde kayaç parçaları daha yuvarlaklaşmış ve kum boyutunda görünürken, çökel ortamlarından uzak kesimlerde köşeli ve büyük bloklar şeklindedir. İnceleme alanı içerisinde pek çok yerde paleo faylara bağlı olarak gelişmiş heyelanlar ve yamaç molozları da izlenmektedir.

2.3. Çalışma Alanındaki Maden Sahaları

2.3.1. Karaerik Madeni

Karaerik Madeni Giresun ili Espiye ilçesinin 4 km güneyinde, 1/25000 ölçekli Giresun G41-a2 paftası içinde, X: 29 950 ve Y: 74 750 koordinatlarında yer almaktadır. Saha ve çevresinde Üst Kretase yaşlı dasidik tüf breşler (cevherli dasitler) ile bunların üzerine cevherleşmelerin üzerine örtü teşkil eden hematitli dasitler görülmektedir. Masif sülfür tip olan cevherleşme 300x300 m'lik bir alanda olup, cevherli zonun derinliği 30-40 m civarındadır. Cevher yatağının zengin kısımları eski yıllarda işletilmiştir. Etibank 1970 yılında sahada sondajlı aramalar yapmış, bu çalışmalar sonucunda ekonomik bir cevherleşme bulunamamıştır (Güner, 2000). Kovenko, (1943)'a göre Karaerik madeninde daha önceki yıllarda büyük oranda işletme yapılmış olup, Espiye civarında bulunan madenler içerisinde yüzeyde en fazla miktarda (300.000 - 400.000 ton) cürufa sahiptir (Şekil 2.3a ve b). Cevherleşmeden alınan örneklerin detaylı incelemesi sonucunda, mineral parajenezinin pirit, markazit, kalkopirit, sfalerit, galen, fahlerz, bornit ve kovellinden oluştuğu belirlenmiştir (Kahraman vd., 1984).



Şekil 2. 3. Karaerik Madeni a) eski işletme sahası b) cüruf yığınının görünümü

2.3.2. Karılar Madeni

Karılar maden sahası Giresun ili Espiye ilçesinin 5 km güneyinde 1/25000 ölçekli Giresun G41a2 paftası içinde, X: 28500 ve Y: 74 800 koordinatlarında bulunmaktadır.

Maden çevresinde Üst Kretase yaşlı dasidik tüf, breş (cevherli dasitler) ile bunların üzerinde cevherleşmelere örtü teşkil eden çamurtaşı ara katkılı andezitik tüfler ve hematitli dasitler bulunmaktadır. Cevherleşme, dasidik tüf-breşlerin içerisinde saçınımlı, ağsal ve masif şekilde gelişmiştir (Güner 2000). Kovenko, (1943)' e göre Karılar madeninde 15000 ton cüruf bulunmaktadır (Şekil 2.4).



Şekil 2. 4. Karılar Madeni cüruf yığınının görünümü

Sahada MTA, 1960'lı yıllarda galeri ve sondajlı arama çalışmaları yapmış ve %2 Cu tenörlü 100.000 tonluk bir rezerv tespit etmiştir. Etibank, 1970 yılında sahada sondajlı çalışmalar yapmış ve sonuçta ekonomik bir cevherleşme bulamamıştır (Güner, 2000). Cevherleşmenin ana minerali pirittir. Yer yer koloidal özellikte olduğu gözlenen ve çoğunlukla kataklastik dokulu olan pirit içinde çok az oranda kalkopirit gözlenir. Markazit bol miktarda gözlenir ve piritte eşlik eder. Sfalerit, bornit ve fahlerz çok oranda gözlenen diğer sülfürlü minerallerdir. İkincil zenginleşme ürünü olarak kovellin ve kalkozin özellikle bakır içeren zonlarda gözlenir (Kahraman vd., 1984).

2.3.3. Ağalık Madeni

Maden sahası Giresun ili Espiye ilçesinin 6 km güneyinde, 1/25000 ölçekli Giresun G41-a2 paftası içinde, X: 28600 ve Y: 76100 koordinatlarında bulunmaktadır. Saha ve çevresinde Üst Kretase yaşlı dasidik tuf-breşler (cevherli dasit) ile bunların üzerine cevherleşmelere örtü teşkil eden hematitli tuf-tüfitler yüzeyleme vermektedir. Cevherleşme, dasidik tuf breşlerin içerisinde saçınımlı ve masif şekilde gelişmiştir Cevher mineralleri kalkopirit ve pirittir. Sahada, 1960'lı yıllarda MTA ve Etibank tarafından etüt ve sondajlı çalışmalar yapılmış ve sonuçta ekonomik cevherleşme bulunamamıştır (Güner, 2000). Kovenko, (1943)'a göre Ağalık madeni civarında 60.000 ton cüruf bulunmaktadır (Şekil 2.5).



Şekil 2. 5. Ağalık Madeni cüruf yığını görünümü

2.3.4. Killik Madeni

Maden sahası Giresun ili Espiye ilçesinin 17 km güneyinde, 1/25000 ölçekli Giresun G41-a3 paftası içinde, X: 19600 ve Y: 72950 koordinatlarında bulunmaktadır. Sahada Üst Kretase yaşlı kayalar bulunmaktadır. Tabanda dasidik tuf-breşler (cevherli dasitler) ve bunların üzerinde cevherleşmelere örtü teşkil eden hematitli dasitler izlenmektedir. Cevherleşme, masif, ağsal ve saçınımlı tiptedir. 1977-1982 yılları arasında MTA tarafından yapılan detay jeolojik etüt ve jeofizik çalışmaları sonucunda saha önemli görülerek sondajlı çalışmalar önerilmiş, ruhsat problemi nedeniyle bu çalışmalar yapılamamıştır. Saha, Demir Export A. Ş. adına ruhsatlı olup, şirket tarafından yapılan sondajlı aramalardan sonra 1988 yılında işletilmeye geçilmiştir (Güner, 2000). Günümüzde işletme yapılmamaktadır (Şekil 2.6).

Killik cevherleşmesi de yöredeki diğer masif sülfür tip cevherleşmelerle aynı özelliklere ve mineralojik bileşime sahiptir. En yoğun sülfürlü mineral pirittir. Piritte her zaman markazit eşlik eder. Kalkopirit de bol oranda gözlenen sülfürlü bir mineral olup pirit ile yer yer koloidal doku oluşturur. Sfalerit ekonomik özelliği olabilecek bollukta olan bir diğer sülfürlü fazdır ve yer yer kalkopirit içinde ayrımlar halinde de bulunur. Galen, bornit, fahlerz ve burnonit eser miktarda bulunan minerallerdir ve genellikle kalkopirit ve sfalerit içinde gözlenirler. Eser halde nabit altın kalkopirit içinde gözlenmiştir. İkincil zenginleşme ürünü olarak kovellin ve kalkozine rastlanmaktadır. Kuvars ve barit en yoğun gang mineralleridir (Çiftçi vd., 2005).



Şekil 2. 6. Killik Madeni eski galeri girişi

2.3.5. Kızılkaya Madeni

Espiye ilçesinin 20 km güneyinde, 1/25000 ölçekli Giresun G41-a3 paftası içinde X:19 500 ve Y: 75 450 koordinatlarında yer alan Kızılkaya madeni dasidik tüf-breş (cevherli dasitler) içerisinde yer alır ve hematitli tüfler ile örtülüdür. Yöredeki diğer cevherleşmelerin aksine masif cevherin gözlenmediği bu cevherleşme ağsal-saçınımlı şekilde gelişmiştir. 1967-1970 yılları arasında MTA tarafından yapılan jeolojik ve jeofizik etüdler sonucunda % 1.14 Cu tenörlü 1.898.290 ton görünür ve % 0.8 Cu tenörlü 1.930.000 ton muhtemel bir rezerv tespit edilmiştir (Güner 2000). Demir Export A. Ş. adına ruhsatlı olan bu saha çevresinde yaklaşık 50.000 ton curuf bulunduğu belirtilmektedir (Kovenko,1943).

Kızılkaya cevherleşmesinde pirit en yoğun sülfürlü mineraldir. Piritin bir kısmı koloidal yapıya sahip olup, yer yer kalkopirit ile konsantrik yapılar sunar. Kalkopirit, pirit kristallerinin arasında, etrafında ve çatlaklarında bulunur. Yer yer kalkopirit ayrımları içeren sfalerit dikkat çeker. Galen, bornit, fahlerz ve markazit eser oranda gözlenen sülfürlü minerallerdir. Gang minerali olarak kuvars, barit ve karbonat mineralleri (ankerit, siderit, dolomit, kalsit) tespit edilmiştir (Kahraman vd., 1984).

2.3.6. Lahanos Madeni

Espiye (Giresun) ilçesinin 15 km güneyinde, 1/25000 ölçekli Giresun G41-a3 paftası içinde X:21500 ve Y:73800 koordinatlarında yer alan maden stratigrafik konumu olarak en iyi gözlenen örneklerden biridir. Masif sülfür tipte gelişen madenin taban kayacı dasidik tüf ve breşlerdir. Cevherin hemen üzerinde kalınlığı en fazla 50 cm olan ince bir çamurtaşı-kireçtaşı katmanı yer alır. Bu birimin hemen üzerinde ise asıl örtü kayacını oluşturan kolon debili porfiri dasitler yer alır (Şekil 2.7).

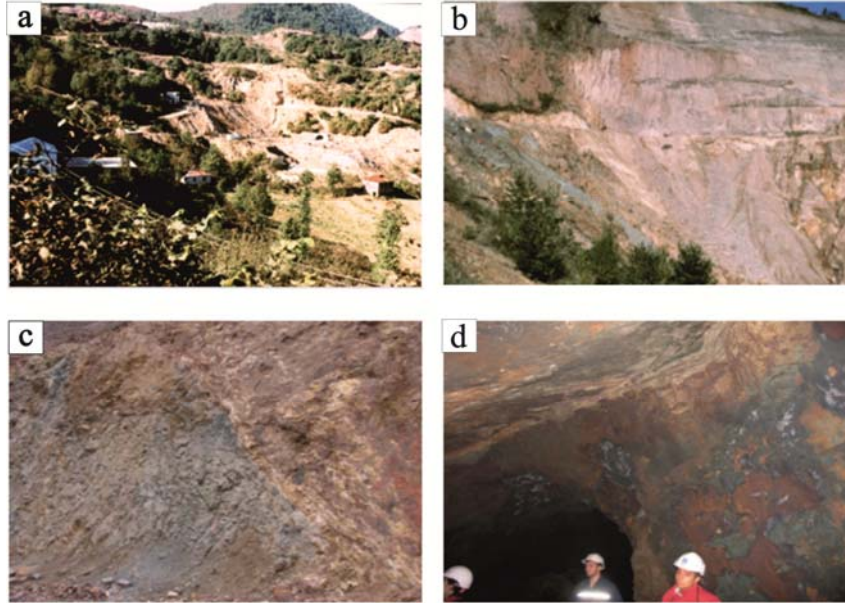
Genel doğrultusu K50D olan maden, yaklaşık 700 m uzunluğunda ve 300 m genişliğindedir (İçli vd., 2009). Yapılan çalışmalar sonucunda % 3.59 Cu, % 2.34 Zn tenörlü 2.3 milyon ton görünür rezerv tespit edilmiştir (Güner, 2000). Demir Export A.Ş. tarafından işletilen sahada maden işletmesi 2012 yılına kadar devam etmiştir. Kalkopirit ve sfaleritin yaklaşık eşit miktarlarda bulunduğu yarı siyah masif cevherde, kalkopirit içinde adacıklar şeklinde fahlerz grubu mineraller ile sfalerit içinde çok yoğun <5 mikron kalkopirit kapanımları dikkat çeker. Gang minerali olarak daha çok kuvars bulunur. Masif

sarı cevher; masif siyah cevhere benzer ancak kalkopiritce zengin olması, çok az veya hiç sfalerit içermemesiyle ondan ayrılır. Nispeten az miktarda fahlerz içerir. Masif sarı cevherde ornatma dokuları oldukça yaygındır. Özellikle, kalkopirit sfaleriti ornatmış ve bornit tarafından ornatılmış olarak görülür. Gang minerali kuvarstır. Piritik cevher, % 50 'den fazla pirit içerir. Bu cevherde önemli miktarda sfalerit, kalkopirit bulunmaz ve fahlerz ise hiç görülmez. Cevherleşmenin tabanını oluşturur ve oldukça gözeneklidir.

Maden genelinde yaygın olarak görülen kırıntılı cevherler 20 μm ' dan 2cm' ye kadar değişen mineral tane ve parçacıklarından oluşur. Framboidal ve kolloidal pirit ve sfalerit ile iri taneli pirit ve kalkopirit parçacıkları kalkopirit veya sfaleritce zengin bir matriks ile tutturulmuştur. Sfaleritin yoğun olduğu kırıntılı cevherde bol miktarda galene rastlanır.

Bornit, enarjit, kovellin ve dijenit cevherde mevcut olan diğer sülfürlü minerallerdir. Bunlar arasında en yaygın olan bornit ve enarjit daha ziyade masif yarı siyah ve sfaleritce zengin sarı cevherde kalkopiritle yanyana veya onu ornatmış olarak bulunur. Enarjit ise daha ziyade masif siyah cevherde kalkopiriti ornatması ile karakteristiktir (Tüysüz, 1995).

Lahanos madeni çevresinde 50.000 ton cüruf bulunmaktadır (Kovenko, 1943).



Şekil 2. 7. Lahanos Madenine ait değişik görüntüler. a) Maden sahasının genel görünümü, b) maden sahasında taban kayacını oluşturan dasitik tüf breşler ile tavan kayacını oluşturan mor renkli kolon debili dasitler, c) saçınımlı ve ağsal pirit oluşumları içeren taban kayacının hemen üzerinde gelişen ince çamurtaşı-kireçtaşı katmanı ve sistemi üzerleyen mor dasitlerin yakın plan görünümü, d) galeri içinde masif cevher kütlesi ile üzerindeki çamurtaşı-kireçtaşı katmanının görünümü.

3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

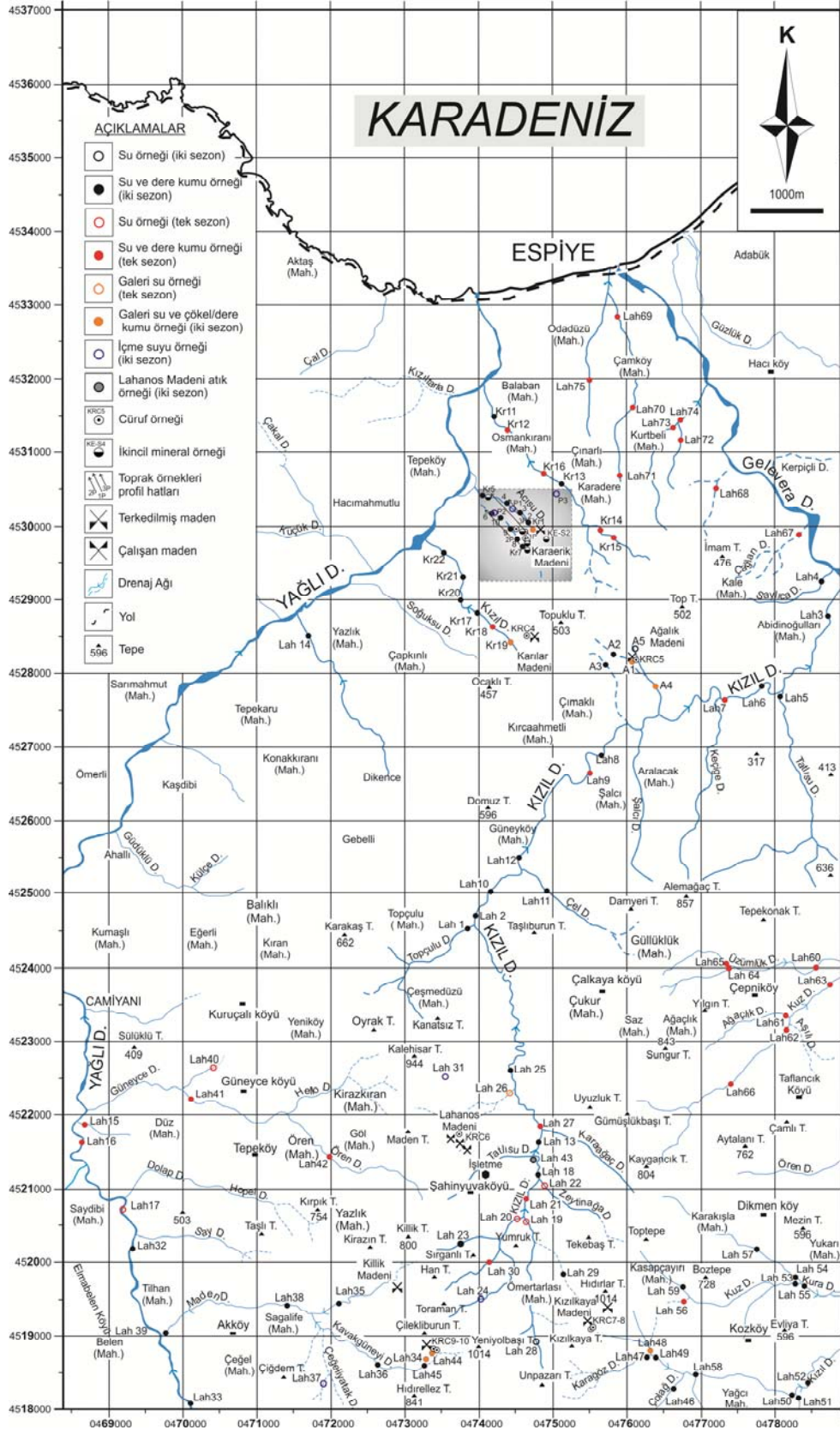
3.1. Arazi Çalışmaları

3.1.1. Örnek Lokasyonları

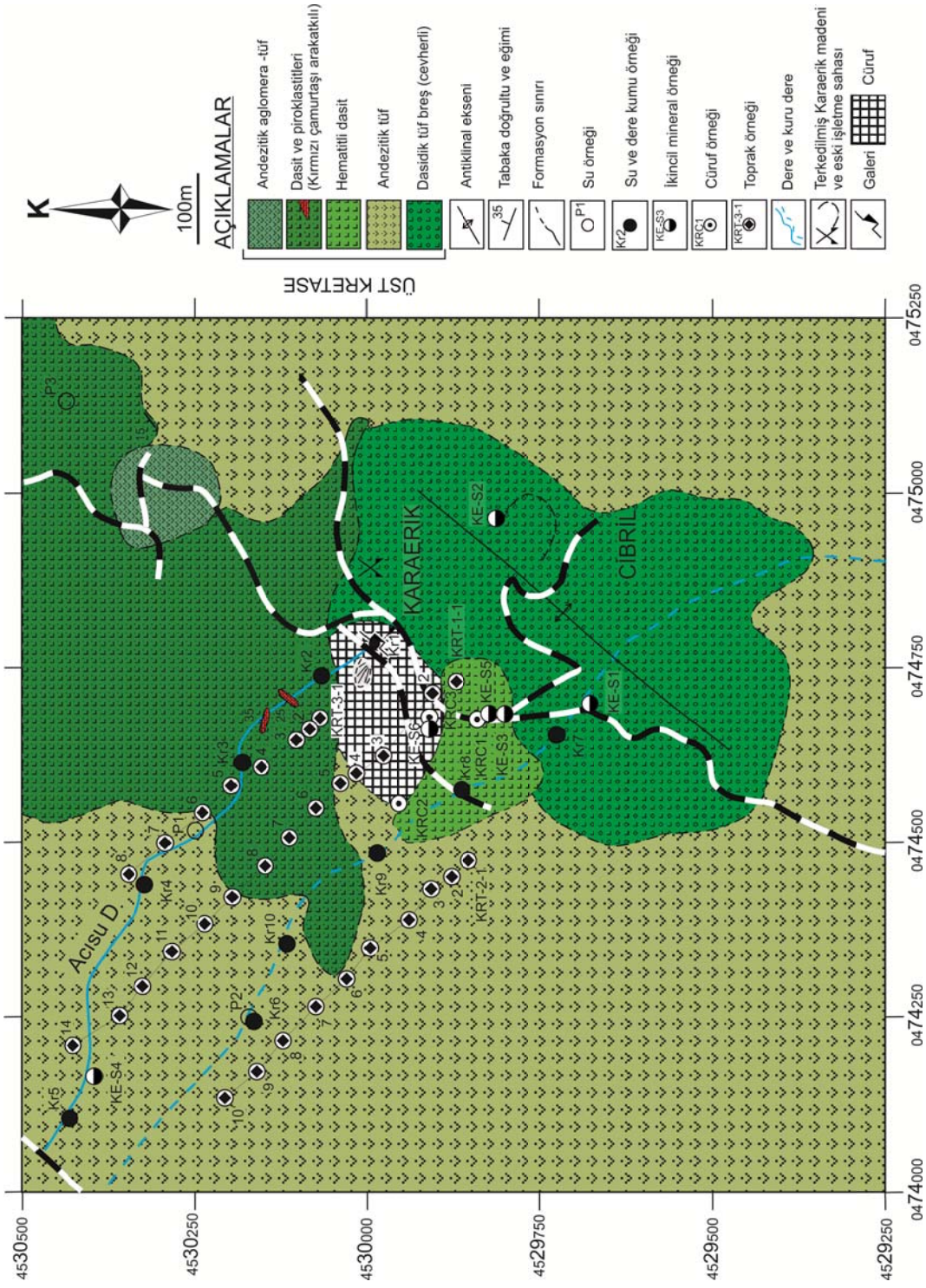
İnceleme alanında yer alan başlıca maden sahaları Karaerik, Karılar, Ağalık, Lahanos, Killik ve Kızılkaya'dır. Bu madenlerin galeri sularının deşarj edildiği dereler ile atıklarının (cüruf) etkilediği dereler ve kirlilik izi taşımayan derelerden su ve dere kumu örnekleme yapılmıştır (Şekil 3.1 ve 3.2). İlk örnekleme 2010 yılı Ağustos ayında yağış miktarının en az olduğu dönemde (kuru sezon); ikinci örnekleme ise 2011 yılı Mayıs ayı sonu ve Haziran ayı başında, karların erimesiyle yöredeki derelerin debilerinin arttığı dönemde (yağışlı sezonda) yapılmıştır. Böylece ilk ve ikinci örnekleme dönemlerinde sırasıyla toplam 105 ve 67 adet su, 88 dere kumu örneği ile Lahanos Madeni atık örneği olmak üzere toplamda 261 adet örnek alınmıştır. İncelenen diğer tüm maden sahalarından cüruf örneği ile dereler boyunca gelişen ikincil mineraller de örneklenmiştir.

Genel örnekleme periyodu sonunda yapılan analizlere bağlı olarak kirlilik açısından en problemlili olduğu tespit edilen Karaerik sahası pilot bölge olarak belirlenmiş ve detaylı çalışma bu sahada yapılmıştır. Bu çalışmanın asıl amaçlarından biri olan asit maden sahalarının oluşumuna sebebiyet veren, asidofilik bakterilerin Karaerik Madeninde varlığının belirlenmesi için, Karaerik Maden sahasında galeri suyunun deşarj olduğu Acısu Dere boyunca 2012 yılı Ağustos ve Eylül aylarında bakteriyolojik amaçlı su örnekleri alınmıştır. Alınan bu su örnekleri aynı gün içinde KTÜ Biyoloji bölümüne ulaştırılmıştır. 2012 yılı Eylül ayında Karaerik Maden sahasında maden atıklarını çevreleyen drenaj ağının akış doğrultusuna paralel 3 profil hattıyla (1. profil 14, 2. profil 10, 3. profil 8) toplam 32 adet toprak örneği alınmıştır. Ayrıca maden sahasında cürufların yüzeyinde gelişen ikincil sülfat mineralleri de örneklenmiştir (Şekil 3.2).

Karaerik Madeni Acısu Dere boyunca ≈ 175 m aralıklarla, hemen yakınındaki diğer dere boyunca da ≈ 150 m aralıklarla genel kirlilik tespiti amaçlı su ve dere kumu ile dere boyunca gelişen ikincil sülfat mineralleri örneklenmiştir (Şekil 3.3a ve b).



Şekil 3. 1. Çalışma alanına ait örnek alım haritası



Şekil 3. 2. Karaerik Madeni detay jeoloji (Yılmaz ve Türkmen, 1983) ve örnek alım haritası

Karaerik Madeni çevresinde cüruf etkisinden uzak olan Osmerkırıanı ve Karadere Mahallelerinden geçen dereler boyunca 6 adet su ve dere kumu örneği alınmıştır. Karaerik Madeni çevresinde bulunan 2 pınardan (P1, P2) ve maden suyu olarak adlandırılan sudan (P3) örnekleme yapılmıştır.

Karılar Madeninin galeri suyunun deşarj olduğu Kızıl Dere boyunca ~300 m aralıklarla 6 adet su ve dere kumu örnekleme yapılmıştır (şekil 3.3c). Karılar Madeninin etkisinden uzak Zemhari Dereden de 1 adet su ve dere kumu örneği alınmıştır.

Ağalık Madeni galeri suyunun deşarj olduğu ve beraberinde cüruf etkisi altında olan dere ile cüruf etkisi altında olmayan yan derelerden toplam 5 adet su ve dere kumu örneği alınmıştır (şekil 3.3d). Bu derelerin bağlandığı Kızıl Dere boyunca 3 örnekleme yapılmıştır. Kızıl Dere'ye bağlanan tamamiyle maden etkisinden uzak olan Tatlısu Dere'den de örnekleme yapılmıştır. Ağalık madeninde cüruf etkisi altında olan dere boyunca gelişen ikincil sülfat mineralleri örnekleme yapılmıştır.

Killik Madeninde bulunan 2 galeriden su ve tortu örnekleri (ikincil sülfat minerali) ile bu galerilerin deşarj olduğu Kavakgüneyi ve Maden Dere boyunca 5 adet su ve dere kumu örneği alınmıştır (şekil 3.3e). Kavakgüneyi Dere boyunca gelişen ikincil sülfat mineralleri örnekleme yapılmıştır. İçme suyu olarak kullanılan pınardan da (Lah 37) 1 adet su örneği alınmıştır.

Lahanos Madeni çevresinde atık etkisi altında olan Kızıl Dere ve yan kollarından atık deşarj edilmeden önce (8 adet) ve deşarj edildikten sonra (8 adet) su ve dere kumu örnekleme yapılmıştır (şekil 3.3f). Lahanos madeni atığından da su ve atık örneği alınmıştır (şekil 3.3g). Atık örneği alındıktan 2 örnekleme sonra Kızıl Dere'ye deşarj olan Lahanos Madeninin galeri deşarj suyu (Lah 26) da örnekleme yapılmıştır. Kızıl Dere'ye bağlanan atık ve maden etkisinden uzak olan ve başlıca yan dereler (Topçulu Dere, Zeytinağa Dere ve Çel Dere) boyunca su ve dere kumu örnekleme yapılmıştır (şekil 3.3h). Ayrıca içme suyu amaçlı kullanılan 2 adet pınardan (Lah 24 ve Lah 31) da su örnekleme yapılmıştır.

Bölgesel background değerlerini elde etmek için maden etkisinden uzak Çepni Köyü çevresindeki Üzümlük, Ağaçlık ve Kuzdere boyunca su ve dere kumu (7 adet) örnekleme yapılmıştır (şekil 3.3i).

Kızılkaya Madeni yakınında bulunan Koz Köy ve Dikmen Köy çevresindeki Karagöz, Çolağ, Sokurçuk Dere ve bu derelerin bağlandığı Kızıl Dere ile Kuz ve Kura Dereleri boyunca su ve dere kumu örnekleme yapılmıştır (şekil 3.3i ve j).

Madenlerin çevre drenajına olan etkisini tam olarak ortaya koyabilmek için Espiye'yi çevreleyen başlıca Yağlı ve Gelevera (Özlüce) Dereleri etrafında örnekleme yapılmıştır (Şekil 3.3k).



Şekil 3. 3. Su ve dere kumu örneklemesinin yapıldığı bazı önemli örnek lokasyonları. a) Karaerik Madeni galeri deşarjının yapıldığı Acısu Dere, b) Karaerik Madeni cüruf etkisi altındaki dere, c) Karılar Madeni galeri deşarjının yapıldığı Kızıl Dere, d) Ağalık Madeni galeri deşarjı, e) Killik Madeni küçük galeri deşarjı, f) Lahanos maden atığının deşarj edildiği Kızıldere, g) Lahanos Madeni atık, h) Lahanos Madeni çevresindeki Kızıl Dere'ye bağlanan Topçulu Dere, ı) Çepniköy Üzümlük Dere, i) Kozköy Çolağ Dere, j) Kozköy Karagöz Dere ve Kızılkaya Madeni'nden Karagöz Dere'ye bağlanan yan kol, k) Yağlı Dere

Yağlı Dere (4 adet) ve Yağlı Dere'ye bağlanan derelerden (4 adet) su ve dere kumu örnekleme si yapılmıştır. Gelevera (zluce) Deresi' ne bağlanan ağlan ve Savlıca Dereleri ile isim s iz diğer derelerden de su ve dere kumu (6 adet) rnekleme si yapılmıştır. Ayrıca Espiye Merkezden geçen dere boyunca su ve dere kumu (4 adet) rnekleme si yapılmıştır.

İlk rnekleme döneminde 105 adet su ve 88 adet dere kumu rneği alınmıştır. İkinci rnekleme döneminde ise 67 adet su rneği alınmıştır. İkinci rnekleme döneminde özellikle madenlerin etki altındaki örnek noktaları tekrarlanmıştır.

3.1.2. Dere Kumu ve Yüzey sel Ayrışma (İkincil Sülfat Mineralleri) rnekleme si

Dere kumu örnekleme si esnasında, alınan örneğin örnek noktasındaki tüm vadi kesitini temsil edici olmasına zen gösterilmiştir. Bunun için, vadilerin kenar ve orta kesimlerinden, tortu yüzeyinin hemen altından bir hat boyunca belirli aralıklarla plastik bir kürek yardımıyla örnekleme yapılmıştır. Alınan rnek 2 mm açıklıklı plastik elekler yardımıyla elenerek <2 mm boyutlu malzemed en yaklaşık 500 gr dere kumu alınarak ağzı kilitli plastik poşetlere konulmuştur.

Yüzey sel ayrışmaya (ikincil sülfat mineralleri) ait örnekler maden sahaları vrelerinde gözlendikleri lokasyonlardan alınarak ağzı kilitli plastik poşetlerde muhafaza edilmiştir.

3.1.3. Su rnekleme si

3.1.3.1. Kimyasal Analiz Amaçlı Su rnekleme si

Su rnekleme si esnasında çapraz kirlenme ihtimaline karşın çıplak elle örnekleme yapılmayıp, her örnek noktasında ayrı bir eldiven kullanılmıştır. Ayrıca ayağa giyilen çizme ve rneklemed e kullanılan plastik maşrapa her örnek noktasında dere suyuyla yıkanmıştır. Su örneğinin alımında da dere kumu örnekleme sinde takip edilen yöntem kullanılmıştır. Bunun için vadinin kenarından içine doğru su yüzeyinin hemen altına batırılan maşrapa yataya yakın bir açıyla sürülerek bir hat boyunca su örneğinin alınması sağlanmıştır.

Alınan su örneği filtreleme işlemine tabi tutulmuştur. Bu esnada plastik eldiven, 50 ml' lik plastik şırınga, filtre tutucu ve 0.2 µm gözenek çapına sahip selüloz asetat membran filtre kullanılmıştır. Alınan su örneklerinin çeşitli sebeplerle kirlenmesini önlemek amacıyla, her örnek noktasında ellere temiz eldiven giyilmiştir. Plastik cımbız yardımıyla tutulmak suretiyle içerisine 0.2 µm' lik selüloz asetat membran filtre yerleştirilmiş olan filtre tutucu, içerisine süzölmüş su çekilen şırıngaya bağlandıktan sonra, manuel basınç yardımıyla suyun polietilen şişe içerisine filtrelenmesi sağlanmıştır.

Filtrelenen su örnekleri katyon analizi için 60 cc' lik plastik şişelere (hava ile suyun temasının kesilmiş olması için) tam ağzına kadar doldurulmuştur. İyon kaybının önlenmesi için suya, pH'ını 2'nin altına düşürmek üzere 2-3 ml derişik nitrik asit ilave edilmiştir. Örnekler analiz edilinceye kadar buzdolabı ortamında tutulmuştur. Taşıma sırasında su örneklerinin soğuk kalmalarını muhafaza etmek için buz kullanılmıştır.

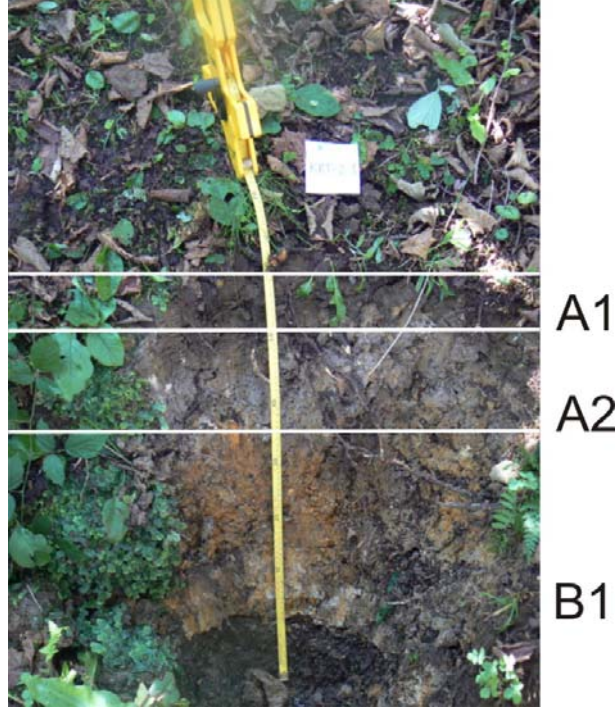
3.1.3.2. Mikrobiyolojik Analiz Amaçlı Su Örnekleme

Asidofilik bakterilerin Karaerik Madeninde varlığının belirlenmesi için, 2012 yılı Ağustos ve Eylül aylarında mikrobiyolojik örnekleme Acısu Dere boyunca (50 lt) yapılmıştır. Alınan bu su örnekleri aynı gün içinde KTÜ Biyoloji bölümüne ulaştırılmıştır. Bu örnekleme esnasında ham su örnekleri alınmış ve su örneklerine herhangi bir işlem yapılmamıştır.

3.1.4. Toprak Örnekleme

2012 Eylül döneminde Karaerik Maden sahasında maden atıklarını çevreleyen drenaj ağının akış doğrultusuna paralel (yani yamacın veya topoğrafyanın genel eğimi yönünde) birbirlerinden 400 (1. ve 3. profil) ve 800 (1. ve 2. profil) metre uzaklıkta 3 profil hattıyla (1. profil 14, 2. profil 10, 3. profil 8) toplam 32 adet toprak örneği alınmıştır. Bu üç profil hattından ikisi (profil 1 ve 3) cüruf etkisi altında olup kirlenmeden etkilenmiştir. Diğer profil hattı (profil 2) ise maden sahasının dışında ve dolayısıyla toprağın temel değerlerde olmasının beklendiği bir zondan geçirilmiştir. Örnekleme aralığı 2. ve 3 profil hattında ilk üç örnekte 30m, sonrasında 60m olarak belirlenmiştir. 1.profil hattında ise ilk beş örnekten sonra örnekleme aralığı 60m'ye çıkarılmıştır.

Toprak örnekleri, çalışma sahasındaki derinliği $\approx 30-70$ cm arasında değişen B zonundan alınmıştır (Şekil 3.4). Örnekleme sırasında, B zonuna ulaşabilmek için, kazma ve el küreği yardımıyla çukur kazılmış, açılan çukur içerisinde B zonu boyunca plastik kürek yardımıyla öncelikle yüzey temizlenerek yaklaşık 500 gr örnek alınmış ve kilitli plastik poşetlere koyularak muhafaza edilmiştir.



Şekil 3. 4. Karaerik Madeni çevresi 2. örnekleme hattı toprak profili içindeki A1, A2 ve B1 zonu

3.1.5. Cüruf Örneklemesi

Çalışma alanındaki maden sahalarından (Karaerik, Karılar, Ağalık, Lahanos, Killik ve Kızılkaya) farklı özellikleri yansıtabilecek cüruf örnekleri temin edilmiştir. Bütün bu sahalarda genellikle vadi yamaçlarına yığılmış olan cüruflar gerek vadi boyunca dağılarak suyla çözülmüş ve uzak mesafelere kadar iyonların dağılımını sağlamış ve gerekse toprak içine çözülerek toprak zonuna karışmıştır. Ayrıca, daha da önemlisi bölgede yol yapım çalışmaları esnasında yol malzemesi olarak kullanılmak üzere yığınlardan alınan cüruflar yol üzerine serilmiş ve böylece madenlerin yakın çevreleriyle sınırlı olan cüruf kaynaklı kirlenme yol güzergahı boyunca dağılarak tüm çevreyi etkileyecek boyuta erişmiştir. Bu

çalışma kapsamında alınan cüruf örnekleriyle, su-cüruf etkileşimine bağlı çevreye etki edebilecek mineral ve iyonlar belirlenmeye çalışılacaktır.

3.1.6. Arazide Yapılan Ölçümler

3.1.6.1. Su Örneklerinde Fiziksel Parametrelerin Ölçümü

pH, Eh, sıcaklık, iletkenlik, tuzluluk ve çözünmüş oksijen örnek alımı esnasında ölçümü yapılan fiziksel parametrelerdir. pH, Eh, sıcaklık, iletkenlik ve tuzluluk ölçümleri WTW marka pH/cond 340i model pH/cond metre ile yapılmıştır (Şekil 3.5). Cihazın hata payı pH için ± 0.01 , Eh için ± 1 mV'tur. Bu cihazla yapılan pH ve sıcaklık ölçümlerinde SenTix 41 model elektrot kullanılmıştır. Eh ölçümlerinde ise SenTixORP elektrotu ve kalibrasyonu için de WTW RH 28 standart çözeltisi kullanılmıştır. İletkenlik ve tuzluluk ölçümleri de bu cihaz yardımıyla, fakat TetraCon 325 model prob kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3. 5. a) Acısu Deresi' nde yapılan iletkenlik ölçümü, b) Kozköy Karagöz Deresinden alınan örnekte pH ölçümü, c) Lahanos Kızıl Dere üzeri pH ölçümü

pH/cond metre ve oksijen metre cihazları her örnek noktası öncesi kalibre edilerek ölçümlerin hassas olmasına özen gösterilmiştir. Ayrıca, her ölçüm sonrası prob lar saf suyla yıkanarak temizlenmiştir.

Çözünmüş oksijen konsantrasyonları ayrı bir cihaz yardımıyla (WTW marka Oxi 330i model oksijen metre) CellOx325 model prob kullanılarak yapılmıştır. Oksijen ölçümü için hata payı $\% \pm 0.5$ ve iletkenlik-tuzluluk için de $\% \pm 1$ 'dir.

3.1.6.2. Alkalinite ve Asidite Ölçümü

İlk örnekleme döneminde alkalinite ve asidite değerleri Sutest analiz kitleri kullanılarak belirlenmiştir. 2011 yılındaki ikinci örneklemede ise Merck Aquamerck markalı 1.11108.0001 ve 1.11109.0001 katalog numaralı 0.1 - 10 mmol/l ölçüm aralığına sahip asidite ve alkalinite kitleri kullanılmıştır.

3.1.6.3. Fotometre ile Yapılan Ölçümler

Aşağıdaki tabloda katalog numaraları ve ölçüm aralıkları belirtilen bazı parametreler Merck testleri kullanılarak WTW marka S12 model fotometre yardımıyla ölçülmüştür (Tablo 3.1).

Tablo 3. 1. Arazide fotometre ile ölçümü yapılan parametrelerin katalog numaraları ve ölçüm aralıkları

Ölçülen Parametre	Katalog Numarası	Ölçüm Aralığı
ΣFe ve Fe^{2+}	14896	1-50 mg/l Fe
	00796	0.01-5 mg/l Fe
SO_4^{2-}	14548	5- 250 mg/l SO_4
	14564	100- 1000 mg/l SO_4
NO_3^-	09713	0.5-12.5 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ 2.2-55.3 mg/l NO_3^- (2011)
		0.1-25 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ 0.4-110.7 mg/l NO_3^- (2010)
NO_2^-	14776	0.01-0.5 mg/l $\text{NO}_2\text{-N}$ 0.03-1.64 mg/l NO_2^- (2011)
		0.002-1.00 mg/l $\text{NO}_2\text{-N}$ 0.007-3.28 mg/l NO_2^- (2010)
Cl^-	14897	2.5-250 mg/l Cl^-
F^-	14598	0.10-20.0 mg/l F^-

3.2. Laboratuvar Çalışmaları

3.2.1. Dere Kumlarının Analize Hazırlanması

Dere kumları öncelikle 24 saat süreyle 60°C'de etüvde kurutulmuştur. Sonrasında topaklaşmalar havanda parçalandıktan sonra dere kumları 80 mesh açıklıklı elekten elenmiştir. Elek altında kalan malzeme kimyasal tayinlerde kullanılmak üzere ayrılmıştır.

3.2.2. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Toprak örnekleri laboratuvara getirildikten sonra serilerek oda sıcaklığında bir süre kurutulmuştur. Daha sonra etüvde 50°C'de 24 saat kurutulmuş ve agat havan yardımıyla öğütülmüştür. 80 mesh'lik eleklerden geçirilen toprak örnekleri paketlenerek analize gönderilmiştir.

3.2.3. Parlak Kesit ve Parlatılmış İnce Kesitlerin Hazırlanması ve İncelenmesi

Çalışılan maden sahalarında geniş yayılıma sahip cüruf örneklerinin mineral birlikteliğini belirlemek maksadıyla parlak kesitler ile parlatılmış ince kesitler hazırlanmıştır. Parlak kesit örnekleri amaca uygun olarak belirlenen boyutlarda kesilmiş ve çeşitli boyutlardaki tozlar kullanılarak aşındırılmış ve 0.1 mikron alüminyum oksit tozu ile uygun yüzeyleri parlatılmıştır.

Parlatılmış ince kesit yapmak için parlatılan yüzeyler 1 mm kalınlığında ve 2x5 cm boyutunda bir cam üzerine epoxy kullanılarak yapıştırılmıştır. Daha sonra cam üzerine yapıştırılmış kayaç dereceli aşındırıcılar yardımıyla 0,2-0,3 mm kalınlığa kadar inceltilmiş ve bu yüzeyleri de alüminyum oksit tozu kullanılarak parlatılmıştır.

Hazırlanan parlatılmış ince kesitler Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Araştırma Mikroskopisi Laboratuvarı'nda polarizan mikroskopta incelenmiş, dokusal ve mineralojik tanımlamalar yapılmıştır. Cüruf örneklerinden hazırlanan parlak kesitler üstten aydınlatmalı cevher mikroskopisi ile incelenmiş, mineral parajenezi belirlenmiştir.

3.2.4. Cüruf Örneklerinin Analize Hazırlanması

Cüruf örnekleri ana, iz ve nadir toprak element analizleri için petrografik incelemeleri yapıldıktan sonra Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Örnek Hazırlama Laboratuvarı'nda analize hazırlanmıştır. Kimyasal analizlerde kullanılmak üzere seçilmiş 300-400 gr cüruf örnekleri çeneli kırıcıdan geçirildikten sonra, Tungsten-karbitten yapılmış halkalı öğütücüde 200 mesh tane boyutuna kadar öğütülmüş ve çeyrekleme yöntemiyle yaklaşık 50 gr toz örnek kimyasal analizler için ayrılmıştır.

3.2.5. Taramalı Elektron Mikroskopisi (SEM) ve EDX Analizleri İçin Örnek Hazırlanması

SEM incelemeleri için iki tip örnek kullanılmış olup bunlardan ilki yumuşak, el ile kırılabilir nitelikteki ikincil sülfat mineralleridir. Bu numunelerden yükseklikleri 15 mm çapları ise 25 mm'yi geçmeyecek parçalar koparılmıştır. Parçaların koparılması esnasında doğal engebeli yüzeylerinin bozulmamasına özen gösterilmiştir. İkinci tür örnekler ise mikroprop çalışmalarında kullanılan parlatılmış cüruf örnekleridir.

3.2.6. Mikrobiyolojik Çalışmalar

Bu kısım mikrobiyolojik çalışmalar kısmında anlatılacaktır.

3.3. Analitik Yöntemler

3.3.1. Kimyasal Analizler

İlk dönem örneklemesinde 105 adet su örneğine ana katyon ve iz element analizi yaptırılmıştır. İkinci örneklemede ise 67 adet su örneğine ana katyon ve iz element analizi yaptırılmıştır. Analizler ICP-MS cihazıyla ACME Analiz Laboratuvarı'nda (Kanada) yaptırılmıştır. Analiz öncesi su örnekleri seyreltilerek içerisindeki çözünmüş katı miktarı (tçk) % 0.1'in altına düşürülmüştür. Analiz edilen elementlere ait dedeksiyon limitleri Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3. 2. Su örneklerinde analiz edilen elementlere ait dedeksiyon limitleri

Dedeksiyon Limitleri	Katyonlar
0.05 µg/l	Ag, Au, Ba, Be, Bi, Cd, Ga, Ge, Ir, Os, Ru, Sb, Sn, Te, Th, Mn
0.5 µg/l	As, Cr, Se, Zn
5 µg/l	B, Br
0.01 µg/l	Ce, Cs, Dy, Er, Eu Gd, Ho, In, La, Lu, Nb, Nd, Pr, Pt, Rb, Re, Rh, Sr, Tb, Tl, Tm, Y, Yb
0.02 µg/l	Co, Hf, Sm, Ta, U, W, Zr
0.1 µg/l	Cu, Hg, Li, Mo, Pb
0.2 µg/l	Ni, Pd, V
20 µg/l	P
10 µg/l	Ti, Fe
1 µg/l	Sc, Al
1 mg/l	S ve Cl
40 µg/l	Si
50 µg/l	Ca, K, Mg, Na

Toplam 88 adet dere kumuna ve 10 adet cüruf örneğine ana oksit, iz ve nadir toprak element analizleri yaptırılmıştır. Örneklerin ana oksit analizleri İndüktif Eşleşmiş Plazma (Inductively Coupled Plasma)- Atomik Emisyon Spektrometre (ICP-AES) yöntemi, nadir toprak ve iz element analizleri İndüktif Eşleşmiş Plazma, Kütle Spektrometre (ICP-MS) yöntemiyle yapılmıştır. Ana oksit ve nadir toprak element analizlerinde 0.2 gr örnek 1.5 g $\text{LiBO}_2 / \text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 'de eritilmiş ve %5'lik 10 ml HNO_3 içinde çözüldürülmüştür. Ana oksitler %, nadir toprak ve iz elementler ise ppm cinsinden ölçülmüştür. İz element analizlerinde 0.5 gr örnek 3ml'lik (1-1-1 HCl-HNO₃-H₂O) kral suyunda 95°C'de 1 saat bekletilmiş ve % 5 HCl'le 10ml'ye seyreltilerek ölçümler yapılmıştır. Ana oksitlere ait dedeksiyon limitleri; Fe₂O₃ için % 0.04; SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, MnO, Ti₂O, P₂O₅ için % 0.01; Cr₂O₃ için % 0.002; C ile S için % 0.02 ve LOI (ateşte kayıp) için % 0.1'dir. İz ve nadir toprak elementler için; Ba, Be, Sn ve Zn için 1 ppm; Cs, Hf, Nb, Rb, Ta, U, Zr, Y, La, Ce, Mo, Cu, Pb, Ni, Cd, Sb, Bi, Ag ve Tl için 0.1 ppm; Co ve Th için 0.2 ppm; Ga, Se, Sr, W ve As için 0.5 ppm; Au için 0.5 ppb; Sm, Gd, Dy ve Yb için 0.05 ppm; V için 8 ppm; Eu, Ho ve Pr için 0.02 ppm; Nd için 0.3 ppm; Er 0.03 ppm; Tb ve Lu, Hg, Tm, için ise 0.01 ppm'dir.

Toprak örneklerine ait element analizleri ACME laboratuvarında yapılmıştır. 1'er gram örneklerden alınarak 1 saat süreyle 6 ml (2-2-2) HCl-HNO₃-H₂O çözeltisinde 95°C sıcaklıkta çözüldürülmüş ve ICP-MS tekniği ile analiz edilmiştir. Analiz edilen elementlere ait dedeksiyon limitleri Mo, Cu, Pb, Cd ve Y için 0.01 ppm; Zn, Ni, Co, As, U,

Th, W, Sc, Se, Ga, Ge, Rb, Sn, Zr, Ce, Be ve Li için 0.1 ppm; Ag ve Pt 2 ppb; Au için 0.2 ppb; Pd 10 ppb; Sr, La, Cr ve Ba, 0.5 ppm; Sb, Bi, Tl, Te, Cs, Hf, Nb ve In için 0.02 ppm; Mn ve B için 1 ppm; V için 2 ppm; Hg için 5 ppb; Fe, Ca, Mg, Al ve K için % 0.01; P, Ti ve Na için % 0.001; S için % 0.02, Ta için 0.05 ppm ve Re için 1ppb'dir.

3.3.2. XRD Analizleri

XRD incelemeleri, ayrışma örnekleri (ikincil sülfat örnekleri) ile cüruf örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Örnekler agat havan içerisinde öğütülerek toz haline (<170 mesh) getirilmiş; yaklaşık 1gr kadar alınarak, XRD aletinin örnek kalıbına konulmuş ve bastırılarak sabitlenmiştir. XRD incelemeleri Karadeniz Teknik Üniversitesi Fizik Bölümü Katı Hal Fiziği Laboratuvarı'nda Rigaku marka DMAX IIIC model X ışınları difraktometresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. XRD incelemelerinde kullanılan aletsel koşullar şunlardır: Anot: Cu ($\text{CuK}_\alpha=1.54059\text{\AA}$), Filtre: Ni, Gerilim: 35 kV, Akım: 15 mA, Ganyometre Hızı: 2°/dak., Kağıt Hızı 2 cm/dak., Duyarlılık: 4.102, Zaman sabiti: 1 sn, Yarıklar: 1°-0.1-1°, Ölçüm aralığı: $2\theta=5-60^\circ$ 'dir.

Ayrıca su içerisinde süspansiyon halinde bulunan Fe'li oksit/hidroksit/sülfatlar oda sıcaklığında kurutulmuş ve farklı bir anot ile incelemek üzere Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji Laboratuvarı'nda bulunan XRD ile analiz edilmiştir.

Difraktogramlarda mineral çözümlenmeleri J.C.P.D.S. (1990) kartları ve internet kaynakları (URL-1, 2014) kullanılarak yapılmıştır. Belirlenen minerallerin pik şiddetleri Gündoğdu (1982) tarafından ifade edilen minerallerin kütleli absorpsiyon katsayısına bağlı olarak hesaplanan yanıt oranlarına bakılarak elde edilmiştir. Minerallerin % miktarı;

$$\%W_i = \frac{K_i I_i}{[(K_i I_i) + (K_z I_z) + \dots]} * 100 \quad (3.3)$$

denklemleri vasıtasıyla hesaplanmıştır. Burada;

i, z, \dots : örnekte bulunan mineralleri,

W_i : i mineralin örnekteki yüzdesini,

K_i : i minerale ait yanıt oranı veya absorpsiyon katsayısını,

I_i : i mineralin difraktogramdaki pik boyutunu (cm) ifade etmektedir.

3.3.3. SEM-EDX Analizleri

SEM incelemeleri ve EDX (energy dispersive X-ray) analizleri Karadeniz Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Taramalı Elektron Mikroskopisi Laboratuvarı'nda yapılmıştır. İncelemelerde ZEISS EVO-LS 10 marka elektron mikroskobu kullanılmıştır. İncelemesi yapılacak örnekler EMITECH SC7620 Sputter marka kaplama ünitesinde Au ile kaplanmıştır. SEM'de incelenen örnekler üzerinde mikro fotoğraf çekimleri yapılmış ve gerekli görüldüğü durumlarda EDX analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.3.4. Mikroprob Analizleri

Elektron mikroprop analizleri (EPMA) Montan Leoben Üniversitesi (Leoben, Avusturya)'nde bulunan Jeol JXA8200 marka 5 tünelli dalga boyu dağıtıcı spektrometreler ile donatılmış elektron mikroprob cihazı ile yapılmıştır. Aletsel koşulları 40° bitirme açısı ve 20 kVe bomlama enerjisidir. Bombalama akımı 10 nA ve ışın çapı olarak 1 µ kullanılmıştır. EPMA analizlerinde kullanılan tüm örnekler Cressington marka karbon kaplama cihazı ile karbon kaplanmıştır.

Tüm minerallerin ölçümlerinde kalibrasyon standardı olarak doğal ve sentetik mineraller kullanılmıştır. Silikat minerallerinin analizlerinde; F, Al, Si, Ca, Fe, Mg, K, Mn, Na, Ti, Cr, Cl ve Zn için sayma zamanı 15 sn, sülfürlü minerallerinin analizlerinde Sn için 30 sn, Hg ve Te için 20 sn, As, Sb, S, Au, Fe, Se, Bi, Ag, Cu, Pb, Cd, Zn, Ni ve Co için 15 saniye olarak seçilmiştir. Oksitli cevher minerallerinde ise sayma zamanı Mg V, Ti, Au, Fe, Al, Cr ve Cu için 15 saniye Mn ve Ni için 10 saniye olarak belirlenmiştir.

Mikroprob çalışmaları sırasında ölçülecek noktalar geri saçınımlı elektron görüntüsü (BSE) altında minerallerin atomik ağırlıklarındaki farklılıklar göz önüne alınarak belirlenmiştir.

3.4. Büro Çalışmaları

Büro çalışmaları esnasında arazi, laboratuvar çalışmaları ve kimyasal analizler sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır. Örnek noktalarına ait

GPS ölçümleri grafiklendirilmiştir. Bu grafik topoğrafik harita ile karşılaştırılarak harita, çizim programları kullanılarak çizilmiştir. Petrografik, mineralojik ve kimyasal analiz sonuçlarından elde edilen veriler çeşitli paket programlar yardımı ile değerlendirilmiş, grafiksel gösterimler elde edilmiş ve yorumlamalar yapılmıştır.

Arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları sonucu elde edilen veriler birleştirilerek yorumlanmış ve tez yazımında “KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kuralları”na uyulmuştur.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Cürufların Kimyasal Bileşimi ve Mineralojik Bileşimi

4.1.1. Cürufların Kimyasal Bileşimi

Çalışılan Karaerik (300.000 ton), Karılar (15.000 ton), Ağalık (60.000 ton), Lahanos (50.000 ton), Kızılkaya (50.000 ton) ve Killik maden sahaları etrafında önemli miktarda cüruf yığınları bulunmaktadır (Kovenko, 1943). Bu maden sahalarından alınan cüruf örneklerinden ana oksit ve iz element analizi yapılmıştır (Tablo 4.1). Cüruf örnekleri başlıca SiO_2 (% 20.53- % 26.71), Fe_2O_3 (% 50.24- % 66.53), Al_2O_3 (% 1.84- 7.23) ve CaO (% 0.21- % 3.69) bileşenlerinden oluşmaktadır. Bu ana bileşenlere göre cüruf örnekleri $\text{FeO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ ve CaO-FeO-SiO_2 üçgen diyagramlarında grafiklendirilmiştir (Şekil 4.1 a ve b). Bu ana oksitlere ilave olarak cürufların yapısında çok önemli oranlarda Ba (% 2.48- % >5), Cu (% 0.31- % >1), Zn (% 0.18- % >1) ve Pb (% 0.02- % >1) bulunmaktadır (Tablo 4.1). Bu elementler cüruflar içerisinde başlıca mineral gruplarının (silikat, oksit, sülfür) ve metalik bileşiklerin yapısında yer almaktadır. Analizi yapılan bazı cüruf örneklerinde oksit bileşenlerinin toplamı düşük çıkmaktadır. Bu örnekler Ba, Cu, Pb ve Zn gibi metalik bileşenlerin yüksek oranlar sunduğu örneklerdir.

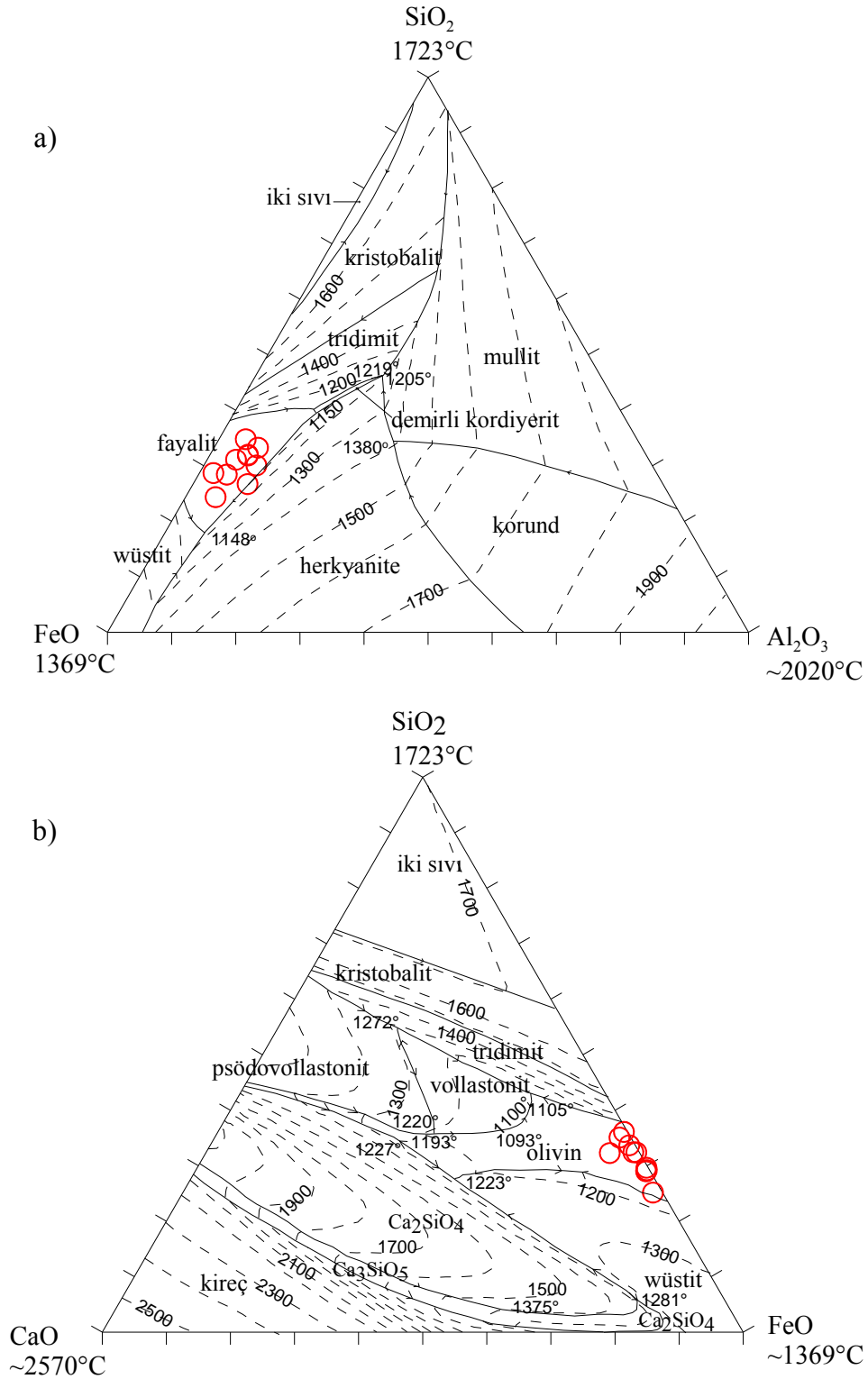
Maden sahalarından alınan cüruf örneklerinin kimyasal analiz sonuçları birbirine benzemektedir. Cüruflar içerisindeki %0.76 ile %5.05 arasında değişen S konsantrasyonları, cüruflar içinde metalik bileşenlerin sülfürlü fazlar halinde de ($\text{Fe}_{(1-x)}\text{S}$, Cu_5FeS_6 , CuS) bulunduğunu göstermektedir. Mineralojik gözlemler bu durumu doğrulamaktadır.

Cüruf örneklerinin bileşimleri faz diyagramlarında düşük eritme alanına düşmektedir (Şekil 4.1 a ve b). Cüruf örneklerinin $\text{FeO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ ve CaO-FeO-SiO_2 üçgen diyagramlarında düştüğü alanlar eritme sıcaklığının 1200°C civarında olduğunu göstermektedir. Fayalitik bölgeden FeO köşesine doğru teorikteki eritme sıcaklıkları 1150 ile 1250°C arasındadır. Bu sıcaklık değeri Davenport vd., (2002)'ye göre Cu eritme fırın sıcaklıklarına karşılık gelmektedir. Bu durum demir eritme çalışmaları ve tüm örneklerdeki mikroskobik gözlemlerde serbest wüstit dendritlerinin varlığı ile iyi bir uyum içindedir.

Tablo. 4.1. Cüruf örnekleri toplam kimyasal bileşimi

Örn. No	KRC1	KRC2	KRC3	KRC4	KRC5	KRC6	KRC7	KRC8	KRC9	KRC10
Örn. Yeri	Karaerik Madeni	Karaerik Madeni	Karaerik Madeni	Karılar Madeni	Ağalık Madeni	Lahanos Madeni	Kızılkaya Madeni	Kızılkaya Madeni	Killik Madeni	Killik Madeni
%										
SiO ₂	24.33	25.73	22.74	22.39	26.71	20.53	25.45	25.1	25.08	21.59
Al ₂ O ₃	1.84	7.01	7.23	3.24	3.2	3.95	4.77	5.16	4.63	3.34
Fe ₂ O ₃	65.19	58.78	61.35	51.56	52.12	66.53	55.24	50.24	54.13	56.75
MgO	0.34	1.14	1.18	0.19	0.24	0.47	2.63	0.93	0.58	0.17
CaO	0.37	0.74	0.52	0.33	0.42	1.23	3.69	1.27	0.7	0.21
Na ₂ O	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.06	0.07	0.05	0.07	0.05
K ₂ O	0.34	0.67	0.55	0.79	0.65	0.89	0.95	0.72	0.56	0.78
TiO ₂	0.14	0.26	0.26	0.31	0.14	0.28	0.18	0.2	0.19	0.14
P ₂ O ₅	0.07	0.1	0.08	0.13	0.05	0.2	0.15	0.16	0.11	0.1
MnO	0.05	0.14	0.19	0.02	0.04	0.07	0.11	0.09	0.08	0.02
Cr ₂ O ₃	0.003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
AK	-0.7	-2.4	-2.8	-0.4	-2.8	-2.1	-3	-3.3	0.1	10.5
Toplam	92.02	92.21	91.33	78.57	80.76	92.16	90.23	80.66	86.23	93.67
Toplam C	0.05	0.06	0.02	0.1	0.08	0.22	0.11	0.26	0.82	2.04
Toplam S	2.26	0.76	1.25	5.05	2.98	2.09	1.11	1.6	2.03	2.22
Toplam	94.30	93.02	92.59	83.73	83.85	94.42	91.46	82.48	89.08	97.91
ppm										
Ag	14.2	2.6	4.5	94.5	71.5	2.1	7.8	17	5.7	14.4
Au (ppb)	24.5	11.3	15	973.1	61.7	8.9	17.9	13.2	4.1	1.6
As	61.7	23.1	18.3	1096.8	459.3	51.3	61.8	160.5	40.5	134.9
Ba	24842	47950	>50000	>50000	>50000	44632	43858	>50000	>50000	45820
Bi	4.4	1.2	0.9	38.6	2.4	5.8	3.2	3.4	1.2	14.5
Cd	3.3	0.8	0.3	<0.1	2.9	1	1.5	1.3	4.5	0.1
Co	342.1	438.6	220.9	2.4	3.4	17.6	1.5	2.5	1.7	26.2
Cu	>10000	>10000	>10000	>10000	3052.6	>10000	>10000	>10000	>10000	4105.5
Hg	0.01	0.02	0.02	0.2	0.04	<0.01	0.32	0.17	0.04	0.08
Mo	268.8	192.7	140.3	295.4	53.9	124.4	152.1	134.1	110.5	121.5
Ni	2.7	5.8	3.8	7.8	1.2	2.7	3.3	4	2.4	2.7
Pb	321	425.7	222.6	>10000	>10000	461	378	1124.3	559.1	572.8
Sb	1.4	1.9	1.4	223.9	9.1	1	1.3	5.5	2.3	13.7
Sr	400.6	759.8	839.9	2173.2	1789.4	742.1	847.8	1955	1768	741.6
V	15	35	31	72	37	44	58	45	31	63
Zn	7100	4749	3637	2028	1835	5763	>10000	>10000	>10000	3139

Fe₂O₃*, Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. A.K. (Ateşte Kayıp): Toplam uçucu içeriği.



Şekil 4.1. Cüruf örneklerinin a) FeO-Al₂O₃-SiO₂ ve b) CaO-FeO-SiO₂ üçgen diyagramları üzerinde gösterilmesi. Faz sınırları ve izoterm (°C) Levin vd., (1964) alınmıştır.

4.1.2. Cürufların Mineralojik Bileşimi

Cürufların mineralojik birlikteliğini ortaya koymak için petrografik incelemeler ile tüm kayaç XRD çekimi, EPMA ve SEM çalışmaları yapılmıştır. Cüruflar başlıca silikat, oksit, sülfid ve metalik fazlar ile ayrışma sonucu gelişen ikincil mineral fazlarını içermektedir (Tablo 4.2). Silikatlar, başlıca olivin grubu mineralleri, Ba-K' lu feldispat grubu mineralleri (celsian, cimrit) ile andremeyerit minerallerini içermektedir. Belirlenen başlıca oksit fazları wüstit, manyetit, götit- lepidokrozit, hematit, limonit ve kuprittir.

Tablo 4.2. Cüruf örneklerinde XRD, petrografik incelemeler EPMA ve SEM kullanılarak belirlenen mineraller ve bolluk dereceleri

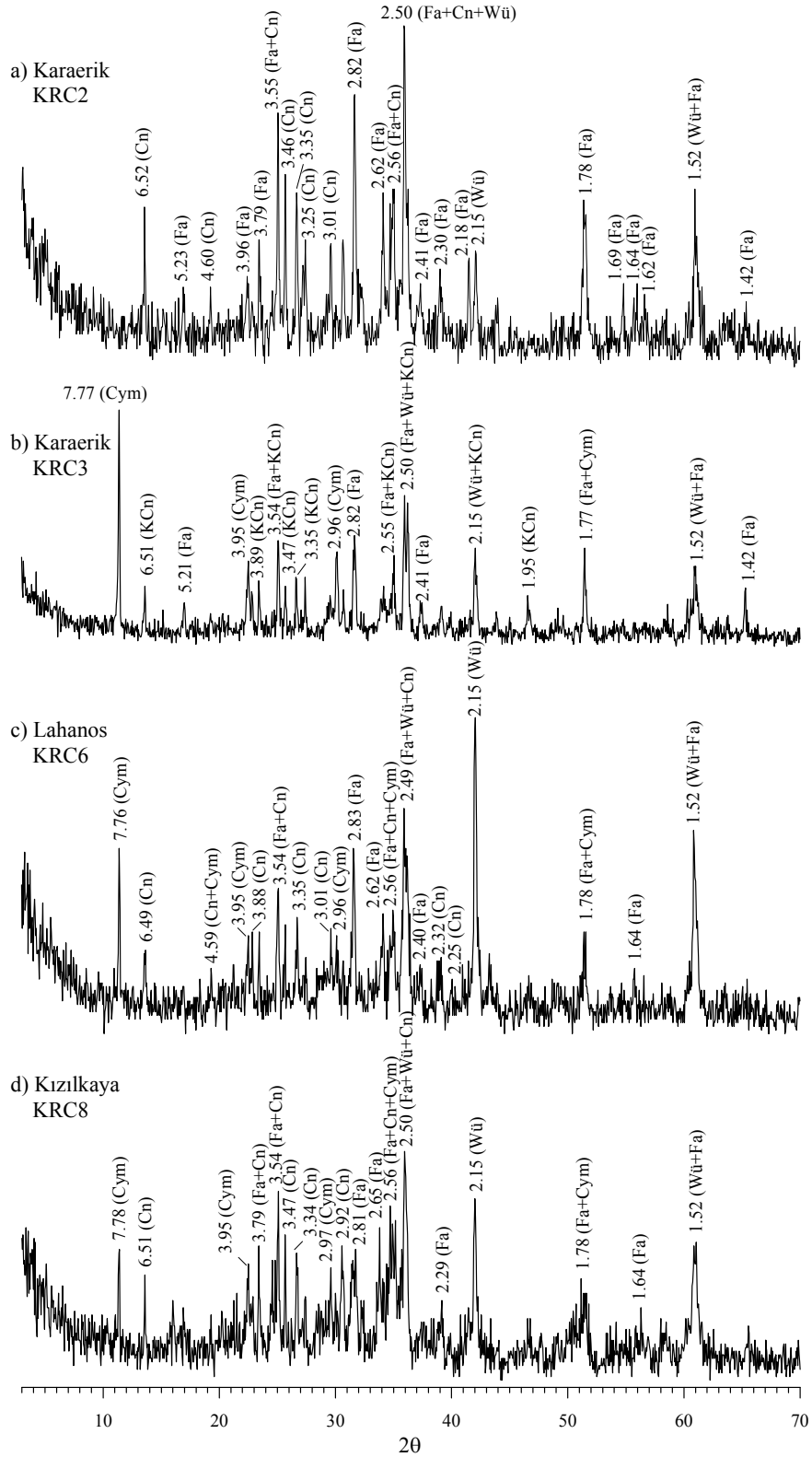
Grup	Mineral adı	Kimyasal Bileşim	Karaerik	Karılar	Ağalık	Lahanos	Kızılkaya	Killik	
Silikatlar	Fayalit	Fe ₂ SiO ₄	****	**	***	***	***	**	
	Andremeyerit	BaFe(Fe, Mn, Mg)Si ₂ O ₇	*	****	****	*	*	***	
	Celsian	BaAl ₂ Si ₂ O ₈	***	***	**	**	***	****	
	Cimrit	K _{0.18} Ba _{0.81} Al _{1.90} Si _{2.11} O ₈							
		BaAl ₂ Si ₂ O ₈ .H ₂ O(?)	**	*	*	**	**	**	**
Oksitler	Wüstit	FeO	***	*	*	****	****	****	
	Manyetit	Fe ₃ O ₄		*	*			**	
	Titanomanyetit	Fe ⁺² (Fe ⁺³ ,Ti) ₂ O ₄		iz					
	Götit	Fe ⁺⁺⁺ O(OH)		*	*				
	Lepidokrozit	FeO(OH)		*	*				
	Hematit	Fe ₂ O ₃		*				*	
	Limonit	FeO(OH).nH ₂ O		*					
	Kuprit	Cu ₂ O						**	
	Pirotin	Fe _(1-x) S	*	*	*	*	*	*	
	Kalkopirit	CuFeS ₂	*	*	*	*	*	*	
Sülfürler	Bornit	Cu ₅ FeS ₄		*					
	İdayit	Cu ₅ FeS ₆	*	*	*	*	*	*	
	Dijenit	Cu ₉ S ₅	*	*		*			
	Kovellin	CuS	*	*	*	*	*	*	
	Kalkosin	Cu ₂ S	*	*					
	Sfalerit	ZnS					*	*	
	Galen	PbS		*	*				
	Pirit	FeS ₂	iz						
Nabit metallar	Bakır	Cu	iz					iz	
	Altın	Au					iz		
Diğer	Metal bileşik	Cu,Zn (FeS)-PbBaSO				iz	iz	iz	

Göreceli bolluk: **** en baskın, *** baskın, ** yaygın, * çok az, iz iz oranda

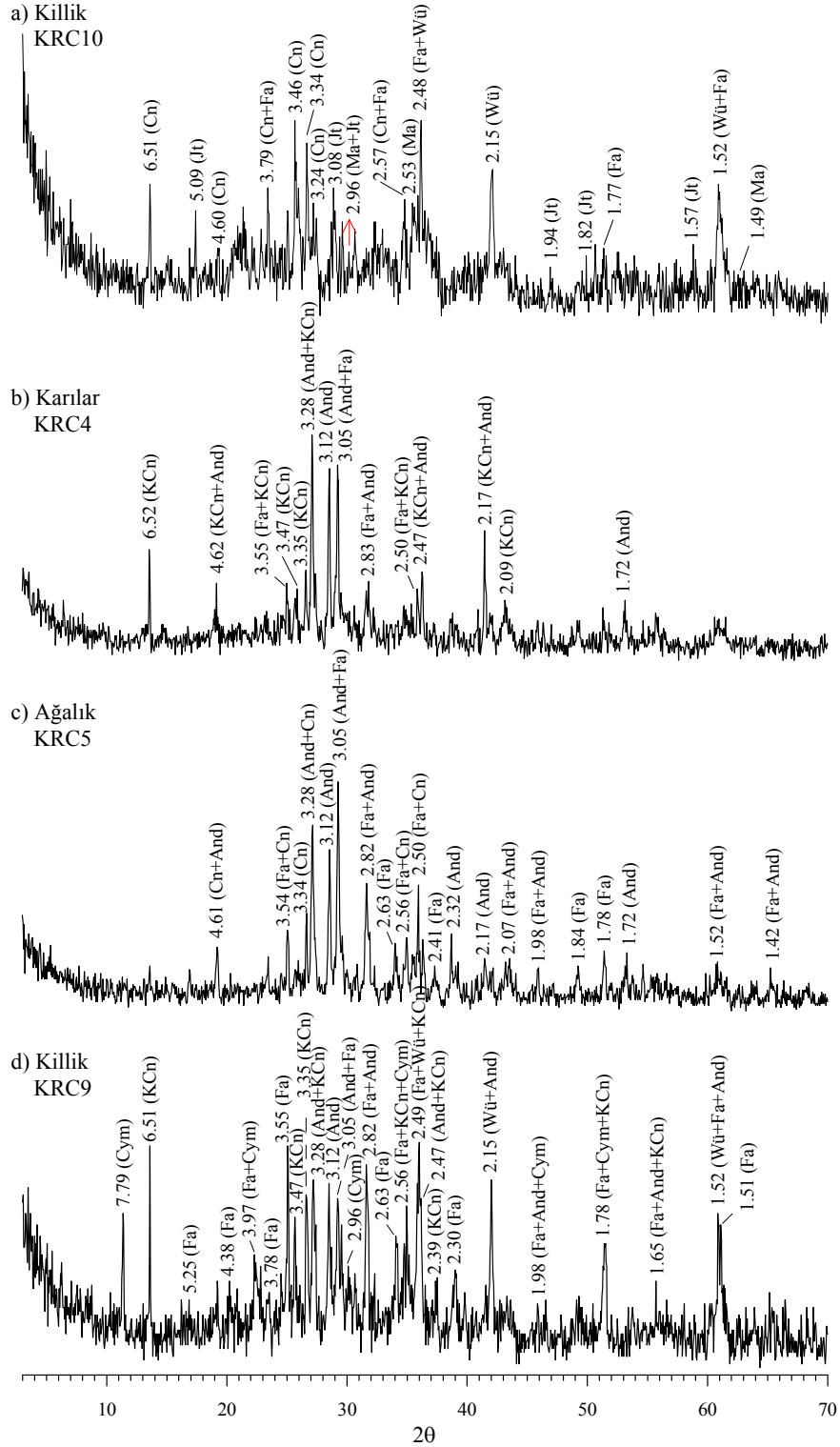
Cüruflar içerisinde sülfürler ya tek mineral ya da çoklu mineral grupları şeklinde bulunurlar. Ayrıca bazı örnekler iz oranda nabit bakır ve altının yanı sıra çeşitli metaller arası bileşikler de (Cu, Zn (FeS), PbBaSO içermektedir. Zira, cevher örneklerinin ergitme amaçlı ısıtılması esnasında oluşan yüksek sıcaklık ortamında (1150-1250°C) sülfürlü mineraller ergitilirken bazı farklı yeni bileşiklerin oluşması da sağlanmıştır. Bu yeni bileşikler ergitilme esnasında oluştuğu gibi soğuma esnasında da oluşmuş olabilir. Bu nedenle cüruflar içinde bileşimi belirlenmiş olan mineraller yanında tam bileşimi belirlenememiş olan mineraller de bulunmaktadır. Cürufların ayrışması-bozunması sonucu çeşitli ikincil mineraller de cüruf yüzeylerinde gelişmektedir.

4.1.2.1. Cürufların XRD İncelemeleri

Cüruf örneklerinin mineral parajenezini ortaya koymak için tüm kayaç XRD çekimleri yapılmıştır. Silikat mineralleri cüruflar içerisinde en baskın bulunan mineral grubu olarak belirlenmiştir (Şekil 4.2 ve 4.3). Olivin grup minerallerinden fayalit tüm maden sahalarına ait cüruf örneklerinde bolca bulunmaktadır. Difraktogram çözümlenmeleri sonucunda olivin mineralinin fayalit uç üyesine ait pikler (d değeri 2.49-2.50) tüm örneklerde elde edilmiştir (Şekil 4.2 a, b, c, d ve Şekil 4.3 a, b, c, d). Benzer şekilde bir diğer yaygın silikat minerali olan feldispat grubuna ait celsian ($BaAl_2Si_2O_8$) minerali de incelenen tüm maden cüruflarında belirlenmiş olup, iki farklı formüle sahiptir. İlki $BaAl_2Si_2O_8$ ikincisi ise $K_{0.18}Ba_{0.81}Al_{1.90}Si_{2.11}O_8$ ' dir. Kimyasal formülü itibariyle celsian mineraline benzeyen cimrit (cimrit; $BaAl_2Si_2O_8 \cdot H_2O(?)$) belirlenen diğer silikat mineralidir. Cimrit, Karılar ve Ağalık maden sahaları haricindeki diğer tüm maden sahalarında difraktogram çözümlenmeleri sonucunda tespit edilmiştir. Baryum içeren diğer bir faz olan Andremeyerit ($BaFe(Fe, Mn, Mg)Si_2O_7$) difraktogram çözümlenmeleri sonucunda Karaerik, Lahanos ve Kızılkaya maden sahalarındaki cüruf örneklerinde tespit edilmemiştir (Şekil 4.2 a, b, c, d). Buna karşın Karılar, Ağalık ve Killik maden sahalarından alınan örneklerde andremeyerit baskın mineral olarak bulunmaktadır (Şekil 4.3 b, c, d). Silikat minerallerinin yanı sıra oksit mineralleri de difraktogram çözümlenmelerinde yaygın olarak bulunmaktadır. Wüstit (FeO) Lahanos, Kızılkaya ve Killik maden sahalarından alınan örneklerde en baskın mineral olarak görülmektedir (Şekil 4.2 c, d ve Şekil 4.3 d). Wüstitin yanı sıra az oranda da olsa belirlenen diğer oksit minerali manyetit olup, sadece Killik madenine ait cüruf örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 4.3 a).



Şekil 4.2. Karaerik (a) ve (b), Lahanos (c) ve Kızılkaya (d) maden sahalarından alınan cüruf örneklerinin tüm kayaç X-ışınları difraktogramları (Fa, fayalit; Cn, celsian ($BaAl_2Si_2O_8$); KCn, celsian ($K_{0.18}Ba_{0.81}Al_{1.90}Si_{2.11}O_8$); Cym, cimrit; Wü, wüstit)

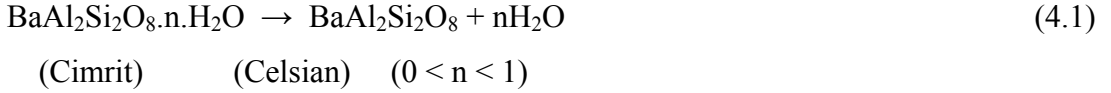


Şekil 4.3. Killik (a), Karılar (b), Ağalık (c) ve Killik (d) maden sahalarından alınan cüruf örneklerinin tüm kayaç X-ışınları difraktogramları (Fa, fayalit; Cn, celsian ($BaAl_2Si_2O_8$); KCn, celsian ($K_{0.18}Ba_{0.81}Al_{1.90}Si_{2.11}O_8$); Cym, cimrit; Wü, wüstit; Ma, manyetit; Jt, jarosit)

4.1.2.2. Cürüfların Petrografik İncelemeleri

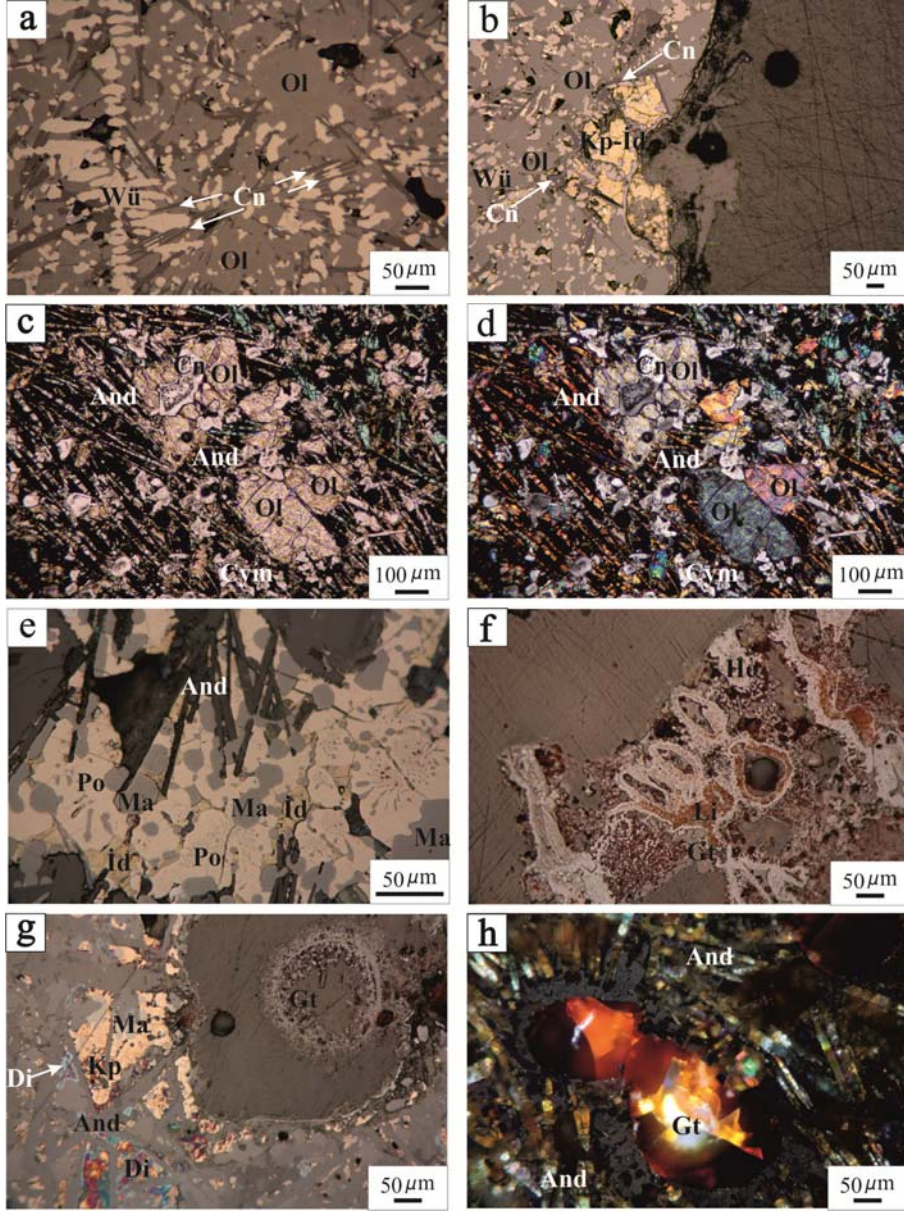
Cüruf örneklerinde yaygın olarak gözlemlenen wüstit minerali ilk oluşan fazdır. Cüruf eriyiğinin katılma sürecinin başlangıcında, dendritik wüstit oluşur (Şekil 4.4 a ve b). Eriyiğin soğuması devam ettikçe ince uzun çubuk şeklinde gözlenen andremeyeritler oluşur. Andremeyerit, tek nikolde renksiz ya da açık yeşil renkte olup, çift kırıcılığı yüksek bir mineraldir ve kristallerinin uzunluğu 0.75 mm' ye kadar ulaşmaktadır (Şekil 4.4 c ve d).

Bu birlikteliğe eşlik eden diğer silikat mineralleri celsian ve cimrit' tir. Deneysel çalışmalar cimrit mineralinin alkali koşullar altında barit mineralinden oluştuğunu ve celsian+su dönüşümünün yaklaşık 300° C'de ve 3 kb (veya düşük basınçta daha düşük sıcaklıklarda) olduğunu göstermektedir (Hsu, 1994). Artan basınç ile celsian+su birlikteliği cimrit mineralini oluşturur (Mall ve Rudert, 1974; Moles, 1985; Viswanathan ve Harneit, 1989; Graham vd., 1992; Essene vd., 2005). Azalan basınç ile de reaksiyon (4.1) geriye işleyerek cimrit dehidratasyona uğrar ve celsian mineraline dönüşür.



Celsian kristallerinin uzunluğu 50-100 µm arasındadır. Celsian, cimrit mineralinden kırılma indisinin daha düşük olması, nadiren polisentetik ikizlenme göstermesi ve yer yer hegzagonal şekillenmesiyle ayrılır. Bazı örneklerde incecik uzun iğnemsî kristal şekilleri göstermektedir (Şekil 4.4 a ve b). Genellikle wüstit ile mirmekitik doku oluşturmaktadır (Şekil 4.4 b). İnce kesitte cimrit minerali celsian mineraline benzemektedir. Cimrit mineraline ait kristaller genellikle ince plaka benzeri veya dikdörtgen şeklinde olup (20 ile 50 µm) parke dokusu gösterir (Şekil 4.4 c ve d). (001) yüzeyine paralel gelişmiş belirgin ve bazen de daha az belirgin dilinimlere sahiptir. Cimrit tek eksenli negatiftir, renksizdir, rölyefi orta düzeydedir ve çift kırıcılığı düşüktür (Moro vd., 2001).

Olivin mineralleri çoğunlukla dörtgenimsî şekilli ve bazen birkaç mm uzunluğunda düzensiz latalar şeklindedir. Boşluk dolgusu şeklinde gözlenen olivinler daha önceden oluşan minerallerin etrafını sarar (Şekil 4.4 a ve b). Mikroskobik gözlemler olivin mineralinin tüm cüruf örneklerinde bolca bulunduğunu göstermektedir.



Şekil 4.4. Cüruf örneklerinde belirlenen silikat, oksit ile sülfür minerallerinin mikroskobik görüntüleri. a) Dendritik wüstit ile incecik uzun iğnemsî şekilde celsian ve olivin (Killik Madeni), b) olivinden oluşan bir matriks içinde wüstit adacıkları, mirmekitik dokulu celsian ve kalkopirit-idait kalıntısı (Karaerik Madeni), c) ve d) Parke dokusu gösteren cimrit minerali ile ince uzun çubuk şeklinde andremeyerit, olivin ve celsian birlikteliği (T.N. ve Ç.N Ağalık madeni), e) pirotenin oluştuğu bir matriks içinde manyetit kemirtileri ile idait kalıntıları (Ağalık madeni), f) Götüt, hematit ve limonit birlikteliği (Karılar madeni) g) Kalkopirit mineralinin dijenit tarafından ornatılması ve götüt ile manyetit (Karılar madeni) h) Götüt mineralindeki kırmızı renkli iç yansıma ve andremeyerit (Ağalık madeni) Wü, wüstit; And, andremeyerit; Ol, olivin; Cn, celsian; Cym, cimrit; Ma, manyetit; Po, piroten; İd, idait, Ko, kovellin; Di, dijenit; Kp, kalkopirit, Cu, Nabit bakır; Gt, götüt; He, hematit; Li, limonit

Cüruf örneklerinde silikat minerallerinden sonra en yaygın olarak oksit mineralleri bulunmaktadır. En baskın oksit minerali wüstit olup, az miktarda manyetit, hematit, götit, lepidokrozit, limonit ve kuprit yer yer ona eşlik etmektedir (Şekil 4.4 e, f, g, h). Hematit ile götit kırıklar içerisinde boşluk dolgusu olarak bulunmaktadır.

Özellikle olivin bileşimli olduğu belirlenen silikat camı daha önceden oluşmuş olan fazların arasındaki boşlukları doldurur. Silikat camı, silikat ve oksit mineralleri ile birlikte sülfürlü mineraller (başlıca pirotin, kalkopirit, idayit, bornit, kovellin, dijenit) ve iz miktarda nabit bakır veya altın içerir (Şekil 4.5 a, b ve e). Metalik fazlarla ilişkili (Cu-Fe) sülfür mineralleri, kapanımlar şeklinde bulunur. Bu kapanımlar yaygın olarak damla, kabarcık veya küre şeklinde olup, büyüklükleri 1 µm - 400 µm arasında değişmektedir (Şekil 4.5 c ve d). Kapanım şeklindeki bu sülfür mineralleri (bornit, dijenit ve kovellin) arasında iç içe büyüme yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 4.5 f). Pirotin cüruf örnekleri içerisinde en yaygın bulunan sülfür mineralidir (Şekil 4.5 f).

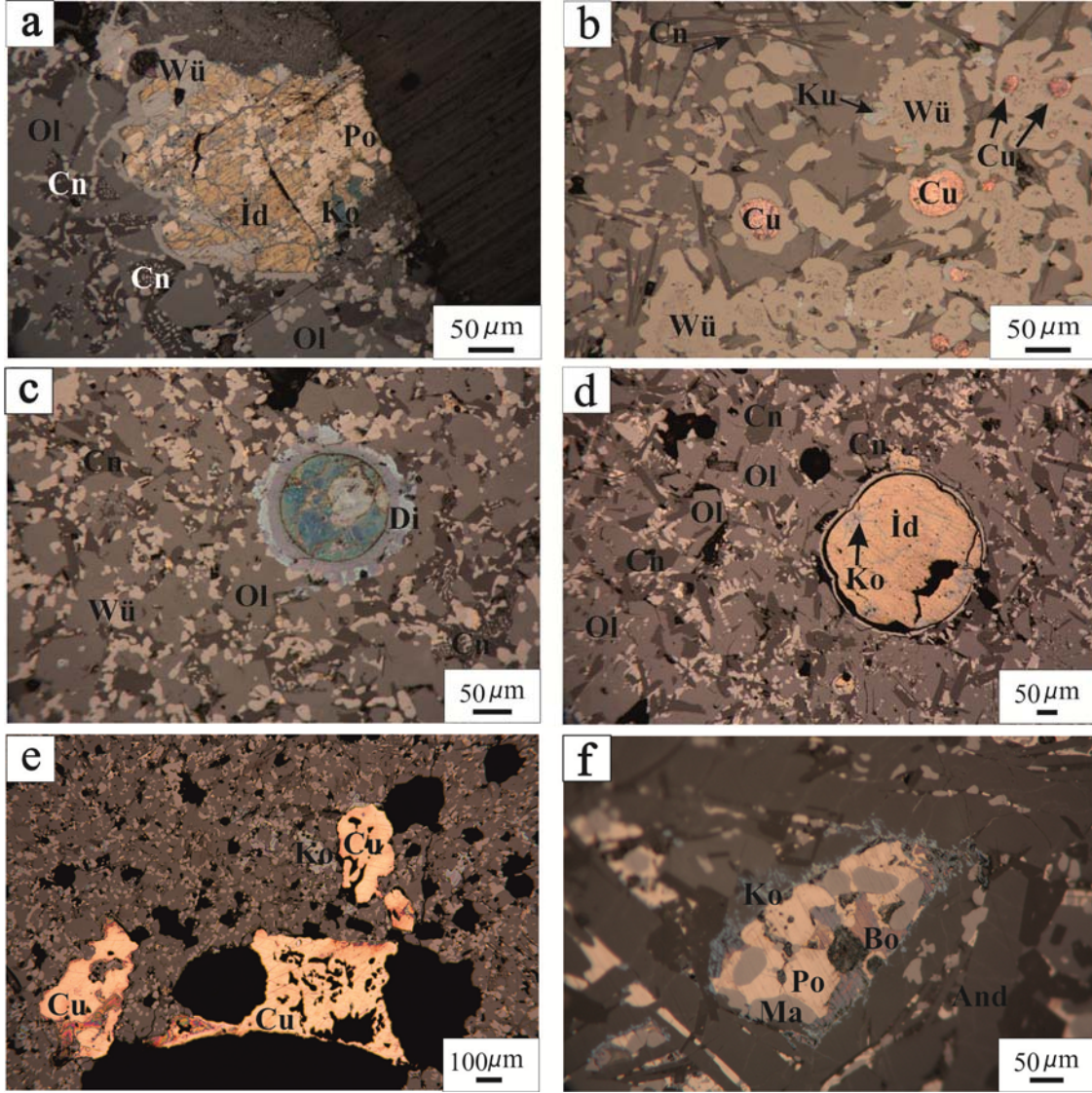
4.1.2.3. Kristal Kimyası

4.1.2.3.1. EPMA Analizleri

4.1.2.3.1.1. Olivin

EPMA analiz sonuçları, olivinlerin saf fayalit bileşiminde olduğunu göstermektedir (Tablo 4.3). Fayalitlerin bileşimleri $Fa_{92.8-97.8} Fo_{0.9-6.5} Ca-Ol_{0.4-1.2} Te_{0.1-0.2}$ arasında değişmektedir (Tablo 4.3 ve Tablo 4.4). Olivinler Karaerik madeni cüruflarında en baskın mineral olup, diğer madenlere ait cüruflarda yaygın olarak bulunmaktadır. Cüruf örneklerindeki olivinlerin kimyasal bileşimi birbirine benzer olup, bazı örneklerde belirgin miktarda (% 0.18) ZnO bulunmaktadır.

Cüruflar üzerine yapılmış önceki çalışmalar olivinin en yaygın silikat minerali olduğunu, bunların yavaş kristallenen cüruflarda büyük iskelet kristalleri ya da lataları ve su verilmiş cüruflarda ise dendiritler şeklinde bulunduğunu göstermektedir (Ettler vd., 2001; Manasse vd., 2001). Karaerik, Karılar, Ağalık, Lahanos, Killik ve Kızılkaya madenlerine ait cüruf örneklerinde de benzer durum söz konusudur.



Şekil 4.5. Cüruf örneklerinde belirlenen sülfür, silikat ve oksit minerallerinin mikroskobik görüntüleri. a) Wüstit tarafından çevrenilmiş pirotin- idayit-kovellin birlikteliği ile olivin matriksi içinde mirmekitik doku oluşturan celsian-wüstit (Kızılkaya madeni), b) Wüstit içerisinde kapanımlar şeklinde nabit bakır ve kuprit ile iğnemsli celsian oluşumları (Killik Madeni), c) Olivin bileşimindeki silikat camı içerisinde küresel şekilli dijenit kapanımı (Kızılkaya madeni), d) Olivin bileşimindeki silikat camı içerisinde wüstit tarafından çevrenilmiş küresel idayit kapanımı ile onu kesen kovellin (Lahanos madeni), e) Nabit bakır ile kovellin (Karaerik madeni), f) Andremeyerit bakımından çok yoğun bir ortamda kalıntı pirotin adacığının manyetit tarafından ornatılması ve ikincil bornit ve kovellin gelişimi (Karılar madeni). Wü, wüstit; And, andremeyerit; Ol, olivin; Ma, manyetit; Po, pirotin; İd, idayit, Ko, kovellin; Di, dijenit; Bo, bornit; Cu, Nabit bakır; Ku, kuprit

Tablo 4.3. Karaerik, Karılar ve Ağalık madenleri cüruf örneklerinde belirlenen olivinlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek No	Karaerik Madeni				Karılar Madeni			Ağalık Madeni		
	KRC2-1	KRC2-2	KRC3-1	KRC3-2	KRC4-1	KRC4-2	KRC4-3	KRC5-1	KRC5-2	KRC5-3
SiO ₂ (%)	30.59	31.60	31.47	31.39	31.62	31.56	31.61	31.91	31.75	30.63
TiO ₂	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.02	0.05	0.05
Al ₂ O ₃	0.04	0.04	0.04	0.00	0.02	0.06	0.02	0.03	0.01	0.11
Cr ₂ O ₃	0.00	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO (*)	64.50	64.78	64.79	64.36	65.22	66.66	65.86	66.07	65.10	67.15
MnO	0.14	0.11	0.13	0.13	0.07	0.10	0.12	0.13	0.09	0.11
MgO	2.47	2.25	2.41	2.49	2.11	0.34	1.77	1.58	2.30	0.44
CaO	0.23	0.24	0.25	0.22	0.27	0.64	0.28	0.32	0.28	0.54
K ₂ O	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	0.00	0.09	0.11	0.04	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02	0.02
ZnO	0.18	0.02	0.09	0.00	0.07	0.11	0.07	0.02	0.10	0.13
Toplam	98.17	99.17	99.29	98.66	99.38	99.52	99.74	100.12	99.71	99.18
Formül 4 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.										
Si	1.035	1.059	1.053	1.055	1.058	1.067	1.057	1.063	1.058	1.041
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.001	0.001	0.001
Al	0.002	0.002	0.002	0.000	0.001	0.002	0.001	0.001	0.000	0.004
Cr	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe ⁺²	1.826	1.815	1.813	1.808	1.825	1.885	1.841	1.841	1.814	1.908
Mn	0.004	0.003	0.004	0.004	0.002	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003
Mg	0.125	0.112	0.120	0.125	0.105	0.017	0.088	0.078	0.114	0.022
Ca	0.008	0.009	0.009	0.008	0.010	0.023	0.010	0.011	0.010	0.020
Σ Katyon	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Te	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2
Fo	6.4	5.8	6.2	6.4	5.4	0.9	4.5	4.1	5.9	1.1
Fa	93.0	93.6	93.2	93.0	94.0	97.8	94.8	95.2	93.5	97.7
Ca-Ol	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	1.2	0.5	0.6	0.5	1.0

*Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Tablo 4.4. Killik, Lahanos ve Kızılkaya madenleri cüruf örneklerinde belirlenen olivinlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek No	Killik Madeni			Lahanos Madeni			Kızılkaya Madeni		
	KRC9-1	KRC10-1	KRC9-2	KRC6-1	KRC6-2	KRC7-1	KRC7-2	KRC8-1	KRC8-2
SiO ₂ (%)	32.16	31.34	31.88	31.60	31.67	31.56	31.60	32.01	31.56
TiO ₂	0.03	0.00	0.03	0.05	0.00	0.03	0.03	0.04	0.02
Al ₂ O ₃	0.00	0.03	0.10	0.04	0.07	0.01	0.00	0.02	0.11
Cr ₂ O ₃	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.07	0.03
FeO (*)	66.16	66.19	64.69	65.96	65.86	65.87	64.51	65.13	65.60
MnO	0.07	0.04	0.15	0.12	0.10	0.09	0.10	0.04	0.16
MgO	1.73	1.73	2.54	1.78	1.28	1.95	2.18	1.98	1.63
CaO	0.26	0.26	0.26	0.38	0.35	0.26	0.24	0.23	0.43
K ₂ O	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Na ₂ O	0.00	0.01	0.01	0.05	0.02	0.07	0.07	0.06	0.03
ZnO	0.05	0.05	0.00	0.00	0.09	0.11	0.13	0.09	0.05
Toplam	100.46	99.66	99.65	100.00	99.45	99.95	98.87	99.68	99.62
Formül 4 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.									
Si	1.067	1.049	1.059	1.053	1.065	1.053	1.063	1.069	1.057
Ti	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001
Al	0.000	0.001	0.004	0.002	0.003	0.000	0.000	0.001	0.004
Cr	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001
Fe ⁺²	1.836	1.853	1.797	1.838	1.852	1.837	1.815	1.819	1.837
Mn	0.002	0.001	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.001	0.005
Mg	0.086	0.086	0.126	0.088	0.064	0.097	0.109	0.099	0.081
Ca	0.009	0.009	0.009	0.014	0.013	0.009	0.009	0.008	0.015
Σ Katyon	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Te	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Fo	4.4	4.4	6.5	4.5	3.3	5.0	5.6	5.1	4.2
Fa	95.0	95.0	92.8	94.6	95.9	94.4	93.8	94.4	94.8
Ca-Ol	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	0.5	0.4	0.4	0.8

*Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

4.1.2.3.1.2. Andremeyerit

Karılar, Ağalık ve Killik madenlerindeki cüruf örneklerinde yaygın olan andremeyerit mineralinin ideal kimyasal formülü BaFe₂Si₂O₇' dir. Minör oranda K, Na, Ca, Al, Mg, ve Mn içerdiği mikroprop analizlerinde belirlenmiştir (Tablo 4.5). Bu yüzden kristal kimyasal formülü (Ba, K)(Fe, Mg)₂Si₂O₇'dir.

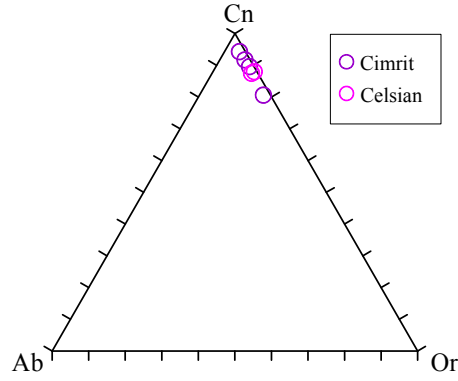
Tablo 4.5. Ağılık madeni cüruf örneklerinde belirlenen andremeyeritlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek No	Andremeyerit							
	KRC5-1-4	KRC5-1-5	KRC5-2-1	KRC5-2-2	KRC5-3-1	KRC5-3-2	KRC5-4-1	KRC5-4-2
SiO ₂ (%)	28.64	28.35	28.80	28.55	27.42	28.26	27.44	28.93
TiO ₂	0.18	0.18	0.56	0.64	0.50	0.58	0.58	0.66
Al ₂ O ₃	1.04	1.10	0.96	0.95	1.31	1.09	0.96	0.95
FeO (*)	31.95	32.66	32.39	33.13	32.88	32.33	32.60	32.30
MnO	0.00	0.00	0.07	0.04	0.05	0.06	0.08	0.05
MgO	0.30	0.10	0.36	0.32	0.25	0.33	0.33	0.19
CaO	0.13	0.26	0.11	0.16	0.18	0.14	0.14	0.13
Na ₂ O	0.08	0.12	0.07	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12
K ₂ O	0.61	0.72	0.75	0.81	0.79	0.80	0.76	0.76
BaO	35.31	33.72	30.63	28.95	26.20	29.84	30.27	30.15
Cr ₂ O ₃	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	98.23	97.23	94.75	93.64	89.70	93.55	93.28	94.23
Formül 7 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Si	1.985	1.975	2.005	1.997	1.981	1.991	1.963	2.017
Al	0.085	0.091	0.079	0.078	0.112	0.091	0.081	0.078
Ti	0.009	0.010	0.029	0.033	0.027	0.031	0.031	0.034
Fe ⁺²	1.852	1.903	1.886	1.938	1.986	1.905	1.950	1.883
Mn	0.000	0.000	0.004	0.002	0.003	0.003	0.005	0.003
Mg	0.031	0.010	0.037	0.033	0.027	0.035	0.035	0.019
Ca	0.010	0.019	0.008	0.012	0.014	0.010	0.011	0.010
Na	0.010	0.017	0.009	0.016	0.018	0.017	0.017	0.016
K	0.054	0.064	0.066	0.072	0.072	0.072	0.069	0.068
Ba	0.959	0.921	0.836	0.793	0.741	0.824	0.848	0.824
Cr	0.000	0.001	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Σ Katyon	4.995	5.010	4.963	4.975	4.982	4.978	5.009	4.952

*Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

4.1.2.3.1.3. (Ba, K) Feldispatlar

Cn–Or–Ab üçgen diyagramına göre incelenen cüruflarda yaygın olarak bulunan (Ba, K' lu) feldispat mineralleri celsian ve cimrit' dir (Şekil 4.6). Celsianca zengin olan feldispatların bileşimleri (celsian) Cn 87.4-87.8 Or 10.8-11.3 Ab 0.7-1.7 arasında değişirken, cymrite ait bileşimler Cn 80.6-94.2 Or 4.1-17.5 Ab 1.2-1.9 arasında değişmektedir (Tablo 4.6). Bu feldispatların albit içeriği oldukça düşük olup, % 2'yi geçmemektedir. Celsian ve cimrit kristalleri safsızlıklarından ötürü fark edilir miktarda Fe ve Ti içermektedir.



Şekil 4.6. Ağalık madeni cüruf örneklerindeki Ba, K feldispatlara ait Cn-Ab-Or üçgen diyagramı

Tablo 4.6. Ağalık madeni cüruf örneklerinde belirlenen Ba, K feldispatların mikroprob analiz sonuçları

Örnek No	Cimrit				Celsian	
	KRC5-1-6	KRC5-1-7	KR5-2-3	KR5-2-4	KR5-3-3	KR5-3-4
SiO ₂ (%)	32.36	31.47	33.07	33.73	34.87	34.51
Al ₂ O ₃	27.54	27.83	27.04	25.95	24.17	24.16
FeO (*)	1.20	0.83	1.18	1.49	1.26	1.61
CaO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03
BaO	33.54	34.20	33.41	30.63	37.16	36.92
Na ₂ O	0.10	0.12	0.09	0.15	0.14	0.06
K ₂ O	0.78	0.46	1.06	2.05	1.42	1.47
MgO	0.04	0.02	0.00	0.00	0.03	0.04
MnO	0.03	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00
TiO ₂	0.66	0.67	0.63	0.62	0.21	0.16
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	96.25	95.64	96.51	94.61	99.27	98.95
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.						
Si	2.004	1.970	2.040	2.080	2.145	2.131
Al	2.010	2.060	1.970	1.890	1.753	1.758
Fe ⁺²	0.062	0.040	0.060	0.080	0.065	0.083
Ca	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002
Ba	0.814	0.840	0.810	0.740	0.896	0.893
Na	0.012	0.010	0.010	0.020	0.017	0.007
K	0.062	0.040	0.080	0.160	0.111	0.115
Ti	0.031	0.030	0.030	0.030	0.009	0.007
Σ Katyon	4.995	5.000	5.000	5.000	4.997	4.996
% Cn	91.7	94.2	89.5	80.6	87.4	87.8
% Or	6.9	4.1	9.2	17.5	10.8	11.3
% Ab	1.4	1.6	1.2	1.9	1.7	0.7
% An	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2

*Fe⁺² toplam Fe olarak alınmıştır.

Cimrit kimyasal bileşimi, literatürdekilere uyuşur niteliktedir (Fortey ve Beddoe-Stephens, 1982). Cimrit minerali kimyasal analiz sonuçlarındaki % 3.5 ile 5 arasında değişen oksit açıkları H₂O içeriğini (teorikte: % 4.6) göstermektedir (Fortey ve Beddoe-Stephens 1982, Carron vd., 1964).

4.1.2.3.1.4. Silikat Camı

Silikat camının varlığı cüruf eriyiğinin hızlı soğuduğunun göstergesidir. Silikat camının bileşimi, cüruf içerisindeki diğer silikatlara benzer olup, çok az değişiklik göstermektedir. Silikat camı Fe' ce zenginleşmiştir (Tablo 4.7). Bazı EPMA sonuçlarındaki düşük analitik toplamlar silikat camının yapısında H₂O ya da üç değerlikli Fe varlığını göstermektedir.

Tablo 4.7. Silikat camına ait mikroprob analiz sonuçları

Örnek No	Ağılık KRC5-3-5	Ağılık KRC5-3-6	Ağılık KRC5-3-7	Ağılık KRC5-3-4
SiO ₂ (%)	29.35	29.24	29.67	29.44
TiO ₂	0.05	0.02	0.00	0.04
Al ₂ O ₃	0.29	0.02	0.01	0.04
FeO (*)	65.65	67.31	66.26	65.38
MnO	0.10	0.11	0.10	0.07
MgO	1.85	0.37	1.94	2.37
CaO	0.35	0.60	0.31	0.32
Na ₂ O	0.07	0.06	0.02	0.00
K ₂ O	0.05	0.00	0.02	0.00
BaO	0.31	0.25	0.10	0.15
Cr ₂ O ₃	0.01	0.00	0.01	0.00
Toplam	98.08	98.00	98.43	97.81

4.1.2.3.1.5. Oksitler

Çalışılan madenlere ait cüruf örneklerindeki oksit mineralleri wüstit başta olmak üzere manyetit, hematit, götit- lepidokrozit, limonit ve kuprit ile temsil edilmektedir. Cüruf örneklerinde genellikle baskın olarak bulunan wüstit dendritleri % 0.78'e kadar CuO içermektedir (Tablo 4.8 ve Tablo 4.9).

Tablo 4.8. Karaerik, Karılar, Ağalık ve Killik madenlerindeki cüruf örneklerinde belirlenen wüstitlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek No	Karaerik Madeni					Karılar Madeni					Ağalık Madeni					Killik Madeni				
	KRC2-3	KRC2-4	KRC2-5	KRC3-3	KRC3-4	KRC3-5	KRC4-4	KRC4-5	KRC5-8	KRC5-9	KRC5-10	KRC9-3	KRC9-4	KRC10-3	KRC10-4					
Al ₂ O ₃	0.26	0.32	0.37	0.30	0.19	0.21	0.04	0.01	0.01	0.06	0.04	0.15	0.16	0.15	0.56					
Au ₂ O	0.09	0.12	0.07	0.05	0.00	0.07	0.00	0.02	0.04	0.03	0.00	0.05	0.07	0.05	0.04					
Cr ₂ O ₃	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.01	0.02	0.02	0.04					
CuO	0.00	0.31	0.62	0.00	0.36	0.00	0.25	0.22	0.35	0.08	0.25	0.00	0.00	0.54	0.00					
FeO	100.15	99.36	101.00	100.44	100.47	100.40	100.43	99.95	101.46	101.17	101.57	101.70	101.10	101.09	100.81					
MgO	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.03					
NiO	0.00	0.00	0.00	0.19	0.25	0.00	0.24	0.13	0.20	0.15	0.33	0.20	0.07	0.15	0.00					
TiO ₂	0.06	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.08	0.13	0.09	0.00	0.03	0.00	0.00					
V ₂ O ₃	0.14	0.11	0.12	0.11	0.03	0.07	0.15	0.17	0.10	0.07	0.10	0.05	0.12	0.05	0.03					
Toplam	100.71	100.22	102.17	101.13	101.35	100.75	101.10	100.52	102.24	101.69	102.41	102.16	101.59	102.05	101.52					
Formül 1 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.																				
Al	0.004	0.004	0.005	0.004	0.003	0.003	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.008					
Au	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000					
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000					
Cu	0.000	0.003	0.005	0.000	0.003	0.000	0.002	0.002	0.003	0.001	0.002	0.000	0.000	0.005	0.000					
Fe	0.991	0.989	0.985	0.990	0.989	0.995	0.993	0.994	0.992	0.993	0.990	0.994	0.993	0.989	0.987					
Mg	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001					
Ni	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000	0.002	0.001	0.002	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001	0.000					
Ti	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000					
V	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000					
Σ Katyon	0.997	0.997	0.997	0.997	0.998	0.998	0.999	0.999	0.999	0.998	0.998	0.999	0.998	0.999	0.996					

Tablo 4.9. Lahanos ve Kızılkaya madenlerindeki cüruf örneklerinde belirlenen wüstitlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek No	Lahanos Madeni				Kızılkaya Madeni			
	KRC6-4	KRC6-5	KRC6-6	KRC6-7	KRC7-4	KRC7-5	KRC8-4	KRC8-5
Al ₂ O ₃ (%)	0.07	0.00	0.00	0.03	0.18	0.13	0.14	0.11
Au ₂ O	0.05	0.02	0.02	0.10	0.00	0.05	0.04	0.05
Cr ₂ O ₃	0.01	0.00	0.00	0.04	0.01	0.01	0.02	0.00
CuO	0.16	0.00	0.16	0.00	0.08	0.00	0.29	0.78
FeO	100.34	102.04	101.97	101.62	101.98	101.21	101.41	100.99
MgO	0.00	0.02	0.00	0.04	0.03	0.01	0.02	0.00
NiO	0.13	0.06	0.02	0.00	0.17	0.28	0.22	0.11
TiO ₂	0.08	0.00	0.03	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
V ₂ O ₃	0.14	0.11	0.12	0.10	0.16	0.10	0.09	0.10
Toplam	100.99	102.24	102.32	102.02	102.61	101.79	102.22	102.14
Formül 1 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.								
Al	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002
Au	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cu	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.003	0.007
Fe	0.992	0.998	0.996	0.995	0.991	0.993	0.991	0.988
Mg	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
Ni	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.003	0.002	0.001
Ti	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
V	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Σ Katyon	0.998	1.000	0.999	0.999	0.998	0.999	0.999	0.999

4.1.2.3.1.6. Sülfidler

Sülfürler ve metalik fazlar cüruf içerisinde hacimsel olarak önemsiz bileşenlerdir. Ancak metal içerikleri ve potansiyel olarak daha reaktif durumda olmaları çevre için önem arz eder. Fe sülfidler ile Cu-(Fe) sülfidler çalışılan tüm cüruf örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.4 ve 4.5). EPMA sonuçları Cu-(Fe) sülfürlerin başlıca bornit (Cu₅FeS₄), idayit (Cu₅FeS₆), kalkopirit (CuFeS₂) ve kovellin (CuS) tarafından temsil edildiğini göstermektedir (Tablo 4.10 ve 4.11). Fe sülfürler ise, cüruf örneklerindeki en yaygın sülfür minerali olan pirotin (Fe_{1-x}S) tarafından temsil edilmektedir (Tablo 4.10 ve 4.11). Cu-(Fe) sülfürler Fe sülfürlere nazaran daha lokal olarak gözlemlenmektedir. Galen, sfalerit ve pirit aksesuar mineraller olarak gözlemlenmiştir. Cüruf içerisinde, nabit bakır ve altının varlığı cevher içerisinde bu bileşenlerin yeterli derecede ayrılamamış olduğunun göstergesidir.

Tablo 4.10. Karaerik ve Karılar madenlerindeki cüruf örneklerinde belirlenen sülfürlü minerallerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek No	Karaerik Madeni						Karılar Madeni			
	KRC2 3-7	KRC2 3-8	KRC2 3-9	KRC3 3-7	KRC3 3-8	KRC3 3-9	KRC4 3-7	KRC4 3-8	KRC4 3-9	KRC4 3-10
Mineral	pirotin	pirotin	pirotin	pirotin	kpirit	kpirit	idayit	pirotin	pirotin	bornit
As (wt. %)	0.00	0.06	0.07	0.00	0.00	0.03	0.00	0.06	0.00	0.00
Ag	0.04	0.00	0.03	0.05	0.01	0.01	0.06	0.00	0.00	0.01
Au	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Cd	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00
Cu	0.71	0.68	0.66	0.53	34.62	34.47	48.81	0.74	0.72	61.94
Fe	60.41	60.08	59.81	59.83	29.76	29.85	17.18	59.34	60.06	12.63
S	37.23	37.71	37.28	37.17	35.26	35.48	33.72	37.46	37.41	26.26
Sb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.10
Pb	0.17	0.08	0.00	0.15	0.00	0.00	0.11	0.12	0.20	0.04
Zn	0.00	0.01	0.06	0.10	0.00	0.03	0.08	0.02	0.01	0.12
Toplam	98.59	98.62	97.92	97.83	99.71	99.92	99.96	97.74	98.40	101.10
As (at. %)	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00	0.00
Ag	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
Au	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.50	0.47	0.47	0.37	25.02	24.83	36.07	0.52	0.50	48.19
Fe	47.96	47.52	47.68	47.80	24.47	24.46	14.44	47.35	47.70	11.18
S	51.48	51.95	51.75	51.71	50.49	50.64	49.38	52.05	51.75	40.49
Sb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04
Pb	0.04	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	0.02	0.04	0.01
Zn	0.00	0.01	0.04	0.07	0.00	0.02	0.05	0.02	0.01	0.09
As (a.p.f.u.)	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000
Ag	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
Au	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cd	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Cu	0.010	0.009	0.009	0.007	0.991	0.981	4.383	0.010	0.010	4.761
Fe	0.932	0.915	0.921	0.924	0.969	0.966	1.755	0.910	0.922	1.104
S	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000	2.000	6.000	1.000	1.000	4.000
Sb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004
Pb	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.003	0.000	0.001	0.001
Zn	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.007	0.000	0.000	0.009
Σ Katyon	0.942	0.925	0.932	0.934	1.961	1.949	6.151	0.921	0.932	5.879

Tablo 4.11. Ağalık, Killik, Lahanos ve Kızılkaya madenlerindeki cüruf örneklerinde belirlenen sülfürlü minerallerin mikroprob analiz sonuçları

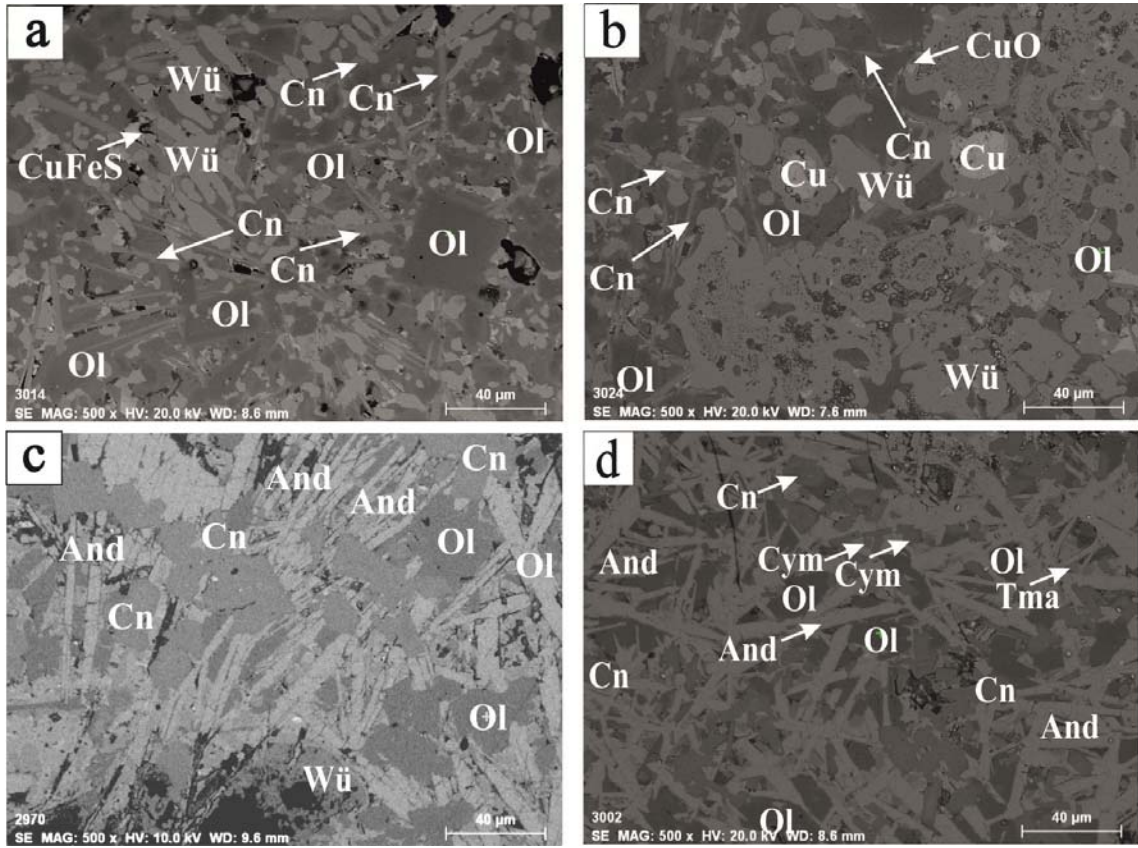
Örnek No	Ağalık Madeni			Killik Madeni			Lahanos	Kızılkaya Madeni		
	KRC5 3-7	KRC5 3-8	KRC5 3-9	KRC9 3-7	KRC9 3-8	KRC10 3-7	KRC6 3-7	KRC7 3-7	KRC7 3-8	KRC8 3-9
Mineral	pirotin	pirotin	pirotin	pirotin	pirotin	pirotin	pirotin	kovellin	pirotin	Cu sülfür*
As (wt. %)	0.03	0.02	0.05	0.00	0.12	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.05	0.00	0.00	0.04	0.08	0.00	0.03	0.04	0.02
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.03	0.00	0.05	0.00
Cd	0.00	0.11	0.04	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.09
Cu	0.57	5.96	0.55	0.50	0.47	0.48	0.72	56.33	0.72	53.82
Fe	61.38	54.73	61.24	60.61	61.17	60.96	58.52	15.21	61.05	15.11
S	37.37	34.37	36.73	37.37	38.01	37.39	36.41	30.04	36.89	31.45
Sb	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	2.03	0.09	0.07	0.00	0.14	0.16	0.14	0.06	0.15
Zn	0.01	0.00	0.06	0.00	0.06	0.00	0.04	0.16	0.00	0.08
Toplam	99.35	97.26	98.77	98.57	99.98	99.23	95.88	101.92	98.81	100.71
As (at. %)	0.02	0.01	0.03	0.00	0.07	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.01	0.02	0.01
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
Cd	0.00	0.04	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04
Cu	0.39	4.34	0.38	0.35	0.32	0.33	0.51	42.23	0.50	40.31
Fe	48.34	45.43	48.67	48.04	47.80	48.12	47.71	12.98	48.46	12.88
S	51.25	49.69	50.84	51.59	51.72	51.40	51.70	44.63	51.00	46.67
Sb	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.45	0.02	0.01	0.00	0.03	0.04	0.03	0.01	0.03
Zn	0.01	0.00	0.04	0.00	0.04	0.00	0.03	0.12	0.00	0.06
As (a.p.f.u.)	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Ag	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001
Au	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cd	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005
Cu	0.008	0.087	0.008	0.007	0.006	0.006	0.010	0.946	0.010	5.182
Fe	0.943	0.914	0.957	0.931	0.924	0.936	0.923	0.291	0.950	1.656
S	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	6.000
Sb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Pb	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.004
Zn	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.003	0.000	0.007
Σ Katyon	0.951	1.013	0.967	0.938	0.934	0.945	0.934	1.241	0.961	6.856

*herhangi bir yapısal formüle karşılık gelmemektedir. Muhtemelen bornitin yerine idait geçmektedir.

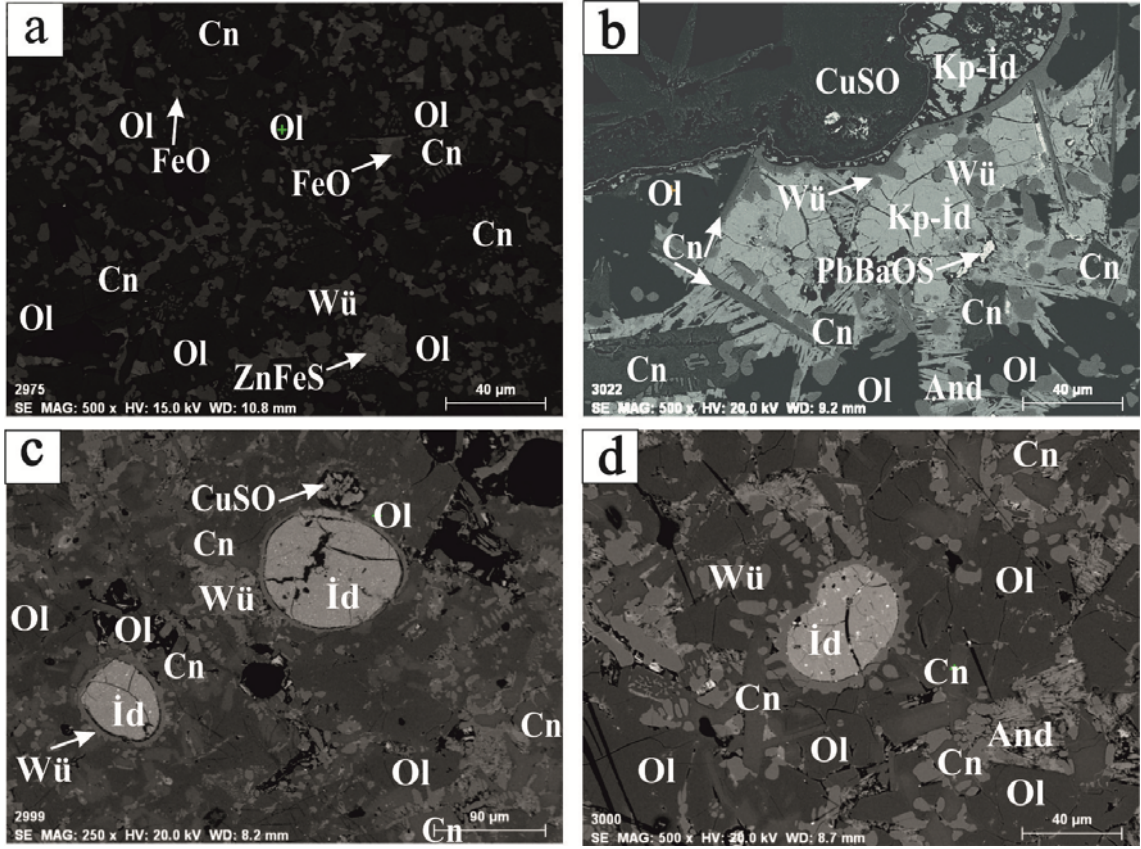
**sülfür minerallerine ait formüller pirotin için 1.,kovellin için 1, kalkopirit için 2, bornit için 4, idayit için 6 ve Cu-sülfür için (idayit olduğu düşünüldüğünden) 6 S üzerinden hesaplanmıştır.

4.1.2.3.2. SEM İncelemeleri ve EDX Analizleri

Çalışılan cüruf örnekleri üzerinde EPMA analiz sonuçları neticesinde görülen eksiklikleri gidermek adına SEM incelemeleri ve EDX analizleri yapılmıştır. Minerallerin SEM incelemeleri ve EDX analizleri sonucunda EPMA analiz sonuçlarına benzer sonuçlar elde edilmiştir. Çalışılan cüruf örneklerine ait SEM görüntüleri Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de, minerallerin EDX analiz sonuçları ise Tablo 4.12' de verilmiştir.



Şekil 4.7. Killik, Ağalık ve Karılar madenlerine ait cüruf örneklerinde belirlenen silikat, oksit minerallerinin ve metal fazlarının Sem görüntüleri. a) Dendritik wüstit ile iğnemsî şekilde celsian ve olivin birlikteliği (Killik madeni), b) Olivin bileşimli silikat camı içerisinde iğnemsî şekilde celsian ve nabit bakır kapanımları içeren pellet şeklinde wüstit (Killik madeni), c) İnce, uzun çubuk şeklindeki andremeyerit, dörtgenimsî celsian ile boşluk dolgusu ve iskelet dokusu gösteren olivin (Ağalık madeni), d) Parke dokusu gösteren cymrite, dörtgenimsî celsian ve çubuk şeklinde andremeyerit ile olivin ve titanomanyetit (Karılar madeni) Wü, wüstit; And, andremeyerit; Ol, olivin; Cn, celsian; Cym, cymrite; Tma, titanomanyetit; Cu, Nabit bakır.



Şekil 4.8. Kızılıkaya, Karaerik ve Lahanos madenlerine ait cüruf örneklerinde belirlenen silikat, oksit ve sülfür minerallerinin Sem görüntüleri a) Wüstit ile mirmekitik doku oluşturan celsian ile olivin ve ZnFeS birlikteliği (Kızılıkaya Madeni) b) Olivin bileşimindeki silikat camı içerisinde wüstit ile mirmekitik doku oluşturan dörtgen şekilli celsian ile iğnemsli celsian ve kalkopirit-idayit kapanımı (Karaerik madeni) andremeyerit birlikteliği c) ve d) Olivin bileşimindeki silikat camı içerisinde wüstit tarafından çevrelenmiş yuvarlağımsı idayit kapanımı ve ince çubuk şeklindeki andremeyerit (Lahanos madeni). Wü, wüstit; And, andremeyerit; Ol, olivin; Cn, celsian; Kp, kalkopirit; İd, idayit.

Minerallerde olduğu gibi silikat camının EDX analiz sonuçları EPMA analiz sonuçları ile son derece uyumludur (Tablo 4.13). Silikat camı Fe'ce zenginleşmiştir (Tablo 4.13). Bazı EDX sonuçlarındaki düşük analitik toplamlar EPMA sonuçlarında olduğu gibi silikat camının yapısında H₂O ya da üç değerlikli Fe varlığını göstermektedir.

Tablo 4.12. Killik, Ağalık, Karılar, Kızılkaya, Karaerik ve Lahanos madenlerine ait cüruf örneklerinin EDX analiz sonuçları

% wt	Killik Madeni Şekil 4.7 a					Killik Madeni Şekil 4.7 b			
	O11	O12	O13	O14	O15	O11	O12	O13	
O	37.33	32.83	33.12	31.13	30.22	28.39	32.49	32.97	
Si	12.69	12.41	12.36	13.03	13.01	13.84	12.07	12.78	
Ca						2.74			
Mg						4.13			
Fe	49.97	54.76	54.52	55.84	56.77	50.9	55.44	54.53	
Zn									
Mn									
Toplam	99.99	100	100	100	100	100	100	100.28	
% wt	Ağalık Madeni Şekil 4.7 c			Karılar Madeni Şekil 4.7 d					
	O11	O12	O13	O11	O12	O13	O14		
O	33.58	32.67	34.02	34.7	29.87	29.41	35.38		
Si	12.48	12.34	12.06	12.34	12.24	12.63	12.16		
Ca				0.55					
Mg									
Fe	53.93	54.98	53.91	52.41	57.9	57.97	52.45		
Zn									
Mn									
Toplam	99.99	99.99	99.99	100	100.01	100.01	99.99		
% wt	Kızılkaya Madeni Şekil 4.8 a					Karaerik Madeni Şekil 4.8 b			
	O11	O12	O13	O14	O15	O16	O11	O12	O13
O	28.2	42.89	33.93	31.06	21.92	37.4	32.21	33.6	33.69
Si	15.02	14.11	14.42	13.82	28.69	22.83	11.92	11.76	11.95
Ca	0.7	0.6	1.34						
Mg	1.59								
Fe	48.07	39.14	44.42	43.54	38.58	39.77	55.87	54.64	54.36
Zn	6.4	3.27	5.89	11.58	10.81				
Mn									
Toplam	99.98	100.01	100	100	100	100	100	100	100
% wt	Lahanos Madeni Şekil 4.8 c				Lahanos Madeni Şekil 4.8 d				
	O11	O12	O13	O14	O11	O12	O13	O14	
O	32.12	33.72	36.57	36.05	31.8	33.57	36.94	30.16	
Si	12.67	12.51	12.19	12.81	12.37	12.39	12.31	13.27	
Ca	0.51	0.55	1.05		0.7	0.9	1.08		
Mg								2.69	
Fe	50.97	50.19	50.2	51.14	55.13	53.14	48.94	53.88	
Zn	3.11	3.03							
Mn	0.62						0.73		
Toplam	100	100	100.01	100	100	100	100	100	

Tablo 4.12' nin devamı

Killik Madeni Şekil 4.7 a				Killik Madeni Şekil 4.7 b			
% wt	Cn1	Cn2	Cn3	Cn4	Cn1	Cn2	Cn3
O	57.52	55.99	53.08	53.48	59.36	58.77	58.01
Al	9.97	9.48	9.8	9.75	8.83	8.97	8.75
Si	11.54	10.04	11.37	11.28	9.06	9.35	9.73
K	2.34	0.97	2.29	2.1		0.68	1.39
Ba	18.62	23.51	21.1	20.62	22.74	22.24	22.13
Fe			2.35	2.76			
Na							
Toplam	99.99	99.99	99.99	99.99	99.99	100.01	100.01

Ağalık Madeni Şekil 4.7 c				Karlır Madeni Şekil 4.7 d				
% wt	Cn1	Cn2	Cn3	Cn1	Cn2	Cn3	Cym1	Cym2
O	58.38	59.27	60.38	57.14	57.33	58.67	62.39	61.86
Al	9.26	9.05	9.36	9.88	9.2	9.41	8.66	8.28
Si	9.44	9.86	9.48	9.74	10.97	10	9.28	10.45
K	0.84	0.83	0.8	0.64	1.3	0.59	0.73	1.25
Ba	22.08	20.99	19.98	22.59	19.92	21.33	18.94	18.17
Fe					1.28			
Na								
Toplam	100	100	100	99.99	100	100	100	100.01

Kızılkaya Madeni Şekil 4.8 a				Karaerik Madeni Şekil 4.8 b					
% wt	Cn1	Cn2	Cn3	Cn4	Cn1	Cn2	Cn3	Cn4	Cn5
O	52.93	45	55.43	36.74	57.25	49.21	59.2	59.01	58.94
Al	10.16	11.51	10.09	11.06	9.35	10.33	9.22	8.78	8.64
Si	16.34	17	14.48	19.97	10.76	10.48	9.23	10.29	11.12
K	3.13	3.13	2.3	4.53	1.89	1.44	0.81	1.91	1.57
Ba	13.88	16.3	13.86	27.7	20.76	26.16	21.53	20.01	19.73
Fe	3.56	6.19	3.83			2.37			
Na		0.87							
Toplam	100	100	99.99	100	100.01	99.99	99.99	100	100

Lahanos Madeni Şekil 4.8 c				Lahanos Madeni Şekil 4.8 d				
% wt	Cn1	Cn2	Cn3	Cn4	Cn1	Cn2	Cn3	Cn4
O	54.73	57.54	55.81	54.47	55.86	58.27	57.63	57.86
Al	10.08	9.34	9.21	9.77	9.89	9.56	9.23	9.71
Si	12.32	10.91	11.15	11.16	11.94	11.56	10.92	11.48
K	2.86	1.99	1.96	2.48	2.08	1.87	1.96	2.47
Ba	18.17	19.13	21.87	22.12	20.24	18.74	20.26	18.47
Fe	1.85	1.09						
Na								
Toplam	100.01	100	100	100	100.01	100	100	99.99

Tablo 4.12' nin devamı

% wt	Ağalık Madeni			Karılar Madeni			Karaerik Madeni	
	Şekil 4.7 c			Şekil 4.7d			Şekil 4.8b	
	And1	And2	And3	And1	And2	And3	And1	And2
O	47.22	30.56	33.08	31.57	30.87	30.19	32.26	47.71
Si	8.65	11.56	12.04	13.01	12.75	12.79	12.12	9.37
Fe	22.01	29.61	28.84	27.9	28.65	28.33	29.81	20.83
Ba	22.12	26.58	26.03	27.1	27.72	28.25	25.81	21.12
K		0.71		0.43		0.44		0.97
Al		0.97						
Ca								
Toplam	100	99.99	99.99	100.01	99.99	100	100	100

Lahanos M.**Şekil 4.8 d**

% wt	And1
O	39.94
Si	13.65
Fe	21.45
Ba	17.5
K	3.41
Al	1.66
Ca	2.39
Toplam	100

% wt	Killik Madeni		Killik Madeni		Karılar M.	Kızılkaya M.		
	Şekil 4.7a		Şekil 4.7b		Şekil 4.7 d	Şekil 4.8 a		
	Wü1	Wü2	Wü1	Wü2	Tma	FeO	FeO	Wü1
O	21.53	20.22	18.91	23.41	23.9	43.49	38.59	26.82
Fe	78.47	79.78	81.09	76.59	60.97	54.96	55.79	73.18
C							5.62	
Al						1.41		
Ca						0.14		
Ti					15.13			
Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100

% wt	Karaerik Madeni		Lahanos M.		Lahanos M.
	Şekil 4.8 b		Şekil 4.8 c		Şekil 4.8 d
	Wü1	Wü2	Wü1	Wü2	Wü1
O	26.23	24.1	24.79	24.31	21.93
Fe	73.77	75.9	75.21	74.87	78.07
C					
Al					
Ca					
Ti				0.82	
Toplam	100	100	100	100	100

Tablo 4.12' nin devamı

% wt	Killik M. Şekil 4.7a	Killik Madeni Şekil 4.7b		Karaerik Madeni Şekil 4.8 b				
	CuFeS	Cu	CuO	CuO	Kp1- İd1	Kp2- İd2	Kp3- İd3	Kp4- İd4
S	75.48		1.82		31.48	31.86	33.05	30.6
Fe	10.93	6.94	2.25	1.94	18.76	17.6	19.2	16.9
Cu	13.59	91.89	95.93	95.96	49.76	50.54	47.75	52.5
Pb								
Ba								
Te		1.18						
O				2.1				
Zn								
Toplam	100	100.01	100.01	100.01	100	100	100	100

% wt	Kız M. Şekil 4.8 a	Karaerik Madeni Şekil 4.8 b		Lahanos M. Şekil 4.8 c		Lahanos M. Şekil 4.8 d	
	ZnFeS	CuSO	PbBaSO	İd1	İd2	CuSO	İd1
S	38.16	8.04	4.41	31.77	38.62	34.33	32.2
Fe	16.37			15.89	13.1		15.64
Cu		55.79		52.34	48.29	50.93	52.15
Pb			50.78				
Ba			29.41				
Te							
O		36.17	15.4			14.73	
Zn	45.47						
Toplam	100	100	100	100	100.01	99.99	99.99

Ol, olivin; Cn, celsian; Cym, cymrite; And, andremeyerit; Wü, wüstit; Tma, titanomanyetit; İd, idayit; Kp, kalkopirit.

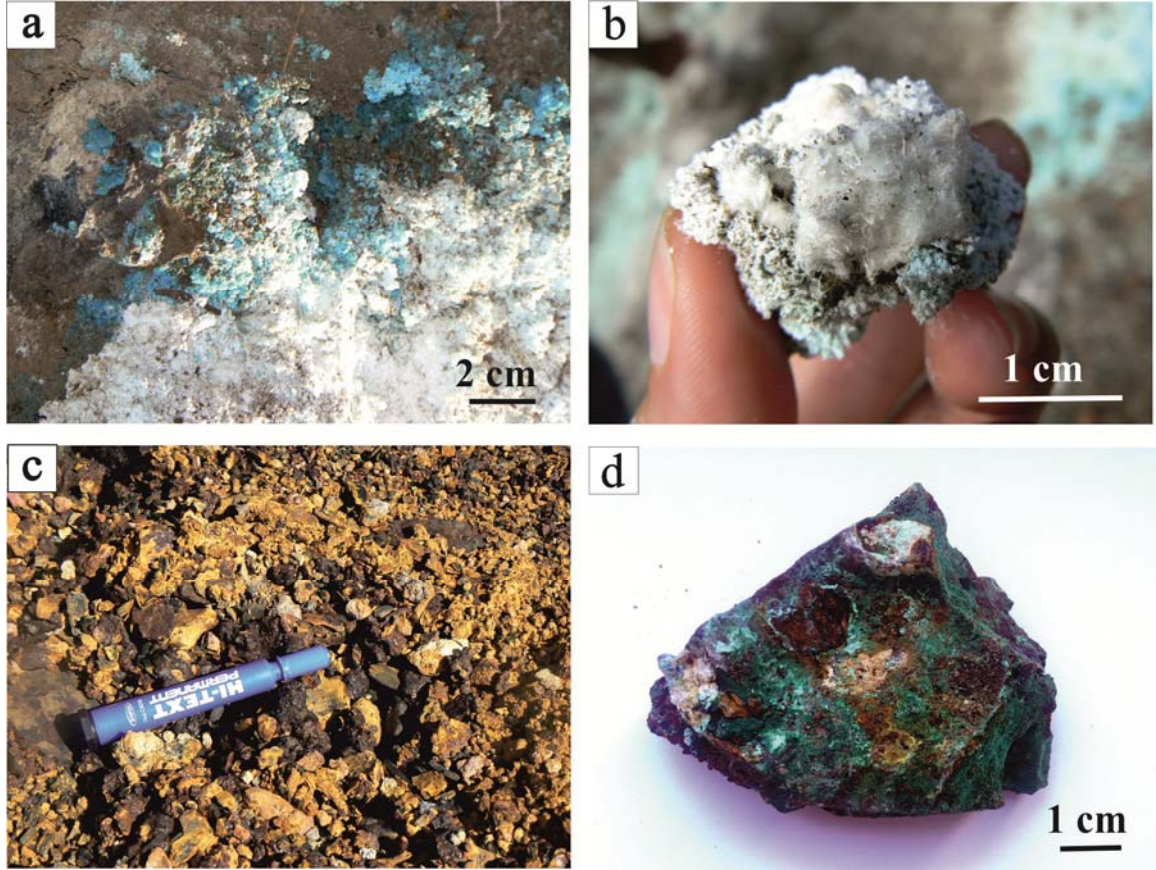
4.1.2.4. Cürüflardaki İkincil Mineraller

Cürüflar depolandıkları zamandan bu zamana kadar ayrışma ve oksidasyona maruz kalmıştır. Bu nedenle, cüruf yığınları yüzeyinde bir dizi ikincil mineral oluşmuştur. Bu mineraller, yüzeyler üzerinde ve çatlaklar boyunca kaplamalar olarak veya sızıntı noktalarında çökeller olarak meydana gelir. Tüm çökeller kristalin değildir ve bazıları cüruf yüzeyinde amorf Fe ve Al oksit-hidroksitler şeklindedir.

İkincil mineral çalışmaları Karaerik madeni cüruf örneklerinde gerçekleştirilmiştir. Karaerik madeni cüruf örneklerinde beyaz, mavi, açık mavi, sarımsı kahverengi ve yeşil renkli ikincil mineraller gözlemlenmiştir (Şekil 4.9).

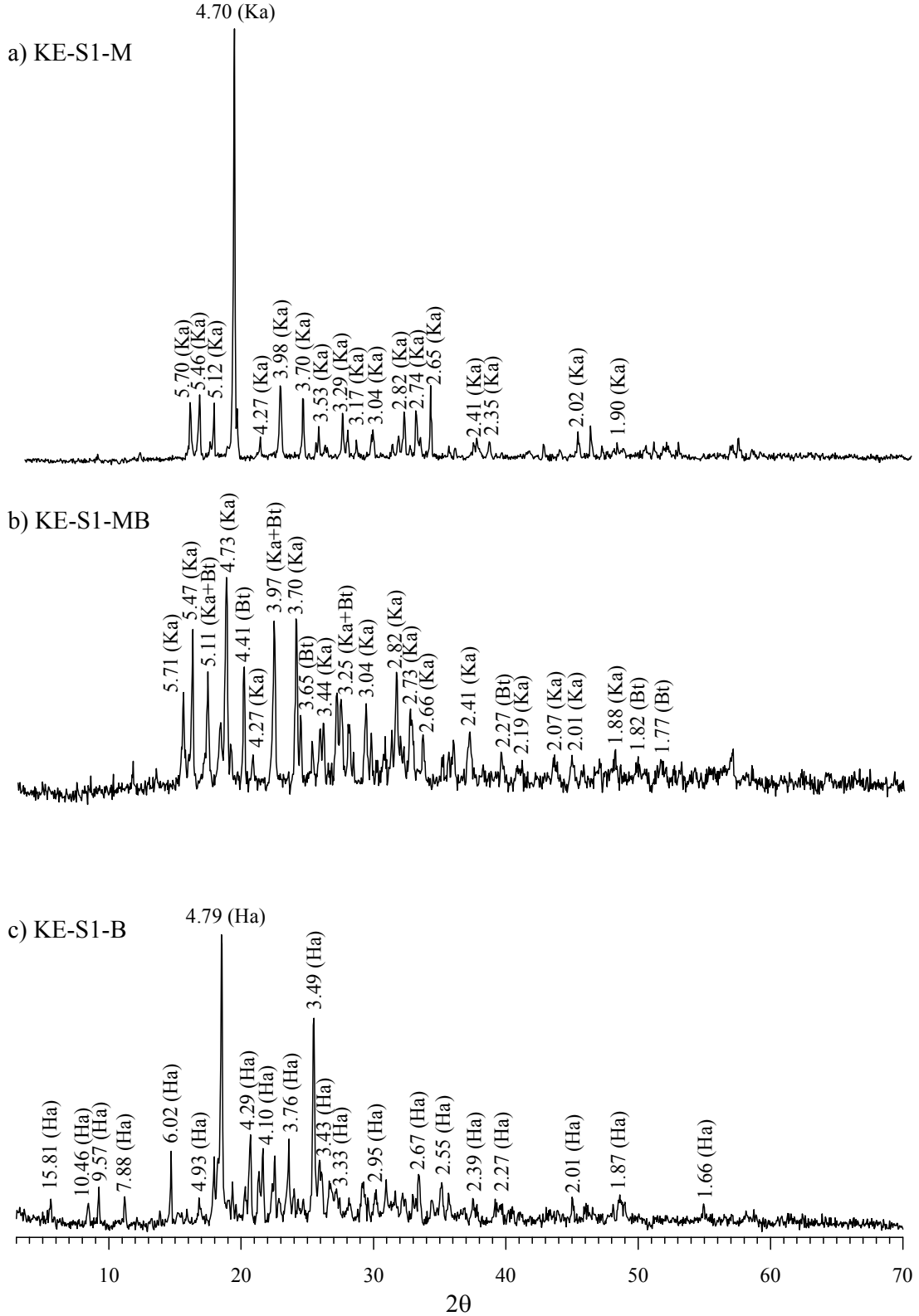
Tablo 4.13. Karaerik, Karılar, Ağalık, Killik, Kızılkaya ve Lahanos madenlerine ait cüruf örneklerindeki silikat camına ait EDX analiz sonuçlarına ait istatistiksel parametreler

EDX	Karaerik Madeni n=5			Karılar Madeni n=8			Ağalık Madeni n=3			Killik Madeni n=5			Kızılkaya Madeni n=3			Lahanos Madeni n=5		
	% wt	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min
O	33.51	32.21	34.15	34.15	29.41	36.41	33.42	32.67	34.02	31.98	28.39	37.33	33.35	28.20	37.92	33.70	30.16	36.94
Si	11.86	11.76	11.95	12.23	11.87	12.63	12.29	12.06	12.48	13.00	12.41	13.84	14.40	13.75	15.02	12.63	12.31	13.27
Ca	-	-	-	0.42	0.18	0.55	-	-	-	2.74	2.74	2.74	1.15	0.70	1.40	0.89	0.70	1.08
Mg	-	-	-	1.99	1.99	1.99	-	-	-	4.13	4.13	4.13	1.59	1.59	1.59	2.69	2.69	2.69
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.26	3.26	3.26	-	-	-
Fe	54.63	54.01	55.87	52.92	49.20	57.90	54.27	53.91	54.98	53.65	49.97	56.77	45.39	43.67	48.07	52.45	48.94	55.13
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.15	5.89	6.40	-	-	-
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.73	0.73	0.73
Toplam	100.00	100.00	100.00	99.71	97.82	100.01	99.99	99.99	99.99	100.00	99.99	100.00	99.99	99.98	100.00	100.00	100.00	100.00
EDX	Karaerik Madeni			Karılar Madeni			Ağalık Madeni			Killik Madeni			Kızılkaya Madeni			Lahanos Madeni		
	% wt	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min
SiO ₂	25.37	25.16	25.56	26.16	25.39	27.02	26.30	25.80	26.70	27.80	26.55	29.61	30.80	29.41	32.13	27.02	26.33	28.39
FeO	70.28	69.48	71.88	68.09	63.30	74.49	69.82	69.36	70.73	69.02	64.29	73.03	58.39	56.18	61.84	67.47	62.96	70.92
CaO	-	-	-	0.59	0.25	0.77	-	-	-	3.83	3.83	3.83	1.60	0.98	1.96	1.25	0.98	1.51
MgO	-	-	-	3.30	3.30	3.30	-	-	-	6.85	6.85	6.85	2.64	2.64	2.64	4.46	4.46	4.46
Na ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.39	4.39	4.39	-	-	-
ZnO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.65	7.33	7.97	-	-	-
MnO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.94	0.94	0.94
Toplam	95.65	94.81	97.38	94.88	91.35	101.38	96.12	95.16	97.13	98.96	91.44	105.77	98.23	91.94	105.56	96.32	91.74	102.17



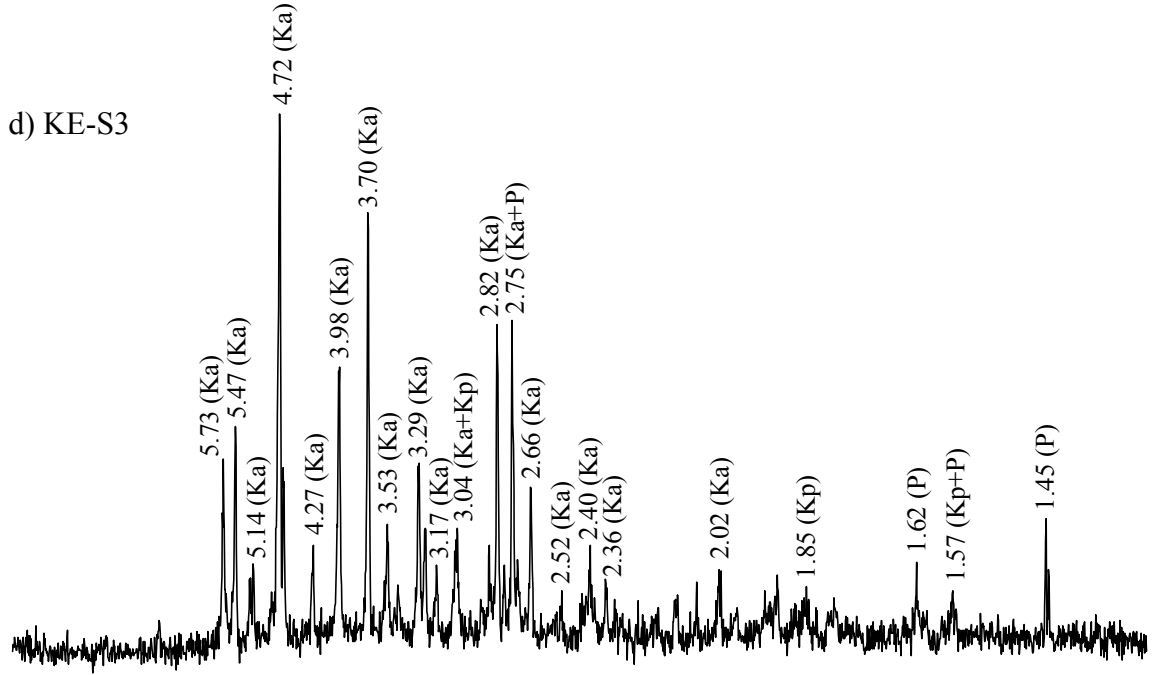
Şekil 4.9. Karaerik madeni cüruf örnekleri üzerinde gelişen ikincil mineraller a) mavi renkli kalkantit (KE-S1-M), açık mavi renkli bonatit (KE-S1-MB) b) beyaz renkli halotrikrit (KE-S1-B) c) sarımsı-kahve renkli götit ve jarosit (KE-S5) d) yeşil renkli brokantit (KE-S6)

Bu minerallerin kalkantit, bonatit, halotrikrit, jarosit, götit ve brokantit olduğu XRD ve SEM/EDX çalışmaları ile belirlenmiştir (Şekil 4.10 ve Şekil 4.11). Mavi renkli kalkantitlerin ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) SEM görünüşleri iyi gelişmiş yassı prizmatik kristaller şeklindedir (Şekil 4.11a, KE-S1M). Açık mavi renkli bonatit ($\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) küresel yumrular şeklinde gözükmetedir (Şekil 4.11 b, KE-S1MB). Beyaz renkli halotrikrit ($\text{FeAl}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$) iğnemsisi/ipliksi şekilde gözükmetedir (Şekil 4.11 c, KE-S1B). Sarımsı-kahve renkli götit ($\text{FeO}(\text{OH})$) küresel yumrular şeklinde, jarosit ($\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$) ise yalancı özşekilli kübik kristaller şeklinde gözükmetedir (Şekil 4.11 d, KE-S5). Yeşil renkli brokantitlerin ($\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$) SEM görünüşleri iğnemsisi/sivri uçlu ve ince uzun prizmatik kristaller şeklindedir (Şekil 4.11 e, KE-S6).

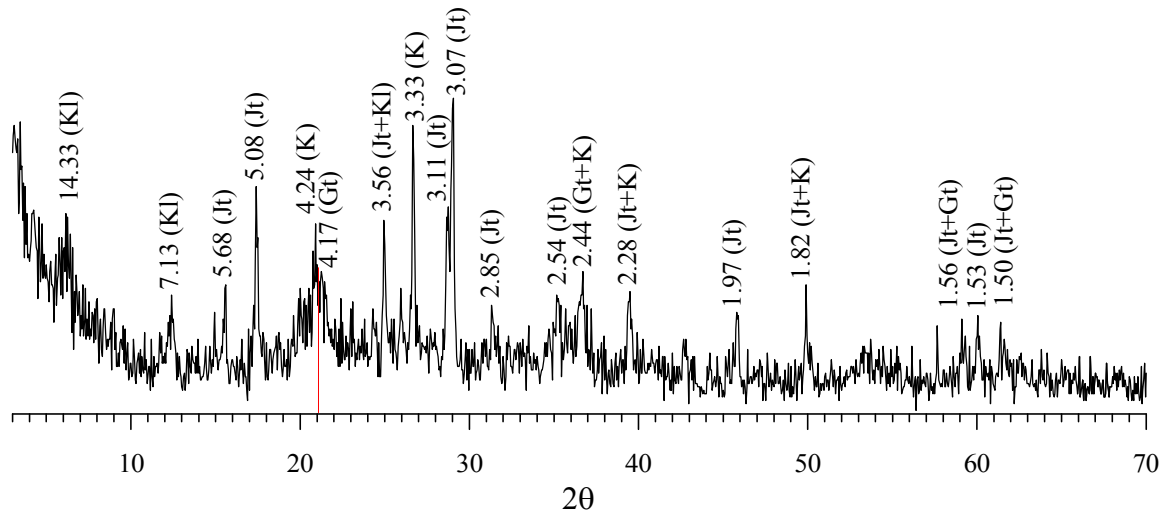


Şekil 4.10. Karaerik madeni cüruf örnekleri üzerinde gelişen ikincil minerallerin tüm kayaç X-ışınları difraktogramları a) KE-S1-M, b) KE-S1-MB, c) KE-S1-B, d) KE-S3 ve e) KE-S5 (Ka, kalkantit; Bt, bonatit ve Ha, Halotrikit, Kp, kalkopirit; P, pirit; Jt, jarosit; Gt, götit; Kl, klorit. K, kuvars)

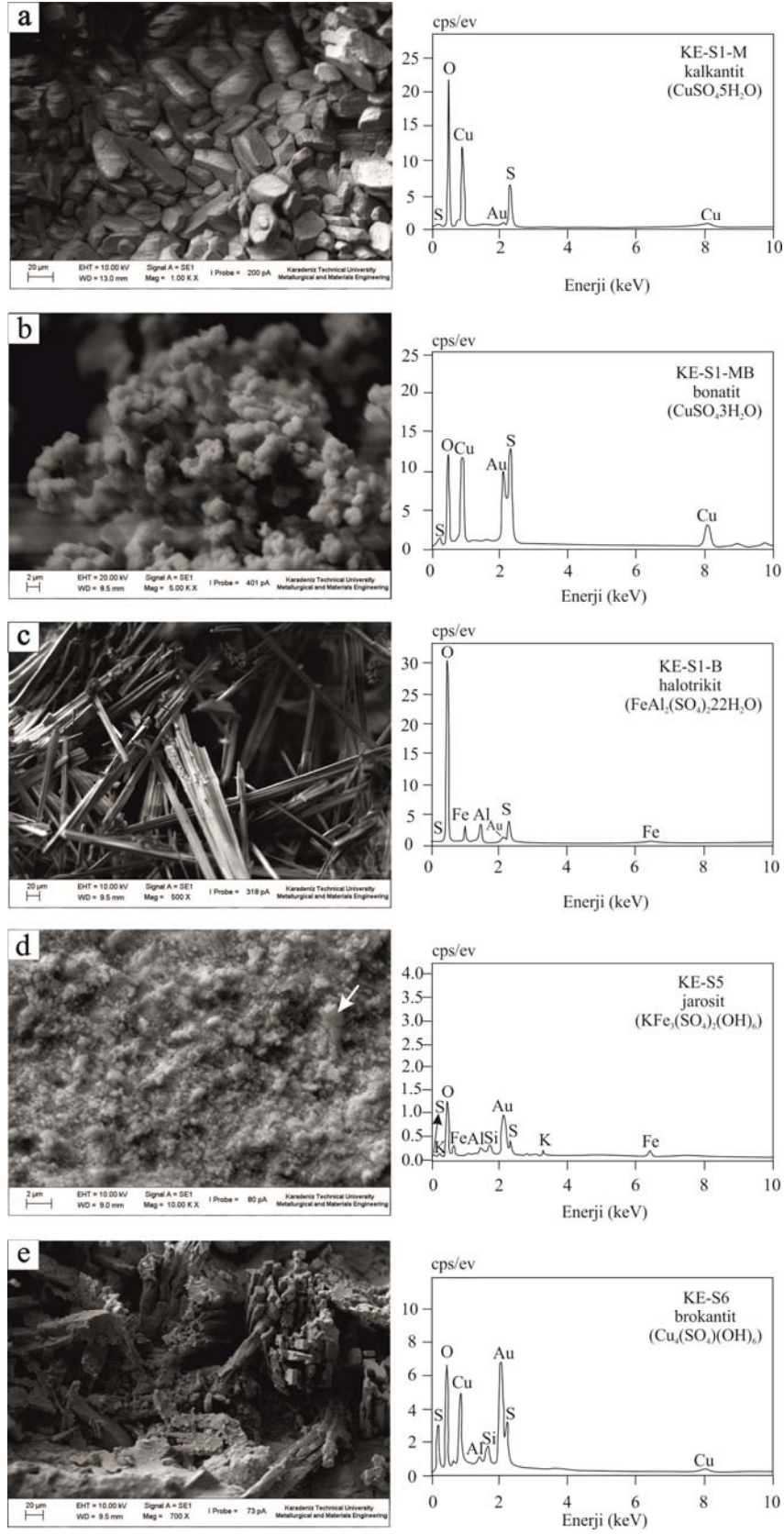
Şekil 4.10' un devamı



e) KE-S5



Cürüflar üzerinde oluşan bu ikincil mineraller Fe, Cu, S, Al ve alkali elementlerin hareketliliğini göstermektedir. İkincil minerallerin oluşumu esas olarak element çeşitliliğine bağlıdır ve direk olarak cürüfların toplam kimyasal bileşimini yansıtmaz.



Şekil 4.11. Karaerik madeni cüruf örneklerinde gelişen ikincil minerallere ait SEM görüntüleri ve EDX spektrumları

4.2. Su Örnekleri

4.2.1. Kirlenmiş Su Örnekleri

Kirlenmiş su örnekleri grubu terk edilmiş Karaerik, Karılar, Ağalık, Killik, Kızılkaya ve Lahanos Madenleri'nin galeri deşarjları ile bu deşarjların kirlettiği dereler (asidik maden drenajları) boyunca alınan örnek noktalarını ve madenlerin etrafındaki cüruf yığınlarından etkilenen derelere ait örnek noktalarını kapsamaktadır (Tablo 4.14). Bu örnek noktalarına her iki örnekleme süresince aktif olarak işletilmekte olan Lahanos Madeni atık deşarjı (Lah-43) ile bu madenin etkilediği Kızıl Dere boyunca alınan örnekler de dahil edilmiştir (Lah- 13 ve Lah-27).

4.2.1.1. Kuru Sezon Kirlenmiş Su Örneklerinin Fiziko ve Hidrokimyasal Özellikleri

Kuru sezon kirlenmiş su örneklerinin pH değerleri 2.23-11.33 arasında değişmektedir (Tablo 4.15). En düşük pH değeri Karaerik Madeni galeri deşarjına en yüksek pH değeri ise Lahanos Madeni atık deşarjından sonra Kızıl Dere üzerinden alınan (Lah-13) örneğe aittir. Lahanos Madeni atık örneği (Lah-43) ile Lah 13 numaralı örnek farklı günlerde örneklendiğinden, atık örneğinin alındığı gün atık içerisine katılan kirecin az olmasından ötürü pH'ı 5.03 ölçülmüştür. Bu sebeple kuru sezon örneklemede atık sonrası alınan ilk örneğin (Lah-13) pH değeri atık örneğinden daha yüksek çıkmıştır.

Örneklerin ölçülen diğer fiziko-kimyasal parametrelerinden redoks potansiyeli (73-686 mV), iletkenlik (135-6650 $\mu\text{S}/\text{cm}$), tuzluluk (<dl-3.6 %), çözünmüş oksijen (0.56- 7.55 mg/l), SO_4^{2-} (29-5410 mg/l), asidite (0-550 mg/l CaCO_3) ve NO_2^- -N (0.003- 2.605 mg/l NO_2^- -N) geniş aralıklarda değişim göstermektedir (Tablo 4.15). Geniş değişim aralıkları drenaj sistemlerindeki jeokimyasal koşulların yüksek çeşitliliğini açıklamaktadır. Bu çeşitlilik içerisinde en ekstrem koşullara Karaerik Madeni' nin deşarj olduğu Acısu Dere sahip olduğundan, fiziko-kimyasal parametrelere ait aralıkların üst değerleri Acısu Dere boyunca yapılan ölçümlerden elde edilmiştir. Buna karşılık 0.1-4.7 mg/l NO_3^- -N arasında değişen NO_3^- -N ile 0- 250 mg/l CaCO_3 arasında değişim gösteren alkalinite değerleri ise Karaerik sahasında değil çalışılan diğer sahalarda daha yüksek sonuçlar vermiştir (Tablo 4.15).

Tablo 4.14. Kirlenmiş su örnek noktalarının coğrafik lokasyonları (UTM koordinatları) ve kirlilik kaynakları (lokasyonlar için Şekil 3.1'e bakınız)

Örnek No	Boylam	Enlem	Örnek yeri	Kirlilik Kaynağı / Örneğin Özelliği
KR-1	474782	4529935	Karaerik Madeni galeri deşarjı	Karaerik Madeni galeri deşarjı
KR-2	474750	4530068	Karaerik Madeni Acısu Dere	Karaerik Madeni galeri deşarjı
KR-3	474614	4530182	Karaerik Madeni Acısu Dere	Karaerik Madeni galeri deşarjı
KR-4	474440	4530312	Karaerik Madeni Acısu Dere	Karaerik Madeni galeri deşarjı
KR-5	474105	4530430	Karaerik Madeni Acısu Dere	Karaerik Madeni galeri deşarjı
KR-6	474244	4530165	Acısu Derenin yanındaki cüruf etkisi altındaki isimsiz dere	Karaerik Madeni cüruf yığını
KR-7	474652	4529725	Acısu Derenin yanındaki cüruf etkisi altındaki isimsiz dere	Karaerik Madeni cüruf yığını
KR-8	474577	4529865	Acısu Derenin yanındaki cüruf etkisi altındaki isimsiz dere	Karaerik Madeni cüruf yığını
KR-9	474478	4529982	Acısu Derenin yanındaki cüruf etkisi altındaki isimsiz dere	Karaerik Madeni cüruf yığını
KR-10	474345	4530105	Acısu Derenin yanındaki cüruf etkisi altındaki isimsiz dere	Karaerik Madeni cüruf yığını
KR-17	474035	4528820	Karılar Madeni Kızıl Dere	Karılar Madeni galeri deşarjı
KR-18	474250	4528625	Karılar Madeni Kızıl Dere	Karılar Madeni galeri deşarjı
KR-19	474487	4528431	Karılar Madeni galeri deşarjı	Karılar Madeni galeri deşarjı
KR-20	473839	4529002	Karılar Madeni Kızıl Dere	Karılar Madeni galeri deşarjı
KR-21	473851	4529312	Karılar Madeni Kızıl Dere	Karılar Madeni galeri deşarjı
KR-22	473578	4529643	Karılar Madeni Kızıl Dere	Karılar Madeni galeri deşarjı
A-1	476137	4528156	Ağalık Madeni galeri deşarjı	Ağalık Madeni galeri deşarjı
A-4	476463	4527833	Ağalık Madeni galeri deşarjı	Ağalık Madeni galeri deşarjı
LAH-3	478824	4528757	Lahanos ve Ağalık Madenlerinin etkilediği Kızıl Dere	Ağalık Madeni galeri deşarjı
LAH-6	477942	4527817	Lahanos ve Ağalık Madenlerinin etkilediği Kızıl Dere	Ağalık Madeni galeri deşarjı
LAH-7	477434	4527613	Lahanos ve Ağalık Madenlerinin etkilediği Kızıl Dere	Ağalık Madeni galeri deşarjı
A-5	476183	4528357	Ağalık Madeni cüruf etkisi altındaki dere	Ağalık Madeni cüruf yığını
LAH-2	474061	4524706	Lahanos Madeni' nin atığını bıraktığı ve galeri deşarjının olduğu Kızıl Dere	Lahanos Madeni galeri deşarjı ve atık etkisi
LAH-8	475729	4526878	Lahanos Madeni' nin atığını bıraktığı ve galeri deşarjının olduğu Kızıl Dere	Lahanos Madeni galeri deşarjı ve atık etkisi

Tablo 4.14. 'ün devamı

Örnek No	Boylam	Enlem	Örnek yeri	Kirilitlik Kaynağı / Örneğin Özelliği
LAH-9	475570	4526650	Lahanos Madeni' nin atığını bıraktığı ve galeri deşarjının olduğu Kızıl Dere	Lahanos Madeni galeri deşarjı ve atık etkisi
LAH-10	474203	4525029	Lahanos Madeni' nin atığını bıraktığı ve galeri deşarjının olduğu Kızıl Dere	Lahanos Madeni galeri deşarjı ve atık etkisi
LAH-12	474604	4525476	Lahanos Madeni' nin atığını bıraktığı ve galeri deşarjının olduğu Kızıl Dere	Lahanos Madeni galeri deşarjı ve atık etkisi
LAH-13	474876	4521618	Lahanos Madeni atık deşarjından sonra Kızıl Dere	Lahanos Madeni atık etkisi
LAH-25	474550	4522557	Lahanos Madeni' nin atığını bıraktığı ve galeri deşarjının olduğu Kızıl Dere	Lahanos Madeni galeri deşarjı ve atık etkisi
LAH-26	474471	4522348	Lahanos Madeni galeri deşarjı	Lahanos Madeni galeri deşarjı
LAH-27	474875	4521825	Lahanos Madeni atık deşarjından sonra Kızıl Dere	Lahanos Madeni atık etkisi
LAH-43	474766	4521387	Lahanos Madeni atık örneği	Lahanos Madeni atık örneği
LAH-34	473299	4518681	Killik Madeni büyük galeri deşarjı	Killik Madeni galeri deşarjı
LAH-36	472651	4518600	Killik Madeni galeri deşarjları etkisinde Kavakgüneyi Dere	Killik Madeni galeri deşarjı
LAH-38	471418	4519423	Killik Madeni Maden Dere	Killik Madeni galeri deşarjı
LAH-39	469763	4519013	Yağlı Dere' ye bağlanmadan hemen önce Maden Dere	Killik Madeni galeri deşarjı
LAH-44	473378	4518761	Killik Madeni küçük galeri deşarjı	Killik Madeni galeri deşarjı
LAH-45	473270	4518580	Killik Madeni galeri deşarjları etkisinde Kavakgüneyi Dere	Killik Madeni galeri deşarjı
LAH-48	476403	4518728	Kızılkaya Madeni galeri deşarjı	Kızılkaya madeni galeri deşarjı
LAH-49	476423	4518717	Karagöz Dere ile Kızılkaya Madeni galeri deşarjı birleştikten sonra	Kızılkaya madeni galeri deşarjı
LAH-50	478308	4518180	Çolağ ve Karagöz Dere birleştikten sonra Sokurçuk Dere ile birleşmeden önce	Kızılkaya madeni galeri deşarjı
LAH-52	478567	4518390	Kozköy Kızıl Dere	Kızılkaya madeni galeri deşarjı
LAH-58	476989	4518437	Kızılkaya Madeni galeri deşarjı, Karagöz ve Çolağ Dere birleştikten sonra	Kızılkaya madeni galeri deşarjı

Tablo 4. 15. Kuru sezon kirlenmiş su örneklerinin fiziko-kimyasal parametreleri, analiz sonuçları ve temel istatistiksel özellikleri

Örnek Yeri	Örnek No	pH	Eh (mV)	T (°C)	pe	İletkenlik (µS/cm)	Tuzluluk (%)	Çöz. Oks. (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	NO ₂ ⁻ -N (mg/l)	Asidite (mg/l CaCO ₃)	Alkalinite (mg/l CaCO ₃)	
Karaerik Madeni	KR-1	2.23	470	16.3	8.18	6650	3.6	0.56	4125	0.1	0.47	171	0	
	KR-2	2.51	572	27.2	9.6	3860	2	7.44	5410	1.8	0.5	550	0	
	KR-3	2.51	680	24.5	11.51	3770	1.9	7.55	3340	3.7	0.5	140	0	
	KR-4	2.54	686	24.3	11.62	3710	1.9	5.2	3095	1.9	2.56	60	0	
	KR-5	2.23	644	27.7	10.79	3770	1.9	5.65	2780	2	2.605	160	0	
	KR-6	4.95	417	26.4	7.02	582	<dl	4.8	294	1.9	0.008	4	8	
	KR-7	4.35	343	16.9	5.96	668	0.1	1.5	360	1.4	0.007	6	0	
	KR-8	3.36	536	28.6	8.95	1089	0.3	4.86	530	0.8	0.026	6	0	
	KR-9	3.93	540	23.5	9.17	795	0.1	5.38	400	0.9	0.007	8	0	
	KR-10	4.38	526	26.2	8.86	667	0.1	5.97	345	3.3	0.008	6	0	
Karlar Madeni	KR-17	2.74	595	21.9	10.16	2290	1	4.23	1050	1.1	0.225	84	0	
	KR-18	2.59	595	21.8	10.17	2840	1.4	4.79	1450	1.7	1.91	146	0	
	KR-19	2.54	528	21.8	9.02	3250	1.6	3	1930	1.9	2.105	98	0	
	KR-20	2.76	616	22.2	10.51	1977	0.8	5.64	710	1	1.065	24	0	
	KR-21	2.88	622	22	10.62	1563	0.6	5.44	510	3.1	0.067	32	0	
	KR-22	3.31	580	22.4	9.89	773	0.1	5.44	300	1.5	0.008	4	0	
	A-1	3.38	531	18.8	9.17	601	<dl	5.87	142	2.2	0.038	8	0	
	A-4	2.96	603	18.8	10.41	1384	0.5	5.54	470	1	0.473	10	0	
	LAH-3	4.86	298	25.4	5.03	617	<dl	6.94	318	3.7	0.006	8	8	
	LAH-6	4.68	321	22.9	5.46	683	0.1	6.42	325	4.5	0.01	8	2	
Ağalık Madeni	LAH-7	4.55	318	22.7	5.42	698	0.1	6.4	366	4.7	0.007	4	0	
	A-5	4.44	554	19.6	9.54	200	<dl	5.57	63	1.3	0.007	2	0	
	LAH-2	3.58	481	23.2	8.18	1156	0.4	5.65	594	3.2	0.016	2	0	
	LAH-8	4.34	346	24.1	5.87	758	0.1	5.21	411	3.1	0.008	8	0	
	LAH-9	4.28	377	24.1	6.39	763	0.1	5.71	412	3.4	0.008	6	0	
	LAH-10	4.04	372	20.8	6.38	963	0.2	5.7	543	2.1	0.016	4	0	
	LAH-12	4.2	353	23	6.01	877	0.2	5.14	470	1	0.009	6	0	
	Lahanos Madeni													

Dedeksiyon limitinin altında çıkan değerlere dedeksiyon limit değerleri verilerek istatistiksel hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 4.15' in devamı

Örnek Yeri	Örnek No	pH	Eh (mV)	T (°C)	pe	İletkenlik (µS/cm)	Tuzluluk (%)	Çöz. Oks. (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	NO ₂ ⁻ -N (mg/l)	Asidite (mg/l CaCO ₃)	Alkalinite (mg/l CaCO ₃)
Lahanos Madeni	LAH-13	11.33	73	24.4	1.24	1712	0.7	5.22	460	3.2	0.018	0	250
	LAH-25	4.82	290	22.8	4.94	1664	0.7	5.78	930	3.2	0.008	4	6
	LAH-26	3.09	540	21.7	9.23	1124	0.3	6.4	420	2.9	0.202	14	0
	LAH-27	6.16	155	24.9	2.62	2040	0.9	5.26	1210	1.6	0.021	4	32
Atık	LAH-43	5.03	272	19.9	4.68	1737	0.7	5.43	1305	4.3	0.003	6	10
Kılık Madeni	LAH-34	3.45	536	20.3	9.2	933	0.2	4.87	405	1.5	0.036	10	0
	LAH-36	3.62	556	20.6	9.54	313	<dl	5.37	80	2.1	0.021	6	0
	LAH-38	4.58	469	20.5	8.05	145	<dl	5.31	51	2.5	0.012	2	0
	LAH-39	5.04	427	20.6	7.33	143	<dl	5.13	51	3.9	0.01	2	10
	LAH-44	5.82	205	15.3	3.58	767	0.1	1.98	345	0.6	0.04	2	24
	LAH-45	3.79	493	18.7	8.51	265	<dl	5.84	75	1.6	0.02	4	0
Kızılkaya Madeni	LAH-48	3.19	590	19.9	10.15	834	0.2	5.55	215	1.5	0.108	8	0
	LAH-49	3.36	571	18.3	9.87	511	<dl	6.04	113	2.2	0.039	8	0
	LAH-50	3.8	496	19.7	8.54	283	<dl	5.89	55	3.9	0.008	10	0
	LAH-52	6.07	353	19.1	6.09	135	<dl	7.23	29	2.7	0.01	4	40
	LAH-58	3.6	541	19.5	9.32	330	<dl	5.51	71	2.3	0.022	12	0
Minimum		2.23	73	15.3	1.24	135	<dl	0.56	29	0.1	0.003	0	0
Maksimum		11.33	686	28.6	11.62	6650	3.6	7.55	5410	4.7	2.605	550	250
Aritmetik Ortalama		4.00	466.77	21.94	7.97	1392.79	0.53	5.31	850.19	2.29	0.31	38.63	9.07
Geometrik Ortalama		3.79	435.56	21.73	7.44	922.94	-	4.98	403.30	1.93	0.04	-	-
Standart sapma		1.53	143.59	3.03	2.44	1350.32	0.78	1.36	1183.29	1.14	0.68	92.25	38.59
Medyan		3.79	526	21.9	8.86	834	0.2	5.51	411	2.1	0.02	8	0
Mod		2.23	353	18.8	8.18	3770	0	5.44	51	1	0.008	4	0
Skewness		2.70	-0.78	0.09	-0.81	1.95	2.09	-1.73	2.39	0.33	2.61	4.43	6.09
Kurtosis		11.69	0.10	-0.23	0.12	4.46	4.91	4.26	5.62	-0.71	5.80	23.02	38.55

Tablo 4.15' in devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Al (mg/l)	As (µg/l)	Ba (µg/l)	Ca (mg/l)	Cd (µg/l)	Co (µg/l)	Cu (mg/l)	Fe _t (mg/l)	Fe ⁺² (mg/l)	Fe ⁺³ (mg/l)	K (mg/l)	Li (µg/l)	
Karaerik Madeni	KR-1	158.14	938	8.2	9.9	209	1470.5	71.37	1130.12	1116.34	13.78	1.7	37	
	KR-2	153.32	2153	13.7	14.6	187.4	1352.4	65.91	1053.40	90.39	963.01	1.5	35	
	KR-3	134.87	1626	11.9	17.1	166.5	1225.8	57.89	926.19	229.63	696.56	1	34	
	KR-4	120.20	838	13	71.8	147.5	1072.8	50.40	687.09	106.04	581.05	0.8	32	
	KR-5	119.66	498	17	80.6	138.2	1022.5	48.82	572.95	44.40	528.55	0.7	32	
	KR-6	2.02	<0.5	37.25	53.24	9.12	124.22	9.37	0.07	0.06	0.01	0.01	5.3	14.4
	KR-7	6.66	3.1	24.89	37.72	7.73	128.79	3.86	23.61	22.82	0.79	0.79	4.51	10.8
	KR-8	16.61	<0.5	36.97	44.51	21.18	454.01	12.57	17.87	7.35	10.52	10.52	7.43	25.6
	KR-9	17.39	<0.5	29.92	37.28	16.52	387.76	16.43	0.18	0.04	0.14	0.14	6.17	22.1
	KR-10	9.20	<0.5	32.87	45.47	12.43	219.53	13.84	0.05	0.00	0.05	0.05	6.31	17.1
Karlar Madeni	KR-17	57.99	5	22.79	30.11	3.91	28.75	3.01	191.85	18.41	173.44	6.03	6.7	
	KR-18	45.80	101	15.1	29.8	5.3	35.9	5.67	460.42	17.79	442.63	3.3	6	
	KR-19	60.12	307	21.1	43.8	7.3	46.2	10.69	649.40	358.38	291.02	2.8	7	
	KR-20	57.03	0.9	25.03	37.04	3.28	22.49	1.91	44.14	0.19	43.95	7.07	7.4	
	KR-21	50.09	0.6	30.22	36.74	2.67	29.57	1.72	16.99	0.46	16.53	7.18	7.4	
	KR-22	26.13	<0.5	41.65	31.25	1.86	24.23	1.33	1.02	0.18	0.85	5.98	5.8	
Ağalık Madeni	A-1	6.32	2.8	240.05	6.25	27.79	5.06	0.25	11.69	4.80	6.89	3.54	3.9	
	A-4	19.88	133.3	33.33	13.65	125.6	23.7	0.86	102.83	11.09	91.74	6.07	10.4	
	LAH-3	2.30	2.5	92.08	95.38	18.06	15.4	1.00	5.58	5.58	0.00	3.55	2.4	
	LAH-6	2.73	2.7	83.97	107.43	15.93	14.09	0.95	6.95	6.95	0.00	3.28	2.4	
	LAH-7	2.82	2.5	80.44	111.68	15.24	13.86	0.94	7.29	7.29	0.00	3.26	2.3	
	A-5	1.41	2.9	63.72	6.74	6.3	4.17	0.32	0.57	0.44	0.13	3.5	2.8	
	LAH-2	5.95	0.7	41.52	176.18	4	11.91	0.39	6.47	0.22	6.25	3.92	3	
Lahanos Madeni	LAH-8	3.16	3	73.95	124.46	12.85	13.28	0.91	8.07	8.07	0.00	3.28	2.3	
	LAH-9	3.18	3.3	74.41	125.21	13.19	13.53	0.93	8.77	8.77	0.00	3.11	2.3	
	LAH-10	4.72	3.3	62.66	164.47	13.6	15.93	0.96	9.72	9.28	0.43	3.44	3.2	
	LAH-12	4.43	3	59	146.52	12.14	14.12	0.86	8.17	8.01	0.15	3.29	3	

Tablo 4.15'in devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Al (mg/l)	As (μ g/l)	Ba (μ g/l)	Ca (mg/l)	Cd (μ g/l)	Co (μ g/l)	Cu (mg/l)	Fe _t (mg/l)	Fe ⁺² (mg/l)	Fe ⁺³ (mg/l)	K (mg/l)	Li (μ g/l)
Lahanos Madeni	LAH-13	0.52	1.5	86.22	292.86	<0.05	<0.02	0.005	<0.01	<0.01	<0.01	3.58	0.8
	LAH-25	2.98	4	54.51	373.35	5.81	9.25	0.53	11.39	11.39	0.00	5.17	4.2
	LAH-26	12.99	1.5	35.56	32.09	3.17	24.52	2.36	50.74	30.38	20.37	2.87	7.1
	LAH-27	0.02	<5	71.1	530.5	5.4	6.8	0.04	1.53	1.53	0.00	7.5	5
Atık	LAH-43	5.06	6.3	52.6	333.2	137.81	84	7.98	41.71	41.18	0.53	4.42	7
	LAH-34	8.10	0.7	34.82	77.76	11.69	125.16	4.21	7.97	1.08	6.89	4.5	2.2
	LAH-36	4.43	0.9	29.51	6.98	6.36	16.73	1.73	3.77	0.79	2.98	0.56	1.4
	LAH-38	1.73	<0.5	28.93	7.48	2.45	6.21	0.67	0.45	0.25	0.20	0.76	0.6
Kilitlik Madeni	LAH-39	0.95	<0.5	34.82	11.05	2.6	6.67	0.64	0.23	0.23	0.00	1.01	0.7
	LAH-44	0.03	3.1	39.12	96.19	15.38	28.85	0.36	17.45	16.17	1.28	2.92	1.2
	LAH-45	1.07	<0.5	44.13	9.98	4.31	9.84	0.88	3.28	1.27	2.01	0.66	0.5
	LAH-48	8.89	4.4	46.9	6.15	18.68	5.61	6.07	24.14	6.19	17.96	1.02	5.7
Kızılkaya Madeni	LAH-49	4.73	1.6	43.96	3.52	8.57	3.82	2.71	10.23	2.77	7.46	0.65	2.9
	LAH-50	2.68	<0.5	40.4	7.57	2.76	4.54	0.86	2.00	1.49	0.51	0.89	1.3
	LAH-52	0.03	<0.5	24.22	14.95	1.15	2	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	0.71	0.6
	LAH-58	3.30	<0.5	37.05	4.3	3.76	4.97	1.12	3.03	1.10	1.92	0.66	1.7
Minimum	0.02	<0.5	8.2	3.52	<0.05	<0.02	0.005	<0.01	0	0	0	0.56	0.5
Maksimum	158.14	2153	240.05	530.5	209	1470.5	71.37	1130.12	1116.34	963.01	7.5	37	
Aritmetik Ortalama	26.74	155.00	46.29	81.55	33.36	189.06	9.61	142.54	51.13	91.41	3.39	8.87	
Geometrik Ortalama	6.00	4.23	37.55	37.43	10.35	27.30	1.94	8.76	2.95	-	2.57	4.55	
Standart sapma	44.17	441.82	37.25	111.49	57.47	397.11	18.75	303.22	178.70	217.83	2.17	10.73	
Medyan	5.058	2.7	37.05	37.28	9.12	16.73	1.3295	8.767	6.1865	1.2768	3.29	4.2	
Mod	0.02	0.5	34.82	3.52	0.05	0.02	0.005	0.01	0.01	0	0	0.66	2.3
Skewness	2.01	3.44	3.52	2.45	2.02	2.36	2.41	2.26	5.43	2.69	0.32	1.64	
Kurtosis	2.94	12.09	17.18	6.46	2.64	4.30	4.62	4.01	31.72	6.83	-0.97	1.40	

Tablo 4.15'in devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Mg (mg/l)	Mn (mg/l)	Mo (µg/l)	Na (mg/l)	Ni (µg/l)	Pb (µg/l)	S (mg/l)	Si (mg/l)	Sr (µg/l)	U (µg/l)	Zn (mg/l)
Kararlık Madeni	KR-1	126.1	2.22	67	2.5	92	100	1375	50.51	116.4	4.5	53.08
	KR-2	115.6	2.58	180	5	81	86	1294	51.74	150.8	4.3	47.33
	KR-3	108.4	2.46	121	6.6	73	55	1200	50.76	152.8	3.9	42.21
	KR-4	96.3	2.59	47	12.5	64	26	1031	51.48	234.7	3.6	36.60
	KR-5	93.2	2.70	23	13.5	64	18	955	56.77	252.8	3.8	35.12
	KR-6	25.39	2.08	0.1	25.45	9.3	7.8	98	26.87	297.3	0.29	4.63
	KR-7	41.33	2.89	0.2	15.33	8	109.7	121	32.69	366.19	0.47	3.56
	KR-8	48.61	6.25	<0.1	25.76	21.7	30.1	180	57.21	331.84	1.07	11.91
	KR-9	36.82	5.08	0.3	26.07	18.1	17.3	140	49.55	322.68	1.13	9.90
	KR-10	29.67	3.08	<0.1	25.08	13.5	13.2	115	36.44	317.82	0.71	6.70
Karlar Madeni	KR-17	6.81	5.50	0.1	18.24	11.7	164.2	374	59.55	211.6	2.43	1.68
	KR-18	6	1.82	1	14.2	14	223	551	52.80	197.8	3.2	2.44
	KR-19	8.5	2.40	7	9.1	20	296	700	52.55	303.2	4.1	3.39
	KR-20	9.02	5.29	<0.1	21.31	11.5	174.4	253	65.59	272.38	2.14	1.32
	KR-21	8.68	4.50	0.3	22.44	10.6	129.4	202	65.34	258.29	1.84	1.33
	KR-22	7.47	2.51	0.3	20.93	8	32.2	100	53.70	226.75	0.77	0.89
Ağalık Madeni	A-1	2.35	0.18	<0.1	5.64	3.1	100.9	51	25.76	186.69	0.28	2.26
	A-4	11.09	0.82	<0.1	9.28	8.9	383.3	186	39.97	240.53	0.81	15.50
	LAH-3	11.85	1.25	2.2	12.95	6.4	73.5	106	10.42	171.33	0.2	3.70
	LAH-6	11.66	1.25	1.6	12.7	5.4	73	119	9.87	171.62	0.24	3.30
	LAH-7	11.58	1.23	1.7	12.92	5.4	72.4	122	10.01	172.92	0.24	3.15
	A-5	2.6	0.32	<0.1	10.95	2.8	52.2	21	20.68	91.01	0.07	0.40
	LAH-2	13.81	1.38	6.7	22.72	2.5	116.2	198	14.41	257.42	0.31	0.91
Lahanos Madeni	LAH-8	12.18	1.28	2.4	13.69	5	64.2	137	10.34	180.51	0.28	2.70
	LAH-9	12.04	1.28	3	13.38	5.1	65.1	137	10.39	183.79	0.28	2.77
	LAH-10	14.1	1.65	3.4	16.68	5.1	106.2	181	12.53	224.17	0.37	2.93
	LAH-12	13.39	1.47	3.7	15.31	4.4	97.7	161	12.33	202.06	0.35	2.59

Tablo 4.15' in devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Mg (mg/l)	Mn (mg/l)	Mo (µg/l)	Na (mg/l)	Ni (µg/l)	P (µg/l)	Pb (µg/l)	S (mg/l)	Si (mg/l)	Sr (µg/l)	U (µg/l)	Zn (mg/l)
Lahanos Madeni	LAH-13	0.1	0.002	309.6	14.74	<0.2	80	289.5	330	3.92	292.46	<0.02	0.02
	LAH-25	15.51	1.52	34.2	23.14	<0.2	63	40.4	388	9.80	418.28	0.25	0.92
	LAH-26	18.02	0.96	0.2	8.7	9.2	92	19	141	28.94	103.41	0.83	1.29
	LAH-27	18.9	2.10	242	33.6	<2	<200	2	476	5.19	540	<0.2	0.69
Atık	LAH-43	34.54	6.20	22.8	15.55	35.6	49	1192.8	435	7.60	381.81	2.9	43.87
	LAH-34	30.49	1.07	<0.1	8.49	4.9	<20	57.6	145	13.74	270.73	1.62	2.49
Kilit Madeni	LAH-36	5.6	0.25	0.1	2.57	3.3	<20	77.3	32	7.54	25.92	0.2	1.28
	LAH-38	3.85	0.14	<0.1	3.57	1.3	<20	29.5	17	8.11	27.28	0.06	0.45
	LAH-39	5.15	0.17	<0.1	4.68	1.4	<20	16.7	17	8.82	36.09	0.04	0.48
	LAH-44	24.39	0.93	0.3	7.61	4	<20	0.1	124	7.89	414.49	0.07	4.74
Kızılkaça Madeni	LAH-45	4.02	0.13	<0.1	3.37	1.3	<20	64.3	25	8.20	47.14	0.2	1.05
	LAH-48	5.22	0.18	0.2	1.34	6.8	<20	57.5	75	10.73	43.72	0.96	4.87
	LAH-49	3.54	0.09	<0.1	1.03	3.6	<20	29.7	40	6.44	24.39	0.43	2.13
	LAH-50	5.07	0.09	<0.1	3.28	2	<20	12.1	25	7.51	36.81	0.14	0.64
Minimum	LAH-52	3.99	0.05	0.4	3.94	0.9	<20	0.1	13	7.28	51.62	<0.02	0.25
	LAH-58	4.97	0.07	0.2	2.59	2.5	<20	10.4	29	7.89	26.46	0.18	0.95
		0.1	0.002	<0.1	1.03	<0.2	<20	0.1	13	3.92	24.39	<0.02	0.02
		126.1	6.25	309.6	33.6	92	<200	1192.8	1375	65.59	540	4.5	53.08
Maksimum	Aritmetik Ortalama	24.84	1.86	25.19	12.75	15.20	60.21	106.65	288.84	26.51	205.49	1.16	8.57
	Geometrik Ortalama	12.31	0.89	1.06	9.62	6.31	37.23	42.03	144.62	18.65	155.61	0.49	2.70
Standart sapma		32.74	1.74	66.05	8.21	23.18	69.38	189.26	361.43	20.97	124.22	1.40	14.56
	Medyan	11.85	1.38	0.3	12.92	5.4	20	64.2	140	13.74	202.06	0.37	2.589
Mod		0.1	0.002	0.1	1.03	0.2	20	0.1	17	3.92	24.39	0.2	0.02
	Skewness	2.07	1.16	3.24	0.48	2.26	1.51	4.80	1.90	0.58	0.34	1.29	2.10
Kurtosis		3.31	0.69	10.38	-0.51	4.08	0.47	26.78	2.73	-1.36	-0.11	0.22	3.02

En yüksek alkalinite değeri pH' ın en yüksek olduğu Kızıl Dere üzerindeki Lah-13 örneğinde, en yüksek NO_3^- -N değeri ise Lahanos ve Ağalık Madenlerinin etkisi altında olan Kızıl Dere üzerindeki Lah-7 örneğinde ölçülmüştür (Tablo 4.15).

Analiz edilen elementlerin bir çoğunun konsantrasyonları, geniş aralıklarda Al (0.02-158.14 mg/l), Cu (0.005-71.37 mg/l), Fe_t (<0.01-1130.12 mg/l), S (13-1375 mg/l), Zn (0.02-53.08 mg/l) değişim göstermektedir (Tablo 4.15). Benzer şekilde örneklerdeki bir çok iz metal ve yarı metalin maksimum değerleri de oldukça yüksektir. Örneğin As (2153 $\mu\text{g/l}$), Co (1470.5 $\mu\text{g/l}$), Ni (92 $\mu\text{g/l}$), Pb (1192.8 $\mu\text{g/l}$) gibi.

Elementlerin çoğuna ait en yüksek konsantrasyon değerleri (Al, Cd, Co, Cu, Fe, Li, Mg, Ni, S, U ve Zn) fiziko-kimyasal parametrelerde olduğu gibi pH' ın en düşük olduğu Karaerik Madeni galeri deşarjı örneğine (KR-1) aittir. Buna karşılık Ca, K, Na ve Sr gibi alkali ve toprak alkali elementlerine ait en yüksek konsantrasyon değerleri, Lahanos madeni atığının deşarj edildiği Kızıl Dere üzerindeki Lah 27 numaralı örnekten elde edilmiştir. Pb elementine ait maksimum değer ise Lahanos madeni atık örneğinde tespit edilmiştir (Tablo 4.15).

4.2.1.2. Yağışlı Sezon Kirlenmiş Su Örneklerinin Fiziko ve Hidrokimyasal Özellikleri

Yağışlı sezon kirlenmiş su örneklerinin en düşük ve en yüksek pH değerleri (2.32-12) kuru sezon örneklerine benzerdir (Tablo 4.16). Yağışlı sezonda örneklerin çoğuna ait pH değerleri yağışa bağlı seyrelme nedeniyle kuru sezona kıyasla daha yüksektir. En düşük pH değeri kuru sezonda olduğu gibi Karaerik Madeni galeri deşarjına (KR-1), en yüksek pH değeri ise Lahanos Madeni atık örneğine aittir (Tablo 4.16).

Redoks potansiyeli (10-633 mV), iletkenlik (98-6970 $\mu\text{S/cm}$), tuzluluk (<dl-3.8 %), çözünmüş oksijen (2.96- 9.06 mg/l), SO_4^{2-} (27-4300 mg/l), NO_2^- -N (<0.01- 4.3 mg/l NO_2^- -N), F (0.1-0.87 mg/l), CO_2 (0-422.50 mg/l) ve toplam inorganik karbon (4.20-115.30 mg/l) içerikleri geniş aralıklarda değişim göstermektedir (Tablo 4.16). Kuru sezon örneklerinde olduğu gibi yağışlı sezon örneklerindeki geniş değişim aralıkları, drenaj sistemlerindeki jeokimyasal koşulların yüksek çeşitliliğini desteklemektedir. Ölçülen bu parametrelere ait en yüksek değerler yağışlı sezonda da Karaerik Madeni' nin deşarj olduğu Acısu Dere boyunca yapılan ölçümlerden elde edilmiştir. NO_3^- -N (<0.5-10.3 mg/l NO_3^- -N), Cl (<2.5 - 36.5 mg/l), CO_3^{2-} (0-305.45 mg/l) ve HCO_3^- (0-61.02 mg/l) parametrelerine ait

en yüksek değerler ise sırasıyla Lah 45, Lah 43 (atık suyu örneği) ve Lah 44 numaralı örneklerden elde edilmiştir (Tablo 4.16).

Yağışlı sezon örneklerinin fiziko-kimyasal parametrelerine ait değişim aralıkları kuru sezon örneklerine benzerdir. Ancak yağışlı sezonda, beklenildiği üzere Eh, sıcaklık, iletkenlik, tuzluluk ve sülfat gibi bir çok parametrenin ortalama değerleri yağışlara bağlı seyrelme nedeniyle daha düşüktür (Tablo 4.16). Buna karşılık NO_3^- -N ve NO_2^- -N parametrelerinin ortalama değerleri ise yağışlı sezonda daha yüksektir (sırasıyla 3.80 ve 0.45). Bir çok örnekleme noktasının fındık arazileri içerisinde geçen dereler üzerinde yer alması sebebiyle, fındık gübrelere içerisinde bulunan azotlu bileşenlerin yağmur sularıyla çözünmesi ve derelere karışması sonucu bu yükselmenin olduğu düşünülmektedir. NO_3^- -N ve NO_2^- -N için elde edilen bu yüksek değerlere karşın yağışlı sezonda da sülfat çok daha baskındır ve en etkili anyondur.

Yağışlı sezonda analiz edilen elementlerin bir çoğuna ait konsantrasyonlar, kuru sezondaki örneklere benzer şekilde geniş aralıklarda değişim gösterir (Tablo 4.16). Ölçülen katyonlar arasında Al 0.009- 150.67 mg/l, Cu 0.003-68.87 mg/l, Fe_t <0.01-1184.60 mg/l, S 9-1779 mg/l ve Zn 0.004-40.63 mg/l arasında değişmektedir. Buna karşılık örneklerdeki As, Co ve Pb gibi bir çok bileşenin maksimum değerleri kuru sezona kıyasla daha yüksektir.

Yağışlı sezonda elementlerin çoğuna (Al, Ca, Cd, Co, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, S, Si, Sr, U ve Zn) ait konsantrasyonların ortalama değerleri yağışlara bağlı seyrelme nedeniyle kuru sezona kıyasla daha düşüktür (Tablo 4.16). Kuru sezonda olduğu gibi yağışlı sezonda da elementlerin bir çoğuna ait en yüksek konsantrasyon değerleri (Al, As, Cd, Co, Cu, Fe, Li, Mg, Ni, S, Si, U ve Zn) fiziko-kimyasal parametrelerde olduğu gibi pH'ın en düşük olduğu Karaerik Madeni galeri deşarjı örneğine (KR-1) aittir. Buna karşılık Ca, K, Na ve Sr gibi alkali ve toprak alkali elementler ile Mo ve Pb elementlerine ait en yüksek konsantrasyon değerleri, Lahanos madeni atık suyundan (Lah 43) elde edilmiştir (Tablo 4.16).

Tablo 4.16. Yağışlı sezon kirlenmiş su örneklerinin fiziko-kimyasal parametreleri, analiz sonuçları ve temel istatistiksel özellikleri

Örnek Yeri	Örnek No	pH	Eh (mV)	T (°C)	pe	İletkenlik (µS/cm)	Tuzluluk (%)	Ç.O. (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ N (mg/l)	NO ₂ ⁻ N (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	CO ₂ (mg/l)	TIC (mg/l C)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	CO ₃ ²⁻ (mg/l)
Kararık Madeni	KR-1	2.32	461	16.4	8.02	6970	3.8	2.96	4300	2.7	1.67	13	0.14	422.50	115.30	0	0
	KR-2	2.51	522	19	9	4690	2.5	5.19	3500	4	4.30	4	0.1	176.04	48.04	0	0
	KR-3	2.64	578	19	9.97	3530	1.7	6.6	2450	5.6	3.87	<2.5	<0.1	220.05	60.05	0	0
	KR-4	2.75	633	17	10.99	3140	1.5	8.57	2150	4	2.56	4	0.87	94.62	25.82	0	0
	KR-5	2.72	630	18.4	10.89	3100	1.5	9.06	1850	3.3	3.17	4	<0.1	147.43	40.23	0	0
	KR-6	5.1	419	17.7	7.26	415	<dl	8.89	170	3.7	0.02	7	<0.1	44.01	14.41	12.20	0
	KR-7	4.75	374	17.5	6.48	186	<dl	6.99	60	4.6	0.01	5	<0.1	13.20	4.20	3.05	0
	KR-8	3.97	453	20	7.79	507	<dl	6.7	200	2	0.01	3	<0.1	29.93	8.17	0	0
	KR-9	4.28	473	17.6	8.2	480	<dl	6.79	205	<0.5	0.01	4	<0.1	24.21	6.61	0	0
	KR-10	4.25	459	17.7	7.95	473	<dl	6.76	215	1.8	0.01	5	<0.1	22.01	6.01	0	0
Karlar Madeni	KR-17	3.22	572	15.9	9.97	727	0.1	5.66	120	4.5	0.19	<2.5	<0.1	88.02	24.02	0	0
	KR-19	3.14	555	16.1	9.67	906	0.2	5.77	200	2.5	0.11	<2.5	0.28	96.82	26.42	0	0
	KR-20	3.24	586	16.2	10.21	726	0.1	5.65	120	4.5	0.08	<2.5	<0.1	79.22	21.62	0	0
	KR-21	3.28	590	16.4	10.27	665	0.1	6.48	95	5.8	0.04	4	0.1	79.22	21.62	0	0
	KR-22	3.33	580	17	10.07	574	<dl	5.55	75	4.5	0.07	<2.5	<0.1	74.82	20.42	0	0
	A-1	3.65	479	19.2	8.26	476	<dl	5.47	70	2.4	0.02	<2.5	<0.1	44.01	12.01	0	0
Ağalık Madeni	A-4	3.27	541	19.8	9.31	661	0.1	5.1	170	3	0.06	<2.5	<0.1	44.01	12.01	0	0
	LAH-3	6.77	332	21.3	5.68	256	<dl	4.88	83	3	0.03	<2.5	<0.1	22.01	13.21	36.61	0
	LAH-6	6.76	298	20	5.12	282	<dl	5.09	100	3.4	0.02	<2.5	<0.1	22.01	12.01	30.51	0
	A-5	4.27	455	17.7	7.88	185	<dl	5.03	48	3.9	<0.01	3	<0.1	30.81	8.41	0	0
	LAH-2	6.68	261	16.9	4.53	490	<dl	5.37	170	6.6	0.02	3.6	0.2	35.21	15.61	30.51	0
Lahanos Madeni	LAH-8	6.89	291	17.6	5.04	220	<dl	3.19	65	1	0.02	<2.5	<0.1	22.01	13.21	36.61	0
	LAH-10	6.45	224	17.6	3.88	524	<dl	5.51	235	3.5	0.06	7	<0.1	22.01	9.61	18.31	0
	LAH-12	6.29	238	17.8	4.12	532	<dl	5.16	200	3.1	0.02	7.8	0.23	44.01	18.02	30.51	0

Dedeksiyon limitinin altında çıkan değerlere dedeksiyon limit değerleri verilmektedir. Dedeksiyon limit değeri hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 4.16.'nın devamı

Örnek Yeri	Örnek No	pH	Eh (mV)	T (°C)	pe	İletkenlik (µS/cm)	Tuzluluk (%)	Ç.O. (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ N (mg/l)	NO ₂ ⁻ N (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	CO ₂ (mg/l)	TIC (mg/l C)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	CO ₃ ²⁻ (mg/l)
Lahanos Madeni	LAH-13	10.92	147	16.5	2.56	447	<dl	5.22	100	2	0.02	11.8	<0.1	0	17.41	9.20	77.96
	LAH-25	6.06	207	17.8	3.59	627	<dl	5.16	290	3	0.03	13.1	0.61	35.21	13.21	18.31	0
Atık	LAH-43	12	10	21.5	0.17	2680	1.3	4.9	480	3.3	0.02	36.5	<0.1	0	61.13	0	305.45
Kilik Madeni	LAH-34	3.16	606	20.4	10.4	793	0.1	5.07	350	8.7	0.18	<2.5	0.61	96.82	26.42	0	0
	LAH-36	4.45	495	15.5	8.64	304	<dl	5.01	90	1.7	0.03	<2.5	<0.1	22.01	6.01	0	0
	LAH-38	5.56	398	16.8	6.92	131	<dl	5.25	50	1.8	0.02	<2.5	<0.1	39.61	14.41	18.31	0
	LAH-39	5.15	357	19.3	6.15	129	<dl	5.16	45	5.6	0.01	<2.5	<0.1	17.60	6.01	6.10	0
	LAH-44	5.95	143	15.2	2.5	606	<dl	3.01	250	2	0.03	<2.5	0.46	66.02	30.03	61.02	0
	LAH-45	3.49	548	17.5	9.5	983	0.2	5.41	225	10.3	0.14	<2.5	0.53	44.01	12.01	0	0
Kızılkaya Madeni	LAH-48	3.3	588	16.5	10.23	711	0.1	5.41	165	5.1	0.12	4.3	0.76	44.01	12.01	0	0
	LAH-49	3.71	568	16.3	9.89	426	<dl	5.11	83	4	0.07	<2.5	0.59	39.61	10.81	0	0
	LAH-50	4.14	470	17.2	8.16	212	<dl	5.57	50	5.6	0.02	2.7	<0.1	22.01	6.01	0	0
	LAH-52	6.48	374	16.4	6.51	98	<dl	5.65	27	3.8	0.02	<2.5	<0.1	22.01	10.81	24.41	0
	LAH-58	3.74	495	17.3	8.59	266	<dl	6.62	60	3.7	0.06	<2.5	<0.1	22.01	6.01	0	0
Minimum		2.32	10	15.2	0.17	98	<dl	2.96	27	0.5	0.01	<2.5	<0.1	0	4.20	0	0
Maksimum		12	633	21.5	10.99	6970	3.8	9.06	4300	10.3	4.3	36.5	0.87	422.50	115.30	61.02	305.45
Aritmetik Ortalama		4.75	431.84	17.74	7.48	1029.68	0.35	5.66	503.05	3.80	0.45	5.01	0.21	62.34	20.77	8.83	10.09
Geometrik Ortalama		4.39	376.53	17.67	6.52	574.27	-	5.51	179.05	3.32	0.06	3.79	0.15	-	15.28	-	-
Standart Sapma		2.13	155.42	1.56	2.70	1453.32	0.83	1.31	989.27	1.95	1.11	5.98	0.21	76.13	20.99	14.81	50.81
Medyan		4.20	465.5	17.55	8.09	515.5	0	5.41	167.5	3.6	0.033	2.6	0.1	39.61	13.211	0	0
Mod		2.32	374	16.4	9.97	98	0	5.16	170	2	0.01	2.5	0.1	22.01	6.01	0	0
Skewness		1.71	-0.85	0.77	-0.84	2.68	2.84	0.64	2.77	1.28	2.66	4.31	1.87	3.32	2.97	1.80	5.66
Kurtosis		3.64	0.06	-0.01	0.05	7.54	8.41	1.75	7.17	2.78	5.95	21.46	2.31	13.53	10.84	3.02	33.15

Tablo 4.16'nin devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Al (mg/l)	As (µg/l)	Ba (µg/l)	Ca (mg/l)	Cd (µg/l)	Co (µg/l)	Cu (mg/l)	Fe _i (mg/l)	Fe ⁺² (mg/l)	Fe ⁺³ (mg/l)	K (mg/l)	Li (µg/l)
Karaerik Madeni	KR-1	150.67	3055	6.6	9.9	182.6	1582	68.87	1184.60	1169.37	15.23	1.1	31
	KR-2	123.77	2337	8.1	12.9	143	1282.5	55.03	967.98	234.38	733.60	0.8	27
	KR-3	90.21	1536	16.6	16.9	100.4	880.8	38.50	646.91	35.70	611.20	1.1	18
	KR-4	76.84	1104	14	49.2	86.7	777.3	32.41	529.64	22.52	507.12	1.3	19
	KR-5	67.43	830	13.4	47.8	76.1	676.1	28.54	440.54	5.71	434.83	1	14
	KR-6	5.67	<0.5	34.53	22.06	5.37	90.89	5.57	0.10	0.09	0.008	2.48	6.1
	KR-7	1.32	<0.5	44.96	7.49	0.8	12.41	1.30	0.16	0.13	0.03	1.32	1.3
	KR-8	8.12	<0.5	57.45	17.36	6	95.58	5.16	1.96	1.28	0.68	2.62	6
	KR-9	8.68	<0.5	35.28	20.07	6.45	108.09	6.44	0.24	0.10	0.15	2.56	6.9
	KR-10	8.38	<0.5	33.59	20.32	6.3	106.71	6.49	0.18	0.08	0.10	2.53	6.9
Karlar Madeni	KR-17	2.51	1.5	69.56	7.72	0.56	3.26	0.44	17.99	1.76	16.23	1.24	1
	KR-19	3.37	16.7	66.37	4.66	0.77	5.77	1.14	38.42	4.98	33.44	1.67	1.6
	KR-20	2.13	0.7	64.15	6.99	0.44	2.47	0.31	11.15	1.07	10.08	1.13	0.7
	KR-21	1.97	<0.5	60.24	7.11	0.42	2.29	0.28	7.35	0.15	7.21	1.31	0.7
	KR-22	2.07	<0.5	73.13	8.09	0.38	2.24	0.26	5.22	0.34	4.88	1.59	0.8
	A-1	2.18	<0.5	186.71	5.06	9.68	2.5	0.18	4.75	4.58	0.16	2.04	1.4
Ağalık Madeni	A-4	5.38	0.8	119.83	8.05	33.59	8.45	0.64	17.21	4.28	12.93	3.29	2.9
	LAH-3	0.03	<0.5	52.39	26.1	3.05	2.42	0.03	0.02	0.01	0.006	1.52	0.8
	LAH-6	0.03	<0.5	48.89	31.35	3.07	2.53	0.04	0.02	0.01	0.009	1.57	0.8
	A-5	2.40	2	75.03	8.25	7.37	4.34	0.33	0.36	0.34	0.02	3.7	8.1
	LAH-2	0.03	<0.5	63.4	50.82	9.5	6.78	0.09	0.02	0.006	0.01	1.59	1.2
	LAH-8	0.02	<0.5	45.63	21.26	1.52	1.9	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	1.19	0.6
Lahanos Madeni	LAH-10	0.07	<0.5	67.96	66.15	13.65	8.15	0.41	1.34	0.37	0.97	1.95	1.8
	LAH-12	0.02	<0.5	71.15	69.25	13.64	7.99	0.18	0.01	0.006	0.006	1.99	1.5

Tablo 4.16.'nin devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Al (mg/l)	As (µg/l)	Ba (µg/l)	Ca (mg/l)	Cd (µg/l)	Co (µg/l)	Cu (mg/l)	Fe _t (mg/l)	Fe ⁺² (mg/l)	Fe ⁺³ (mg/l)	K (mg/l)	Li (µg/l)
Lahanos Madeni	LAH-13	0.19	0.6	62.37	58.44	<0.05	<0.02	0.003	<0.01	<0.01	<0.01	1.33	0.5
	LAH-25	0.10	0.6	71.71	85.62	18.87	10.82	0.48	0.84	0.72	0.12	2.36	2.3
Atık	LAH-43	0.02	1.1	160.54	349.26	<0.05	<0.02	0.006	<0.01	<0.01	<0.01	4.59	2.6
Kilitik Madeni	LAH-34	6.70	66.9	26.62	35.35	27.16	67.17	7.96	42.55	9.08	33.47	2.23	3.2
	LAH-36	4.81	<0.5	32.01	9.95	5.92	19.44	1.22	3.16	1.33	1.83	0.64	1.3
	LAH-38	1.77	<0.5	32.53	9.35	2.15	5.68	0.50	0.27	0.25	0.03	0.77	0.8
	LAH-39	0.19	<0.5	35.91	11.65	2.51	5.78	0.68	0.14	0.10	0.05	0.9	0.5
	LAH-44	0.009	2.7	37.88	69.8	7.11	17.22	0.09	3.18	2.43	0.75	2	1.1
Kızılıkaya Madeni	LAH-45	3.34	4.9	50.16	37.7	13.86	35.41	3.10	20.18	2.38	17.80	1.58	2
	LAH-48	7.10	6.3	47.38	5.19	14.65	4.08	3.91	22.67	7.14	15.52	0.89	4.2
	LAH-49	4.08	2.3	51.13	3.79	7.83	3.25	2.12	11.84	1.84	10.00	0.71	2.7
	LAH-50	2.28	<0.5	56.49	8.4	2.52	4.73	0.59	2.11	1.36	0.74	1.37	1.2
	LAH-52	0.03	<0.5	26.68	11.54	1.11	1.64	0.12	0.13	0.05	0.08	0.97	0.7
	LAH-58	2.75	<0.5	43.51	4.02	3.2	3.83	0.80	4.06	2.42	1.64	0.87	1.3
	Minimum	0.009	<0.5	6.6	3.79	<0.05	<0.02	0.003	<0.01	0.006	0.006	0.006	0.64
Maksimum	150.67	3055	186.71	349.26	182.6	1582	154.01	68.87	1184.60	1169.37	733.60	4.59	31
Aritmetik Ortalama	15.70	236.29	54.31	32.76	21.54	21.54	154.01	7.22	104.93	39.90	65.03	1.68	4.86
Geometrik Ortalama	1.33	2.50	44.06	17.46	4.87	4.87	11.13	0.76	1.86	0.59	0.80	1.50	2.27
Standart Sapma	35.91	676.73	36.45	57.25	41.31	372.39	372.39	15.92	276.08	191.99	180.17	0.87	7.34
Medyan	2.34	0.5	49.53	14.9	6.15	6.28	6.28	0.62	2.63	0.89	0.75	1.45	1.55
Mod	0.022	0.5	6.6	3.79	0.05	0.02	0.02	0.003	0.01	0.01	0.01	1.1	0.8
Skewness	2.72	3.16	1.97	4.82	2.73	2.78	2.78	2.77	2.90	5.83	2.88	1.47	2.41
Kurtosis	6.71	9.81	5.27	26.50	7.21	7.15	7.15	7.27	7.95	34.85	7.18	2.52	5.38

Tablo 4.16'nin devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Mg (mg/l)	Mn (mg/l)	Mo (µg/l)	Na (mg/l)	Ni (µg/l)	Pb (µg/l)	S (mg/l)	Si (mg/l)	Sr (µg/l)	U (µg/l)	Zn (mg/l)
Karaerik Madeni	KR-1	115.1	1.88	297	2.2	83	35	1779	46.88	123.6	4.8	40.63
	KR-2	95.7	1.95	217	3.6	68	27	1483	43.20	145	4	32.51
	KR-3	71.4	1.41	142	6.7	48	<1	1012	36.13	142.1	3	22.37
	KR-4	60.9	1.36	94	10.4	42	<1	882	34.32	184.2	2.5	19.13
	KR-5	53.6	1.23	64	10.1	36	<1	781	32.07	172.1	2.3	17.03
	KR-6	14.99	0.96	0.2	10.84	6.3	4.6	64	17.40	156.75	0.33	2.32
	KR-7	7.12	0.09	0.2	4.34	1.6	13.7	22	9.74	79.38	0.06	0.32
	KR-8	17.73	1.06	0.1	8.24	6.4	14.7	70	18.39	145.01	0.39	2.67
	KR-9	16.41	1.15	0.2	10.28	7.6	7.4	73	19.65	155.62	0.44	2.87
	KR-10	16.46	1.13	0.1	10.11	7.3	6.5	72	19.26	153.91	0.43	2.84
Karlılar Madeni	KR-17	1.83	0.21	0.2	4.26	2	64.8	47	11.77	59.54	0.17	0.22
	KR-19	1.43	0.14	1.1	3.19	3.6	279.4	73	11.36	57.38	0.24	0.38
	KR-20	1.69	0.18	0.2	4.11	1.6	41.4	44	10.17	50.96	0.13	0.17
	KR-21	1.71	0.18	<0.1	4.31	1.5	32.4	38	10.53	51.61	0.12	0.15
	KR-22	1.85	0.18	<0.1	5.17	1.3	23	34	11.03	56.9	0.12	0.15
	A-1	1.64	0.06	<0.1	3.63	1.2	29.3	23	12.21	86.97	0.12	0.74
Ağalık Madeni	A-4	3.93	0.23	<0.1	5.23	3.3	110.8	58	17.02	112.16	0.26	3.37
	LAH-3	4.93	0.28	1.7	5.65	1	1	31	7.68	60.45	<0.02	0.72
	LAH-6	5.26	0.28	4.5	6.23	1.5	1.3	37	7.71	65.78	<0.02	0.71
	A-5	2.95	0.26	0.2	9.43	3.9	68.1	16	21.53	77.94	0.17	0.41
	LAH-2	7.94	0.77	5	5.77	3.4	4.9	63	6.70	90.93	<0.02	2.74
	LAH-8	4.41	0.20	4.3	4.68	0.9	0.6	25	7.16	47.52	<0.02	0.41
Lahanos Madeni	LAH-10	8.79	0.90	3.2	7.03	4.1	39.5	83	7.43	118.68	0.04	3.98
	LAH-12	9.52	0.94	5.8	7.13	4.1	1.8	89	7.22	124.64	<0.02	4.16

Tablo 4.16'nin devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Mg (mg/l)	Mn (mg/l)	Mo (µg/l)	Na (mg/l)	Ni (µg/l)	P (µg/l)	Pb (µg/l)	S (mg/l)	Si (mg/l)	Sr (µg/l)	U (µg/l)	Zn (mg/l)
Lahanos Madeni	LAH-13	1.84	0.001	63.2	4.91	<0.2	37	24.4	46	4.37	75.63	<0.02	0.004
	LAH-25	11.09	1.27	6.5	8.05	5.6	42	16.3	111	7.46	150.12	0.03	5.56
Atık	LAH-43	0.07	0.001	412.1	15.13	<0.2	138	3452.5	298	1.41	345.16	<0.02	0.19
Kilitik Madeni	LAH-34	14.5	0.58	1.3	3.24	7.9	89	143.1	139	7.43	79.62	0.65	4.08
	LAH-36	6.61	0.27	<0.1	3.05	3.4	69	95.4	31	8.36	35.63	0.2	0.96
	LAH-38	4.11	0.11	<0.1	4.5	1.2	50	23.2	15	10.05	33	0.05	0.38
	LAH-39	4.78	0.11	<0.1	4.86	1.4	122	26	15	9.12	36.06	0.03	0.40
	LAH-44	19.45	0.57	2.3	5.77	2.2	28	2.4	115	6.59	276.49	0.08	2.09
Kızıl kaya Madeni	LAH-45	11.59	0.38	0.7	4.27	4	132	255.3	107	9.05	158.98	0.75	2.79
	LAH-48	4.3	0.10	0.2	1.42	4.8	43	70.6	63	7.28	31.9	0.71	3.07
	LAH-49	3.4	0.07	0.2	1.26	3.3	55	102.8	31	5.53	21.78	0.4	1.64
	LAH-50	5.51	0.07	<0.1	4.28	3.7	58	14.3	17	7.02	33.5	0.13	0.47
	LAH-52	3.63	0.03	0.2	4.4	1.1	26	2.3	9	6.74	34.03	<0.02	0.22
Minimum	LAH-58	4.4	0.05	0.6	2.64	2.3	37	19.5	20	6.46	20.67	0.15	0.66
		0.07	0.001	<0.1	1.26	<0.2	<20	0.6	9	1.41	20.67	<0.02	0.004
Maksimum		115.1	1.95	412.1	15.13	83	351	3452.5	1779	46.88	345.16	4.8	40.63
Aritmetik Ortalama		16.38	0.54	34.98	5.80	10.02	87.68	133.11	208.32	13.77	101.36	0.60	4.83
Geometrik Ortalama		6.67	0.24	1.22	5.08	3.51	60.30	16.90	68.51	10.82	80.97	0.16	1.23
Standart Sapma		26.70	0.56	89.43	3.00	19.13	80.21	556.70	413.93	10.93	70.22	1.14	9.20
Medyan		5.39	0.26	0.4	4.89	3.4	46.5	23.1	60.5	9.43	79.5	0.14	1.30
Mod		0.07	0.001	0.1	5.77	0.2	20	1	31	1.412	20.67	0.02	0.004
Skewness		2.57	1.03	3.11	1.06	2.75	1.44	6.04	2.74	1.77	1.50	2.58	2.76
Kurtosis		6.13	-0.02	9.78	1.15	7.04	1.75	36.92	7.01	2.45	3.07	6.03	7.35

4.2.2. Kirlenmemiş Su Örnekleri

Kirlenmemiş örnekler grubu; madenlerden etkilenmeyen örnekleri, bölgesel referans örneklerini ve doğal olarak asidik özellik gösteren (pirit içeren dasidik kayalardan direne olan) su örneklerini içermektedir (Tablo 4.17). Özellikle kuru sezonda Lahanos Madeni atık noktasından topoğrafik olarak daha üst kotlarda bulunan Kızıl Dere ve bunun yan kolları ile Kızılkaya Madeni çevresindeki vadiler, etki alanlarında mevcut olan dasidik kayaların yoğun pirit içermesi sebebiyle düşük pH' lar (4-5) sunarlar (Tablo 4.18). Dolayısıyla söz konusu bu bölgenin doğal pH aralığı 4-5 arasındadır. Yağışlı sezonda ise birkaç örnek noktası haricinde bu tip örneklerin bir çoğunun pH' ı 6-7 civarına yükselmektedir (Tablo 4.19). Bu düşük pH değerlerine karşın ortamın herhangi bir maden etkisi altında olmaması ve ölçülen pH değerlerinin çevredeki jeolojik yapı ile ilişkili olması nedeniyle bölge kirlenmemiş (maden etkisi altında olmayan) alanlar grubuna dahil edilmiştir.

4.2.2.1. Kuru Sezon Kirlenmemiş Su Örneklerinin Fiziko ve Hidrokimyasal Özellikleri ile Kullanılabilirlikleri

Kuru sezon kirlenmemiş su örneklerinin pH değerleri 4.16-8.95 arasında değişmektedir (Tablo 4.18). Örneklerin ölçülen diğer fiziko-kimyasal parametrelerinden redoks potansiyeli 216-469 mV, iletkenlik 53-633 $\mu\text{S}/\text{cm}$, SO_4^{2-} <5-159 mg/l, çözülmüş oksijen 1.51-7.57 mg/l, NO_3^- -N 0.5-6.5 mg/l NO_3^- -N, NO_2^- -N 0.004-0.29 mg/l NO_2^- -N, asidite 2-146 mg/l CaCO_3 , alkalinite 0-152 mg/l CaCO_3 arasında değişmektedir (Tablo 4.18). Tuzluluk örneklerin tümünde dedeksiyon limitinin altında çıkmıştır.

Örneklerin bir çoğuna ait fiziko-kimyasal parametreler (pH ve NO_2^- -N hariç) incelenen insani tüketim amaçlı sulara ait sınır değerler içerisinde yer almaktadır (Tablo 4.18). Üstte (4.2.2) bahsedildiği üzere örneklenen sahada madenlerden etkilenmemiş olmasına karşın doğal pH' ın 4-5 aralığında olduğu lokasyonlar söz konusudur. Bu pH değerleri içme suyu amaçlı kullanım için tolere edilebilen pH aralığına (6.5-8.5, 9.5) uymazlar (Tablo 4.18). Ancak, TSE (2005)'te "ambalajlı sular için, üst sınır aynı kalmak kaydıyla, en düşük pH değeri 4.5 olarak uygulanmalıdır" şeklinde ifade edilen sınır değere göre, bir örnek noktası hariç olmak üzere (Lah-47, pH= 4.16) diğer tüm örnekler pH açısından TSE'ye göre içilebilir değerdedir.

Tablo 4.17. Kirlenmemiş su örnek noktalarının coğrafik lokasyonları (UTM koordinatları) ve örnek özellikleri (lokasyonlar için Şekil 3.1 e bakınız)

Örnek No	Boylam	Enlem	Örnek yeri	Örneğin Özelliği
KR-11	474259	4531494	Osmankıranı Mah. geçen isimsiz dere	Karaerik Madeninin kirlenme etkisi yok
KR-12	474438	4531313	Osmankıranı Mah. geçen isimsiz dere	Karaerik Madeninin kirlenme etkisi yok
KR-13	475186	4530562	Karadere Mah. geçen isimsiz dere	Karaerik Madeninin kirlenme etkisi yok
KR-14	475713	4529955	Karadere Mah. geçen isimsiz dereye bağlanan yan kol	Karaerik Madeninin kirlenme etkisi yok
KR-15	475901	4529840	Karadere Mah. geçen isimsiz dereye bağlanan yan kol	Karaerik Madeninin kirlenme etkisi yok
KR-16	474952	4530722	Osmankıranı Mah. geçen isimsiz dere	Karaerik Madeninin kirlenme etkisi yok
A-2	475888	4528268	Ağalık Madeni isimsiz dere üst kot	Ağalık Madenin kirlenme etkisi yok
A-3	475782	4528125	Ağalık Madeni isimsiz dere yan isimsiz dere	Ağalık Madenin kirlenme etkisi yok
LAH-1	473921	4524515	Topçulu Dere	Lahanos Madenin kirlenme etkisi yok
LAH-18	474820	4521161	Lahanos Madeni atık deşarjından önce Kızıl Dere üzeri	Lahanos Madeni atık etkisi yok (Çevre kayaçlar pirit içeriyor)
LAH-19	474656	4520534	Lahanos Madeni atık deşarjından önce Kızıl Dere üzeri	Lahanos Madeni atık etkisi yok (Çevre kayaçlar pirit içeriyor)
LAH-20	474575	4520573	Lahanos Madeni atık deşarjından önce Kızıl Dere üzeri	Lahanos Madeni atık etkisi yok (Çevre kayaçlar pirit içeriyor)
LAH-21	474626	4520865	Lah-19 ile Lah-20 birleştikten sonra Kızıl Dere üzeri	Lahanos Madeni atık etkisi yok (Çevre kayaçlar pirit içeriyor)
LAH-22	474927	4521026	Zeytinaga Dere	Lahanos Madeni atık etkisi yok (Çevre kayaçlar pirit içeriyor)
LAH-23	473804	4520211	Sırganlı Tepe yakınındaki kaynak	Lahanos Madeni atık etkisi yok (Çevre kayaçlar pirit içeriyor)
LAH-28	474795	4518912	Kızılkaya Tepe çevresi Kızıl Dere kaynak kısmı	Lahanos Madeni atık etkisinden uzak
LAH-29	475215	4519885	Kızılkaya çevresi Kızıl Dere' ye bağlanan kol	Lahanos Madeni atık etkisinden uzak
LAH-30	474159	4520015	Toraman Tepe çevresi Kızıl Dere yan kol	Lahanos Madeni atık etkisi yok (Çevre kayaçlar pirit içeriyor)
LAH-35	472128	4519475	Kıllık Madeni Maden Dere	Kıllık Madeni galeri deşarjı etkisi yok
LAH-46	476707	4518282	Kozköy Çoğaç Dere	Kızılkaya Madeni kirlenme etkisi yok (Çevre kayaçlar pirit içeriyor)
LAH-47	476387	4518702	Kozköy Karagöz Dere	Kızılkaya Madeni kirlenme etkisi yok (Çevre kayaçlar pirit içeriyor)
LAH-51	478382	4518166	Kozköy Sokurçuk Dere	Kızılkaya Madeni kirlenme etkisi yok
LAH-53	478376	4519686	Kozköy Kuz Dere	Kızılkaya Madeni kirlenme etkisi yok (Çevre kayaçlar pirit içeriyor)
LAH-54	478433	4519726	Kozköy Kuz Dere' ye bağlanan yan kol	Kızılkaya Madeni kirlenme etkisi yok (Çevre kayaçlar pirit içeriyor)

Tablo 4.17' un devamı

Örnek No	Boylam	Enlem	Örnek yeri	Örneğin Özelliği
LAH-55	478440	4519674	Kozköy Kura Dere	Kızılkaya Madeni kirlenici etkisi yok (Çevre kayaçlar pirit içeriyor)
LAH-56	476789	4519465	Kozköy Kuz Dere	Kızılkaya Madeni kirlenici etkisi yok (Çevre kayaçlar pirit içeriyor)
LAH-57	477860	4520187	Kozköy Kura Dere	Kızılkaya Madeni kirlenici etkisi yok (Çevre kayaçlar pirit içeriyor)
LAH-59	476803	4519657	Kozköy Kuz Dere	Kızılkaya Madeni kirlenici etkisi yok
P-1	474517	4530248	Karaerik Madeni Acisu Dere yanındaki pınar	İçme Suyu
P-2	474247	4530168	Karaerik Madeni cüruf etkisi altındaki dere yanındaki pınar	İçme suyu
P-3	475131	4530435	Maden suyu	İçme suyu
LAH-24	474039	4519505	Veliyanı gözleği	İçme suyu
LAH-31	473601	4522504	Lahanos Madeni çevresi içme suyu	İçme suyu
LAH-37	471923	4518324	Kıllık Madeni Çeğelyatak Dere	İçme suyu
LAH-5	478171	4527686	Kızıl Dere' ye bağlanan Tatlısu Dere	Referans örneği
LAH-11	474953	4525035	Kızıl Dere'ye bağlanan Çel Dere	Referans örneği
LAH-60	478675	4523997	Çepni Köy girişi Üzümlük Dere	Referans örneği
LAH-61	478260	4523325	Çepni Köy Ağaçlık Dere	Referans örneği
LAH-62	478253	4523116	Çepni Köy Kuz Dere	Referans örneği
LAH-63	478848	4523752	Çepni Köy Kuz Dere	Referans örneği
LAH-64	477450	4523995	Üzümlük Dere	Referans örneği
LAH-65	477425	4524050	Üzümlük Dere	Referans örneği
LAH-66	477497	4522423	Çepni Köy Kuz Dere	Referans örneği
LAH-14	471735	4528491	Yağlı Dere' ye bağlanan isimsiz dere	Madenlerin kirlenici etkisi yok
LAH-15	468698	4521891	Yağlı Dere'ye bağlanan isimsiz kuru dere	Madenlerin kirlenici etkisi yok
LAH-16	468619	4521617	Yağlı Dere	Madenlerin kirlenici etkisi yok
LAH-17	469227	4520720	Yağlı Dere	Madenlerin kirlenici etkisi yok
LAH-32	469344	4520173	Yağlı Dere	Madenlerin kirlenici etkisi yok

Tablo 4.17' un devamı

Örnek No	Boylam	Enlem	Örnek yeri	Örneğin Özelliği
LAH-33	470125	4518076	Yağlı Dere	Madenlerin kirletici etkisi yok
LAH-40	470422	4522635	Güneyce Köyü Güneyce Dere' ye bağlanan yan kol	Madenlerin kirletici etkisi yok
LAH-41	470125	4522203	Güneyce Köyü Güneyce Dere	Madenlerin kirletici etkisi yok
LAH-42	471982	4521425	Ören Dere	Madenlerin kirletici etkisi yok
LAH-4	478728	4529254	Gelevera Dere'ye dökülen Saylıca Dere	Madenlerin kirletici etkisi yok
LAH-67	478433	4529880	Gelevera Dere' ye akan Çağlan Dere	Madenlerin kirletici etkisi yok
LAH-68	477371	4530530	Gelevera Dere' ye akan isimsiz kuru dere	Madenlerin kirletici etkisi yok
LAH-69	475936	4532857	Çamköy Mah. geçen isimsiz dere	Madenlerin kirletici etkisi yok
LAH-70	476194	4531601	Çamköy Mah. geçen isimsiz dere üst kot	Madenlerin kirletici etkisi yok
LAH-71	475948	4530635	Çamköy Mah. geçen isimsiz dere en üst kot	Madenlerin kirletici etkisi yok
LAH-72	476784	4531193	Kurtbeli Mah. Gelevera Dere' ye akan isimsiz dere yan kolu	Madenlerin kirletici etkisi yok
LAH-73	476746	4531351	Kurtbeli Mah. Gelevera Dere' ye akan isimsiz dere yan kolu	Madenlerin kirletici etkisi yok
LAH-74	476773	4531437	Kurtbeli Mah. Gelevera Dere' ye akan isimsiz dere	Madenlerin kirletici etkisi yok
LAH-75	475555	4532011	Çınarlı Mah. geçen isimsiz dere	Madenlerin kirletici etkisi yok

İçme suyu (maden suyu (P-3) ve Lah-24 örnekleri hariç) ile referans örnekleri (madenlerden hiç bir şekilde etkilenmemiş örnekler) grubunda yer alan örneklerin büyük kısmı, pH bakımından içme suyu, kaynak suyu, insani tüketim amaçlı sular ile içme ve kullanma suyu sınır değerleri içerisinde yer almaktadır (Tablo 4.18).

NO_2^- -N konsantrasyonu maksimum olan (0.29 mg/l) örnek dışında kalan diğer tüm örnekler, yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2012) I. Sınıf su kalite sınır değeri dışındaki diğer sınır değerleri içerisinde bulunmaktadır (Tablo 4.18). Bir diğer azot bileşeni olan NO_3^- -N örneklerin çok az bir kısmında (Lah-5, Lah-31, Lah-40, Lah-41, Lah-61) yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2012) I. Sınıf su kalite sınır değerini (<5mg/l) geçmekte ve incelenen diğer sınır değerleri içerisinde yer almaktadır.

Örneklerin bazıları (P-1 ve P-2 numaralı içme suyu örnekleri), sülfat içeriği bakımından TSE, 2005 Sınıf 1 (kaynak suları) ve Sınıf 2 (kaynak suları haricinde insani tüketim amaçlı sular) Tip 1'e (işlem görmüş kaynak suları) ait sınır değerini geçmekte, ancak diğer sınır değerleri içerisinde bulunmaktadır (Tablo 4.18).

Analiz edilen elementlerin birçoğu genellikle dar bir aralıkta değişim gösteren düşük konsantrasyonlara sahiptir. (Tablo 4.18). Konsantrasyon değerleri Al için 0.003- 2.104 mg/l, Cu için 0.001-0.137 mg/l, Fe_t için <0.01-0.349 mg/l, S için <1-54 mg/l ve Zn için 0.001-0.331 mg/l arasındadır. Benzer şekilde örneklerdeki bir çok iz metal ve yarı metalin maksimum değerleri de düşüktür; örneğin As (2.1 $\mu\text{g/l}$), Cd (2.19 $\mu\text{g/l}$), Co (11.3 $\mu\text{g/l}$), Ni (4.1 $\mu\text{g/l}$), Pb (26.1 $\mu\text{g/l}$) gibi. Alkali ve toprak alkali elementlerden Ba (1.07-261.44 $\mu\text{g/l}$), Ca (1.52-87.21 mg/l), K (0.39-3.56 mg/l), Li (<0.1-10.7 $\mu\text{g/l}$), Mg (0.68-15.2 mg/l), Na (0.82-48.66 mg/l), Sr (8.83-295.93 $\mu\text{g/l}$) arasında değişmektedir (Tablo 4.18). Analiz edilen diğer Mn (0.0001-2.0678 mg/l), Mo (<0.1-5.7 $\mu\text{g/l}$), Si (3.19-38.63 mg/l) ve U elementleri de (<0.02-1.81 $\mu\text{g/l}$) arasında değişmektedir (Tablo 4.18).

Kuru sezon kirlenmemiş örneklere ait analiz edilen elementlerin çoğu incelenen içme suyu (kaynak suyu) ve insani tüketim amaçlı kullanma sularına ait sınır değerler içerisinde yer almaktadır.

Analiz edilen örneklerin önemli bir kısmında Al değerleri içme ve kullanma suyu standartları açısından sınır (kritik) değerleri aşmamaktadır. Buna karşın az sayıda örnekte (Lah 20, Lah 23, Lah 41, Lah 47, Lah 53, Lah 54 ve Lah 55), Al içerikleri su kirliliği kontrol yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2008)'nde belirtilen I. Sınıf su kalite sınır değerinin (0.3 mg/l) üzerinde yer almaktadır (Tablo 4.18).

Tablo 4.18. Kuru sezon kirlenmemiş su örneklerinin fiziko-kimyasal parametreleri, analiz sonuçları ve temel istatistiksel özellikleri

Örnek Yeri	Örnek No	pH	Eh (mV)	T (°C)	pe	İletkenlik (µS/cm)	Tuzluluk (%)	ÇÖ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	NO ₂ ⁻ -N (mg/l)	Asidite (mg/l CaCO ₃)	Alkalinite (mg/l CaCO ₃)
Karaerik Madeni	KR-11	7.47	291	21.8	4.97	217	<dl	6.75	15	1.9	0.008	2	54
	KR-12	7.61	260	22	4.44	162	<dl	7.57	12	1.8	0.007	2	46
	KR-13	7.35	287	21.3	4.91	142	<dl	5.28	6	1.6	0.011	4	44
	KR-14	7.31	320	21.1	5.48	78	<dl	5.54	5	1.1	0.006	4	32
	KR-15	5.66	323	21	5.53	78	<dl	5.56	<5	1.4	0.008	6	30
	KR-16	7.31	325	21.4	5.56	165	<dl	5.62	9	1.7	0.008	6	46
Ağalık Madeni	A-2	6.57	315	18.9	5.44	118	<dl	5.26	5	0.5	0.009	4	28
	A-3	5.99	324	19	5.59	57	<dl	4.66	6	0.8	0.007	2	20
	LAH-1	6.69	276	20.9	4.73	138	<dl	5.59	<5	4.5	0.007	4	46
	LAH-18	5.35	305	19	5.26	124	<dl	6.2	28	3.2	0.008	2	14
	LAH-19	5.83	279	24.1	4.73	201	<dl	5.03	44	2.7	0.008	4	30
	LAH-20	4.93	364	25.1	6.15	131	<dl	5.36	28	3.2	0.008	6	12
Lahanos Madeni	LAH-21	4.86	395	21	6.77	132	<dl	6.02	31	2.8	0.008	10	8
	LAH-22	5.64	308	23.8	5.23	182	<dl	5.56	43	1.6	0.005	2	28
	LAH-23	4.54	407	20.2	6.99	194	<dl	6.76	63	2.6	0.009	8	0
	LAH-28	6.18	290	20.8	4.97	74	<dl	5.8	10	2.8	0.007	4	18
	LAH-29	5.92	358	20.5	6.14	100	<dl	6.3	21	1.3	0.007	6	16
	LAH-30	5.42	432	19	7.45	161	<dl	6.5	40	2.8	0.007	8	12
Kılık	LAH-35	6.24	348	19.6	5.99	70	<dl	6.13	<5	1.9	0.014	2	24
	LAH-46	5.09	347	18.3	6	72	<dl	6.26	10	2.2	0.008	4	15
	LAH-47	4.16	469	18.2	8.11	117	<dl	6	18	1.4	0.009	4	0
	LAH-51	5.89	386	18.2	6.68	109	<dl	6.42	5	2.5	0.012	2	37
	LAH-53	4.57	445	18.5	7.69	216	<dl	5.98	66	3.9	0.018	10	0
	LAH-54	4.59	468	19.4	8.06	310	<dl	5.78	129	1.5	0.009	146	0
Kızılkaya Madeni	LAH-55	4.63	459	21.2	7.86	302	<dl	5.22	118	2.6	0.015	20	4
	LAH-56	5.78	404	18.6	6.98	128	<dl	7.35	21	2.8	0.011	4	26

Dedeksiyon limitinin altında çıkan değerlere dedeksiyon limit değerleri verilerek istatistiksel hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 4.18' in devamı

Örnek Yeri	Örnek No	pH	Eh (mV)	T (°C)	pe	İletkenlik (µS/cm)	Tuzluluk (%)	ÇO (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	NO ₂ ⁻ -N (mg/l)	Asidite (mg/l CaCO ₃)	Alkalinite (mg/l CaCO ₃)
Kızılkaya Madeni	LAH-57	5.23	452	19.6	7.78	147	<dl	6.64	33	2.3	0.01	4	20
	LAH-59	6.08	408	16.8	7.09	104	<dl	5.93	10	2.7	0.012	80	30
	P-1	7.41	271	18.5	4.68	504	<dl	6.49	75	4.9	0.011	2	136
İçme Suyu	P-2	7.25	393	15.7	6.86	633	<dl	4.89	159	3	0.005	2	152
	P-3	5.16	453	23.1	7.71	187	<dl	1.51	9	3	0.004	48	50
	LAH-24	5.22	320	19.2	5.52	56	<dl	5.57	<5	4.3	0.009	2	11
	LAH-31	6.79	315	17	5.47	156	<dl	5.33	<5	5.5	0.01	2	46
	LAH-37	6.3	426	20.7	7.31	83	<dl	5.19	5	4.6	0.011	2	24
	LAH-5	6.84	297	22.4	5.06	110	<dl	6.14	<5	5.8	0.02	4	34
	LAH-11	6.68	256	20.6	4.39	117	<dl	5.58	9	3.5	0.011	6	40
	LAH-60	6.23	379	19.6	6.52	135	<dl	6.22	11	3.4	0.013	4	42
	LAH-61	6.35	353	18.5	6.1	103	<dl	6.43	5	5.1	0.01	10	24
	LAH-62	6.56	365	19.1	6.29	90	<dl	5.99	<5	3.7	0.011	2	24
Retrans Örnekleri	LAH-63	6.84	371	19.1	6.4	109	<dl	5.9	<5	4.6	0.009	2	32
	LAH-64	6.85	354	19	6.11	107	<dl	6.17	18	2.7	0.012	4	32
	LAH-65	6.94	351	18.6	6.06	113	<dl	6.23	10	2.6	0.009	4	34
	LAH-66	7.03	341	18.3	5.9	77	<dl	5.86	<5	3.6	0.006	6	20
	LAH-14	8.95	216	29.5	3.6	237	<dl	6.31	44	3.7	0.018	2	42
	LAH-15	8.58	230	21.9	3.93	250	<dl	6.8	33	4.4	0.012	4	52
	LAH-16	8.47	268	25.6	4.52	335	<dl	5.9	63	2	0.013	8	64
	LAH-17	8.43	277	22.7	4.72	288	<dl	5.8	28	4.9	0.014	4	64
	LAH-32	7.17	285	21.1	4.88	258	<dl	6.29	42	2.9	0.011	2	62
	LAH-33	7.47	297	20.8	5.09	278	<dl	6.04	48	1.5	0.009	2	64
Yağlı Dere Çevresi	LAH-40	6.51	299	20.5	5.13	252	<dl	5.36	<5	6.5	0.016	2	62
	LAH-41	6.97	324	19.1	5.59	158	<dl	6.04	7	5.4	0.018	4	42
	LAH-42	7.06	319	18.9	5.5	127	<dl	5.71	14	4	0.016	2	30

Tablo 4.18' in devamı

Örnek Yeri	Örnek No	pH	Eh (mV)	T (°C)	pe	İletkenlik (µS/cm)	Tuzluluk (%)	ÇO (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	NO ₂ ⁻ -N (mg/l)	Asidite (mg/l CaCO ₃)	Alkalinite (mg/l CaCO ₃)	
Esriye Merkez Gelevera Dere	LAH-4	6.52	307	22.4	5.23	135	<dl	4.79	7	3.9	0.01	2	30	
	LAH-67	6.99	340	20.1	5.84	100	<dl	5.72	5	2.7	0.007	6	28	
	LAH-68	7.17	354	19.4	6.1	80	<dl	7.25	<5	2.2	0.011	4	30	
	LAH-69	7.18	326	19	5.62	187	<dl	5.6	35	3.2	0.02	4	40	
	LAH-70	7.34	330	19.1	5.69	196	<dl	5.68	45	2.8	0.008	4	42	
	LAH-71	6.89	317	19	5.47	53	<dl	5.8	5	1.7	0.012	6	18	
	LAH-72	6.99	332	19.4	5.72	71	<dl	5.69	6	1.4	0.013	4	26	
	LAH-73	7.21	331	19.1	5.71	91	<dl	5.77	6	1.9	0.01	6	34	
	LAH-74	7.06	343	20.3	5.89	87	<dl	6.25	6	3	0.009	6	30	
	LAH-75	7.15	300	21.2	5.14	161	<dl	5.9	25	3.4	0.29	4	52	
	Minimum		4.16	216	15.7	3.6	53	<dl	1.51	<5	0.5	0.004	2	0
	Maksimum		8.95	469	29.5	8.11	633	<dl	7.57	159	6.5	0.29	146	152
	Aritmetik Ortalama		6.48	340.08	20.29	5.84	160.53	0	5.86	25.02	2.97	0.01	8.65	34.73
	Geometrik Ortalama		6.39	335.13	20.18	5.76	138.53	-	5.77	14.28	2.66	0.01	4.39	-
	Standart Sapma		1.06	59.17	2.23	1.03	102.51	0	0.81	31.18	1.32	0.036	21.07	26.09
Medyan		6.69	328	19.6	5.66	131.5	0	5.9	10	2.8	0.010	4	30	
Mod		6.84	297	19	4.73	78	0	5.8	5	2.8	0.008	4	30	
Skewness		-0.16	0.48	1.46	0.43	2.40		-2.37	2.49	0.54	7.75	5.45	2.38	
Kurtosis		-0.22	-0.18	4.13	-0.21	7.88		13.38	7.03	-0.12	60.68	32.15	8.83	
EPA, 2012 İS MKSD		6.5-8.5*							250*	10	1			
WHO, 2011 İSSD		SDB							SDB	11	0.9			
TSE, 2005 Sf1-Sf2Tip1		6.5-9.5				650 (20°C)			25	5.6	0.03			
TSE, 2005 Sf2Tip2		6.5-9.5				2500 (20°C)			250	11.3	0.15			
T.C. Resmi gazete, 2012 I. SSKK		6.5-8.5		≤25		<400		>8	200**	<5	<0.002			

EPA, 2012 İS MKSD: İçme suyu maksimum kirlenme sınır değerleri *EPA, 2012 sekonder içme suyu yönetmeliği sınır değerleri, WHO, 2011 İSSD: Dünya sağlık örgütü içme suyu sınır değerleri, SDB: İçme sularında sağlığı tehdit edecek düzeyde bulunmadıklarından sınır değerleri belirlenmiştir.T.C. Resmi gazete, 2012 I. SSKK: Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği I. Sınıf su kalite kriterleri **Su kirliliği kontrol yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2008) I. Sınıf su kalite kriterleri

Tablo 4.18' in devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Al (mg/l)	As (µg/l)	Ba (µg/l)	Ca (mg/l)	Cd (µg/l)	Co (µg/l)	Cu (mg/l)	Fe _t (mg/l)	Fe ⁺² (mg/l)	Fe ⁺³ (mg/l)	K (mg/l)	Li (µg/l)
Karerik Madeni	KR-11	0.006	1.6	192.23	28.39	<0.05	0.03	0.011	0.01	0.003	0.007	2.45	0.6
	KR-12	0.007	1.6	174.98	16.61	<0.05	0.02	0.012	<0.01	<0.01	<0.01	2.42	0.7
	KR-13	0.007	1	183.83	14.36	<0.05	0.06	0.018	0.021	0.014	0.007	2.45	0.9
	KR-14	0.023	0.9	59.58	4.76	<0.05	<0.02	0.021	0.014	0.007	0.007	2.39	0.4
	KR-15	0.02	1	40.97	4.95	<0.05	<0.02	0.008	0.012	0.005	0.007	2.35	0.3
	KR-16	0.011	1.4	177.05	16.93	<0.05	0.02	0.017	0.033	0.033	0.000	2.52	0.8
Ağalık Madeni	A-2	0.019	1.5	83.65	6.94	<0.05	<0.02	0.004	0.033	0.013	0.020	2.25	0.2
	A-3	0.067	1.3	139.94	2.85	0.37	0.11	0.081	0.093	0.037	0.056	1.61	<0.1
	LAH-1	0.011	0.6	99.15	11.08	<0.05	<0.02	0.006	0.01	0.006	0.004	1.89	<0.1
Lahanos Madeni	LAH-18	0.224	<0.5	87.18	7.48	1.76	1.27	0.101	0.015	0.008	0.008	1.23	0.5
	LAH-19	0.013	0.7	88.96	15.82	0.06	0.04	0.006	<0.01	<0.01	<0.01	2.16	<0.1
	LAH-20	0.502	<0.5	94	7.33	2.19	1.4	0.137	0.046	0.039	0.007	1.25	0.6
	LAH-21	0.297	<0.5	96.48	7.82	2.08	1.53	0.125	0.016	0.016	0.000	1.28	0.5
	LAH-22	0.037	1.3	53.82	17.64	0.14	<0.02	0.002	<0.01	<0.01	<0.01	1.41	0.6
	LAH-23	1.692	<0.5	64	12.15	0.25	4.89	0.027	0.054	0.049	0.005	1.67	0.9
	LAH-28	0.061	1.7	100.78	4.69	0.34	0.04	0.007	0.028	0.019	0.009	1.01	0.2
	LAH-29	0.097	<0.5	63.69	7.5	0.94	0.37	0.014	0.015	0.010	0.005	0.98	0.6
	LAH-30	0.204	<0.5	64.17	8.18	0.41	1.33	0.010	<0.01	<0.01	<0.01	0.88	0.5
	LAH-35	0.043	0.6	6.27	4.98	<0.05	0.03	0.005	0.056	0.047	0.009	0.66	0.2
	LAH-46	0.288	<0.5	31.69	3.28	0.31	1.04	0.030	0.208	0.158	0.050	0.49	0.2
	LAH-47	1.118	<0.5	50.42	1.52	0.26	2.42	0.047	0.294	0.286	0.008	0.39	0.5
Kızılkaya Madeni	LAH-51	0.013	<0.5	7.53	15.05	<0.05	<0.02	0.002	0.015	0.015	0.000	0.5	<0.1
	LAH-53	1.269	<0.5	56.8	8.23	0.43	7.04	0.047	0.229	0.187	0.042	1.7	0.5
	LAH-54	2.015	<0.5	48.67	25.52	0.81	10.89	0.048	0.107	0.096	0.011	1.59	1.1
	LAH-55	2.104	<0.5	52.78	22.57	0.87	11.3	0.055	0.217	0.180	0.037	1.62	1
	LAH-56	0.061	0.6	49.5	11.38	0.19	0.45	0.019	0.014	0.009	0.005	1.49	0.4

Tablo 4.18' in devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Al (mg/l)	As (µg/l)	Ba (µg/l)	Ca (mg/l)	Cd (µg/l)	Co (µg/l)	Cu (mg/l)	Fe _t (mg/l)	Fe ⁺² (mg/l)	Fe ⁺³ (mg/l)	K (mg/l)	Li (µg/l)
Kızılkaaya Madeni	LAH-57	0.251	<0.5	76.82	8.16	0.86	1.11	0.011	0.142	0.095	0.047	1.78	0.6
	LAH-59	0.044	0.6	50.89	8.57	0.24	0.13	0.004	0.02	0.012	0.008	0.77	0.4
	P-1	0.004	1.5	19.73	87.21	<0.05	<0.02	0.002	<0.01	<0.01	<0.01	2.31	9.4
İçme Suyu	P-2	0.003	1.9	63.22	83.97	0.46	<0.02	0.038	<0.01	<0.01	<0.01	3.14	10.7
	P-3	0.08	1.7	261.44	16.52	0.57	6.34	0.050	<0.01	<0.01	<0.01	3.56	6
	LAH-24	0.032	<0.5	16.13	2.39	0.14	0.04	0.004	<0.01	<0.01	<0.01	0.88	<0.1
	LAH-31	0.006	1.1	1.07	14.16	<0.05	<0.02	0.001	<0.01	<0.01	<0.01	0.48	0.2
	LAH-37	0.028	<0.5	24.78	8.87	<0.05	0.02	0.002	0.012	0.012	0.000	0.76	<0.1
	LAH-5	0.103	0.5	28.3	8.24	<0.05	0.05	0.006	0.073	0.057	0.016	2.38	<0.1
	LAH-11	0.015	<0.5	37.3	7.88	<0.05	<0.02	0.002	<0.01	<0.01	<0.01	1.5	0.1
	LAH-60	0.043	0.7	45.7	10.8	<0.05	0.04	0.004	0.025	0.017	0.008	2.56	0.2
	LAH-61	0.034	1.1	32.88	6.16	0.06	0.03	0.004	<0.01	<0.01	<0.01	1.22	0.2
	LAH-62	0.03	<0.5	13.94	6.23	<0.05	<0.02	0.001	0.012	0.000	0.012	1.67	0.2
Retrans Örnekleri	LAH-63	0.03	0.8	27.37	6.51	<0.05	0.03	0.003	0.016	0.016	0.000	1.41	0.2
	LAH-64	0.024	0.8	29.55	8.31	<0.05	0.03	0.010	0.025	0.011	0.014	1.8	0.1
	LAH-65	0.022	<0.5	30.3	8.51	<0.05	0.03	0.003	0.022	0.022	0.000	1.86	0.1
	LAH-66	0.03	1.3	19.39	4.8	<0.05	<0.02	0.003	<0.01	<0.01	<0.01	0.93	0.2
	LAH-14	0.02	2	75.14	22.32	<0.05	0.05	0.009	<0.01	<0.01	<0.01	3.22	0.8
	LAH-15	0.052	0.7	24.04	31.39	<0.05	0.04	0.007	0.037	0.030	0.007	2.04	0.4
	LAH-16	0.052	1	34.99	53.33	<0.05	0.09	0.006	<0.01	<0.01	<0.01	1.83	0.6
	LAH-17	0.018	1	14.97	33.15	<0.05	0.09	0.003	<0.01	<0.01	<0.01	3.25	0.3
	LAH-32	0.082	0.9	27.04	39.7	<0.05	0.08	0.009	<0.01	<0.01	<0.01	1.6	0.6
	LAH-33	0.058	0.8	28.27	42.5	<0.05	0.05	0.003	0.038	0.019	0.019	1.63	0.6
Yağlı Dere Çevresi	LAH-40	0.045	<0.5	8.04	31.47	<0.05	0.06	0.003	<0.01	<0.01	<0.01	1.58	1.1
	LAH-41	0.331	0.5	29.36	17.74	<0.05	0.16	0.006	0.349	0.249	0.100	1.55	0.4
	LAH-42	0.163	<0.5	40.08	12.7	0.1	0.71	0.008	0.121	0.047	0.074	1.11	0.4

Tablo 4.18' in devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Al (mg/l)	As (µg/l)	Ba (µg/l)	Ca (mg/l)	Cd (µg/l)	Co (µg/l)	Cu (mg/l)	Fe _t (mg/l)	Fe ⁺² (mg/l)	Fe ⁺³ (mg/l)	K (mg/l)	Li (µg/l)	
Gelevra Dere Espiye Merkez	LAH-4	0.052	0.5	64.44	15.36	0.07	0.08	0.004	0.055	0.037	0.018	3.18	<0.1	
	LAH-67	0.013	<0.5	22.76	7.7	<0.05	<0.02	0.001	0.013	0.013	0.000	1.74	0.1	
	LAH-68	0.02	<0.5	26.22	4.99	<0.05	<0.02	0.005	0.025	0.025	0.000	1.67	0.3	
	LAH-69	0.017	0.6	79.49	21.66	<0.05	0.03	0.004	<0.01	<0.01	<0.01	2.79	0.3	
	LAH-70	0.032	<0.5	67.84	24.11	<0.05	0.02	0.005	0.014	0.004	0.011	2.74	0.3	
	LAH-71	0.041	1.7	208.98	4.04	<0.05	0.26	0.022	0.156	0.056	0.100	1.8	0.5	
	LAH-72	0.018	<0.5	54.39	4.98	<0.05	<0.02	0.013	0.016	0.016	0.000	1.59	0.5	
	LAH-73	0.026	0.5	72.81	7.84	<0.05	<0.02	0.012	0.021	0.011	0.011	1.76	0.3	
	LAH-74	0.016	0.5	73.3	7.27	<0.05	<0.02	0.011	0.017	0.017	0.000	1.75	0.4	
	LAH-75	0.024	2.1	64.42	16.35	<0.05	0.04	0.011	0.019	0.003	0.016	3.25	0.6	
	Minimum		0.003	<0.5	1.07	1.52	<0.05	<0.02	0.001	<0.01	0	0	0.39	<0.1
	Maksimum		2.104	2.1	261.44	87.21	2.19	11.3	0.137	0.349	0.286	0.100	3.56	10.7
	Aritmetik Ortalama		0.19	0.85	63.93	15.87	0.26	0.87	0.02	0.05	0.04	0.02	1.77	0.81
	Geometrik Ortalama		0.05	0.75	45.39	11.10	0.11	0.09	0.01	0.02	-	-	1.59	0.37
	Standart Sapma		0.46	0.47	53.48	16.59	0.46	2.32	0.03	0.07	0.06	0.02	0.77	1.87
Medyan		0.033	0.6	51.835	8.72	0.05	0.04	0.008	0.016	0.012	0.01	1.67	0.4	
Mod		0.013	0.5	1.07	4.98	0.05	0.02	0.004	0.01	0.01	0.01	1.67	0.1	
Skewness		3.26	1.19	1.77	2.78	3.05	3.48	2.75	2.59	2.96	2.81	0.35	4.52	
Kurtosis		10.04	0.21	3.25	8.98	9.46	12.04	7.80	6.52	8.69	8.08	-0.31	20.37	
EPA, 2012 İS MKSD		0.05-												
WHO, 2011 İSSD		0.2*	10	2000		5		1.3	0.3*					
TSE, 2005 SF1-Sf2Tip1		0.1	10	700		3		2	SDB					
TSE, 2005 SF2Tip2		0.2	10			5		0.1	0.05					
T.C. Resmi gazete, 2012 I.		0.2	10			5		2	0.2					
SSKK		0.3***	20**	1000**		≤2	10**	≤0.02	0.3***					

Tablo 4.18' in devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Mg (mg/l)	Mn (mg/l)	Mo (µg/l)	Na (mg/l)	Ni (µg/l)	Pb (µg/l)	S (mg/l)	Si (mg/l)	Sr (µg/l)	U (µg/l)	Zn (mg/l)
Kararlık Madeni	KR-11	4.77	0.0021	1.8	14.5	<0.2	<0.1	5	12.67	119.75	0.12	0.004
	KR-12	4.04	0.0019	1.1	12.67	<0.2	0.1	4	12.51	80.81	0.02	0.012
	KR-13	3.85	0.0130	0.8	11.54	0.2	0.2	2	12.74	72.9	<0.02	0.013
	KR-14	1.3	0.0042	0.3	7.94	<0.2	0.2	<1	9.66	31.08	<0.02	0.007
	KR-15	1.3	0.0022	0.3	8.57	<0.2	0.2	<1	10.07	30.53	<0.02	0.002
	KR-16	4.43	0.0043	1	12.62	<0.2	0.2	3	12.14	83.05	0.03	0.009
Ağalık Madeni	A-2	1.63	0.0022	0.1	5.15	0.3	0.3	<1	12.04	42.77	<0.02	0.004
	A-3	0.68	0.0464	<0.1	5.37	1	1.7	2	13.54	22.39	0.02	0.068
	LAH-1	7.69	0.0016	0.5	7.69	0.3	0.1	<1	9.12	37.48	0.03	0.003
Lahanos Madeni	LAH-18	4.56	0.1578	1.3	4.07	1.2	3	13	7.28	35.06	<0.02	0.256
	LAH-19	7.47	0.0288	0.1	10.34	0.4	0.1	19	6.60	59.81	<0.02	0.010
	LAH-20	4.35	0.1746	<0.1	4.02	1.4	10.3	13	7.17	35.17	<0.02	0.331
	LAH-21	4.47	0.1957	<0.1	4.09	1.4	26.1	13	7.04	35.86	<0.02	0.302
	LAH-22	7.69	0.0075	0.3	6.34	<0.2	0.1	19	11.76	59.88	<0.02	0.028
	LAH-23	6.98	0.3016	0.1	4.95	1.6	1.4	21	8.83	41.85	<0.02	0.045
	LAH-28	2.07	0.0067	0.2	3.38	0.5	0.4	5	6.30	29.55	<0.02	0.060
	LAH-29	3.24	0.0452	0.2	3.57	1.2	1.8	12	7.68	25.31	<0.02	0.168
	LAH-30	7.86	0.1252	0.1	5.25	1.2	1.9	18	7.23	37.35	<0.02	0.057
	LAH-35	1.05	0.0030	0.8	4.81	1	0.2	<1	9.29	23.35	<0.02	0.006
Kızılkaya Madeni	LAH-46	3.15	0.0228	0.3	2.88	0.7	1.1	5	6.38	21.9	<0.02	0.060
	LAH-47	2.13	0.0327	<0.1	0.82	1.4	4.8	7	3.19	8.83	0.03	0.061
	LAH-51	2.43	0.0017	0.3	3.78	<0.2	<0.1	3	7.09	40.25	<0.02	0.003
	LAH-53	10.7	0.2049	0.3	5.17	3.8	2.9	22	7.50	30.55	0.02	0.072
	LAH-54	14.71	0.6224	0.2	6.5	3.9	1.3	43	13.93	82.88	<0.02	0.111
	LAH-55	15.2	0.6361	0.1	6.24	4.1	2	41	12.70	65.98	0.03	0.121
LAH-56	4.91	0.0238	0.6	4.99	0.6	0.6	11	10.50	37.87	<0.02	0.023	

Tablo 4.18' in devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Mg (mg/l)	Mn (mg/l)	Mo (µg/l)	Na (mg/l)	Ni (µg/l)	Pb (µg/l)	S (mg/l)	Si (mg/l)	Sr (µg/l)	U (µg/l)	Zn (mg/l)
Kızılkaya Madeni	LAH-57	5.7	0.2307	<0.1	5.73	1.8	0.6	16	7.40	29.08	<0.02	0.157
	LAH-59	3.4	0.0121	<0.1	3.56	0.4	0.1	6	8.63	28.64	<0.02	0.039
İçme Suyu	P-1	8.49	0.0003	<0.1	20.82	<0.2	<0.1	25	8.56	192.79	0.27	0.006
	P-2	12.63	0.0001	0.2	48.66	<0.2	<0.1	53	10.59	289.21	0.39	0.080
	P-3	3.02	2.0678	<0.1	16.62	0.6	0.1	3	38.63	114.79	0.11	0.108
	LAH-24	2.33	0.0084	<0.1	3.53	0.5	0.2	1	6.23	16.16	<0.02	0.028
	LAH-31	8.53	0.0003	0.1	7.5	<0.2	<0.1	<1	15.10	22.94	0.27	0.001
Referans Örnekleri	LAH-37	2.25	0.0018	0.1	3.72	<0.2	0.1	<1	6.82	28.49	<0.02	0.003
	LAH-5	3.09	0.0049	0.3	7.02	0.3	0.4	1	7.03	48.9	<0.02	0.007
	LAH-11	4.01	0.0016	0.5	6.76	<0.2	<0.1	3	9.77	35.4	<0.02	0.002
	LAH-60	4.91	0.0055	1	8.22	0.3	0.1	7	8.97	50.96	<0.02	0.006
	LAH-61	3.28	0.0028	0.2	6.67	<0.2	<0.1	4	8.84	36.45	<0.02	0.010
	LAH-62	1.87	0.0013	<0.1	7.2	<0.2	<0.1	1	9.36	38.7	<0.02	0.002
	LAH-63	3.92	0.0034	0.2	6.84	0.3	<0.1	4	8.92	36.93	<0.02	0.005
	LAH-64	3.24	0.0092	0.8	5.97	0.3	0.4	6	9.37	37.71	<0.02	0.004
	LAH-65	3.71	0.0064	0.8	5.8	0.2	0.1	7	8.77	36.32	<0.02	0.004
	LAH-66	1.95	0.0009	0.2	5.55	<0.2	<0.1	3	9.53	30.81	<0.02	0.010
	LAH-14	6.83	0.0028	0.9	21.8	0.4	0.2	54	10.30	99.72	0.13	0.006
	Yağlı Dere Çevresi	LAH-15	7.86	0.0025	0.5	12.21	0.4	0.2	11	9.63	118.97	0.07
LAH-16		9.81	0.0660	4.4	7.1	<0.2	0.1	21	9.09	295.93	1.81	0.002
LAH-17		8.49	0.0091	0.5	15.61	0.3	0.5	6	10.34	128.17	0.08	0.002
LAH-32		7.66	0.0344	5.7	6.1	0.4	0.1	14	8.49	195.14	1.32	0.005
LAH-33		7.92	0.0470	4	6.12	0.3	0.1	16	8.71	214.12	1.33	0.003
LAH-40		8.37	0.0037	0.1	9.84	<0.2	<0.1	1	12.90	134.35	<0.02	0.002
LAH-41		5.14	0.0099	0.2	7.38	0.4	0.7	4	9.06	65.16	0.03	0.009
LAH-42		4.22	0.0679	0.1	5.65	0.3	0.4	7	8.40	52.81	0.02	0.018

Tablo 4.18' in devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Mg (mg/l)	Mn (mg/l)	Mo (µg/l)	Na (mg/l)	Ni (µg/l)	P (µg/l)	Pb (µg/l)	S (mg/l)	Si (mg/l)	Sr (µg/l)	U (µg/l)	Zn (mg/l)	
Espiye Merkez Gelevera Dere	LAH-4	3.3	0.0280	0.8	7.11	0.4	77	1.1	1	8.12	61.23	0.03	0.023	
	LAH-67	2.72	0.0009	0.1	8.32	0.2	23	1	1	11.01	36.02	<0.02	0.003	
	LAH-68	2.09	0.0009	0.2	7.52	0.6	<20	0.1	1	9.91	28.33	<0.02	0.002	
	LAH-69	4.56	0.0035	0.4	12.35	0.2	55	0.1	5	10.72	108.48	0.06	0.003	
	LAH-70	4.37	0.0038	0.6	12.4	0.4	45	0.2	6	10.59	114.93	0.14	0.004	
	LAH-71	0.75	0.1118	1.5	4.4	1.1	63	1	1	14.07	29.29	<0.02	0.030	
	LAH-72	1.8	0.0011	0.5	4.97	0.3	55	0.2	1	10.86	31.82	0.03	0.005	
	LAH-73	2.05	0.0013	0.3	6.11	0.7	60	0.3	2	11.47	43.38	0.02	0.005	
	LAH-74	2.01	0.0011	0.3	5.96	0.5	48	0.2	2	11.29	41.07	0.02	0.005	
	LAH-75	3.35	0.0026	0.7	13.75	1.1	252	0.2	2	16.99	79.78	0.03	0.005	
	Minimum		0.68	0.0001	<0.1	0.82	<0.2	<20	<0.1	<1	3.19	8.83	<0.02	0.001
	Maksimum		15.2	2.0678	5.7	48.66	4.1	2627	26.1	54	38.63	295.93	1.81	0.331
	Aritmetik Ortalama		4.88	0.09	0.61	8.26	0.68	80.26	1.14	9.42	10.15	66.86	0.12	0.04
	Geometrik Ortalama		3.92	0.01	0.31	6.85	0.44	31.89	0.31	4.68	9.58	50.53	0.04	0.01
	Standart Sapma		3.26	0.28	1.02	6.67	0.85	331.19	3.56	12.13	4.43	60.68	0.32	0.07
Medyan		4.025	0.0059	0.3	6.42	0.35	21.5	0.2	5	9.363	39.48	0.02	0.007	
Mod		1.3	0.0001	0.1	0.82	0.2	20	0.1	1	3.193	8.83	0.02	0.003	
Skewness		1.27	5.97	3.62	4.02	2.90	7.70	6.15	2.27	4.48	2.25	4.22	2.77	
Kurtosis		1.56	40.06	14.03	21.95	8.85	60.09	41.53	5.27	28.22	5.29	17.71	7.90	
EPA, 2012 İS MKSD			0.05*	-		-		15				30	5*	
WHO, 2011 İSSD			SDB	SDB		70		10				30	SDB	
TSE, 2005 Sf1-Sf2Tip1			0.02			20		10						
TSE, 2005 Sf2Tip2			0.05			20		10						
T.C. Resmi gazete, 2012 I. SSKK			0.1**			≤20	<30	≤10					≤0.2	

WHO (2011)'de Al için verilen içme suyu standardı 0.1 mg/l'dir. Bu çok daha düşük değere göre bazı ilave örnekler (Lah 18, Lah 21, Lah 30, Lah 42, Lah 46 ve Lah 57) daha sınır değeri aşmaktadır (Tablo 4.18). Buna göre yüksek sınır değere göre tüm örneklerin sadece % 11.3'ü, düşük sınır değerine göre de tüm örneklerin % 21'i içme ve kullanma suyu açısından Al için problem taşımaktadır.

As, Ba, Ni ve U için ölçülen konsantrasyonlar tüm örneklerde sınır değerlerin altındadır. Cd elementi için iki örnek haricinde (Lah 20= 2.19 ve Lah 21= 2.08 µg/l) diğer tüm örnekler yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete 2012) I. Sınıf su kalite sınır değerine (en düşük sınır değeri ≤ 2 µg/l) uygundur. Co elementinde de benzer durum söz konusudur. Lah 54-55 numaralı örnekler (sırasıyla 10.89 ve 11.3 µg/l) dışındaki diğer örnekler su kirliliği kontrol yönetmeliğinde (T.C. Resmi gazete, 2008) belirtilen I. sınıf su kalite sınır değerinin (10 µg/l) altında bulunmaktadır (Tablo 4.18).

Bakır sadece iki örnekte (Lah 20 ve Lah 21) bir çok standarda göre (EPA 2012 içme suyu maksimum kirlenme, WHO 2011 içme suyu; TSE 2005 Sınıf 1-Sınıf 2 Tip 1 ve Sınıf 2 Tip 2) tolere edilebilir sınır değerlerin üzerinde sonuç vermiştir (Tablo 4.18). Sınır değer olarak I. Sınıf su kalite sınır değerinin (≤ 0.02 mg/l) alınması durumunda Lahanos Madeni yakınındaki Kızıldere üzerinden alınan su örnekleri (Lah 18, 20, 21, 23), Kızılkaya Madeni Kozköy çevresinden alınan örnekler (Lah 46, 47, 53, 54 ve 55 numaralı), Ağalık Madeni üst kottan alınan dere örneği (A-3) ile içme suyu olarak kullanılan P-2 ve P-3 numaralı örnekler de sınır değerini aşmaktadır.

Fe içeriği en yüksek olan (Fe=0.349 mg/l) Lah-41 numaralı örnek dışındaki tüm örnekler, EPA 2012, ikincil içme suyu yönetmeliği ve su kirliliği kontrol yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2008) I. sınıf su kalite sınır değerinin (0.3 mg/l) altında yer almaktadır. İçme suyu örnekleri ile referans örnekler (Lah 5 hariç) TSE 2005 Sınıf 1-Sınıf 2 Tip 1'e uygundur (Tablo 4.18). Benzer durum Pb için de söz konusudur. En yüksek Pb değerlerine sahip olan Lah-21 ve Lah-20 numaralı örnekler haricindeki diğer örneklerin Pb içerikleri tüm standartlara uygundur (Tablo 4.18).

Mangan için tolere edilebilen en düşük konsantrasyon 0.02 mg/l'dir (TSE, 2005 Sınıf 1-Sınıf 2 Tip 1). Bu değer çalışma sahasında madenlerden etkilenmemiş bölgelerden alınan örneklerin yaklaşık %35'inde aşılmaktadır. En yüksek Mn içeriğinin elde edildiği P-3 numaralı örnek (2.0678 mg/l) maden suyu özelliğinde olup, içme suyu olarak kullanılmaktadır. Diğer içme suyu ve referans örneği olarak seçilen örnekler Mn' a ait sınır değer ile uyumludur.

Çinko için Lahanos Madeni çevresindeki Kızıldere üzerinden alınan yalnızca üç örnek (Lah 18, 20 ve 21) yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete 2012)' nde belirtilen I. Sınıf su kalite sınır değerini (≤ 0.2 mg/l) geçmektedir (Tablo 4.18). Diğer tüm örnekler belirtilen sınır değerinden düşüktür.

4.2.2.2. Yağışlı Sezon Kirlenmemiş Su Örneklerinin Fiziko ve Hidrokimyasal Özellikleri ile Kullanılabilirlikleri

Yağışlı sezon kirlenmemiş su örneklerinin pH değerleri kuru sezon eşleniklerinden daha yüksek olup, dağılım aralıkları (4.75-7.56 arasında) benzerdir (Tablo 4.19). Örneklerin redoks potansiyeli 237-417 mV, iletkenlik değerleri 38-547 $\mu\text{S}/\text{cm}$, SO_4^{2-} içerikleri <5-140 mg/l, çözülmüş oksijen içerikleri 1.99-8.74 mg/l, NO_3^- -N <0.5-7.6 mg/l, NO_2^- -N <0.01-0.105 mg/, Cl^- <2.5-7 mg/l, CO_2 13.20-66.02 mg/l, toplam inorganik karbon 5.40-36.03 mg/l ve HCO_3^- değerleri 3.05-122.04 mg/l arasında değişmektedir (Tablo 4.19). Tuzluluk, örneklerin tümünde dedeksiyon limitinin altında çıkmıştır.

Örneklerin birçoğuna ait fiziko-kimyasal parametreler (pH ve NO_2^- -N hariç) incelenen içme suyu (kaynak suyu) ve insani tüketim amaçlı sulara ait sınır değerleri içerisinde yer almaktadır (Tablo 4.19). Kuru sezonda düşük pH değerleri (4-5 arasında) gösteren Lahanos Madeni yakınındaki Kızıl Dere ve yan kolları ile Kızılkaya Madeni çevresindeki dereler, yağışa bağlı seyrelme sebebiyle daha yüksek pH' lar (4.75-7.56) sunarlar (Tablo 4.19). Bu örneklerden ölçülen pH değerleri tolere edilebilir sınır değerlerine (6.5-8.5, 9.5) daha yakındır (Tablo 4.19). Bu sınır değerlerine göre P-1 ve P-3 dışındaki tüm içme suyu ve referans özellikli örnekler içilebilir sular kategorisine girmektedir. P-3 maden suyu özelliği sunduğundan düşük pH göstermektedir. Dolayısıyla, bu da içilebilir bir su örneğidir.

Yağışlı sezon kirlenmemiş örneklerin NO_2^- -N değerleri kuru sezon eşleniklerinden kısmen daha yüksektir. Fındık alanlarında gübre olarak kullanılan başlıca azotlu bileşenler yağışlı sezonda yağın yağmur sularıyla çözünerek dere sularına karışmakta ve dere sularındaki başlıca NO_2^- -N konsantrasyonunun yükselmesine sebebiyet vermektedir. En yüksek NO_2^- -N içeriğine sahip Lah-29 ile içme suyu özelliğinde kullanılan Lah-24 dışındaki tüm örnekler yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2012) I. Sınıf su kalite sınır değeri (<0.002 mg/l) haricinde diğer tüm sınır değerlerine uygundur (Tablo 4.19).

Tablo 4.19. Yağışlı sezon kirlenmemiş su örneklerinin fiziko-kimyasal parametreleri, analiz sonuçları ve temel istatistiksel özellikleri

Örnek Yeri	Örnek No	pH	Eh (mV)	T (°C)	pe	İletkenlik (µS/cm)	Tuzluluk (%)	Ç.O. (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	NO ₂ ⁻ -N (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	CO ₂ (mg/l)	TIC (mg/l C)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)
Karaerik Madeni	KR-11	7.01	375	17.5	6.5	116	<dl	5.65	<5	2.9	0.012	4	<0.1	52.81	24.02	48.82
	KR-13	6.38	285	18.8	4.92	112	<dl	6.89	<5	2.4	0.012	3	<0.1	28.61	15.01	36.61
Ağalık Madeni	A-2	6.01	383	16.7	6.66	56	<dl	5.17	<5	3	0.012	<2.5	<0.1	22.01	9.61	18.31
	A-3	6.19	394	15.6	6.88	38	<dl	5.39	<5	2.2	0.01	<2.5	<0.1	22.01	8.41	12.20
	LAH-1	7.17	259	16.4	4.51	106	<dl	5.56	<5	4.2	0.026	<2.5	<0.1	22.01	15.61	48.82
Lahanos Madeni	LAH-18	6.67	365	15.6	6.37	83	<dl	5.65	18	2	0.021	<2.5	<0.1	22.01	9.61	18.31
	LAH-23	5.91	346	14	6.07	122	<dl	6.16	26	4.2	0.017	<2.5	<0.1	22.01	8.41	12.20
	LAH-28	7.56	260	14	4.56	42	<dl	5.48	8	2	0.018	<2.5	<0.1	22.01	8.41	12.20
Kılık	LAH-29	6.79	310	14.1	5.44	66	<dl	5.51	18	2.1	0.105	<2.5	<0.1	22.01	8.41	12.20
	LAH-35	6.35	310	15.5	5.41	46	<dl	5.08	<5	1.1	0.024	<2.5	<0.1	22.01	10.81	24.41
	LAH-46	5	355	16.8	6.17	65	<dl	6.08	10	7.6	0.024	<2.5	<0.1	44.01	13.21	6.10
Kızılkaya Madeni	LAH-47	4.75	390	16	6.8	97	<dl	5.49	12	3.8	0.017	<2.5	<0.1	17.60	5.40	3.05
	LAH-51	6.41	333	16.3	5.8	93	<dl	5.33	<5	2	0.016	<2.5	<0.1	22.01	13.21	36.61
	LAH-53	6.91	331	19	5.71	117	<dl	7.46	40	<0.5	<0.01	<2.5	<0.1	22.01	8.41	12.20
	LAH-54	6.27	417	17	7.24	179	<dl	7.5	70	1	<0.01	<2.5	<0.1	22.01	8.41	12.20
	LAH-55	6.2	394	18	6.82	173	<dl	7.12	66	0.5	0.01	<2.5	<0.1	22.01	8.41	12.20
İçme Suyu Örnekleri	LAH-57	7.03	321	19	5.54	78	<dl	5.14	35	<0.5	0.014	<2.5	<0.1	22.01	8.41	12.20
	LAH-59	6.4	288	17.6	4.99	113	<dl	5.29	24	4	0.011	<2.5	<0.1	22.01	12.01	30.51
	P-1	6.22	263	15.2	4.6	485	<dl	8.74	60	3.6	0.019	7	<0.1	35.21	33.63	122.04
	P-2	6.5	364	14.4	6.38	547	<dl	7.67	140	6.4	0.01	5	<0.1	44.01	36.03	122.04
	P-3	5.07	351	15.2	6.13	185	<dl	1.99	25	2.2	0.01	4	<0.1	22.89	14.65	42.71
Referans Örnekleri	LAH-24	6.92	300	14.3	5.26	69	<dl	5.85	8	2.4	0.07	<2.5	<0.1	22.01	10.81	24.41
	LAH-31	6.94	265	12.9	4.67	147	<dl	5.55	<5	5.2	0.017	<2.5	<0.1	22.01	16.81	54.92
	LAH-5	7.01	294	18.5	5.08	75	<dl	5.32	<5	1.5	0.02	<2.5	<0.1	22.01	12.01	30.51
LAH-11	6.81	237	16.4	4.12	99	<dl	5.65	9	5.9	0.016	<2.5	<0.1	13.20	7.21	18.31	

Dedeksiyon limitinin altında çıkan değerlere dedeksiyon limit değerleri verilerle istatistiksel hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 4.19' un devamı

Örnek Yeri	Örnek No	pH	Eh (mV)	T (°C)	pe	İletkenlik (µS/cm)	Tuzluluk (%)	Ç.O. (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	NO ₂ ⁻ -N (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	CO ₂ (mg/l)	TIC (mg/l C)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)
Yağlı Dere Çevresi	LAH-32	6.97	343	17.7	5.94	185	<dl	5.2	21	1.6	0.022	<2.5	<0.1	22.01	21.62	79.33
	LAH-33	7	302	18.5	5.22	183	<dl	5.67	21	1.6	0.013	<2.5	<0.1	22.01	21.62	79.33
	LAH-14	6.94	367	16.8	6.38	151	<dl	5.8	6	2.5	0.029	3	<0.1	66.02	30.03	61.02
Gelevera Dere	LAH-4	7.11	310	18.1	5.36	64	<dl	5.15	<5	2	0.024	<2.5	<0.1	22.01	12.01	30.51
	Minimum	4.75	237	12.9	4.12	38	<dl	1.99	5	0.5	0.01	<2.5	<0.1	13.20	5.40	3.05
Maksimum		7.56	417	19	7.24	547	<dl	8.74	140	7.6	0.105	7	0.1	66.02	36.03	122.04
Aritmetik Ortalama		6.5	328	16.41	5.71	134.21	0.00	5.81	23.00	2.79	0.021	2.88	0.10	26.36	14.21	35.67
Geometrik Ortalama		6.46	324.52	16.32	5.65	107.69	-	5.67	13.40	2.25	0.017	2.78	0.10	24.74	12.56	25.14
Standart sapma		0.67	48.06	1.70	0.83	115.16	0.00	1.18	29.33	1.78	0.02	0.99	0.00	11.37	8.01	31.47
Medyan		6.67	331	16.4	5.71	106	0	5.56	10	2.2	0.017	2.5	0.1	22.005	12.01	24.408
Mod		6.94	310	14	6.38	185	0	5.65	5	2	0.01	2.5	0.1	22.005	8.407	12.204
Skewness		-1.21	-0.06	-0.20	-0.05	2.74		-0.32	2.68	1.06	3.44	3.23		2.29	1.53	1.60
Kurtosis		1.31	-0.93	-0.87	-0.97	7.87		3.97	8.55	0.81	12.70	11.16		5.14	1.65	2.24
EPA, 2012 İS MKSD		6.5-8.5*							250*	10	1	250*	2*			
WHO, 2011 İSSD		SDB							SDB	11	0.9	SDB	1.5			
TSE, 2005 SFl ve Sf2 Tip1		6.5-9.5				650 (20°C)			25	5.6	0.03	30	1			
TSE, 2005 Sf2 Tip2		6.5-9.5				2500 (20°C)			250	11.3	0.15	250	1.5			
T.C Resmi gazete, 2012 I. SSKK		6.5-8.5		≤25		<400		>8	200**	<5	<0.002	25**	1**			

EPA, 2012 İS MKSD: İçme suyunda maksimum kirlenme sınır değerleri *EPA, 2012 sekonder içme suyu yönetmeliği sınır değerleri

WHO, 2011 İSSD: Dünya sağlık örgütü içme suyu sınır değerleri

SDB: İçme sularında sağlığı tehdit edecek düzeyde bulunmadıklarından sınır değerleri belirtilmemiştir.

T.C. Resmi gazete, 2012, I. SSKK: Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği I. Sınıf su kalite kriterleri **Su kirliliği kontrol yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2008) I. Sınıf su kalite kriterleri

Tablo 4.19' un devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Al (mg/l)	As (µg/l)	Ba (µg/l)	Ca (mg/l)	Cd (µg/l)	Co (µg/l)	Cu (mg/l)	Fet (mg/l)	Fe ⁺² (mg/l)	Fe ⁺³ (mg/l)	K (mg/l)	Li (µg/l)
Yağlı Dere Çevresi	LAH-32	0.043	0.6	18.85	23.5	<0.05	0.08	0.0039	<0.01	<0.01	<0.01	0.91	0.5
	LAH-33	0.061	<0.5	17.4	22.4	<0.05	0.07	0.0028	<0.01	<0.01	<0.01	0.75	0.3
	LAH-14	0.048	0.6	45.06	12.45	<0.05	<0.02	0.0061	0.022	0.021	0.001	1.69	0.6
Gelevera Dere	LAH-4	0.05	<0.5	21.44	5.08	<0.05	<0.02	0.0022	0.030	0.030	0.000	1.2	<0.1
	Minimum	0.006	<0.5	1.55	1.73	<0.05	<0.02	0.0004	<0.01	0.003	0	0.4	<0.1
Maksimum	0.858	1.6	183.05	66.82	0.76	5.24	0.048	0.283	0.191	0.092	2.69	7.8	
Aritmetik Ortalama	0.17	0.67	43.11	12.42	0.20	0.95	0.013	0.05	0.03	0.02	1.08	1.10	
Geometrik Ortalama	0.07	0.63	30.95	8.25	0.13	0.18	0.008	0.03	0.02	-	0.97	0.44	
Standart sapma	0.26	0.30	35.63	15.62	0.21	1.60	0.013	0.07	0.05	0.02	0.53	2.15	
Medyan	0.048	0.5	37.05	6.64	0.1	0.08	0.007	0.026	0.013	0.01	0.98	0.4	
Mod	0.025	0.5	1.55	1.73	0.05	0.02	0.004	0.01	0.01	0.01	0.69	0.4	
Skewness	1.94	1.91	2.33	2.98	1.52	1.81	1.53	2.49	2.38	2.51	1.33	2.76	
Kurtosis	2.47	2.89	7.81	8.63	1.63	2.07	1.36	5.72	5.07	6.11	2.27	6.24	
EPA, 2012 İS MKSD	0.05-0.2*	10	2000		5		1.3	0.3*					
WHO, 2011 İSSD	0.1	10	700		3		2	SDB					
TSE, 2005 Snf1 ve Snf2 Tip1	0.2	10			5		0.1	0.05					
TSE, 2005 Snf2 Tip2	0.2	10			5		2	0.2					
T.C Resmi gazete, 2012 I. SSKK	0.3**	20**	1000**		≤2	10**	≤0.02	0.3**					

Tablo 4.19' un devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Mg (mg/l)	Mn (mg/l)	Mo (µg/l)	Na (mg/l)	Ni (µg/l)	P (µg/l)	Pb (µg/l)	S (mg/l)	Si (mg/l)	Sr (µg/l)	U (µg/l)	Zn (mg/l)
Karaerik Madeni	KR-11	2.09	0.0049	6.2	6.55	0.5	22	0.4	1	8.98	47.63	0.03	0.012
	KR-13	2.1	0.0180	0.3	6.16	0.3	38	<0.1	1	9.30	46.35	<0.02	0.013
Ağalık Madeni	A-2	0.97	0.0017	<0.1	3.03	<0.2	23	<0.1	<1	8.19	25.09	<0.02	0.005
	A-3	0.57	0.0040	<0.1	2.96	0.2	498	<0.1	<1	8.22	15.04	<0.02	0.005
Lahanos Madeni	LAH-1	4.31	0.0010	0.2	4.13	0.6	21	0.2	<1	6.67	24.16	<0.02	0.005
	LAH-18	2.56	0.0392	0.2	2.91	0.7	<20	1.5	6	5.45	21.34	<0.02	0.107
	LAH-23	3.65	0.0794	1.6	2.93	0.8	28	0.6	12	5.35	22.18	0.02	0.017
	LAH-28	1.37	0.0048	0.2	2.3	0.5	36	0.4	4	5.11	19.37	<0.02	0.053
	LAH-29	2.05	0.0293	<0.1	2.94	0.9	28	0.8	7	6.99	19.48	<0.02	0.110
Kilik	LAH-35	1.04	0.0022	0.1	4.93	0.3	141	0.3	<1	9.77	21.26	<0.02	0.008
	LAH-46	3.43	0.0251	0.4	3.14	0.9	93	1.8	7	6.48	21.03	<0.02	0.055
	LAH-47	2.32	0.0235	0.2	0.97	1.4	48	7.4	6	3.05	9.06	0.03	0.041
	LAH-51	1.82	0.0017	0.3	2.73	0.5	38	0.2	1	5.22	25.25	<0.02	0.005
	LAH-53	7.52	0.0751	0.2	3.61	1.7	53	0.7	10	6.52	23.09	<0.02	0.028
Kızılkaya Madeni	LAH-54	6.57	0.1274	<0.1	3.86	1.6	45	1.3	23	7.93	30.66	<0.02	0.045
	LAH-55	6.83	0.1229	<0.1	4.06	1.6	31	0.4	22	7.83	29.93	<0.02	0.040
	LAH-57	3.5	0.0348	0.1	4.53	1.2	106	0.2	6	6.01	17.38	<0.02	0.038
	LAH-59	4.65	0.0210	0.2	5.07	1	48	0.1	8	10.48	33.81	<0.02	0.022
	P-1	7.28	0.0004	0.1	15.39	<0.2	64	0.1	18	7.23	140.57	0.19	0.015
İçme Suyu Örnekleri	P-2	9.15	0.0002	0.3	31.21	<0.2	105	0.1	31	8.01	183.48	0.25	0.039
	P-3	2.64	1.4671	<0.1	13.51	0.5	140	0.2	2	29.95	77.15	0.02	0.084
	LAH-24	2.06	0.0029	0.3	2.35	0.5	24	0.1	6	5.71	37.4	<0.02	0.072
	LAH-31	6.04	0.0003	<0.1	5.29	<0.2	33	<0.1	<1	11.14	17.32	0.19	0.002
Referans Örnekleri	LAH-5	1.82	0.0011	0.1	4.51	<0.2	56	1.4	<1	7.27	31.1	<0.02	0.003
	LAH-11	3.01	0.0016	0.4	4.54	<0.2	28	<0.1	3	8.19	28.67	<0.02	0.007

Tablo 4.19' un devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Mg (mg/l)	Mn (mg/l)	Mo (µg/l)	Na (mg/l)	Ni (µg/l)	P (µg/l)	Pb (µg/l)	S (mg/l)	Si (mg/l)	Sr (µg/l)	U (µg/l)	Zn (mg/l)
Yağlı Dere Çevresi	LAH-32	3.79	0.0059	1.6	3.61	0.4	91	<0.1	7	5.67	101.32	0.38	0.004
	LAH-33	3.68	0.0049	1.5	3.38	0.2	89	<0.1	7	5.29	95.06	0.37	0.003
	LAH-14	3.17	0.0060	0.6	7.94	1.9	67	1.3	2	7.63	51.14	0.02	0.009
Gelevera Dere	1	0.0020	0.1	3.49	<0.2	69	<0.1	<1	<1	7.30	22.82	<0.02	0.003
Minimum		0.57	0.0002	<0.1	0.97	<0.2	<20	<0.1	<1	3.05	9.06	<0.02	0.002
Maksimum		9.15	1.4671	6.2	31.21	1.9	498	7.4	31	29.95	183.48	0.38	0.110
Aritmetik Ortalama		3.48	0.07	0.55	5.59	0.68	71.83	0.70	6.79	7.96	42.69	0.06	0.03
Geometrik Ortalama		2.83	0.01	0.24	4.31	0.50	51.53	0.30	3.74	7.30	32.31	0.03	0.02
Standart sapma		2.24	0.27	1.17	5.80	0.53	89.03	1.39	7.68	4.59	40.28	0.10	0.03
Medyan		3.01	0.005	0.2	3.86	0.5	48	0.2	6	7.274	25.25	0.02	0.015
Mod		1.82	0.0002	0.1	3.61	0.2	28	0.1	1	8.186	9.06	0.02	0.005
Skewness		0.97	5.24	4.34	3.52	1.02	4.18	4.33	1.80	4.15	2.30	2.30	1.34
Kurtosis		0.18	27.93	20.64	14.05	-0.14	19.96	20.93	2.95	20.15	5.23	4.24	1.08
EPA, 2012 İS MKSD			0.05*	-		-		15				30	5*
WHO, 2011 İSSD			SDB	SDB		70		10				30	SDB
TSE, 2005 Snf1 ve Snf2 Tip1			0.02			20		10					
TSE, 2005 Snf2 Tip2			0.05			20		10					
T.C Resmi gazete, 2012 I. SSKK			0.1**			≤20	<30	≤10					≤0.2

Örneklerin NO_3^- -N içeriği ise yağışlı sezonda kuru sezona benzer sonuçlar göstermektedir. NO_3^- -N, örneklerin çok az bir kısmında (Lah-11, Lah-31, P-2 ve Lah 46) en düşük sınır değeri olan yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2012) I. Sınıf su kalite sınır değerini (<5mg/l) geçmekte buna karşın diğer sınır değerleri içerisinde yer almaktadır.

Yağışlı sezon örneklerinin sülfat içeriği kuru sezon eşleniklerine benzerdir. Örneklerin bazıları (P-1, P-2, Lah-23, Lah-53, Lah-54, Lah-55, Lah-57) sülfat içeriği bakımından TSE, 2005 Sınıf 1 (kaynak suları) ve Sınıf 2 (kaynak suları haricinde insani tüketim amaçlı sular) Tip 1'e (işlem görmüş kaynak suları) ait en düşük sınır değerini (25 mg/l) geçmekte, incelenen diğer (içme suyu, kaynak suyu, insani tüketim amaçlı sular ile içme ve kullanma suyu) sınır değerleri içerisinde bulunmaktadır (Tablo 4.19). Ayrıca sadece yağışlı sezonda ölçülen Cl^- ve F^- konsantrasyonları ise incelenen tüm sınır değerlerinden düşüktür.

Yağışlı sezon kirlenmemiş örneklere ait analiz edilen elementlerin bir çoğunun konsantrasyonları kuru sezon eşleniklerinden düşüktür. Bu elementlere ait konsantrasyonlar daha dar aralıklarda (Al (0.006- 0.858 mg/l), Cu (0.0004-0.048 mg/l), Fe, (<0.01-0.283 mg/l), S (<1-31 mg/l), Zn (0.002-0.110 mg/l)) değişim göstermektedir (Tablo 4.19). Benzer şekilde örneklerdeki bir çok iz metal ve yarı metalin maksimum değerleri de oldukça düşüktür; örneğin As (1.6 $\mu\text{g/l}$), Cd (0.76 $\mu\text{g/l}$), Co (5.24 $\mu\text{g/l}$), Ni (1.9 $\mu\text{g/l}$), Pb (7.4 $\mu\text{g/l}$) gibi.

Alkali ve toprak alkali elementlerden Ba 1.55-183.05 $\mu\text{g/l}$, Ca 1.73-66.82 mg/l, K 0.4-2.69 mg/l, Li <0.1-7.8 $\mu\text{g/l}$, Mg 0.57-9.15 mg/l, Na 0.97-31.21 mg/l, Sr 9.06-183.48 $\mu\text{g/l}$ arasında değişmektedir (Tablo 4.19). Bunlara ilaveten analiz edilen diğer elementlerden Mn 0.0002-1.4671 mg/l, Mo <0.1-6.2 $\mu\text{g/l}$, Si 3.05-29.95 mg/l ve U elementleri de <0.02-0.38 $\mu\text{g/l}$ arasında değişmektedir (Tablo 4.19).

Yağışlı sezon kirlenmemiş örneklere ait analiz edilen elementlerin çoğu incelenen içme suyu (kaynak suyu) ve insani amaçlı kullanma sularına ait sınır değerleri içerisinde yer almaktadır. Örneklerin büyük kısmı Al için belirtilen sınır (kritik) değerlerinin altında yer almaktadır. Ancak Lah 23, Lah 46, Lah 47, Lah 54 ve Lah 55 numaralı örnekler, en yüksek sınır değeri (0.3 mg/l) olan su kirliliği kontrol yönetmeliğinde belirtilen (T.C. Resmi gazete, 2008) I. Sınıf su kalite sınır değerini geçmektedir (Tablo 4.19). Ayrıca WHO (2011)' in Al için içme suyu sınır değerine (0.1 mg/l) göre de yukarıda belirtilen örneklere Lah 29 ve Lah 53 numaralı örnekler ilave olmaktadır (Tablo 4.19).

As, Ba, Cd, Co, Ni, Pb, U ve Zn konsantrasyonları tüm örnekler için belirtilen sınır değerlerinin altındadır. Örneklerin tamamı Cu için belirtilen EPA, 2012; içme suyu maksimum kirlenme sınır değeri, WHO, 2011; içme suyu sınır değeri, TSE, 2005; Sınıf 1 Sınıf 2 Tip 1 ve Sınıf 2 Tip 2 de belirtilen sınır değerlerinin (sırasıyla 1.3, 2, 0.1 ve 2 mg/l) altında yer almaktadır. Örneklerin çok az bir kısmı (Lah18, Lah 46, Lah 47, Lah 54 ve P-3) yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete 2012)' nde belirtilen dünya literatürüne göre en düşük sınır değeri olan I. Sınıf su kalite sınır değerinin (≤ 0.02 mg/l) üzerindedir (Tablo 4.19).

Örneklerin çoğu (KR-13 ve Lah-35, Lah 46, Lah 47, Lah 53, Lah 54, Lah 55 hariç) TSE 2005, Sınıf 1 Sınıf 2 Tip 1'de belirtilen Fe' e ait en düşük sınır değerinin (0.05 mg/l) altında konsantrasyonlar göstermektedir (Tablo 4.19).

Mangana ait en düşük sınır değeri 0.02 mg/l olup, (TSE, 2005 Sınıf 1 Sınıf 2 Tip 1) örneklerin %31'i (Lah 18, Lah 23, Lah 29, Lah 46, Lah 53, Lah 54, Lah 55, Lah 57 ve P-3) bu değeri geçmektedir. En yüksek Mn içeriğine sahip P-3 örneği (1.4671 mg/l) maden suyu özelliğinde olup, içme suyu olarak kullanılmaktadır (Tablo 4.19).

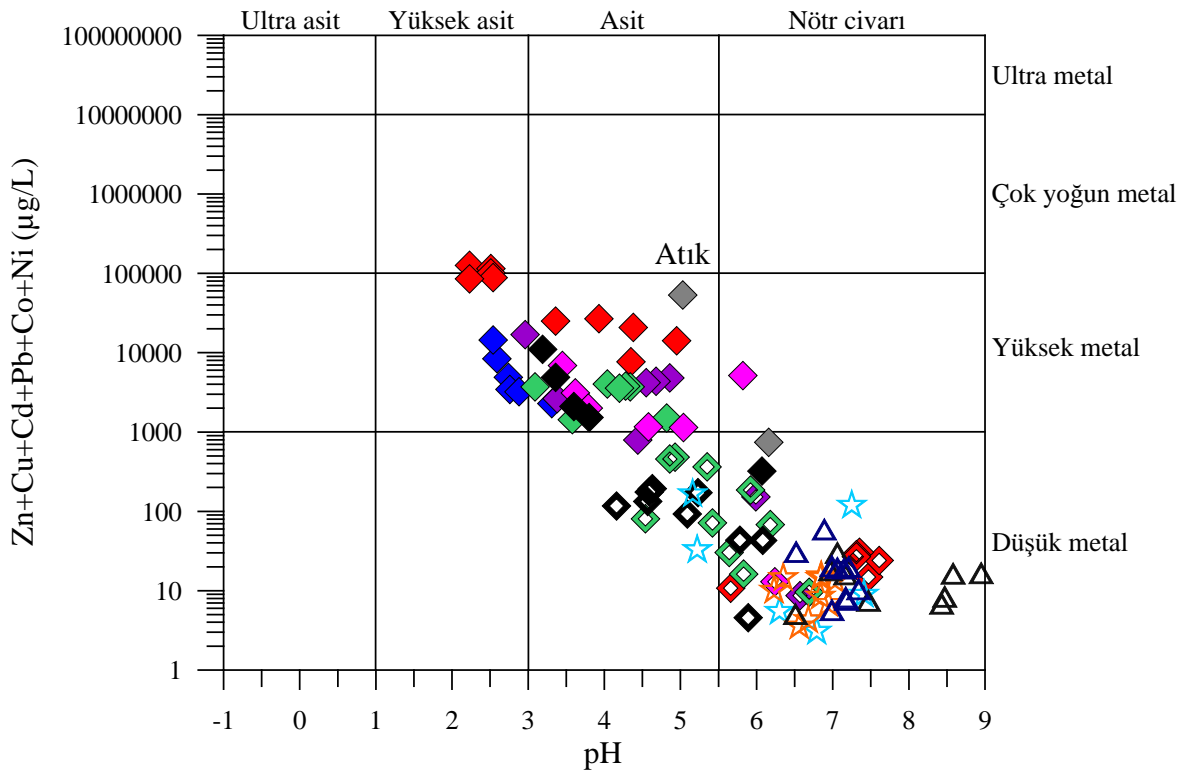
4.2.3. Su Örneklerinin Jeokimyasal Sınıflandırılması

Farklı su örnekleri için Zn, Cu, Cd, Pb, Co ve Ni konsantrasyonları toplamındaki farklılıklar, sonuçta su kimyası üzerinde çeşitli jeolojik kontrolleri ayırmayı sağlar (Plumlee vd., 1999). pH, su örneklerinin metal içeriğine doğrudan etki eder. Ficklin diyagramı; su örneklerinin, toplam çözülmüş baz metal (Zn, Cu, Cd, Pb, Co ve Ni) içeriklerinin pH' a karşı kullanılmasıyla oluşturulan bir jeokimyasal sınıflandırma diyagramıdır (Plumlee vd.,1992). pH ve baz metal içeriklerine göre, kuru ve yağışlı sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örnekleri arasındaki jeokimyasal çeşitlilik Ficklin diyagramında gösterilmektedir (Şekil 4.12, 4.13, 4.14 ve 4.15).

4.2.3.1. Kuru Sezon Su Örneklerinin Jeokimyasal Sınıflandırılması

Kuru sezon su örnekleri Ficklin diyagramında beş grup sunmaktadır (Şekil 4.12): 1) yüksek asit-yüksek metal-yüksek asit-çok yoğun metal grubu (Karaerik Madeni çevresinden alınan kirlenmiş örnekler), 2) yüksek asit-yüksek metal grubu (Karılar Madeni

çevresinden alınan kirlenmiş örnekler), 3) asit-yüksek metal grubu (Karaerik, Killik, Kızılkaya, Ağalık, Lahanos Madenleri çevresinden alınan kirlenmiş örnekler ile Lahanos Madeni atığı), 4) nötr civarı-düşük metal grubu (Madenlerin etkilerinden uzak kesimlerden alınan kirlenmemiş örnekler, içme suyu örnekleri, referans örnekleri, Yağlı Dere ile Yağlı Dere' ye dökülen dere suyu örnekleri, Gelevera Dere' ye dökülen dereler ile Espiye merkezden geçen dere suyu örnekleri), 5) asit- düşük metal grubu (Lahanos Madeni ile Kızılkaya Madeni ve Koz Köy çevresinden, maden etkilerinden uzak kesimlerden alınan kirlenmemiş örnekler ile bazı içme suyu örnekleri).



Kirlenmiş Su Örnekleri

- ◆ Karaerik Madeni
- ◆ Karılar Madeni
- ◆ Ağalık Madeni
- ◆ Killik Madeni
- ◆ Kızılkaya Madeni-Koz Köy
- ◆ Lahanos Madeni
- ◆ Lahanos Madeni Atığı-
Atık etkisindeki örnekler

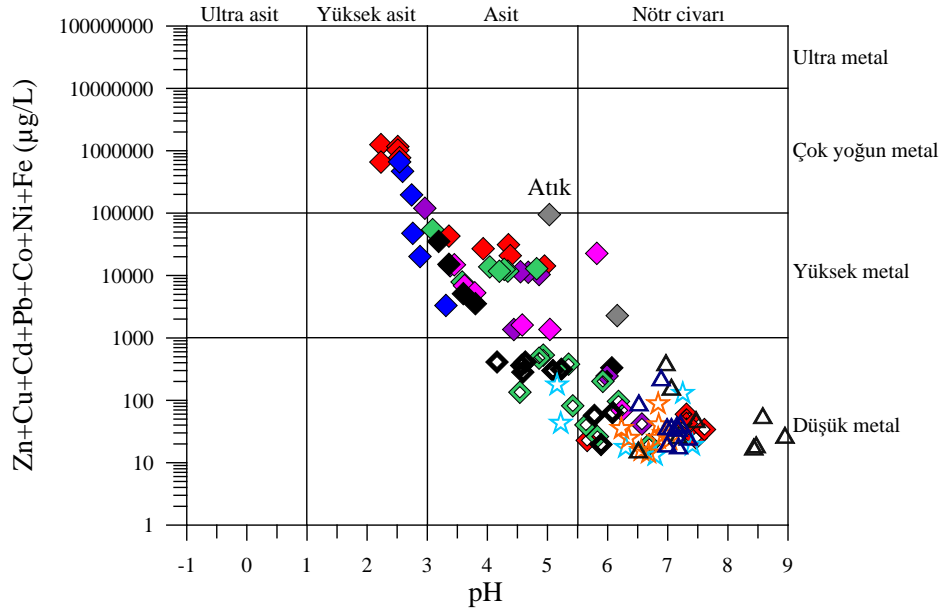
Kirlenmemiş Su Örnekleri

- ◆ Karaerik Madeni
- ◆ Lahanos Madeni
- ◆ Ağalık Madeni
- ◆ Killik Madeni
- ◆ Kızılkaya Madeni-Koz Köy
- ★ İçme Suyu
- ★ Referans örnekleri
- △ Yağlı Dere çevresi
- △ Gelevera Dere çevresi-
Espiye Merkez dereler

Şekil 4.12. Kuru sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinin Ficklin diyagramında gösterimi (Lah 13 örneği hariç)

Bunlara ilaveten Lahanos Madeni atık etkisi altında bulunan debisi oldukça fazla olan Kızıl Dere üzerinden alınan bir örnek ile Kızılkaya Madeni etkisi altında bulunan kirlenmiş bir örnek nötr civarı-düşük metal, Killik Madeni etkisi altında bulunan kirlenmiş bir diğer örnek de nötr civarı-yüksek metal grubunda yer almaktadır.

Kuru sezon örneklerine ait Ficklin diyagramında baz metal toplamına Fe ilave edildiğinde, madencilik faaliyetlerinden en fazla etkilenmiş olan Karaerik ve Karılar Madenleri çevrelerinden alınan bazı kirlenmiş örnekler, yüksek asit- çok yoğun metal grubuna geçmektedir (Şekil 4.13). Buna karşılık Karılar Madeni çevresinde Kızıl Dere üzerinden alınan kirlenmiş en son örnek de asit-yüksek metal grubuna geçmektedir. Lahanos Madeni atık etkisi altında olan Kızıl Dere üzerindeki örnek, nötr civarı-düşük metal grubundan nötr civarı-yüksek metal grubuna geçmektedir. Buna karşılık diğer örnekler aynı alanlarda yer almaktadır. Buradan hareketle demirin Ficklin diyagramında su örneklerini daha yüksek metal içeriğine taşıdığı açıkça görülmektedir.

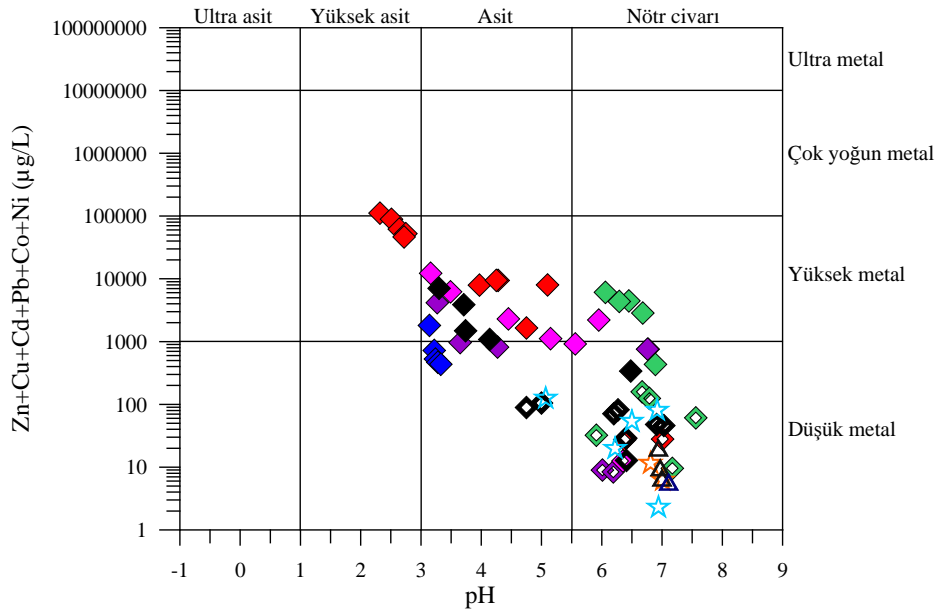


Şekil 4.13. Kuru sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinin Fe ilaveli Ficklin diyagramında gösterimi (Lah 13 örneği hariç). Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır.

4.2.3.2. Yağışlı Sezon Su Örneklerinin Jeokimyasal Sınıflandırılması

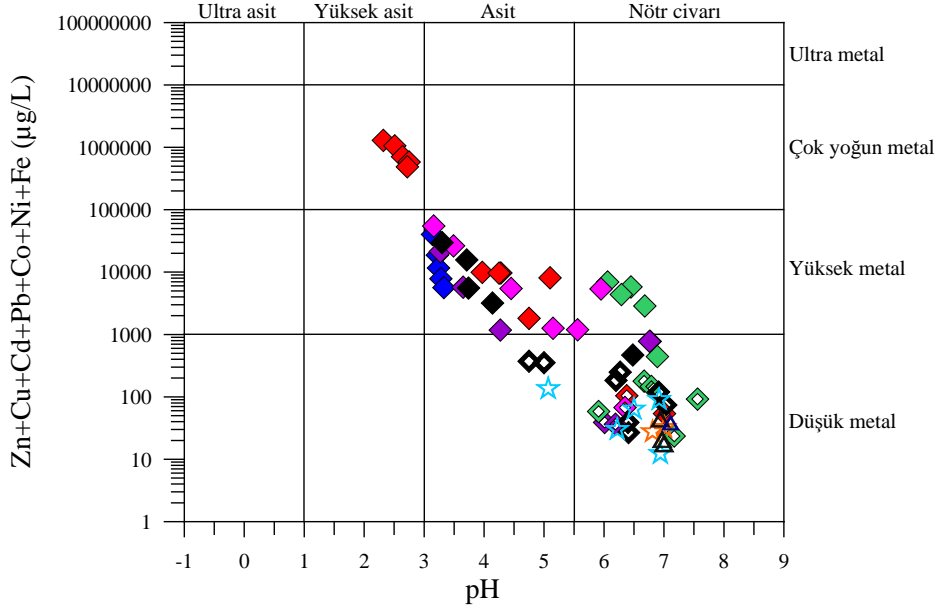
Yağışlı sezon su örnekleri de Ficklin diyagramında beş grup sunmaktadır (Şekil 4.14) : 1) yüksek asit-yüksek metal-yüksek asit-çok yoğun metal grubu (Karaerik Madeni

çevresinden alınan kirlenmiş örnekler), 2) asit-yüksek metal grubu (Karaerik, Karılar Killik, Kızılkaya ve Ağalık Madeni çevresinden alınan kirlenmiş örnekler), 3) nötr civarı-yüksek metal grubu (Lahanos ve Killik Madenleri çevresinden alınan kirlenmiş örnekler), 4) nötr civarı-düşük metal grubu (Madenlerin etkilerinden uzak kesimlerden alınan kirlenmemiş örnekler, içme suyu örnekleri, referans örnekleri, Yağlı Dere ile Yağlı Dere' ye dökülen dere suyu örnekleri, Gelevera Dere' ye dökülen dere suyu örneği), 5) asit-düşük metal grubu (Kızılkaya Madeni ve Koz Köy çevresinden, maden etkilerinden uzak kesimlerden alınan kirlenmemiş örnekler, içme suyu örneği ve Karılar Madeni çevresinden alınan bazı kirlenmiş örnekler). Bu örneklere ilave olarak Lahanos, Kızılkaya ve Ağalık Madenleri çevrelerindeki vadilerden alınan üç ayrı kirlenmiş örnek de nötr civarı-düşük metal grubuna düşmüştür (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Yağışlı sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinin Ficklin diyagramında gösterimi (Lah 13 ve Lah 43 atık örneği hariç). Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır.

Yağışlı sezon örneklerine ait Ficklin diyagramında baz metal toplamına Fe ilave edildiğinde, madencilik faaliyetlerinden en fazla etkilenmiş olan Karaerik Madeni çevresinden alınan bazı kirlenmiş örnekler, kuru sezonda olduğu gibi yüksek asit- çok yoğun metal grubuna geçmektedir (Şekil 4.15). Ayrıca, Karılar Madeni çevresinden alınan tüm kirlenmiş örnekler de asit-yüksek metal grubuna geçmektedir. Buna karşılık diğer örneklerin sınıflaması değişmemektedir.

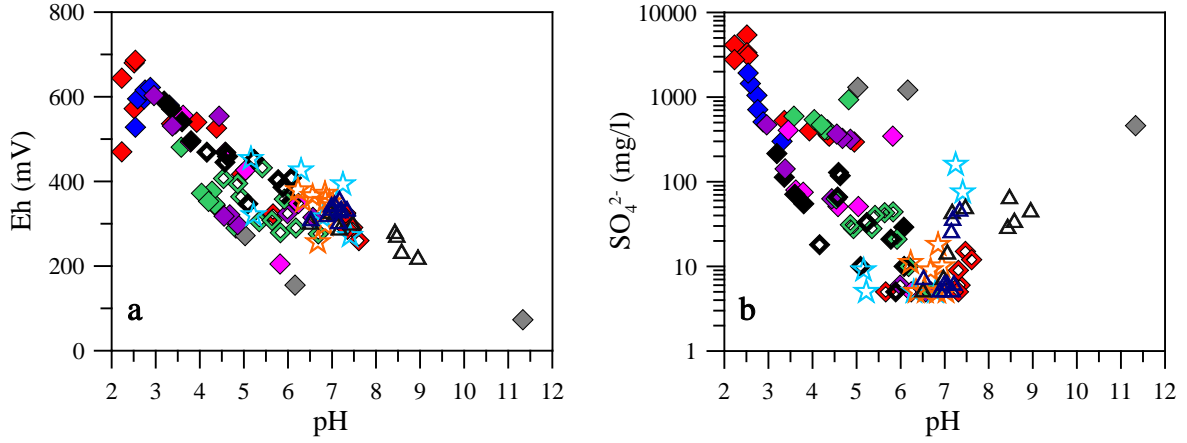


Şekil 4.15. Yağışlı sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinin Fe ilaveli Ficklin diyagramında gösterimi (Lah 13 ve Lah 43 atık örneği hariç). Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır.

4.2.4. Su Örneklerinin Fizikokimyasal ve Jeokimyasal Özellikleri

4.2.4.1. Kuru Sezon Su Örneklerinin Fizikokimyasal ve Jeokimyasal Özellikleri

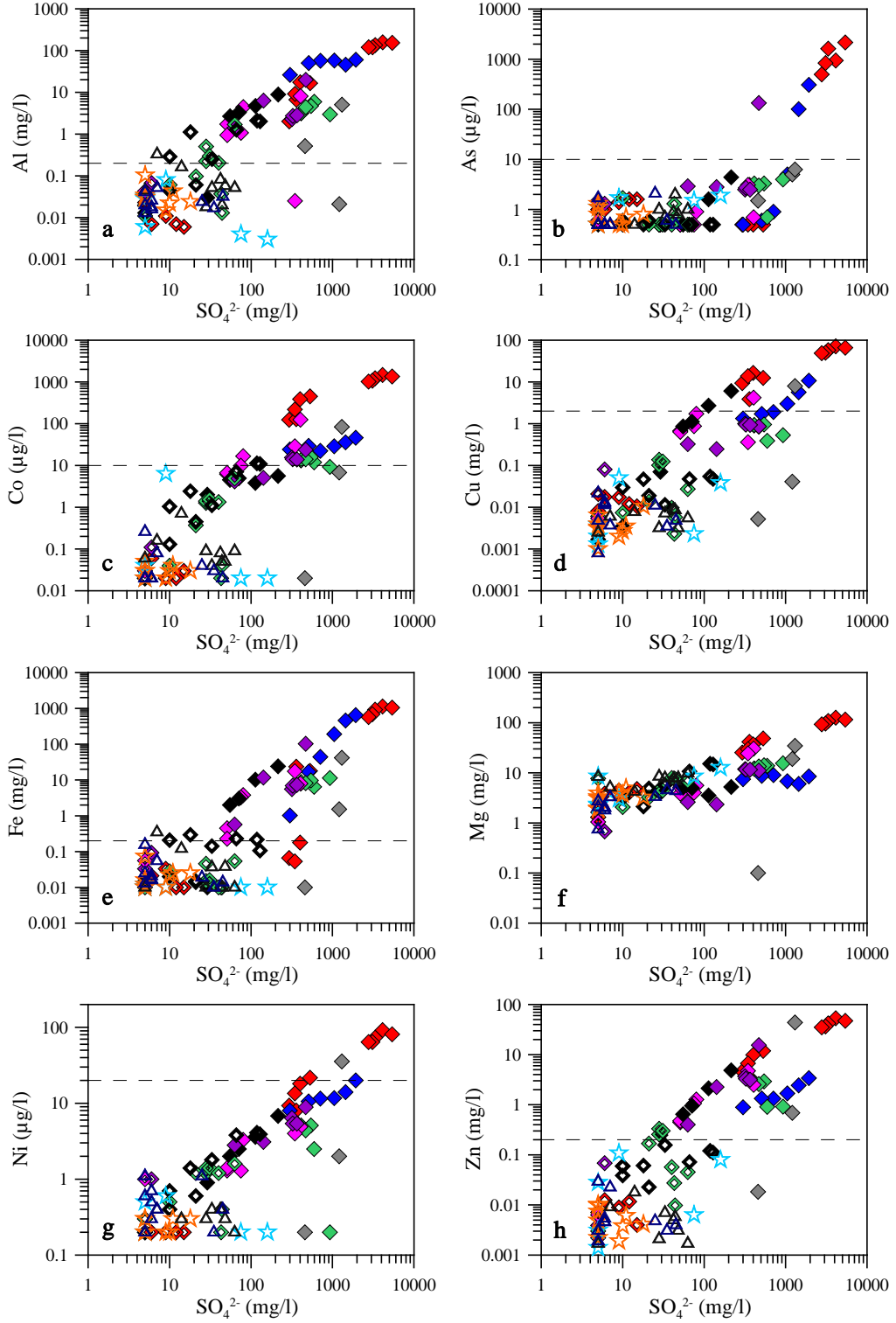
Kuru sezonda maden etkisi altındaki su örneklerinde pH ile Eh arasında çok güçlü negatif korelasyon ($r = -0.80$; $p < 0.01$ $n=40$) gelişmiştir (Tablo 4.20; Şekil 4.16 a). Bu ilişki temiz alanlardan alınan örneklerde de aynı şekilde devam etmektedir ($r = -0.63$ $p < 0.01$ $n=62$) (Tablo 4.21; Şekil 4.16 a). Ölçülen anyonlar arasında en baskın olanı sülfattır. Kuru sezon kirlenmiş su örneklerinin bir çoğunun SO_4^{2-} içeriği oldukça yüksektir ve pH' a bağlıdır. Bu nedenle SO_4^{2-} ile pH arasında yüksek negatif ilişki ($r = -0.66$; $p < 0.01$ $n=40$) bulunmaktadır (Tablo 4.20; Şekil 4.16 b). Buna karşılık kuru sezon kirlenmemiş örneklerinin SO_4^{2-} içeriği ise oldukça düşüktür ve pH' ı sülfattan bağımsızdır (Tablo 4.21; Şekil 4.16 b).



Şekil 4.16. Kuru sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinin pH' a karşı a) Eh değişimi b) SO_4^{2-} değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır.

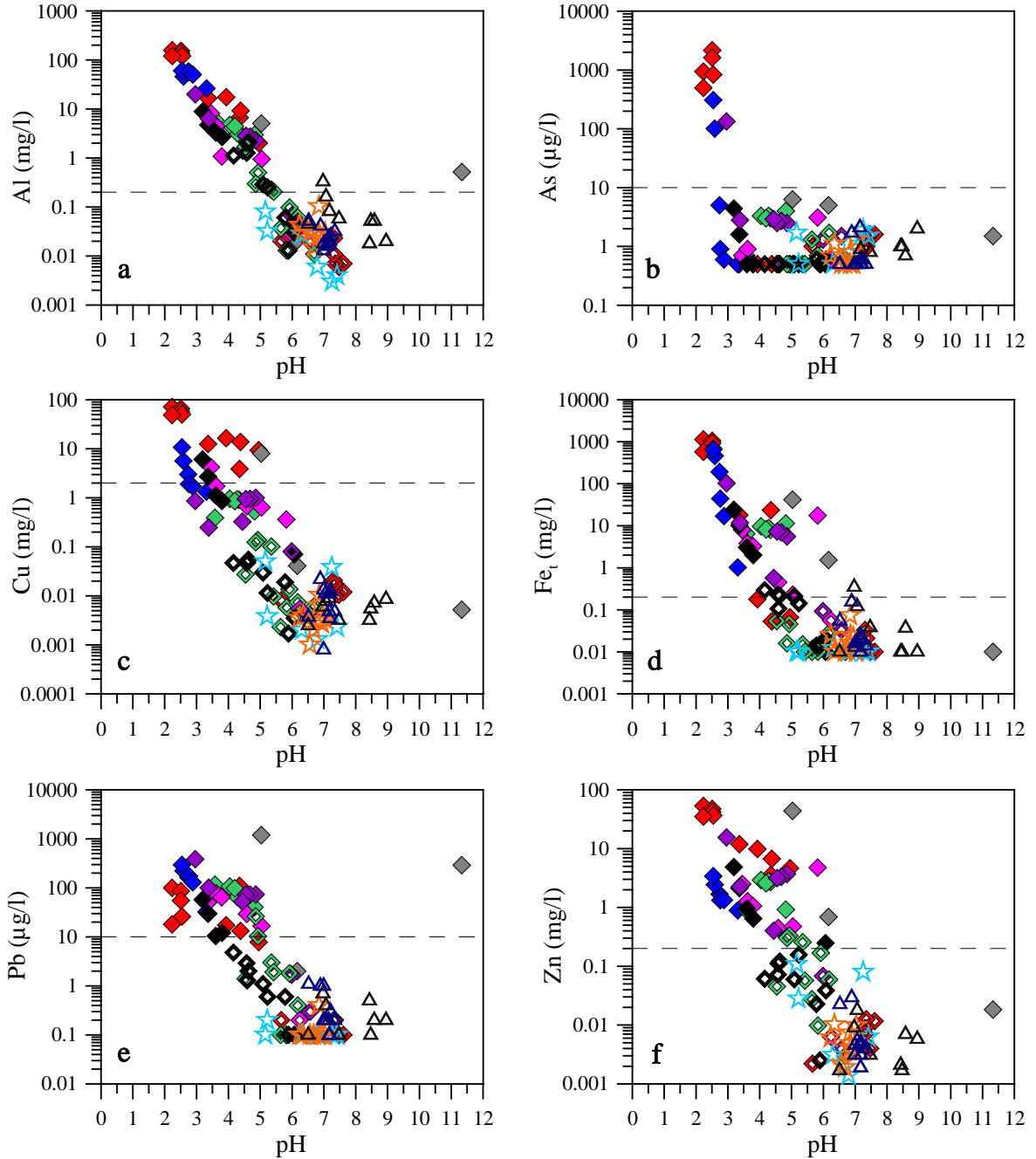
Su içerisinde iletkenliğin asıl kaynağı sülfattır. Bu sebeple, kuru sezon kirlenmiş su örneklerinde sülfat ile iletkenlik arasında son derece yüksek pozitif ilişki ($r = 0.97$; $p < 0.01$ $n=40$) bulunmaktadır (Tablo 4.20). Sülfat, iletkenliğin yanı sıra bir çok ölçülen metal ve metali elementler (Al, As, Cd, Co, Cu, Fe, Li, Mg, Mo, Ni, S, Si, U ve Zn) ile de son derece yüksek korelasyonlar göstermektedir (Tablo 4.20; Şekil 4.17 a- h). Bu derecede yüksek korelasyonlar, piritin ve diğer sülfürlü bileşenlerin (sfalerit, kalkopirit, galen) çözüldüğünün göstergesidir (Olias vd., 2004). Piritin oksitlenmesi sonucu oluşan sülfirik asit, diğer sülfürlü minerallere de etki ederek onların yapısını bozar ve Cu, Pb, Zn, Ni, Cd ile As gibi bileşenleri açığa çıkarır (Ferreira da Silva vd., 2006). Buna karşılık kirlenmemiş su örneklerinde sülfat ve iletkenlik arasında daha düşük ($r = 0.74$; $p < 0.01$ $n=62$) korelasyon bulunmaktadır (Tablo 4.21). Benzer şekilde kirlenmiş örneklerde sülfat ile son derece yüksek korelasyonlar gösteren metal ve metali elementler (Al, Cd, Co, Cu, Li, Ni, U ve Zn), kirlenmemiş örneklerde sülfat ile oldukça düşük korelasyonlar göstermekte ya da (As, Fe, Mo ve Si'da olduğu gibi) hiç ilişki göstermemektedir (Tablo 4.21; Şekil 4.17 a- h). Kirlenmemiş su örneklerinde iletkenlik, sülfatın yanı sıra alkalinite, As, Ca, K, Li, Mg, Na, S, Sr ve U ile de pozitif korelasyonlar vermektedir (Tablo 4.21).

Cevher minerallerinin oksitlenmesi süresince gelişen yüksek asidite, bu minerallere eşlik edebilecek olan gang minerallerinin (klorit, muskovit, feldispat) hidrolizini hızlandırır ve bu minerallerin bünyesinde bulunan Al ve Mg gibi elementleri hareketlendirir. Bunun sonucu olarak da kirlenmiş örneklerde bu gibi hareketli elementler ile sülfat arasında son derece yüksek pozitif korelasyonlar gelişir (Tablo 4.20; Şekil 4.17 a, f).



Şekil 4.17. Kuru sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinin SO_4^{2-} a karşı a) Al, b) As, c) Co, d) Cu, e) Fe, f) Mg, g) Ni ve h) Zn değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. Grafikte TSE, 2005 Sınıf 2 Tip2 sınır değerleri kesikli çizgi ile gösterilmiştir. (Co için Su kirliliği kontrol yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2008) I. Sınıf su kalite kriterleri ve Zn için yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2012) I. Sınıf su kalite kriterleri gösterilmiştir)

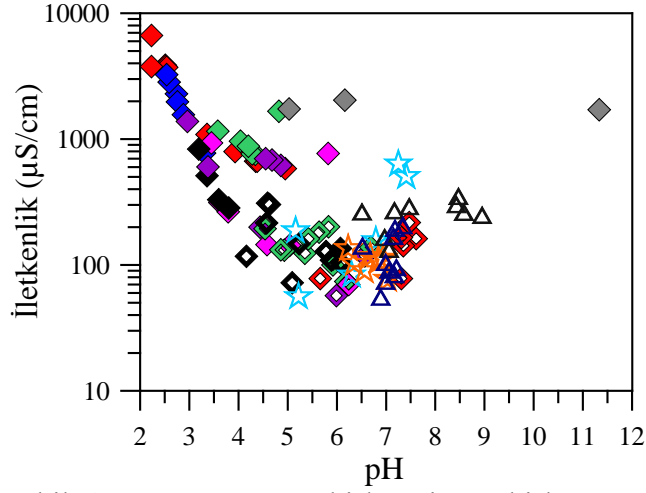
Asidite arttıkça, gerek cevher gerekse gang minerallerinin bozunması sonucu açığa çıkan (hareketlenen) element miktarı artacağından kirlenmiş su örneklerinde pH ile Al, As, Co, Cu, Fe_t, Li, Mn, Ni, Pb, S, Si, U ve Zn elementleri arasında anlamlı negatif korelasyonlar ortaya çıkar (Tablo 4.20; Şekil 4.18 a- f).



Şekil 4.18. Kuru sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinin pH' a karşı a) Al, b) As, c) Cu, d) Fe, e) Pb ve f) Zn değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. Grafikte TSE, 2005 Sınıf 2 Tip2 sınır değerleri kesikli çizgi ile gösterilmiştir. (Zn için yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2012) I. Sınıf su kalite kriterleri gösterilmiştir).

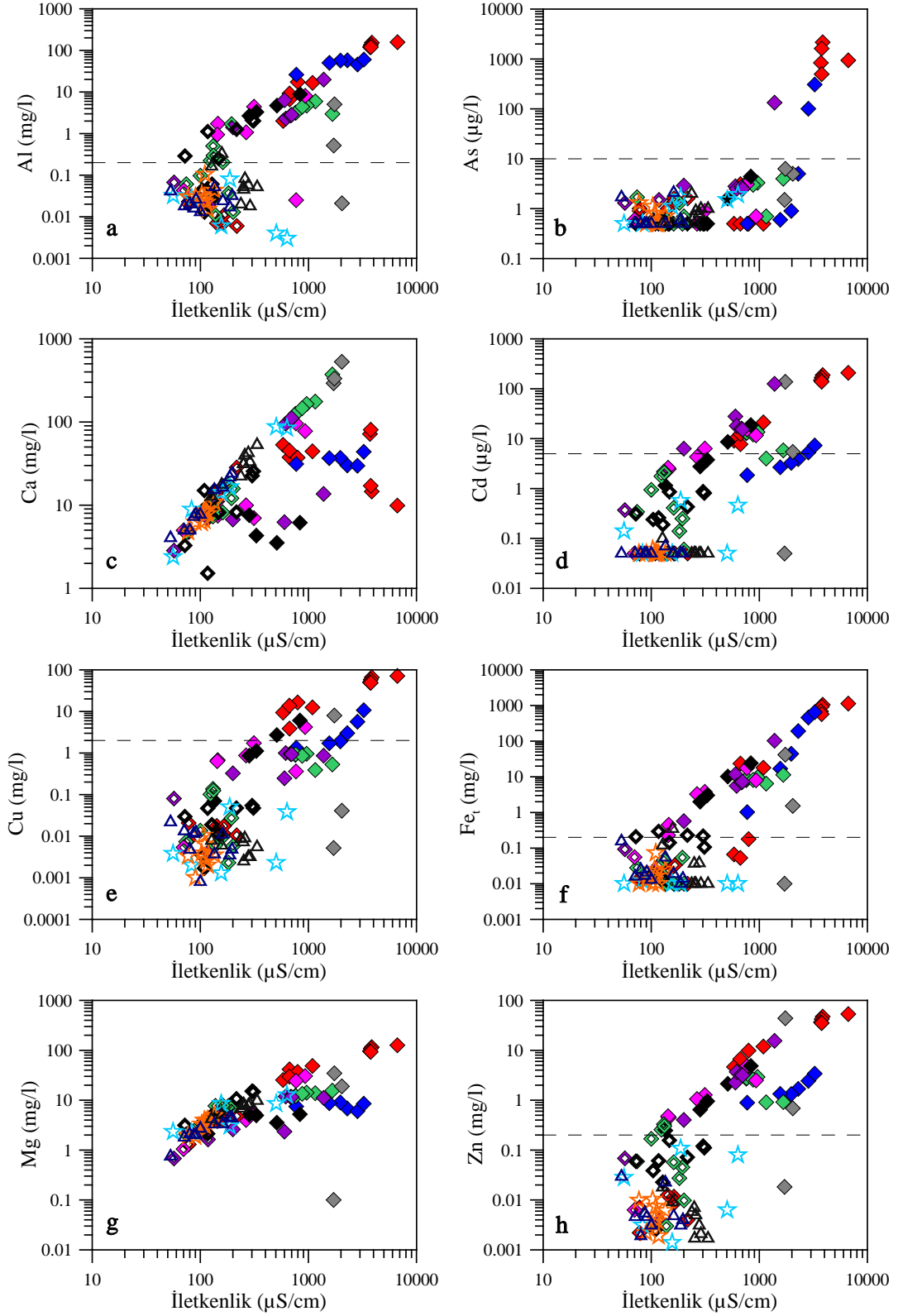
Buna karşılık kirlenmemiş kuru sezon su örneklerinde ise pH ile Al, Cd, Co, Cu, Fe_t, Mn, Ni, Pb ve Zn arasında anlamlı negatif korelasyonlar hesaplanmıştır (Tablo 4.21; Şekil 4.18 a- f). Ancak pH ile alkalinite, As, Ca, K, Mo, Na, Sr ve U arasında ise anlamlı pozitif korelasyonlar tespit edilmiştir (Tablo 4.21).

Asiditenin artması (pH'nin azalması) sonucunda minerallerin çözünmesi ve dolayısıyla oluşan çözeltinin iletkenliği artar. Bu sebeple, kuru sezon kirlenmiş su örneklerinde iletkenlik ve pH arasında yüksek negatif korelasyon ($r = -0.75$; $p < 0.01$, $n=40$) gelişirken (Tablo 4.20; Şekil 4.19 a), kirlenmemiş örneklerde iletkenlik değerlerinde önemli oranda değişim gözlenmez (Tablo 4.21; Şekil 4.19).



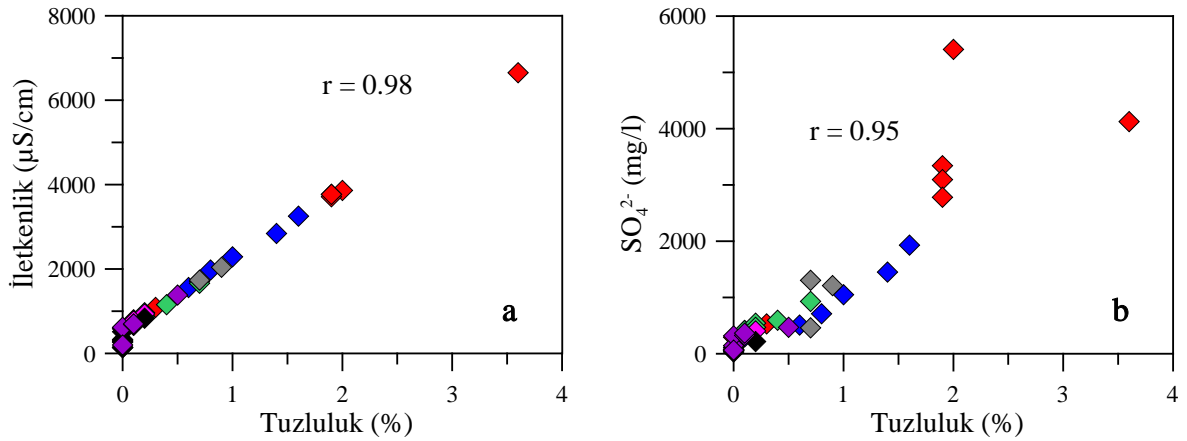
Şekil 4.19. Kuru sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerindeki pH' a karşı iletkenlik değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır.

Maden sahalarının etkisi altında bulunan bölgelerden alınan örneklerde, benzer şekilde iletkenlik ile analiz edilen elementlerin önemli bir kısmı (Al, As, Cd, Co, Cu, Fe_t, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, S, Si, U ve Zn) ve tuzluluk arasında yüksek pozitif korelasyonlar mevcuttur (Tablo 4.20; Şekil 4.20 a-h, Şekil 4.21a). Zira iletkenlik ile tuzluluk asidite ve çözünme ile doğru orantılı olmak zorundadır. Haliyle, asiditenin gelişmediği (kirlenmemiş) örneklerde iletkenlik ile yukarıda verilen elementler arasında benzer bir ilişki gelişmesi söz konusu değildir. Ancak Ca, K, Li, Mg, Na, S, Sr ve U ile iletkenlik arasında pozitif bir korelasyonun varlığı söz konusudur. Bu da iletkenliğin kaynağı olarak çevre kayalarındaki yüzeysel ayrışmaya bağlıdır (Tablo 4.21; Şekil 4.20 c, g).



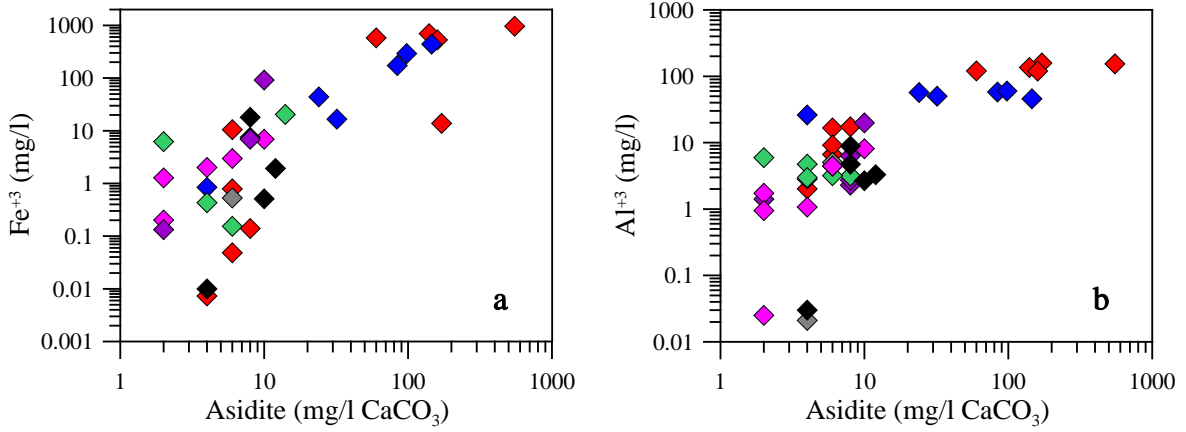
Şekil 4.20. Kuru sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinin iletkenliğe ($\mu\text{S/cm}$) karşı a) Al, b) As, c) Ca, d) Cd, e) Cu, f) Fe, g) Mg ve h) Zn değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. Grafikte TSE, 2005 Sınıf2 Tip2 sınır değerleri kesikli çizgi ile gösterilmiştir. (Zn için Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2012) I. Sınıf su kalite kriterleri gösterilmiştir)

Tuzluluk ile SO_4^{2-} arasında da yüksek pozitif korelasyon gelişmiştir ($r = 0.95$; $p < 0.01$, $n=40$). Bu durum kirletilmiş kuru sezon örneklerinde yüksek tuzluluk değerlerinin başlıca sülfat bileşenleri ile ilişkili olduğunun göstergesidir (Tablo 4.20; Şekil 4.21 b). Zira galerilerin deşarj olduğu dereler boyunca tespit edilen ikincil minerallerin (schwertmannit, jarosit, butlerit) başlıca sülfat mineralleri olması bu durumu doğrulamaktadır.



Şekil 4.21. Kuru sezon kirletilmiş su örneklerinin tuzluluğa (%) karşı a) iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) b) SO_4^{2-} değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır.

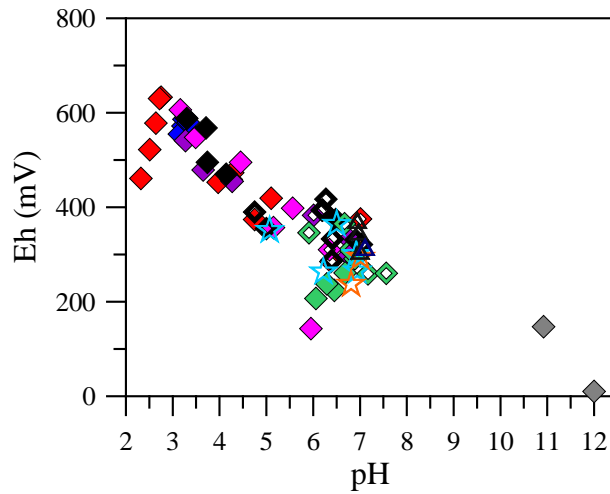
Pirit oksidasyonu süresince açığa çıkan asiditeyi nötrleştirecek karbonatların bulunmaması asidite değerinin yükselmesine neden olur. Bazı alüminosilikat mineralleri (muskovit, albit, K-feldispat) asiditeyi nötrleştirebilseler de, karbonat mineralleri kadar etkili değildirler (Stumm ve Morgan, 1981). Sonuç olarak, piritin oksidasyonu sonucu açığa çıkan asiditeyi yeterli miktarda karbonat bulunmaksızın mevcut alüminosilikatlar nötrleştiremezler. Aksine alüminosilikatların çözülmesi önemli miktarda Al, kloritin çözülmesi ise Fe^{+2} açığa çıkarır ki, bu durum ilave asiditenin oluşmasına sebebiyet verir. En yüksek Al (158.14 mg/l) ve Mg (126.1 mg/l) konsantrasyonlarının asit maden drenajlarında bulunuşu, önemli miktarda alümino silikatların (özellikle klorit, serisit) etkili şekilde çözüldüğünü göstermektedir. Ayrıca kirletilmiş örneklerdeki asidite ile Fe^{+3} ve Al^{+3} konsantrasyonları arasında gelişen yüksek pozitif korelasyon (sırasıyla $r = 0.71$ ve 0.78) değerleri ilave asit oluşumunu doğrulamaktadır (Tablo 4.20; Şekil 4.22 a, b). Asidik maden drenajlarındaki çözünmüş Fe ve Al kimyasal olarak tampon görevi görmekte ve AMD sistemlerindeki pH' ı sırasıyla yaklaşık 2.7 ve 4.5 civarında tamponlamaktadır (Sanchez Espana vd., 2005a).



Şekil 4.22. Kuru sezon kirlenmiş su örneklerindeki asidite' ye (mg/l CaCO₃) karşı a) Fe⁺³ b) Al⁺³ değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır.

4.2.4.2. Yağışlı Sezon Su Örneklerinin Fizikokimyasal ve Jeokimyasal Özellikleri

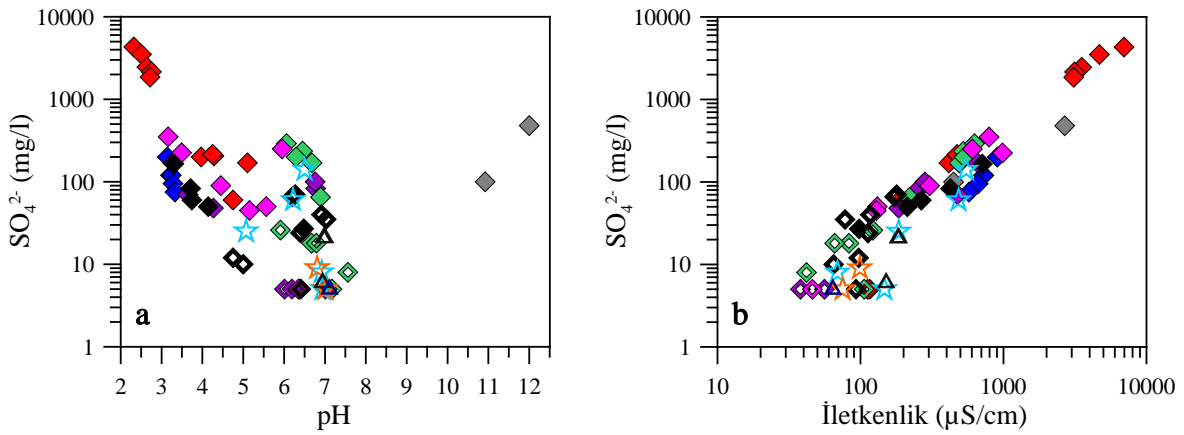
Yağışlı sezonda kirlenmiş su örneklerinde, pH- Eh arasında kuru sezona kıyasla daha yüksek negatif doğrusal ilişki ($r = -0.85$; $p < 0.01$ $n=36$) bulunmaktadır (Tablo 4.22; Şekil 4.23). Buna karşılık kirlenmemiş örneklerde ise pH ile Eh arasında daha düşük negatif ($r = -0.50$; $p < 0.01$ $n=29$) ilişki gelişmektedir (Tablo 4.23; Şekil 4.23). Oksitlenme potansiyeli (Eh) en düşük olan Lahanos atık suyunun pH' ı en yüksek iken, pH' ı düşük olan galeri deşarjları ve etkilediği derelerin oksitlenme potansiyeli ise en yüksek değerler sunmaktadır. (Şekil 4.23).



Şekil. 4.23. Yağışlı sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerindeki pH' a karşı Eh değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır.

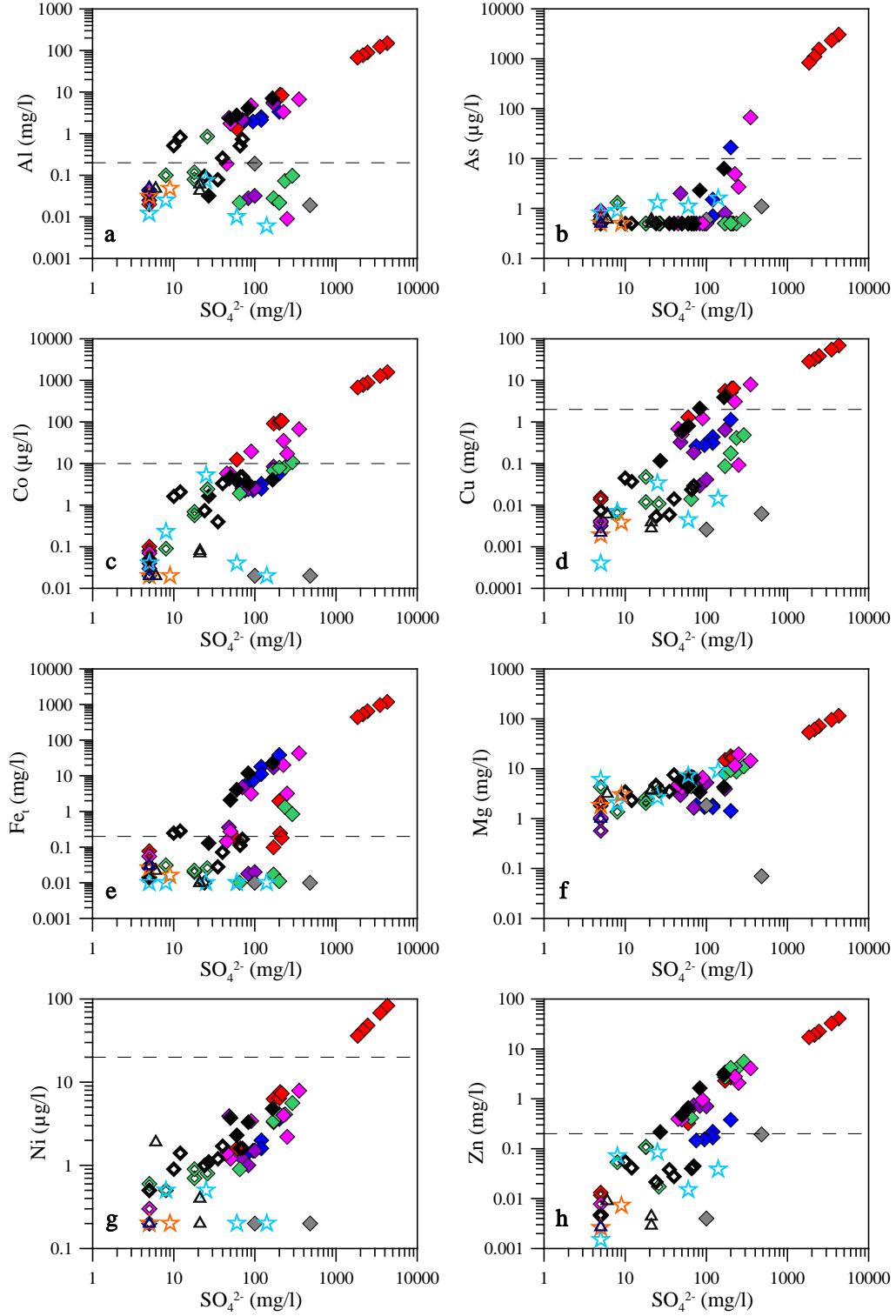
Yağışlı sezonda, madenlerden etkilenmiş örneklerin SO_4^{2-} içerikleri kuru sezon eşleniklerine kıyasla daha düşük, pH değerleri ise daha yüksektir. Bunun sonucu olarak, kirlenmiş örneklerde pH ile SO_4^{2-} arasında kuru sezona kıyasla daha düşük negatif ilişki ($r = -0.46$; $p < 0.01$ $n=36$) gelişmektedir (Tablo 4.22; Şekil 4.24 a). Benzer şekilde SO_4^{2-} içeriği düşük olan yağışlı sezon kirlenmemiş örneklerin de, pH' ı sülfattan bağımsızdır (Tablo 4.23; Şekil 4.24 a).

Kirlenmiş su örneklerinde iletkenliğin ana kaynağı olan sülfat ile iletkenlik arasında, kuru sezona kıyasla daha düşük ($r = 0.84$; $p < 0.01$ $n=36$) ilişki bulunmaktadır (Tablo 4.22, Şekil 4.24 b). Benzer şekilde madenlerden etkilenmemiş örneklerde de kuru sezon eşleniklerine göre sülfat ile iletkenlik arasında daha düşük ($r = 0.61$; $p < 0.01$ $n=29$) pozitif korelasyon hesaplanmıştır (Tablo 4.23; Şekil 4.24 b).



Şekil 4.24. Yağışlı sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerindeki SO_4^{2-} a) (mg/l) karşı a) pH, b) İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır.

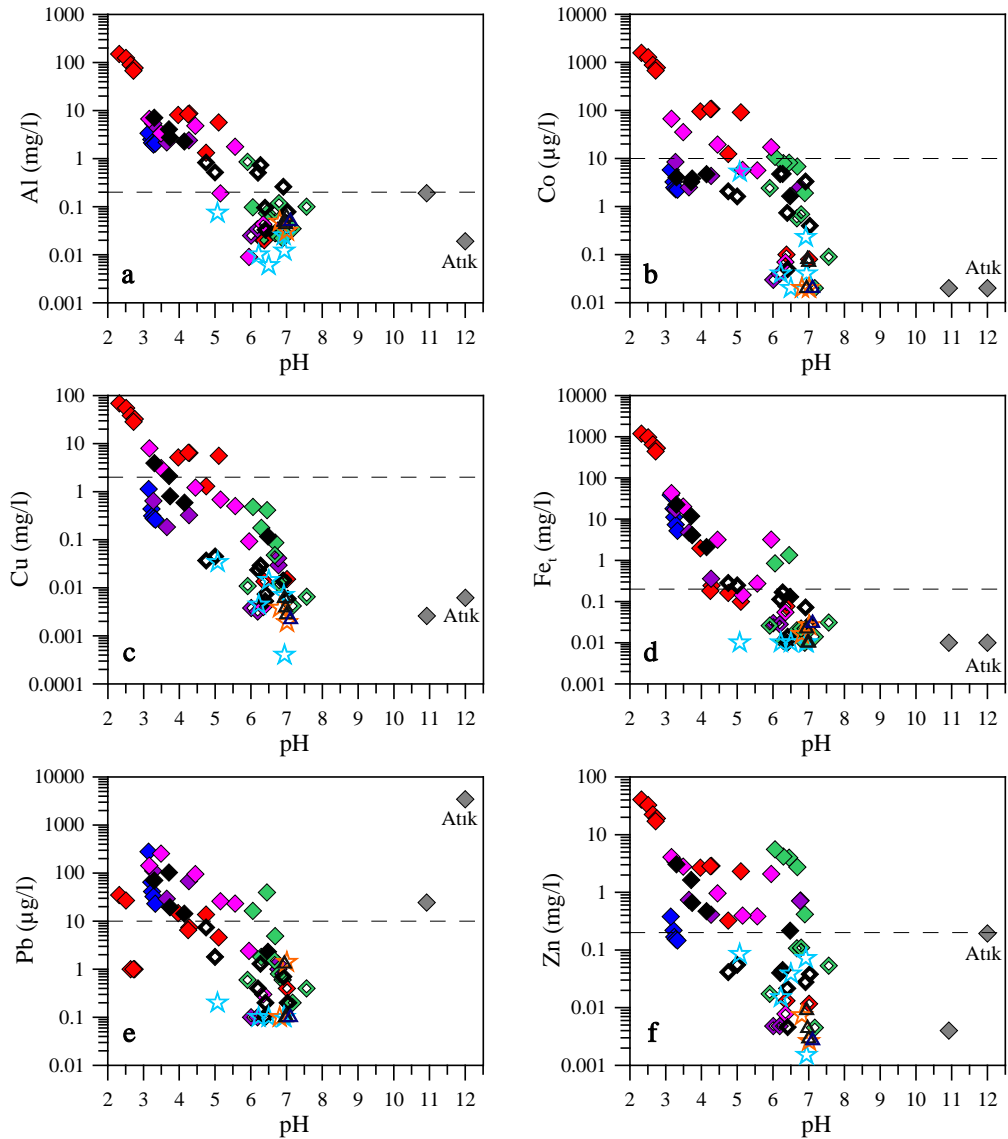
Madenlerin etkilediği su örneklerinde yağışlı sezonda da sülfat ile bir çok ölçülen metal ve metali elementlerin yüksek korelasyonlar gösterdiği görülmektedir. Elementlerin bazıları (Al, As, Fe, Li, Si, U) kuru sezona kıyasla daha düşük, bazıları (Cu, Mo ve S) benzer, bazıları (Cd, Co, Mg, Mn, Ni, Zn) ise daha yüksek korelasyonlar göstermektedir (Tablo 4.22; Şekil 4.25 a-h). Bu derecede yüksek korelasyonlar, piritin ve diğer sülfürlü bileşenlerin (sfalerit, kalkopirit, galen) çözülmeye devam ettiğini göstermektedir (Olias vd., 2004). Piritin oksitlenmesi sonucu oluşan sülfirik asit, diğer sülfürlü minerallere de etki ederek onların yapısını bozar ve Cu, Pb, Zn, Ni, Cd ile As gibi bileşenleri açığa çıkarır (Ferreira da Silva vd., 2006).



Şekil 4.25. Yağışlı sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerindeki SO_4^{2-} a (mg/l) karşı a) Al, b) As, c) Co, d) Cu, e) Fe, f) Mg, g) Ni ve h) Zn değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. Grafikte TSE, 2005 Sınıf2 Tip2 sınır değerleri kesikli çizgi ile gösterilmiştir. (Co için Su kirliliği kontrol yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2008) I. Sınıf su kalite kriterleri ve Zn için Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2012) I. Sınıf su kalite kriterleri gösterilmiştir)

Kirlenmemiş su örneklerinde de sülfat ile Al, Ca, Cd, Co, Li, Mg, Mn, S ve Zn elementleri arasında pozitif korelasyonlar hesaplanmıştır (Tablo 4.23).

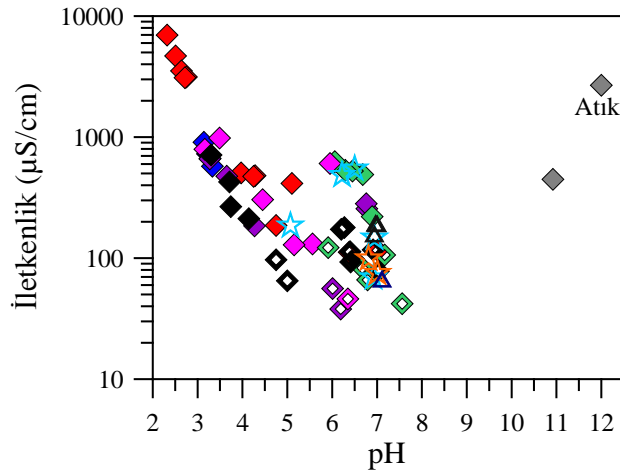
Yağan yağmur suları piritin oksitlenmesi sonucu artan asiditeyi düşürür, mevcut pH değerini yükseltir ve hareketlenen elementlerin konsantrasyonunu düşürür. Bu bağlamda yağışlı sezonda kirlenmiş örneklerde pH ile Al, Cd, Co, Li, Ni, Pb, S, Si, U ve Zn arasında kuru sezona kıyasla daha düşük ancak anlamlı negatif korelasyonlar gelişir (Tablo 4.22; Şekil 4.26 a-f).



Şekil 4.26. Yağışlı sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerindeki pH' a karşı a) Al, b) Co, c) Cu, d) Fe, e) Pb ve f) Zn değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. Grafikte TSE, 2005 Sınıf2 Tip2 sınır değerleri kesikli çizgi ile gösterilmiştir. (Zn için Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2012) I. Sınıf su kalite kriterleri gösterilmiştir)

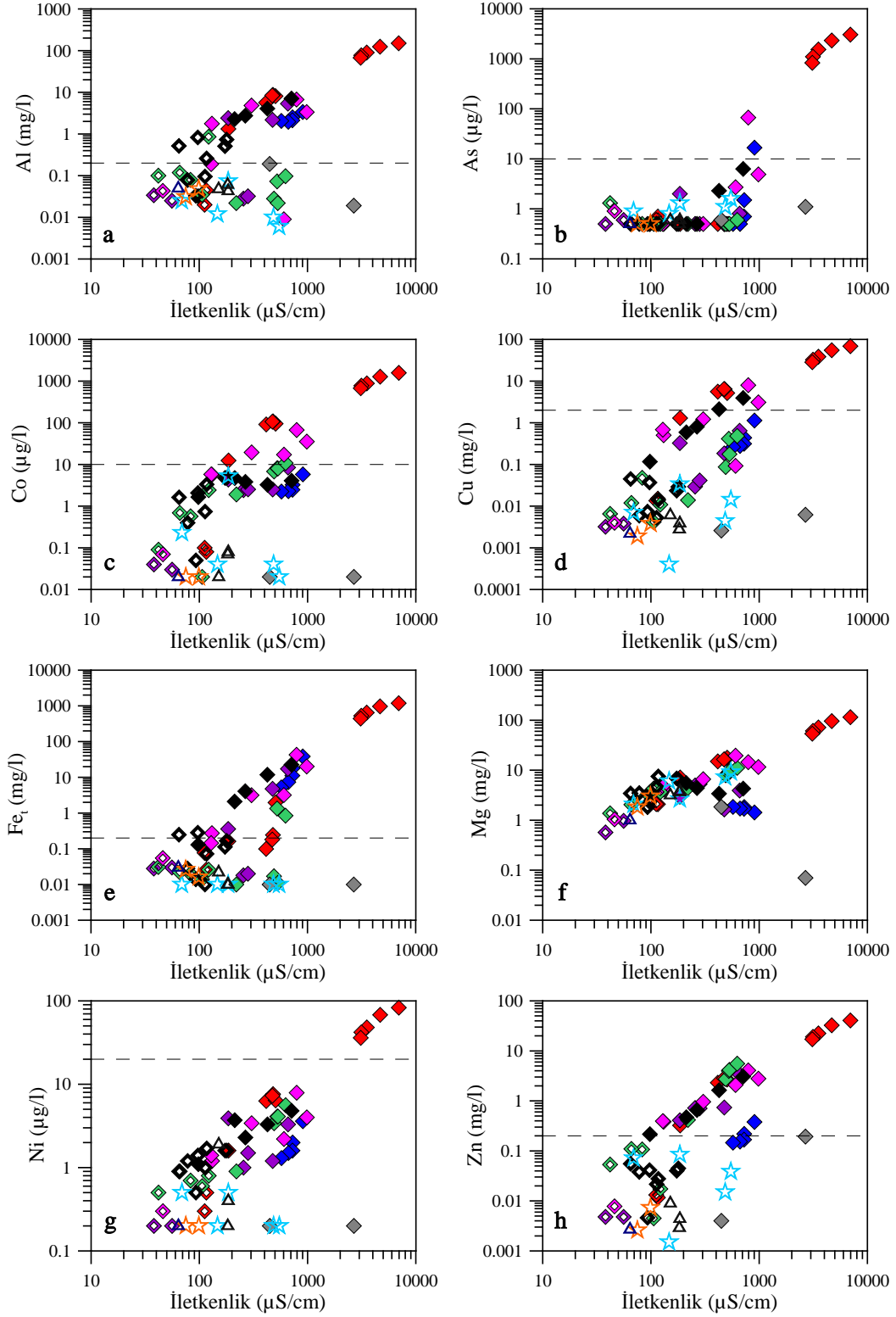
As, Fe_t ve Cu için hesaplanan korelasyon değerleri kuru sezona kıyasla daha yüksektir. Bunun nedeni kuru sezonda çökelmiş olan Fe_t ve Cu oksihidroksitlerin yağın yağmur sularıyla hareketlenerek yeniden çözültüye alınmasıdır. As, Fe ve Cu oksihidroksitler tarafından absorbe edildiğinden aynı davranışı göstermiştir. Benzer şekilde yağışlı sezon kirlenmemiş su örneklerinde de pH ile Co, Cu, Fe_t ve Zn elementleri arasında anlamlı negatif korelasyonlar hesaplanmıştır (Tablo 4.23; Şekil 4.26 b, c, d, f).

Yağışlı sezonda kirlenmiş su örneklerinde iletkenlik ve pH arasında kuru sezona yaklaşık aynı değerde korelasyon ($r = -0.76$; $p < 0.01$, $n=36$) oluşmaktadır (Tablo 4.22; Şekil 4.27). Kirlenmemiş su örneklerinde ise, piritin oksidasyonu sonucu hareketlenen element olmadığından iletkenlik ve pH arasında kirlenmiş örneklerde belirlenen yüksek ilişki gelişmesi söz konusu değildir (Tablo 4.23; Şekil 4.27).



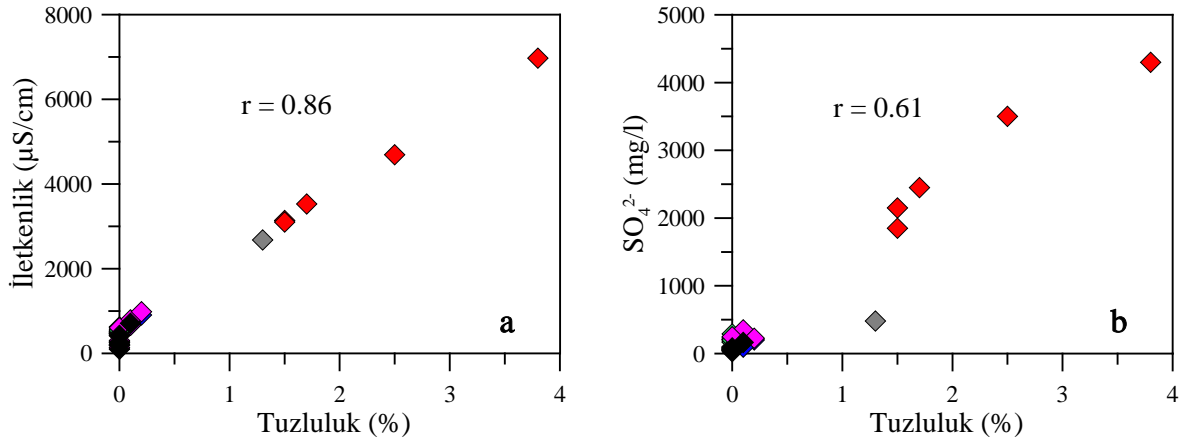
Şekil. 4.27. Yağışlı sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerindeki pH' a karşı iletkenlik değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır.

Yağın yağmur suları hareketlenen elementlerin mevcut konsantrasyonunu düşürür. Bu sebeple, maden sahalarının etkisi altında bulunan bölgelerden alınan örneklerde iletkenlik ile hareketlenen elementler (Al, Co, Cu, Fe_t, Li, Mg, Mo, Ni, S, Si, U ve Zn) arasında kuru sezona kıyasla daha düşük pozitif korelasyonlar gelişir (Tablo 4.22; Şekil 4.28 a- h). Kirlenmemiş su örneklerinde ise, iletkenlik ile Cl⁻, toplam inorganik karbon, HCO₃, Ca, Fe_t, Li, Mg, Na, S, Sr ve U arasında pozitif korelasyonlar bulunmaktadır (Şekil 4.28 a.). Kirlenmiş su örneklerinde, yağışlardan yükselen pH değerleri ile tuzluluk arasında kuru sezon eşleniklerine oranla daha yüksek negatif korelasyon ($r = -0.84$; $p < 0.01$, $n=36$) gelişir (Tablo 4.22).



Şekil 4.28. Yağışlı sezon kirlenmiş ve kirlenmemiş su örneklerinde iletkenliğe ($\mu\text{S/cm}$) karşı a) Al, b) As, c) Co, d) Cu, e) Fe, f) Mg, g) Ni ve h) Zn değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır. Grafikte TSE, 2005 Sınıf2 Tip2 sınır değerleri kesikli çizgi ile gösterilmiştir. (Co için Su kirliliği kontrol yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2008) I. Sınıf su kalite kriterleri ve Zn için Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2012) I. Sınıf su kalite kriterleri gösterilmiştir)

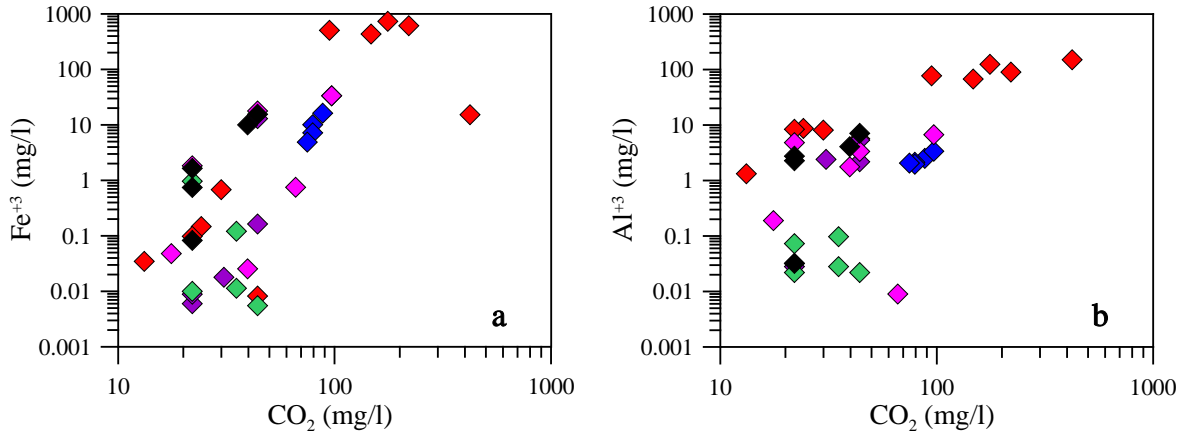
İçerisinde yüksek konsantrasyonlarda çözülmüş metal ve tuz bulunan kirlenmiş su örneklerinde yağışa bağlı seyrelme nedeniyle tuzluluk ile iletkenlik ve SO_4^{2-} arasında kuru sezona oranla daha düşük pozitif ilişkiler (sırasıyla $r = 0.86$ ve $r=0.61$ $p < 0.01$, $n=36$) gelişmektedir (Tablo 4.22; Şekil 4.29 a ve b).



Şekil 4.29. Yağışlı sezon kirlenmiş su örneklerinde tuzluluğa (%) karşı a) İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) b) SO_4^{2-} (mg/l) değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır.

Piritin oksidasyonu sonucu açığa çıkan asidite, yeterli miktarda karbonat bulunmaksızın mevcut alüminosilikatlar tarafından nötrleştirilemez. Aksine alüminosilikatların çözülmesi ile önemli miktarda Al, kloritin çözülmesi ise de Fe^{+2} açığa çıkarır ki, bu durum ilave asiditenin oluşmasına neden olur. Al (150.67 mg/l) ve Mg' un (115.1 mg/l) maksimum konsantrasyon değerlerinin AMD bulunuşu (KR1), önemli miktarda alümino silikatların (özellikle klorit, serisit) yağışlı sezonda da etkili şekilde çözüldüğünü göstermektedir. Zira yağışlı sezonda, CO_2 ile Fe^{+3} ve Al^{+3} konsantrasyonları arasında gelişen korelasyonlar (sırasıyla $r = 0.78- 0.49$) ilave asit oluşumunu doğrulamaktadır (Tablo 4.22; Şekil 4.30 a ve b).

Asidik maden drenajlarındaki çözülmüş Fe ve Al kimyasal olarak tampon görevi görmekte ve AMD sistemlerindeki pH' ı sırasıyla yaklaşık 2.7 ve 4.5 civarında sabitlemektedir (Sanchez Espana vd., 2005a).



Şekil 4.30. Yağışlı sezon kirlenmiş su örneklerinde CO₂ (mg/l)' e karşı a) Fe⁺³ (mg/l) b) Al⁺³ (mg/l) değişimi. Simgeler Şekil 4.12 ile aynıdır.

4.2.5. Su Örneklerinin Kirlilik Düzeylerinin Belirlenmesi

Su örneklerinde, Al, As, Ba, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, SO₄²⁻, NO₃⁻-N ve NO₂⁻-N parametreleri için TSE, 2005 Sınıf 2 Tip 2'de belirtilen (kaynak suları dışındaki insani tüketim amaçlı sular içme ve kullanma suları) limit değerleri ile Ba, Co ve Zn için Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2008) I. Sınıf su kalite kriterlerine ait limit değerleri ele alınarak, inceleme alanında çevresel risk indeksi (ÇRİ) (Rapant vd., 2008) uygulaması gerçekleştirilmiştir (Tablo 4.24, 4.25, 4.26 ve 4.27). Literatürde kirlilik indeksi (Kİ) (Rapant vd., 1995, Backman vd., 1998) olarak ifade edilen, daha sonra Rapant vd.(2008) tarafından çevresel risk indeksi (ÇRİ) olarak tanımlanan indekslerin formülleri birbirinin aynı olup, bu çalışmada daha güncel olması ve sınıf aralıklarının daha geniş olmasından dolayı çevresel risk indeksi uygulaması tercih edilmiştir.

Herhangi bir elementin çevresel riski, çevresel risk oranı (ÇRO_i) ile sayısal olarak ifade edilebilir. Bu değerın büyüklüğü, çalışma yapılan bölgede dikkate alınan elementlerin (metallerin) hastalık yapıcı etkilerinin olup olmadığı hakkında bilgi verir. ÇRO_i çevresel amaçlı olarak alınan örnekte (su, dere kumu, bitki, vs.) ölçülen elemente ait konsantrasyon değerinin, o element için kabul edilen limit (risk) değerine oranlanmasıyla elde edilir. Limit (risk) değeri (konsantrasyonları) lokal, ulusal ya da uluslararası sınır değerleridir. Birden fazla durumda analitik konsantrasyon değerleri sınır (risk) değerlerini aşan çeşitli elementlerin toplu etkisi çevresel risk indeksi (ÇRİ) olarak ifade edilir. Limit (risk) değerinin altında konsantrasyonlara sahip elementler, hesaplama dahil edilmez.

Çevresel risk indeksi (ÇRİ) hesaplanması iki aşamadan oluşur. İlk aşamada limit (risk) değerini geçen her bir analiz edilen element ya da bileşen için çevresel risk oranı (ÇRO) hesaplanır. İkinci aşamada ise aşağıdaki formülde belirtildiği gibi limit (risk) değerini geçen her bir element için hesaplanan çevresel risk oranları toplanarak çevresel risk indeksi (ÇRİ) elde edilir.

$$\text{ÇRO}_i = \frac{\text{AC}_i}{\text{RC}_i} - 1 \quad (4-2)$$

$$\text{ÇRİ} = \sum_{i=1}^n (\text{ÇRO}) \quad (4-3)$$

ÇRO_i: limit (risk) değerini aşan i elementine ait çevresel risk oranı

AC_i: i elementine ait ölçülen örnekteki analitik konsantrasyon değeri

RC_i: i elementine ait limit (risk) değeri

ÇRİ: örneğe ait çevresel risk indeksi

Konsantrasyon değerleri limit (risk) değerlerini aşmayan elementler (örn. ÇRO=0) çevresel risk taşımazlar ve hesaplamada göz ardı edilirler. ÇRO hesaplanmasında her bir element için ölçülen konsantrasyon değerinin limit (risk) değerine oranlanmasından sonra 1 çıkartılır. ÇRO hesabında 1 çıkarımının yapılması, bir çok elementin limit (risk) değerini geçmemesine rağmen nispeten yüksek ÇRİ değerleri göstermesini önler (Rapant vd., 2008). Bu şekilde her bir çevresel örnek için ÇRİ hesaplanır. Risk değerlendirmesinde, genellikle altı sınıf kullanılır (Rapant vd., 2008).

ÇRİ = 0 önemsiz risk

0 < ÇRİ ≤ 1 düşük risk

1 < ÇRİ ≤ 3 orta risk

3 < ÇRİ ≤ 5 yüksek risk

5 < ÇRİ ≤ 10 çok yüksek risk

10 < ÇRİ son derece yüksek risk

4.2.5.1. Kuru Sezon Su Örneklerinin Kirlilik Düzeyleri

Kuru sezonda madenlerin etkisi altında olan (kirlenmiş) ve maden sahaları dışında kalan (kirlenmemiş) alanlardan derlenen su örneklerinde Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, SO_4^{2-} , NO_3^- -N ve NO_2^- -N için TSE, 2005 Sınıf 2 Tip 2'de belirtilen (kaynak suları dışındaki insani tüketim amaçlı sular; içme ve kullanma suları) limit değerleri ile Ba, Co ve Zn için Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2008) I. Sınıf su kalite kriterlerine ait limit değerleri kullanılarak hesaplanan çevresel risk indeksi (ÇRİ) sonuçları Tablo 4.24 ve 4.25'de, incelenen madenlerde hesaplanan parametrelere ait ortalama çevresel risk oranlarına ait grafikler Şekil 4.31 ve 4.32' de verilmiştir.

Kuru sezon kirlenmiş su örnekleri iki örnek haricinde (Lah 39 ve Lah 52) hesaplanan parametreler açısından Son Derece Yüksek Risk (SDYR) sınıfına girmektedir (Tablo 4.24). Killik Madeni çevresinden alınan Lah 39 numaralı örnek Çok Yüksek Risk (ÇYR), Kızılkaya Madeni-Koz köy çevresinden alınan Lah 52 numaralı örnek de Düşük Risk (DR) sınıfında yer almaktadır. İncelenen madenler arasında en yüksek çevresel risk indeksi değerleri Karaerik Madeni çevresinden alınan örneklerden elde edilmiştir. Çevresel risk indeksi sınıflamasındaki en yüksek kirlenme sınıfına göre ($ÇRİ > 10$; Rapant vd., 2008) madenlerin çevrelerinden alınan su örnekleri son derece yüksek (Karaerik Madeni yaklaşık 700 kat) çevresel risk indeksi değerleri göstermektedir. Hesaplanan parametreler arasında Ba ve NO_3^- -N'a ait çevresel risk oranları tüm örneklerde sıfır ($ÇRO=0$) olarak belirlenmiştir. As, Ni ve NO_2^- -N'a ait çevresel risk oranları ($ÇRO=0$) ise bir çok örnekte sıfır olarak bulunmuştur. Bu parametreler dışında kalan elementlerin neredeyse tamamı (Fe, Al, Zn, Mn, Co, Cu, Cd, Pb ve SO_4^{2-}) örneklerin bir çoğunda risk oluşturan kirleticiler olarak belirlenmiştir.

İncelenen madenlerin çoğunda hesaplanan parametreler arasında en yüksek çevresel risk oranları demirden elde edilmiş olup, en büyük ($ÇRO Fe= 5649.60$) çevresel risk oranları özellikle Karaerik Madeni galeri suyunun deşarj olduğu Acısu Dere boyunca alınan örneklerde hesaplanmıştır. İkinci sırada Karılar Madeni çevresinden alınan su örnekleri gelmektedir. Buna karşılık Karaerik Madeni çevresinde cüruf etkisi altındaki bir diğer dere üzerinden alınan KR 6, KR 9 ve KR 10 numaralı örneklerde Fe için hesaplanan çevresel risk oranları ($ÇRO=0$) en düşük değerdedir. Su örneklerindeki Fe' in kaynağı pirit ve kalkopirit minerallerinin asidik koşullarda çözülerek suya karışmasıdır.

Tablo 4.24. Kuru sezon kirlenmiş su örneklerinde hesaplanan parametrelere ait çevresel risk oranları ve indeksleri

ÖRNEK YERİ	ÖRNEK NO	Çevresel Risk Oranları (ÇRO)														ÇRİ	SONUÇ
		Al	As	Ba	Cd	Co	Cu	Fe _t	Mn	Ni	Pb	Zn	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N		
KARAERİK MADENİ	KR-1	789.68	92.80	0.00	40.80	146.05	34.69	5649.60	43.46	3.60	9.00	264.42	15.50	0.00	2.13	7091.72	SDYR
	KR-2	765.60	214.30	0.00	36.48	134.24	31.96	5266.00	50.57	3.05	7.60	235.63	20.64	0.00	2.33	6768.40	SDYR
	KR-3	673.33	161.60	0.00	32.30	121.58	27.95	4629.97	48.16	2.65	4.50	210.03	12.36	0.00	2.33	5926.76	SDYR
	KR-4	600.00	82.80	0.00	28.50	106.28	24.20	3434.47	50.80	2.20	1.60	181.99	11.38	0.00	16.07	4540.28	SDYR
	KR-5	597.31	48.80	0.00	26.64	101.25	23.41	2863.74	53.00	2.20	0.80	174.60	10.12	0.00	16.37	3918.23	SDYR
	KR-6	9.10	0.00	0.00	0.82	11.42	3.69	0.00	40.55	0.00	0.00	22.13	0.18	0.00	0.00	87.89	SDYR
	KR-7	32.30	0.00	0.00	0.55	11.88	0.93	117.03	56.88	0.00	9.97	16.81	0.44	0.00	0.00	246.78	SDYR
	KR-8	82.06	0.00	0.00	3.24	44.40	5.29	88.37	123.99	0.09	2.01	58.57	1.12	0.00	0.00	409.13	SDYR
	KR-9	85.96	0.00	0.00	2.30	37.78	7.22	0.00	100.54	0.00	0.73	48.48	0.60	0.00	0.00	283.60	SDYR
	KR-10	44.98	0.00	0.00	1.49	20.95	5.92	0.00	60.69	0.00	0.32	32.51	0.38	0.00	0.00	167.24	SDYR
KARILAR MADENİ	KR-17	288.95	0.00	0.00	0.00	1.88	0.50	958.24	109.08	0.00	15.42	7.41	3.20	0.00	0.50	1385.17	SDYR
	KR-18	227.99	9.10	0.00	0.06	2.59	1.84	2301.08	35.39	0.00	21.30	11.21	4.80	0.00	11.73	2627.07	SDYR
	KR-19	299.60	29.70	0.00	0.46	3.62	4.35	3245.98	46.90	0.00	28.60	15.97	6.72	0.00	13.03	3694.92	SDYR
	KR-20	284.14	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	219.72	104.76	0.00	16.44	5.62	1.84	0.00	6.10	639.86	SDYR
	KR-21	249.45	0.00	0.00	0.00	1.96	0.00	83.96	88.99	0.00	11.94	5.67	1.04	0.00	0.00	443.01	SDYR
	KR-22	129.67	0.00	0.00	0.00	1.42	0.00	4.12	49.18	0.00	2.22	3.45	0.20	0.00	0.00	190.26	SDYR
AĞALIK MADENİ	A-1	30.60	0.00	0.00	4.56	0.00	0.00	57.45	2.51	0.00	9.09	10.29	0.00	0.00	0.00	114.49	SDYR
	A-4	98.42	12.33	0.00	24.12	1.37	0.00	513.15	15.46	0.00	37.33	76.51	0.88	0.00	2.15	781.72	SDYR
	LAH-3	10.49	0.00	0.00	2.61	0.54	0.00	26.90	23.98	0.00	6.35	17.49	0.27	0.00	0.00	88.63	SDYR
	LAH-6	12.65	0.00	0.00	2.19	0.41	0.00	33.75	24.01	0.00	6.30	15.52	0.30	0.00	0.00	95.12	SDYR
	LAH-7	13.12	0.00	0.00	2.05	0.39	0.00	35.43	23.68	0.00	6.24	14.74	0.46	0.00	0.00	96.11	SDYR
	A-5	6.07	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	1.85	5.45	0.00	4.22	1.01	0.00	0.00	0.00	18.86	SDYR

Tablo 4.24'ün devamı

ÖRNEK YERİ	ÖRNEK NO	Çevresel Risk Oranları (ÇRO)														ÇRİ	SONUÇ
		Al	As	Ba	Cd	Co	Cu	Fe _t	Mn	Ni	Pb	Zn	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N		
LAHANOS MADENİ	LAH-2	28.74	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	31.33	26.62	0.00	10.62	3.53	1.38	0.00	0.00	102.39	SDYR
	LAH-8	14.81	0.00	0.00	1.57	0.33	0.00	39.37	24.53	0.00	5.42	12.52	0.64	0.00	0.00	99.19	SDYR
	LAH-9	14.91	0.00	0.00	1.64	0.35	0.00	42.84	24.64	0.00	5.51	12.85	0.65	0.00	0.00	103.38	SDYR
	LAH-10	22.59	0.00	0.00	1.72	0.59	0.00	47.58	31.95	0.00	9.62	13.64	1.17	0.00	0.00	128.86	SDYR
	LAH-12	21.15	0.00	0.00	1.43	0.41	0.00	39.83	28.45	0.00	8.77	11.94	0.88	0.00	0.00	112.86	SDYR
	LAH-13	1.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.95	0.00	0.84	0.00	0.00	30.37	SDYR
	LAH-25	13.88	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	55.95	29.33	0.00	3.04	3.58	2.72	0.00	0.00	108.66	SDYR
	LAH-26	63.96	0.00	0.00	0.00	1.45	0.18	252.72	18.25	0.00	0.90	5.46	0.68	0.00	0.35	343.94	SDYR
	LAH-27	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	6.67	40.91	0.00	0.00	2.43	3.84	0.00	0.00	53.92	SDYR
	LAH-43	24.29	0.00	0.00	26.56	7.40	2.99	207.55	123.06	0.78	118.28	218.33	4.22	0.00	0.00	733.46	SDYR
	LAH-34	39.50	0.00	0.00	1.34	11.52	1.11	38.85	20.49	0.00	4.76	11.44	0.62	0.00	0.00	129.62	SDYR
	LAH-36	21.17	0.00	0.00	0.27	0.67	0.00	17.87	3.91	0.00	6.73	5.38	0.00	0.00	0.00	56.00	SDYR
	LAH-38	7.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.24	1.70	0.00	1.95	1.24	0.00	0.00	0.00	13.78	SDYR
	LAH-39	3.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	2.44	0.00	0.67	1.38	0.00	0.00	0.00	8.36	ÇYR
LAH-44	0.00	0.00	0.00	2.08	1.89	0.00	86.25	17.62	0.00	0.00	22.69	0.38	0.00	0.00	130.90	SDYR	
LAH-45	4.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.38	1.53	0.00	5.43	4.27	0.00	0.00	0.00	30.96	SDYR	
LAH-48	43.45	0.00	0.00	2.74	0.00	2.03	119.72	2.69	0.00	4.75	23.36	0.00	0.00	0.00	198.74	SDYR	
LAH-49	22.66	0.00	0.00	0.71	0.00	0.36	50.13	0.77	0.00	1.97	9.67	0.00	0.00	0.00	86.27	SDYR	
LAH-50	12.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	0.89	0.00	0.21	2.22	0.00	0.00	0.00	24.71	SDYR	
LAH-52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.29	DR	
LAH-58	15.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.14	0.42	0.00	0.04	3.76	0.00	0.00	0.00	33.87	SDYR	
TSE, 2005 Sınıf 2 Tip 2	Al (mg/l)	As (µg/l)	Ba (µg/l)	Cd (µg/l)	Co (µg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Ni (µg/l)	Pb (µg/l)	Zn (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	NO ₂ ⁻ -N (mg/l)			
Limit Değerler	0.2	10	1000**	5	10**	2	0.2	0.05	20	10	0.2**	250	11.3	0.15			

Demirden sonra bir çok örnekte en yüksek çevresel risk oranına sahip element çevrede yoğun olarak bulunan dasitlerin killeşmesinden kaynaklanan Al' dur. Kirleticiler olarak belirlenen Fe, Al, Zn, Mn, Co, Cu, Cd, Pb ve SO_4^{2-} parametrelerine ait en yüksek çevresel risk oranları Karaerik Madeni galeri suyunun deşarj edildiği Acısu Dere boyunca alınan örneklerde hesaplanmıştır. Bu kirleticiler, galeri içerisinde bırakılmış olan cevher ve gang minerallerinin su ile teması sonucu gelişen bir dizi jeokimyasal işlem sonucu oluşur ve suya karışarak kirliliği yersel olmaktan bölgesel olmaya çıkarır.

Madenlerin etkisinden uzak olan ve kirlenmemiş alanlardan kuru sezonda alınan su örneklerinin önemli bir kısmında (%72.5) çevresel risk oranları ($\text{ÇRİ}=0$) sıfır olarak hesaplanmış olup, bu bölgeler hesaplama yapılan parametreler açısından Önemsiz Risk (ÖR; Rapant vd., 2008) grubuna girmiştir (Tablo 4.25). Toplam 17 örnek ise farklı düzeylerde risk oluşturmuştur. Bunlar arasında dört örnek (Lah 46, Lah 16, Lah 42, Lah 75) Düşük Risk (DR), dört örnek (Lah 18, Lah 30, Lah 41, Lah 71) Orta Risk (OR), iki örnek (Lah 20 ve Lah 57) Yüksek Risk (YR), üç örnek (Lah 21, Lah 47, Lah 53) Çok Yüksek Risk (ÇYR) ve dört örnek de (Lah 23, Lah 54, Lah 55, P3) Son Derece Yüksek Risk (SDYR) sınıfında yer almıştır.

Yukarıda bahsedilen ve alınan örneklerin sadece 17 adedinde gözlenen değişik kirlilik düzeyleri başlıca Mn ve Al kaynaklıdır (Tablo 4.25). Maden sahalarındaki işletmelerden kaynaklanan As, Ba, Cd, Cu ve SO_4^{2-} gibi iyonlar ile çevreden kaynaklanan NO_3^- -N ve NO_2^- -N'una ait çevresel risk oranları ($\text{ÇRO}=0$) tüm örneklerde sıfır olarak hesaplanmıştır.

Mn elementine ait en yüksek çevresel risk oranı ($\text{ÇRO}_{Mn}= 40.36$) içme suyu olarak kullanılan P3 numaralı maden suyu örneğinde hesaplanmıştır. Bunun dışında Mn açısından en yüksek çevresel risk oranları Kızılkaya Madeni-Kozköy çevresinden alınan Lah 54 ($\text{ÇRO}_{Mn}= 11.45$) ve Lah 55 ($\text{ÇRO}_{Mn}= 11.72$) numaralı örneklerden elde edilmiştir. Bu iki örnekte, kirlilik oluşturan diğer parametre olan Al da yüksek çevresel risk oranları (sırasıyla 9.52 ve 9.08) vermiştir. Su örneklerinin alındığı yerlerde çevre kayaçlar dasidik bileşimlidir. Bunların bünyesinde bulunan feldispatların ayrışması sonucu zamanla Al içeren kil mineralleri oluşmuş ve su içerisindeki Al konsantrasyonunu artırmıştır. Zira bu örneklerin alındığı lokasyonlarda pH yaklaşık 4-5 arasında olup, Al'un hareketli olmasını sağlayabilecek düzeydedir (Hayden ve Rubin, 1974).

Tablo 4.25'in devamı

ÖRNEK YERİ	ÖRNEK NO	Çevresel Risk Oramı (ÇRO)														ÇRİ	SONUÇ				
		Al	As	Ba	Cd	Co	Cu	Fet	Mn	Ni	Pb	Zn	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N						
GELEVERA DERE ÇEVRESİ ESPİYE MERKEZ DERELER	LAH-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	ÖR		
	LAH-67	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	ÖR		
	LAH-68	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	ÖR		
	LAH-69	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	ÖR		
	LAH-70	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	ÖR		
	LAH-71	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	1.24	ÖR	
	LAH-72	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	0.00	ÖR	
	LAH-73	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	0.00	ÖR	
	LAH-74	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	0.00	ÖR	
	LAH-75	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	0.00	ÖR	
	TSE. 2005 Sınıf 2 Tip 2	Al (mg/l)																			
	Limit		0.2	10	1000**	5	10**	2	0.2	0.05	20	10	0.2**	250	11.3	0.15					

**Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2008) I. Sınıf su kalite kriterleri

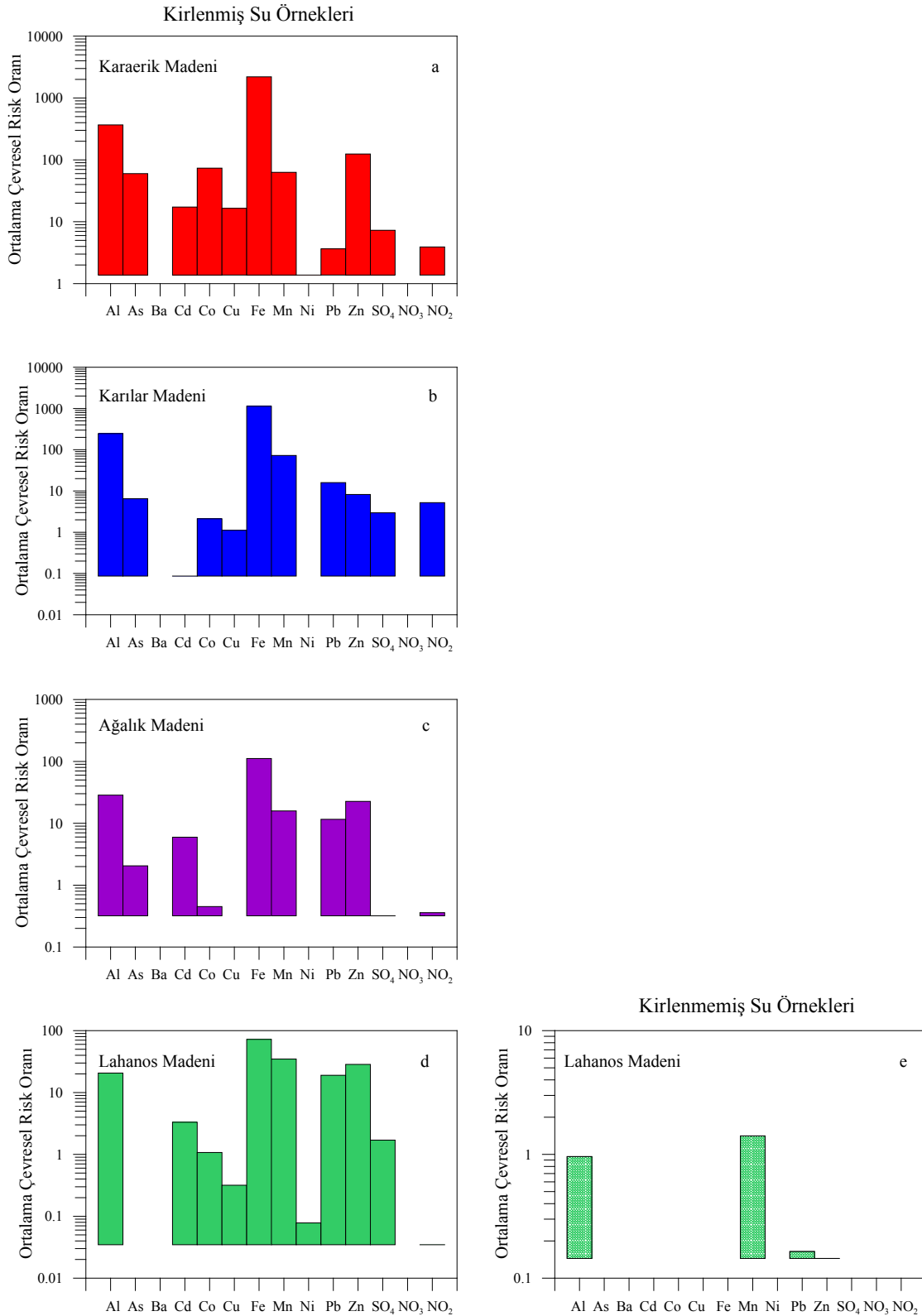
ÖR: Önemsiz risk, DR: Düşük risk, OR: Orta risk, YR: Yüksek risk, ÇYR: Çok yüksek risk, SDYR: Son derece yüksek risk

Tablo 4.24 ve 4.25'in incelenmesinden de görüleceği üzere, incelenen madenler arasında en yüksek çevresel risk oranları genel olarak Karaerik maden sahasından elde edilmiştir. Ancak hesaplanan ortalama değerler parametreler arasında farklılık göstermektedir. Al, As, Cd, Co, Cu, Fe, Ni, Zn ve SO_4^{2-} için en yüksek ortalama çevresel risk oranları Karaerik Madeninden, Mn ve NO_2^- -N için Karılar Madeninden ve Pb için ise Lahanos Madeni atık örneğinden hesaplanmıştır (Şekil 4.31 ve 4.32).

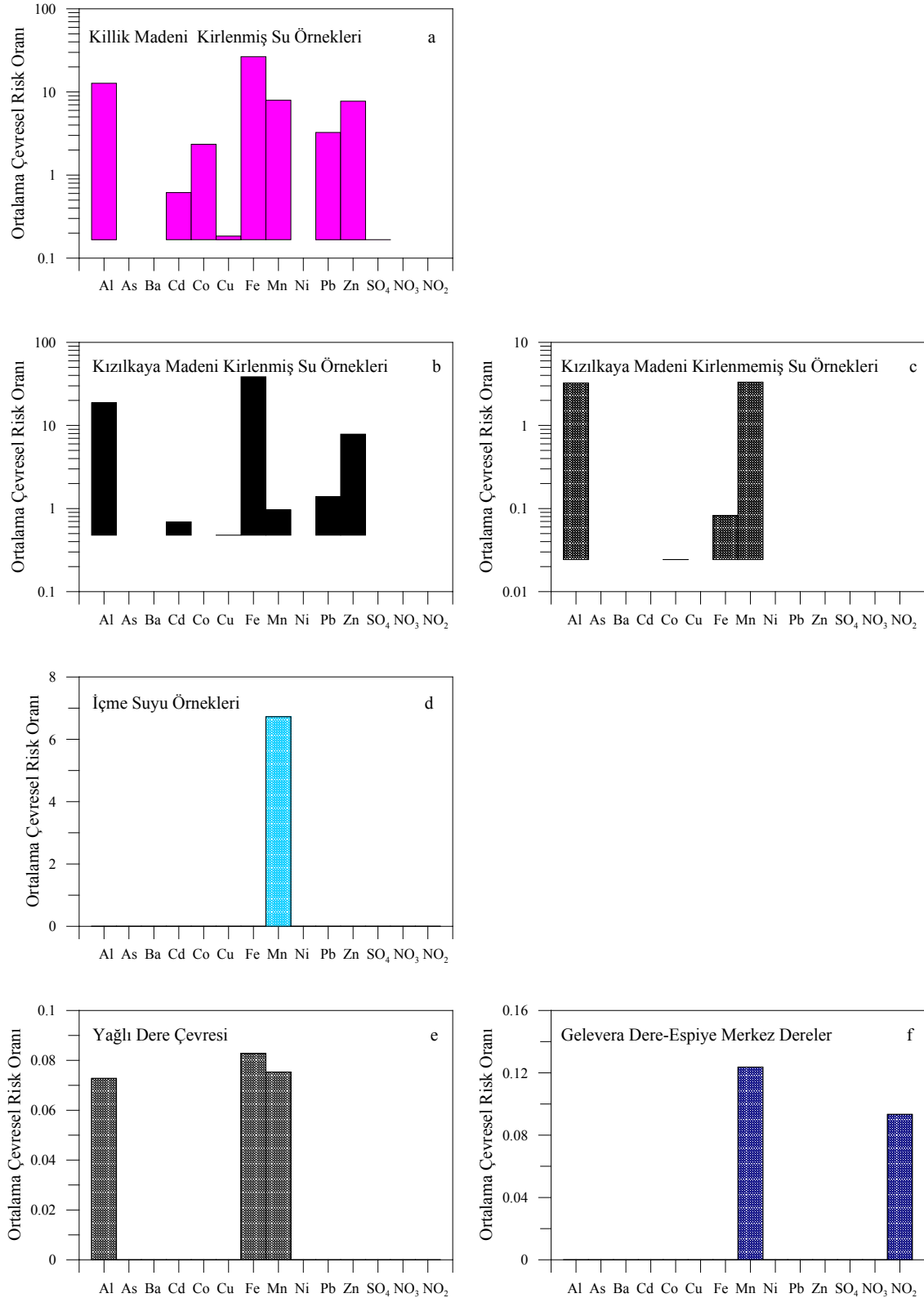
4.2.5.2. Yağışlı Sezon Su Örneklerinin Kirlilik Düzeyleri

Yağışlı sezonda maden sahaları çevresindeki atıklardan etkilenmiş (kirlenmiş) ve etkilenmemiş (kirlenmemiş) su örneklerinde Al, As, Ba, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, SO_4^{2-} , NO_3^- -N ve NO_2^- -N için TSE, 2005 Sınıf 2 Tip 2'de belirtilen (kaynak suları dışındaki insani tüketim amaçlı sular; içme ve kullanma suları) limit değerleri ile Ba, Co ve Zn için Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2008) I. Sınıf su kalite kriterlerine ait limit değerleri kullanılarak hesaplanan çevresel risk indeksi (ÇRİ) sonuçları Tablo 4.26 ve 4.27'de, hesaplanan parametrelere ait ortalama çevresel risk oranlarına ait grafikler Şekil 4.33 ve 4.34' de verilmiştir.

Yağışlı sezon kirlenmiş su örneklerinin bir çoğu kuru sezon eşleniklerinde olduğu gibi hesaplanan parametreler açısından Rapant vd. (2008) tarafından yapılan çevresel risk indeksi (ÇRİ) sınıflamasına göre Son Derece Yüksek Risk (SDYR) sınıfına girmektedir (Tablo 4.26). Buna ilaveten üç örnek (Karaerik Madeni çevresi: KR7, Ağalık Madeni çevresi: Lah 3 ve Lah 6) Çok Yüksek Risk (ÇYR), İki örnek (Lahanos Madeni çevresi: Lah 8, Killik Madeni çevresi: Lah 39) Yüksek Risk (YR), bir örnek (Lahanos madeni çevresi: Lah 13) Orta Risk (OR), bir örnek de Kızılıkaya Madeni-Kozköy çevresi: Lah 52) Düşük Risk (DR) sınıfında yer almaktadır. Yağışlı sezonda da kuru sezonda olduğu gibi incelenen madenler arasında en yüksek çevresel risk indeksi değerleri Karaerik Madeni çevresinden alınan örneklerden elde edilmiştir. Yağışlı sezon kirlenmiş örneklerin çevresel risk indeksi değerleri beklenildiği üzere bir kaç örnek haricinde kuru sezon eşleniklerinden oldukça düşüktür. Çevresel risk indeksi sınıflamasındaki en yüksek kirlenme sınıfına göre ($ÇRİ > 10$, Rapant vd., 2008) madenlerin çevrelerinden alınan su örnekleri içerisinde en yüksek çevresel risk indeksi değeri yağışlı sezonda da Karaerik Madeni galeri deşarjından elde edilmiştir ($ÇRİ_{KR1} = 7475.77$). Hesaplanan parametreler arasında bu sezonda da Ba ve NO_3^- -N için çevresel risk oranı ($ÇRO = 0$) tüm örneklerde sıfır olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.31. Kuru sezonda a) Karaerik Madeni çevresinden alınan kirlenmiş b) Karılar Madeni çevresinden alınan kirlenmiş c) Ağalık Madeni çevresinden alınan kirlenmiş d) Lahanos Madeni çevresinden alınan kirlenmiş e) Lahanos Madeni çevresinden alınan kirlenmemiş su örneklerinde hesaplanan parametrelere ait ortalama çevresel risk oranları



Şekil 4.32. Kuru sezonda a) Killik Madeni çevresinden alınan kirlenmiş b) Kızılıkaya Madeni çevresinden alınan kirlenmiş c) Kızılıkaya Madeni çevresinden alınan kirlenmemiş d) İçme suyu e) Yağlı Dere çevresi f) Gelevera Dere- Espiye Merkez dereleri su örneklerinde hesaplanan parametrelere ait ortalama çevresel risk oranları

Yağışlı sezonda Ba ve NO_3^- -N' un yanı sıra As, Cd, Co, Cu, Ni, SO_4^{2-} ve NO_2^- -N parametrelerine ait çevresel risk oranları ($\text{ÇRO}=0$) bir çok örnekte sıfır olarak hesaplanmıştır. Kuru sezonda daha yüksek çevresel risk oranları gösteren ve sayıca fazla olan kirletici parametreler, yağışa bağlı seyrelme sebebiyle örneklerin bir çoğunda hem sayıca azalmış (Fe, Mn, Al, Zn ve Pb) hem de daha düşük çevresel risk oranları göstermiştir. Karaerik Madeni çevresinden alınan örneklerde ise söz konusu bu kirletici bileşenlere As, Cd, Co, Cu, Ni ve SO_4^{2-} da ilave olmaktadır. Dolayısıyla, Kuru sezon örneklerinde olduğu gibi yağışlı sezonda da hemen hemen aynı elementler Karaerik maden sahası yakınında (Acısu Dere boyunca alınan örneklerde) kirletici özellik oluşturmaktadır.

Fe, yağışlı sezonda da incelenen madenlerin çoğunda hesaplanan parametreler arasında en yüksek çevresel risk oranlarını vermiş olup, en büyük ($\text{ÇRO}_{\text{KR1 Fe}}= 5922.01$) çevresel risk oranlarını özellikle Karaerik Madeni galeri suyunun deşarj olduğu Acısu Dere boyunca vermiştir. Bu risk oranlarını takiben Killik, Karılar ve Kızılkaya Madenleri çevrelerinden alınan su örnekleri gelmektedir. Buna karşılık Karaerik Madeni çevresinden alınan cüruf etkisi altındaki bir diğer dere üzerinden alınan KR 6, KR 7 ve KR 10 numaralı örneklerde Fe için hesaplanan çevresel risk oranları ($\text{ÇRO}=0$) en düşük değerdedir. Cüruf etkisi altındaki vadi boyunca yer alan kireçtaşı bloklarının varlığı suyun pH'ını yükselterek asit koşulların oluşmasını engellemiş, böylece çözünmeyi de sınırlandırmıştır. Alüminyum kuru sezonda olduğu gibi yağışlı sezonda en önemli ikinci kirletici bileşendir.

Yağışlı sezon kirlenmemiş su örneklerinde örneklerin büyük çoğunluğunda (%76'sında), hesaplama yapılan parametrelerin çevresel risk oranları kuru sezon eşleniklerinde olduğu gibi ($\text{ÇRİ}=0$) sıfır olarak hesaplanmıştır. Buna göre örnekleme yapılan bölge, Rapant vd. (2008) tarafından yapılan çevresel risk indeksi (ÇRİ) sınıflamasında Önemsiz Risk (ÖR) sınıfına girmektedir (Tablo 4.27). Ancak nadiren de olsa bazı örnekler değişen düzeyde kirlenme göstermiştir. Bunlardan biri (Lah 53) Düşük Risk (DR), diğer biri (Lah 46) Orta Risk (OR), dördü (Lah 23, Lah 47, Lah 54 ve Lah 55) Yüksek Risk (YR), son bir örnek ise (P3) Son Derece Yüksek Risk (SDYR) sınıfına girmektedir (Tablo 4.27).

Tablo 4.26. Yağışlı sezon kirlenmiş su örneklerinde hesaplanan parametrelere ait çevresel risk oranları ve indeksleri

ÖRNEK YERİ	ÖRNEK NO	Çevresel Risk Oranı (ÇRO)														Çevresel Risk İndeksi (ÇRI)	SONUÇ
		Al	As	Ba	Cd	Co	Cu	Fe _t	Mn	Ni	Pb	Zn	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N		
KARARLIK MADENİ	KR-1	752.33	304.50	0.00	35.52	157.20	33.44	5922.01	36.65	3.15	2.50	202.14	16.20	0.00	10.13	7475.77	SDYR
	KR-2	617.84	232.70	0.00	27.60	127.25	26.51	4838.88	37.95	2.40	1.70	161.54	13.00	0.00	27.67	6115.04	SDYR
	KR-3	450.04	152.60	0.00	19.08	87.08	18.25	3233.54	27.11	1.40	0.00	110.84	8.80	0.00	24.80	4133.53	SDYR
	KR-4	383.19	109.40	0.00	16.34	76.73	15.20	2647.21	26.22	1.10	0.00	94.64	7.60	0.00	16.07	3393.70	SDYR
	KR-5	336.13	82.00	0.00	14.22	66.61	13.27	2201.70	23.69	0.80	0.00	84.16	6.40	0.00	20.13	2849.12	SDYR
	KR-6	27.34	0.00	0.00	0.07	8.09	1.79	0.00	18.26	0.00	0.00	10.59	0.00	0.00	0.00	66.13	SDYR
KARILIK MADENİ	KR-7	5.60	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.81	0.00	0.37	0.62	0.00	0.00	0.00	7.64	ÇYR
	KR-8	39.59	0.00	0.00	0.20	8.56	1.58	8.80	20.23	0.00	0.47	12.37	0.00	0.00	0.00	91.79	SDYR
	KR-9	42.41	0.00	0.00	0.29	9.81	2.22	0.22	22.08	0.00	0.00	13.36	0.00	0.00	0.00	90.39	SDYR
	KR-10	40.89	0.00	0.00	0.26	9.67	2.25	0.00	21.58	0.00	0.00	13.20	0.00	0.00	0.00	87.85	SDYR
	KR-17	11.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	88.94	3.11	5.48	0.09	0.00	0.00	0.27	109.41	SDYR
	KR-19	15.86	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	191.09	1.81	26.94	0.90	0.00	0.00	0.00	237.27	SDYR
AĞALIK MADENİ	KR-20	9.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.74	2.68	0.00	3.14	0.00	0.00	0.00	70.20	SDYR	
	KR-21	8.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.77	2.56	0.00	2.24	0.00	0.00	0.00	49.41	SDYR	
	KR-22	9.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.11	2.54	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	38.28	SDYR	
	A-1	9.91	0.00	0.00	0.94	0.00	0.00	22.73	0.21	0.00	1.93	2.69	0.00	0.00	38.40	SDYR	
	A-4	25.88	0.00	0.00	5.72	0.00	0.00	85.04	3.69	0.00	10.08	15.86	0.00	0.00	146.26	SDYR	
	LAH-3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.52	0.00	0.00	2.60	0.00	0.00	7.12	ÇYR	
LAH-6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.63	0.00	0.00	2.54	0.00	0.00	7.17	ÇYR		
A-5	11.02	0.00	0.00	0.47	0.00	0.00	0.79	4.11	0.00	5.81	1.04	0.00	0.00	23.24	SDYR		

Tablo 4.26'nın devamı

ÖRNEK YERİ	ÖRNEK NO	Çevresel Risk Oranı (ÇRO)														ÇRİ	SONUÇ
		Al	As	Ba	Cd	Co	Cu	Fe t	Mn	Ni	Pb	Zn	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N		
LAHANOS MADENİ	LAH-2	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	14.48	0.00	0.00	12.69	0.00	0.00	0.00	28.07	SDYR
	LAH-8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.99	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	0.00	4.06	YR
	LAH-10	0.00	0.00	0.00	1.73	0.00	0.00	0.00	5.68	16.90	0.00	2.95	18.89	0.00	0.00	46.15	SDYR
	LAH-12	0.00	0.00	0.00	1.73	0.00	0.00	0.00	17.80	0.00	0.00	19.81	0.00	0.00	0.00	39.34	SDYR
	LAH-13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	OR
	LAH-25	0.00	0.00	0.00	2.77	0.08	0.00	0.00	3.22	24.33	0.00	0.63	26.78	0.16	0.00	57.97	SDYR
	LAH-43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	344.25	0.00	0.92	0.00	0.00	345.17	SDYR
	LAH-34	32.51	5.69	0.00	4.43	5.72	2.98	211.73	10.57	0.00	13.31	19.42	0.40	0.00	0.18	306.93	SDYR
KILIK MADENİ	LAH-36	23.06	0.00	0.00	0.18	0.94	0.00	14.80	4.42	0.00	8.54	3.80	0.00	0.00	0.00	55.75	SDYR
	LAH-38	7.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	1.26	0.00	1.32	0.92	0.00	0.00	0.00	11.72	SDYR	
	LAH-39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11	0.00	1.60	0.98	0.00	0.00	0.00	3.69	YR	
	LAH-44	0.00	0.00	0.00	0.42	0.72	0.00	14.90	10.47	0.00	0.00	9.43	0.00	0.00	35.94	SDYR	
KIZILKAYA MADENİ KOZ KÖY	LAH-45	15.69	0.00	0.00	1.77	2.54	0.55	99.92	6.54	0.00	24.53	12.97	0.00	0.00	164.50	SDYR	
	LAH-48	34.48	0.00	0.00	1.93	0.00	0.96	112.33	0.96	0.00	6.06	14.33	0.00	0.00	171.05	SDYR	
	LAH-49	19.40	0.00	0.00	0.57	0.00	0.06	58.20	0.31	0.00	9.28	7.18	0.00	0.00	94.98	SDYR	
	LAH-50	10.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.53	0.35	0.00	0.43	1.35	0.00	0.00	22.04	SDYR	
	LAH-52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.08	DR	
	LAH-58	12.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.30	0.02	0.00	0.95	2.28	0.00	0.00	35.29	SDYR	
	TSE. 2005 Sınıf 2 Tip 2	Al (mg/l)	As (µg/l)	Ba (µg/l)	Cd (µg/l)	Co (µg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Ni (µg/l)	Pb (µg/l)	Zn (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	NO ₂ ⁻ -N (mg/l)		
	Limit Değerler	0.2	10	1000**	5	10**	2	0.2	0.05	20	10	0.2**	250	11.3	0.15		

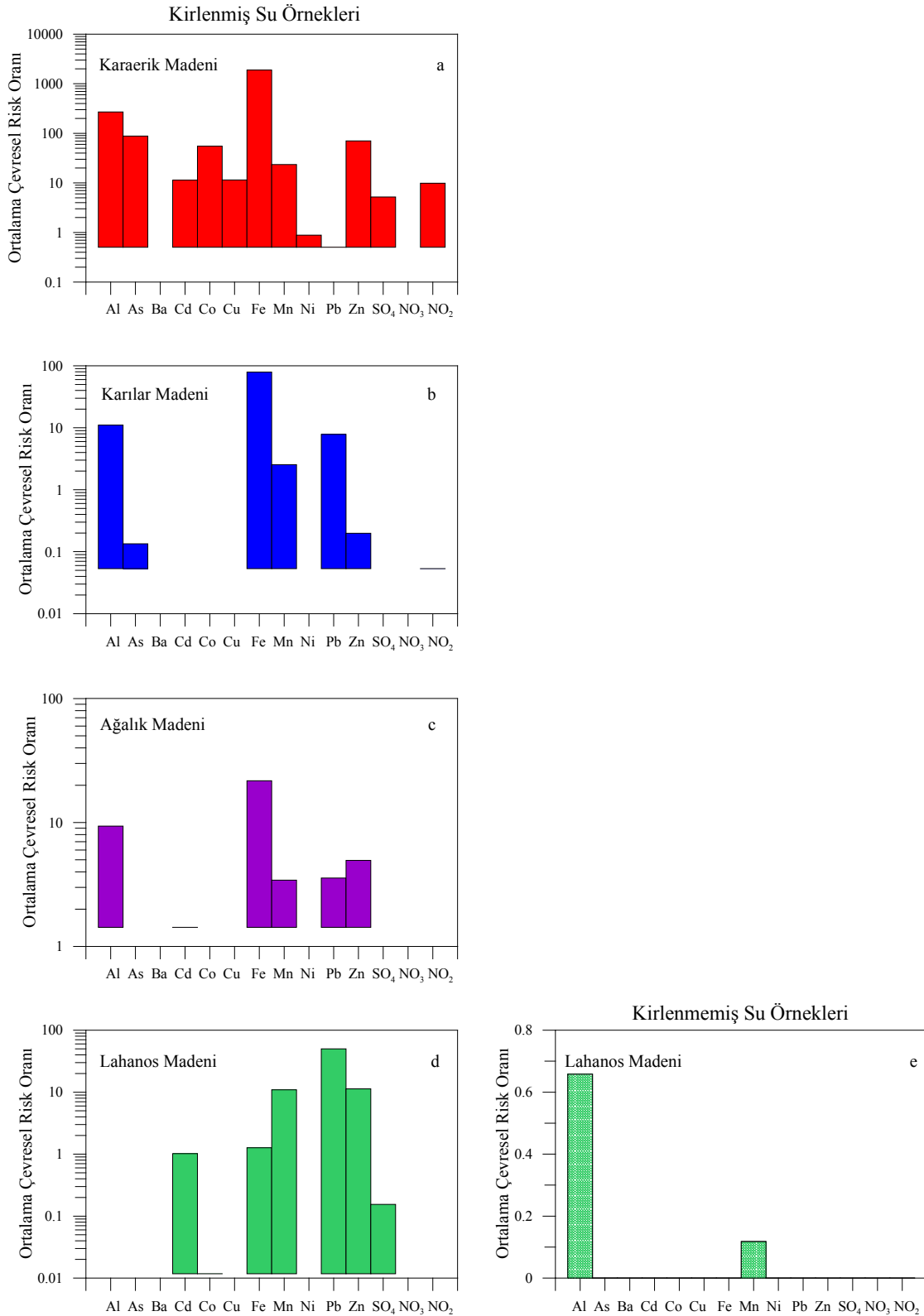
**Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (T.C. Resmi gazete, 2008) I. Sınıf su kalite kriterleri

ÖR: Önemsiz risk, DR: Düşük risk, OR: Orta risk, YR: Yüksek risk, ÇYR: Çok yüksek risk, SDYR: Son derece yüksek risk

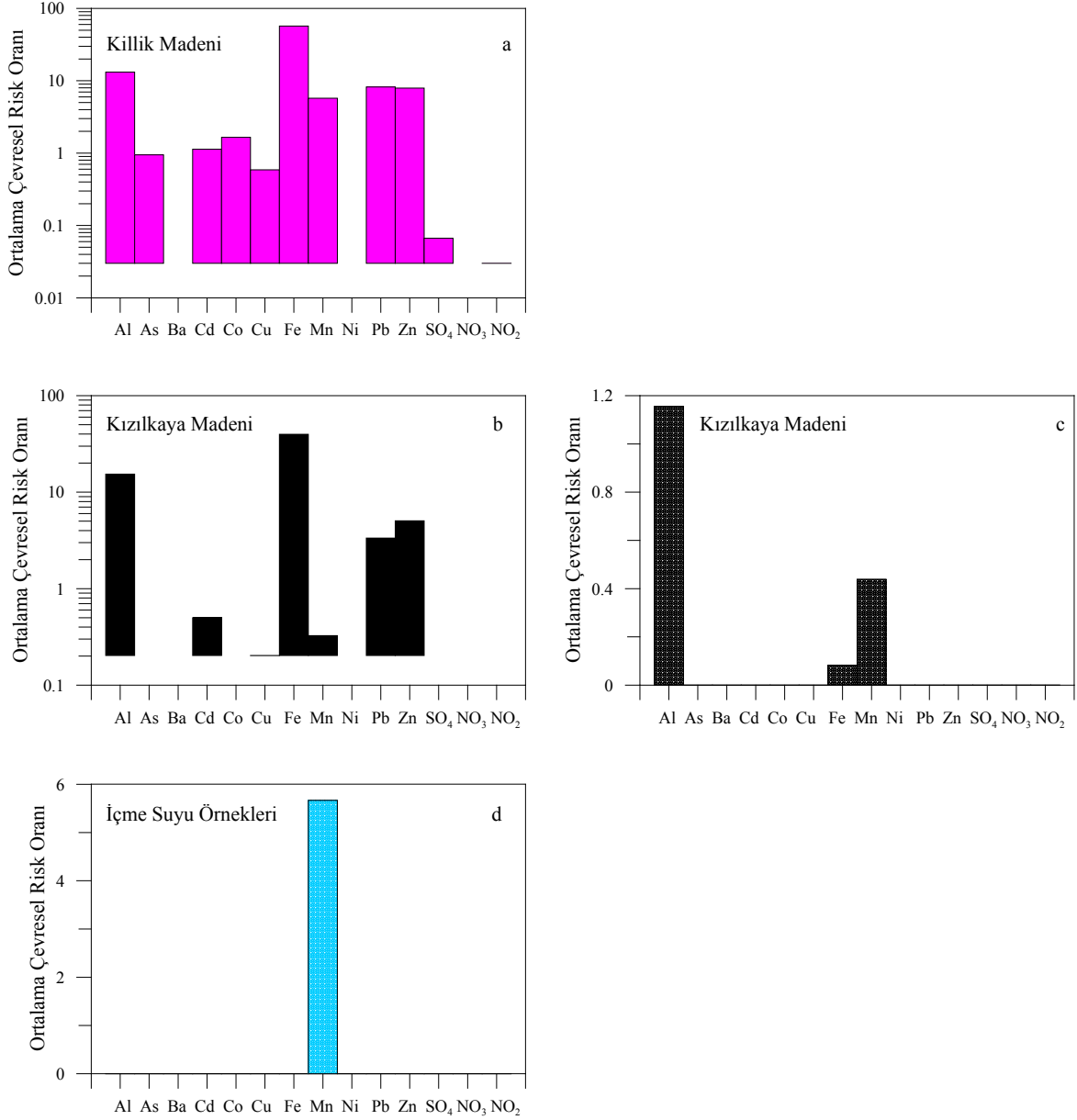
Kirletilmemiş olan örneklerde Mn, Al ve Fe haricinde diğer parametreler (As, Ba, Cd, Co, Cu, Ni, Pb, Zn, SO_4^{2-} , NO_3^- -N ve NO_2^- -N) için çevresel risk oranı sıfır olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.27). Kirletici olarak tespit edilen bu elementlere ait çevresel risk oranları beklenildiği üzere kuru sezon eşleniklerinden daha düşüktür. Bunlardan Mn için hesaplanan çevresel risk oranı değerleri toplamda beş örnekte sıfırı aşmıştır. Risk oluşturan noktalarda oran bir örnek dışında 0.5-1.5 arasında değişmektedir. Bu değerler kuru sezon eşleniklerinden yaklaşık 8 kat daha azdır. Farklı olan diğer örnekte ise (Örnek no P-3) oran 28.34 olarak hesaplanmıştır.

Kirletilmemiş sahalardan alınan örneklerde kirletici özellikte olduğu yukarıda ifade edilmiş olan Al altı örnekte bu özelliği sunmaktadır. Bunun dışındaki 23 örnekte beklendiği üzere bir risk oluşturmamaktadır. Alüminyumun risk oluşturduğu altı örnekteki çevresel risk oranları 0.3 ila 3.29 arasında değişmektedir. Bu değerler arasında en yüksek çevresel risk oranları (ÇRO Al=3.29 ve ÇRO Al=3.14) Lahanos Madeni çevresinden alınan Lah 23 ile Kızılkaya Madeni-Kozköy çevresinden alınan Lah 47 numaralı örneklerde hesaplanmıştır. Bu noktalarda Al hiçbir şekilde maden sahasından etkilenmiş değildir. Olası kaynak olarak çevresel jeolojik veriler rol oynamış olmalıdır. Zira bölge dasitlerin yoğun olarak yüzeyleme verdiği bir bölgedir ve haliyle su-kayaç etkileşimine bağlı olarak hidroliz reaksiyonları sonucunda feldspatlardan kil oluşumu son derece yaygındır. Bu durumda Al^{3+} 'nın bir miktar çözünmesi ve hareketlenmesi mümkündür. Zira bu iyonun çözünebilmesi için gerekli olan pH şartlarına bu noktalarda ulaşılmaktadır. Her iki noktada da pH sırasıyla 5.91 ve 4.75'tir. Buna göre LAH 23 numaralı örnekteki Al muhtemelen topoğrafik olarak daha üst kotlarda oluşan çözünmeden kaynaklanmış olmalıdır. Zira bu noktada pH, Al'un çözünmesi için yeteri kadar asidik koşullar oluşturmamaktadır.

Maden sahaları birer grup olarak ele alındığında, ortalama çevresel risk oranları açısından Al, As, Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn, SO_4^{2-} ve NO_2^- -N parametrelerine ait en yüksek değerler, kuru sezonda olduğu gibi yine Karaerik Madeni çevresinden alınan kirlenmiş örneklerden elde edilmiştir (Şekil 4.33 ve Şekil 4.34). Kurşun ise en yüksek oranına Lahanos Madeni kirlenmiş örneklerinde ulaşmıştır. Bu elemente ait hesaplanan ÇRO değerleri (sıfır olanlar hariç) 0.37 ila 344.25 arasında değişmektedir. Diğer elementlerden hayli farklı olarak Pb'a ait en yüksek ÇRO değeri LAH 43'den elde edilmiştir. Bu atık suyu ilginç olarak Pb dışında diğer kirleticilerin hiç biri açısından risk oluşturmamaktadır.



Şekil 4.33. Yağışlı sezonda a) Karaerik Madeni çevresinden alınan kirlenmiş b) Karılar Madeni çevresinden alınan kirlenmiş c) Ağalık Madeni çevresinden alınan kirlenmiş d) Lahanos Madeni çevresinden alınan kirlenmiş e) Lahanos Madeni çevresinden alınan kirlenmemiş su örneklerinde hesaplanan parametrelere ait ortalama çevresel risk oranları



Şekil 4.34. Yağışlı sezonda a) Killik Madeni çevresinden alınan kirlenmiş b) Killik Madeni çevresinden alınan kirlenmemiş c) Kızılkaya Madeni çevresinden alınan kirlenmiş d) Kızılkaya Madeni çevresinden alınan kirlenmemiş e) İçme suyu f) Referans g) Yağlı Dere çevresi h) Gelevera Dere- Espiye Merkez dereleri su örneklerinde hesaplanan parametrelere ait ortalama çevresel risk oranları

4.2.6. Su Örneklerinin Jeokimyasal Modellemesi

Su örnekleri içerisinde çözünmüş bileşenlerin kimyasal türlemesi (çeşitlemesi), aktiviteleri ve bu bileşenlerden oluşabilecek olan minerallerin doygunluk indeksleri PHREEQC 3.0 programı (Parkhurst ve Appelo 2013) yardımıyla hesaplanmıştır. Bu yazılımda doygunluk indeksi hesabında, çözeltinin toplam iyon aktivitesi (IAP) ve hesaplama yapılmak istenen bileşenlerin çözünme katsayıları (K_i) dikkate alınarak aşağıdaki formüle göre (Formül 4.4) hesaplanmıştır.

$$DI = \log \frac{\text{Toplam İyon Aktivitesi (IAP)}}{\text{Çözünme Katsayısı (K}_i\text{)}} \quad (4.4)$$

Hesaplama yapılan bir bileşenin doygunluk indeksi sıfırdan büyükse ($DI > 0$), çözelti minerali oluşturan bileşenler bakımından aşırı doygundur ve teorik olarak çökelim gerçekleşir. Eğer doygunluk indeksi sıfırdan küçükse ($DI < 0$), çözelti minerali oluşturan bileşenler bakımından doygun değildir ve teorik olarak çözülme gerçekleşir. Doymunluk indeksi sıfıra eşitse ($DI = 0$) bileşenler ve çözelti ilgilenilen mineral açısından dengededir.

Doymunluk indeksleri, wateq4f veritabanındaki termodinamik sabitleri ile hesaplanmıştır. PHREEQC' nin termodinamik veri seti wateq4f ile genişletilmiştir (Ball ve Nordstrom 1991). Schwertmannit ve ferrihidrit gibi mineraller için literatürde var olan çözünürlük sabitleri kullanılmıştır. Schwertmannit için log K değerleri Kawano ve Tomita (2001), Yu vd. (1999), Bigham vd. (1996) ve Majzlan vd. (2004)'ten, ferrihidrit için log K değerleri ise Langmuir (1969), Majzlan vd. (2004) ve Minteq V4 veri tabanından alınarak Wateq4f veri tabanına ilave edilmiştir. Jarosit için de benzer şekilde Minteq V4 veri tabanındaki değerler kullanılmıştır.

4.2.6.1. Doymunluk İndeksleri

Analiz edilen su örneklerinde hangi türlerin termodinamik çökeliminin muhtemel olduğunu belirlemek için, madenlerin çevrelerinden alınan kuru ve yağışlı sezon kirlenmiş (AMD ile etkilenen) su örneklerine PHREEQC (Parkhurst ve Appelo 2013) programı uygulandı ve doymunluk indeksleri hesaplandı (Tablo 4.28 ve 4.29).

Tablo 4.28. Kuru sezon kirlenmiş su örneklerinde hesaplanan doygunluk indeksi sonuçları

Kuru Sezon		Karaerik Madeni									
Katyon/Anyon Dengesi		KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8	KR9	KR10
Mineral	Formül										
Alunit	$KA_3(SO_4)_2(OH)_6$	-6.57	-4.03	-4.19	-4.27	-5.8	6.31	3.36	0.07	2.98	5.14
Barit	$BaSO_4$	0	0.09	-0.02	0.03	0.07	0.23	0.25	0.27	0.22	0.2
Basaluminite	$Al_4(OH)_{10}SO_4$	-17.94	-15.99	-15.08	-14.99	-18.05	3.38	-0.16	-8.92	-2.81	0.56
Baydellit	$(NaKMg_{0.5})_{0.11}Al_{2.33}Si_{3.67}O_{10}(OH)_2$	-13.41	-10.84	-10.43	-10.32	-12.07	3.58	-0.05	-4.62	-0.88	1.54
Böhmit	$AlOOH$	-6.38	-5.02	-4.91	-4.88	-5.56	1.2	-0.67	-2.56	-1.07	0.19
Kalsedon	SiO_2	0.59	0.48	0.49	0.5	0.5	0.19	0.39	0.49	0.49	0.32
Kristobalit	SiO_2	0.65	0.51	0.53	0.54	0.53	0.22	0.44	0.52	0.53	0.36
Kuprik Ferrit	$CuFe_2O_4$	-7.07	-0.81	2.37	2.37	-0.92	5.43	1.86	1.73	2.23	4.44
Kuprous Ferrit	$CuFeO_2$	1.4	2.66	2.48	2.35	1.42	8.17	7.59	4.36	4.64	5.93
Diyaspor	$AlOOH$	-4.6	-3.33	-3.2	-3.17	-3.88	2.9	1.1	-0.88	0.64	1.88
Ferrihidrit(1)	$Fe(OH)_3$	-5.52	-3.14	-1.47	-1.46	-2.95	-2.2	-2.73	-2.61	-2.76	-2.2
Ferrihidrit(minteqv4)	$Fe(OH)_3$	-4.2	-1.34	0.21	0.21	-1.14	-0.44	-1.39	-0.75	-1.12	-0.45
Ferrihidrit 6 hatlı	$Fe(OH)_3$	-3.75	-1.36	0.3	0.31	-1.18	-0.43	-0.96	-0.83	-0.99	-0.43
Gibsite	$Al(OH)_3$	-5.79	-4.58	-4.43	-4.4	-5.12	1.66	-0.09	-2.13	-0.58	0.65
Götit	$FeOOH$	0.06	2.83	4.41	4.41	3.03	3.74	2.86	3.41	3.08	3.73
Hematit	Fe_2O_3	2.08	7.69	10.82	10.82	8.09	9.5	7.7	8.85	8.16	9.48
Jarosit(ss)	$(K_{0.77}Na_{0.03}H_{0.2})Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-6.91	-0.41	3.9	3.79	0.18	-6.59	-6.22	-2.32	-4.84	-4.65
Jarosit-K	$KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-8.69	-1.3	2.77	2.63	-0.81	-6.93	-7.43	-2.77	-5.59	-5.1
Jarosit-Na	$NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-12.31	-4.43	-0.1	0.12	-3.18	-9.93	-10.69	-5.89	-8.68	-8.18
JarositH	$(H_3O)Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-10.77	-2.93	1.12	1.02	-1.84	-11.7	-12.1	-5.96	-9.57	-9.38

Tablo 4.28'in devamı

Kuru Sezon		Karaerik Madeni									
Katyon/Anyon Dengesi		KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8	KR9	KR10
Mineral	Formül	-0.42	-32.7	7.59	0.23	5.67	2.94	3.63	3.24	6.77	3.09
JarositH(minteqv4)	(H ₃ O)Fe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	-4.06	3.78	7.83	7.73	4.87	-4.99	-5.39	0.75	-2.86	-2.67
JarositK(minteqv4)	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	-3.1	4.29	8.36	8.22	4.78	-1.34	-1.84	2.82	0	0.49
JarositNa(minteqv4)	NaFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	-6.39	1.49	5.82	6.04	2.74	-4.01	-4.77	0.03	-2.76	-2.26
Jurbanit	AlOH ₂ SO ₄	-0.48	-0.3	-0.29	-0.31	-0.64	0.24	0.3	-0.33	0.27	0.42
Kaolinit	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	-8.69	-6.52	-6.18	-6.12	-7.56	5.37	2.29	-1.6	1.5	3.62
Kmika	KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂	-16.99	-13.35	-13.03	-13	-15.48	7.56	2.12	-4.32	0.75	4.43
Leonhardit	Ca ₂ Al ₄ Si ₈ O ₂₄ ·7H ₂ O	-35.37	-29.47	-28.44	-26.93	-30.7	4.86	-3.88	-14.36	-6.31	-0.56
Maghemit	Fe ₂ O ₃	-7.64	-2.87	0.46	0.48	-2.51	-1	-2.07	-1.81	-2.12	-1
Magnetit	Fe ₃ O ₄	-3.9	2.66	5.48	5.35	2.35	5.54	4.62	4.19	2.43	4.24
Montmorillonit-BF	(HNaK) _{0,09} Mg _{0,29} Fe _{0,24} Al _{1,57} Si _{3,93} O ₁₀ (OH) ₂	-9.8	-6.25	-5.83	-5.76	-7.07	4.45	0.76	-1.27	0.9	2.96
Profillit	Al ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	-5.49	-1.94	-1.95	-1.9	-2.85	9.26	5.17	3.21	5.57	7.75
Kuvars	SiO ₂	1.05	0.9	0.92	0.93	0.92	0.61	0.84	0.91	0.92	0.75
Schwertmannit (1)	Fe ₈ O ₈ (OH) _{5,90} (SO ₄) _{1,05}	-18.92	-0.3	12.73	12.75	1.41	1.18	-1.77	1.42	-1.11	2.39
Schwertmannit (2)	Fe ₈ O ₈ (OH) _{4,4} (SO ₄) _{1,8}	-27.26	-8.95	3.86	3.85	-7.06	-11.77	-13.77	-9.03	-12.48	-9.68
Schwertmannit (3)	Fe ₈ O ₈ (OH) _{4,8} (SO ₄) _{1,6}	-33.45	-15.06	-2.19	-2.19	-13.22	-16.73	-18.99	-14.66	-17.87	-14.88
Schwertmannit (4)	Fe ₈ O ₈ (OH) ₆ (SO ₄)	-21.13	-2.49	10.55	10.58	-0.79	-0.72	-3.74	-0.66	-3.12	0.43

Tablo 4.28'in devamı

Kuru Sezon		Karlılar Madeni							Ağalık Madeni				
Mineral	Formül	KR 17	KR 18	KR 19	KR 20	KR 21	KR 22	A1	A4	Lah 3	Lah 6	Lah 7	A5
		Katyon/Anyon Dengesi	-3.38	-2.77	-2.81	7	6.23	-12.2	1.26	-0.05	4.67	-0.03	-1.52
Alunit	$KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$	-3.05	-4.67	-4.81	-2.69	-2.05	-0.23	-2.17	-3.22	5.73	4.66	3.91	2.25
Barit	$BaSO_4$	0.25	0.1	0.27	0.23	0.26	0.32	1.04	0.37	0.65	0.65	0.66	0.25
Basaluminite	$Al_4(OH)_{10}SO_4$	-13.43	-15.65	-15.95	-12.81	-11.49	-7.95	-9.18	-12.31	2.79	1.46	0.16	-0.84
Baydellit	$(NaKMg_{0.5})_{0.11}Al_{2.33}Si_{3.67}O_{10}(OH)_2$	-8.93	-10.75	-11.07	-8.25	-7.25	-4.75	-6.88	-8.77	1.41	0.04	-0.94	-0.51
Böhmit	$AlOOH$	-4.51	-5.17	-5.29	-4.29	-3.88	-2.71	-3.19	-4.28	0.93	0.34	-0.08	-0.45
Kalsedon	SiO_2	0.59	0.54	0.54	0.62	0.62	0.53	0.26	0.45	-0.21	-0.21	-0.2	0.15
Kristobalit	SiO_2	0.63	0.58	0.58	0.67	0.67	0.57	0.31	0.5	-0.18	-0.17	-0.16	0.2
Kuprik Ferrit	$CuFe_2O_4$	-0.56	-0.88	-3.11	-0.97	-0.58	-0.9	-0.72	0.46	3.46	2.71	1.57	6.1
Kuprous Ferrit	$CuFeO_2$	1.88	1.83	1.98	1.25	1.35	1.87	2.48	2.03	8.72	8	7.46	5.57
Diyaspor	$AlOOH$	-2.78	-3.44	-3.56	-2.56	-2.15	-0.99	-1.44	-2.52	2.64	2.06	1.65	1.3
Ferrihidrit(1)	$Fe(OH)_3$	-2.46	-2.58	-3.76	-2.63	-2.54	-3.13	-2.6	-1.8	-2.55	-2.63	-3.05	-0.37
Ferrihidrit(minteqv4)	$Fe(OH)_3$	-0.9	-1.02	-2.2	-1.06	-0.97	-1.54	-1.17	-0.37	-0.84	-1.02	-1.45	1.09
Ferrihidrit 6 hatlı	$Fe(OH)_3$	-0.69	-0.81	-1.99	-0.86	-0.77	-1.36	-0.82	-0.03	-0.78	-0.86	-1.28	1.4
Gibbsit	$Al(OH)_3$	-3.99	-4.65	-4.77	-3.78	-3.36	-2.21	-2.64	-3.72	1.4	0.84	0.43	0.09
Götit	$FeOOH$	3.32	3.2	2.02	3.16	3.24	2.67	3.07	3.87	3.35	3.19	2.76	5.32
Hematit	Fe_2O_3	8.63	8.39	6.03	8.31	8.47	7.34	8.12	9.71	8.71	8.38	7.51	12.62
Jarosit(ss)	$(K_{0.77}Na_{0.03}H_{0.2})Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$	0.42	0.52	-2.78	-0.38	-0.74	-4.21	-3.41	1.23	-7.48	-7.15	-7.91	-0.68
Jarosit-K	$KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-0.69	-0.69	-4.01	-1.45	-1.8	-5.16	-4.67	-0.07	-7.94	-7.84	-8.65	-1.67
Jarosit-Na	$NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-3.94	-3.79	-7.23	-4.7	-5.04	-8.35	-8.24	-3.66	-11.07	-10.98	-11.78	-4.94
JarositH	$(H_3O)Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-3.54	-3.12	-6.31	-4.39	-4.89	-8.58	-8.16	-3.35	-12.5	-12.34	-13.02	-6.18

Tablo 4.28'in devamı

Kuru Sezon		Karılar Madeni							Ağalık Madeni				
Kation/Anyon Dengesi		KR 17	KR 18	KR 19	KR 20	KR 21	KR 22	A1	A4	Lah 3	Lah 6	Lah 7	A5
Mineral	Formül	-8.77	-3.38	-2.77	-2.81	7	6.23	-12.2	1.26	-0.05	4.67	-0.03	-1.52
JarositH(minteqv4)	$(\text{H}_3\text{O})\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	3.17	3.59	0.4	2.32	1.82	-1.87	-1.45	3.36	-5.79	-5.63	-6.31	0.53
JarositK(minteqv4)	$\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	4.9	4.9	1.58	4.14	3.79	0.43	0.92	5.52	-2.35	-2.25	-3.06	3.92
JarositNa(minteqv4)	$\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	1.98	2.13	-1.31	1.22	0.88	-2.43	-2.32	2.26	-5.15	-5.06	-5.86	0.98
Jurbanit	AlOHSO_4	-0.37	-0.64	-0.58	-0.36	-0.31	-0.17	-0.73	-0.61	0.24	0.18	0.09	-0.44
Kaolinit	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	-5.12	-6.54	-6.78	-4.61	-3.79	-1.66	-3.06	-4.85	4.06	2.95	2.15	2.19
Kmika	$\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	-10.43	-12.98	-13.48	-9.56	-8.2	-4.63	-6.94	-9.84	5.32	3.4	2.05	2.01
Leonhardt	$\text{Ca}_2\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$	-24.44	-28.19	-28.63	-22.87	-20.67	-15.05	-20.21	-24.27	0.71	-2.27	-4.38	-5.66
Maghemit	Fe_2O_3	-1.53	-1.76	-4.12	-1.87	-1.69	-2.86	-1.8	-0.2	-1.71	-1.86	-2.71	2.65
Magnetit	Fe_3O_4	3.36	3.14	0.8	2.5	2.52	1.11	2.98	4.55	6.44	5.73	4.6	8.3
Montmorillonit-BF	$(\text{HNaK})_{0.09}\text{Mg}_{0.29}\text{Fe}_{0.24}\text{Al}_{1.57}\text{Si}_{3.93}\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	-5.35	-6.8	-7.31	-4.79	-4.04	-2.35	-4.58	-5.46	2.07	0.74	-0.1	0.79
Profilit	$\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	-1.08	-2.61	-2.86	-0.46	0.34	2.35	-0.15	-1.55	7.01	5.55	4.73	5.01
Kuvars	SiO_2	1.03	0.98	0.98	1.06	1.06	0.97	0.71	0.9	0.22	0.23	0.24	0.6
Schwertmannit (1)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_{5.90}(\text{SO}_4)_{1.05}$	4.08	3.57	-5.69	2.51	2.84	-2.87	1.02	8.66	-1.47	-1.66	-4.74	16.28
Schwertmannit (2)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_{4.4}(\text{SO}_4)_{1.8}$	-5.28	-5.5	-14.63	-6.99	-6.94	-13.41	-9.76	-1.21	-14.27	-14.19	-17.04	3.7
Schwertmannit (3)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_{4.8}(\text{SO}_4)_{1.6}$	-11.2	-11.5	-20.66	-12.87	-12.75	-19.02	-15.3	-7	-19.27	-19.27	-22.17	-1.36
Schwertmannit (4)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_6(\text{SO}_4)$	1.94	1.41	-7.86	0.38	0.72	-4.94	-1.03	6.55	-3.39	-3.6	-6.69	14.35

Tablo 4.28'in devamı

Kuru Sezon		Lahanos Madeni														
		Lah 2	Lah 8	Lah 9	Lah 10	Lah 12	Lah 13	Lah 25	Lah 26	Lah 27	Lah 43					
Katyon/Anyon Dergesi																
Mineral	Formül															
Alunit	$KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$	-0.88	2.96	2.59	1.27	2.41	-22.27	5.48	-2.97	3.71	6.89					
Barit	$BaSO_4$	0.44	0.62	0.62	0.64	0.56	0.64	0.6	0.35	0.7	0.69					
Basaluminit	$Al_4(OH)_{10}SO_4$	-8.59	-1.83	-2.41	-4.29	-2.71	-21.56	2.1	-11.75	1.76	4.77					
Baydellit	$(NaKMg_{0.5})_{0.11}Al_{2.33}Si_{3.67}O_{10}(OH)_2$	-6.91	-2.24	-2.67	-4.17	-2.81	-10.68	0.47	-8.5	1.46	1.56					
Böhmit	$AlOOH$	-2.75	-0.59	-0.77	-1.61	-0.97	-2	0.48	-3.86	1.2	1.02					
Kalsedon	SiO_2	-0.05	-0.2	-0.2	-0.08	-0.11	-2.2	-0.21	0.27	-0.51	-0.28					
Kristobalit	SiO_2	-0.01	-0.16	-0.16	-0.03	-0.07	-2.16	-0.17	0.32	-0.47	-0.24					
Kuprik Ferrit	$CuFe_2O_4$	-1.26	1.02	1.66	-0.74	-0.03		2.55	-0.57	5.71	5.45					
Kuprous Ferrit	$CuFeO_2$	3.06	6.68	6.48	5.4	6.03		8.25	2.82	11.38	10.62					
Diyaspor	$AlOOH$	-1.03	1.12	0.95	0.13	0.75	-0.29	2.21	-2.13	2.9	2.76					
Ferrihidrit(1)	$Fe(OH)_3$	-3.3	-3.17	-2.79	-3.58	-3.48		-2.64	-2.81	-1.81	-1.82					
Ferrihidrit(minteqv4)	$Fe(OH)_3$	-1.68	-1.51	-1.13	-2.07	-1.87		-1.04	-1.25	-0.12	-0.35					
Ferrihidrit 6 hatlı	$Fe(OH)_3$	-1.53	-1.4	-1.02	-1.81	-1.71		-0.87	-1.04	-0.04	-0.05					
Gibsit	$Al(OH)_3$	-2.25	-0.1	-0.28	-1.08	-0.47	-1.52	0.99	-3.35	1.67	1.56					
Götit	$FeOOH$	2.53	2.69	3.07	2.16	2.34		3.17	2.96	4.08	3.88					
Hematit	Fe_2O_3	7.06	7.39	8.14	6.3	6.67		8.34	7.92	10.16	9.75					
Jarosit(ss)	$(K_{0.77}Na_{0.03}H_{0.2})Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-5.18	-7.51	-6.21	-7.61	-7.93		-6.88	-2.49	-8.42	-4.88					
Jarosit-K	$KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-6.07	-8.19	-6.91	-8.6	-8.72		-7.52	-3.61	-8.6	-5.77					
Jarosit-Na	$NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-9.02	-11.27	-9.98	-11.66	-11.77		-10.59	-6.86	-11.65	-8.94					
JarositH	$(H_3O)Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-9.51	-12.27	-10.9	-12.59	-12.72		-12.33	-6.52	-14.78	-10.85					

Tablo 4.28'in devamı

Kuru Sezon		Lahanos Madeni										
Kation/Anyon Dengesi		Lah 2	Lah 8	Lah 9	Lah 10	Lah 12	Lah 13	Lah 25	Lah 26	Lah 27	Lah 43	
Mineral	Formül	-1.15	-0.19	-0.15	-0.53	2.18	2.89	7.29	-7.27	10.04	-9.74	
JarositH(minteqv4)	$(\text{H}_3\text{O})\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	-2.8	-5.56	-4.19	-5.88	-6.01		-5.62	0.19	-8.07	-4.14	
JarositK(minteqv4)	$\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	-0.48	-2.6	-1.32	-3.01	-3.13		-1.93	1.98	-3.01	-0.14	
JarositNa(minteqv4)	$\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	-3.1	-5.35	-4.06	-5.74	-5.85		-4.67	-0.94	-5.73	-3.02	
Jurbanit	AlOHSO_4	-0.53	-0.07	-0.12	-0.16	-0.05	-15.49	0.37	-0.67	-1.68	-0.82	
Kaolinit	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	-2.91	1.07	0.73	-0.62	0.53	-5.76	3.25	-4.45	4.02	4.24	
Kmika	$\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	-6.44	0.25	-0.35	-2.63	-0.72	-2.97	4.15	-9.38	6.82	5.73	
Leonhardit	$\text{Ca}_2\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$	-17.45	-7.21	-8.13	-11.36	-8.46	-0.31	-0.31	-22.69	5.75	1.82	
Maghemit	Fe_3O_3	-3.2	-2.94	-2.19	-3.77	-3.57		-1.89	-2.22	-0.23	-0.25	
Magnetit	Fe_3O_4	2.12	4.15	4.82	2.36	3.1		6.05	2.88	9.73	8.26	
Montmorillonit-BF	$(\text{HNaK})_{0.09}\text{Mg}_{0.29}\text{Fe}_{0.24}\text{Al}_{1.57}\text{Si}_{3.93}\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	-4.42	-0.96	-1.19	-2.72	-1.48		1.1	-5.31	2.51	1.76	
Profillit	$\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	0.05	3.86	3.52	1.92	3.33	-6.92	5.83	-1.07	6.31	6.25	
Kuvars	SiO_2	0.39	0.23	0.23	0.36	0.32	-1.77	0.23	0.71	-0.08	0.16	
Schwertmannit (1)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_{5.90}(\text{SO}_4)_{1.05}$	-4.51	-5.19	-2.06	-7.8	-7.37		-1.76	0.31	2.15	4.5	
Schwertmannit (2)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_{4.4}(\text{SO}_4)_{1.8}$	-15.24	-17.14	-13.92	-19.24	-19.09		-14.26	-9.77	-12.32	-8.22	
Schwertmannit (3)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_{4.8}(\text{SO}_4)_{1.6}$	-20.8	-22.37	-19.18	-24.6	-24.38		-19.34	-15.5	-16.88	-13.24	
Schwertmannit (4)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_6(\text{SO}_4)$	-6.57	-7.16	-4.04	-9.8	-9.36		-3.69	-1.79	0.34	2.58	

Tablo 4.28'in devamı

Kuru Sezon		Kılık Madeni Çevresi										Kızılkaya Madeni Çevresi					
		Lah34	Lah36	Lah38	Lah39	Lah44	Lah45	Lah48	Lah49	Lah50	Lah52	Lah58					
Katyon/Anyon Dengesi		1.76	3.55	-4.94	-6.63	2.56	-7.03	-11.7	-11.3	4.77	-11.3	-11.3	-2.55				
Mineral	Formül																
Alunit	$KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$	-1.39	-1.79	2.69	4.4	3.28	-2.76	-3.34	-3.45	-1.32	1.61	-2.34					
Barit	$BaSO_4$	0.35	-0.07	-0.19	-0.11	0.47	0.15	0.39	0.25	-0.03	-0.45	0.02					
Basaluminit	$Al_4(OH)_{10}SO_4$	-8.93	-7.05	0.92	3.93	3.22	-7.79	-10.81	-9.71	-5.95	3.12	-7.68					
Baydellit	$(NaKMg_{0.5})_{0.11}Al_{2.33}Si_{3.67}O_{10}(OH)_2$	-7.6	-7.03	-0.74	1.88	1.63	-7.26	-9.59	-9.58	-6.1	2.6	-7.44					
Böhmit	$AlOOH$	-3.07	-2.36	0.15	1.13	0.79	-2.6	-3.65	-3.35	-2.02	1.4	-2.59					
Kalsedon	SiO_2	-0.03	-0.3	-0.26	-0.23	-0.21	-0.24	-0.14	-0.34	-0.29	-0.3	-0.26					
Kristobalit	SiO_2	0.01	-0.25	-0.22	-0.19	-0.16	-0.19	-0.09	-0.29	-0.24	-0.25	-0.22					
Kuprik Ferrit	$CuFe_2O_4$	0.69	2.17	4.67	6.24	7.21	0.79	1.78	1.42	0.68		1.06					
Kuprous Ferrit	$CuFeO_2$	3.66	3.93	6.48	7.95	12.14	4.19	3.38	3.39	4.07		3.54					
Diyaspor	$AlOOH$	-1.33	-0.61	1.89	2.88	2.58	-0.84	-1.9	-1.59	-0.27	3.16	-0.84					
Ferrihidrit(1)	$Fe(OH)_3$	-2.59	-1.92	-1.44	-1.08	-0.88	-2.54	-1.89	-2.01	-2.66		-2.31					
Ferrihidrit(minteqv4)	$Fe(OH)_3$	-1.1	-0.42	0.06	0.42	0.39	-1.12	-0.41	-0.61	-1.19		-0.86					
Ferrihidrit 6 hatlı	$Fe(OH)_3$	-0.82	-0.15	0.33	0.69	0.89	-0.77	-0.12	-0.24	-0.89		-0.54					
Gibsit	$Al(OH)_3$	-2.54	-1.82	0.68	1.67	1.4	-2.04	-3.11	-2.79	-1.48	1.95	-2.05					
Götüt	$FeOOH$	3.13	3.81	4.29	4.65	4.65	3.12	3.82	3.63	3.04		3.38					
Hematit	Fe_2O_3	8.24	9.61	10.57	11.28	11.27	8.22	9.62	9.24	8.06		8.74					
Jarosit(ss)	$(K_{0.77}Na_{0.03}H_{0.2})Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-2.88	-3.24	-5.03	-5.35	-5.55	-5.55	-0.84	-2.35	-6.14		-4.36					
Jarosit-K	$KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-3.99	-4.48	-6.06	-6.25	-6.63	-6.89	-2.15	-3.8	-7.37		-5.67					
Jarosit-Na	$NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-7.47	-7.57	-9.14	-9.34	-10.03	-9.96	-5.8	-7.38	-10.57		-8.84					
JarositH	$(H_3O)Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-7.55	-7.31	-10	-10.76	-12.68	-10.08	-4.84	-6.57	-10.64		-8.62					

Tablo 4.28'in devamı

Kuru Sezon		Kilik Madeni Çevresi						Kızılkaya Madeni Çevresi					
		Lah34	Lah36	Lah38	Lah39	Lah44	Lah45	Lah48	Lah49	Lah50	Lah52	Lah58	
Kanyon/Anyon Dergesi		1.76	3.55	-4.94	-6.63	2.56	-7.03	-11.7	-11.3	4.77	-11.3	-2.55	
Mineral	Formül												
JarositH(minteqv4)	$(\text{H}_3\text{O})\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	-0.84	-0.6	-3.29	-4.05	-5.97	-3.37	1.87	0.14	-3.93		-1.91	
JarositK(minteqv4)	$\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	1.6	1.11	-0.47	-0.66	-1.04	-1.3	3.44	1.79	-1.78		-0.08	
JarositNa(minteqv4)	$\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	-1.55	-1.65	-3.22	-3.42	-4.11	-4.04	0.12	-1.46	-4.65		-2.92	
Jurbanit	AlOHSO_4	-0.52	-0.73	-0.29	-0.22	-1.07	-1.16	-0.75	-0.9	-0.83	-2.15	-0.88	
Kaolinit	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	-3.45	-2.55	2.52	4.57	4.08	-2.86	-4.8	-4.56	-1.84	5.01	-2.93	
Kmika	$\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	-7.34	-6.69	2.01	5.66	6.04	-6.95	-10.26	-9.94	-5.26	7.18	-7.23	
Leonhardt	$\text{Ca}_2\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	-19.79	-20.14	-5.93	0.48	3.86	-19.66	-26.02	-26.16	-17.92	5.4	-21.33	
Maghemit	Fe_2O_3	-1.79	-0.45	0.52	1.23	1.63	-1.69	-0.38	-0.63	-1.92		-1.23	
Magnetit	Fe_3O_4	3.04	4.58	6.55	7.88	10.9	3.39	4.44	4	3.1		3.53	
Montmorillonit-BF	$(\text{HNaK})_{0.09}\text{Mg}_{0.29}\text{Fe}_{0.24}\text{Al}_{1.57}\text{Si}_{3.93}\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	-5.01	-4.89	-0.02	2.17	1.99	-5.28	-6.72	-7.17	-4.45		-5.37	
Profilit	$\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	-0.89	-0.47	4.65	6.78	5.51	-0.95	-2.5	-2.91	0.12	6.86	-0.95	
Kuvars	SiO_2	0.41	0.15	0.18	0.21	0.25	0.21	0.31	0.11	0.16	0.15	0.18	
Schwertmannit (1)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_{5.90}(\text{SO}_4)_{1.05}$	1.24	5.66	7.37	9.23	9.92	0.37	7.24	5.64	-0.75		2.54	
Schwertmannit (2)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_{4.4}(\text{SO}_4)_{1.8}$	-9.39	-5.66	-5.49	-4.32	-4.29	-11.19	-3.15	-5.18	-12.44		-8.77	
Schwertmannit (3)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_{4.8}(\text{SO}_4)_{1.6}$	-14.97	-11.06	-10.48	-9.12	-8.92	-16.52	-8.8	-10.71	-17.74		-14.17	
Schwertmannit (4)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_6(\text{SO}_4)$	-0.82	3.64	5.46	7.37	8.1	-1.63	5.16	3.59	-2.74		0.52	

Tablo 4.29. Yağışlı sezon kirlenmiş su örneklerinde hesaplanan doygunluk indeksi sonuçları

Yağışlı Sezon		Karaerik Madeni									
Kation/Anyon Dergesi		KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8	KR9	KR10
Mineral	Formül										
Alunit	$KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$	-6.32	-5.19	-4.51	-4.17	-4.38	7.35	3.21	1.62	3.26	3.03
Barit	$BaSO_4$	-0.09	-0.05	0.24	0.19	0.13	0.24	0.1	0.45	0.29	0.28
Basaluminit	$Al_4(OH)_{10}SO_4$	-17.25	-15.57	-14.46	-13.47	-13.84	7.26	2.04	-3.14	0.07	-0.34
Baydellit	$(NaKMg_{0.5})_{0.11}Al_{2.33}Si_{3.67}O_{10}(OH)_2$	-13.04	-11.62	-10.97	-10.47	-10.68	4.56	0.18	-2.91	-0.71	-1.03
Böhmit	$AlOOH$	-6.17	-5.45	-5.08	-4.92	-4.91	1.68	0.28	-1.33	-0.55	-0.66
Kalsedon	SiO_2	0.56	0.49	0.41	0.41	0.36	0.1	-0.15	0.1	0.15	0.15
Kristobalit	SiO_2	0.61	0.54	0.46	0.46	0.41	0.15	-0.1	0.14	0.21	0.2
Kuprik Ferrit	$CuFe_2O_4$	-6.67	-3.01	-0.38	1.96	1.6	6.16	1.8	1.09	2.32	1.32
Kuprous Ferrit	$CuFeO_2$	1.74	2.46	2.76	2.95	2.8	8.52	6.85	5.36	5.69	5.44
Diyaspor	$AlOOH$	-4.38	-3.69	-3.33	-3.14	-3.15	3.45	2.05	0.42	1.22	1.11
Ferrihidrit(1)	$Fe(OH)_3$	-5.4	-3.85	-2.61	-1.43	-1.64	-1.48	-3.02	-2.99	-2.61	-3.08
Ferrihidrit(minteqv4)	$Fe(OH)_3$	-4.08	-2.41	-1.18	-0.09	-0.23	-0.1	-1.65	-1.51	-1.24	-1.7
Ferrihidrit 6 hatlı	$Fe(OH)_3$	-3.63	-2.08	-0.84	0.34	0.13	0.29	-1.25	-1.21	-0.84	-1.31
Gibsit	$Al(OH)_3$	-5.57	-4.89	-4.53	-4.33	-4.35	2.25	0.85	-0.79	0.02	-0.09
Götüt	$FeOOH$	0.18	1.83	3.06	4.17	4.01	4.15	2.59	2.72	3.01	2.55
Hematit	Fe_2O_3	2.32	5.63	8.1	10.3	10.01	10.27	7.16	7.43	7.99	7.06
Jarosit(ss)	$(K_{0.77}Na_{0.03}H_{0.2})Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-6.92	-3.06	0.16	3.34	2.65	-5.55	-10.02	-6.35	-6.2	-7.47
Jarosit-K	$KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-8.71	-4.64	-1.36	1.69	1.08	-6.6	-11.2	-7.44	-7.42	-8.69
Jarosit-Na	$NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-12.2	-7.75	-4.34	-1.19	-1.69	-9.75	-14.48	-10.7	-10.6	-11.88
JarositH	$(H_3O)Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-10.69	-6.52	-3.52	-0.78	-1.17	-11.72	-15.73	-11.31	-11.74	-12.97

Tablo 4.29'un devamı

Yağışlı Sezon		Karaerik Madeni									
Kation/Anyon Dengesi		KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8	KR9	KR10
Mineral	Formül										
JarositH(minteqv4)	$(\text{H}_3\text{O})\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	-3.98	0.19	3.19	5.93	5.54	-5.01	-9.02	-4.6	-5.03	-6.26
JarositK(minteqv4)	$\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	-3.12	0.95	4.23	7.28	6.67	-1.01	-5.61	-1.85	-1.83	-3.1
JarositNa(minteqv4)	$\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	-6.28	-1.83	1.58	4.73	4.23	-3.83	-8.56	-4.78	-4.68	-5.96
Jurbanit	AlOHSO_4	-0.42	-0.31	-0.3	-0.25	-0.33	0.84	-0.21	-0.03	0.32	0.28
Kaolinit	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	-8.33	-7.11	-6.54	-6.15	-6.27	6.41	3.11	0.31	2.06	1.81
Kmika	$\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	-16.55	-14.62	-13.48	-12.73	-13.03	8.8	3.24	-1.41	1.47	1.06
Leonhardit	$\text{Ca}_2\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	-34.44	-31.05	-29.36	-27.29	-27.73	5.95	-3.85	-10.85	-5.93	-6.58
Maghemit	Fe_2O_3	-7.4	-4.3	-1.83	0.53	0.12	0.44	-2.65	-2.58	-1.82	-2.76
Magnetit	Fe_3O_4	-3.46	0.29	2.89	5.1	4.76	6.41	2.89	2.73	2.88	1.77
Montmorillonit-BF	$(\text{HNaK})_{0.09}\text{Mg}_{0.29}\text{Fe}_{0.24}\text{Al}_{1.57}\text{Si}_{3.93}\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	-9.53	-7.89	-7.22	-6.79	-6.91	4.15	0.18	-1.56	-0.03	-0.38
Profillit	$\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	-5.18	-3.7	-3.29	-3.2	-3.21	8.84	5.01	3.08	4.58	4.33
Kuvars	SiO_2	1.02	0.94	0.86	0.86	0.81	0.55	0.3	0.54	0.61	0.6
Schwertmannit (1)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_{5.90}(\text{SO}_4)_{1.05}$	-18.12	-6.17	3.33	12.51	10.89	6.42	-5.59	-3.23	-0.86	-4.53
Schwertmannit (2)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_{4.4}(\text{SO}_4)_{1.8}$	-26.57	-14.94	-5.71	3.29	1.67	-6.9	-18.66	-14.81	-12.9	-16.51
Schwertmannit (3)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_{4.8}(\text{SO}_4)_{1.6}$	-32.73	-21.02	-11.71	-2.67	-4.28	-11.77	-23.6	-20.14	-18.11	-21.73
Schwertmannit (4)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_6(\text{SO}_4)$	-20.33	-8.35	1.16	10.36	8.74	4.53	-7.49	-5.22	-2.83	-6.5

Tablo 4.29'un devamı

Yağışlı Sezon		Karlılar Madeni						Ağalık Madeni				
Kation/Anyon Dengesi		KR17	KR19	KR20	KR21	KR22	A1	A4	Lah3	Lah6	A5	
Mineral	Formül											
Alunit	$KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$	-5.13	-5.29	-5.22	-5.08	-4.48	-2.11	-2.99	0.3	0.9	1.67	
Barit	$BaSO_4$	0.52	0.62	0.49	0.39	0.39	0.75	0.76	0.19	0.23	0.24	
Basaluminit	$Al_4(OH)_{10}SO_4$	-12.25	-13.14	-12.34	-12.06	-11.2	-7.9	-10.72	1.27	2.14	-1.43	
Baydellit	$(NaKMg_{0.5})_{0.11}Al_{2.33}Si_{3.67}O_{10}(OH)_2$	-10.49	-11.29	-10.73	-10.36	-9.58	-6.79	-8.54	2.68	3.01	-1.15	
Böhmit	$AlOOH$	-4.24	-4.54	-4.24	-4.11	-3.8	-2.65	-3.58	1.34	1.44	-0.79	
Kalsedon	SiO_2	-0.05	-0.06	-0.11	-0.1	-0.09	-0.07	0.07	-0.3	-0.28	0.19	
Kristobalit	SiO_2	0.01	-0.01	-0.06	-0.05	-0.04	-0.02	0.11	-0.26	-0.24	0.24	
Kuprik Ferrit	$CuFe_2O_4$	-0.19	-0.44	-0.06	0.04	-0.15	-1.09	-0.47	11.88	11.44	0.93	
Kuprous Ferrit	$CuFeO_2$	2.17	2.52	1.92	1.88	1.96	3.15	2.62	11.55	12.02	4.72	
Diyaspor	$AlOOH$	-2.46	-2.76	-2.45	-2.33	-2.02	-0.89	-1.83	3.07	3.19	0.98	
Ferrihidrit(I)	$Fe(OH)_3$	-2.15	-2.4	-2.05	-2.04	-2.21	-3.03	-2.61	0.82	0.59	-2.7	
Ferrihidrit(minteqv4)	$Fe(OH)_3$	-0.86	-1.09	-0.75	-0.72	-0.86	-1.59	-1.14	2.36	2.07	-1.32	
Ferrihidrit 6 hatlı	$Fe(OH)_3$	-0.38	-0.63	-0.28	-0.27	-0.44	-1.26	-0.84	2.59	2.36	-0.93	
Gibbsit	$Al(OH)_3$	-3.64	-3.94	-3.64	-3.52	-3.22	-2.1	-3.04	1.86	1.98	-0.22	
Götit	$FeOOH$	3.4	3.17	3.51	3.54	3.39	2.65	3.09	6.58	6.3	2.92	
Hematit	Fe_2O_3	8.77	8.3	8.99	9.04	8.75	7.28	8.17	15.15	14.58	7.82	
Jarosit(ss)	$(K_{0.77}Na_{0.03}H_{0.2})Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-2.02	-2.02	-1.8	-2.01	-2.8	-6.25	-2.99	4.65	5.18	-7.37	
Jarosit-K	$KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-3.65	-3.61	-3.4	-3.57	-4.3	-7.48	-4.2	-5.12	-5.75	-8.54	
Jarosit-Na	$NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-6.92	-7.14	-6.65	-6.86	-7.58	-10.99	-7.76	-8.29	-8.91	-11.92	
JarositH	$(H_3O)Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-6.71	-6.7	-6.43	-6.69	-7.51	-10.99	-7.49	-11.49	-12.2	-13.02	

Tablo 4.29'un devamı

Yağışlı Sezon		Karlılar Madeni						Ağalık Madeni				
Katyon/Anyon Dengesi		KR17	KR19	KR20	KR21	KR22	A1	A4	Lah3	Lah6	A5	
Mineral	Formül	-9.43	-17.8	-18.7	-17.8	-3.34	-12.9	-12.9	-12	-10.1	6.11	
JarositH(minteqv4)	$(H_3O)Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$	0	0.01	0.28	0.02	-0.8	-4.28	-0.78	-4.78	-5.49	-6.31	
JarositK(minteqv4)	$KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	1.94	1.98	2.19	2.02	1.29	-1.89	1.39	0.47	-0.16	-2.95	
JarositNa(minteqv4)	$NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-1	-1.22	-0.73	-0.94	-1.66	-5.07	-1.84	-2.37	-2.99	-6	
Jurbanit	$AlOHSO_4$	-1.3	-1.25	-1.34	-1.4	-1.34	-1	-0.9	-3.34	-3.06	-0.44	
Kaolinit	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$	-5.68	-6.32	-5.81	-5.53	-4.91	-2.64	-4.25	4.81	5.09	1.65	
Kmika	$KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2$	-11.53	-12.44	-11.74	-11.21	-10.14	-6.27	-8.85	7.94	8.34	1.03	
Leonhardt	$Ca_2Al_4Si_8O_{24} \cdot 7H_2O$	-27.31	-29.49	-27.82	-27	-25.32	-19.66	-23.53	8.34	8.98	-7.2	
Maghemit	Fe_2O_3	-0.91	-1.4	-0.71	-0.68	-1.02	-2.67	-1.83	5.04	4.57	-2.01	
Magnetit	Fe_3O_4	3.36	3.03	3.43	3.4	3.11	2.36	3.01	13.6	13.32	2.95	
Montmorillonit-BF	$(HNaK)_{0.09}Mg_{0.29}Fe_{0.24}Al_{1.57}Si_{3.93}O_{10}(OH)_2$	-7.83	-8.51	-8.02	-7.7	-7.08	-4.94	-5.87	4.07	4.11	-0.45	
Profillit	$Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$	-3.82	-4.46	-4.04	-3.71	-2.97	-0.33	-1.57	6.99	7.11	4.27	
Kuvars	SiO_2	0.41	0.39	0.34	0.35	0.37	0.38	0.51	0.14	0.16	0.65	
Schwertmannit (1)	$Fe_8O_8(OH)_{5.90}(SO_4)_{1.05}$	4.84	3.26	5.6	5.56	4	-3.29	1.2	21.05	19.26	-2.12	
Schwertmannit (2)	$Fe_8O_8(OH)_{4.4}(SO_4)_{1.8}$	-5.74	-7.06	-5	-5.17	-6.88	-14.66	-9.36	5.04	3.32	-14.55	
Schwertmannit (3)	$Fe_8O_8(OH)_{4.8}(SO_4)_{1.6}$	-11.33	-12.72	-10.59	-10.73	-12.39	-20.05	-14.96	0.9	-0.85	-19.65	
Schwertmannit (4)	$Fe_8O_8(OH)_6(SO_4)$	2.78	1.17	3.54	3.5	1.96	-5.3	-0.86	19.35	17.55	-4.06	

Tablo 4.29'un devamı

Yağışlı Sezon		Lahanos Madeni									
Kation/Anyon Dergesi		Lah2	Lah8	Lah10	Lah12	Lah13	Lah25	Lah43			
Mineral	Formül	-13.9	-9.86	-11.7	-4	-30.5	-9.97	-9.92			
Alunit	$KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$	1.72	-0.23	4.27	1	-20.85	0.12	-30			
Barit	$BaSO_4$	0.53	0.13	0.62	0.58	0.33	0.67	0.94			
Basaluminit	$Al_4(OH)_{10}SO_4$	3.29	1.72	5.79	1.19	-17.81	-0.76	-30.14			
Baydellit	$(NaKMg_{0.5})_{0.11}Al_{2.33}Si_{3.67}O_{10}(OH)_2$	2.93	2.67	4.23	1.32	-7.47	-0.17	-18.96			
Böhmit	$AlOOH$	1.42	1.27	1.95	0.75	-1.72	0.11	-4.01			
Kalsedon	SiO_2	-0.3	-0.28	-0.27	-0.28	-1.52	-0.27	-3.26			
Kristobalit	SiO_2	-0.25	-0.23	-0.22	-0.23	-1.46	-0.22	-3.21			
Kuprik Ferrit	$CuFe_2O_4$	9.59		11.11	5.82		7.08				
Kuprous Ferrit	$CuFeO_2$	11.97		13.74	10.67		12.05				
Diyaspor	$AlOOH$	3.19	3.04	3.72	2.52	0.06	1.88	-2.28			
Ferrihidrit(I)	$Fe(OH)_3$	-0.28		0.29	-2.02		-1.39				
Ferrihidrit(minteqv4)	$Fe(OH)_3$	1.06		1.66	-0.64		0				
Ferrihidrit 6 hatlı	$Fe(OH)_3$	1.49		2.06	-0.25		0.38				
Gibsit	$Al(OH)_3$	2	1.84	2.52	1.32	-1.13	0.68	-3.49			
Götüt	$FeOOH$	5.31		5.91	3.6		4.24				
Hematit	Fe_2O_3	12.6		13.79	9.18		10.46				
Jarosit(ss)	$(K_{0.77}Na_{0.03}H_{0.2})Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-7.14		-4.4	-10.96		-7.98				
Jarosit-K	$KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-7.98		-5.21	-11.78		-8.83				
Jarosit-Na	$NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-11.21		-8.44	-15.02		-12.09				
JarositH	$(H_3O)Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$	-14.53		-11.57	-17.99		-14.88				

Tablo 4.29'un devamı

Yağışlı Sezon		Lahanos Madeni										
Kation/Anyon Dengesi		Lah2	Lah8	Lah10	Lah12	Lah13	Lah25	Lah43				
Mineral	Formül	-13.9	-9.86	-11.7	-4	-30.5	-9.97	-9.92				
JarositH(minteqv4)	$(\text{H}_3\text{O})\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	-7.82		-4.86	-11.28		-8.17					
JarositK(minteqv4)	$\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	-2.39		0.38	-6.19		-3.24					
JarositNa(minteqv4)	$\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	-5.29		-2.52	-9.1		-6.17					
Jurbanit	AlOHSO_4	-2.51	-3.48	-1.45	-2.41	-14.3	-2.45	-18.66				
Kaolinit	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	5.09	4.81	6.21	3.77	-3.59	2.53	-11.81				
Kmika	$\text{KA}_{1.5}\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	8.2	7.89	9.74	5.95	-0.66	3.92	-11.32				
Leonhardit	$\text{Ca}_2\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8.67	8.47	10.35	4.86	3.27	1.63	-14				
Maghemit	Fe_3O_3	2.84		3.97	-0.65		0.62					
Magnetit	Fe_3O_4	11.07		13.73	6.73		9.41					
Montmorillonit-BF	$(\text{HNaK})_{0.09}\text{Mg}_{0.29}\text{Fe}_{0.24}\text{Al}_{1.57}\text{Si}_{3.93}\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	3.43		4.46	1.88		0.93					
Profillit	$\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	6.59	6.46	7.89	5.45	-4.58	4.24	-15.51				
Kuvars	SiO_2	0.15	0.17	0.19	0.17	-1.06	0.18	-2.81				
Schwertmannit (1)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_{5.90}(\text{SO}_4)_{1.05}$	12.7		17.85	-0.39		5.34					
Schwertmannit (2)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_{4.4}(\text{SO}_4)_{1.8}$	-2.98		2.61	-15.45		-9.27					
Schwertmannit (3)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_{4.8}(\text{SO}_4)_{1.6}$	-7.21		-1.74	-19.85		-13.79					
Schwertmannit (4)	$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_6(\text{SO}_4)$	10.97		16.1	-2.16		3.54					

Tablo 4.29'un devamı

Yağışlı Sezon		Kilik Madeni						Kızılkaya Madeni					
		Lah34	Lah36	Lah38	Lah39	Lah44	Lah45	Lah48	Lah49	Lah50	Lah52	Lah58	
Kasyon/Anyon Dergesi		-10.4	-1.59	-8.64	-6.41	-7.58	-8.18	-14.6	-8.95	0.53	-5.53	-4.68	
Mineral	Formül												
JarositH(minteqv4)	(H ₃ O)Fe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	3.45	-0.4	-3.3	-7.96	-10.95	0.69	1.73	1.51	-3.91	-2.64	-3.59	
JarositK(minteqv4)	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	5.29	2.51	0.73	-4.43	-6.04	2.89	3.56	3.68	-1.08	2.43	-1.36	
JarositNa(minteqv4)	NaFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	2.03	-0.3	-1.97	-7.14	-9.07	-0.13	0.29	0.45	-4.05	-0.39	-4.34	
Jurbanit	AlOHSO ₄	-0.95	0.15	0.28	-0.88	-3.59	-0.98	-0.81	-0.75	-0.58	-2.55	-0.85	
Kaolinit	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	-5.92	2.06	7.43	3.7	-0.41	-4.46	-4.96	-2.94	-0.2	5.56	-2.54	
Kmika	KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂	-11.64	1.01	10.29	4.4	-0.71	-9.32	-10.5	-7.16	-2.31	8.51	-6.42	
Leonhardt	Ca ₂ Al ₄ Si ₈ O ₂₄ ·7H ₂ O	-27.62	-7.26	8.28	-0.73	-5.11	-22.96	-26.76	-21.74	-13.36	7.74	-20.44	
Maghemit	Fe ₂ O ₃	0.33	2.31	3.47	-0.9	-1.2	-0.17	0.26	1.56	-0.72	6.74	-1.69	
Magnetit	Fe ₃ O ₄	5.32	8.25	10.75	5.62	7.6	4.85	4.85	6.71	4.68	15.09	3.21	
Montmorillonit-BF	(HNaK) _{0,09} Mg _{0,29} Fe _{0,24} Al _{1,57} Si _{3,93} O ₁₀ (OH) ₂	-7.69	-0.69	4.8	1.22	-2.01	-6.46	-7.44	-5.72	-3.04	3.97	-5.44	
Profillit	Al ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	-3.88	3.57	9.27	5.78	0.86	-2.62	-3.44	-1.69	1.38	7	-1.02	
Kuvars	SiO ₂	0.14	0.27	0.33	0.25	0.17	0.27	0.19	0.08	0.17	0.16	0.13	
Schwertmannit (1)	Fe ₈ O ₈ (OH) _{5,90} (SO ₄) _{1,05}	10.3	15.01	17.13	0.43	-1.77	7.47	9.48	13.55	3.31	27.99	0.36	
Schwertmannit (2)	Fe ₈ O ₈ (OH) _{4,4} (SO ₄) _{1,8}	0.07	2.49	2.8	-13.32	-16.26	-3.35	-1.15	2.13	-8.91	12.09	-11.2	
Schwertmannit (3)	Fe ₈ O ₈ (OH) _{4,8} (SO ₄) _{1,6}	-5.62	-2.58	-1.8	-18.07	-20.81	-8.88	-6.73	-3.24	-14.07	7.91	-16.54	
Schwertmannit (4)	Fe ₈ O ₈ (OH) ₆ (SO ₄)	8.21	13.08	15.32	-1.42	-3.58	5.42	7.42	11.55	1.36	26.28	-1.64	

Asidik çevrelerde çözülmüş türlerin çökelişi sonucu gelişen esas katı fazlar bir çok araştırmacı tarafından detaylı şekilde araştırılmış ve tartışılmıştır (Carlson ve Schwertmann 1981; Bigham vd., 1990, 1994, 1996; Nordstrom ve Alpers 1999; Yu vd., 1999; Kawano ve Tomita 2001; Williams vd., 2002; Dold 2003; Jerz ve Rimstidt 2003; Murad ve Rojik, 2003; Regenspurg vd., 2004; Majzlan vd., 2004).

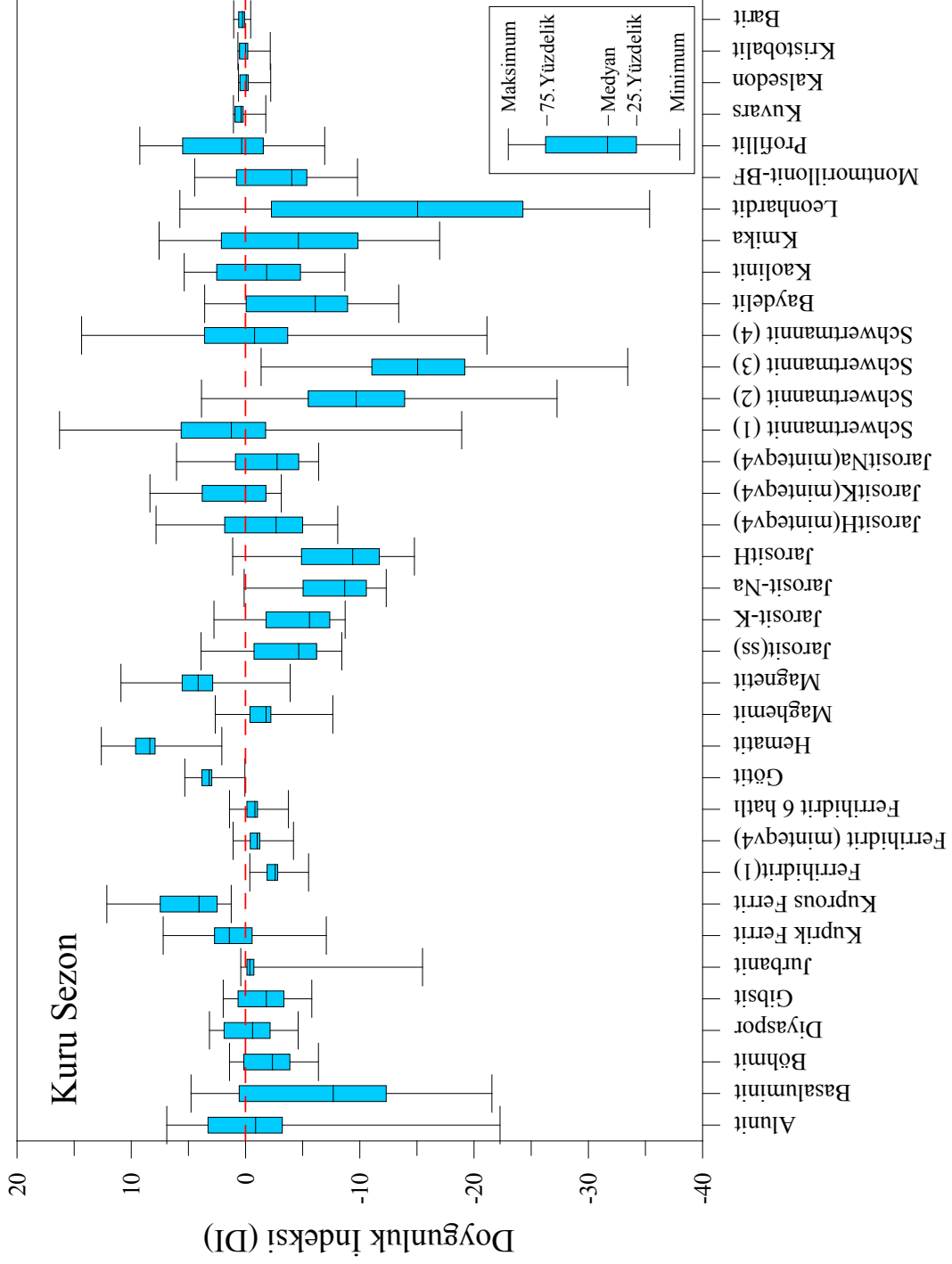
Yapılan doygunluk indeksi hesaplamalarına göre çalışılan madenlerde, en yaygın bulunan Fe içeren fazlar götit, hematit, maghemit ve manyetite ilaveten schwertmannit, jarosit-k ve ferrihidrittir (Şekil 4.35 ve Şekil 4.36).

Fe (III) fazları, genellikle "oksidlenmiş çökeller", "amorfe demir oksitler", "ferrik hidroksitler" ya da "zayıf kristalli oksihidroksitler" gibi anlamı belirsiz olan terimlerle adlandırılmaktadır. "Oksitlenmiş çökeller" aynı zamanda Al oksihidroksit ve oksihidroksisülfatları (örneğin jurbanit, alunit, basaluminit, gibsit ve amorf oksihidroksitlerini) içermektedir (Blowes ve Ptacek 1994; Nordstrom 1982a, Nordstrom ve Alpers 1999; Bigham ve Nordstrom 2000; Sánchez España vd., 2005a, b, 2006a, b) ki bunlar, asidik suların jeokimyasal gelişiminin kontrolünde önemli rol oynarlar.

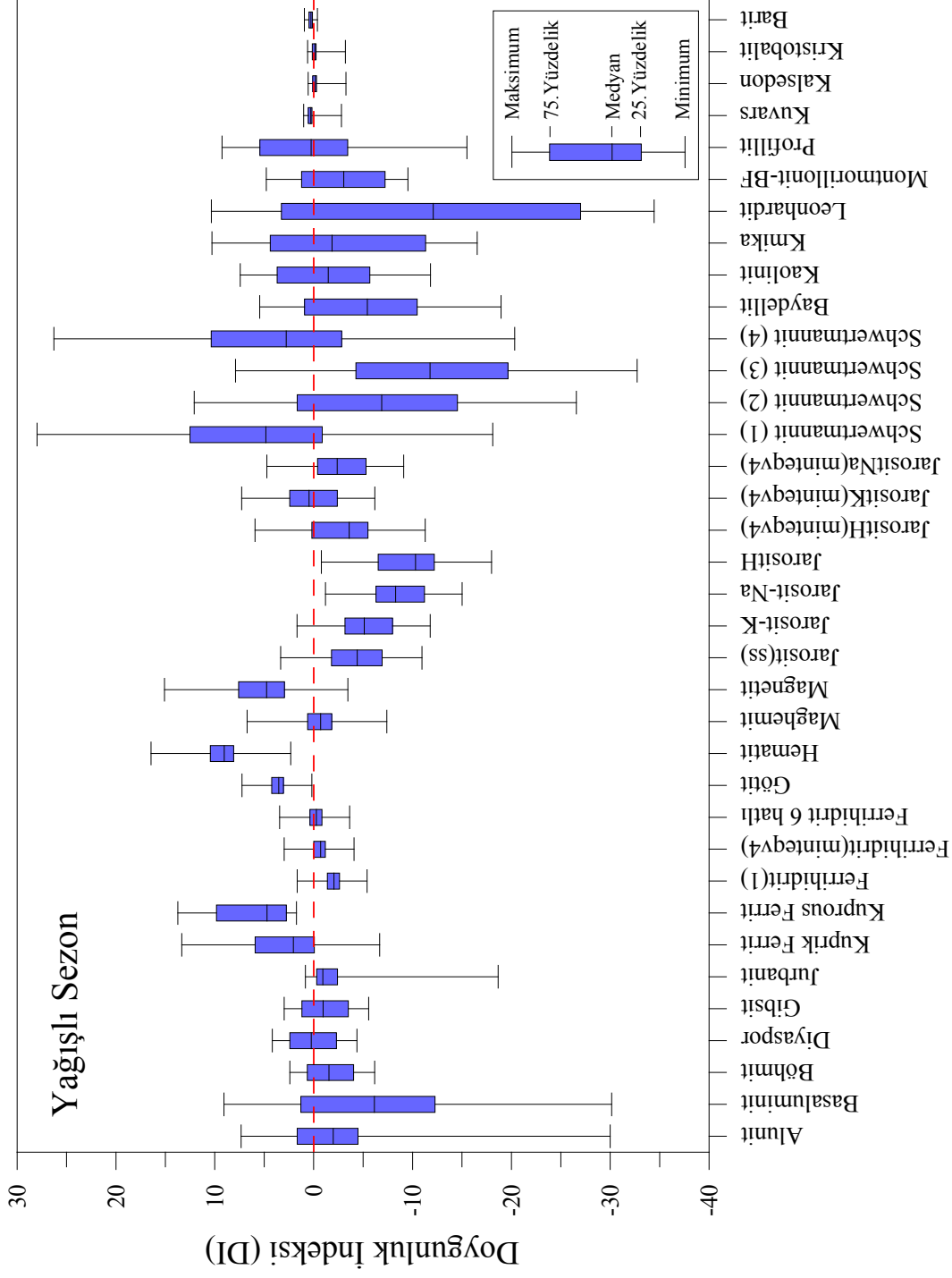
Asidik sulara Al çözünürlüğünü kontrol eden Al mineralleri jurbanit ($\text{Al}(\text{SO}_4)\text{OH} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), alunit ($\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2\text{OH}_6$), basaluminit ($\text{Al}_4(\text{SO}_4)_2 \text{OH}_{10} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), ve gibsit ile mikrokristalin (Al_2OH_3) ya da amorf $\text{Al}(\text{OH})_3$ ' tür (Nordstrom 1982a).

Jurbanit en çok düşük pH değerlerinde (<4) duraylıdır ve alunit, basaluminit ve alüminyum hidroksitler ise pH'ın yükselmesiyle artar (Nordstrom ve Alpers 1999). Belirgin termodinamik duraylılığına rağmen, asidik maden sularında Jurbanit Al çözünürlüğünü kontrol etmede çok önemli değildir ve bu çevrelerde genellikle çok az çökler (Bigham ve Nordstrom 2000; Blowes ve Ptacek 1994). Diğer taraftan pH oldukça düşük olduğunda ($\text{pH} < 3$), Al çözünürlüğünde kontrol yoktur. Çünkü Al daha çok çözülmüş türler (Al^{+3}) şeklinde çözeltide kalmaya meyillidir. Nordstrom (1982a), basaluminitin pH 3.3.-5.7 arasında duraylı faz olduğunu ifade etmektedir.

Verilen bu bilgiler ışığında, pozitif doygunluk indeksine sahip mineraller termodinamik açıdan duraylıdır. Her iki sezonda da direk galeri deşarjlarının olduğu dereler boyunca alınan örnekler açık şekilde alunit, jurbanit ve basaluminite doygun değildir. Bu mineraller tarafından Al'un tutulması, maden çevrelerinden alınan kısmen galeri deşarjları tarafından kirletilmiş, ancak bağlanan temiz yan kolların etkisiyle pH'ın asidik koşullardan nötr koşullara çıktığı örneklerde (örneğin: KR 6, 9, 10, Lah 3, 6, 25, 38 gibi) olabilmektedir (Tablo 4.28).



Şekil 4.35. Kuru sezon kirlenmiş su örneklerinde bazı minerallere ait doygunluk indeksi sonuçlarının box-whisker diyagramında gösterimi



Şekil 4.36. Yağışlı sezon kirlenmiş su örneklerinde bazı minerallere ait doymunluk indeksi sonuçlarının box-whisker diyagramında gösterimi

Benzer durum diğer Al minerallerinde (böhmite, diaspore (AlO(OH)) ve gibsite) de görülmektedir (Tablo 4.28 ve Tablo 4.29). Al çözünürlüğünün kontrolü, pH 3-4 aralığında muhtemelen alunite tarafından yapılırken, daha yüksek pH değerlerinde amorf alüminyum oksihidroksit tarafından gerçekleştirilmektedir. pH değerleri 3-4 aralığında olan örneklerde, her iki sezonda da aluniteye ait doygunluk değerlerinin sıfırdan büyük çıkması ($D^I > 0$) bu düşüncüyü desteklemektedir.

Asidik maden sularından oluşan Fe oksihidroksit-sülfatlar, düşük kristalinitelerinden dolayı amorf demir oksitler ya da ferrik hidroksitler olarak benimsenmişlerdir (Canovas vd., 2007). Bu mineraller başlıca jarosit-K ($KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$), ferrihidrit ($Fe(OH)_3$) ve schwertmannit ($Fe_8O_8(OH)_6(SO_4)$) şeklinde oluşmaktadır.

Jarosit oldukça asidik çevrelerde bulunur, schwertmannite pH değeri 3 ve 4 arasında baskındır. Ferrihidrit ve götite ise pH değerleri 5'den 7'ye kadar oluşur (Murad ve Rojik, 2003). Bu minerallerin çözünürlükleri, bileşimsel değişiklikleri (çeşitlilikleri) nedeniyle hala tartışılmasına rağmen, ferrihidrit ve schwertmannit mineralleri duraysızdırlar ve kristal kafeslerindeki sülfat ve absorblanan türlerin varlığı ile hızlı şekilde götite mineraline dönüşürler (Yu vd., 1999). Götite ($FeOOH$) asidik maden drenajlarında sıklıkla bulunan diğer bir mineraldir. Buna rağmen düşük çökeltme kinetiğine sahip olmasından ötürü asidik maden drenajlarında genellikle doğrudan çökeltmez. Bahsedilen Fe oksihidroksit-sülfatların dönüşümü ile oluşur (Bigam vd., 1996; Nordstrom ve Alpers, 1999; Acero vd., 2006).

Demir minerallerine ait doygunluk indeksi sonuçları her iki sezonda da ilginç benzerlikler göstermektedir. Götite ve hematit her iki sezonda da tüm örneklerde pozitif doygunluk indeksine sahiptir (Tablo 4.28, Tablo 4.29 ve Şekil 4.35, Şekil 4.36). Örneklerin büyük çoğunluğu her iki sezonda da manyetit bakımından aşırı doygunudur. Kuru sezonda daha az sayıda örnek maghemite aşırı doygun iken, yağışlı sezonda daha fazla sayıda örnek maghemite aşırı doygunudur. $Fe_3(OH)_8$ ise tüm örneklerde her iki sezonda da doygun olmadığından tablolarda gösterilmemiştir.

Kuru ve yağışlı sezonda, Fe çözünürlüğü yukarıda anlatılan mineraller tarafından kontrol edilir. Ancak Cu-Fe oksitler kuprik ferrit ($CuFe_2O_4$) ve kuprus ferrit ($CuFeO_2$) Fe ve Cu konsantrasyonlarını kontrol etmede önemli rol oynarlar. Bu yüzden tüm dereler boyunca her iki sezonda da termodinamik olarak çökelimleri mevcuttur (Tablo 4.28 ve Tablo 4.29).

Diğer sülfat minerallerinden Jarosit, WATEQ4F veri tabanı ile yapılan sonuçlara göre örneklerin neredeyse tamamında her iki sezonda da negatif doygunluk indeksine

sahiptir. Yani jarositin çökellerde oluşmadığı ortaya koyulmuştur. Ancak Killik Madeni galeri çökellerinden alınan örneklerin (Lah 34) XRD çekimi sonucunda jarosit-K belirlenmiştir (Şekil 4.37 ve 4.38). Bu nedenle jarosit için WATEQ4F ile kullanılan log K değeri değiştirilerek MINTEQV4 veri tabanındaki çözünürlük sabitleri (jarosit-H için log K=-12.1, jarosit-Na için log K=-11.2, jarosit-K için log K=-14.8) WATEQ4F veri setine eklenmiş ve doygunluk indeksleri yeniden hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre her iki sezonda da çalışılan madenlere ait galeri deşarj örneklerinde (Karaerik Madeni için: KR2, KR3, KR4, KR5; Karılar Madeni için: KR17, KR18, KR19, KR20, KR21, KR22; Ağalık Madeni için: A4; Lahanos Madeni için: Lah 26; Killik Madeni için: Lah 34, Lah 36 ve Lah 45; Kızılkaya Madeni için: Lah 48, Lah 49) jarosit-K mineraline ait doygunluk indeksi değerleri ($D\dot{I}>0$) sıfırdan büyük çıkmıştır (Tablo 4.28 ve Tablo 4.29). Yani MINTEQV4 sonuçları XRD ile son derece uyumludur.

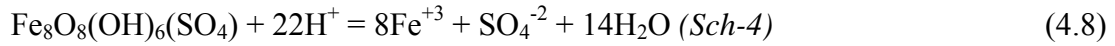
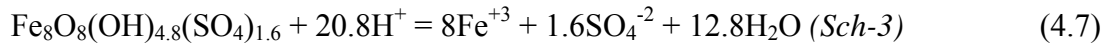
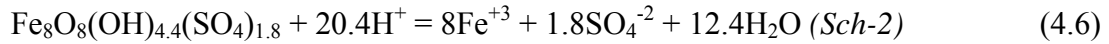
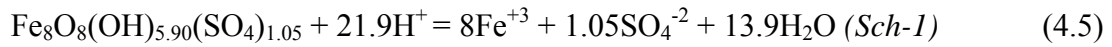
Jarosite ait doygunluk indeksi çözünürlük sabitine bağlı olduğundan, farklı yazarlara göre oldukça farklıdır (Baron ve Palmer, 1996). Benzer şekilde schwertmannit ve ferrihidrit minerallerinin de doygunluk indeksi sonuçları kullanılan termodinamik sabitlere bağlıdır. Schwertmannit minerali için; Kawano ve Tomita 2001 (log K=7.06), Yu vd., 1999 (log K=10.5), Bigham vd., 1996 (log K=18) ve Majzlan vd., 2004 (log K=9.6); ferrihidrit için; Langmuir, 1969 (log K=4.891), MINTEQV4 (log K=3.191) ve Majzlan vd., 2004 (log K=3.12) çözünürlük sabitleri kullanılarak hesaplama yapılmıştır.

Langmuir (1969) tarafından hesaplanan log K değerine göre kuru sezonda tüm örneklerde ferrihidrit negatif $D\dot{I}$ değerleri vermiştir (Tablo 4.28). Yağışlı sezonda ise sadece beş örneğin doygunluk indeksi değerleri sıfırdan büyük çıkmıştır (Tablo 4.29). Ancak, $D\dot{I}$ değeri negatif olarak bulunan KE-S4 SEC örneğinden yapılan XRD çekiminde ferrihidrit belirlenmiş olduğundan (Şekil 4.39), kullanılan K değerinin uygun olmadığı anlaşılmış ve onun yerine MINTEQV4 veri setindeki değer (K=3.191) kullanılmıştır. Böylece yenilenen hesaplamada söz konusu örnekte ferrihidrit için pozitif $D\dot{I}$ değerleri elde edilmiştir. Bu sonuca göre kuru sezonda altı örnekte (KR 3, KR 4, A5, Lah 38, Lah 39 ve Lah 44) (Tablo 4.28), yağışlı sezonda ise yedi örnekte (Lah 3, 6, 2, 10, 36, 49, 52) doygunluk indeksleri pozitif olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.29).

Ferrihidrit için Majzlan vd. (2004) ve MINTEQV4 veri setinde verilen log K değerleriyle yapılan hesaplamalar benzer sonuçlar vermiştir. Her iki veri setinin kullanımı sonunda, kuru sezonda aynı örneklerin (KR 3, KR 4, A5, Lah 38, Lah 39 ve Lah 44)

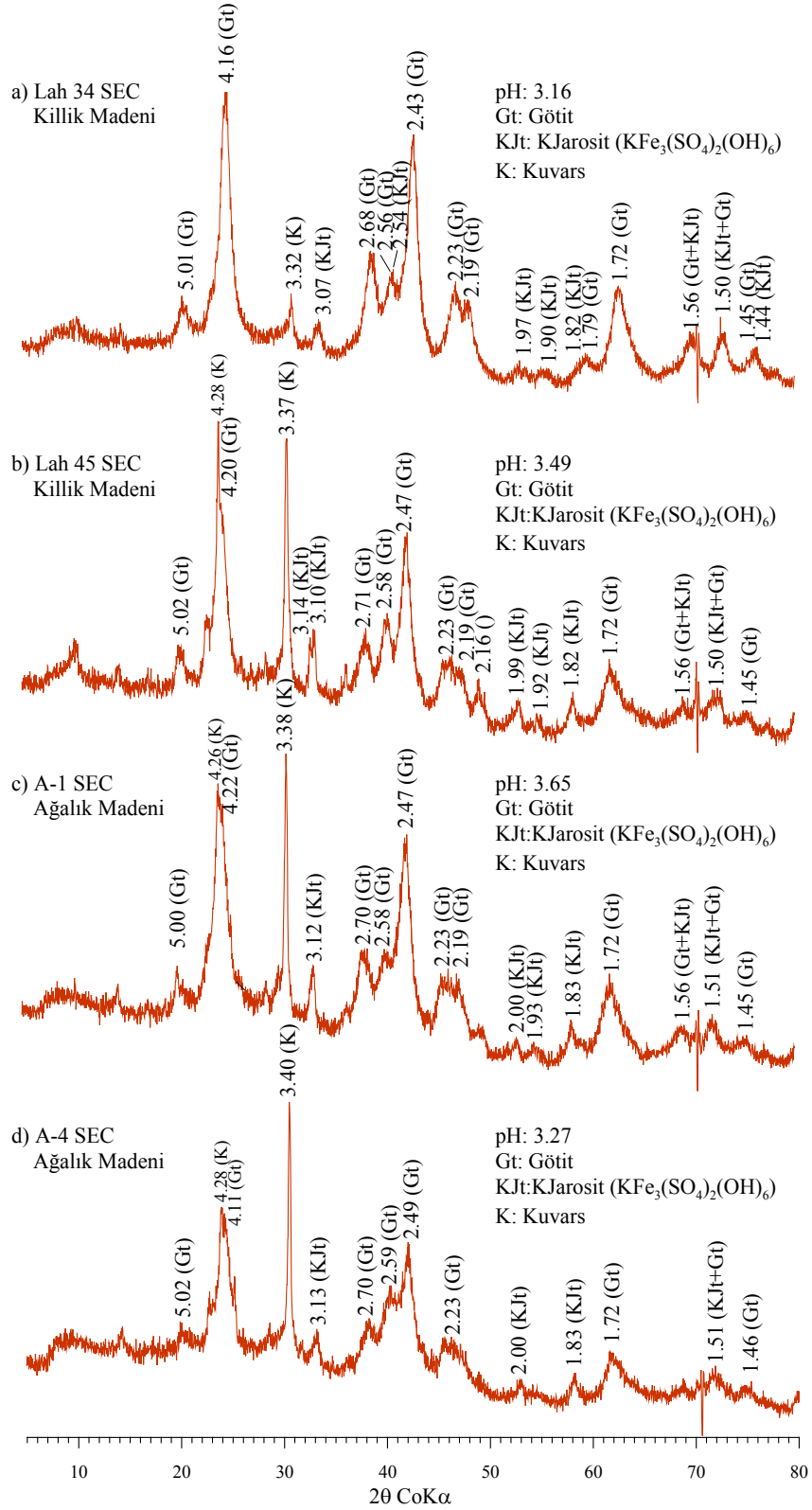
doygunluk indeksleri >0 'dır (Tablo 4.28). Yağışlı sezonda ise daha fazla sayıda örnek için (KR 4, 5, 6, Lah 3, 6, 2, 10, 25, 34, 36, 38, 48, 49, 52, 58) $D\dot{I}>0$ çıkmıştır (Tablo 4.29).

Schwertmannit doygunluk indeksi hesaplamasında sıkıntı oluşturan bir mineraldir. Bu nedenle çok sayıda araştırmacı bu mineral için çözünme deneyleri yaparak log K değerlerini hesaplamaya çalışmıştır. Sonuç olarak schwertmannit için log K değerleri Kawano ve Tomita (2001) tarafından 7.06 (Sch-1), Yu vd. (1999) tarafından 10.5 (Sch-2) olarak, Bigham vd. (1996) tarafından 18 (Sch-3) olarak, Majzlan vd. (2004) tarafından ise 9.6 (Sch-4) olarak belirlenmiştir.

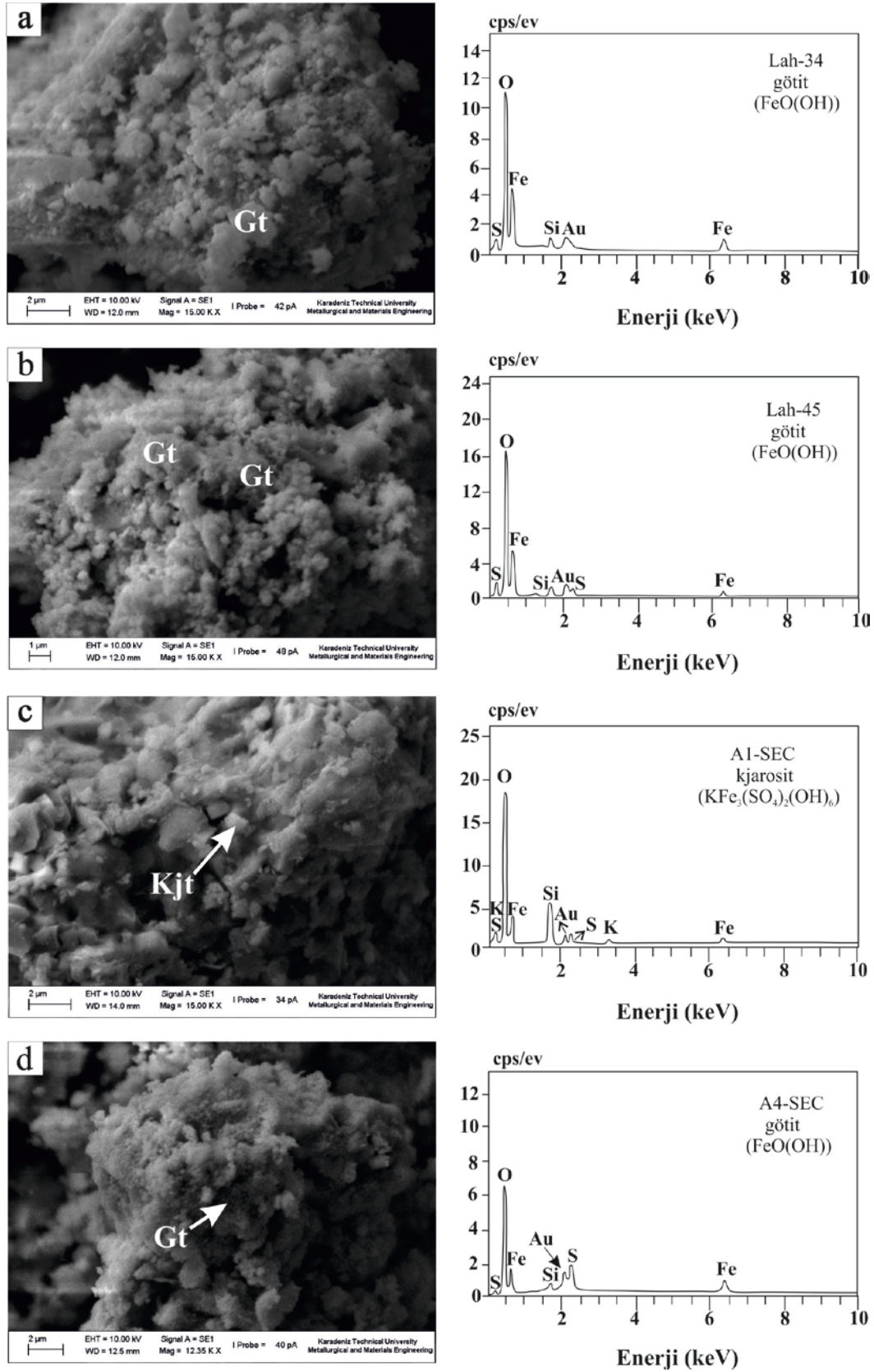


Üstteki denklemlerde yer alan bileşenlerden schwertmannit için log K değerleri yukarıda verilen araştırmacılardan alınmış, diğer bileşenlere ait log K değerleri ise PHREEQC programından elde edilmiştir. Schwertmannit için Bigham vd. (1996)'ya göre (Sch-3) yapılan hesaplama sonucunda kuru sezonda tüm örneklerde $D\dot{I}<0$ çıkmıştır (Tablo 4.28). Yağışlı sezonda ise sadece iki örnekte (Lah 3, 52) $D\dot{I}>0$ 'dır (Tablo 4.29). Yu vd. (1999)'a göre yapılan hesaplamada kuru sezonda üç örnek (KR 3, KR 4, A5); yağışlı sezonda ise toplam on örnek (KR 4, KR5, Lah 3, Lah 6, Lah 10, Lah 34, Lah 36, Lah 38, Lah 49, Lah 52) schwertmannit (sch-2) açısından aşırı doygün çıkmıştır (Tablo 4.28 ve Tablo 4.29). Kawano ve Tomita (2001) tarafından verilen log K değerine göre yapılan hesaplamada, her iki sezonda da galeri deşarjlarının olduğu derelerden alınan örnekler başta olmak üzere, toplam yirmi beş örnek schwertmannit (Sch-1) için aşırı doygün çıkmıştır. Majzlan vd. (2004)'e göre yapılan hesaplama sonuçları (Sch-4) Kawano ve Tomita (2001)'e göre yapılan hesaplama sonuçlarına benzerdir.

Karaerik, Killik ve Ağalık madenlerinin galeri deşarjlarında ve deşarjların yapıldığı dereler boyunca oluşan ikincil mineral örneklerini tanımlayabilmek için XRD ve SEM çekimleri yapılmıştır (Şekil 4.37, Şekil 4.38, Şekil 4.39, Şekil 4.40 ve Şekil 4.41). Killik (Lah 34 SEC ve Lah 45 SEC) ve Ağalık (A-1 SEC ve A-4 SEC) madenleri galeri deşarjlarından alınmış kahve renkli ikincil mineral örneklerinin XRD sonuçlarına göre götit, Jarosit-K ve kuvars mineralleri tespit edilmiştir (Şekil 4.37 a, b, c, d).



Şekil 4.37. Killik (Lah 34 SEC ve Lah 45 SEC) ve Ağalık (A-1 SEC ve A-4 SEC) madenleri galeri deşarjlarından alınmış kahve renkli çökellerin (ikincil mineral örneklerinin) X-ışınları difraktogramları (Gt, götit; KJt, KJarosit; K, kuvars)



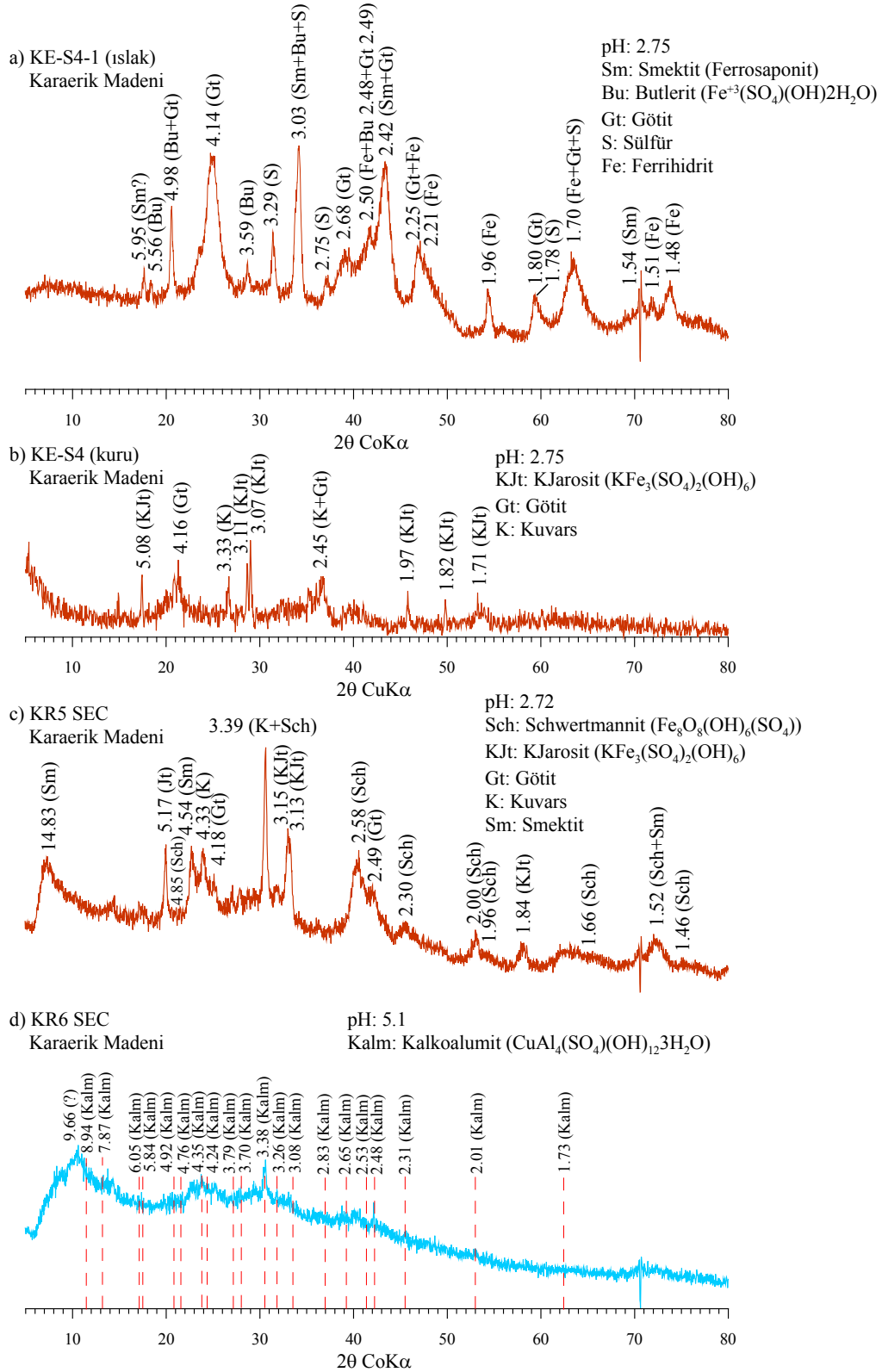
Şekil 4.38. Killik Madeni a) Lah 34 SEC b) Lah 45 SEC ile Ağalık Madeni c) A-1 SEC d) A-4 SEC numaralı ikincil mineral örneklerine ait SEM görüntüleri ve EDX spektrumları

Karaerik Madeni galeri deşarjının yapıldığı Acısu Dere üzerinden alınan kahve renkli KE-S4-1 numaralı örneğin XRD difraktogramında smektit (ferrosaponit), butlerit ($\text{Fe}^{+3}(\text{SO}_4)(\text{OH})2\text{H}_2\text{O}$), götit, kükürt ve ferrihidrit mineralleri belirlenmiştir (Şekil 4.39 a). Aynı yerden alınan KE-S4 numaralı örnekte ise Jarosit-K, götit ve kuvars tespit edilmiştir (Şekil 4.39 b). Acısu Dere üzerinden alınan KR5 SEC numaralı örnekte ise XRD difraktogramında schwertmannit ($(\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_6(\text{SO}_4))$), Jarosit-K, götit, kuvars ve smektit mineralleri tayin edilmiştir (Şekil 4.39 c). Karaerik Madeninde sadece cüruf etkisi altında olan dere boyunca alınan mavi renkli çökelin (KR6 SEC) XRD değerlendirmesi sonucunda kalkoalunit ($\text{CuAl}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_{12}3\text{H}_2\text{O}$) minerali olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.39 d).

KE-S4-1 ve KE-S4 numaralı örnekleri üzerinde yapılan SEM analizleri götit ve jarosit-K varlığını teyit etmiştir. Yapılan EDX analizleri söz konusu bu minerallerin bileşimleriyle uyumlu olacak şekilde bir bileşim vermiştir. Dolayısıyla bu iki örnek için XRD sonuçları SEM analizleriyle desteklenmiştir (Şekil 4.40 a ve b). KR5 SEC numaralı örnekte belirlenen schwertmannit mineralinin SEM görüntüsü küresel olup deniz kirpisi morfolojisi ile tanımlanmaktadır (Şekil 4.41 c, d ve e). Aynı örnekte belirlenen Jarosit-K yalancı kübik şekilde görülmektedir. KR6 SEC örneğinde belirlenen kalkoalunit SEM çekimlerinde yıldız şeklinde görülmektedir (Şekil 4.41 f). Örneklerin XRD çekimleri ve SEM analizleri sonucunda elde edilen veriler schwertmannitin varlığını kesin olarak ortaya koymuştur. Bu nedenle söz konusu bu mineral için doygunluk indeksi hesaplamalarında Bigham vd. (1996)'nın haricindeki diğer log K değerleri dikkate alınabilecek niteliktedir.

Bakır bileşikleri açısından irdelendiğinde, her iki sezonda da Cu çözünürlüğünün oksihidroksi-sülfatlar tarafından (örneğin antlerit, brokantit, langite, tenorit ve kuprit) sağlandığı belirlenmiştir. Doymuluk indeksleri her iki sezonda da örneklerin tamamına yakını için negatif çıktığından ($D\dot{I}<0$) bu mineraller tablolarda gösterilmemiştir. Ayrıca Karaerik Madeni cüruf etkisi altındaki dere üzerinden alınan KR 6 numaralı su örneğinin alındığı yerden alınan mavi renkli çökelin (KR 6 SEC), XRD çekimi ve SEM analizi sonucunda kalkoalunit ($\text{CuAl}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_{12}3\text{H}_2\text{O}$) olduğu tespit edilmiştir. Bu minerale ait yayınlanmış bir log K değeri bulunamadığından $D\dot{I}$ hesaplanamamıştır.

Her iki sezonda da maden çevrelerinden alınan kısmen galeri deşarjları tarafından kirletilmiş olan, ancak bağlanan temiz yan kollar sayesinde güçlü şekilde seyrelmenin geliştiği ve sonuçta pH' in asidik koşullardan nötr koşullara çıktığı örnekler (KR 6, KR 7, KR 8, KR 9, KR 10, Lah 3, Lah 6, Lah 25, Lah 38, Lah 39 ve Lah 52) alüminosilikat minerallerine (baydellit ($\text{NaKMg}_{0.5})_{0.11}\text{Al}_{2.33}\text{Si}_{3.67}\text{O}_{10}(\text{OH})_2$), K-mika ($\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$),

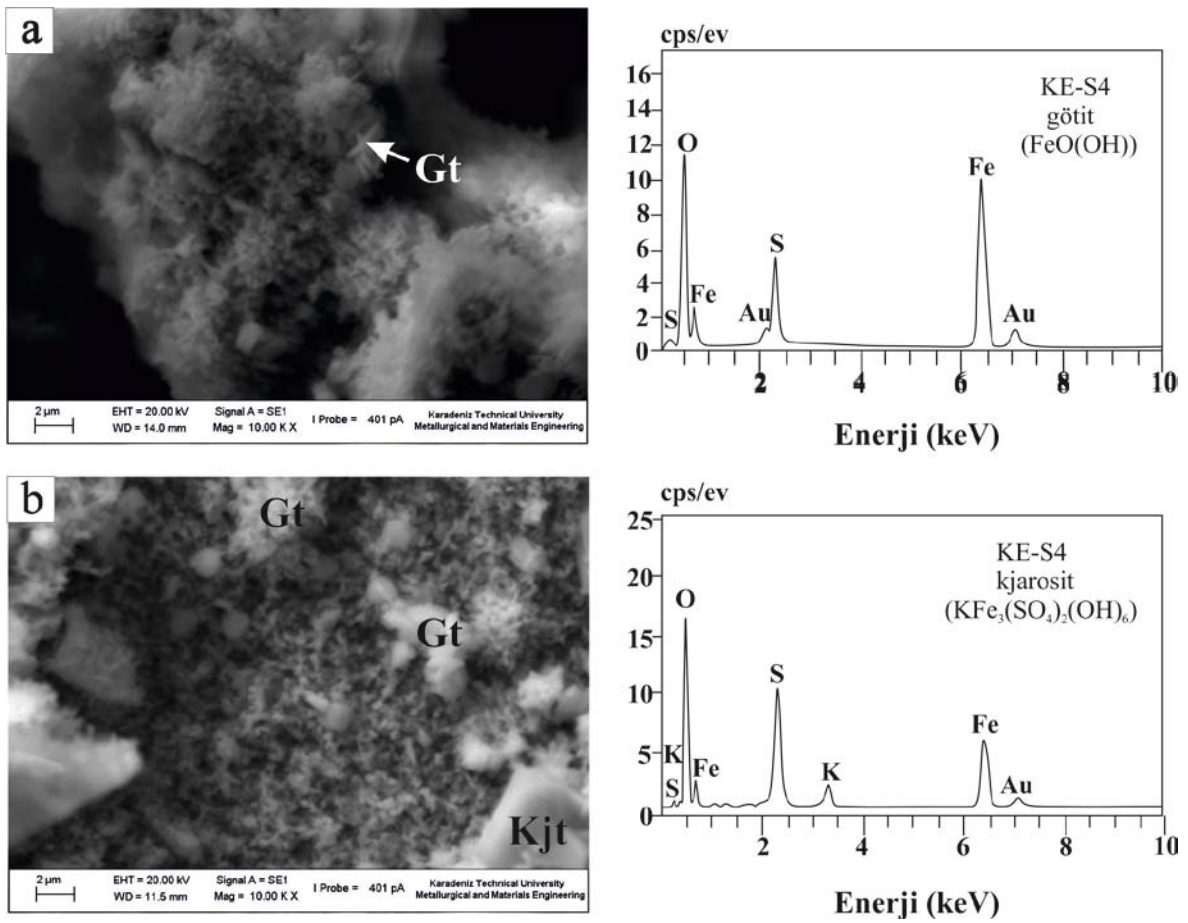


Şekil 4.39. Karaerik Madeni Acısu Dere boyunca gelişen a) KE-S4-1 SEC b) KE-S4 SEC c) KR5 SEC numaralı ikincil mineral örnekleri ile cüruf etkisi altındaki dere boyunca gelişen d) KR6 SEC numaralı ikincil mineral örneğine ait X-ışınları difraktogramları (Gt, götit; KJt, KJarosit; K, kuvars; Sm, smektit; Bu, butlerit; S, sülfür; Fe, ferrihidrit; Sch, schwertmannite; Kalm, kalkoalunit)

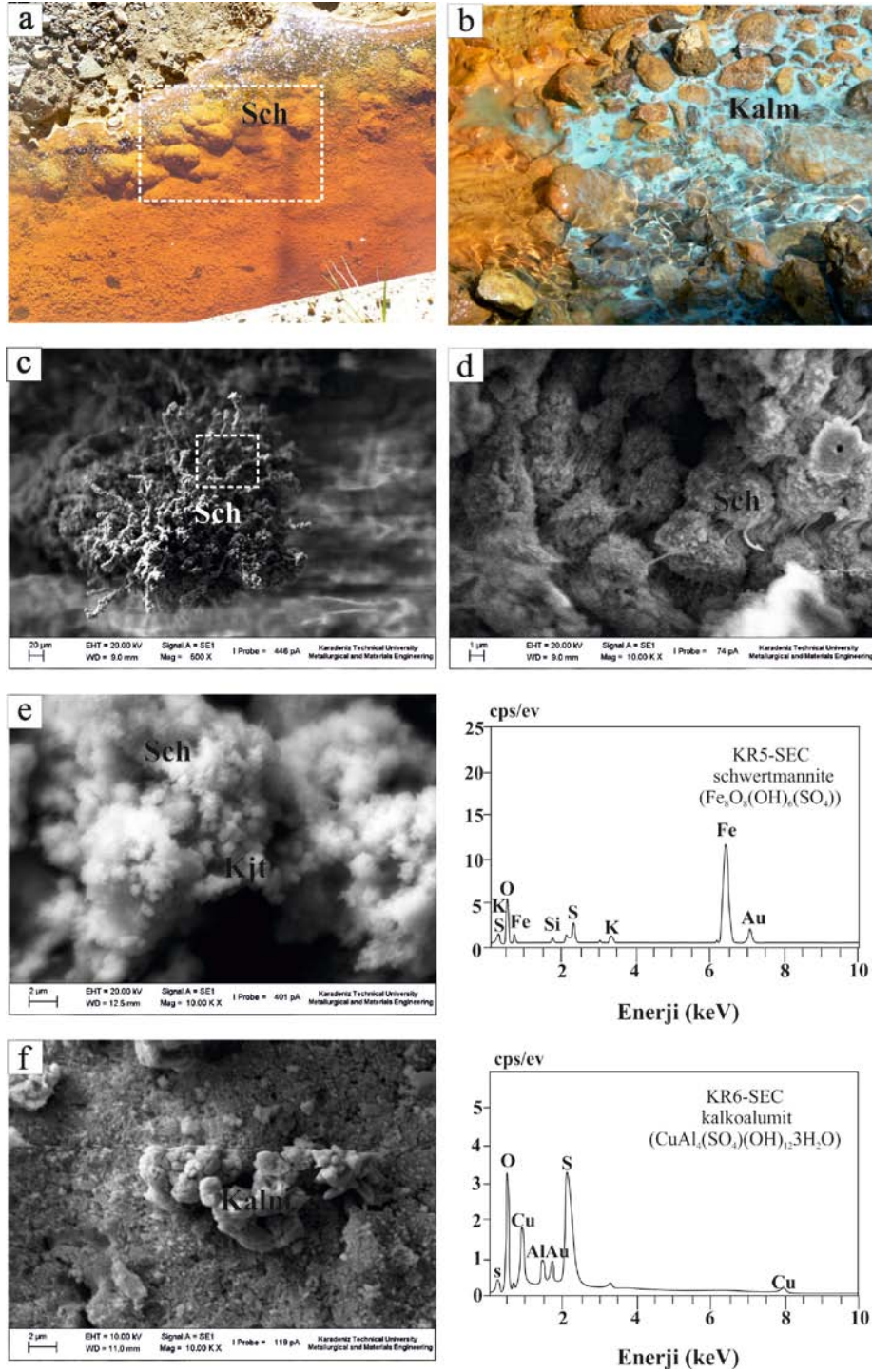
leonhardit $(Ca_2Al_4Si_8O_{24} \cdot 7H_2O)$, MontmorillonitBF $(HNaK)_{0.09}Mg_{0.29}Fe_{0.24}Al_{1.57}Si_{3.93}O_{10}(OH)_2$, profilit $(Al_2Si_4O_{10}(OH)_2)$ ve kaolinit $(Al_2Si_2O_5(OH)_4)$ için aşırı doygundur (Tablo 4.28 ve Tablo 4.29).

Barit $(BaSO_4)$, örneklerin çoğunda aşırı doygun olmakla birlikte geri kalan örneklerde de doygunluğa oldukça yakın çıkmaktadır. Bu durum Ba konsantrasyonunun baritin çözünürlüğü ile kontrol edildiğini desteklemektedir (Fuge vd., 1994).

Kuvars, Lahanos atığı (yağışlı sezon) ve direk atık etkisindeki Lah 13 ve Lah 27 numaralı örnekler haricinde diğer tüm örneklerde aşırı doygun çıkmıştır.



Şekil 4.40. Karaerik Madeni KE-S4 numaralı ikincil mineral örneğine ait SEM görüntüleri ve EDX spektrumları (Gt, götit; Kjt, KJarosit)



Şekil 4.41. a) Karaerik Madeni Acısu Dere boyunca alınan kahve renkli (KR5 SEC) ikincil mineral örneği, c, d ve e) KR5 SEC örneğindeki deniz kırıpsı şeklinde schwertmannit ile yalancı kübik Jarosit-K minerallerinin SEM görüntüleri ve EDX spektrumları. b) cüruf etkisi altındaki isimsiz dere boyunca gelişen mavi renkli çökelti (KR6 SEC) ile f) bu çökeltiden elde edilen kalkoalunit mineralinin SEM görüntüsü ve EDX spektrumu (Sch, schwertmannit; Kjt, KJarosit; Kalm, kalkoalunit)

4.3. Dere Kumları

Kuru sezonda (Ağustos 2010) Karaerik, Karılar, Ağalık, Killik, Kızılkaya ve Lahanos Madenleri' nin galeri deşarjları ile bu deşarjların kirlettiği dereler (asidik maden drenajları) boyunca alınan su örnek noktalarını ve madenlerin etrafındaki cüruf yığınlarından etkilenen derelere ait örnek noktalarını kapsayacak şekilde dere kumu örnekleme yapılmıştır. Bu örnek noktalarına her iki örnekleme süresince aktif olarak işletilmekte olan Lahanos Madeni atığı ile (Lah-43 Sed) ile atığın kirlettiği Kızıl Dere boyunca alınan örnekler de dahil edilmiştir (Lah- 13 Sed ve Lah-27 Sed). Ancak istatistiksel hesaplamalarda Lah-43 Sed örneği hariç tutulmuştur (Tablo 4.30). Çünkü örnekleme periyodunda katı atık doğrudan dereye deşarj edilmeyip atık havuzunda depolanmıştır. Ayrıca madenlerden etkilenmeyen örneklere, bölgesel referans örneklerine ve doğal olarak asidik özellik gösteren su örneklerine ait dere kumları da örneklenmiştir. Alınan toplam 88 adet dere kumu ile 1 adet atık örneğinin ana oksit ve iz element analizi yapılmıştır (Tablo 4.30). Alınan tüm dere kumu örnekleri kirlenmiş sahalar ve kirlenmemiş sahalardan alınanlar olmak üzere iki grup halinde aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

4.3.1. Dere Kumlarının Kimyasal Bileşimi

4.3.1.1. Kirlenmiş Bölgelerdeki Dere Kumlarının Kimyasal Bileşimi

Kirlenmiş su örneklerinin alındığı noktalarda alınan dere kumlarında SiO₂ değerleri % 19.18 ile % 73.84 arasında değişmekte olup, bu değerler sırasıyla Ağalık Madeni galeri deşarjı etkisinde olan A-4 SED ve Lahanos Madeni atığına en yakın olan Lah 13 SED numaralı örneklere aittir (Tablo 4.30).

Örnekleredeki Fe₂O₃ miktarı % 4.17- % 46.87 arasında değişmektedir. En düşük Fe₂O₃ değeri Lahanos Madeni atığına en yakın örneğe (Lah 13 SED' e); en yüksek Fe₂O₃ değeri ise Ağalık Madeni A-4 örneğine aittir. En yüksek SiO₂ içeriğine sahip örnek (Lah 13 SED) aynı zamanda en düşük Fe₂O₃ içeriğine sahiptir. En yüksek SiO₂ değeri atığa en yakın örnekte belirlenmiş olup, bu durum muhtemelen Lahanos madeninden mineral zenginleştirme işlemleri sonucunda atılan kil ve kuvars gibi silis içeren bileşenlerin uzun yıllar boyunca atık havuzunda tutulmayıp doğrudan vadiye bırakılmasından ve burada çökmesinden kaynaklanmaktadır. (Şu anda kullanılmakta olan atık havuzuna bırakılan)

Lahanos madeni atık örneğinde (Lah 43 SED) ise % 12.56 SiO₂ ve % 43.21 Fe₂O₃ bulunmaktadır. SiO₂ ve Fe₂O₃ arasında gelişen $r = -0.87$ değerindeki ($p < 0.01$, $n=38$) yüksek negatif ilişki yukarıda silis ve demir arasında bahsedilen ilişkinin madenden kaynaklandığının göstergesidir (Tablo 4.31). Bu ilişki tamamiyle başlıca cevher minerali olan pirit ve gang minerali olan kuvarstan ileri gelmektedir.

Kirlenmiş su örneklerinin dere kumları % 3.9- % 15.12 arasında Al₂O₃, % 0.19- % 2.94 MgO, % 0.04- % 1.68 CaO, % 0.06- % 2.16 Na₂O, % 0.38- % 2.19 K₂O içermektedir (Tablo 4.30). Ayrıca bu dere kumlarında % 0.2- % 1.35 TiO₂, % 0.03- % 0.16 P₂O₅, % <0.01- % 0.16 MnO, % <0.002- % 0.037 Cr₂O₃, % 0.2- % 4.23 toplam C bulunmaktadır (Tablo 4.30). MgO, CaO, Na₂O, P₂O₅ ve MnO' e ait en düşük değerler Killik Madeni galeri deşarjı etkisinde olan Lah 45 SED numaralı örneğe aittir. Fe₂O₃ ile Al₂O₃, MgO, CaO, Na₂O ve K₂O arasında negatif korelasyonlar bulunmaktadır (sırasıyla $r = -0.71$, $r = -0.48$, $r = -0.44$, $r = -0.60$, $r = -0.72$).

Dere kumlarındaki toplam S miktarı % 0.15- % 31.28 arasında olup, en yüksek değer (% 31.28) Karılar Madeni galeri deşarjının olduğu Kızıl Dere üzerinden alınan KR 19 SED numaralı örneğe aittir (Tablo 4.30). Zira örnek içerisinde görülen piritler bu demirin kaynağıdır. İstatistiksel hesaplama dahil edilmeyen Lahanos Madeni atık örneğinde ise % 37.19 toplam S bulunmaktadır. Dere kumları içerisindeki toplam S ile Fe₂O₃ arasında gelişen orta derecede pozitif ilişki ($r = 0.59$) toplam S' ün bir kısmının pirit kaynaklı olduğunu ifade etmektedir (Tablo 4.31).

Arsenik 39.5- 2265.4 ppm arasında değişmekte olup, ortalaması 434.35 ppm' dir. Bu yüksek As değerleri demir ile iyi gelişmiş bir pozitif korelasyon sunar ($r = 0.78$; Tablo 4.31). Bu durum As ile demir bileşikleri arasında bir çökeltme ilişkisinin olması gerektiğini düşündürür. Zira, Bölüm 4.2'de verilen "dere sularının kimyasal bileşimleri" bölümü ile "doygunluk indeksi" hesaplamalarında demirin yer yer çökeldiği ve aşırı doymun zonlar oluşturduğu belirlenmiştir. Böylesine zonlarda çökelen veya kolloidler oluşturan demir bileşikleri (amorf demir veya Fe-oksit-hidroksitler) çözelti içinde taşınan arseniği absorbe etmiş olabilirler.

Dere kumu örneklerinde 0.4 ile 23.1 ppm arasında Ag ve önemli sayılabilecek değerlerde (32.4 ile 1471 ppb) Au bulunmaktadır. En yüksek As ve Au değerleri Karaerik Madeni galeri deşarjının olduğu Acısu Dere boyunca alınan dere kumu örneklerinden (KR 1 SED ve KR 2 SED) elde edilmiştir. As ile Ag ve Au arasında sırasıyla $r = 0.85$ ve $r = 0.84$ değerlerinde yüksek pozitif ilişki bulunmaktadır. İlaveten As, Ba, Hg ve Pb ile yüksek, Cu

ile de orta derecede pozitif korelasyonlar göstermektedir (Tablo 4.31). Ag ile Au elementleri Fe₂O₃, Ba, Cd, Cu, Hg, Pb, S, Sr ve Zn ile de pozitif korelasyonlar sunmaktadır (Tablo 4.31).

Dere kumlarında Ba içerikleri son derece geniş bir aralık oluşturur. 772 ile >50000 ppm arasında değişen Ba, ortalama 10164 ppm (%1,02)' dir. Ba ve Sr elementlerinin jeokimyasal özelliklerinin birbirlerine benzemelerinden ötürü aralarında $r=0.84$ değerinde yüksek pozitif ilişki bulunmaktadır. Ayrıca Ba elementi Fe₂O₃, As, Ag, Au, Hg ve Pb ile de yüksek pozitif ilişkiler göstermektedir (Tablo 4.31).

Dere kumlarında önemli bir kirletici olarak öne çıkan Cd çalışılan sahada düşük konsantrasyonlar vermiştir. Ortalama Cd değerinin 3.26 ppm olarak belirlendiği sahada, genel dağılım 0.1 ile 22.6 ppm arasında değişmektedir. Kadmiyum'un jeokimyasal özelliklerinin çinkoya çok benzemesinden ötürü aralarında $r=0.94$ değerinde mükemmel ilişki ortaya çıkmıştır (Tablo 4.31).

Örneklerdeki Co konsantrasyonu 1.3 ile 47.5 ppm arasında değişmektedir. Örneklerdeki Co değerlerinin ortalaması 10.45 ppm'dir. Co, Cu ile orta derecede ($r=0.57$) korelasyon göstermektedir.

Kirlenmiş su örneklerinin dere kumlarındaki Cu miktarı 108.8 ile 2598.6 ppm arasında değişmekte olup, ortalaması 744.16 ppm' dir. Cu ile Pb ve Sr arasında orta derecede (sırasıyla $r=0.59$ ve $r=0.57$) ve Cu ile Zn arasında yüksek derecede ($r=0.70$) pozitif korelasyon hesaplanmıştır. Bu ilişki kalkopirit ve sfalerit birlikteliğinden kaynaklanmaktadır.

Analiz edilen diğer elementlerden Hg 0.14 ile 10.68 ppm, Mo 1.8 ile 414.4 ppm ve Ni 0.3 ile 10.3 ppm arasında değişmektedir. Hg ile Pb arasında yüksek pozitif ilişki ($r=0.83$) belirlenmiştir. Mo ile Pb arasında zayıf ilişki ($r=0.41$) mevcuttur. Hg, Cd ve Mn gibi metaller sfalerit içinde katı çözeltiler halinde bulunmaktadır. Sfalerit içindeki Cd ve Mn konsantrasyonlarının % 5'e ulaştığı, Hg konsantrasyonunun ise % 0.5'e ulaştığı bilinmektedir (Piatak vd., 2004). Hg ile Cd arasında belirlenen yüksek korelasyon ($r=0.7$) bu yargıyı desteklemektedir.

Örneklerdeki Pb konsantrasyonu 87 -1717.5 ppm, Sr konsantrasyonu 45.1- 890 ppm ve Zn konsantrasyonu 84 -3629 ppm arasındadır. Pb elementi ile Sr arasında $r=0.72$, Zn arasında da $r=0.61$ değerinde korelasyon hesaplanmıştır.

En yüksek Ag, Ba, Cd, Hg, Sr ve Zn konsantrasyonları Kızılkaya Madeni galeri deşarjı etkisinde bulunan dereden alınan Lah 48 SED numaralı örnekten elde edilmiştir. En

yüksek Ba değerinin bu madende belirlenmesi, burada barit mineralinin diğer madenlere oranla daha fazla bulunmasından kaynaklanmaktadır.

Dere kumlarındaki en yüksek Cu ve Pb değerleri ise Killik Madeni galeri deşarjının olduğu Kavakgüneyi Dere üzerinden alınan sırasıyla Lah 36 SED ve Lah 45 SED numaralı örneklerde belirlenmiştir.

Lahanos Madeni atık havuzuna deşarj edilen atık örneğinde (Lah 43 SED) 2561 ppm As, 36 ppm Ag, 1717.7 ppb Au, 21927 ppm Ba, 34.3ppm Cd, 49 ppm Co, > 10000 ppm Cu, 6.35ppm Hg, 87.4 ppm Mo, 24.8 ppm Ni, 2159 ppm Pb, 437.4 ppm Sr ve 6543 ppm Zn bulunmaktadır. Atık örneğindeki özellikle Cu, Zn ve Au miktarları oldukça yüksektir.

Dere kumlarındaki elementlerin konsantrasyonlarının madenlere göre ortalama değerleri karşılaştırıldığında As, Au, Co, Mo ve Pb elementlerine ait en yüksek ortalama değer Karaerik Madeni çevresinden; Ag, Ba, Hg ve Sr elementlerine ait en yüksek ortalama değerler Kızılkaya Madeni çevresinden; Cd, Cu ve Zn elementlerine ait en yüksek ortalama değerler Killik madeni çevresinden ve Ni ile Al_2O_3 'e ait en yüksek ortalama değer ise Lahanos Madeni çevresinden alınan örneklerde tespit edilmiştir. En yüksek ortalama Fe_2O_3 ve toplam S değerleri ise Karılar Madeni çevresinden alınan örneklerden elde edilmiştir. Bu durum, bu yöreden alınan örneklerin makroskobik incelenmesinden de anlaşılmaktadır. Zira, diğer maden sahalarında da piritin dere kumu içerisinde makroskobik olarak gözlenebilmesişne karşın, Karılar Madeni çevresinden alınan dere kumu örnekleri pirit açısından çok daha zengin gözükmektedir.

4.3.1.2. Kirlenmemiş Bölgelerdeki Dere Kumlarının Kimyasal Bileşimi

Kirlenmemiş su örneklerine ait dere kumlarında SiO_2 değerleri % 53.48 ile % 75.31 arasında değişmekte olup, ortalaması % 65.40' dır. En düşük değer Espiye merkezden geçen dere üzerinden alınan Lah 75 numaralı örneğe, en yüksek değer ise Lah 61 numaralı referans örneğine aittir (Tablo 4.32). Bu örneklerdeki Fe_2O_3 miktarı ise % 2.88- % 12.74 arasında yer almaktadır. Fe_2O_3 'e ait en düşük değer Ağalık Madeni çevresinden alınan A-2 SED, en yüksek değer ise Lahanos Madeni çevresinden alınan Lah 1 SED örneğinde tespit edilmiştir. Tüm bu örneklerde SiO_2 ve Fe_2O_3 arasında negatif bir ilişki ($r = -0.57$) hesaplanmıştır (Tablo 4.33).

Tablo 4.30. Kirilenmiş bölgelerdeki dere kumu örneklerine ait ana oksit ve iz element analiz sonuçları ve bazı temel istatistik parametreleri

Örnek Yeri	Örnek No	Ana Oksitler (%)														%		
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	AK	Toplam C	Toplam S	Toplam		
Karaerik Madeni	KR-1 SED	55.15	6.22	21.02	0.63	0.22	0.35	1.16	0.50	0.09	0.02	0.004	10.3	0.85	1.69	95.60		
	KR-2 SED	63.04	12.90	5.99	1.30	1.18	0.71	1.63	0.60	0.07	0.09	<0.002	12.1	0.24	7.94	99.56		
	KR-3 SED	55.33	7.44	15.06	0.84	0.34	0.33	1.26	0.70	0.07	0.02	0.003	12.7	0.77	2.97	94.08		
	KR-4 SED	50.30	11.52	15.09	1.59	0.79	0.72	1.79	0.62	0.08	0.05	0.003	16.1	1.33	0.97	98.67		
	KR-5 SED	35.54	7.99	27.85	1.07	0.57	0.58	1.67	0.46	0.09	0.03	0.002	22.7	1.24	2.14	98.50		
	KR-6 SED	59.35	13.52	8.60	0.98	1.06	0.67	1.64	0.81	0.10	0.10	0.003	12.2	0.60	0.46	99.05		
	KR-7 SED	53.45	9.76	17.38	0.71	0.39	0.38	1.35	0.60	0.11	0.03	0.005	13.2	1.92	0.92	97.39		
	KR-8 SED	61.23	12.71	5.93	1.29	1.16	0.70	1.60	0.53	0.07	0.09	<0.002	14.3	0.29	0.15	99.59		
	KR-9 SED	53.63	15.12	12.46	0.79	0.45	0.41	1.22	0.67	0.16	0.16	0.004	14.2	0.65	0.29	99.27		
	KR-10 SED	62.89	13.71	7.19	0.89	0.55	0.45	1.52	0.52	0.13	0.09	0.002	11.7	0.75	0.24	99.62		
Karılar Madeni	KR-17 SED	56.36	12.44	8.97	0.62	0.27	0.32	0.88	0.66	0.10	0.05	0.007	19.1	4.23	0.40	99.81		
	KR-18 SED	23.27	4.44	42.20	0.20	0.25	0.19	0.52	0.38	0.04	<0.01	0.004	27.5	1.26	14.75	99.01		
	KR-19 SED	23.66	3.90	41.59	0.22	0.16	0.13	0.38	0.27	0.03	<0.01	0.003	28.6	0.45	31.28	98.98		
	KR-20 SED	28.30	5.33	37.77	0.33	0.43	0.34	0.40	0.59	0.04	0.02	<0.002	24.6	0.64	25.87	98.10		
	KR-21 SED	55.62	8.85	13.97	0.49	0.96	0.77	0.98	1.35	0.06	0.04	<0.002	12.1	0.53	2.09	95.16		
	KR-22 SED	56.08	10.64	13.20	0.70	1.08	0.88	1.09	1.20	0.09	0.06	0.002	12.7	1.31	1.27	97.67		
Ağalık Madeni	A-1 SED	65.72	10.35	9.63	0.50	0.43	0.57	0.82	0.50	0.05	0.02	<0.002	10.2	0.59	0.44	98.78		
	A-4 SED	19.18	3.92	46.87	0.20	0.07	0.10	0.48	0.20	0.05	0.02	<0.002	28.4	1.87	2.79	99.47		
	LAH-3 SED	60.65	14.89	5.18	0.87	0.81	0.87	1.52	0.39	0.09	0.07	0.002	14.4	2.82	0.17	99.78		
Lahanos Madeni	LAH-6 SED	63.75	13.62	5.72	0.93	0.62	0.98	1.93	0.54	0.08	0.04	0.003	11.5	1.91	0.28	99.67		
	LAH-7 SED	66.74	12.37	6.43	0.88	0.54	1.06	2.01	0.69	0.07	0.04	0.002	8.6	0.94	0.36	99.45		
	LAH-2 SED	69.77	12.82	5.46	0.98	0.32	0.79	2.05	0.60	0.10	0.03	0.004	6.8	0.40	0.64	99.74		
	LAH-8 SED	65.31	12.84	6.02	0.91	0.47	0.85	2.02	0.63	0.09	0.05	0.003	10.4	1.54	0.48	99.61		
	LAH-9 SED	66.60	13.05	5.82	1.00	0.47	0.84	2.10	0.56	0.09	0.04	0.003	9.1	0.97	0.62	99.70		

AK: Ateşte kayıp

Lahanos atık örneği (Lah 43) istatistiksel hesaplamalara dahil edilmemiştir.

Tablo 4.30' un devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Ana Oksitler (%)														%		
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	AK	Toplam C	Toplam S	Toplam		
Lahanos Madeni	LAH-10 SED	66.73	12.73	6.78	0.96	0.40	0.79	1.99	0.60	0.08	0.04	0.004	8.6	0.65	0.81	99.69		
	LAH-12 SED	62.82	14.69	6.00	1.09	0.52	0.80	2.19	0.55	0.11	0.05	0.004	10.8	1.77	0.57	99.64		
	LAH-13 SED	73.84	10.91	4.17	1.22	1.18	1.07	1.62	0.51	0.06	0.06	0.037	5.0	0.36	0.37	99.69		
	LAH-25 SED	71.40	12.37	4.82	0.76	0.51	0.65	2.08	0.49	0.10	0.03	0.002	6.6	0.23	1.14	99.83		
	LAH-27 SED	73.32	11.36	5.02	0.68	0.28	0.47	1.87	0.51	0.09	0.02	<0.002	6.2	0.20	1.79	99.80		
Atık	LAH-43 SED	12.56	2.82	43.21	0.44	1.06	0.10	0.35	0.12	0.05	0.04	0.034	29.8	0.14	37.19	90.56		
Kilik Madeni	LAH-36 SED	66.80	7.79	10.98	0.59	0.08	0.34	1.47	0.45	0.04	0.01	<0.002	9.9	1.17	4.68	98.40		
	LAH-38 SED	60.19	11.48	9.84	1.27	0.22	1.25	1.62	0.56	0.07	0.05	<0.002	12.9	3.02	2.40	99.47		
	LAH-39 SED	53.55	15.08	11.49	2.56	1.68	2.16	1.32	0.75	0.08	0.11	0.010	10.4	1.59	1.95	99.16		
	LAH-45 SED	30.60	5.47	38.62	0.19	0.04	0.06	1.26	0.28	0.03	<0.01	0.003	19.5	0.87	3.64	96.07		
	LAH-48 SED	54.80	7.36	15.90	0.76	0.13	0.11	1.51	0.42	0.09	0.01	0.002	12.3	1.80	2.28	93.39		
Kızilkaya Madeni	LAH-49 SED	56.51	7.93	14.33	0.97	0.10	0.09	1.61	0.39	0.07	0.01	<0.002	13.0	2.75	1.53	95.03		
	LAH-50 SED	66.96	11.40	7.21	2.29	0.14	0.85	1.93	0.64	0.09	0.04	<0.002	8.1	0.66	2.40	99.66		
	LAH-52 SED	66.21	11.24	8.23	2.35	0.55	1.20	1.68	0.74	0.08	0.05	0.007	7.2	0.37	3.32	99.52		
	LAH-58 SED	63.15	11.66	8.57	2.94	0.14	1.19	1.50	0.98	0.13	0.04	<0.002	8.7	1.10	0.54	98.95		
	Dedeksiyon limiti	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.002	-5.1	0.02	0.02	0.01	
Minimum	19.18	3.9	4.17	0.19	0.04	0.06	0.38	0.2	0.03	<0.01	<0.002	5	0.2	0.15	93.39			
Maksimum	73.84	15.12	46.87	2.94	1.68	2.16	2.19	1.35	1.35	0.16	0.16	28.6	4.23	31.28	99.83			
Aritmetik Ortalama	56.26	10.57	14.14	0.99	0.51	0.66	1.47	0.59	0.59	0.08	0.05	0.004	13.23	1.17	3.33	98.54		
Geometrik Ortalama	53.74	9.95	10.90	0.81	0.38	0.51	1.35	0.55	0.55	0.08	0.03	0.003	12.08	0.90	1.27	98.53		
Standart sapma	14.33	3.26	11.91	0.63	0.38	0.42	0.49	0.22	0.03	0.03	0.03	0.01	6.11	0.89	6.61	1.74		
Medyan	60.42	11.44	9.3	0.89	0.44	0.69	1.56	0.56	0.08	0.04	0.04	0.003	12.1	0.91	1.21	99.36		
Mod	19.18	12.37	4.17	0.2	0.14	0.34	1.26	0.6	0.09	0.04	0.04	0.002	8.6	0.65	2.4	99.47		
Skewness	-1.38	-0.65	1.67	1.54	1.13	1.14	-0.73	1.51	0.36	1.52	5.38	1.31	1.54	3.40	3.40	-1.73		
Kurtosis	1.11	-0.61	1.68	2.50	0.98	3.11	-0.13	3.85	0.82	2.91	31.02	1.13	2.73	11.54	11.54	1.99		
25%	53.61	7.90	6.00	0.63	0.22	0.34	1.21	0.48	0.07	0.02	0.02	0.002	9	0.58	0.46	98.33		
75%	66.31	12.86	15.29	1.12	0.66	0.86	1.89	0.66	0.09	0.05	0.05	0.004	14.33	1.64	2.50	99.66		
95%	73.35	15.08	42.43	2.58	1.21	1.30	2.10	1.21	0.13	0.11	0.11	0.011	28.41	3.08	26.14	99.81		

Tablo 4.30' un devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Ppm													
		As	Ag	Au (ppb)	Ba	Cd	Co	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sr	Zn	
Kararık Madeni	KR-1 SED	2265.4	21.3	991.8	34036	1.0	10.4	1062.1	2.42	414.4	3.7	1554.0	530.9	394	
	KR-2 SED	679.1	15.3	1470.7	1491	5.2	16.9	1112.2	3.98	95.8	1.0	1418.8	177.4	1170	
	KR-3 SED	932.8	12.7	721.2	48701	2.8	11.0	822.9	2.89	158.4	1.9	1108.9	746.9	704	
	KR-4 SED	755.7	7.0	349.7	9379	1.3	11.7	665.3	1.32	89.7	3.6	603.0	207.2	376	
	KR-5 SED	1973.8	6.2	324.4	10832	1.1	9.1	685.7	1.27	229.2	2.5	532.6	222.1	304	
	KR-6 SED	124.4	2.8	119.1	5426	0.8	29.3	1474.8	0.36	17.9	2.8	220.2	192.2	544	
	KR-7 SED	557.2	18.2	812.9	18381	1.3	18.2	1672.9	3.16	99.1	2.9	821.4	351.9	527	
	KR-8 SED	51.4	1.7	71.2	1326	0.9	17.3	884.9	0.23	6.6	1.4	165.8	179.4	292	
	KR-9 SED	172.7	2.7	114.2	3839	0.5	47.5	1080.5	0.32	19.5	5.0	280.3	127.4	297	
	KR-10 SED	107.7	1.8	77.1	1670	0.3	22.2	742.5	0.28	10.2	2.8	160.0	101.9	211	
Karlar Madeni	KR-17 SED	59.6	0.6	32.8	1024	0.1	4.9	108.8	0.14	3.1	6.2	96.2	110.9	84	
	KR-18 SED	520.8	7.4	434.2	5636	3.3	9.7	650.4	1.42	28.4	0.7	278.5	114.9	1070	
	KR-19 SED	538.7	8.1	513.0	5343	2.5	11.4	1008.9	1.26	28.2	1.8	362.6	105.8	790	
	KR-20 SED	282.1	4.5	324.4	13749	3.8	12.1	531.3	1.06	14.0	1.5	209.0	227.5	1322	
	KR-21 SED	466.1	5.1	324.5	37546	6.1	4.5	1594.1	1.59	22.4	0.3	622.7	566.1	2143	
	KR-22 SED	227.5	3.7	128.3	17601	2.1	11.2	767.6	0.63	19.4	2.8	414.4	344.4	976	
Ağalık Madeni	A-1 SED	259.2	9.5	89.9	9150	1.1	3.4	329.5	0.69	3.1	1.1	596.0	238.2	215	
	A-4 SED	1365.3	14.9	113.8	3447	0.3	1.7	180.5	0.94	1.8	1.0	433.9	68.4	85	
	LAH-3 SED	59.9	1.9	77.9	772	0.9	6.7	382.4	0.54	46.4	4.7	167.6	76.4	279	
	LAH-6 SED	99.7	2.4	87.0	1546	0.8	5.6	377.7	0.66	64.4	4.3	197.5	102.5	259	
	LAH-7 SED	87.0	1.2	79.1	3934	0.8	4.7	189.4	0.48	47.2	4.4	140.8	138.0	231	
	LAH-2 SED	92.6	0.4	55.1	1150	0.6	4.9	219.5	0.36	56.8	5.6	114.4	66.8	198	
Lahanos Madeni	LAH-8 SED	92.1	1.3	71.3	2079	0.6	5.8	307.6	0.54	37.9	4.7	169.0	104.2	234	
	LAH-9 SED	86.3	0.8	87.4	1301	1.1	6.6	347.5	0.56	68.6	6.4	168.6	87.4	304	

Tablo 4.30' un devamı

Örnek Yeri	Örnek No	ppm												
		As	Ag	Au (ppb)	Ba	Cd	Co	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sr	Zn
Lahanos Madeni	LAH-10 SED	101.6	1.4	176.9	1748	0.6	5.7	180.3	1.02	50.3	5.5	166.3	73.8	206
	LAH-12 SED	130.5	1.1	111.0	1212	1.6	7.7	522.5	0.77	119.5	6.3	270.6	87.7	530
	LAH-13 SED	39.5	0.6	69.2	806	3.2	8.2	364.9	0.75	11.7	2.9	286.5	68.1	916
	LAH-25 SED	92.4	0.4	32.4	865	0.3	6.0	116.3	0.28	24.8	3.4	87.0	75.3	131
	LAH-27 SED	105.8	0.5	45.3	1041	0.7	7.0	144.0	0.39	15.5	2.7	89.4	62.8	243
Atık	LAH-43 SED	2561.0	36.0	1717.7	21927	34.3	49.0	>10000.0	6.35	87.4	24.8	2159.0	437.4	6543
Kilitli Madeni	LAH-36 SED	565.9	5.4	210.9	7901	13.7	10.2	2598.6	2.43	20.6	1.6	352.8	172.5	2486
	LAH-38 SED	178.1	1.7	83.1	2362	3.8	9.1	986.2	0.63	6.1	3.8	218.1	74.0	736
	LAH-39 SED	104.4	1.1	41.6	2150	4.9	31.1	2488.4	0.39	3.6	10.3	183.7	132.0	1325
	LAH-45 SED	1572.1	21.1	1002.6	28106	13.5	3.7	1420.9	5.55	63.3	0.4	1717.5	427.2	2640
Kızılkaya Madeni	LAH-48 SED	889.1	23.1	696.3	>50000	22.6	1.3	860.4	10.68	39.5	1.6	1340.9	889.8	3629
	LAH-49 SED	597.8	21.1	654.8	38823	13.8	1.5	491.4	8.75	34.0	2.1	1166.8	673.7	2099
	LAH-50 SED	78.5	1.5	43.2	1683	1.5	5.1	296.0	0.65	4.7	2.7	124.5	45.1	364
	LAH-52 SED	66.4	1.2	41.9	2556	1.9	11.6	454.3	0.57	4.5	8.4	104.8	99.1	429
	LAH-58 SED	126.1	3.0	60.2	7602	2.3	2.0	154.7	1.04	11.1	1.6	231.5	176.3	453
Dedeksiyon limiti		0.5	0.1	0.5	1	0.1	0.2	0.1	0.01	0.1	0.1	0.1	0.5	1
Minimum		39.5	0.4	32.4	772	0.1	1.3	108.8	0.14	1.8	0.3	87	45.1	84
Maksimum		2265.4	23.1	1470.7	>50000	22.6	47.5	2598.6	10.68	414.4	10.3	1717.5	889.8	3629
Aritmetik Ortalama		434.35	6.18	282.64	10163.53	3.26	10.45	744.16	1.61	52.41	3.33	452.02	217.01	768.32
Geometrik Ortalama		225.96	3.14	152.73	4407.85	1.59	7.69	539.00	0.91	24.98	2.58	304.90	156.24	490.84
Standart sapma		547.20	7.01	341.89	13982.91	4.80	9.24	608.30	2.26	76.87	2.24	450.56	207.43	820.40
Medyan		151.6	2.75	112.4	3643	1.3	7.95	590.85	0.72	26.5	2.8	251.05	129.7	411.5
Mod		39.5	0.4	324.4	772	0.3	4.9	108.8	0.28	3.1	1.6	87	45.1	304
Skewness		2.00	1.32	1.83	1.79	2.66	2.32	1.50	2.88	3.34	1.12	1.61	1.88	1.93
Kurtosis		3.72	0.44	3.09	2.15	7.30	6.58	2.32	8.61	13.47	1.43	1.50	2.93	3.51
25%		92.33	1.2	70.7	1449.75	0.78	4.9	304.7	0.46	10.88	1.6	166.18	84.65	240.75
75%		573.88	8.45	370.83	11561.25	3.425	11.63	1022.2	1.46	63.58	4.7	597.75	230.18	999.5
95%		1988.38	21.39	1026.01	48765.95	14.24	31.92	2493.91	8.85	238.46	8.50	1562.18	754.05	2689.45

Tablo 4.31. Kirlenmiş bölgelerdeki dere kumlarına ait bazı elementlerin Spearman's rho korelasyon matrisi (n=38)

Si	1	Al	Fe	Mg	Ca	Na	K	Ti	P	Mn	Cr	C	S	As	Ag	Au	Ba	Cd	Co	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sr	Zn
Si	1																									
Al	0.43	1																								
Fe	-0.87	-0.71	1																							
Mg	0.39	0.58	-0.48	1																						
Ca	0.16	0.57	-0.44	0.43	1																					
Na	0.51	0.59	-0.60	0.70	0.57	1																				
K	0.68	0.56	-0.72	0.62	0.26	0.52	1																			
Ti	0.17	0.42	-0.18	0.43	0.43	0.55	0.15	1																		
P	0.23	0.60	-0.36	0.36	0.15	0.24	0.40	0.37	1																	
Mn	0.20	0.80	-0.48	0.60	0.75	0.64	0.27	0.57	0.44	1																
Cr	-0.08	0.18	0.01	0.11	0.11	0.09	0.04	0.20	0.16	0.18	1															
C	-0.39	0.02	0.31	-0.03	-0.24	-0.03	-0.11	-0.10	0.12	-0.04	0.05	1														
S	-0.38	-0.69	0.59	-0.27	-0.42	-0.36	-0.34	-0.21	-0.53	-0.56	-0.10	-0.09	1													
As	-0.65	-0.62	0.78	-0.40	-0.39	-0.61	-0.46	-0.31	-0.29	-0.54	-0.19	0.18	0.59	1												
Ag	-0.66	-0.61	0.76	-0.39	-0.35	-0.60	-0.58	-0.32	-0.37	-0.47	-0.23	0.22	0.43	0.85	1											
Au	-0.60	-0.52	0.66	-0.39	-0.22	-0.57	-0.39	-0.26	-0.36	-0.43	-0.06	0.13	0.45	0.84	0.86	1										
Ba	-0.59	-0.65	0.81	-0.33	-0.33	-0.44	-0.51	0.03	-0.29	-0.48	-0.16	0.19	0.44	0.77	0.80	0.72	1									
Cd	-0.26	-0.46	0.39	0.03	-0.13	-0.08	-0.29	-0.07	-0.53	-0.31	-0.12	0.09	0.61	0.43	0.48	0.49	0.53	1								
Co	-0.23	0.24	0.07	0.20	0.49	0.08	-0.12	0.25	0.13	0.49	0.28	-0.22	0.04	0.01	-0.02	0.10	-0.04	-0.01	1							
Cu	-0.50	-0.14	0.46	-0.08	0.15	-0.19	-0.38	0.04	-0.21	0.08	0.08	0.04	0.31	0.50	0.52	0.59	0.50	0.55	0.57	1						
Hg	-0.41	-0.66	0.59	-0.23	-0.38	-0.42	-0.30	-0.29	-0.45	-0.60	-0.09	0.19	0.61	0.77	0.80	0.83	0.70	0.71	-0.19	0.39	1					
Mo	-0.12	-0.01	0.06	-0.01	0.04	-0.13	0.32	-0.13	0.11	-0.22	0.16	0.11	0.06	0.39	0.29	0.59	0.22	0.10	0.02	0.20	0.48	1				
Ni	0.33	0.65	-0.46	0.44	0.28	0.54	0.53	0.35	0.54	0.48	0.56	0.22	-0.44	-0.55	-0.65	-0.50	-0.49	-0.43	0.17	-0.26	-0.54	0.09	1			
Pb	-0.57	-0.52	0.65	-0.27	-0.18	-0.44	-0.47	-0.22	-0.34	-0.34	-0.05	0.20	0.37	0.84	0.88	0.87	0.74	0.58	-0.02	0.59	0.83	0.41	-0.53	1		
Sr	-0.54	-0.40	0.59	-0.25	-0.02	-0.41	-0.47	0.09	-0.18	-0.25	-0.14	0.15	0.18	0.63	0.74	0.68	0.84	0.49	0.07	0.57	0.56	0.30	-0.45	0.72	1	
Zn	-0.37	-0.40	0.44	-0.05	-0.06	-0.14	-0.34	-0.02	-0.42	-0.21	-0.02	0.07	0.57	0.46	0.49	0.55	0.56	0.94	0.17	0.70	0.65	0.13	-0.41	0.61	0.54	1

*Koyu kırmızı renkli olanlar p<0.01 düzeyinde anlamlı, koyu siyah renkli olanlar ise p<0.05 düzeyinde anlamlıdır. Korelasyon katsayıları hesaplanırken Lahanos Madeni atığı (Lah 43) hariç tutulmuştur. Dedeksiyon limitinin altında çıkan parametrelere dedeksiyon limit değerleri verilerek hesaplama yapılmıştır.

Bu dere kumlarında SiO_2 , Al_2O_3 başta olmak üzere CaO , TiO_2 , MnO , Cr_2O_3 , Co , Cu , Ni , Pb ve Sr ile negatif ilişki göstermektedir. Fe_2O_3 ise MgO , TiO_2 , Toplam S, As, Ag, Au, Ba, Co, Cu, Hg, Mo, Ni ve Pb ile pozitif korelasyonlar vermektedir (Tablo 4.33).

Kirlenmemiş bölgelerden alınan dere kumları % 8.37- % 15.56 arasında Al_2O_3 , % 0.5- % 3.1 MgO , % 0.11- % 2.56 CaO , % 0.31- % 3.48 Na_2O , % 0.53- % 2.88 K_2O içermektedir (Tablo 4.32). Ayrıca bu dere kumlarında % 0.25- % 1.85 TiO_2 , % 0.04- % 0.14 P_2O_5 , % 0.02- % 0.21 MnO , % <0.002- % 0.027 Cr_2O_3 , % 0.15- % 4.02 Toplam C bulunmaktadır (Tablo 4.32). Toplam S miktarı % <0.02- % 2.81 arasında olup, en yüksek değer Yağlı Dere çevresinden alınan Lah 42 numaralı örneğe aittir (Tablo 4.32).

Örneklerdeki As miktarı 3.8- 243.1 ppm arasında değişmekte olup, ortalaması 29.80 ppm' dir. Ayrıca bu dere kumu örneklerinde <0.1 ile 5.1 ppm arasında Ag ve <0.5 ile 88.3 ppb arasında Au bulunmaktadır. As ile Ag ve Au arasında sırasıyla $r=0.76$ ve $r=0.84$ değerlerinde yüksek pozitif ilişki bulunmaktadır. İlâveten As, Mo ve Zn ile de yüksek pozitif ilişki gösterirken; Ba, Cd, Cu, Hg, Pb orta derecede pozitif korelasyonlar göstermektedir (Tablo 4.33).

Kirlenmemiş su örneklerinin dere kumlarında 170 ile 4905 ppm Ba bulunmakta olup, ortalama değeri 691.04 ppm' dir. Ba elementi As, Cu, Pb ile orta ve Ag, Au, Mo ve Zn ile yüksek pozitif ilişkiler göstermektedir (Tablo 4.33).

Kirlenmemiş su örneklerinin dere kumlarında ortalama 0.58 ppm Cd bulunmakta olup, dağılım <0.1 ile 4.4 ppm arasında değişmektedir. Cd ile Hg arasında $r=0.49$ ve Pb arasında $r=0.40$ değerlerinde zayıf ilişkiler söz konusudur (Tablo 4.33). Kadmiyum'un jeokimyasının çinkoya çok benzemesinden ötürü aralarında $r=0.77$ değerinde yüksek ilişki ortaya çıkmıştır.

Örneklerdeki Co konsantrasyonu 2.9 ile 25.8 ppm arasında değişmektedir. Örneklerdeki Co değerlerinin ortalaması 10.06 ppm'dir. Co elementi Cu ile $r=0.46$, Ni ile $r=0.72$ değerinde korelasyon göstermektedir.

Kirlenmemiş su örneklerinin dere kumlarındaki Cu miktarı 6.6 ile 967.8 ppm arasındadır. Örneklerdeki, ortalaması 186.26 ppm' dir. Cu ile Hg arasında $r=0.60$; Mo arasında $r=0.75$; Pb arasında $r=0.82$ ve Zn arasında $r=0.64$ değerinde pozitif korelasyon bulunmaktadır.

Analiz edilen diğer elementlerden Hg <0.01 ile 1.51 ppm, Mo 0.4 ile 11 ppm ve Ni 1.3 ile 36.6 ppm arasında dağılım göstermektedir. Hg ile Mo arasında $r=0.52$, Pb arasında $r=0.64$ ve Zn arasında ise $r=0.55$ değerinde orta derecede pozitif ilişki belirlenmiştir.

Örneklerdeki Pb konsantrasyonu 12.1 -466.7 ppm, Sr konsantrasyonu 17.3- 225.7 ppm ve Zn konsantrasyonu 47 -619 ppm arasındadır. Pb elementi ile Zn arasında da $r=0.62$ değerinde korelasyon hesaplanmıştır. Sr ile Al_2O_3 , CaO ve Na_2O arasında sırasıyla $r=0.46$, $r=0.86$ ve $r=0.61$ değerlerinde pozitif ilişkiler mevcuttur (Tablo 4.33). Pb ile Fe_2O_3 arasında zayıf düzeyde pozitif korelasyon gelişirken, As, Ag, Au, Ba, Cu, Hg ve Mo ile orta ve yüksek derecede pozitif korelasyonlar gelişmektedir.

Au, Ba, Hg ve Mo elementlerine ait en yüksek konsantrasyon değerleri Kızılkaya Madeni çevresinden alınan Lah 47 SED numaralı örnekte elde edilmiştir. As, Ag ve Pb elementlerinde en yüksek değer Ağalık Madeni çevresinden alınan A-3 SED numaralı örnekte tespit edilmiştir. Co ve Cu Karaerik Madeni çevresinden alınan KR-12 SED örneğinde, Cd ve Zn Kızılkaya çevresinden alınan Lah 59 SED örneğinde ve Ni ile Sr elementi de Kızılkaya Madeni çevresinden alınan Lah 51 SED örneğinde maksimum konsantrasyon değerlerine ulaşmıştır.

Yöresel background değerlerini elde etmek için madencilik faaliyetlerinden uzak olarak belirlenen Çepniköy çevresinden referans grubu örnekleri (Lah 60-66 arası, Lah 5 ve Lah 11) alınmıştır. Bu örneklerde 6.3- 23.1 ppm As, <0.1 ppm Ag, <0.5- 4.3 ppb Au, 233- 387 ppm Ba, 0.1- 0.7 ppm Cd, 3.9-7.6 ppm Co, 16.6-33.3 ppm Cu, 0.01-0.05 ppm Hg, 0.4-1.3 ppm Mo, 1.3- 4 ppm Ni, 14- 31.4 ppm Pb, 73.3- 148.3 ppm Sr ve 67- 177 ppm Zn bulunmaktadır. Buna göre maden sahalarının atık etkilerinden uzak bölgelerden alınan (nispeten temiz) dere kumu örneklerinin bünyesindeki element konsantrasyonları referans örneklere nazaran yine de önemli düzeyde zenginleşmeler göstermektedir. Bu durum, örneklenen sahalarda yoğun olarak mostra veren dasitik-riyolitik tüf ve breşlerin bileşiminden kaynaklanmaktadır. Zira masif sülfat madenleri için taban kayacı özelliğinde olan bu kayalar analiz edilen bazı metaller açısından genel olarak yüksek eşik değerler sahiptir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, dere kumları içinde analiz edilen bileşenlerden ana oksitlerin medyan ve ortalama değerleri birbirlerine çok yakındır. Bu nedenle bu bileşenlerin normal dağılım gösterdikleri düşünülmüştür. Zira kirletilmemiş sahalardan alınmış olmaları da bu örneklerin ana oksitler açısından normal dağılım göstermelerini destekler mahiyettedir. Buna karşın iz elementlerde durum farklıdır. Tüm iz elementler beklendiği üzere birbirlerinden hayli farklı medyan ve ortalama değerlere sahiptir ki bu da logaritmik dağılım gösterdiklerini ifade etmektedir.

Tablo 4.32. Kirilenmemiş bölgelerdeki dere kumu örneklerine ait ana oksit ve iz element analiz sonuçları ve bazı temel istatistik parametreleri

Örnek Yeri	Örnek No	Ana Oksitler (%)													%		
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	AK	Toplam C	Toplam S	Toplam	
Karaerik Madeni	KR-11 SED	60.06	13.41	6.71	1.43	1.92	1.06	1.42	1.06	0.09	0.15	0.007	12.3	1.47	0.14	99.62	
	KR-12 SED	58.67	12.64	8.63	1.17	1.79	1.02	1.09	1.85	0.09	0.21	0.003	12.3	1.74	0.69	99.47	
	KR-13 SED	63.78	13.58	5.97	1.20	2.02	1.36	1.04	1.00	0.06	0.08	<0.002	9.6	0.52	0.02	99.67	
	KR-14 SED	64.17	13.68	4.96	1.16	1.46	0.97	1.14	1.08	0.06	0.12	<0.002	11.0	1.01	<0.02	99.85	
	KR-15 SED	65.37	12.79	5.40	0.93	1.35	0.96	1.35	1.80	0.06	0.14	<0.002	9.7	1.26	<0.02	99.85	
	KR-16 SED	60.74	12.37	9.94	1.09	1.98	1.25	1.13	1.85	0.07	0.11	0.005	9.0	0.50	1.57	99.53	
Ağalık Madeni	A-2 SED	72.20	11.38	2.88	0.58	1.09	0.95	0.82	0.62	0.07	0.04	<0.002	9.3	1.72	<0.02	99.92	
	A-3 SED	69.75	10.99	5.87	0.50	0.57	1.08	1.37	0.25	0.04	0.10	0.002	8.9	1.27	0.17	99.45	
	LAH-1 SED	59.30	13.02	12.74	1.06	0.50	1.06	2.38	1.80	0.10	0.09	0.007	7.6	1.02	0.05	99.66	
Lahanos Madeni	LAH-18 SED	67.04	12.38	4.40	1.44	0.28	0.98	1.59	0.56	0.08	0.15	0.002	10.8	2.15	0.18	99.74	
	LAH-21 SED	68.14	11.90	4.81	1.44	0.28	1.09	1.60	0.59	0.08	0.08	<0.002	9.8	2.12	0.27	99.78	
	LAH-23 SED	70.87	10.36	4.47	1.51	0.21	0.43	1.44	0.53	0.10	0.09	0.002	9.9	2.62	0.30	99.86	
	LAH-29 SED	64.30	12.12	3.93	1.22	0.33	0.63	1.34	0.49	0.07	0.05	0.005	15.4	3.06	0.07	99.87	
	LAH-30 SED	73.24	10.50	4.63	3.10	0.11	0.51	1.75	0.40	0.07	0.07	<0.002	5.5	0.41	0.73	99.90	
Kılılık Madeni	LAH-35 SED	64.64	13.95	3.70	1.22	0.94	1.58	1.44	0.57	0.05	0.07	<0.002	11.7	1.91	<0.02	99.92	
	LAH-46 SED	70.91	11.24	5.59	1.82	0.12	0.91	1.47	0.88	0.10	0.03	<0.002	6.8	0.83	0.25	99.86	
	LAH-47 SED	62.73	10.84	10.57	2.72	0.20	1.36	1.30	0.87	0.14	0.03	<0.002	8.5	1.16	0.75	99.26	
	LAH-51 SED	59.48	15.56	6.69	3.04	1.96	3.48	1.18	0.81	0.08	0.11	0.027	7.4	1.12	0.03	99.84	
	LAH-53 SED	66.24	11.48	7.58	1.21	0.13	0.31	2.22	0.66	0.10	0.02	0.006	9.9	1.62	2.01	99.88	
Kızılkaya Madeni	LAH-54 SED	66.05	11.64	8.26	1.98	0.73	0.91	1.54	0.95	0.09	0.08	<0.002	7.6	0.55	0.88	99.86	
	LAH-55 SED	64.54	13.72	6.85	1.77	1.11	2.10	1.63	0.72	0.10	0.09	0.018	7.2	0.83	0.40	99.86	
	LAH-56 SED	68.44	10.99	4.97	1.53	0.39	0.44	2.18	0.67	0.09	0.07	0.002	10.1	2.43	0.41	99.84	
	LAH-57 SED	70.75	11.47	2.96	1.24	0.18	0.90	2.10	0.51	0.08	0.06	0.004	9.7	2.59	0.17	99.92	
	LAH-59 SED	63.96	11.76	3.79	1.24	0.56	0.72	2.10	0.59	0.10	0.14	0.004	14.8	4.02	0.07	99.79	

AK: Ateşte kayıp

Tablo 4.32' nin devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Ana Oksitler (%)														%			
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	AK	Toplam C	Toplam S	Toplam			
Referans Örneklere	LAH-5 SED	66.10	13.29	4.14	1.12	1.50	1.19	1.36	0.69	0.06	0.09	0.002	10.4	1.20	<0.02	99.93			
	LAH-11 SED	67.18	12.87	4.68	0.71	0.69	1.14	2.32	0.74	0.06	0.09	<0.002	9.4	2.19	0.08	99.89			
	LAH-60 SED	68.44	13.30	4.25	1.13	0.85	1.06	2.19	0.70	0.06	0.09	<0.002	7.8	0.49	0.22	99.91			
	LAH-61 SED	75.31	11.07	3.47	1.31	0.43	1.11	1.87	0.42	0.06	0.06	<0.002	4.8	0.30	0.26	99.92			
	LAH-62 SED	69.26	13.02	3.52	1.29	1.02	0.95	2.18	0.51	0.05	0.12	<0.002	8.0	0.44	0.04	99.90			
	LAH-63 SED	73.90	11.36	3.24	1.24	0.51	1.02	1.84	0.49	0.07	0.08	<0.002	6.2	0.64	0.10	99.91			
	LAH-64 SED	67.85	13.72	4.15	0.90	1.04	1.39	2.04	0.80	0.05	0.10	0.005	7.9	0.65	0.05	99.91			
	LAH-65 SED	66.30	14.30	3.53	0.99	0.89	1.25	1.92	0.63	0.06	0.08	<0.002	10.0	1.07	0.03	99.92			
	LAH-66 SED	68.57	12.75	3.07	1.26	0.77	1.70	2.14	0.53	0.05	0.11	<0.002	8.9	1.08	<0.02	99.89			
	LAH-14 SED	64.41	13.81	6.23	1.34	2.22	1.35	1.95	1.13	0.08	0.21	<0.002	7.1	0.42	0.05	99.82			
Yağlı Dere Çevresi	LAH-15 SED	61.47	13.39	6.70	2.11	1.92	1.37	1.31	0.70	0.08	0.09	<0.002	10.7	0.85	0.20	99.89			
	LAH-16 SED	68.98	13.95	4.41	1.25	2.17	2.84	2.88	0.47	0.11	0.08	0.002	2.7	0.15	0.04	99.86			
	LAH-32 SED	65.06	14.08	7.20	1.46	2.56	2.70	2.53	0.58	0.14	0.10	0.005	3.4	0.32	0.09	99.77			
	LAH-33 SED	66.96	14.29	5.73	1.37	2.41	2.78	2.59	0.54	0.11	0.10	0.004	2.9	0.22	0.07	99.83			
	LAH-41 SED	62.53	12.60	9.39	1.93	1.79	1.40	1.30	1.18	0.08	0.10	0.003	7.6	0.39	0.33	99.85			
	LAH-42 SED	73.85	8.37	7.67	0.66	0.51	0.56	1.19	0.58	0.09	0.03	<0.002	6.4	0.24	2.81	99.91			

Tablo 4.32' nin devamı

Örnek Yeri	Örnek No	Ana Oksitler (%)													%		
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	AK	Toplam C	Toplam S	Toplam	
Çevresi ve Espiye Merkez Gelevra Dere	LAH-4 SED	68.43	12.76	4.27	1.16	2.23	1.86	1.56	0.46	0.07	0.09	0.003	7.0	1.15	0.04	99.89	
	LAH-67 SED	63.77	15.06	4.09	0.80	1.92	1.72	1.59	0.53	0.05	0.12	<0.002	10.3	0.63	<0.02	99.93	
	LAH-68 SED	63.08	13.90	3.73	0.89	1.18	0.84	0.58	1.03	0.05	0.05	<0.002	14.6	1.13	<0.02	99.89	
	LAH-69 SED	56.42	14.02	6.84	1.51	1.23	0.48	0.68	1.84	0.08	0.17	0.010	16.6	0.82	<0.02	99.85	
	LAH-70 SED	58.25	14.96	6.24	1.90	1.22	0.37	0.53	1.75	0.05	0.12	0.007	14.5	0.31	<0.02	99.87	
	LAH-71 SED	66.19	13.70	4.49	0.75	0.60	0.47	1.83	0.74	0.06	0.12	<0.002	10.8	0.84	<0.02	99.75	
	LAH-72 SED	58.27	14.26	6.42	1.59	1.34	0.78	0.57	1.45	0.05	0.07	0.002	15.0	0.71	<0.02	99.75	
	LAH-73 SED	61.58	13.90	6.40	0.88	1.09	0.77	0.95	0.96	0.07	0.08	<0.002	13.0	1.56	0.02	99.74	
	LAH-74 SED	58.91	14.23	5.71	1.33	1.19	0.72	0.70	0.81	0.06	0.06	0.002	16.0	1.09	<0.02	99.73	
	LAH-75 SED	53.48	14.53	7.14	1.77	1.75	0.72	1.25	1.32	0.11	0.16	0.010	17.6	1.36	<0.02	99.82	
Minimum		53.48	8.37	2.88	0.5	0.11	0.31	0.53	0.25	0.04	<0.002	2.7	0.15	<0.02	99.26		
Maksimum		75.31	15.56	12.74	3.1	2.56	3.48	2.88	1.85	0.14	0.21	0.027	17.6	4.02	2.81	99.93	
Aritmetik Ortalama		65.40	12.83	5.66	1.37	1.10	1.17	1.57	0.85	0.08	0.10	0.004	9.69	1.16	0.28	99.81	
Geometrik Ortalama		65.22	12.74	5.32	1.27	0.83	1.02	1.46	0.77	0.07	0.09	0.003	9.02	0.91	0.09	99.81	
Standart sapma		4.84	1.44	2.11	0.54	0.71	0.66	0.56	0.43	0.02	0.04	0.004	3.44	0.82	0.53	0.14	
Medyan		65.71	13.02	5.19	1.25	1.07	1.04	1.505	0.7	0.07	0.09	0.002	9.65	1.045	0.07	99.86	
Mod		68.44	10.99	2.88	1.24	1.92	0.72	1.3	0.53	0.06	0.09	0.002	7.6	0.83	0.02	99.86	
Skewness		-0.14	-0.63	1.18	1.45	0.33	1.64	0.13	1.24	0.82	0.76	3.75	0.29	1.33	3.33	-2.16	
Kurtosis		-0.24	0.42	1.60	2.88	-1.06	3.05	-0.47	0.58	0.54	1.06	16.24	-0.01	2.02	12.11	5.10	
25%		62.29	11.60	4.13	1.08	0.51	0.76	1.19	0.54	0.06	0.07	0.00	7.55	0.52	0.02	99.77	
75%		68.47	13.91	6.74	1.52	1.79	1.36	2.06	1.04	0.09	0.12	0.00	11.18	1.58	0.26	99.90	
95%		73.87	15.01	10.22	2.86	2.31	2.81	2.56	1.84	0.12	0.19	0.01	16.27	2.82	1.77	99.92	

AK: Ateşte kayıp

Tablo 4.32' nin devamı

Örnek Yeri	Örnek No	ppm												
		As	Ag	Au (ppb)	Ba	Cd	Co	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sr	Zn
Karaerik Madeni	KR-11 SED	43.3	0.8	27.3	1416	0.9	18.2	670.4	0.14	4.3	8.8	92.4	151.8	344
	KR-12 SED	86.5	1.3	50.8	2328	1.1	25.8	967.8	0.34	6.5	4.4	128.1	153.5	356
	KR-13 SED	33.0	0.7	21.1	1444	0.2	12.5	479.9	0.04	6.0	2.3	93.2	188.6	208
	KR-14 SED	14.4	0.2	6.9	391	0.1	8.2	217.4	0.04	1.5	2.8	43.4	124.2	95
	KR-15 SED	11.7	0.2	6.0	375	0.1	7.6	246.5	0.03	1.5	2.1	40.8	147.8	106
	KR-16 SED	127.7	1.3	51.4	2172	1.1	14.6	610.1	0.50	6.3	3.1	121.4	175.3	456
Ağalık Madeni	A-2 SED	12.3	0.4	1.3	223	0.4	4.0	36.9	0.06	0.5	1.7	65.3	188.9	78
	A-3 SED	243.1	5.1	49.4	2807	1.7	4.9	825.3	0.47	3.1	3.7	466.7	106.9	321
	LAH-1 SED	20.9	0.5	17.5	1418	0.4	10.0	211.7	0.08	2.0	9.0	94.4	77.4	164
Labanos Madeni	LAH-18 SED	31.7	0.5	8.2	650	1.5	15.6	723.2	0.23	2.2	3.5	97.3	58.0	365
	LAH-21 SED	30.2	0.5	7.6	896	1.5	9.9	347.1	0.20	2.0	3.1	79.1	61.7	304
	LAH-23 SED	16.5	0.1	10.4	351	0.6	11.2	131.4	0.07	1.7	4.5	23.7	26.5	164
	LAH-29 SED	44.4	0.3	13.5	241	0.7	8.2	127.0	0.24	2.1	2.6	130.8	38.4	215
	LAH-30 SED	16.6	0.1	5.6	302	0.1	5.4	27.5	0.04	3.5	1.4	15.9	17.3	72
Kılık Madeni	LAH-35 SED	3.8	<0.1	0.9	224	0.2	6.4	25.2	0.02	0.4	4.3	14.0	129.3	54
	LAH-46 SED	21.6	0.3	6.4	629	0.3	2.9	108.9	0.05	5.2	1.8	34.6	33.1	91
	LAH-47 SED	156.4	4.1	88.3	4905	2.7	3.5	196.8	1.51	11.0	2.1	242.8	120.1	436
	LAH-51 SED	4.1	<0.1	0.6	249	0.3	16.3	47.0	0.01	0.4	36.6	21.5	225.7	100
	LAH-53 SED	38.1	0.2	10.9	451	<0.1	9.0	58.2	0.07	3.5	3.7	32.2	28.0	56
Kızılkaya Madeni	LAH-54 SED	37.4	0.2	11.4	382	0.4	13.1	99.7	0.04	2.2	2.6	32.5	46.8	162
	LAH-55 SED	22.1	0.1	4.7	361	0.3	15.9	106.0	0.03	2.8	5.4	31.7	110.2	135
	LAH-56 SED	33.2	0.2	7.2	458	1.9	14.3	57.4	0.02	1.3	6.3	32.2	32.4	331
	LAH-57 SED	20.0	<0.1	5.5	290	0.5	4.7	54.1	0.03	1.4	3.4	20.4	30.3	109
	LAH-59 SED	31.5	0.2	5.9	356	4.4	17.1	123.0	0.06	1.0	9.3	53.6	43.0	619

Tablo 4.32' nin devamı

Örnek Yeri	Örnek No	ppm												
		As	Ag	Au (ppb)	Ba	Cd	Co	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sr	Zn
Reterans Örnekleri	LAH-5 SED	6.3	<0.1	<0.5	233	0.2	7.6	17.1	0.03	0.4	4.0	17.1	133.7	67
	LAH-11 SED	7.4	<0.1	4.1	300	0.4	6.9	16.6	0.04	0.7	3.0	16.7	76.7	124
	LAH-60 SED	16.3	<0.1	2.4	275	0.7	6.1	23.4	0.03	1.0	3.0	31.4	83.0	177
	LAH-61 SED	19.3	<0.1	4.3	339	0.4	4.9	33.3	0.02	1.3	1.9	14.0	80.2	141
	LAH-62 SED	6.7	<0.1	0.8	347	0.1	6.2	18.4	0.01	0.5	1.3	14.6	148.3	70
	LAH-63 SED	15.6	<0.1	2.6	316	0.5	5.1	31.1	0.02	1.2	2.1	17.7	88.3	125
	LAH-64 SED	10.4	<0.1	1.4	260	0.4	5.9	18.4	0.04	1.0	2.3	26.8	80.2	136
	LAH-65 SED	8.9	<0.1	2.1	255	0.4	6.4	32.6	0.05	1.1	3.0	24.2	73.3	116
	LAH-66 SED	23.1	<0.1	1.2	387	0.7	3.9	25.6	0.03	0.9	2.4	23.8	102.4	168
	LAH-14 SED	15.0	0.1	5.0	396	0.2	8.6	52.2	0.02	0.7	4.0	21.1	213.5	136
Yağlı Dere Çevresi	LAH-15 SED	11.1	<0.1	2.3	199	0.3	15.1	52.4	0.04	0.5	6.0	14.1	146.5	112
	LAH-16 SED	7.4	<0.1	0.9	531	0.2	9.2	30.2	0.02	1.2	6.4	22.2	188.1	57
	LAH-32 SED	9.3	<0.1	2.3	510	0.2	12.1	36.3	<0.01	1.4	8.1	27.9	178.7	58
	LAH-33 SED	9.7	0.1	1.3	514	0.2	11.5	23.5	<0.01	1.2	7.6	26.4	177.6	53
	LAH-41 SED	14.5	<0.1	3.0	370	0.3	15.2	52.8	0.04	0.6	6.1	16.1	141.2	168
	LAH-42 SED	55.7	0.2	5.3	447	0.4	5.4	68.8	0.11	1.8	1.5	20.5	87.4	162

Tablo 4.32' nin devamı

Örnek Yeri	Örnek No	ppm												
		As	Ag	Au (ppb)	Ba	Cd	Co	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sr	Zn
Gelevra Dere Çevresi ve Espiye Merkez	LAH-4 SED	14.4	<0.1	1.8	453	0.2	7.9	23.6	0.05	0.8	4.7	21.6	146.8	61
	LAH-67 SED	7.4	<0.1	0.9	191	0.1	5.8	6.6	0.02	0.4	2.2	12.1	132.5	58
	LAH-68 SED	3.9	<0.1	1.5	170	<0.1	5.2	35.7	0.02	0.5	3.7	17.1	97.9	47
	LAH-69 SED	8.3	0.1	4.4	304	0.2	15.9	108.8	0.05	1.0	8.6	34.8	87.5	87
	LAH-70 SED	5.8	<0.1	<0.5	281	<0.1	12.7	72.9	0.04	0.7	7.3	27.2	88.8	60
	LAH-71 SED	32.2	0.7	15.6	1178	0.2	8.9	387.5	0.03	3.3	3.4	83.4	87.6	142
	LAH-72 SED	17.5	0.4	11.8	748	0.3	12.4	441.0	0.03	3.8	3.2	64.6	103.8	182
	LAH-73 SED	27.9	0.6	26.2	874	0.2	13.5	530.4	0.06	7.9	4.2	69.0	91.2	297
	LAH-74 SED	22.7	0.5	18.9	863	0.2	12.7	519.0	0.03	4.9	3.6	76.1	94.2	206
	LAH-75 SED	12.6	0.2	7.8	492	0.2	18.4	156.1	0.05	1.0	10.1	38.0	115.2	99
Minimum	3.8	<0.1	<0.5	170	<0.1	2.9	6.6	<0.01	0.4	1.3	12.1	17.3	47	
Maksimum	243.1	5.1	88.3	4905	4.4	25.8	967.8	1.51	11	36.6	466.7	225.7	619	
Aritmetik Ortalama	29.80	0.44	10.95	691.04	0.58	10.06	186.26	0.10	2.24	4.84	55.73	107.20	169.00	
Geometrik Ortalama	18.41	0.21	4.92	481.75	0.35	8.91	86.54	0.05	1.52	3.81	37.06	92.09	135.37	
Standart sapma	42.00	0.91	16.64	831.34	0.77	4.93	240.17	0.23	2.22	5.14	73.25	52.74	123.95	
Medyan	16.55	0.1	5.4	384.5	0.3	8.95	63.5	0.04	1.35	3.55	31.55	100.15	135.5	
Mod	7.4	0.1	0.9	170	0.2	4.9	18.4	0.03	1	2.1	14	80.2	58	
Skewness	3.63	4.26	2.95	3.38	3.25	0.77	1.71	5.12	1.99	5.03	4.11	0.26	1.63	
Kurtosis	14.86	18.86	9.90	13.67	12.74	0.47	2.11	29.95	4.37	30.55	20.75	-0.62	2.71	
25%	9.60	0.10	1.73	287.75	0.20	5.88	30.88	0.03	0.78	2.38	20.48	75.85	76.50	
75%	31.83	0.43	11.50	674.50	0.63	13.70	224.68	0.06	3.15	6.03	70.78	147.05	206.50	
95%	140.62	2.56	51.07	2543.55	2.26	18.29	769.15	0.48	7.13	9.66	181.20	199.97	445.00	

Tablo 4.33. Kirlenmemiş bölgelerdeki dere kumlarına ait bazı elementlerin Spearman's rho korelasyon matrisi (n=50)

Si	1	Al	Fe	Mg	Ca	Na	K	Ti	P	Mn	Cr	C	S	As	Ag	Au	Ba	Cd	Co	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sr	Zn
Si	1																									
Al	-0.60	1																								
Fe	-0.57	0.07	1																							
Mg	-0.20	0.01	0.33	1																						
Ca	-0.49	0.68	0.24	-0.02	1																					
Na	0.00	0.31	0.00	0.00	0.54	1																				
K	0.53	-0.14	-0.27	-0.05	-0.23	0.27	1																			
Ti	-0.75	0.35	0.62	0.09	0.34	-0.14	-0.50	1																		
P	-0.05	-0.21	0.50	0.44	-0.05	0.00	0.24	0.07	1																	
Mn	-0.39	0.39	0.16	0.03	0.49	0.17	0.01	0.32	-0.04	1																
Cr	-0.46	0.27	0.40	0.22	0.24	0.05	-0.01	0.28	0.38	0.32	1															
C	-0.06	-0.26	-0.20	-0.16	-0.38	-0.29	-0.09	-0.04	0.06	-0.06	0.03	1														
S	0.33	-0.68	0.36	0.29	-0.41	-0.04	0.29	-0.17	0.52	-0.25	0.08	-0.03	1													
As	0.05	-0.59	0.35	-0.01	-0.40	-0.29	-0.06	0.03	0.28	-0.17	-0.01	0.24	0.55	1												
Ag	-0.26	-0.27	0.40	-0.17	-0.17	-0.30	-0.36	0.33	0.13	-0.05	-0.05	0.33	0.12	0.76	1											
Au	-0.25	-0.36	0.50	0.00	-0.28	-0.39	-0.24	0.32	0.27	-0.06	0.01	0.32	0.34	0.84	0.84	1										
Ba	-0.16	-0.16	0.55	0.05	0.03	-0.03	-0.02	0.25	0.35	0.11	0.03	-0.01	0.23	0.67	0.74	0.73	1									
Cd	0.18	-0.53	0.00	0.03	-0.40	0.03	0.13	-0.13	0.24	-0.07	0.01	0.40	0.52	0.59	0.37	0.39	0.26	1								
Co	-0.67	0.36	0.56	0.38	0.42	-0.06	-0.22	0.48	0.39	0.49	0.51	0.10	0.04	0.11	0.20	0.27	0.27	0.04	1							
Cu	-0.42	-0.14	0.50	0.07	-0.10	-0.38	-0.49	0.46	0.21	0.13	0.12	0.31	0.11	0.68	0.84	0.85	0.69	0.30	0.46	1						
Hg	-0.14	-0.44	0.35	-0.13	-0.33	-0.30	-0.31	0.19	0.23	-0.03	0.15	0.42	0.35	0.63	0.65	0.64	0.40	0.49	0.14	0.60	1					
Mo	-0.07	-0.33	0.45	0.07	-0.30	-0.30	-0.15	0.19	0.29	-0.21	0.00	0.08	0.39	0.80	0.74	0.87	0.76	0.27	0.15	0.75	0.52	1				
Ni	-0.54	0.44	0.38	0.28	0.41	0.11	0.01	0.26	0.42	0.40	0.60	0.17	-0.10	-0.16	-0.09	-0.03	0.13	0.00	0.72	0.16	-0.03	-0.16	1			
Pb	-0.33	-0.11	0.39	-0.09	-0.10	-0.25	-0.28	0.38	0.20	0.10	0.18	0.33	0.04	0.67	0.88	0.77	0.69	0.40	0.31	0.82	0.64	0.71	0.09	1		
Sr	-0.33	0.46	0.19	-0.06	0.86	0.61	-0.24	0.23	-0.05	0.37	0.09	-0.32	-0.35	-0.29	-0.01	-0.24	0.12	-0.28	0.18	-0.05	-0.28	-0.24	0.19	-0.02	1	
Zn	-0.14	-0.38	0.25	0.02	-0.26	-0.14	-0.15	0.19	0.09	0.09	-0.07	0.31	0.35	0.78	0.65	0.71	0.53	0.77	0.28	0.64	0.55	0.56	-0.04	0.62	-0.19	1

*Koyu kırmızı renkli olanlar p<0.01 düzeyinde anlamlı, koyu siyah renkli olanlar ise p<0.05 düzeyinde anlamlıdır. Dedeksiyon limitinin altında çıkan parametrelere dedeksiyon limit değerleri verilerek hesaplama yapılmıştır.

4.3.2. Dere Kumlarının Kirlilik Düzeylerinin Belirlenmesi

Jeokimyasal verilerin yorumlanmasında temel (background) değerlerin seçimi önemli rol oynar. Bazı araştırmacılar (Loska ve Wiechula, 2003; Olivares-Rieumont vd., 2005; Pekey, 2006 ve Singh vd., 2005) ortalama şeyl ya da ortalama kabuk bileşimi değerlerini referans değerler olarak kullanmışlardır. Buna karşın bazı araştırmacılar da temel değerlerin seçimi için kirlenmiş ve kirlenmemiş sedimanlar arasındaki konsantrasyonları dikkate almışlardır (Covelli ve Fontolan, 1997; Rubio vd., 2000; Sakan vd., 2009). Çalışma alanına ait, temel değerleri belirlemek için bu çalışma kapsamında yapılmış olan örnekleme sonuçları dikkate alınmıştır. Maden etkisinden uzak kirlenmemiş (referans örnekleri) bölgelerden alınan sedimanların metal konsantrasyonları logaritmik dağılım gösterdiğinden geometrik ortalaması alınarak yöreye ait temel değerler belirlenmiştir. Bu değerlerden yola çıkılarak sedimanların kirlilik derecesini belirlemek için jeoakümülyasyon indeksi (I_{geo}) ve zenginleşme faktörü (EF) kullanılmıştır.

4.3.2.1. Jeoakümülyasyon İndeksi (I_{geo})

Sediman örneklerindeki jeoakümülyasyon indeksi (Müller, 1969) aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$I_{geo} = \log_2 \frac{Cn}{1.5*(Bn)} \quad (4.9)$$

Cn: Sediman örneğinde ölçülen element konsantrasyonu

Bn: Elementin jeokimyasal background değeridir. 1.5 katsayısı litosferik etkileri düzeltme faktörüdür. Jeoakümülyasyon indeksi 7 sınıftan oluşmaktadır (Tablo 4.34).

Tablo 4.34. Müller (1969) Jeoakümülyasyon indeksi sınıfları

I_{geo} Değeri	I_{geo} Sınıfı	Kirlilik Derecesi
<0	1	Kirletilmemiş
>0-1	2	Kirletilmemiş-Kısmen Kirletilmiş
>1-2	3	Kısmen Kirletilmiş
>2-3	4	Kısmen-Güçlü Şekilde Kirletilmiş
>3-4	5	Güçlü Şekilde Kirletilmiş
>4-5	6	Güçlü-Çok Güçlü Şekilde Kirletilmiş
>5	7	Çok Güçlü Şekilde Kirletilmiş

4.3.2.2. Zenginleşme Faktörü (EF)

Bir element için zenginleşme faktörü o elementin örnekteki miktarının örnekteki referans (normalize) elemente bölünmesiyle elde edilen oranın, aynı elementin background örneğindeki konsantrasyonunun background örneğindeki referans (normalize) element miktarına bölünmesiyle elde edilir (Taylor, 1964). Referans element sıklıkla düşük konsantrasyon değişiklikleri gösteren (Al, Fe, Ti, Si, Sr, K gibi) elementlerdir (Taşdemir ve Kural, 2005; Kartal vd., 2006; Turner ve Simmonds, 2006; Yongming vd., 2006; Hao vd., 2007).

$$EF = \left[\frac{\left(\frac{Cx}{C_{ref}} \right)_{\text{örnek}}}{\left(\frac{Cx}{C_{ref}} \right)_{\text{background}}} \right] \quad (4.10)$$

Cx: Ölçülen element konsantrasyonu

Cref: Referans element konsantrasyonu

Bir çok araştırmacı (Rubio vd., 2000) bölgesel background değerlerinin kullanılmasını önermektedir. Jeokimyasal background değerleri sabit olmasına karşın kirlenme zamana ve yere bağlı olarak değişir. Background değerleri farklı toprak tipleri arasında özellikle Na, Mg, Al, K, Ca, Ba, Sc, Ti, Fe ve Br elementleri açısından kesinlikle farklıdır (Jiang vd., 1996). Al' un kabuktaki baskın olarak bulunuşu ve yüksek hareketsizliği referans element olarak seçilmesine neden olmuştur (Shikazono vd., 2008). Zenginleşme faktörüne göre 5 kirlilik sınıfı ayırt edilmiştir (Tablo 4.35; Sutherland, 2000; Kartal vd., 2006; Yongming vd., 2006):

Tablo 4.35. Zenginleşme faktörü sınıfları (Sutherland, 2000)

EF Değeri	Kirlilik Derecesi
EF<2	Minimal zenginleşme
EF=2-5	Orta derecede zenginleşme
EF=5-20	Önemli zenginleşme
EF=20-40	Çok yüksek zenginleşme
EF>40	Son derece yüksek zenginleşme

4.3.2.3. Kirlenmiş Bölgelerdeki Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri

4.3.2.3.1. Karaerik Madeni Yakın Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri

Karaerik Madeni yakın çevresinden alınan (kirlenmiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF) hesaplanarak sonuçlar Tablo 4.36' da verilmiş ve Şekil 4.42, 4.43 ve 4.44' de gösterilmiştir. Al için örneklerin tamamı, Mn ve Ni için ise örneklerin bir çoğu negatif I_{geo} değerleri göstermektedir (Şekil 4.42a). Yani Al, Mn ve Ni bakımından dere kumları kirlenmemişlerdir. Zenginleşme faktörleri ise (KR-1 hariç) $EF < 2$ olarak belirlenmiş olup, Mn ve Ni açısından örneklerin minimal zenginleşmeye sahip olduğunu açıklamaktadır (Şekil 4.42b ve Tablo 4.36).

Cr' a ait I_{geo} değerleri -0.73 ile 0.59 arasındadır ve bu değer aralığı dere kumlarının Cr tarafından kirlenmemiş (sınıf 1) ile kirlenmemiş-kısmen kirlenmiş (sınıf 2) olduğunu ifade etmektedir (Şekil 4.42 a). Örneklerin EF değerlerine ($EF < 2$ ile $EF=2-5$) göre ise dere kumlarında minimal ile orta derecede Cr zenginleşmesi mevcuttur (Tablo 4.36).

Dere kumları Co elementi açısından I_{geo} değer dağılım aralığına göre (0.07-2.45) kirlenmemiş-kısmen kirlenmiş, kısmen kirlenmiş ile kısmen-güçlü şekilde kirlenmiş olarak değerlendirilmektedir (Şekil 4.42 a). Örnekler, EF sonuçlarına göre Co elementi bakımından orta derecede zenginleşmeye sahiptir (Şekil 4.44). KR-9 numaralı örnek ise I_{geo} değerine (2.45) göre kısmen güçlü şekilde kirlenmiş, EF değerine (6.95) göre de önemli derecede zenginleşmiş olarak gruplanmaktadır (Şekil 4.43 ve 4.44).

Dere kumları Fe ve Zn açısından kirlenmemiş-kısmen kirlenmiş (2.sınıf) ile kısmen kirlenmiş (3.sınıf) grupta yer almaktadır. KR-5 numaralı örnek Fe açısından ($I_{geo}=2.31$ schwertmannitin tespit edildiği örnek), KR-2 numaralı örnek Zn açısından ($I_{geo}=2.71$) dördüncü sınıfta yer alarak kısmen-güçlü şekilde kirlenmiştir (Şekil 4.43e ve b). Zenginleşme faktörü (EF) sonuçlarına göre Fe ve Zn bakımından örnekler minimal, orta derecede zenginleşme ile önemli zenginleşmeler göstermektedir.

Örnekler Cu bakımından 6. sınıf (güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmiş) ile 7. sınıf (çok güçlü şekilde kirlenmiş) aralıklarında I_{geo} değerlerine sahiptir (Şekil 4.43 a, b, c, d, e, f, g, h, ı ve i). EF değerlerine göre dere kumları çok yüksek ile son derece yüksek zenginleşme aralıklarında yer almaktadır (Şekil 4.44 a, b, c, d, e, f, g, h, ı ve i).

Tablo 4.36. Karaerik Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarına ait jeoakümülasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)

	* Üst Kabuk (ppm)	** Şeyl (ppm)	*** Background Değeri (ppm)	Karaerik Madeni Acısu Dere														
				KR-1			KR-2			KR-3			KR-4			KR-5		
				I_{geo}	EF	I_{geo}	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF
Ag	0.055	0.07	0.1	7.15	438.82	6.67	151.99	6.40	218.74	5.54	77.87	5.37	99.44					
Al	77440	80000	67820.44	-1.63	1.00	-0.58	1.00	-1.37	1.00	-0.74	1.00	-1.27	1.00					
As	2	13	11.41	7.05	409.04	5.31	59.12	5.77	140.81	5.46	73.67	6.85	277.44					
Au (ppb)	-	0.00X	1.75	8.56	1166.50	9.13	834.04	8.10	709.14	7.06	222.07	6.95	297.02					
Ba	668	580	297.64	6.25	235.59	1.74	4.98	6.77	281.82	4.39	35.05	4.60	58.37					
Cd	0.102	0.3	0.37	0.86	5.59	3.23	14.02	2.34	13.09	1.23	3.92	0.99	4.79					
Co	11.6	19	5.79	0.26	3.70	0.96	2.90	0.34	3.27	0.43	2.25	0.07	2.52					
Cr	35	90	15.15	0.27	3.72	-0.73	0.90	-0.15	2.33	-0.15	1.51	-0.73	1.45					
Cu	14.3	45	23.20	4.93	94.33	5.00	47.63	4.56	61.10	4.26	31.91	4.30	47.41					
Fe	30890	47200	26226.66	1.90	11.55	0.09	1.59	1.42	6.92	1.42	4.48	2.31	11.91					
Hg	0.056	0.4	0.03	5.88	182.11	6.60	144.41	6.14	181.82	5.01	53.63	4.95	74.40					
Mn	527	850	693.36	-2.75	0.46	-0.58	1.00	-2.75	0.38	-1.43	0.62	-2.16	0.54					
Mo	1.4	2.6	0.84	8.36	1012.12	6.24	112.82	6.97	323.43	6.15	118.29	7.50	435.78					
Ni	18.6	68	2.44	0.01	3.12	-1.87	0.41	-0.95	1.34	-0.03	1.64	-0.55	1.64					
Pb	17	20	19.95	5.70	160.47	5.57	70.64	5.21	95.73	4.33	33.62	4.15	42.81					
S	953	2400	605.76	4.22	57.48	6.45	130.21	5.03	84.45	3.42	17.81	4.56	56.66					
Zn	52	95	119.06	1.14	6.82	2.71	9.76	1.98	10.18	1.07	3.51	0.77	4.09					

*Wedepohl, 1995

**Turekian ve Wedepohl, 1961

*** Referans Örneklerinin (Lah 5-11-60-61-62-63-64-65-66) geometrik ortalaması

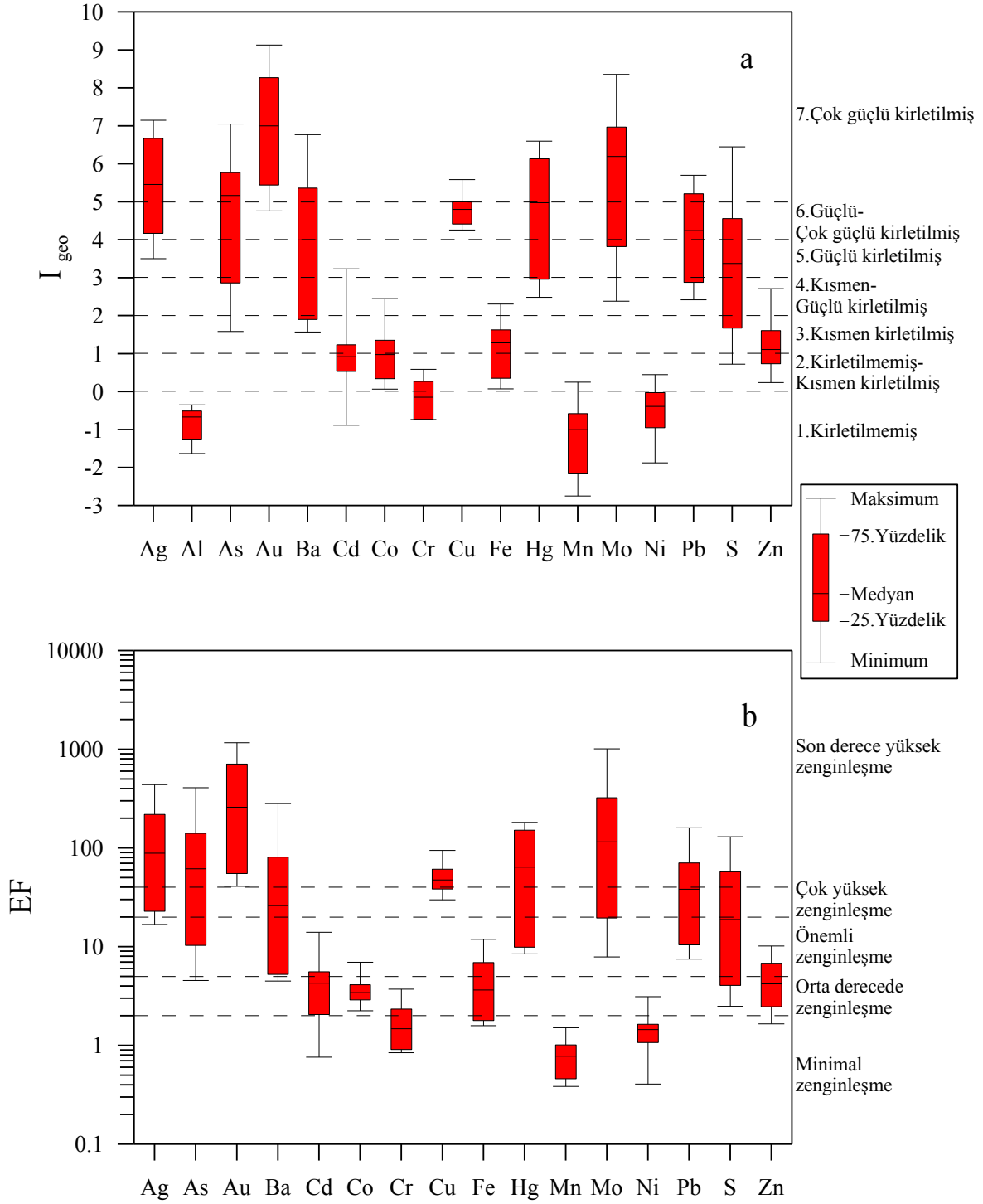
Tablo 4.36'nin devamı

	* Üst Kabuk (ppm)	** Şeyl (ppm)	*** Background Değeri (ppm)	Karaerik Madeni Cüruf Etkisi Altındaki Dere											
				KR-6		KR-7		KR-8		KR-9		KR-10			
				I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF		
Ag	0.055	0.07	0.1	4.22	26.54	6.92	238.96	3.50	17.14	4.17	22.88	3.58	16.82		
Al	77440	80000	67820.44	-0.51	1.00	-0.98	1.00	-0.60	1.00	-0.35	1.00	-0.49	1.00		
As	2	13	11.41	2.86	10.33	5.02	64.12	1.59	4.54	3.33	12.83	2.65	8.82		
Au (ppb)	-	0.00X	1.75	5.50	64.44	8.27	609.31	4.76	40.98	5.44	55.25	4.87	41.14		
Ba	668	580	297.64	3.60	17.28	5.36	81.08	1.57	4.49	3.10	10.93	1.90	5.24		
Cd	0.102	0.3	0.37	0.53	2.06	1.23	4.63	0.70	2.46	-0.14	1.15	-0.88	0.76		
Co	11.6	19	5.79	1.75	4.80	1.07	4.13	0.99	3.01	2.45	6.95	1.35	3.58		
Cr	35	90	15.15	-0.15	1.28	0.59	2.96	-0.73	0.91	0.27	1.53	-0.73	0.84		
Cu	14.3	45	23.20	5.41	60.26	5.59	94.69	4.67	38.46	4.96	39.48	4.42	29.92		
Fe	30890	47200	26226.66	0.61	2.17	1.63	6.09	0.08	1.59	1.15	2.82	0.35	1.79		
Hg	0.056	0.4	0.03	3.13	12.46	6.27	151.55	2.49	8.47	2.96	9.91	2.77	9.56		
Mn	527	850	693.36	-0.43	1.06	-2.16	0.44	-0.58	1.01	0.25	1.51	-0.58	0.94		
Mo	1.4	2.6	0.84	3.82	20.11	6.29	154.25	2.38	7.89	3.95	19.59	3.01	11.30		
Ni	18.6	68	2.44	-0.39	1.09	-0.34	1.56	-1.39	0.58	0.45	1.74	-0.39	1.07		
Pb	17	20	19.95	2.88	10.46	4.78	54.06	2.47	8.38	3.23	11.91	2.42	7.50		
S	953	2400	605.76	2.34	7.20	3.34	19.94	0.72	2.50	1.67	4.06	1.40	3.70		
Zn	52	95	119.06	1.61	4.33	1.56	5.81	0.71	2.47	0.73	2.11	0.24	1.66		

* Wedepohl, 1995

** Turekian ve Wedepohl, 1961

*** Referans Örneklerinin (Lah 5-11-60-61-62-63-64-65-66) geometrik ortalaması



Şekil 4.42. Karaerik Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı ve b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

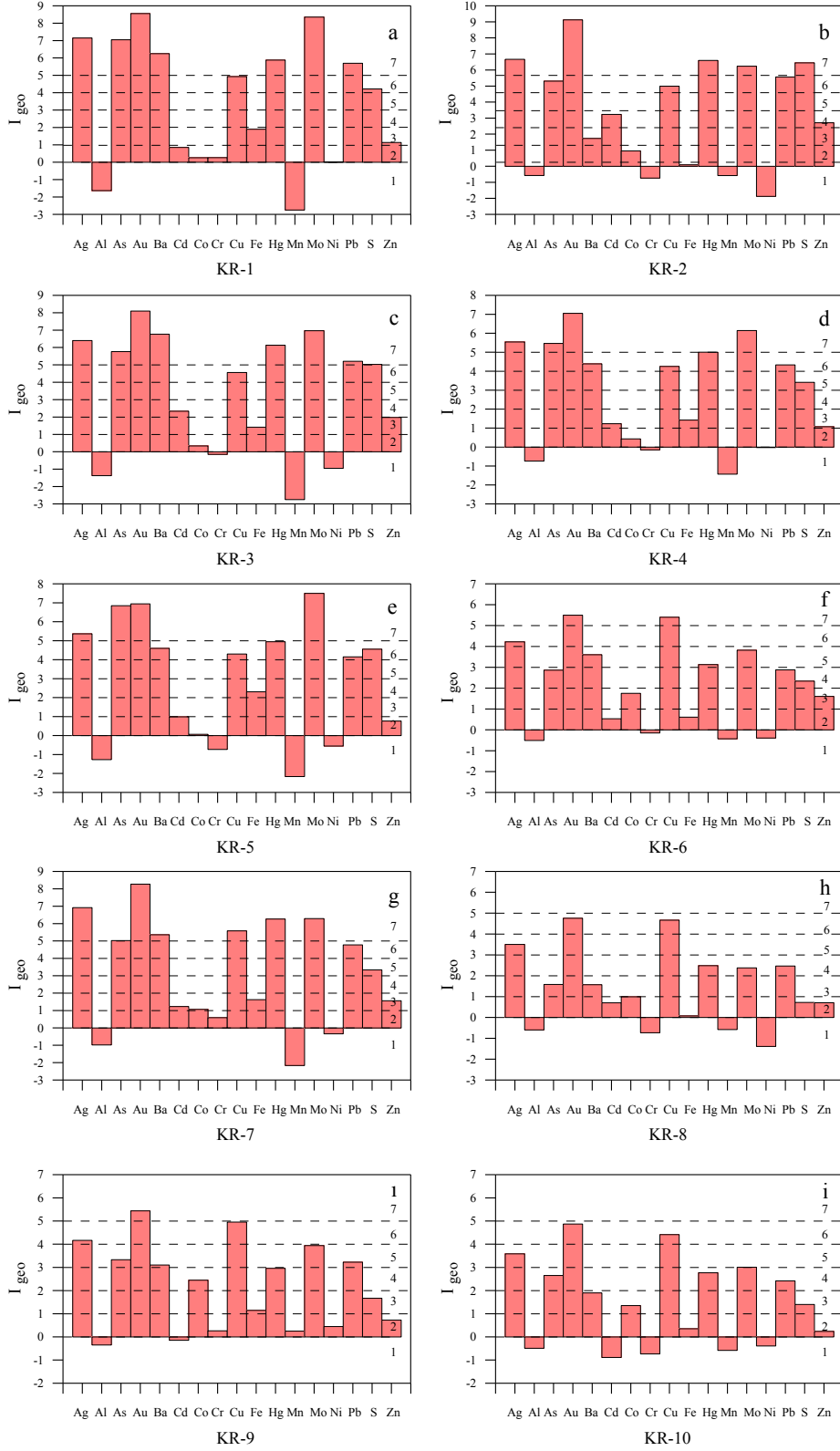
Cd elementine ait I_{geo} değerleri 1., 2., 3., 4. ve 5. sınıfta yer almaktadır. KR-2 örneği Cd elementi tarafından güçlü şekilde kirletilmiştir (Şekil 4.43 b). Karaerik Madeni Acısu Dere boyunca alınan örnekler (KR-1, KR-2, KR-3, KR-4 ve KR-5) Hg elementi tarafından güçlü-çok güçlü ile çok güçlü şekilde kirletilmiştir (Şekil 4.43 a, b, c, d ve e). Cüruf etkisi altında olan diğer dere boyunca alınan örnekler (KR-7 hariç) ise Hg tarafından kısmen-güçlü şekilde ve güçlü şekilde kirletilmiştir. EF sonuçlarına göre dere kumları Cd bakımından minimal zenginleşme, orta derecede zenginleşme ile önemli zenginleşme göstermektedir. Hg açısından ise örnekler önemli zenginleşme son derece yüksek zenginleşme göstermektedir.

Acısu Dere boyunca alınan örnekler As ve Mo bakımından çok güçlü şekilde kirletilmişken, Pb açısından (6. ve 7. sınıf) güçlü-çok güçlü şekilde kirletilmiş ile çok güçlü şekilde kirletilmiştir (Şekil 4.43 a, b, c, d ve e). EF sonuçları I_{geo} sonuçlarına paralellik göstermektedir. Acısu Dere boyunca alınan örneklerde As ile Mo elementleri açısından son derece yüksek zenginleşme görülürken (EF>40), Pb açısından da çok yüksek zenginleşme ile son derece yüksek zenginleşme görülmektedir (Şekil 4.44 a, b, c, d ve e). Cüruf etkisi altındaki diğer dere boyunca alınan örnekler ise Mo elementi bakımından 4., 5. ve 7. sınıfta; Pb elementi bakımından 4., 5. ve 6. sınıfta; As açısından ise 3., 4., 5. ve 7. sınıfta gruplanmaktadır. Bu dere boyunca örneklerde As, Mo ve Pb elementi bakımından orta ve önemli derecede zenginleşmeler (KR-7 son derece yüksek zenginleşme) görülmektedir.

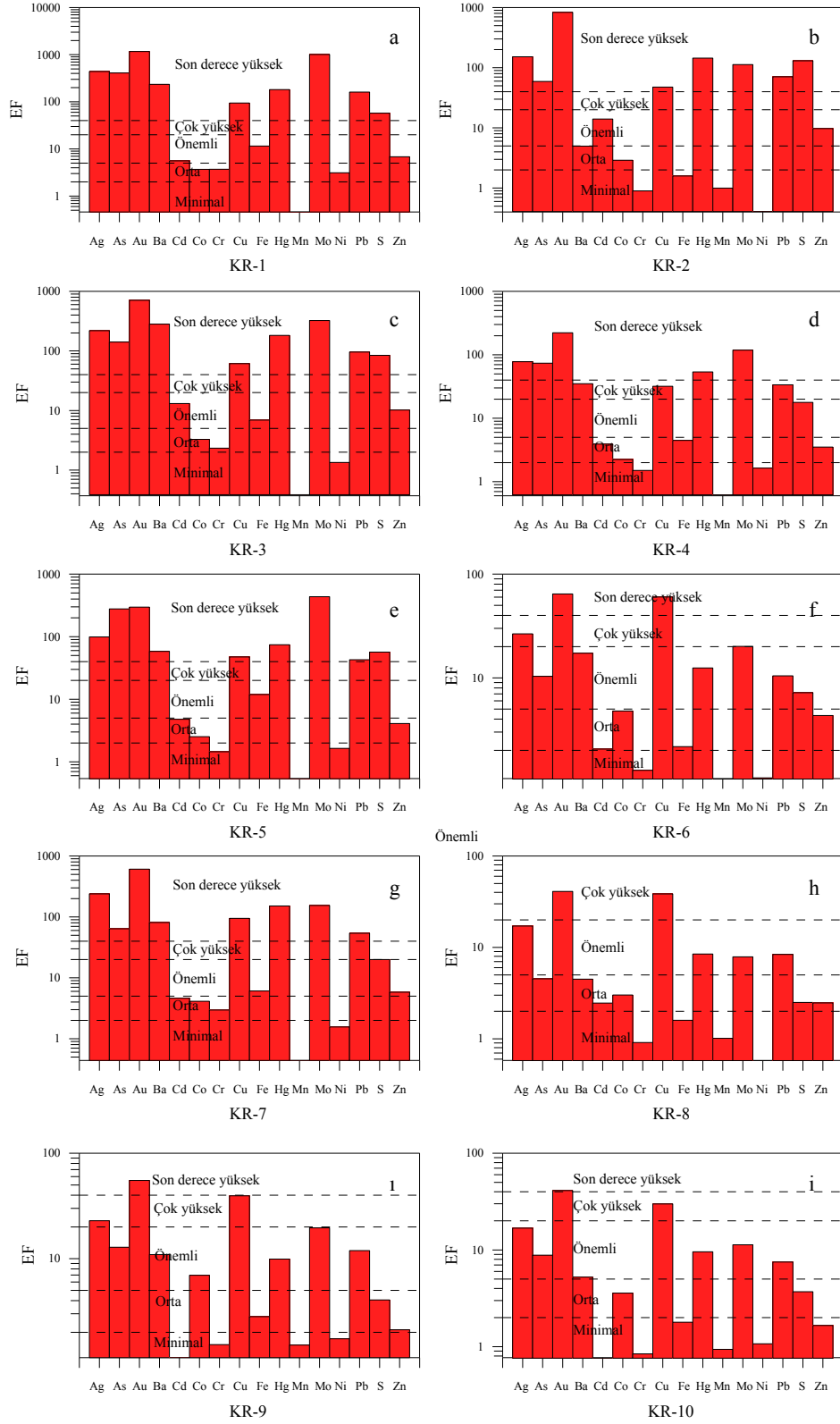
S' e ait jeoakümülyasyon değerlerine göre ise Acısu Dere boyunca alınan örneklerin kirlilik dereceleri güçlü şekilde kirletilmiş ile çok güçlü şekilde kirletilmiş arasında değişmektedir (5., 6. ve 7. sınıf). Zenginleşme faktörü (EF) değerlerine göre Acısu Dere boyunca alınan örnekler önemli ve son derece yüksek zenginleşmiştir (Şekil 4.44).

Ba' a ait I_{geo} değerlerine göre de örnekler kısmen, güçlü şekilde, güçlü-çok güçlü şekilde ve çok güçlü şekilde kirletilmiş arasında değişmektedir (Şekil 4.43). Hesaplanan EF değerlerine göre dere kumları Ba elementi açısından orta, önemli, çok yüksek ve son derece yüksek zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.44).

Ag ve Au için hesaplanan I_{geo} değerleri, bu elementlerin dere kumlarında belirgin şekilde zenginleştiğini göstermektedir. Zenginleşme faktörlerine göre Acısu Dere boyunca alınan dere kumları Au ve Ag bakımından son derece yüksek zenginleşme göstermektedir. Cüruf etkisi altındaki dere boyunca alınan örnekler ise Au bakımından son derece yüksek zenginleşme, Ag bakımından ise önemli, çok yüksek ile son derece yüksek zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.44 f, g, h, ı ve i).



Şekil 4.43. Karaerik Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) KR-1, b) KR-2, c) KR-3, d) KR-4, e) KR-5, f) KR-6, g) KR-7, h) KR-8, ı) KR-9 ve i) KR-10. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir.



Şekil 4.44. Karaerik Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) KR-1, b) KR-2, c) KR-3, d) KR-4, e) KR-5, f) KR-6, g) KR-7, h) KR-8, i) KR-9 ve j) KR-10. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

4.3.2.3.2. Karılar Madeni Yakın Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri

Karılar Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF) Tablo 4.37' de ve Şekil 4.45, 4.46 ve 4.47' de verilmektedir.

Karılar Madeni çevresinden alınan örneklerin Al, Mn ve Ni (KR-17 hariç) elementlerine ait I_{geo} değerleri negatif çıkmıştır (Şekil 4.45a). Yani Al, Mn ve Ni elementleri bakımından dere kumları kirlenmemişlerdir. Mn için hesaplanan zenginleşme faktörleri $EF < 2$ olduğundan minimal zenginleşme, Ni için ise $EF < 2$ ve $EF = 2-5$ olduğundan minimal ve orta derecede zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.45b).

Cr elementine ait I_{geo} değerleri KR 19, KR-20, KR-21, KR-22 örnekler için negatiftir (Şekil 4.46 c, d, e ve f). Yani bu örnekler Cr elementi tarafından kirlenmemiştir. KR-17 ile KR-18 örnekleri ise kirlenmemiş-kısmen kirlenmiş ile kısmen kirlenmiştir. Örnekler EF değerlerine göre minimal, orta ve önemli derecede zenginleşme sınıfında gruplanmaktadır (Şekil 4.47 a, b, c, d, e ve f).

Dere kumları Co elementi açısından 1. ve 2. sınıf I_{geo} değerlerine (-0.95 ile 0.48 arasında) sahiptir (Şekil 4.46 a, b, c, d, e ve f). Bu sonuca göre örnekler Co açısından kirlenmemiş, kirlenmemiş-kısmen kirlenmiş olarak sınıflanmaktadır. Co elementi için hesaplanan zenginleşme faktörü değerleri bakımından KR-19 numaralı örnek önemli zenginleşme, KR-17 ve KR-21 numaralı örnekler minimal zenginleşme, KR-18, KR-20 ve KR-22 numaralı örnekler orta derecede zenginleşmeye sahiptir. (Şekil 4.47 a, b, c, d, e, f).

Karılar Madeni dere kumlarının Fe elementi için hesaplanan jeoakümülyasyon indeksi değerleri 2., 3. ve 4. sınıf aralıklarında değerler göstermektedir. Bu değerlere göre KR-17 ($I_{geo}=0.67$) kirlenmemiş-kısmen kirlenmiş, KR 21 ve KR 22 (1.32 ve 1.23) kısmen kirlenmiş, KR-18, KR-19 ve KR-20 (sırasıyla 2.91, 2.89 ve 2.75) kısmen-güçlü şekilde kirlenmiştir (Şekil 4.46 a, b, c, d ve e). EF değerlerine göre KR-18, KR-19 ve KR-20 çok yüksek zenginleşme, KR-17 ve KR-22 orta derecede zenginleşme, KR-21 önemli zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.47 a, b, c, d, e ve f).

Örneklerin Zn ve Cd elementlerine ait I_{geo} değerleri KR-17 haricinde pozitif çıkmıştır. Bu örnekler Zn elementine göre 4. ve 5. sınıfta ve Cd elementine göre de 3., 4. ve 5. sınıfta gruplanmaktadır. Cd ve Zn elementleri için hesaplanan zenginleşme faktörü sonuçlarına göre, KR-17 minimal zenginleşme, KR-22 önemli zenginleşme ve diğer örnekler ise çok yüksek zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.47 a, b, c, d, e ve f).

Tablo 4.37. Karılar Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)

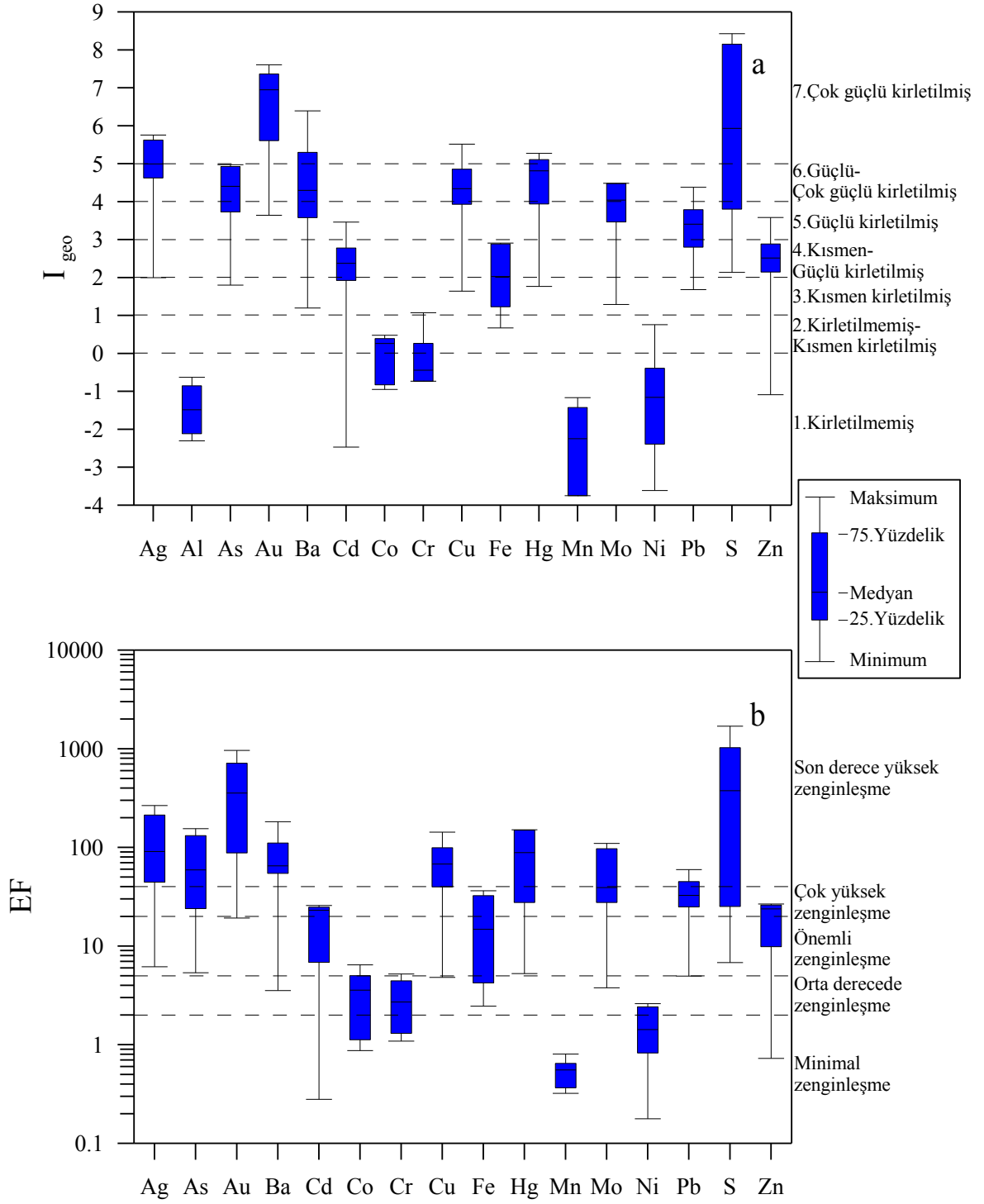
	Karılar Madeni											
	KR-17		KR-18		KR-19		KR-20		KR-21		KR-22	
	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF
Ag	2.00	6.18	5.62	213.57	5.75	266.15	4.91	108.19	5.09	73.85	4.62	44.56
Al	-0.63	1.00	-2.11	1.00	-2.30	1.00	-1.85	1.00	-1.12	1.00	-0.85	1.00
As	1.80	5.38	4.93	131.74	4.98	155.13	4.04	59.44	4.77	59.15	3.73	24.01
Au	3.64	19.29	7.37	715.42	7.61	962.29	6.95	445.25	6.95	268.24	5.61	88.21
Ba	1.20	3.54	3.66	54.65	3.58	58.98	4.94	111.06	6.39	182.65	5.30	71.22
Cd	-2.47	0.28	2.58	25.84	2.18	22.29	2.78	24.79	3.46	23.97	1.93	6.86
Co	-0.83	0.87	0.16	4.84	0.39	6.47	0.48	5.03	-0.95	1.13	0.37	2.33
Cr	1.08	3.26	0.27	5.21	-0.15	4.45	-0.73	2.17	-0.73	1.31	-0.73	1.09
Cu	1.64	4.83	4.22	80.93	4.86	142.92	3.93	55.07	5.52	99.51	4.46	39.86
Fe	0.67	2.46	2.91	32.48	2.89	36.44	2.75	24.22	1.31	5.39	1.23	4.24
Hg	1.77	5.27	5.11	149.70	4.94	151.22	4.69	93.09	5.27	84.09	3.94	27.71
Mn	-1.43	0.58	-3.75	0.32	-3.75	0.37	-2.75	0.54	-1.75	0.65	-1.16	0.81
Mo	1.29	3.79	4.49	97.17	4.48	109.85	3.47	39.90	4.15	38.45	3.94	27.70
Ni	0.76	2.61	-2.39	0.83	-1.03	2.42	-1.29	1.48	-3.61	0.18	-0.39	1.38
Pb	1.68	4.97	3.22	40.29	3.60	59.72	2.80	25.19	4.38	45.19	3.79	25.02
S	2.14	6.80	7.34	702.76	8.43	1696.69	8.15	1026.76	4.52	49.96	3.80	25.25
Zn	-1.09	0.73	2.58	25.94	2.15	21.80	2.89	26.69	3.58	26.06	2.45	9.87

Cu ve Hg için hesaplanan I_{geo} sonuçlarına göre KR-17 dışındaki örnekler 5., 6. ve 7. sınıfta yer almaktadır. KR-17 Cu ve Hg'ya ait EF değerlerine göre orta ve önemli derecede diğer örnekler ise çok yüksek ile son derece yüksek derecede zenginleşme göstermektedir.

KR-17 (3. sınıf kısmen kirlenmiş) dışındaki diğer örnekler As ve Mo açısından 5. ve 6. sınıfta gruplanmaktadır. Bu sınıf değerlerine göre örnekler güçlü şekilde kirlenmiş ile güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmiştir. EF sonuçlarına göre örnekler (KR-17 orta ve önemli derecede) çok yüksek ile son derece yüksek şekilde kirlenmiştir (Şekil 4.47 a, b, c, d, e, f).

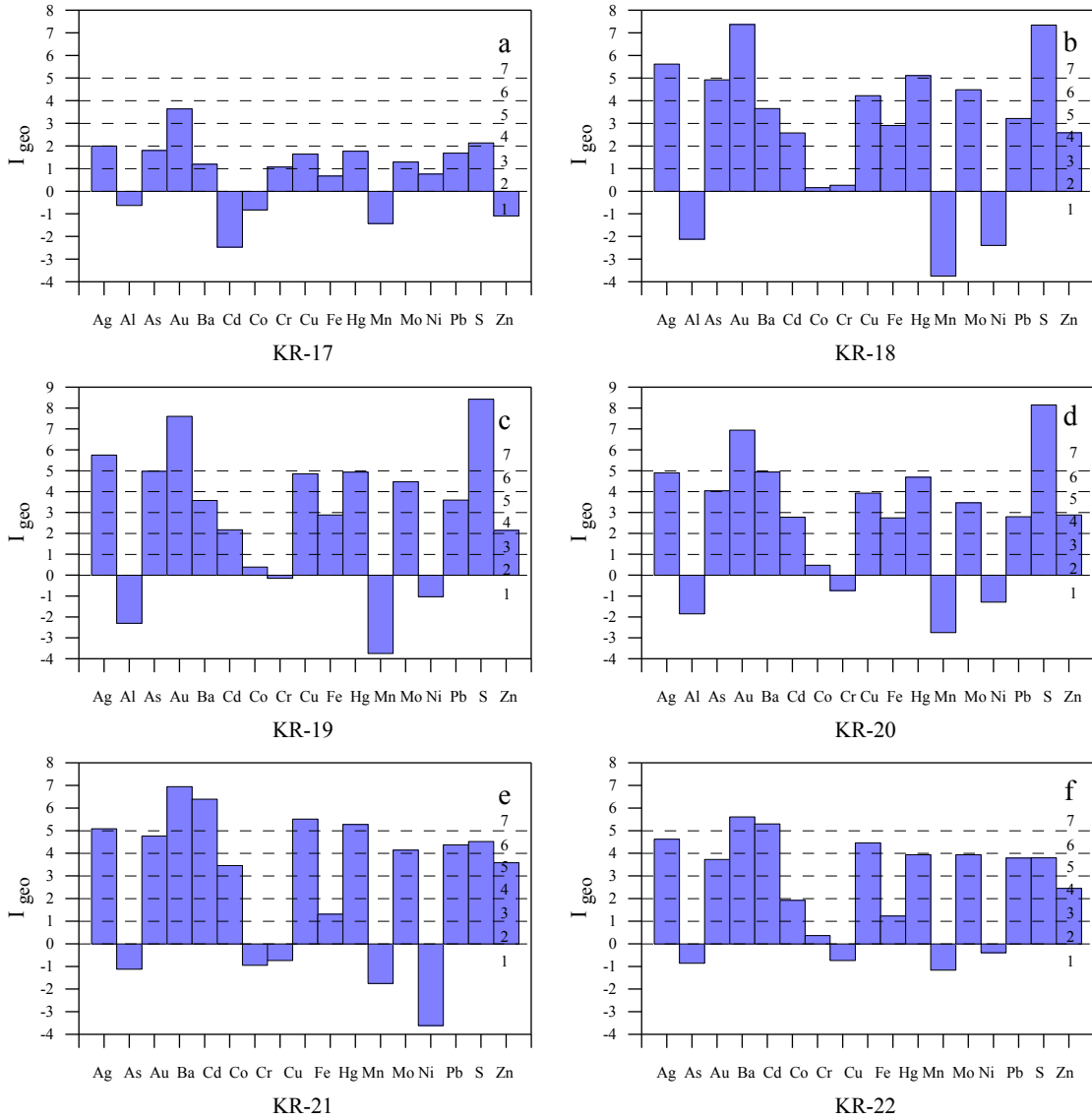
Pb elementine ait I_{geo} değerleri 1.68 ile 4.38 arasındadır. Bu değerlere göre örnekler kısmen ile güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmiş arasında değişmektedir (Şekil 4.45a). Zenginleşme faktörü değerleri I_{geo} değerlerine uyumlu sonuçlar göstermekte ve örneklerin orta, çok yüksek ve son derece yüksek zenginleştiğini ifade etmektedir.

Karılar Madeni çevresinden alınan dere kumu örneklerinin (KR-17 hariç) S içeriği jeoakümülyasyon indeksi değerlerine göre güçlü şekilde kirlenmiş, güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmiş ile çok güçlü şekilde kirlenmiş arasında değişmektedir.



Şekil 4.45. Karılar Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

KR-17 numaralı örnek ise S bakımından kısmen-güçlü şekilde kirlenmiştir. EF değerlerine göre KR-18, KR 19, KR 20 ve KR 21 örnekleri son derece yüksek zenginleşme, KR-22 çok yüksek zenginleşme ve KR-17 önemli derecede zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.47 a, b, c, d, e ve f).

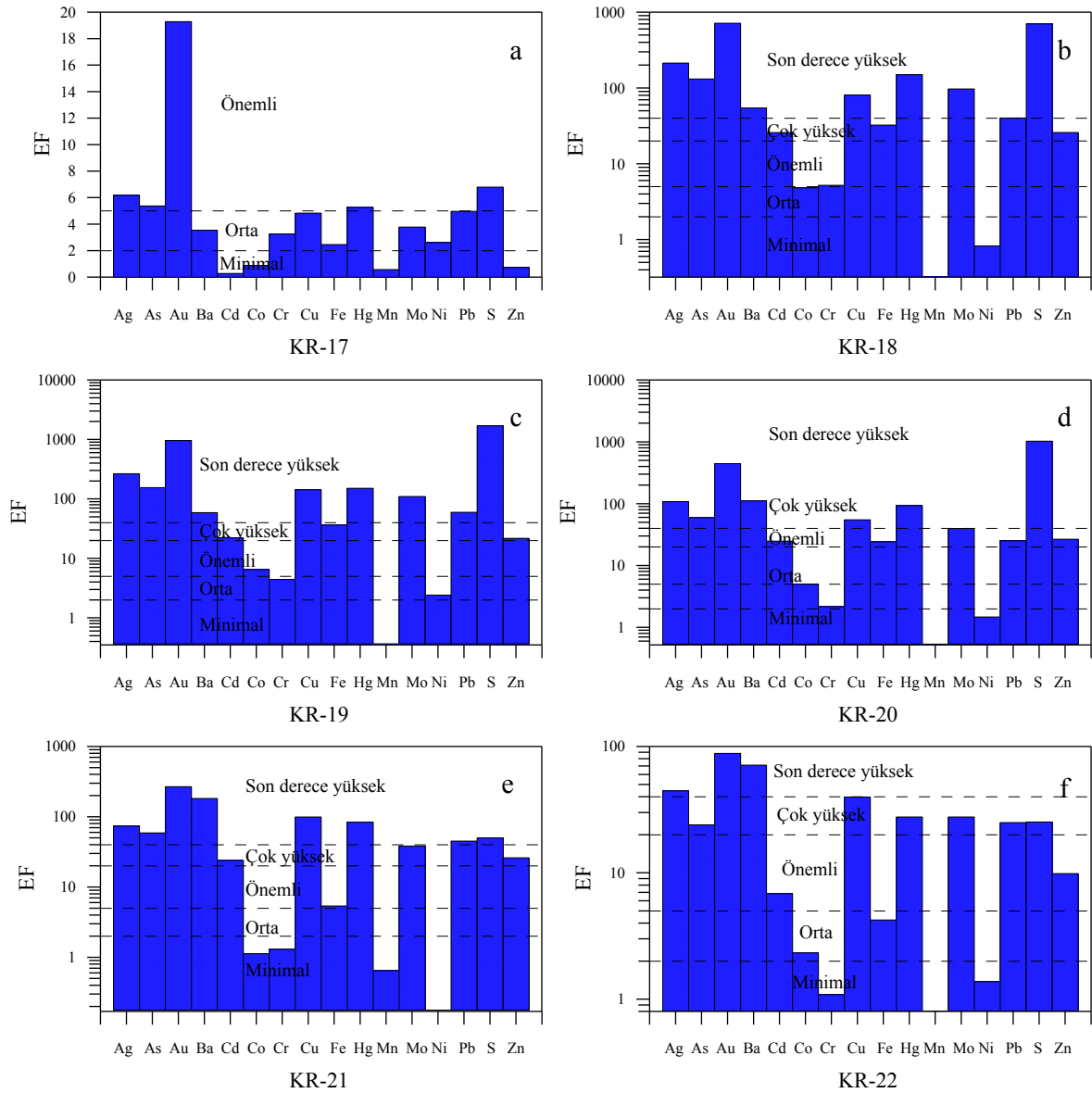


Şekil 4.46. Karılar Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) KR-17, b) KR-18, c) KR-19, d) KR-20, e) KR-21 ve f) KR-22. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir.

Dere kumlarındaki Ba elementine ait I_{geo} değerleri 1.20 ile 6.39 arasında değişmektedir. KR-17 kısmen kirlenmiş, KR-18 ve KR-19 güçlü şekilde kirlenmiş, KR-20 güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmiş ve KR-21 ve KR-22 çok güçlü şekilde kirlenmiştir.

KR-17 (orta derecede zenginleşme) dışındaki tüm örnekler son derece yüksek zenginleşme gösteren zenginleşme faktörü değerlerine sahiptir.

Dere kumları KR-17 haricinde Ag ve Au elementine ait güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmiş ile çok güçlü şekilde kirlenmiş olarak gruplanan 6. ve 7. sınıf I_{geo} değerlerine sahiptir. Zenginleşme faktörü değerine göre önemli zenginleşme gösteren KR-17 dışındaki diğer örnekler Ag ve Au bakımından son derece yüksek zenginleşme göstermektedir.



Şekil 4.47. Karılar Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) KR-17, b) KR-18, c) KR-19, d) KR-20, e) KR-21 ve f) KR-22. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

4.3.2.3.3. Ağalık Madeni Yakın Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri

Ağalık Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF) Tablo 4.38' de ve Şekil 4.48, Şekil 4.49 ve Şekil 4.50' de verilmektedir.

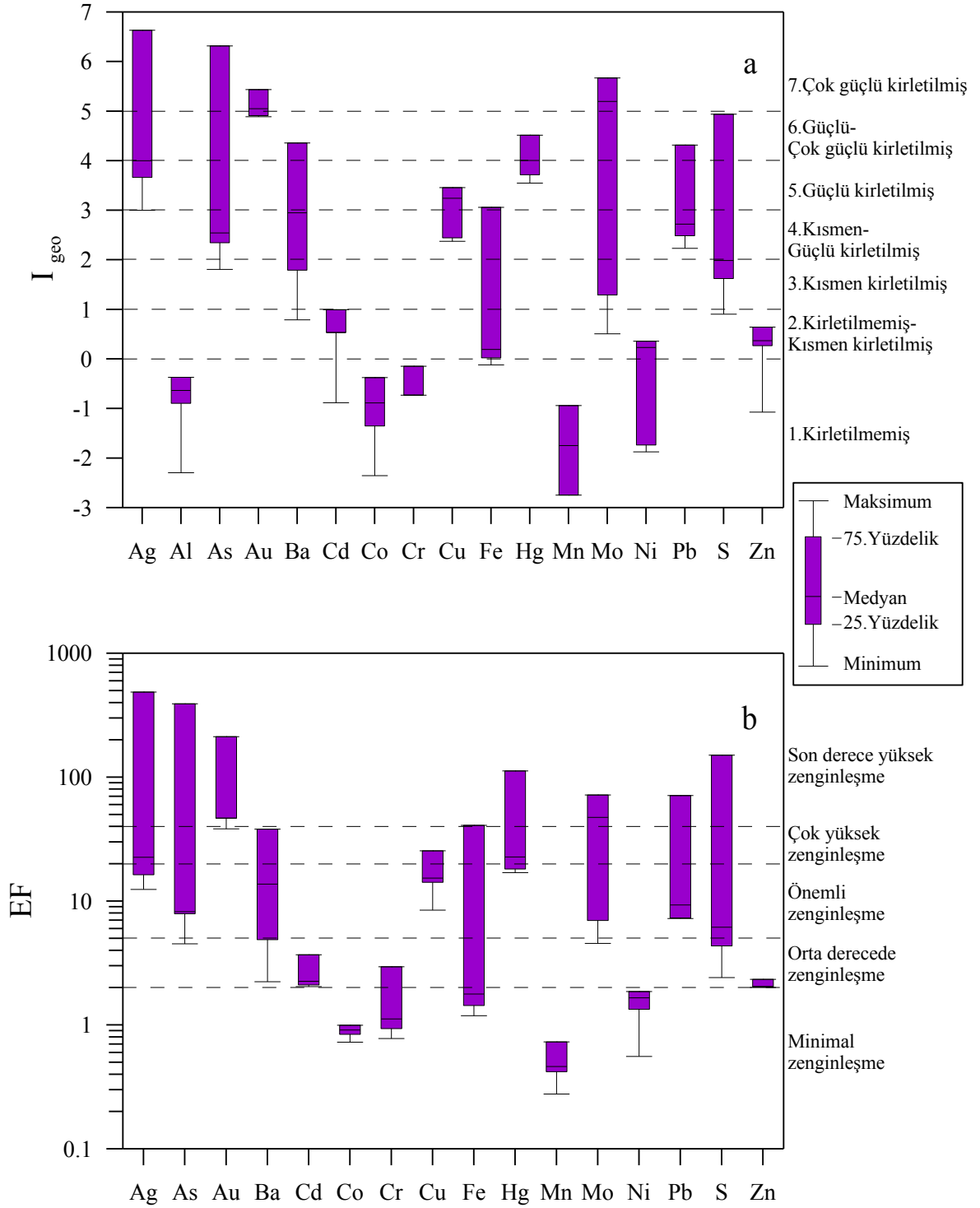
Ağalık Madeni çevresinden alınan örneklerin Al, Co, Cr, ve Mn elementlerine ait I_{geo} değerleri negatif çıkmıştır (Şekil 4.48a). Yani bu elementler bakımından dere kumları kirletilmemişlerdir. Co, Cr (A-4 hariç) ve Mn elementi için hesaplanan zenginleşme faktörleri $EF < 2$ olduğundan minimal zenginleşme görülmektedir. (Şekil 4.48b).

Ni elementine ait I_{geo} değerleri A-1 ve A-4 örnekleri için negatiftir (Şekil 4.49). Yani bu örnekler Ni elementi tarafından kirletilmemiştir. Ancak Lah-3, Lah-6 ve Lah-7 örnekleri ise kirletilmemiş-kısmen kirletilmiştir (sınıf 2). Örneklere ait EF değerlerine ($EF < 2$) göre ise tüm örnekler minimal zenginleşme sınıfında gruplanmaktadır.

Tablo 4.38. Ağalık Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)

	*** Background Değeri (ppm)	Ağalık Madeni									
		A-1		A-4		Lah-3		Lah-6		Lah-7	
		I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF
Ag	0.1	5.98	117.62	6.63	487.08	3.66	16.35	4.00	22.58	3.00	12.43
Al	67820.44	-0.89	1.00	-2.29	1.00	-0.37	1.00	-0.50	1.00	-0.64	1.00
As	11.41	3.92	28.13	6.32	391.16	1.81	4.52	2.54	8.22	2.35	7.90
Au (ppb)	1.75	5.10	63.54	5.44	212.38	4.89	38.27	5.05	46.73	4.91	46.78
Ba	297.64	4.36	38.06	2.95	37.86	0.79	2.23	1.79	4.89	3.14	13.69
Cd	0.37	0.99	3.70	-0.88	2.66	0.70	2.10	0.53	2.04	0.53	2.25
Co	5.79	-1.35	0.73	-2.35	0.96	-0.37	1.00	-0.63	0.91	-0.89	0.84
Cr	15.15	-0.73	1.12	-0.73	2.95	-0.73	0.78	-0.15	1.27	-0.73	0.94
Cu	23.20	3.24	17.59	2.38	25.44	3.46	14.19	3.44	15.32	2.44	8.46
Fe	26226.66	0.78	3.18	3.06	40.86	-0.12	1.19	0.02	1.44	0.19	1.78
Hg	0.03	4.07	31.20	4.52	112.24	3.72	16.97	4.01	22.68	3.55	18.16
Mn	693.36	-2.75	0.28	-2.75	0.73	-0.94	0.67	-1.75	0.42	-1.75	0.46
Mo	0.84	1.29	4.55	0.51	6.98	5.20	47.34	5.67	71.83	5.22	57.97
Ni	2.44	-1.74	0.56	-1.87	1.34	0.36	1.66	0.23	1.66	0.26	1.87
Pb	19.95	4.32	36.99	3.86	71.10	2.49	7.23	2.72	9.31	2.23	7.31
S	605.76	2.28	8.99	4.94	150.56	0.90	2.42	1.62	4.35	1.99	6.16
Zn	119.06	0.27	2.24	-1.07	2.33	0.64	2.02	0.54	2.05	0.37	2.01

*** Referans Örneklerinin (Lah 5-11-60-61-62-63-64-65-66) geometrik ortalaması



Şekil 4.48. Ağalık Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. Igeo sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

Ağalık Madeni dere kumlarının Fe elementi için hesaplanan jeoakümülyasyon indeksi değerleri Lah-3 için negatif ($I_{geo}=-0.12$), A-1, Lah-6 ve Lah-7 için 0-1 arasında değişirken A-4 için 5. sınıf değeri göstermektedir ($I_{geo}=3.06$). Bir başka deyişle Lah-3 örneği kirletilmemiş, A-1, Lah-6 ve Lah-7 örnekleri kirletilmemiş-kısmen kirletilmiş, A-4 örneği ise güçlü şekilde kirletilmiştir. Fe ait EF değerlerine göre Lah-3, Lah-6 ve Lah-7 minimal zenginleşmeye, A-1 orta derecede zenginleşmeye, A-4 ise son derece yüksek zenginleşmeye sahiptir (Şekil 4.50).

Zn ve Cd elementlerine ait I_{geo} değerlerine göre örnekler kirletilmemiş (A-4) ile kirletilmemiş-kısmen kirletilmişlerdir. Cd ve Zn için hesaplanan zenginleşme faktörü sonuçlarına göre, örnekler orta derecede zenginleşme göstermektedir.

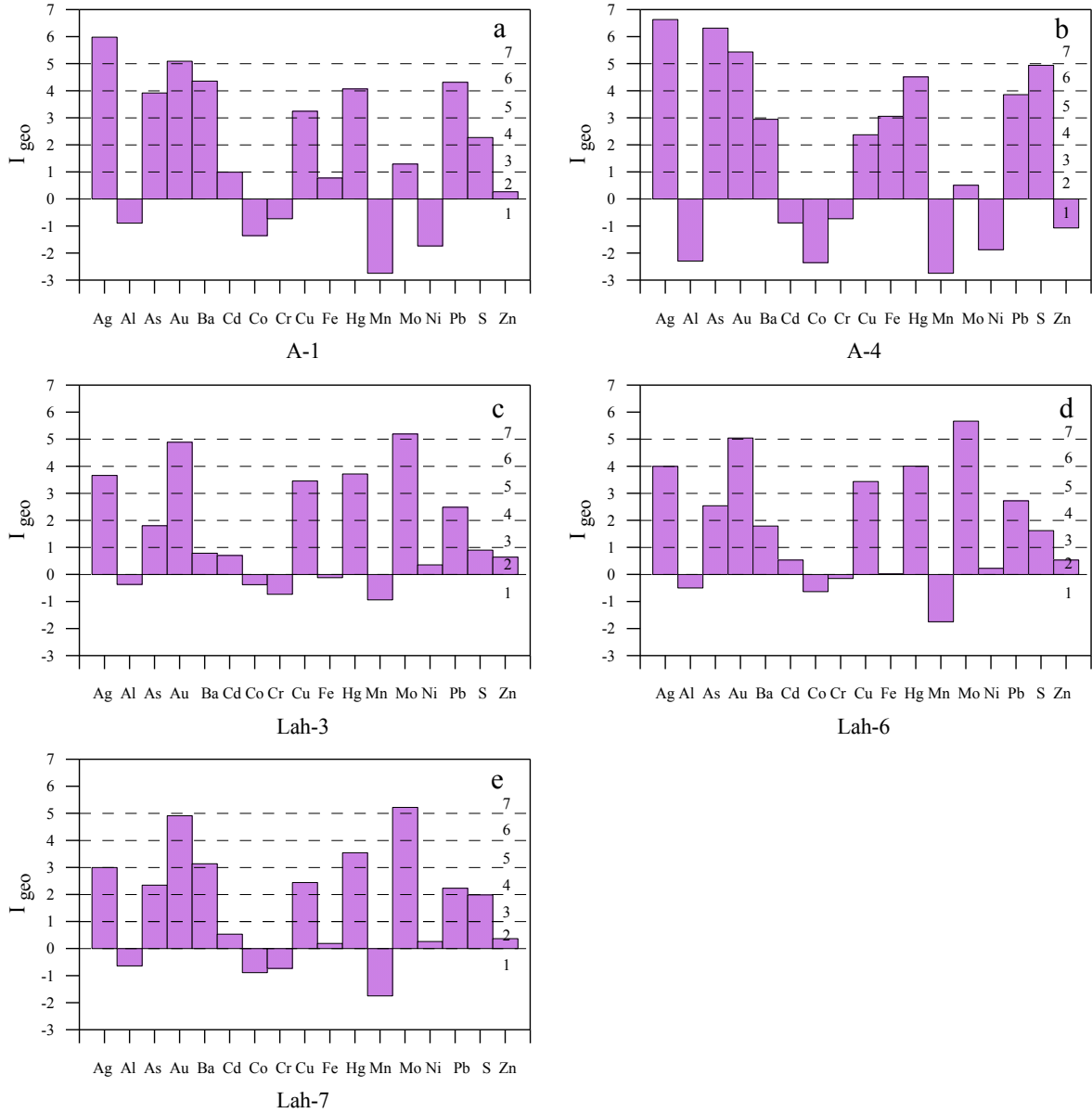
Hg için hesaplanan I_{geo} sonuçlarına göre örnekler 5. ve 6. sınıfta yer almaktadır. Cu elementi 4. ve 5. sınıf I_{geo} değerlerine sahiptir. Hg için hesaplanan zenginleşme faktörlerine göre Lah-3 ve Lah-7 önemli zenginleşme, A-1 ve Lah-6 çok yüksek zenginleşme, A-4 son derece yüksek zenginleşme göstermektedir. A-1, Lah-3, Lah-6 ve Lah-7 örnekleri Cu elementi açısından önemli derecede zenginleşirken, A-4 örneği çok yüksek derecede zenginleşmiştir.

A-4 örneği As açısından çok güçlü şekilde kirletilmişken, A-1 örneği güçlü şekilde kirletilmiştir. Diğer örnekler ise kısmen kirletilmiş ile kısmen-güçlü şekilde kirletilmiştir. I_{geo} değerlerine paralel olarak A-4 örneği As elementi tarafından son derece yüksek, A-1 örneği ise çok yüksek zenginleşme göstermektedir. Lah-6 ve Lah-7 örnekleri önemli, Lah-3 ise orta derecede zenginleşme göstermektedir.

Lah-3, Lah-6 ve Lah-7 Mo elementi tarafından çok güçlü şekilde kirletilmiştir. A-1 kısmen kirletilmiş ve A-4 kirletilmemiş-kısmen kirletilmiştir. EF sonuçları I_{geo} sonuçlarına benzer olup, Lah-3, Lah-6 ve Lah-7 örneklerinde son derece yüksek, A-4 örneğinde önemli ve A-1 örneğinde ise orta derecede zenginleşme görülmektedir.

Pb elementine ait I_{geo} değerleri 2.23 ile 4.32 arasında değişmektedir (Şekil 4.49). Bu değerlere göre A-1 güçlü-çok güçlü şekilde kirletilmiş, A-4 güçlü şekilde kirletilmiş, Lah-3, Lah-6 ve Lah-7 kısmen-güçlü şekilde kirletilmiştir. Hesaplanan zenginleşme faktörü sonuçlarına göre de A-1 çok yüksek zenginleşme, A-4 son derece yüksek zenginleşme, Lah-3, Lah-6 ve Lah-7 önemli zenginleşme göstermektedir.

Örneklerin (A-4 hariç) S' e ait jeoakümülyasyon indeksi değerlerine göre, kirlilik dereceleri kirletilmemiş-kısmen kirletilmiş ile kısmen kirletilmiş arasında değişmektedir.



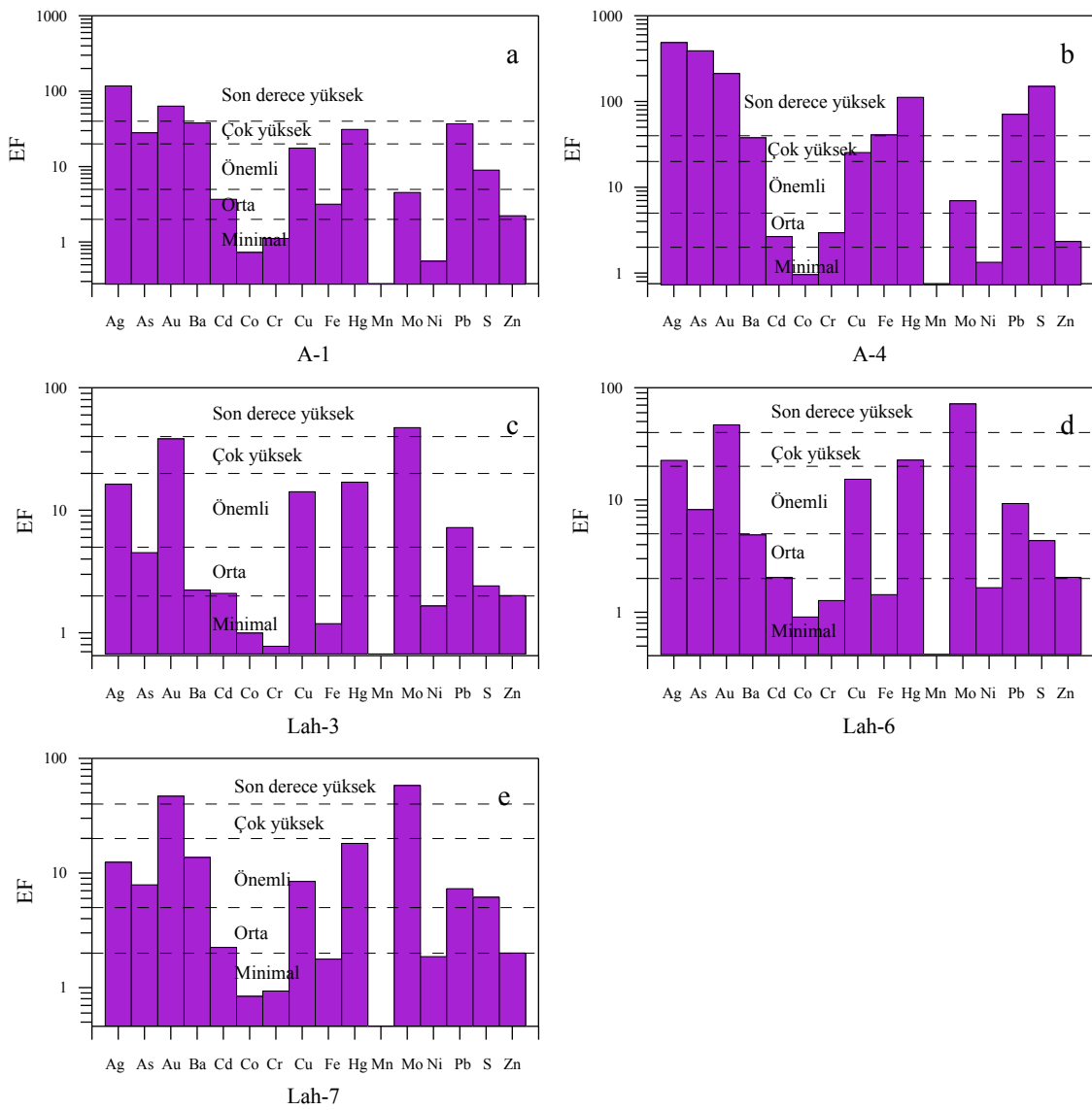
Şekil 4.49. Ağalık Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) A-1, b) A-4, c) Lah-3, d) Lah-6 ve e) Lah-7. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir.

A-4 numaralı örnek ise S bakımından güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmiştir. EF değerlerine göre A-4 örneği son derece yüksek, A-1 ve Lah-7 örnekleri önemli, Lah-3 ve Lah-6 örnekleri orta derecede zenginleşme göstermektedir.

Dere kumlarındaki Ba'a ait I_{geo} değerleri 0.79 ile 4.36 arasında değişmektedir. Buna göre A-1 güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmiş, Lah-7 güçlü şekilde kirlenmiş, A-4 kısmen-güçlü şekilde kirlenmiş, Lah-6 kısmen kirlenmiş ve Lah-3 kirlenmemiş-kısmen kirlenmiş olarak gruplanmaktadır.

A-1 ve A-4 örnekleri çok yüksek zenginleşme ($EF=20-40$), Lah-7 önemli ve Lah-3 ile Lah-6 ($EF=2-5$) orta derecede zenginleşme faktörü değerlerine sahiptir (Şekil 4.50).

Dere kumları Au bakımından 6. ve 7. sınıf, Ag bakımından da 4., 5. ve 7. sınıf I_{geo} değerlerine sahiptir. Zenginleşme faktörü değerine göre A-1, A-4 son derece yüksek zenginleşme göstermektedir. Lah-6 örneği Ag bakımından çok yüksek zenginleşmeye Au bakımından ise son derece yüksek zenginleşmeye sahiptir. Lah-3 ve Lah-7 örnekleri Ag açısından önemli zenginleşme gösterirken, Au bakımından sırasıyla çok yüksek ve son derece yüksek zenginleşme göstermektedir.



Şekil 4.50. Ağalık Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) A-1, b) A-4, c) Lah-3, d) Lah-6 ve e) Lah-7. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

4.3.2.3.4. Lahanos Madeni Yakın Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri

Lahanos Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarına ve Lahanos Madeni atığına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF) Tablo 4.39' da ve Şekil 4.51, Şekil 4.52 ve Şekil 4.53' te verilmektedir.

Lahanos Madeni çevresinden alınan örneklerin Al, Co ve Mn elementlerine ait I_{geo} değerleri negatif çıkmıştır (Şekil 4.51a). Yani bu elementler bakımından dere kumları kirletilmemişlerdir. Co ve Mn elementi için hesaplanan zenginleşme faktörleri $EF < 2$ olduğundan minimal zenginleşme görülmektedir (Şekil 4.51b).

Ni elementine ait I_{geo} değerleri Lah-13, Lah-25 ve Lah-27 örnekleri için negatiftir (Şekil 4.52). Yani bu örnekler Ni elementi tarafından kirletilmemiştir. Buna karşılık Lah-2, Lah-8, Lah-9, Lah-10 ve Lah-12 örnekleri ise I_{geo} değerleri $< 0-1$ olduğundan kirletilmemiş-kısmen kirletilmiştir (sınıf 2). Örneklere ait EF değerlerine göre ise Lah-2, Lah-9, Lah-10 ve Lah-12 $EF=2-5$ olduğundan orta derecede diğer tüm örnekler de minimal zenginleşme sınıfında gruplanmaktadır (Şekil 4.53).

Lahanos Madeni dere kumlarının Fe elementi için hesaplanan jeoakümülyasyon indeksi değerleri Lah-2, Lah-13 (atık deşarjı sonrası ilk örnek), Lah-25 ve Lah-27 için negatifken, Lah-8, Lah-9, Lah-10 ve Lah-12 için 0-1 arasında değişmektedir. Buna göre Lah-2, Lah-13 (atık deşarjı sonrası ilk örnek), Lah-25 ve Lah-27 örnekleri kirletilmemiş, diğer örnekler ise kirletilmemiş-kısmen kirletilmiş olarak sınıflanmaktadır. Fe' e ait EF değerlerine göre $EF < 2$ olduğundan tüm örnekler Fe açısından minimal zenginleşmeye sahiptir (Şekil 4.53).

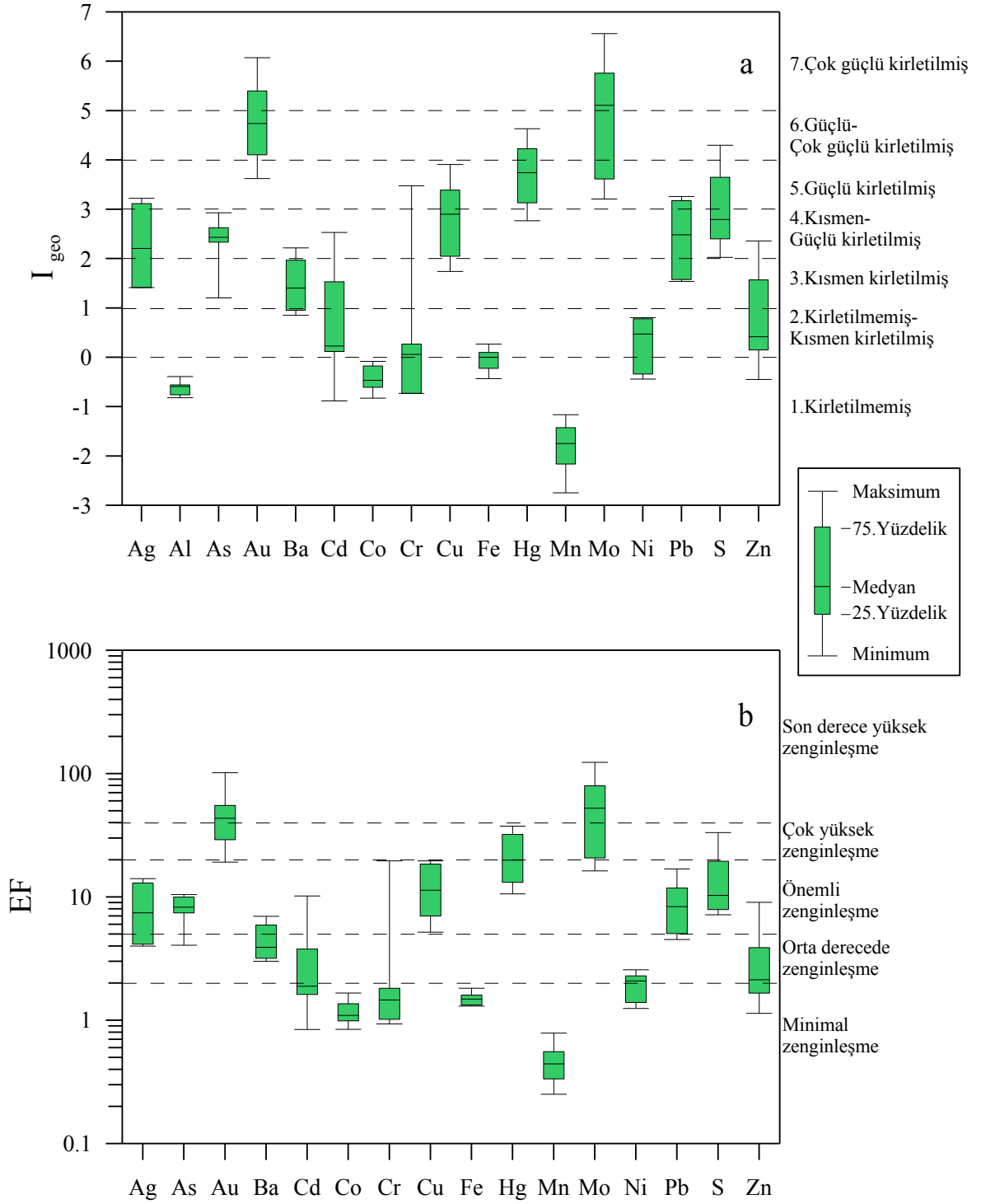
Cr elementine ait I_{geo} değerleri Lah-8, Lah-9, Lah-25 ve Lah 27 için negatif iken (kirletilmemiş), atık deşarjından hemen sonra alınan Lah-13 örneği için $I_{geo}=3.48$ olduğundan güçlü şekilde kirletilmiştir. Diğer örnekler ise I_{geo} değerleri $> 0-1$ olduğundan Cr tarafından kirletilmemiş-kısmen kirletilmiş olarak gruplanmaktadır. Hesaplanan EF değerleri Lah-13 hariç $EF < 2$ çıkmıştır. Buna göre Lah 13 haricindeki örneklerde Cr minimal zenginleşmektedir. Lah 13 ($EF=19.63$) örneği ise Cr bakımından önemli zenginleşmeye sahiptir.

Zn ve Cd elementlerinin I_{geo} değerlerine göre örnekler 1., 2, 3 ve 4. sınıf (Lah-13) kirlilik dereceleri göstermektedir. Cd ve Zn elementleri için hesaplanan zenginleşme faktörü sonuçlarına göre, örnekler minimal, orta ve önemli zenginleşme (Lah-13) göstermektedir(Şekil4.53).

Tablo 4.39. Lahanos Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)

	*** Background Değeri (ppm)	Lahanos Madeni																		Lahanos M. Atık	
		Lah-2		Lah-8		Lah-9		Lah-10		Lah-12		Lah-13		Lah-25		Lah-27		Lah-43			
		I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF		
Ag	0.1	1.42	4.00	3.12	12.97	2.42	7.86	3.22	14.09	2.87	9.60	2.00	7.05	1.42	4.14	1.74	5.64	7.91	1635.88		
Al	67820.44	-0.58	1.00	-0.58	1.00	-0.56	1.00	-0.59	1.00	-0.39	1.00	-0.82	1.00	-0.64	1.00	-0.76	1.00	-2.77	1.00		
As	11.41	2.44	8.11	2.43	8.06	2.33	7.43	2.57	8.96	2.93	9.98	1.21	4.07	2.43	8.39	2.63	10.46	7.23	1019.94		
Au (ppb)	1.75	4.39	31.44	4.76	40.62	5.06	49.00	6.07	101.66	5.40	55.28	4.72	46.40	3.62	19.16	4.11	29.17	9.35	4456.05		
Ba	297.64	1.37	3.86	2.22	6.97	1.54	4.29	1.97	5.91	1.44	3.55	0.85	3.18	0.95	3.01	1.22	3.95	5.62	334.76		
Cd	0.37	0.12	1.63	0.12	1.62	0.99	2.93	0.12	1.64	1.53	3.79	2.53	10.20	-0.88	0.84	0.34	2.14	5.96	422.91		
Co	5.79	-0.83	0.85	-0.58	1.00	-0.40	1.12	-0.61	0.99	-0.17	1.16	-0.08	1.66	-0.53	1.07	-0.31	1.36	2.50	38.46		
Cr	15.15	0.27	1.81	-0.15	1.35	-0.15	1.33	0.27	1.82	0.27	1.58	3.48	19.63	-0.73	0.94	-0.73	1.02	3.36	69.77		
Cu	23.20	2.66	9.46	3.14	13.23	3.32	14.71	2.37	7.82	3.91	19.65	3.39	18.48	1.74	5.19	2.05	7.00	8.17	1959.06		
Fe	26226.66	-0.04	1.46	0.10	1.60	0.05	1.52	0.27	1.82	0.09	1.40	-0.43	1.31	-0.22	1.33	-0.16	1.51	2.94	52.36		
Hg	0.03	3.13	13.14	3.72	19.69	3.77	20.09	4.63	37.50	4.23	24.53	4.19	32.18	2.77	10.59	3.25	16.07	7.27	1053.98		
Mn	693.36	-2.16	0.33	-1.43	0.56	-1.75	0.44	-1.75	0.45	-1.43	0.49	-1.16	0.79	-2.16	0.35	-2.75	0.25	-1.75	2.03		
Mo	0.84	5.49	67.31	4.90	44.84	5.76	79.86	5.31	60.03	6.56	123.58	3.21	16.29	4.29	30.46	3.61	20.73	6.11	470.83		
Ni	2.44	0.61	2.29	0.36	1.92	0.80	2.57	0.59	2.27	0.78	2.25	-0.34	1.39	-0.11	1.44	-0.44	1.25	2.76	46.14		
Pb	19.95	1.93	5.73	2.50	8.45	2.49	8.30	2.47	8.39	3.18	11.83	3.26	16.87	1.54	4.52	1.58	5.05	6.17	491.75		
S	605.76	2.82	10.56	2.40	7.91	2.77	10.05	3.16	13.46	2.65	8.21	2.03	7.17	3.65	19.50	4.30	33.33	8.68	2789.82		
Zn	119.06	0.15	1.66	0.39	1.96	0.77	2.51	0.21	1.74	1.57	3.88	2.36	9.04	-0.45	1.14	0.44	2.30	5.20	249.72		

*** Referans Örneklerinin (Lah 5-11-60-61-62-63-64-65-66) geometrik ortalaması



Şekil 4.51. Lahanos Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülayon indeksleri (I_{geo}) dağılımı b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. (Lahanos atığı dahil edilmemiştir.) I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

Hg için hesaplanan I_{geo} sonuçlarına göre örnekler 4., 5. ve 6. sınıfta yer almaktadır (Şekil 4.52). Benzer şekilde zenginleşme faktörü sonuçlarına göre de Lah-10, Lah-12 ve Lah-13 çok yüksek zenginleşme, diğer örnekler önemli zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.53).

Örneklerin Cu için hesaplanan I_{geo} değerleri 3. 4. ve 5. sınıf olarak gruplanmaktadır. Lah-25 kısmen, Lah-2, Lah-10 ve Lah-27 kısmen-güçlü, Lah-8, Lah-9, Lah-12 ve Lah-13 örnekleri güçlü şekilde Cu tarafından kirletilmişlerdir. Zenginleşme faktörü değerlerine göre tüm örnekler Cu elementi açısından önemli zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.53).

Örnekler (Lah-13 hariç) As açısından kısmen-güçlü şekilde kirletilmiştir. Lah-13 örneği ise kısmen kirletilmiştir. I_{geo} sonuçlarına paralel olarak zenginleşme faktörü değerlerine göre Lah-13 dışındaki örnekler önemli, Lah-13 ise orta derecede zenginleşme göstermektedir.

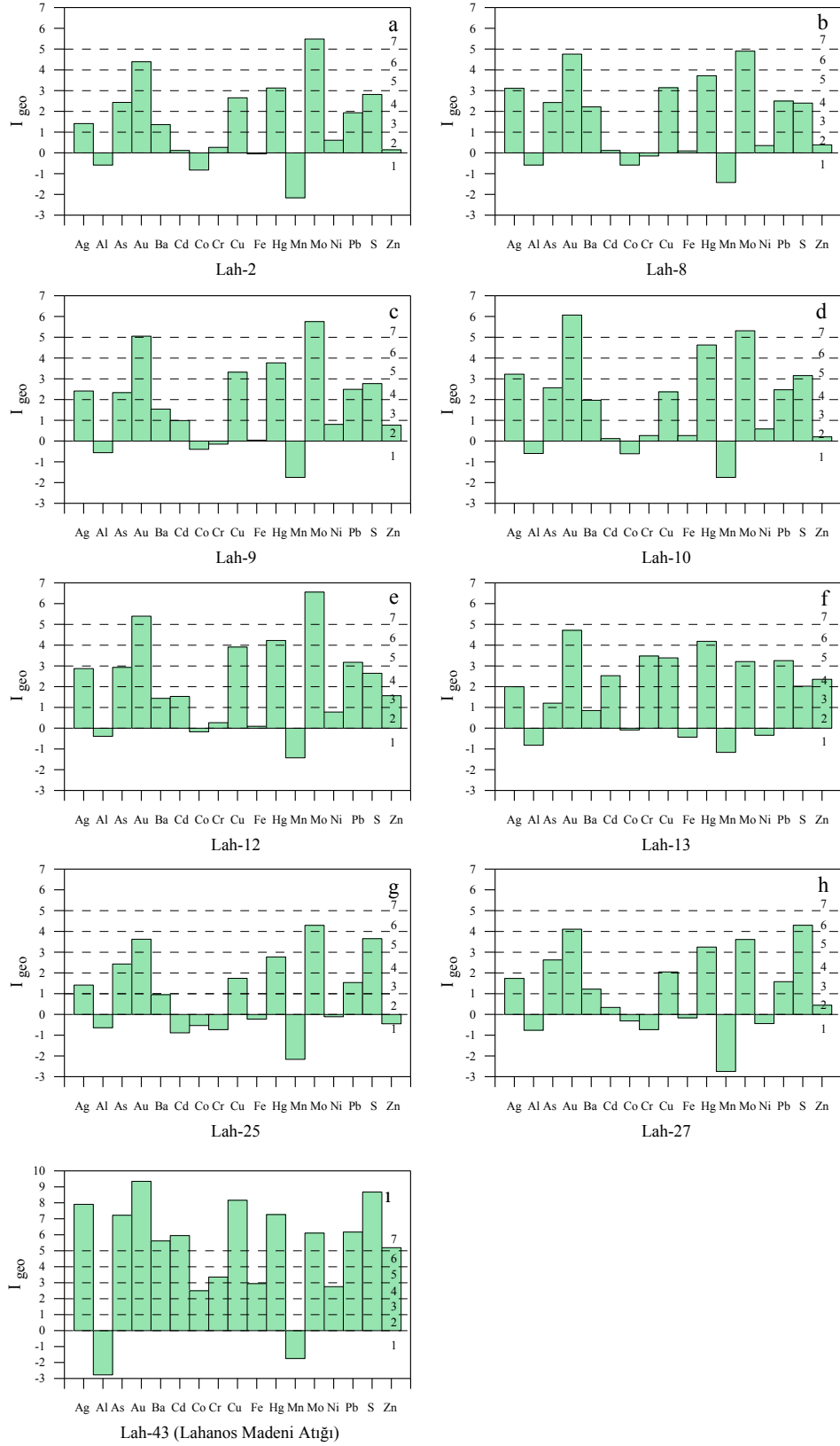
Dere kumları Mo elementi tarafından 5., 6. ve 7. sınıflarda kirlilik derecelerine sahiptir. Bu derecelere göre örnekler Mo açısından güçlü, güçlü-çok güçlü ile çok güçlü şekilde kirletilmiştir (Şekil 4.52). EF sonuçlarına göre Lah-2, Lah-8, Lah-9, Lah-10 ve Lah-12 son derece yüksek, Lah-25 ve Lah-27 çok yüksek, Lah-13 önemli derecede zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.53).

Pb elementine ait I_{geo} değerleri 1.54 ile 3.26 arasında değişmektedir (Şekil 4.52). Bu değerlere göre Lah-2, Lah-25 ve Lah-27 kısmen kirletilmiş, Lah-8, Lah-9 ve Lah-10 kısmen-güçlü şekilde kirletilmiş, Lah-12 ve Lah-13 güçlü şekilde kirletilmiştir. Hesaplanan zenginleşme faktörü sonuçlarına göre de Lah-25 orta derecede, diğer örnekler ise önemli derecede zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.53).

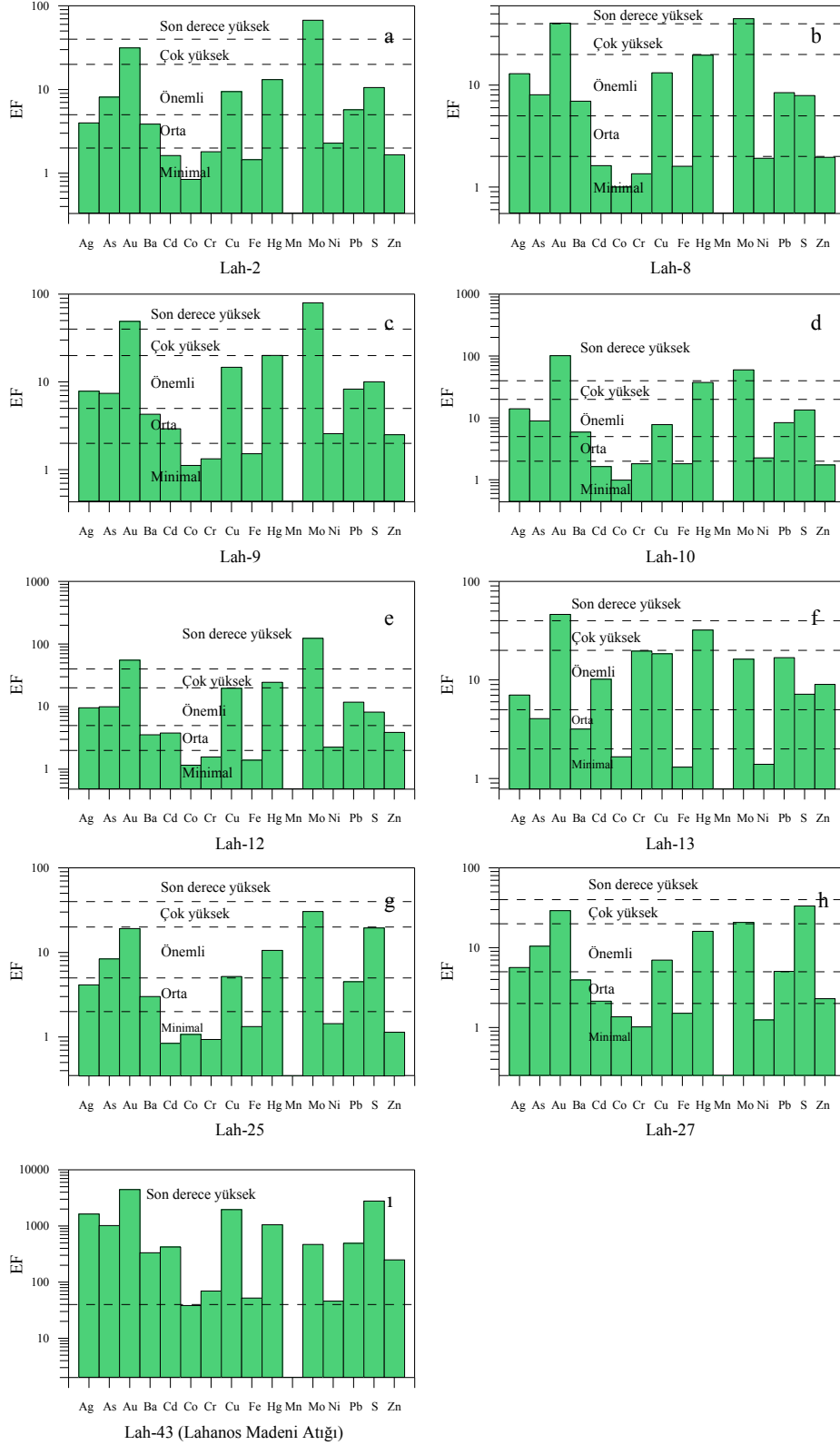
Örneklerin S' e ait jeoakümülyasyon indeksi değerlerine göre, kirlilik dereceleri, kısmen-güçlü şekilde kirletilmiş, güçlü şekilde kirletilmiş ve güçlü-çok güçlü şekilde kirletilmiş arasında değişmektedir. EF değerlerine göre Lah-27 örneği çok yüksek, önemli derecede zenginleşme göstermektedir.

Dere kumlarındaki Ba elementine ait I_{geo} değerleri 0.85 ile 2.22 arasında değişmektedir. Buna göre Lah-13 ve Lah-25 kirletilmemiş-kişmen kirletilmiş, Lah-8 kısmen-güçlü şekilde kirletilmiş ve geri kalan örnekler ise kısmen kirletilmiştir (Şekil 4.52). Lah-8 ve Lah-10 örnekleri önemli zenginleşme ($EF=5-20$), diğer örnekler orta derecede zenginleşme ($EF=2-5$) faktörü değerlerine sahiptir (Şekil 4.53).

Dere kumları Au bakımından 5., 6. ve 7. sınıf I_{geo} değerlerine, Ag bakımından da 3., 4. ve 5. sınıf I_{geo} değerlerine sahiptir.



Şekil 4.52. Lahanos Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) Lah-2, b) Lah-8, c) Lah-9, d) Lah-10, e) Lah-12, f) Lah-13, g) Lah-25, h) Lah-27 ve i) Lah-43 (Lahanos Madeni atığı). I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir.



Şekil 4.53. Lahanos Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) Lah-2, b) Lah-8, c) Lah-9, d) Lah-10, e) Lah-12, f) Lah-13, g) Lah-25, h) Lah-27 ve i) Lah-43 (Lahanos Madeni atığı). Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

Au' a ait zenginleşme faktörü değerlerine göre Lah-8, Lah-9, Lah-10, Lah-12, Lah-13 örnekleri ($EF > 40$) son derece yüksek zenginleşme, Lah-25 ($EF = 5-20$) önemli zenginleşme, Lah-2 ve Lah-27 çok yüksek zenginleşme göstermektedir. Ag için ise Lah-2 ve Lah-25 örnekleri orta derecede diğer örnekler ise önemli zenginleşme göstermektedir.

Lahanos Madeni atık örneği jeoakümülyasyon indeksi değerlerine göre Al ve Mn elementi tarafından kirletilmemiş, Co, Fe ve Ni bakımından kısmen-güçlü şekilde kirletilmiş, Cr tarafından ise güçlü şekilde kirletilmiş olarak sınıflanırken diğer tüm elementler açısından çok güçlü şekilde kirletilmiş olarak sınıflanmaktadır (Şekil 4.52). EF sonuçlarına göre de Mn elementi tarafından orta, Co bakımından çok yüksek, diğer tüm elementler bakımından son derece yüksek zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.53).

4.3.2.3.5. Killik Madeni Yakın Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri

Killik Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I geo) ve zenginleşme faktörleri (EF) Tablo 4.40' da ve Şekil 4.54 ve Şekil 4.55'te verilmektedir.

Killik Madeni çevresinden alınan örneklerin Al ve Mn elementine ait I_{geo} değerleri negatif çıkmıştır (Şekil 4.54). Dere kumları Al ve Mn bakımından kirletilmemişlerdir. Mn elementi için hesaplanan zenginleşme faktörlerine göre $EF < 2$ olduğundan örneklerde minimal zenginleşme görülmektedir. (Şekil 4.54).

Cr, Ni elementine ait I_{geo} değerlerine göre örnekler kirletilmemiş, kirletilmemiş-kısmen kirletilmiş ve kısmen kirletilmiş olarak sınıflanmaktadır. EF değerlerine göre ise örnekler Cr ve Ni elementleri bakımından minimal ve orta derecede zenginleşme göstermektedir.

Co için hesaplanan I_{geo} değerleri -1.23 ile 1.84 arasında değişmektedir (Şekil 4.54). Buna göre, örnekler Co tarafından kirletilmemiş (Lah-45), kirletilmemiş-kısmen kirletilmiş (Lah-36 ve Lah-38) ve kısmen kirletilmiştir (Lah-39). Hesaplanan EF değerlerine göre, Lah-38 ve Lah-45 örnekleri minimal, Lah-36 ve Lah-39 örnekleri orta derecede Co tarafından zenginleşmiştir (Şekil 4.55).

Killik Madeni dere kumlarının Fe elementi için hesaplanan jeoakümülyasyon indeksi değerleri Lah-36 ve Lah-38 için 0-1 arasında değişmektedir. Buna göre bu örnekler kirletilmemiş-kısmen kirletilmiş olarak sınıflanmaktadır.

Tablo 4.40. Killik Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)

	* Üst Kabuk (ppm)	** Şeyl (ppm)	*** Background Değeri (ppm)	Killik Madeni							
				Lah-36		Lah-38		Lah-39		Lah-45	
				I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF
Ag	0.055	0.07	0.1	5.17	88.83	3.50	18.98	2.87	9.35	7.14	494.30
Al	77440	80000	67820.44	-1.30	1.00	-0.74	1.00	-0.35	1.00	-1.81	1.00
As	2	13	11.41	5.05	81.59	3.38	17.42	2.61	7.78	6.52	322.78
Au (ppb)	-	0.00X	1.75	6.33	198.06	4.98	52.96	3.98	20.18	8.58	1340.89
Ba	668	580	297.64	4.15	43.67	2.40	8.86	2.27	6.14	5.98	221.22
Cd	0.102	0.3	0.37	4.63	61.15	2.78	11.51	3.15	11.30	4.61	85.81
Co	11.6	19	5.79	0.23	2.90	0.07	1.75	1.84	4.57	-1.23	1.50
Cr	35	90	15.15	-0.73	1.49	-0.73	1.01	1.59	3.84	-0.15	3.17
Cu	14.3	45	23.20	6.22	184.29	4.83	47.46	6.16	91.16	5.35	143.51
Fe	30890	47200	26226.66	0.97	4.82	0.81	2.93	1.03	2.60	2.78	24.13
Hg	0.056	0.4	0.03	5.89	146.01	3.94	25.69	3.25	12.11	7.08	474.91
Mn	527	850	693.36	-3.75	0.18	-1.43	0.62	-0.29	1.04	-3.75	0.26
Mo	1.4	2.6	0.84	4.03	40.17	2.27	8.07	1.51	3.63	5.64	175.80
Ni	18.6	68	2.44	-1.20	1.08	0.05	1.74	1.49	3.58	-3.20	0.38
Pb	17	20	19.95	3.56	29.09	2.87	12.20	2.62	7.82	5.84	201.67
S	953	2400	605.76	5.69	127.09	4.72	44.23	4.42	27.35	5.32	140.77
Zn	52	95	119.06	3.80	34.35	2.04	6.90	2.89	9.46	3.89	51.94

*Wedepohl, 1995

**Turekian ve Wedepohl, 1961

*** Referans Örneklerinin (Lah 5-11-60-61-62-63-64-65-66) geometrik ortalaması

Fe' e ait I_{geo} değerine göre Lah-39 ($I_{geo}=1.03$) kısmen kirlenmiş ve Lah-45 ($I_{geo}=2.78$) kısmen-güçlü şekilde kirlenmiştir. Zenginleşme faktörü değerlerine göre Lah-36, Lah-38 ve Lah-39 örnekleri $EF=2-5$ olduğundan orta derecede ve Lah-45 örneği $EF=20-40$ olduğundan çok yüksek zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.55).

Zn elementine ait I_{geo} değerlerine göre örnekler 4. (Lah-38, Lah-39) ve 5. (Lah-36 ve Lah-45) sınıf kirlilik dereceleri göstermektedir (Şekil 4.54). Hesaplanan zenginleşme faktörü sonuçlarına göre; Lah-38 ve Lah-39 örnekleri önemli zenginleşme, Lah-36 çok yüksek zenginleşme ve Lah-45 son derece yüksek zenginleşme sunmaktadır (Şekil 4.55).

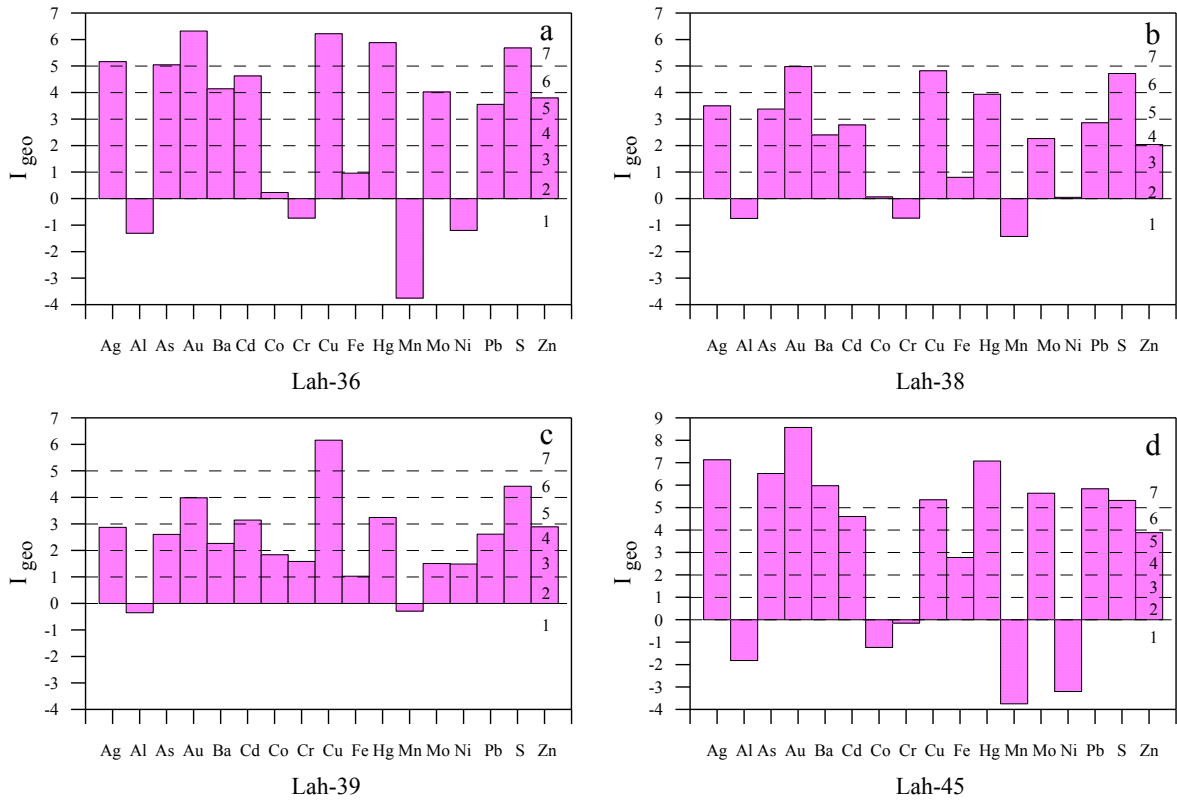
Cd için hesaplanan jeoakümülyasyon indeksi sonuçlarına göre Lah-38 kısmen-güçlü şekilde kirlenmiş, Lah-36 ve Lah-45 güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmiştir. Lah-39 güçlü şekilde kirlenmiştir. Zenginleşme faktörü değerleri bakımından Lah-38 ve Lah-39

örnekleri önemli zenginleşme, Lah-36 ve Lah-45 örnekleri son derece yüksek zenginleşme göstermektedir.

Hg için hesaplanan I_{geo} sonuçlarına göre Lah-38 ve Lah-39 güçlü şekilde kirlenmiş, Lah-36 ve Lah-45 çok güçlü şekilde kirlenmiştir. Zenginleşme faktörü değerleri bakımından ise Lah-39 örneği önemli zenginleşme, Lah-38 örneği çok yüksek zenginleşme ve Lah-36 ile Lah-45 örnekleri ise son derece yüksek zenginleşme göstermektedir.

Örneklerin Cu elementi için hesaplanan I_{geo} değerleri 6. ve 7. sınıf olarak gruplanmaktadır. Cu tarafından Lah-38 örneği güçlü-çok güçlü şekilde, diğer örnekler çok güçlü şekilde kirlenmişlerdir. Zenginleşme faktörü değerlerine göre tüm örnekler Cu elementi açısından son derece yüksek zenginleşme göstermektedir.

As açısından Lah-39 kısmen-güçlü şekilde kirlenmiş, Lah-38 güçlü şekilde kirlenmiş, Lah-36 ve Lah-45 çok güçlü şekilde kirlenmiştir. Lah-38 ve Lah-39 As bakımından önemli zenginleşme, Lah-36 ve Lah-45 ise son derece yüksek zenginleşme göstermektedir.

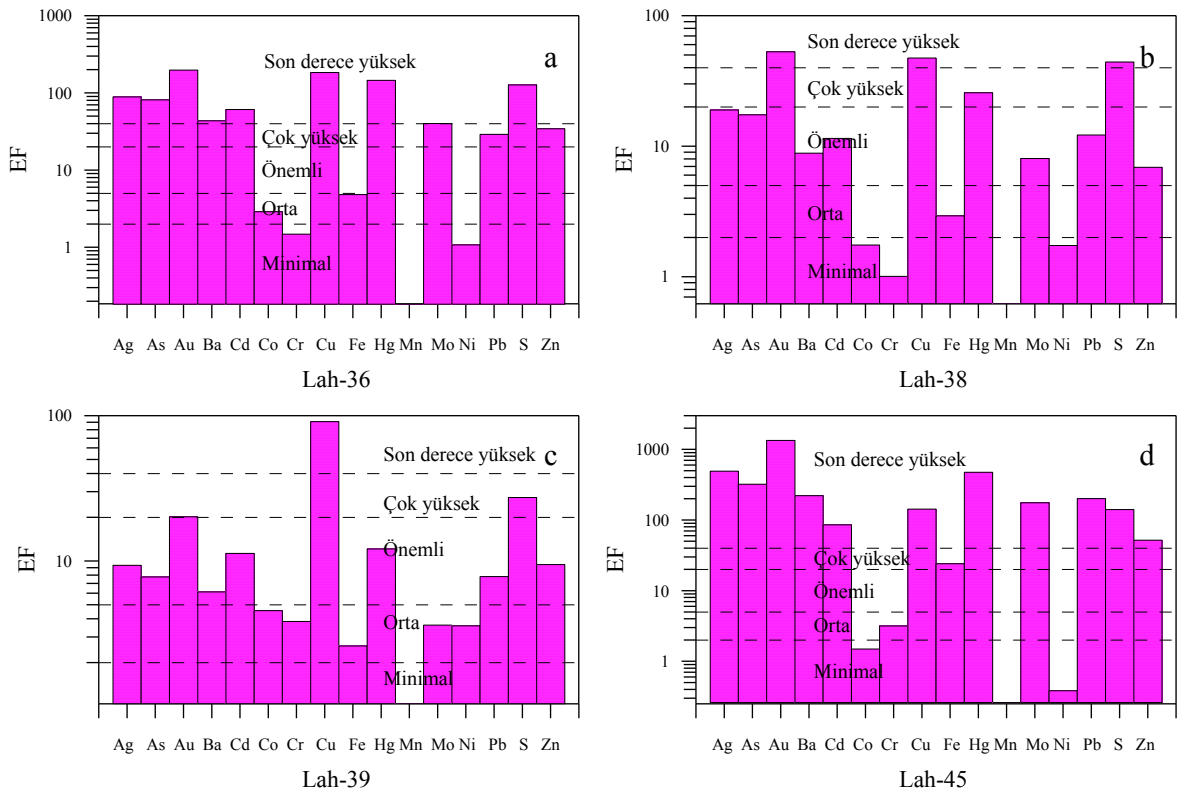


Şekil 4.54. Killik Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) Lah-36, b) Lah-38, c) Lah-39 ve d) Lah-45. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir.

Dere kumları Mo elementi tarafından I_{geo} değerlerine göre 3., 4., 6. ve 7. sınıflarda kirlilik derecelerine sahiptir. Örnekler Mo açısından kısmen, kısmen-güçlü, güçlü-çok güçlü ile çok güçlü şekilde kirlenmiştir. EF sonuçlarına göre Lah-39 orta, Lah-38 önemli, Lah-36 ve Lah-45 son derece yüksek, zenginleşme göstermektedir.

Pb elementine ait I_{geo} değerleri 2.62 ile 5.84 arasında değişmektedir (Şekil 4.54). Bu değerlere göre Lah-38 ve Lah-39 kısmen-güçlü şekilde kirlenmiş, Lah-36 güçlü şekilde kirlenmiş ve Lah-45 çok güçlü şekilde kirlenmiştir. Hesaplanan zenginleşme faktörü sonuçlarına göre de Lah-38 ve Lah-39 önemli zenginleşme, Lah-36 çok yüksek zenginleşme ve Lah-45 son derece yüksek zenginleşme göstermektedir.

Örneklerin S' e ait jeoakümülyasyon indeksi değerlerine göre, kirlilik dereceleri, güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmiş ile çok güçlü şekilde kirlenmiş arasında değişmektedir. EF değerlerine göre Lah-39 çok yüksek, Lah-36, Lah-38 ve Lah-45 örnekleri son derece yüksek zenginleşme göstermektedir.



Şekil 4.55. Killik Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) Lah-36, b) Lah-38, c) Lah-39 ve d) Lah-45. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

Dere kumlarındaki Ba elementine ait I_{geo} değerleri 2.27 ile 5.98 arasında değişmektedir. Buna göre Lah-38 ve Lah-39 kısmen-güçlü şekilde kirletilmiş, Lah-36 güçlü-çok güçlü şekilde kirletilmiş ve Lah-45 çok güçlü şekilde kirletilmiştir (Şekil 4.54).

Zenginleşme faktörü sonuçlarına göre; Lah-38 ve Lah-39 örnekleri önemli zenginleşme ($EF=5-20$), Lah-36 ile Lah-45 örnekleri ise ($EF>40$) son derece yüksek zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.55).

Dere kumları Au bakımından 5., 6. ve 7. sınıf I_{geo} değerlerine, Ag bakımından da 4. 5. ve 7. sınıf I_{geo} değerlerine sahiptir. Au elementine ait zenginleşme faktörü değerine göre Lah-39 örneği ($EF=20-40$) çok yüksek zenginleşme, Lah-36, Lah-38 ve Lah-45 ise ($EF>40$) son derece yüksek zenginleşme göstermektedir. Ag elementi bakımından ise Lah-38 ve Lah-39 önemli zenginleşme, Lah-36 ve Lah-45 son derece yüksek zenginleşme göstermektedir.

4.3.2.3.6. Kızılkaya Madeni Yakın Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri

Kızılkaya Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF) Tablo 4.41' de ve Şekil 4.56, Şekil 4.57 ile Şekil 4.58' de verilmektedir. Kızılkaya Madeni çevresinden alınan örneklerin Al ve Mn elementine ait I_{geo} değerleri negatif çıkmıştır (Şekil 4.56a). Dere kumları Al ve Mn bakımından kirletilmemişlerdir. Mn elementi için hesaplanan zenginleşme faktörlerine göre $EF<2$ olduğundan örneklerde minimal zenginleşme görülmektedir (Şekil 4.56b).

Cr, Ni elementine ait I_{geo} değerlerine göre örnekler kirletilmemiş ve kısmen kirletilmiş olarak sınıflanmaktadır (Şekil 4.57). EF değerlerine göre ise örnekler Cr ve Ni elementleri bakımından minimal ve orta derecede zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.58).

Co için hesaplanan I_{geo} değerleri -2.74 ile 0.42 arasında değişmektedir (Şekil 4.57). Buna göre, örnekler Co tarafından kirletilmemiş (Lah-48, 49, 50, 58), kirletilmemiş-kısmen kirletilmiştir (Lah-52). Hesaplanan EF değerlerine göre; Lah-48, 49, 50, 58 örnekleri minimal, Lah-52 örneği ise orta derecede zenginleşmiştir (Şekil 4.58).

Kızılkaya Madeni dere kumlarının Fe için hesaplanan jeoakümülyasyon indeksi değerleri Lah-50, Lah-52 ve Lah-58 için 0-1 arasında değişmektedir. Buna göre; bu örnekler kirletilmemiş-kısmen kirletilmiş olarak sınıflanmaktadır. Lah-48 ve Lah-49 örnekleri için Fe' e ait I_{geo} değerleri ise 1-2 arasında olduğundan örnekler kısmen kirletilmiş olarak değerlendirilmektedir.

Tablo 4.41. Kızılkaya Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)

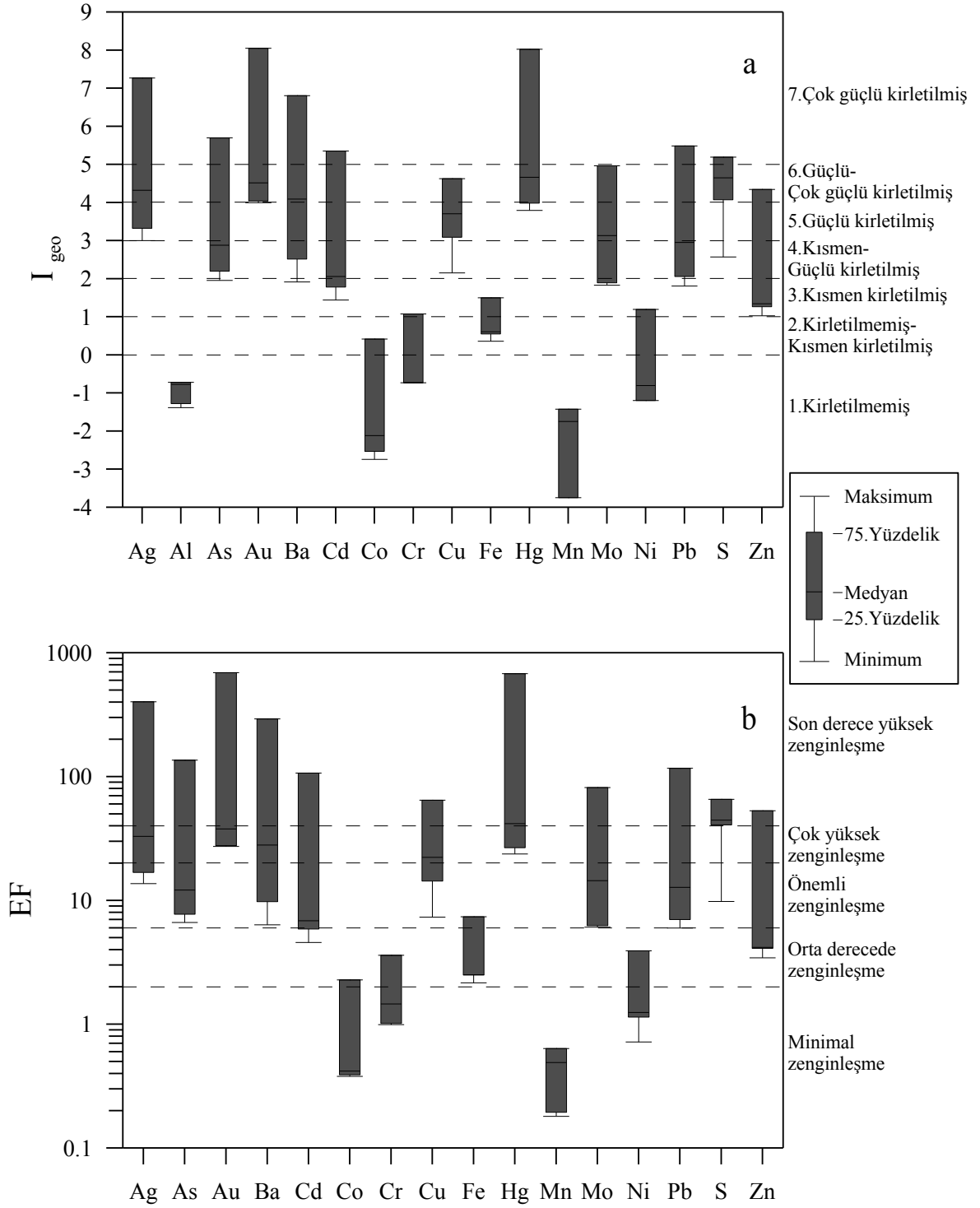
	Kızılkaya Madeni									
	Lah-48		Lah-49		Lah-50		Lah-52		Lah-58	
	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF
Ag	7.27	402.19	7.14	340.96	3.32	16.86	3.00	13.68	4.32	32.97
Al	-1.38	1.00	-1.28	1.00	-0.75	1.00	-0.77	1.00	-0.72	1.00
As	5.70	135.67	5.13	84.66	2.20	7.73	1.96	6.63	2.88	12.15
Au	8.05	692.10	7.96	604.07	4.04	27.72	4.00	27.27	4.52	37.77
Ba	6.81	292.48	6.44	210.78	1.91	6.36	2.52	9.79	4.09	28.07
Cd	5.35	106.77	4.64	60.51	1.44	4.58	1.78	5.88	2.06	6.86
Co	-2.74	0.39	-2.53	0.42	-0.77	0.99	0.42	2.28	-2.12	0.38
Cr	-0.73	1.57	-0.73	1.46	-0.73	1.02	1.08	3.60	-0.73	0.99
Cu	4.63	64.58	3.82	34.23	3.09	14.34	3.71	22.33	2.15	7.33
Fe	1.50	7.38	1.35	6.18	0.36	2.16	0.55	2.50	0.61	2.51
Hg	8.02	679.21	7.74	516.47	3.98	26.69	3.79	23.74	4.66	41.75
Mn	-3.75	0.19	-3.75	0.18	-1.75	0.50	-1.43	0.64	-1.75	0.49
Mo	4.96	81.53	4.75	65.13	1.89	6.26	1.83	6.08	3.13	14.46
Ni	-1.20	1.14	-0.80	1.39	-0.44	1.24	1.20	3.92	-1.20	0.72
Pb	5.49	117.02	5.29	94.51	2.06	7.01	1.81	5.99	2.95	12.75
S	4.65	65.53	4.07	40.81	4.72	44.54	5.19	62.48	2.57	9.80
Zn	4.34	53.07	3.55	28.49	1.03	3.44	1.26	4.11	1.34	4.18

Zenginleşme faktörü sonuçları bakımından Lah-50, Lah-52 ve Lah-58 orta derecede, Lah 48 ve Lah-49 önemli derecede zenginleşmiştir.

Zn elementine ait I_{geo} değerlerine göre örnekler 3. (Lah-50, Lah-52 ve Lah-58), 5. (Lah-49) ve 6. (Lah-48) sınıf kirlilik dereceleri göstermektedir. Hesaplanan zenginleşme faktörü sonuçlarına göre; Lah-50, Lah-52 ve Lah-58 örnekleri orta derecede, Lah-49 çok yüksek ve Lah-48 son derece yüksek zenginleşme sunmaktadır.

Cd için hesaplanan jeoakümülyasyon indeksi sonuçlarına göre Lah-50, Lah-52 örnekleri kısmen kirlenmiş, Lah-58 kısmen-güçlü şekilde kirlenmiş, Lah-49 güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmiş ve Lah-48 çok güçlü şekilde kirlenmiştir. Zenginleşme faktörü değerleri bakımından Lah-50 orta, Lah-52 ve Lah-58 önemli, Lah-48 ve Lah-49 örnekleri son derece yüksek zenginleşme göstermektedir.

Hg elementi için hesaplanan I_{geo} değerleri 3.79 ile 8.02 arasında değişmektedir. Bu sonuçlarına göre Lah-50 ve Lah-52 örnekleri güçlü şekilde kirlenmiş, Lah-58 güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmiş ve Lah-48 ile Lah-49 çok güçlü şekilde kirlenmiştir.



Şekil 4.56. Kızılkaya Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülayon indeksleri (I_{geo}) dağılımı b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

Zenginleşme faktörü sonuçlarına göre Lah-50 ve Lah-52 örnekleri çok yüksek zenginleşme, Lah-48, Lah-49 ve Lah-58 örnekleri ise son derece yüksek zenginleşme göstermektedir.

Örneklerin Cu elementi için hesaplanan I_{geo} değerleri 4. 5. ve 6. sınıf olarak gruplanmaktadır. Cu tarafından Lah-58 örneği kısmen-güçlü şekilde, Lah-49, Lah-50 ve Lah-52 örnekleri güçlü şekilde ve Lah-48 örneği ise güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmişlerdir. Zenginleşme faktörü değerlerine göre de Lah-50 ve Lah-58 önemli zenginleşme, Lah-49 ve Lah-52 çok yüksek zenginleşme, Lah-48 ise son derece yüksek zenginleşme göstermektedir.

As açısından Lah-52 kısmen kirlenmiş, Lah-50 ve Lah-58 kısmen- güçlü şekilde kirlenmiş, Lah-48 ve Lah-49 çok güçlü şekilde kirlenmiştir. Hesaplanan zenginleşme faktörlerine göre Lah-50, Lah-52 ve Lah-58 As bakımından önemli zenginleşme, Lah-48 ve Lah-49 ise son derece yüksek zenginleşme göstermektedir.

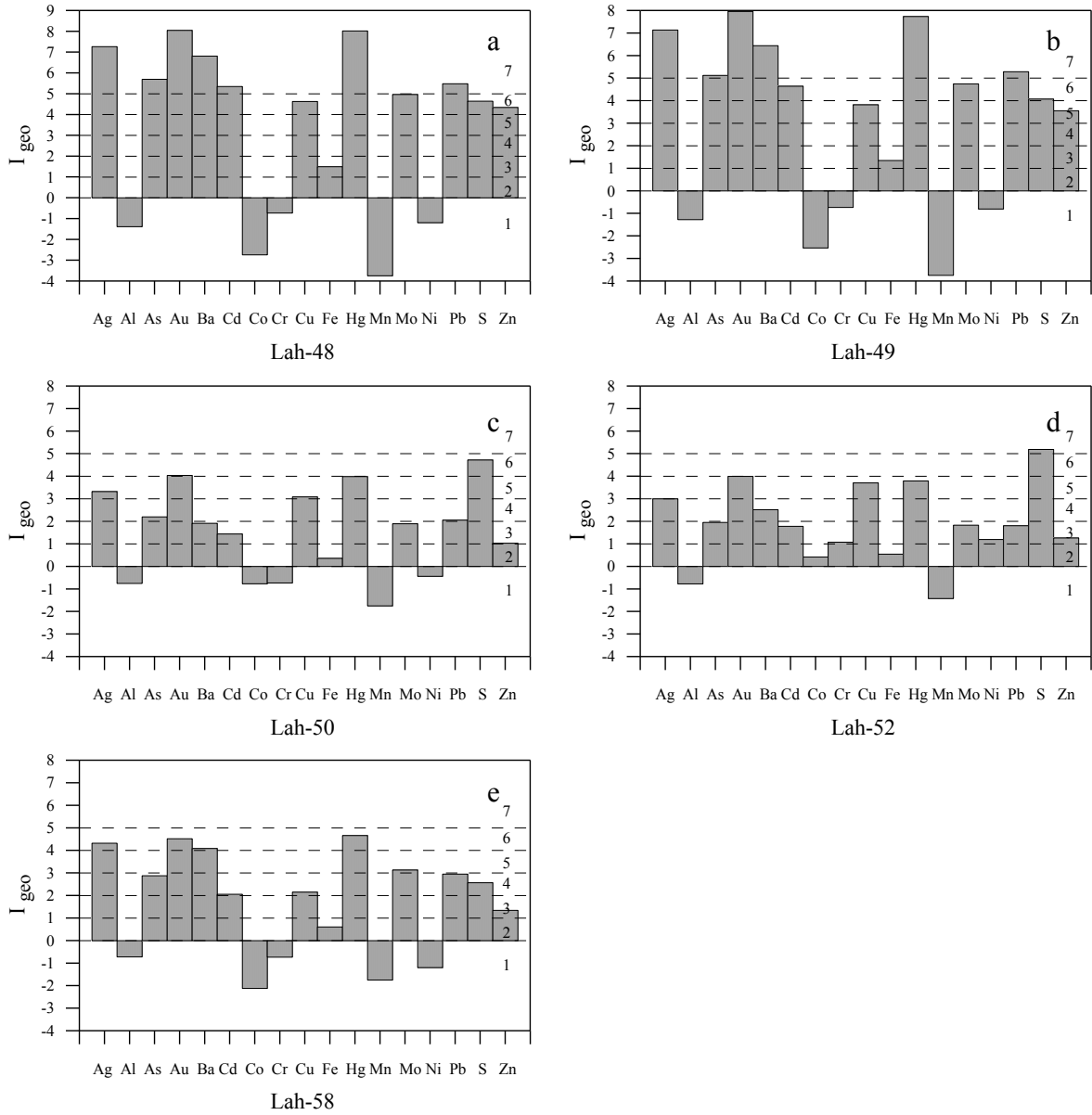
Dere kumları Mo elementi tarafından I_{geo} değerlerine göre 3., 5. ve 6. sınıf kirlilik derecelerine sahiptir. Örnekler Mo açısından kısmen, güçlü şekilde ve güçlü- çok güçlü şekilde kirlenmiştir. EF sonuçlarına göre Lah-50, Lah-52 ve Lah-58 önemli, Lah-48 ve Lah-49 son derece yüksek, zenginleşme göstermektedir.

Pb elementine ait I_{geo} değerleri 1.81 ile 5.49 arasında değişmektedir (Şekil 4.57). Bu değerlere göre Lah-52 kısmen kirlenmiş, Lah-50 ve Lah-58 kısmen-güçlü şekilde kirlenmiş, Lah-48 ve Lah-49 ise çok güçlü şekilde kirlenmiş olarak sınıflanmaktadır. Hesaplanan zenginleşme faktörü sonuçlarına göre de Lah-50, Lah-52 ve Lah-58 önemli zenginleşme, Lah-48 ve Lah-49 son derece yüksek zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.58).

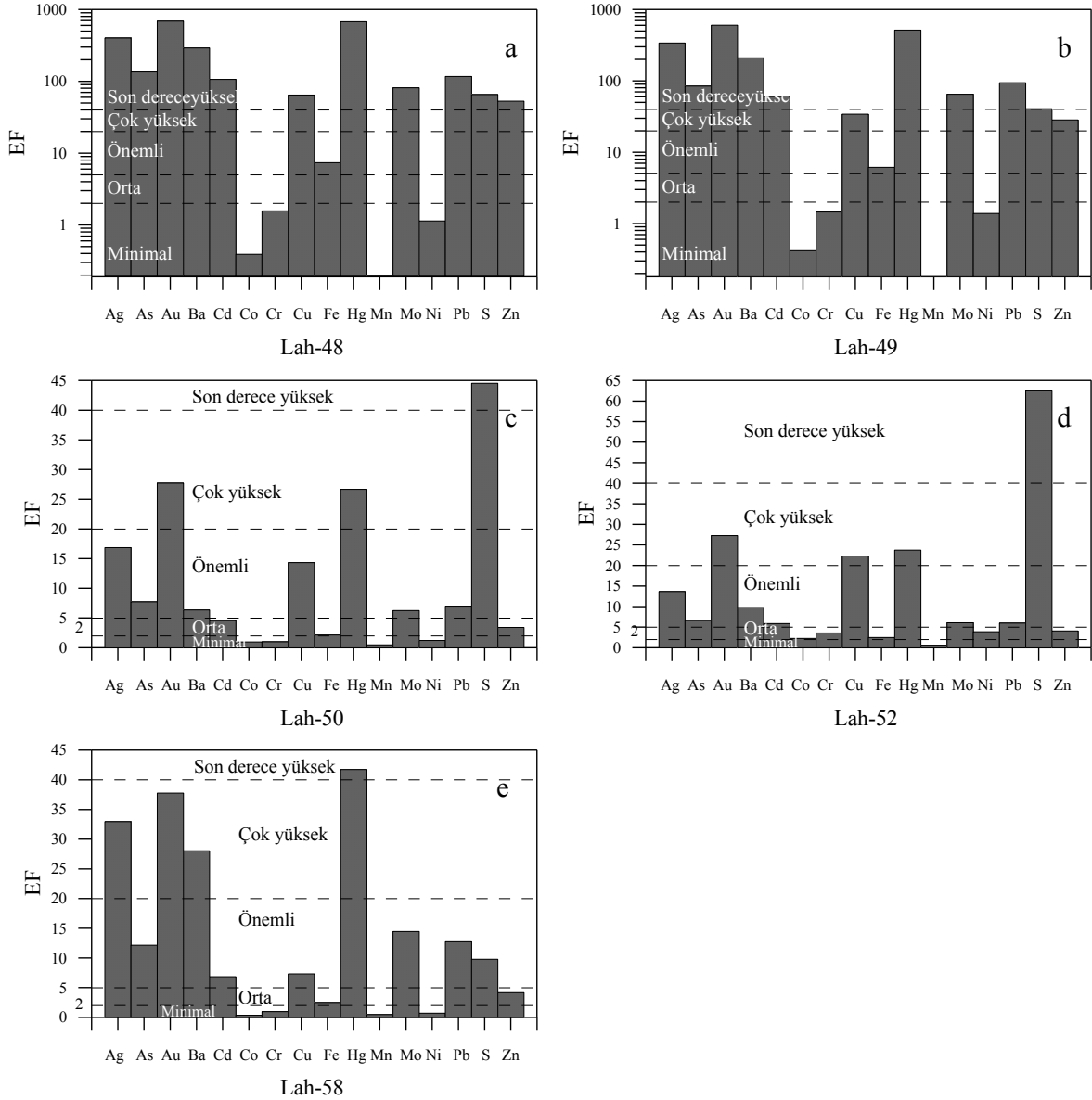
Örneklerin S' e ait jeoakümülyasyon indeksi değerlerine göre kirlilik dereceleri; kısmen-güçlü şekilde kirlenmiş, güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmiş ile çok güçlü şekilde kirlenmiş arasında değişmektedir. EF değerlerine göre ise Lah-58 önemli, Lah-48, Lah-49, Lah-50 ve Lah-52 örnekleri son derece yüksek zenginleşme göstermektedir.

Dere kumlarındaki Ba elementine ait I_{geo} değerleri 1.91 ile 6.81 arasında değişmektedir. Buna göre Ba tarafından Lah-50 kısmen kirlenmiş, Lah-52 kısmen-güçlü şekilde kirlenmiş, Lah-58 güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmiş ve Lah-48 ile Lah-49 çok güçlü şekilde kirlenmiştir. Zenginleşme faktörü sonuçlarına göre; Lah-50 ve Lah-52 önemli, Lah-58 çok yüksek ve Lah-48 ve Lah-49 örnekleri son derece yüksek zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.58).

Dere kumları Au ve Ag bakımından 5., 6. ve 7. sınıf I_{geo} değerlerine sahiptir (Şekil 4.57). Au elementine ait zenginleşme faktörü değerine göre Lah-50, Lah-52 ve Lah-58 örnekleri çok yüksek zenginleşme, Lah-48 ve Lah-49 son derece yüksek zenginleşme sunmaktadır. Ag elementine ait zenginleşme faktörü değerlerine göre ise Lah-50 ve Lah-52 örnekleri önemli ($EF=5-20$), Lah-58 örneği çok yüksek ($EF=20-40$), Lah-48 ve Lah-49 örnekleri son derece yüksek ($EF>40$) zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.58).



Şekil 4.57. Kızılkaya Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) Lah-48, b) Lah-49, c) Lah-50, d) Lah-52 ve e) Lah-58. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir.



Şekil 4.58. Kızılıkaya Madeni yakın çevre (kirlenmiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) Lah-48, b) Lah-49, c) Lah-50, d) Lah-52 ve e) Lah-58. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

4.3.2.4. Kirlenmemiş Bölgelerdeki Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri

4.3.2.4.1. Karaerik Madeni Uzak Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri

Karaerik Madeni uzak çevre dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF) Tablo 4.42' ve Şekil 4.59, Şekil 4.60 ile Şekil 4.61' de verilmektedir.

Karaerik Madeni çevresinden alınan kirlenmemiş su örneklerinin dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksi değeri örneklerin çoğunda (KR-11 için: Al, KR-12 için: Al, Cr, KR-13 için: Al, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni ve S KR-14 için: Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Fe, Hg, Mn, Ni, S ve Zn, KR-15 için: Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Fe, Hg, Ni, S ve Zn ve KR-16 için: Al, Mn ve Ni) bir çok element için negatif çıkmıştır (Şekil 4.59a). Yani bu örnekler bu elementler tarafından kirlenmemiştir. Bu elementler için hesaplanan zenginleşme faktörü sonuçları I_{geo} sonuçlarına paralel olup, hesaplanan EF değeri EF<2 çıktığından minimal zenginleşmeyi ifade etmektedir (Şekil 4.59b).

Cd, Fe ve Mn elementleri için hesaplanan I_{geo} değeri örneklerin çoğunluğunda negatif bir kısmında da 0-1 arasında çıkmıştır (Şekil 4.60a-f). Buna göre örnekler bu elementler tarafından kirlenmemiş, kirlenmemiş-kısmen kirlenmiş olarak sınıflanmaktadır. Zenginleşme faktörü değeri bakımından da bu elementler örneklerde minimal ve orta zenginleşme göstermektedir.

Zn, Co, Ni ve Cr elementleri Karaerik Madeni çevresinden alınan örneklerde kirlenmemiş, kirlenmemiş-kısmen kirlenmiş, kısmen kirlenmiş sınıflarına ait jeoakümülyasyon indeksleri değeri göstermekte ve zenginleşme faktörü sonuçlarına göre de minimal ile orta derecede zenginleşme sunmaktadır (Şekil 4.61).

Cu elementi hesaplanan elementler arasında en yüksek I_{geo} sonuçlarına sahiptir. Örnekler Cu tarafından kısmen-güçlü şekilde kirlenmiş, güçlü şekilde kirlenmiş ile güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmiş olarak gruplanmakta ve önemli, çok yüksek ve son derece yüksek zenginleşme faktörü değeri göstermektedir.

Mo ve Pb elementleri I_{geo} değerlerine göre kirlenmemiş-kısmen kirlenmiş, kısmen kirlenmiş ile kısmen-güçlü şekilde kirlenmiş olarak sınıflanırken, EF değerlerine göre Mo minimal, orta ve önemli Pb orta ve önemli derecede zenginleşme göstermektedir.

Örnekler As elementine ait jeoakümülyasyon indeksi sonuçları -0.55 ile 2.90 arasında değişmektedir (Şekil 4.60). Bu sonuçlara göre örnekler kirlenmemiş, kısmen kirlenmiş ile kısmen-güçlü şekilde kirlenmiş olarak gruplanmaktadır. Zenginleşme faktörü sonuçlarına göre dere kumları As bakımından minimal, orta ve önemli derecede zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.61).

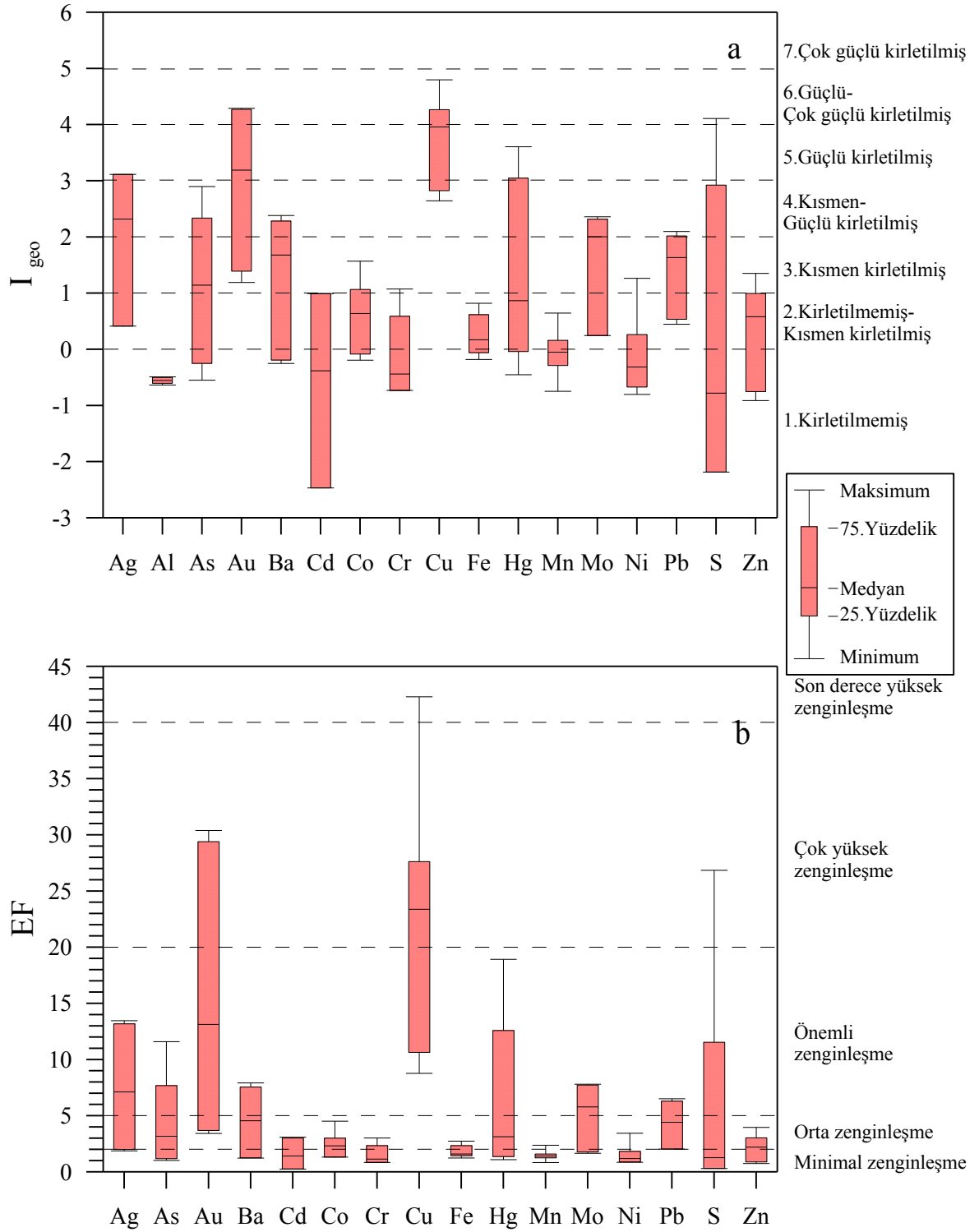
Tablo 4.42. Karaerik Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)

	* Üst Kabuk (ppm)	** Şeyl (ppm)	*** Background Değeri (ppm)	Karaerik Madeni											
				KR-11		KR-12		KR-13		KR-14		KR-15		KR-16	
				I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF	I _{geo}	EF
Ag	0.055	0.07	0.1	2.42	7.64	3.12	13.18	2.22	6.61	0.42	1.87	0.42	2.00	3.12	13.47
Al	77440	80000	67820.44	-0.52	1.00	-0.60	1.00	-0.50	1.00	-0.49	1.00	-0.59	1.00	-0.64	1.00
As	2	13	11.41	1.34	3.63	2.34	7.69	0.95	2.73	-0.25	1.18	-0.55	1.03	2.90	11.59
Au (ppb)	-	0.00X	1.75	3.38	14.89	4.27	29.40	3.01	11.37	1.39	3.69	1.19	3.43	4.29	30.40
Ba	668	580	297.64	1.67	4.55	2.38	7.93	1.69	4.58	-0.19	1.23	-0.25	1.26	2.28	7.56
Cd	0.102	0.3	0.37	0.70	2.33	0.99	3.03	-1.47	0.51	-2.47	0.25	-2.47	0.27	0.99	3.09
Co	11.6	19	5.79	1.07	3.00	1.57	4.52	0.53	2.04	-0.08	1.33	-0.19	1.32	0.75	2.61
Cr	35	90	15.15	1.08	3.02	-0.15	1.37	-0.73	0.85	-0.73	0.85	-0.73	0.90	0.59	2.34
Cu	14.3	45	23.20	4.27	27.62	4.80	42.30	3.79	19.52	2.64	8.78	2.82	10.65	4.13	27.25
Fe	30890	47200	26226.66	0.25	1.71	0.62	2.33	0.09	1.50	-0.18	1.24	-0.06	1.44	0.82	2.75
Hg	0.056	0.4	0.03	1.77	4.89	3.05	12.59	-0.04	1.38	-0.04	1.37	-0.45	1.10	3.61	18.92
Mn	527	850	693.36	0.16	1.60	0.65	2.38	-0.75	0.84	-0.16	1.26	0.06	1.57	-0.29	1.27
Mo	1.4	2.6	0.84	1.76	4.87	2.36	7.81	2.25	6.71	0.25	1.67	0.25	1.78	2.32	7.74
Ni	18.6	68	2.44	1.26	3.44	0.26	1.83	-0.67	0.89	-0.39	1.07	-0.80	0.86	-0.24	1.31
Pb	17	20	19.95	1.63	4.43	2.10	6.51	1.64	4.41	0.54	2.04	0.45	2.05	2.02	6.30
S	953	2400	605.76	0.62	2.21	2.92	11.55	-2.18	0.31	-2.18	0.31	-2.18	0.33	4.11	26.85
Zn	52	95	119.06	0.95	2.76	1.00	3.03	0.22	1.65	-0.91	0.75	-0.75	0.89	1.35	3.97

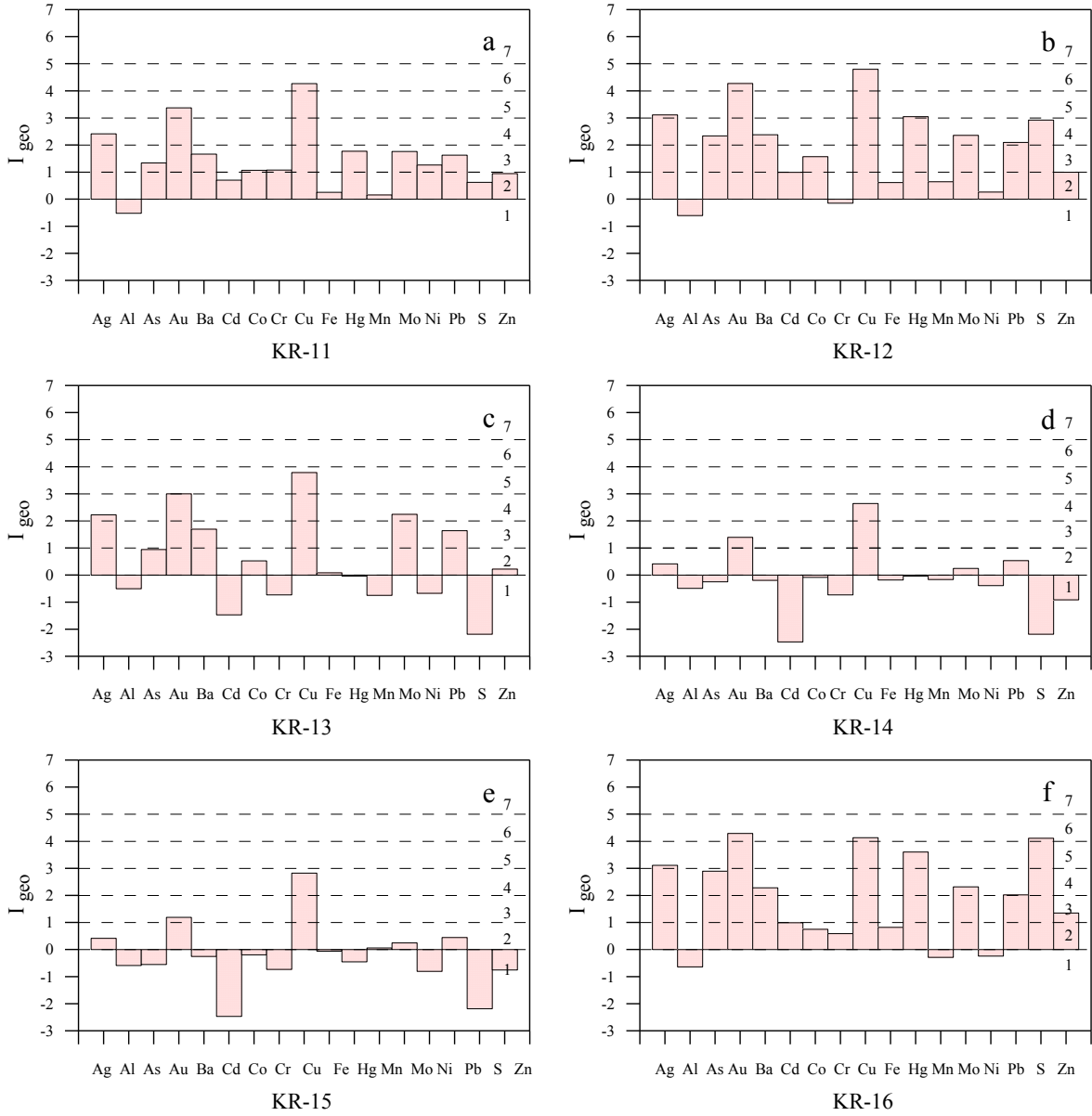
*Wedepohl, 1995

**Turekian ve Wedepohl, 1961

***Referans Örneklerinin (Lah 5-11-60-61-62-63-64-65-66) geometrik ortalaması



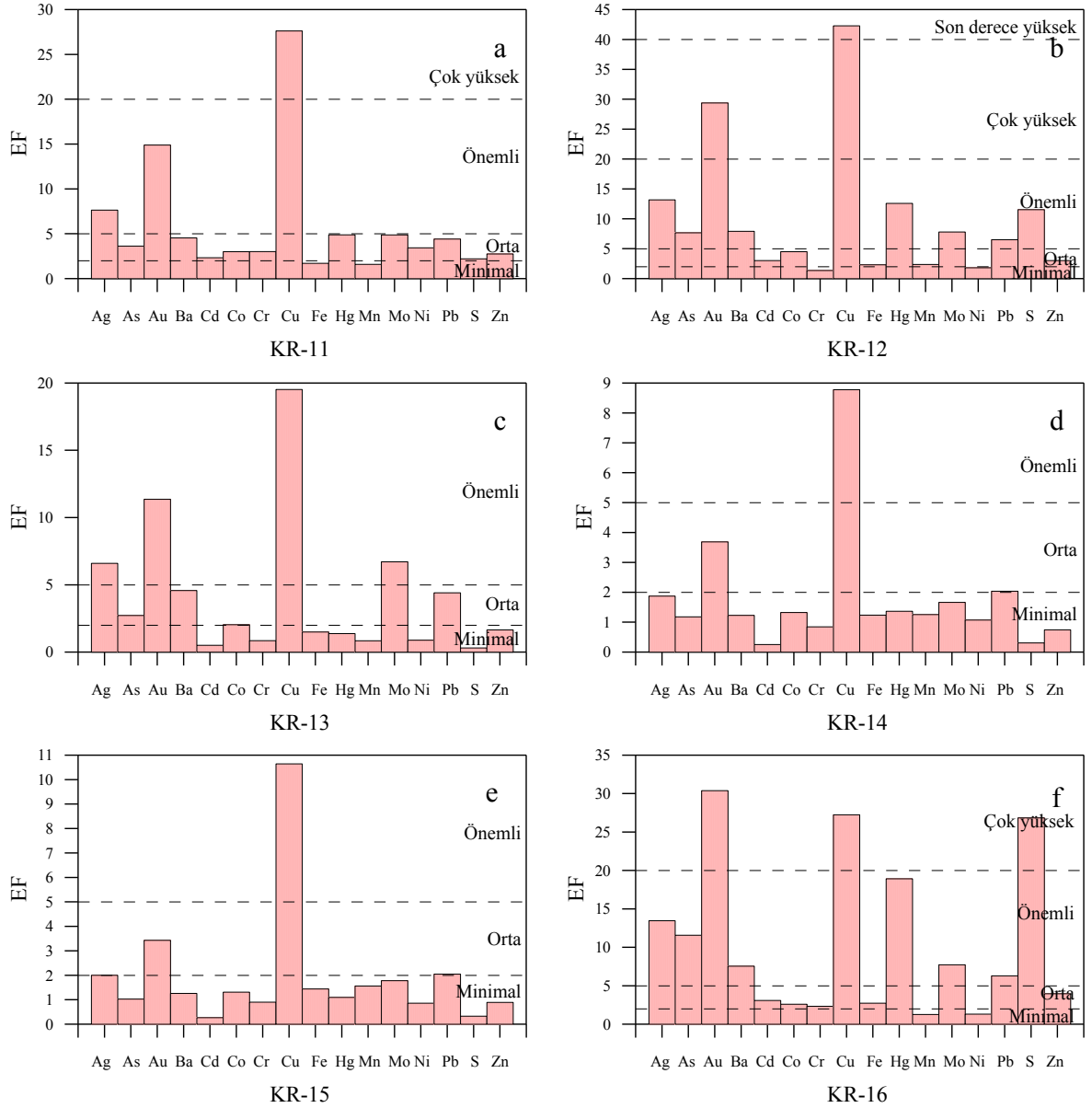
Şekil 4.59. Karaerik Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.



Şekil 4.60. Karaerik Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülayon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) KR-11, b) KR-12, c) KR-13, d) KR-14 e) KR-15 ve f) KR-16. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir.

Karaerik Madeni çevresinden alınan örnekler Ba elementi tarafından kirlenmemiş, kısmen kirlenmiş ile kısmen-güçlü şekilde kirlenmiş olarak sınıflanırken, minimal, orta ve önemli derecede zenginleşmeler göstermektedir.

S elementine ait I_{geo} sonuçlarına (-2.18 ile 4.11 arasında) göre, örnekler kirlenmemiş, kirlenmemiş-kısmen kirlenmiş, kısmen-güçlü şekilde kirlenmiş ile güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmiş olarak değerlendirilmekte ve EF değerlerine göre de minimal, orta, önemli ve çok yüksek zenginleşmeyi ifade etmektedir (Şekil 4.60 ve 4.61).



Şekil 4.61. Karaerik Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) KR-11, b) KR-12, c) KR-13, d) KR-14 e) KR-15 ve f) KR-16. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

Karaerik Madeni çevresinden alınan örnekler, Hg elementine ait I_{geo} değerlerine göre, (-0.45 ile 3.61 arasında) kirlenmemiş, kısmen kirlenmiş, güçlü şekilde kirlenmiş olarak sınıflanmaktadır. Zenginleşme faktörü sonuçlarına göre de minimal, orta ve önemli zenginleşmeler sunmaktadır.

Ag elementi örneklerde minimal, orta ve önemli zenginleşme gösterirken, Au elementi orta, önemli ve çok yüksek zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.61).

4.3.2.4.2. Ağalık Madeni Uzak Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri

Ağalık Madeni uzak çevre dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF) Tablo 4.43' de ve Şekil 4.62 ve Şekil 4.63 'de verilmektedir. Ağalık Madeni çevresinden alınan A-2 örneğinde Ag, Cu, Hg ve Pb haricindeki tüm elementler negatif I_{geo} değerine sahiptir (Şekil 4.62). Benzer şekilde negatif I_{geo} değerlerine sahip elementler zenginleşme faktörü değerleri bakımından minimal zenginleşmiştir.

Tablo 4.43. Ağalık Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)

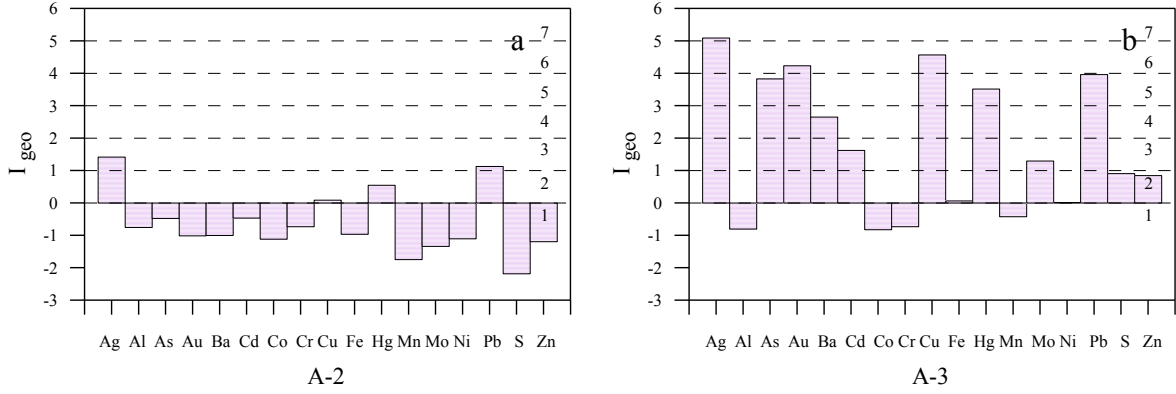
	* Üst Kabuk (ppm)	** Şeyl (ppm)	*** Background Değeri (ppm)	Ağalık Madeni			
				A-2		A-3	
				I_{geo}	EF	I_{geo}	EF
Ag	0.055	0.07	0.1	1.42	4.50	5.09	59.47
Al	77440	80000	67820.44	-0.76	1.00	-0.81	1.00
As	2	13	11.41	-0.48	1.21	3.83	24.84
Au (ppb)	-	0.00X	1.75	-1.02	0.84	4.23	32.88
Ba	668	580	297.64	-1.00	0.84	2.65	11.00
Cd	0.102	0.3	0.37	-0.47	1.22	1.62	5.38
Co	11.6	19	5.79	-1.12	0.78	-0.83	0.99
Cr	35	90	15.15	-0.73	1.02	-0.73	1.05
Cu	14.3	45	23.20	0.08	1.79	4.57	41.49
Fe	30890	47200	26226.66	-0.97	0.86	0.06	1.83
Hg	0.056	0.4	0.03	0.55	2.47	3.52	20.02
Mn	527	850	693.36	-1.75	0.50	-0.43	1.30
Mo	1.4	2.6	0.84	-1.34	0.67	1.29	4.29
Ni	18.6	68	2.44	-1.11	0.78	0.01	1.77
Pb	17	20	19.95	1.13	3.69	3.96	27.28
S	953	2400	605.76	-2.18	0.37	0.90	3.27
Zn	52	95	119.06	-1.20	0.74	0.85	3.14

*Wedepohl, 1995

**Turekian ve Wedepohl, 1961

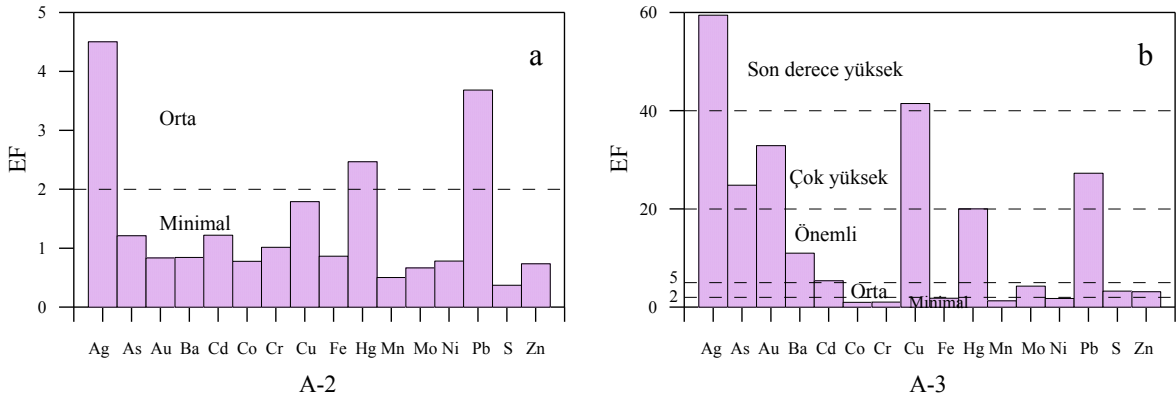
***Referans Örneklerinin (Lah 5-11-60-61-62-63-64-65-66) geometrik ortalaması

A-2 örneğinde I_{geo} değeri 0-1 arasında olan Cu ve Hg bakımından kirlenmemiş-kısmen kirlenmişken, I_{geo} değeri 1-2 arasında olan Ag ve Pb tarafından kısmen kirlenmiştir. Zenginleşme faktörü değerlerine göre A-2 örneğinde Cu minimal, Ag, Hg ve Pb orta derecede zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.63).



Şekil 4.62. Ağalık Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) A-2 ve b) A-3. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir.

A-3 örneğinde Al, Co, Cr, Mn elementleri için hesaplanan jeoakümülyasyon indeksi değerleri negatif çıkmıştır. I_{geo} değeri 0-1 arasında olan Fe, Ni, S ve Zn elementleri açısından kirlenmemiş-kısmen kirlenmişken, I_{geo} değeri 1-2 arasında olan Cd ve Mo bakımından kısmen kirlenmiştir.



Şekil 4.63. Ağalık Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) A-2 ve b) A-3. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

Ba tarafından kısmen-güçlü şekilde kirlenmiştir. As, Hg ve Pb elementleri tarafından güçlü şekilde kirlenmiştir. Ag' den sonra en yüksek I_{geo} değerine (4.57) sahip Cu tarafından ise güçlü-çok güçlü şekilde kirlenmiştir.

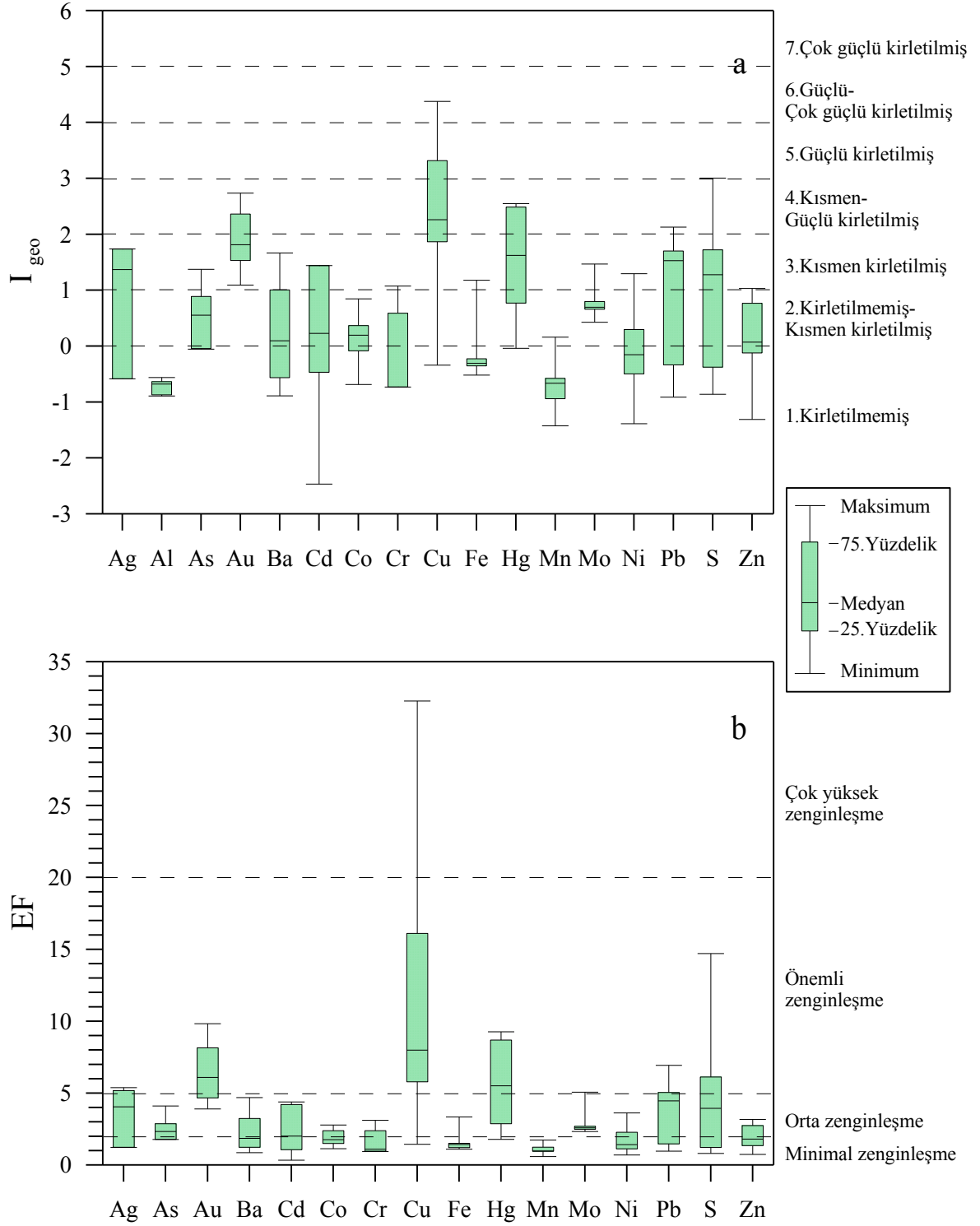
Zenginleşme faktörü sonuçlarına göre, I_{geo} değerleri negatif çıkan elementler ile Fe ve Ni tarafından minimal, Mo, S ve Zn tarafından orta, Ba ve Cd tarafından önemli, As, Au, Hg ve Pb tarafından çok yüksek, Ag ve Cu tarafından ise son derece yüksek zenginleşme görülmektedir (Şekil 4.63).

4.3.2.4.3. Lahanos Madeni Uzak Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri

Lahanos Madeni uzak çevre dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF) Tablo 4.44' de ve Şekil 4.64, Şekil 4.65 ve Şekil 4.66 'da verilmektedir.

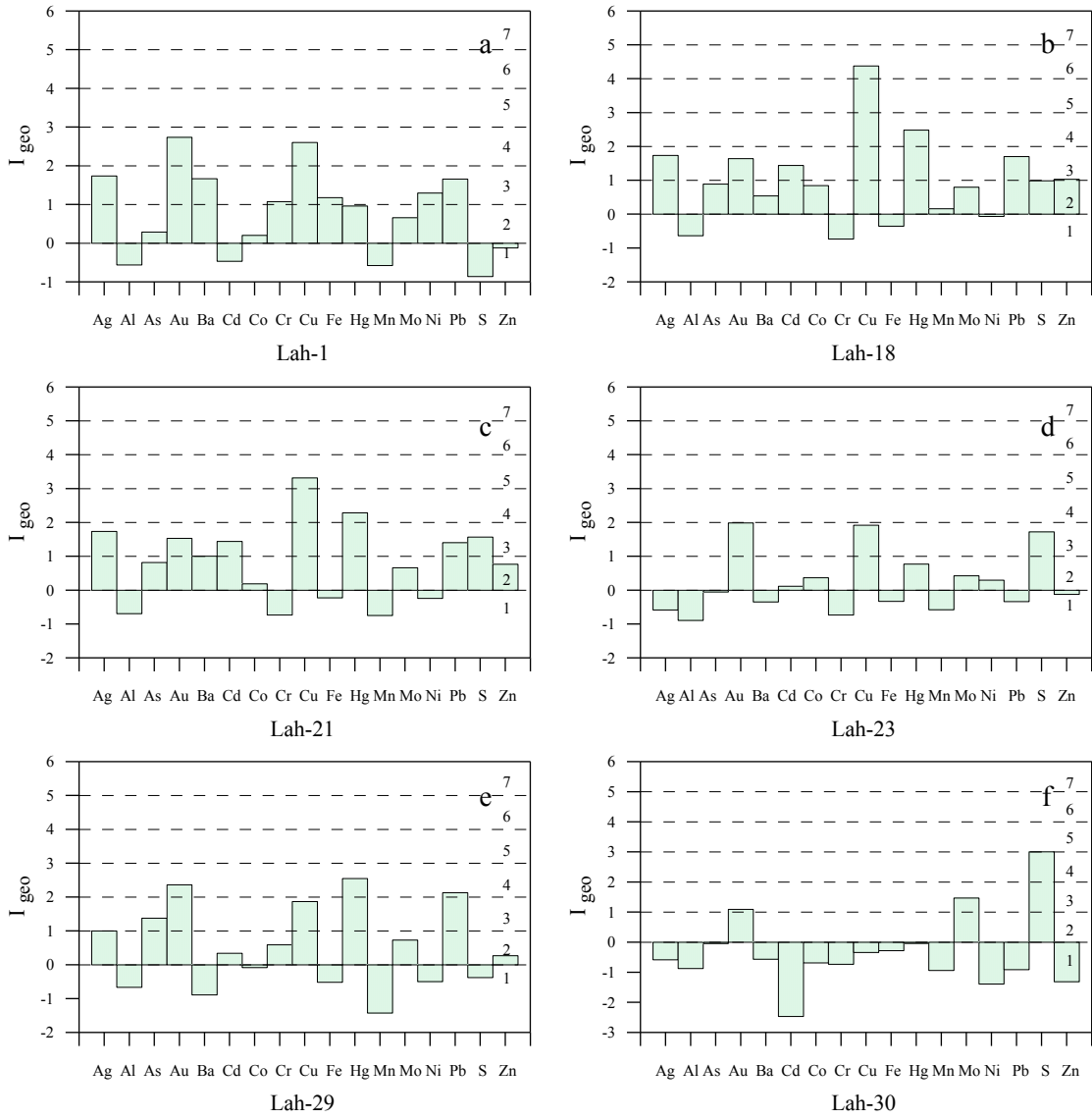
Tablo 4.44. Lahanos Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)

	Lahanos Madeni											
	Lah-1		Lah-18		Lah-21		Lah-23		Lah-29		Lah-30	
	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF
Ag	1.74	4.92	1.74	5.18	1.74	5.38	-0.58	1.24	1.00	3.17	-0.58	1.22
Al	-0.56	1.00	-0.63	1.00	-0.69	1.00	-0.89	1.00	-0.67	1.00	-0.87	1.00
As	0.29	1.80	0.89	2.88	0.82	2.85	-0.05	1.79	1.38	4.11	-0.04	1.78
Au	2.74	9.83	1.64	4.85	1.53	4.67	1.98	7.34	2.36	8.15	1.09	3.90
Ba	1.67	4.69	0.54	2.26	1.00	3.24	-0.35	1.46	-0.89	0.86	-0.56	1.24
Cd	-0.47	1.07	1.44	4.21	1.44	4.38	0.12	2.01	0.34	2.01	-2.47	0.33
Co	0.20	1.70	0.85	2.79	0.19	1.84	0.37	2.39	-0.08	1.50	-0.69	1.14
Cr	1.08	3.11	-0.73	0.93	-0.73	0.97	-0.73	1.12	0.59	2.39	-0.73	1.10
Cu	2.61	8.98	4.38	32.27	3.32	16.11	1.92	7.01	1.87	5.79	-0.34	1.45
Fe	1.18	3.34	-0.35	1.21	-0.23	1.38	-0.33	1.47	-0.52	1.11	-0.28	1.51
Hg	0.96	2.88	2.49	8.70	2.28	7.87	0.77	3.16	2.55	9.27	-0.04	1.78
Mn	-0.58	0.99	0.16	1.73	-0.75	0.96	-0.58	1.24	-1.43	0.59	-0.94	0.95
Mo	0.66	2.33	0.80	2.70	0.66	2.55	0.43	2.49	0.73	2.63	1.47	5.06
Ni	1.30	3.63	-0.07	1.48	-0.24	1.37	0.30	2.28	-0.49	1.13	-1.39	0.70
Pb	1.66	4.66	1.70	5.05	1.40	4.27	-0.34	1.47	2.13	6.93	-0.91	0.97
S	-0.86	0.81	0.99	3.08	1.57	4.80	1.72	6.13	-0.38	1.22	3.01	14.71
Zn	-0.12	1.36	1.03	3.17	0.77	2.75	-0.12	1.70	0.27	1.91	-1.31	0.74



Şekil 4.64. Lahanos Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümüstasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

Lahanos Madeni çevresinden alınan kirlenmemiş su örneklerinin dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksi değeri örneklerin çoğunda (Lah-1 için: Al, Cd, Mn, S ve Zn, Lah-18 için: Al, Cr, Fe ve Ni, Lah-21 için: Al, Cr, Fe, Mn ve Ni Lah-23 için: Ag, Al, As, Ba, Cr, Fe, Mn, Pb ve Zn, Lah-29 için: Al, Ba, Co, Fe, Mn, Ni ve S, Lah-30 için: Ag, Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb ve Zn) bir çok element için negatif çıkmıştır (Şekil 4.64 a). Yani bu örnekler bu elementler tarafından kirlenmemiştir. Bu elementler için hesaplanan zenginleşme faktörü sonuçları I_{geo} sonuçlarına paralel olup, $EF < 2$ çıktığından minimal zenginleşmeyi ifade etmektedir (Şekil 4.64 b).



Şekil 4.65. Lahanos Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) Lah-1, b) Lah-18, c) Lah-21, d) Lah-23, e) Lah-29 ve f) Lah-30. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değeri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir.

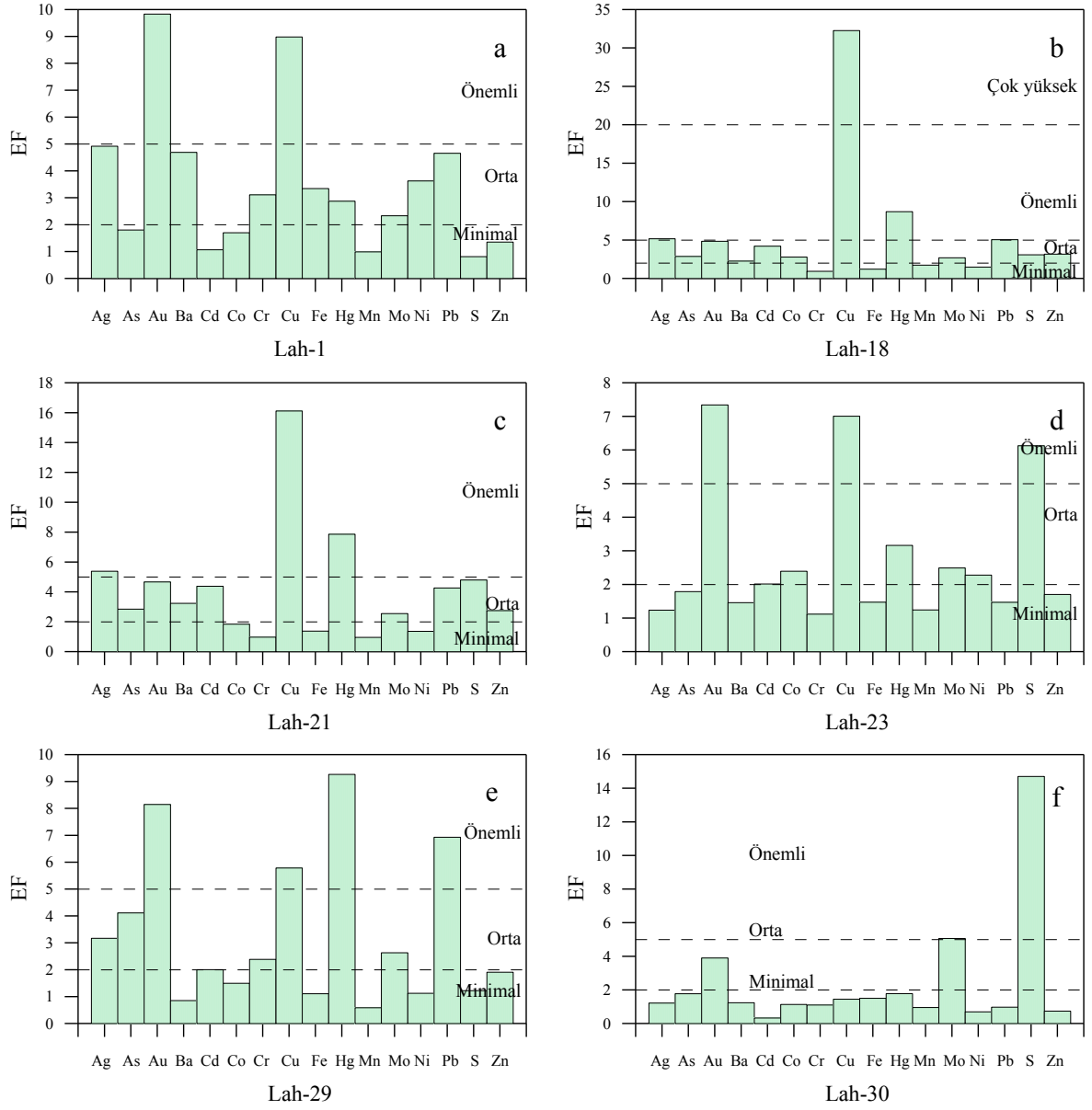
Au, Cu, Hg, Pb ve S haricinde hesaplanan diğer elementlerin I_{geo} değerleri 2'den küçüktür. Yani Lahanos Madeni çevresinden alınan bu örnekler I_{geo} değeri <2 olan bu elementler tarafından kirletilmemiş, kirletilmemiş-kısmen kirletilmiş ile kısmen kirletilmiş olarak sınıflanmaktadır (Şekil 4.65). Benzer şekilde hesaplanan zenginleşme faktörü değerleri bu elementler için $EF < 5$ olduğundan (Ag ve Mo hariç) örnekler bu elementler bakımından minimal ve orta derecede zenginleşme göstermektedir.

Lah-1 ve Lah-29 numaralı örneklerde Au elementine ait I_{geo} değerleri 2' nin üzerine çıkmaktadır. Bu örnekler Au bakımından önemli zenginleşme göstermektedir.

Cu elementine ait I_{geo} değerleri -0.34 ile 4.38 arasındadır. Bu değerlere göre Lah-30 kirletilmemiş, Lah-23 ve Lah-29 kısmen kirletilmiş, Lah-1 kısmen-güçlü şekilde, Lah-21 güçlü şekilde ve Lah-18 güçlü-çok güçlü şekilde Cu tarafından kirletilmiştir (Şekil 4.65). Zenginleşme faktörü değerlerine göre ise Lah-30 minimal, Lah-1, Lah-21, Lah-23 ve Lah-29 önemli, Lah-18 çok yüksek zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.66).

Hg, Lah-18, Lah-21 ve Lah-29 numaralı örneklerde 2' nin üzerinde I_{geo} değerine sahip olduğundan, bu örnekler Hg tarafından kısmen-güçlü şekilde kirletilmiştir. Hg elementine ait zenginleşme faktörü değerlerine göre bu örneklerin önemli derecede Hg tarafından zenginleştiğini ifade etmek mümkündür (Şekil 4.66).

Pb ve S elementleri sırasıyla Lah-29 ve Lah-30 örneğinde 2' nin üzerinde I_{geo} değerine sahiptir (Şekil 4.65). Bu değer örneklerin bu elementler tarafından kısmen-güçlü şekilde kirletildiğini ifade etmektedir. Zenginleşme faktörü değerleri Lah-29 ve Lah-30 örneklerinin sırasıyla Pb ve S elementleri bakımından önemli zenginleştiğini vurgulamaktadır (Şekil 4.66).



Şekil 4.66. Lahanos Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) Lah-1, b) Lah-18, c) Lah-21, d) Lah-23, e) Lah-29 ve f) Lah-30. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

4.3.2.4.4. Killik Madeni Uzak Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri

Killik Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumuna ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF) Tablo 4.45 ve Şekil 4.67' de verilmektedir.

Tablo 4.45. Killik Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)

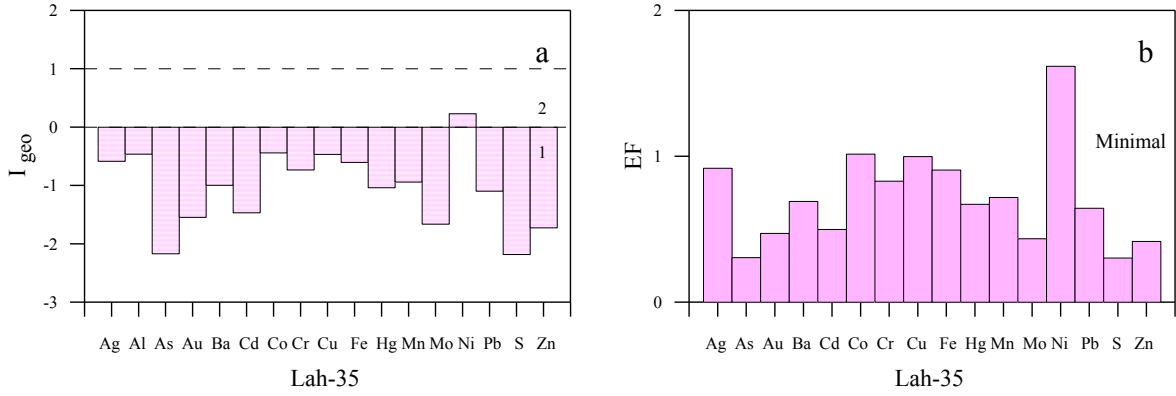
	* Üst Kabuk (ppm)	** Şeyl (ppm)	*** Background Değeri (ppm)	Killik Madeni	
				Lah-35	
				I_{geo}	EF
Ag	0.055	0.07	0.1	-0.58	0.92
Al	77440	80000	67820.44	-0.46	1.00
As	2	13	11.41	-2.17	0.31
Au (ppb)	-	0.00X	1.75	-1.55	0.47
Ba	668	580	297.64	-1.00	0.69
Cd	0.102	0.3	0.37	-1.47	0.50
Co	11.6	19	5.79	-0.44	1.02
Cr	35	90	15.15	-0.73	0.83
Cu	14.3	45	23.20	-0.47	1.00
Fe	30890	47200	26226.66	-0.60	0.91
Hg	0.056	0.4	0.03	-1.04	0.67
Mn	527	850	693.36	-0.94	0.72
Mo	1.4	2.6	0.84	-1.66	0.44
Ni	18.6	68	2.44	0.23	1.62
Pb	17	20	19.95	-1.10	0.64
S	953	2400	605.76	-2.18	0.30
Zn	52	95	119.06	-1.73	0.42

*Wedepohl, 1995

**Turekian ve Wedepohl, 1961

***Referans Örneklerinin (Lah 5-11-60-61-62-63-64-65-66) geometrik ortalaması

Killik Madeni çevresinden alınan kirlenmemiş su örneğinin dere kumunda (Lah-35) hesaplanan jeoakümülyasyon indeksi değerleri Ni elementi haricinde negatif çıkmıştır (Şekil 4.67a). Yani örnek bu elementler tarafından kirlenmemiştir. Ni elementi tarafından kirlenmemiş-kısmen kirlenmiştir. Tüm elementler için hesaplanan zenginleşme faktörü değerleri $EF < 2$ çıktığından minimal zenginleşmeyi ifade etmektedir (Şekil 4.67b).



Şekil 4.67. Killik Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumunda (Lah-35) hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksi (I_{geo}) ve b) zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. I_{geo} ve Zenginleşme faktörü sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34 ve Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

4.3.2.4.5. Kızılkaya Madeni Uzak Çevre Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri

Kızılkaya Madeni uzak çevre dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF) Tablo 4.46' da ve Şekil 4.68, Şekil 4.69 ile Şekil 4.70 'de verilmektedir.

Kızılkaya Madeni çevresinden alınan kirlenmemiş su örneklerinin dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksi değerleri örneklerin çoğunda (Lah-46 için: Al, Cd, Co, Cr, Fe, Mn, Ni ve Zn, Lah-47 için: Al, Co, Cr, Mn, Ni ve Zn, Lah-51 için: Ag, Al, As, Au, Ba, Cd, Hg, Mn, Mo, Pb, S ve Zn Lah-53 için: Al, Cd, Mn ve Zn ve Lah-54 için: Al, Ba, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni ve Zn, Lah-55 için: Ag, Al, Ba, Cd, Hg, Mn ve Zn, Lah-56 için: Al, Cr, Fe, Hg, Mn, Lah-57 için: Ag, Al, Ba, Cd, Co, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb ve Zn, Lah-59 için: Al, Ba, Fe, Mo ve S) bir çok element için negatif çıkmıştır (Şekil 4.69). Yani bu örnekler bu elementler tarafından kirlenmemiştir. Bu elementler için hesaplanan zenginleşme faktörü sonuçları I_{geo} sonuçlarına paralel olup, hesaplanan EF değerleri $EF < 2$ çıktığından minimal zenginleşmeyi ifade etmektedir (Şekil 4.70).

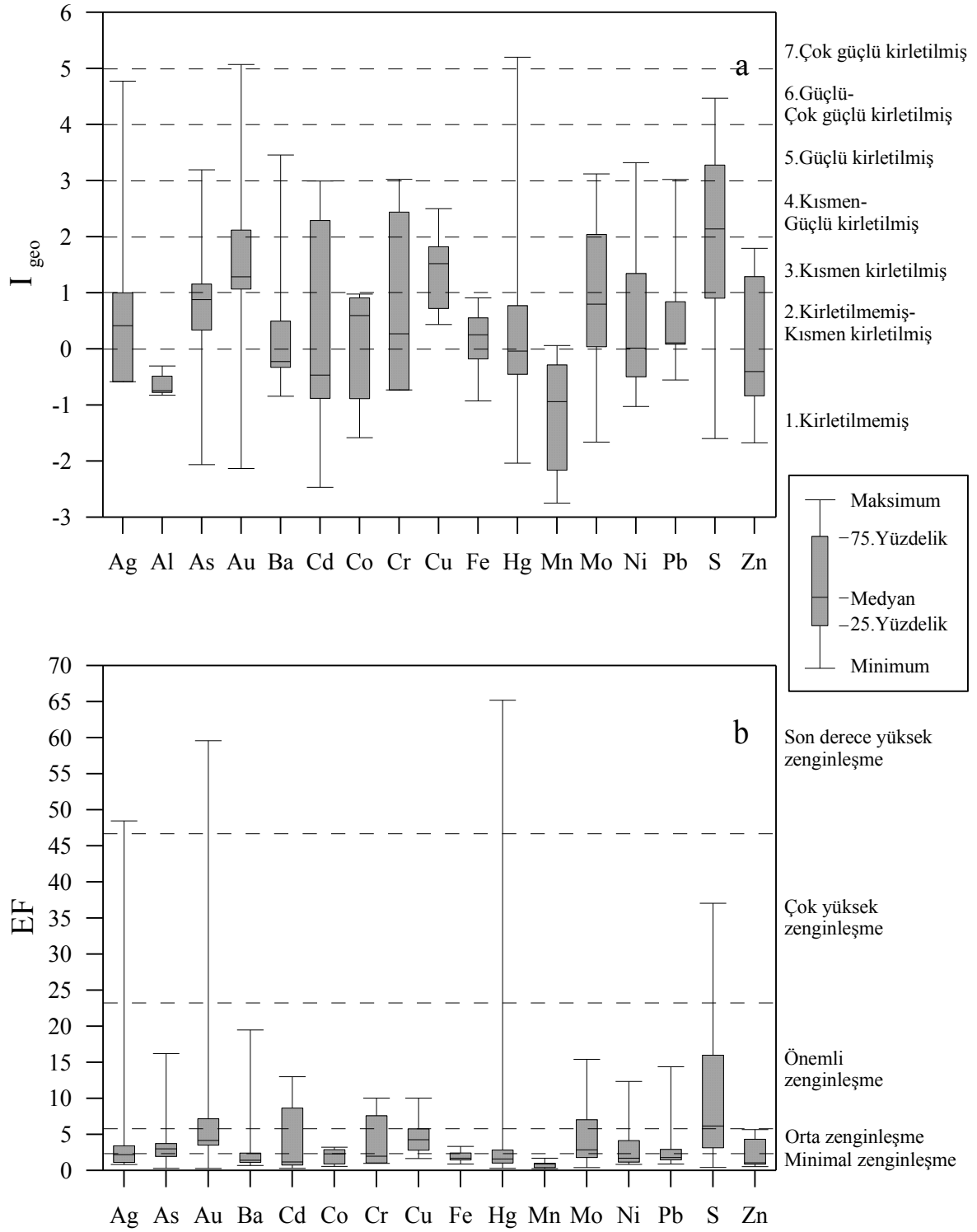
Tablo 4.46. Kızılıkaya Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarına ait jeoakümülasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)

	* Üst Kabuk (ppm)	** Şeyl (ppm)	*** Background Değeri (ppm)	Kızılıkaya Madeni																	
				Lah-46		Lah-47		Lah-51		Lah-53		Lah-54		Lah-55		Lah-56		Lah-57		Lah-59	
				I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF
Ag	0.055	0.07	0.1	1.00	3.42	4.77	48.47	-0.58	0.82	0.42	2.23	0.42	2.20	-0.58	0.93	0.42	2.33	-0.58	1.12	0.42	2.18
Al	77440	80000	67820.44	-0.77	1.00	-0.83	1.00	-0.30	1.00	-0.74	1.00	-0.72	1.00	-0.49	1.00	-0.81	1.00	-0.74	1.00	-0.71	1.00
As	2	13	11.41	0.34	2.16	3.19	16.20	-2.06	0.30	1.15	3.73	1.13	3.61	0.37	1.81	0.96	3.39	0.22	1.96	0.88	3.01
Au (ppb)	-	0.00X	1.75	1.28	4.17	5.07	59.59	-2.13	0.28	2.05	6.95	2.12	7.16	0.84	2.51	1.45	4.79	1.07	3.51	1.17	3.67
Ba	668	580	297.64	0.49	2.41	3.46	19.48	-0.84	0.69	0.01	1.69	-0.22	1.41	-0.31	1.13	0.04	1.79	-0.62	1.09	-0.33	1.30
Cd	0.102	0.3	0.37	-0.88	0.93	2.29	8.66	-0.88	0.67	-2.47	0.30	-0.47	1.19	-0.88	0.76	1.78	6.01	-0.14	1.52	2.99	13.01
Co	11.6	19	5.79	-1.58	0.57	-1.31	0.71	0.91	2.32	0.05	1.74	0.59	2.49	0.87	2.57	0.72	2.88	-0.89	0.91	0.98	3.22
Cr	35	90	15.15	-0.73	1.03	-0.73	1.07	3.02	10.04	0.85	3.02	-0.73	0.99	2.44	7.59	-0.73	1.05	0.27	2.02	0.27	1.97
Cu	14.3	45	23.20	1.65	5.35	2.50	10.03	0.43	1.67	0.74	2.80	1.52	4.73	1.61	4.27	0.72	2.89	0.64	2.61	1.82	5.78
Fe	30890	47200	26226.66	-0.01	1.70	0.91	3.33	0.25	1.47	0.43	2.26	0.55	2.43	0.28	1.71	-0.18	1.55	-0.93	0.88	-0.57	1.10
Hg	0.056	0.4	0.03	0.28	2.08	5.20	65.20	-2.04	0.30	0.77	2.85	-0.04	1.61	-0.45	1.02	-1.04	0.85	-0.45	1.22	0.55	2.39
Mn	527	850	693.36	-2.16	0.38	-2.16	0.40	-0.29	1.01	-2.75	0.25	-0.75	0.98	-0.58	0.94	-0.94	0.91	-1.16	0.75	0.06	1.70
Mo	1.4	2.6	0.84	2.04	7.03	3.12	15.42	-1.66	0.39	1.47	4.63	0.80	2.87	1.15	3.10	0.04	1.80	0.15	1.85	-0.34	1.29
Ni	18.6	68	2.44	-1.03	0.84	-0.80	1.02	3.32	12.34	0.01	1.69	-0.49	1.17	0.56	2.07	0.78	3.01	-0.11	1.56	1.34	4.15
Pb	17	20	19.95	0.21	1.98	3.02	14.39	-0.48	0.89	0.11	1.80	0.12	1.79	0.08	1.48	0.11	1.88	-0.55	1.14	0.84	2.93
S	953	2400	605.76	1.46	4.71	3.05	14.64	-1.60	0.41	4.47	37.04	3.28	15.99	2.14	6.17	2.17	7.89	0.90	3.14	-0.38	1.26
Zn	52	95	119.06	-0.97	0.87	1.29	4.33	-0.84	0.69	-1.67	0.53	-0.14	1.50	-0.40	1.06	0.89	3.24	-0.71	1.02	1.79	5.67

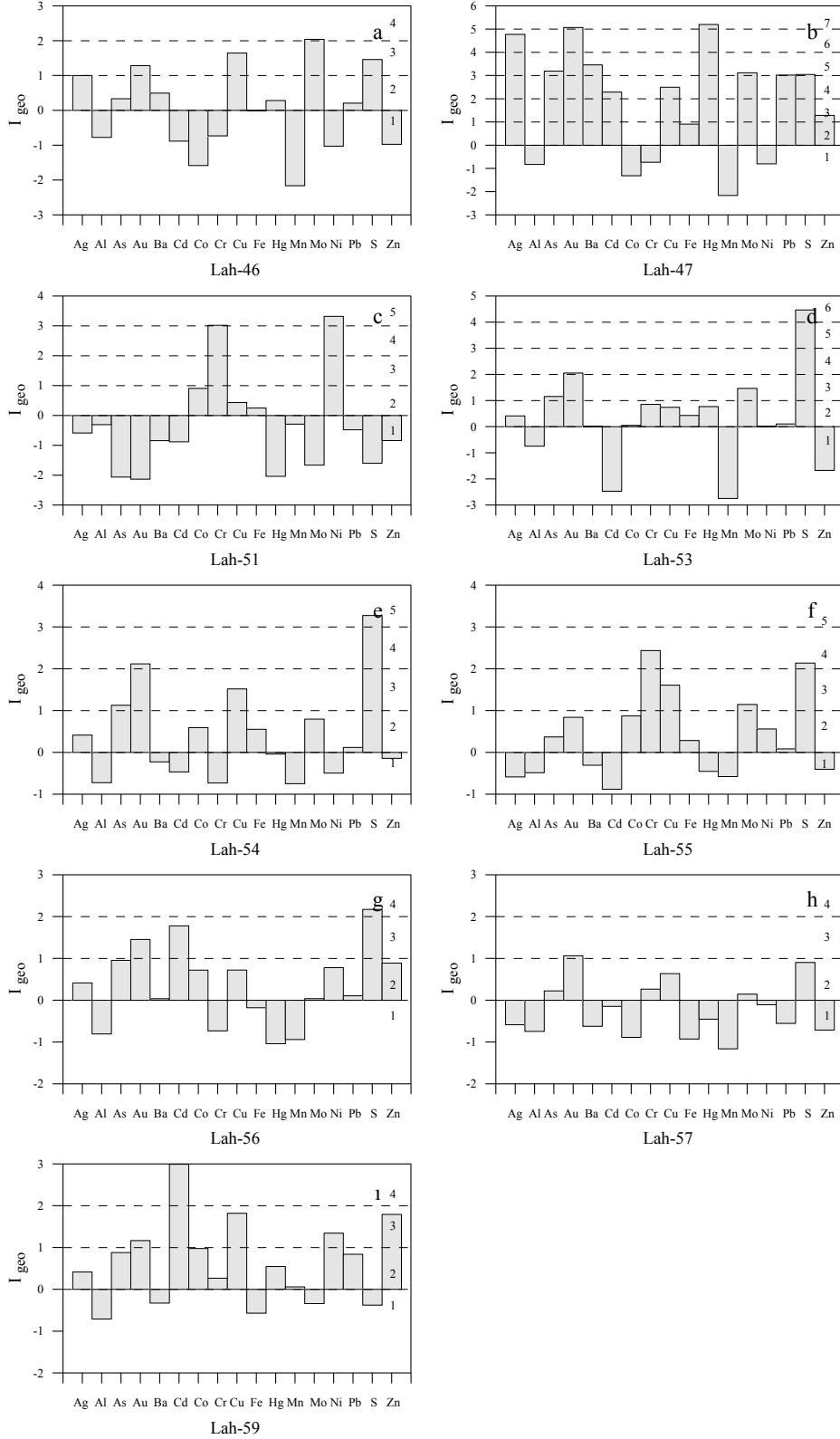
*Wedepohl, 1995

**Turekian ve Wedepohl, 1961

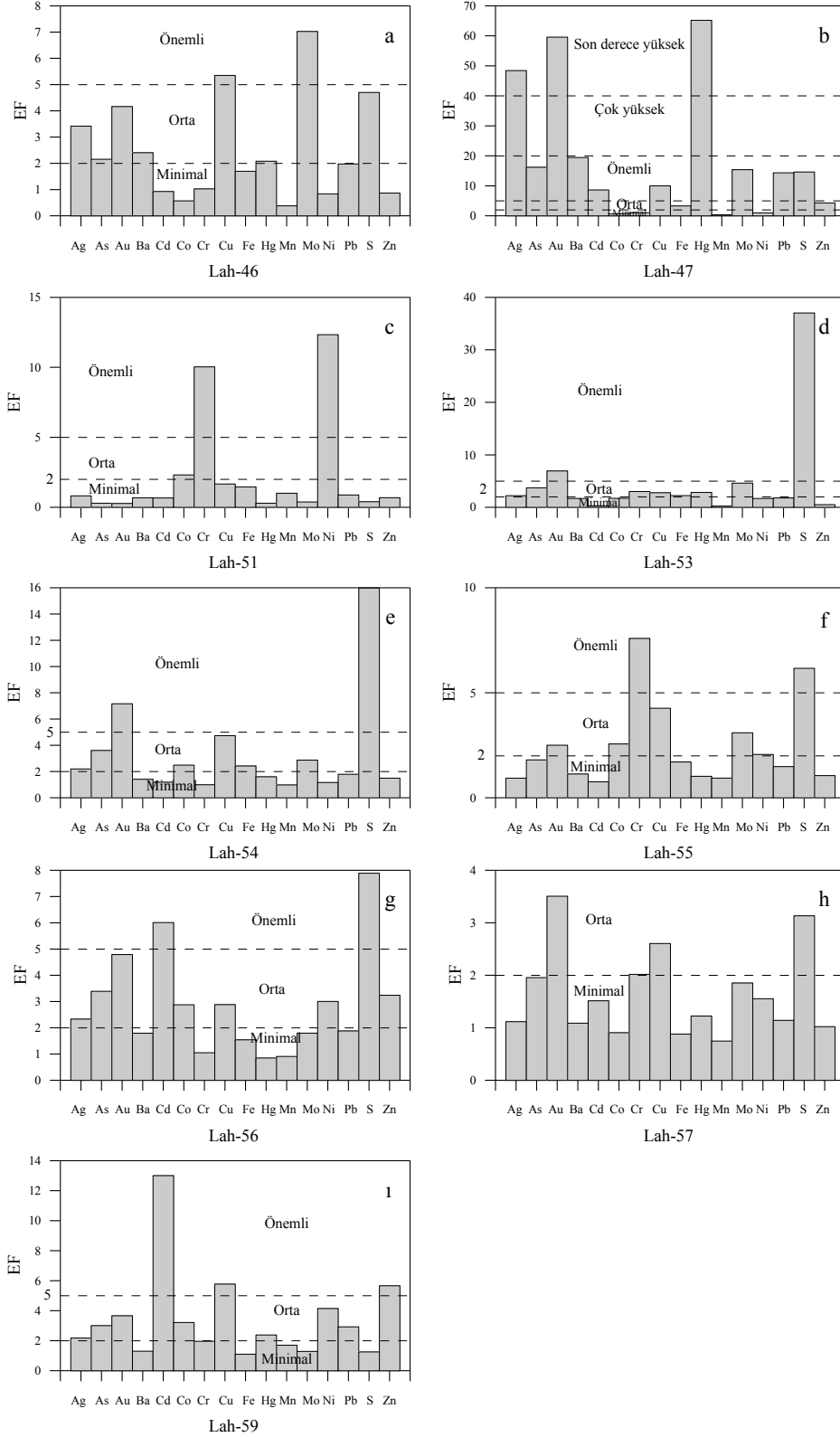
***Referans Örneklerinin (Lah 5-11-60-61-62-63-64-65-66) geometrik ortalaması



Şekil 4.68. Kızılıkaya Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülayon indeksleri (I_{geo}) dağılımı b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.



Şekil 4.69. Kızılkaya Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) Lah-46, b) Lah-47, c) Lah-51, d) Lah-53, e) Lah-54, f) Lah-55, g) Lah-56, h) Lah-57 ve ı) Lah-59. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir.



Şekil 4.70. Kızılkaya Madeni uzak çevre (kirlenmemiş) dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) Lah-46, b) Lah-47, c) Lah-51, d) Lah-53, e) Lah-54, f) Lah-55, g) Lah-56, h) Lah-57 ve ı) Lah-59. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

Örneklerde Ag, As, Ba, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb ve Zn elementleri için hesaplanan I_{geo} değerleri 2' nin altında çıkmıştır (Lah 47 örneği hariç). Bu sonuca göre bu elementler bakımından örnekler kirletilmemiş, kirletilmemiş-kısmen kirletilmiş ile kısmen kirletilmiş olarak sınıflanmaktadır (Şekil 4.69).

Lah-47 örneğinde As, Ba, Mo, Pb ve S, Lah-51 örneğinde Cr ve Ni, Lah-54 örneğinde S elementine ait I_{geo} değerleri 3-4 arasında yer almaktadır. Bu değer örneklerin bu elementler tarafından güçlü şekilde kirletildiğini ifade etmektedir. Lah-47 örneğindeki As, Ba, Mo, Pb ve S ile Lah-51 örneğindeki Ni ve Lah-54 örneğindeki S elementlerinin EF değerleri 5-20 arasında olduğundan bu elementlerce önemli zenginleşmeler söz konusudur (Şekil 4.70).

Lah-47 örneğinde Ag elementine ait I_{geo} değeri 4-5 arasında (6. sınıf), Au ve Hg elementine ait I_{geo} değeri ise >5' (7.sınıf) dir (Şekil 4.69). Ag, Au ve Hg elementlerine ait zenginleşme faktörü değerleri $EF > 40$ olduğundan bu elementlerce örnek son derece yüksek zenginleşmiştir (Şekil 4.70). Lah-46 örneğinde Mo, Lah-47 örneğinde Cd ve Cu, Lah-53 ve Lah-54 örneklerindeki Au, Lah-55 örneğinde Cr ve S, Lah-56 örneğinde S, Lah-59 örneğinde Cd elementlerinin jeoakümülyasyon indeksi değerleri 2-3 arasında olduğundan bu örnekler bu elementlerce kısmen-güçlü şekilde kirletilmiştir (Şekil 4.69). Hesaplanan zenginleşme faktörü değerlerine göre de önemli derecede zenginleşmişlerdir (Şekil 4.70).

4.3.2.4.6. Yağlı Dere ve Çevresindeki Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri

Yağlı Dere ve çevresindeki su örneklerinin dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF) Tablo 4.47' de ve Şekil 4.71, Şekil 4.72 ile Şekil 4.73 'de verilmektedir.

Yağlı Dere ve çevresindeki su örneklerinin dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksi değerleri Al, Cd, Pb ve Zn elementleri için tüm örneklerde negatiftir. Ayrıca örneklerin çoğunda hesaplanan bir çok elemente (Lah-14 için: Ag, Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Hg, Mo, Pb, S ve Zn, Lah-15 için: Ag, As, Au, Ba, Cd, Cr, Hg, Mn, Mo, Pb ve Zn, Lah-16 için: Ag, Al, As, Au, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Pb, S ve Zn, Lah-32 için: Ag, Al, As, Au, Cd, Hg, Mn, Pb, S ve Zn ve Lah-33 için: Ag, Al, As, Au, Cd, Cu, Hg, Mn, Mo, Pb, S ve Zn Lah-41 için: Ag, Al, As, Ba, Cd, Cr, Hg, Mn, Mo, Pb ve Zn, Lah-42 için: Al, Cd, Co, Cr, Mn, Ni, Pb ve Zn) ait I_{geo} değerleri de negatif çıkmıştır (Şekil 4.72). Yani bu örnekler bu elementler tarafından kirletilmemiştir.

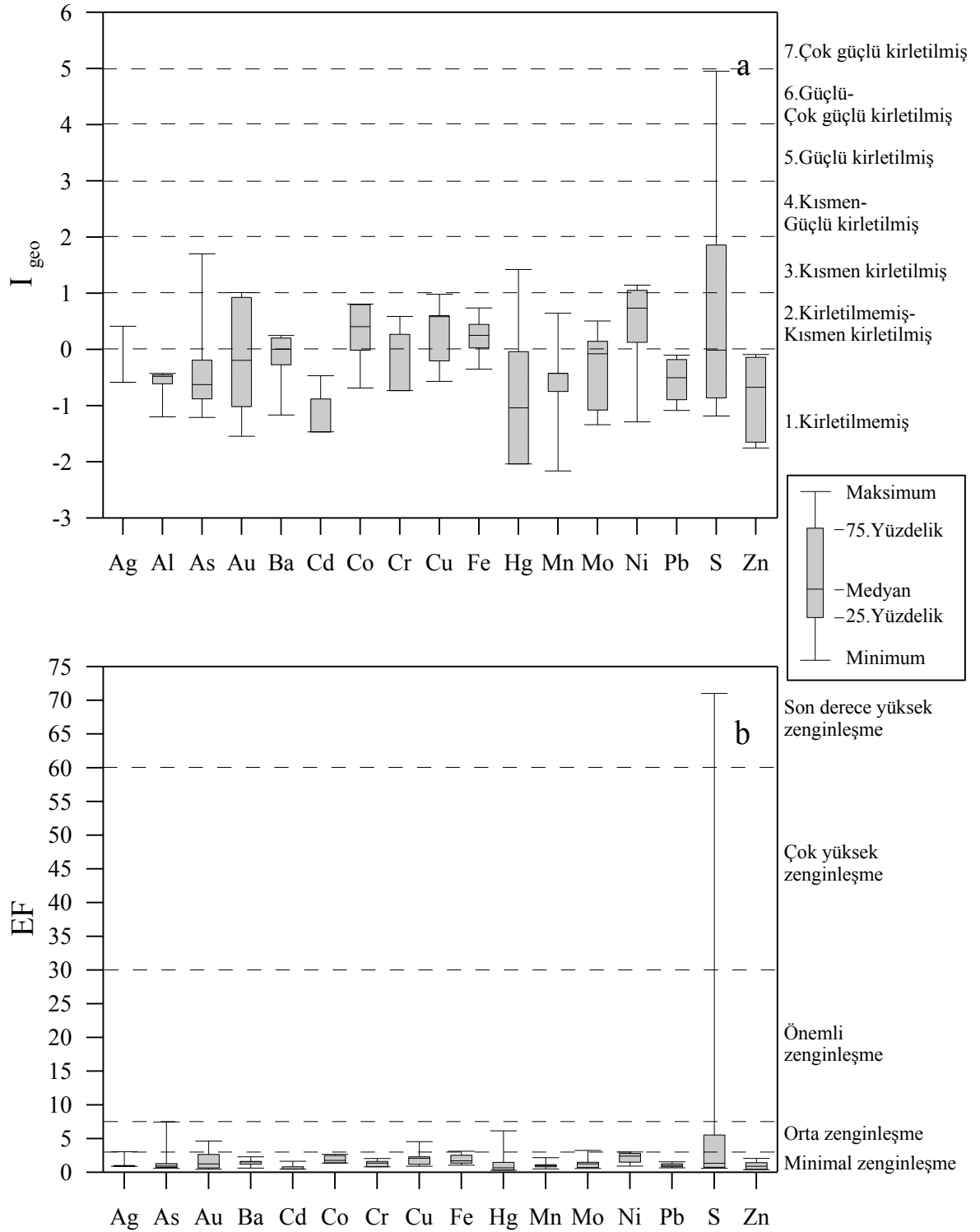
Tablo 4.47. Yağlı Dere ve çevresindeki dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)

	Yağlı Dere ve Çevresi													
	Lah-14		Lah-15		Lah-16		Lah-32		Lah-33		Lah-41		Lah-42	
	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF	I_{geo}	EF
Ag	-0.58	0.93	-0.58	0.96	-0.58	0.92	-0.58	0.91	-0.58	0.90	-0.58	1.02	0.42	3.06
Al	-0.48	1.00	-0.52	1.00	-0.46	1.00	-0.45	1.00	-0.43	1.00	-0.61	1.00	-1.20	1.00
As	-0.19	1.22	-0.62	0.93	-1.21	0.60	-0.88	0.74	-0.82	0.76	-0.24	1.29	1.70	7.47
Au	0.93	2.65	-0.19	1.26	-1.55	0.47	-0.19	1.20	-1.02	0.67	0.19	1.74	1.01	4.63
Ba	-0.17	1.23	-1.17	0.64	0.25	1.64	0.19	1.56	0.20	1.55	-0.27	1.26	0.00	2.30
Cd	-1.47	0.50	-0.88	0.78	-1.47	0.50	-1.47	0.49	-1.47	0.49	-0.88	0.83	-0.47	1.66
Co	-0.01	1.38	0.80	2.50	0.08	1.46	0.48	1.90	0.41	1.78	0.81	2.67	-0.69	1.43
Cr	-0.73	0.84	-0.73	0.86	-0.73	0.83	0.59	2.06	0.27	1.62	-0.15	1.38	-0.73	1.38
Cu	0.59	2.09	0.59	2.16	-0.20	1.20	0.06	1.42	-0.57	0.91	0.60	2.32	0.98	4.54
Fe	0.15	1.54	0.25	1.71	-0.35	1.08	0.36	1.75	0.03	1.37	0.74	2.55	0.45	3.13
Hg	-1.04	0.68	-0.04	1.40	-1.04	0.67	-2.04	0.33	-2.04	0.33	-0.04	1.49	1.42	6.15
Mn	0.65	2.18	-0.58	0.96	-0.75	0.82	-0.43	1.02	-0.43	1.00	-0.43	1.14	-2.16	0.51
Mo	-0.85	0.77	-1.34	0.57	-0.08	1.31	0.15	1.51	-0.08	1.28	-1.08	0.72	0.51	3.27
Ni	0.13	1.52	0.71	2.35	0.80	2.41	1.14	3.02	1.05	2.79	0.74	2.54	-1.29	0.94
Pb	-0.50	0.98	-1.09	0.68	-0.43	1.02	-0.10	1.27	-0.18	1.19	-0.89	0.82	-0.55	1.57
S	-0.86	0.77	1.14	3.16	-1.18	0.61	-0.01	1.35	-0.38	1.04	1.86	5.54	4.95	71.02
Zn	-0.39	1.06	-0.67	0.90	-1.65	0.44	-1.62	0.44	-1.75	0.40	-0.09	1.44	-0.14	2.08

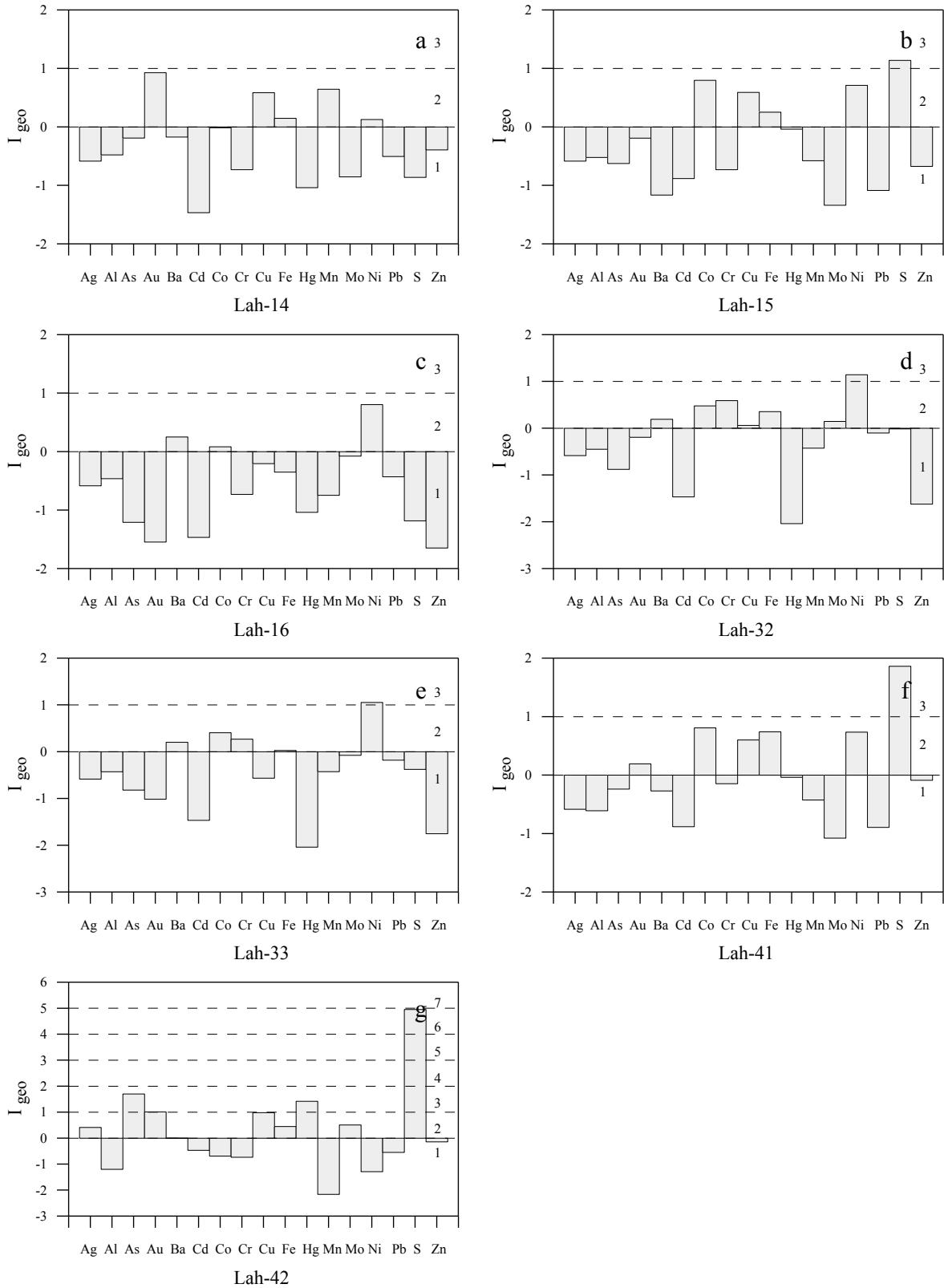
Zenginleşme faktörü değerlerine göre, ($EF < 2$) örnekler bu elementlerce minimal zenginleşmiştir (Şekil 4.73).

Benzer şekilde bir çok örnekte bir çok elemente (Lah-14 için: Au, Cu, Fe, Mn ve Ni Lah-15 için: Co, Cu, Fe ve Ni, Lah-16 için: Ba, Co ve Ni, Lah-32 için: Ba, Co, Cr, Cu, Fe ve Mo, Lah-33 için: Ba, Co, Cr ve Fe, Lah-41 için: Au, Co, Cu, Fe ve Ni, Lah-42 için: Ag, Ba, Cu, Fe ve Mo) ait jeoakümülyasyon indeksi değeri de 0 ile 1 arasındadır (Şekil 4.72). Bu sınıf aralığı bu elementlerce örneklerin kirletilmemiş-kısmen kirletilmiş olduğunu ifade etmektedir. Zenginleşme faktörü değerleri ($EF < 2$ ve $EF = 2-5$) bu elementlerin örneklerde minimal ile orta derecede zenginleştiğini göstermektedir (Şekil 4.73).

Lah-15 ve Lah-41 örneklerinde S, Lah-32 ve Lah-33 örneklerinde Ni elementlerine ait jeoakümülyasyon indeksi değerleri 1 ile 2 arasında değişmektedir. Bu değer aralığı örneklerin bu elementlerce kısmen kirletilmiş olduğunu ifade etmektedir (Şekil 4.72). Zenginleşme faktörü değerlerine göre de bu elementler örneklerde orta ve önemli derecede zenginleşme göstermektedirler (Şekil 4.73).

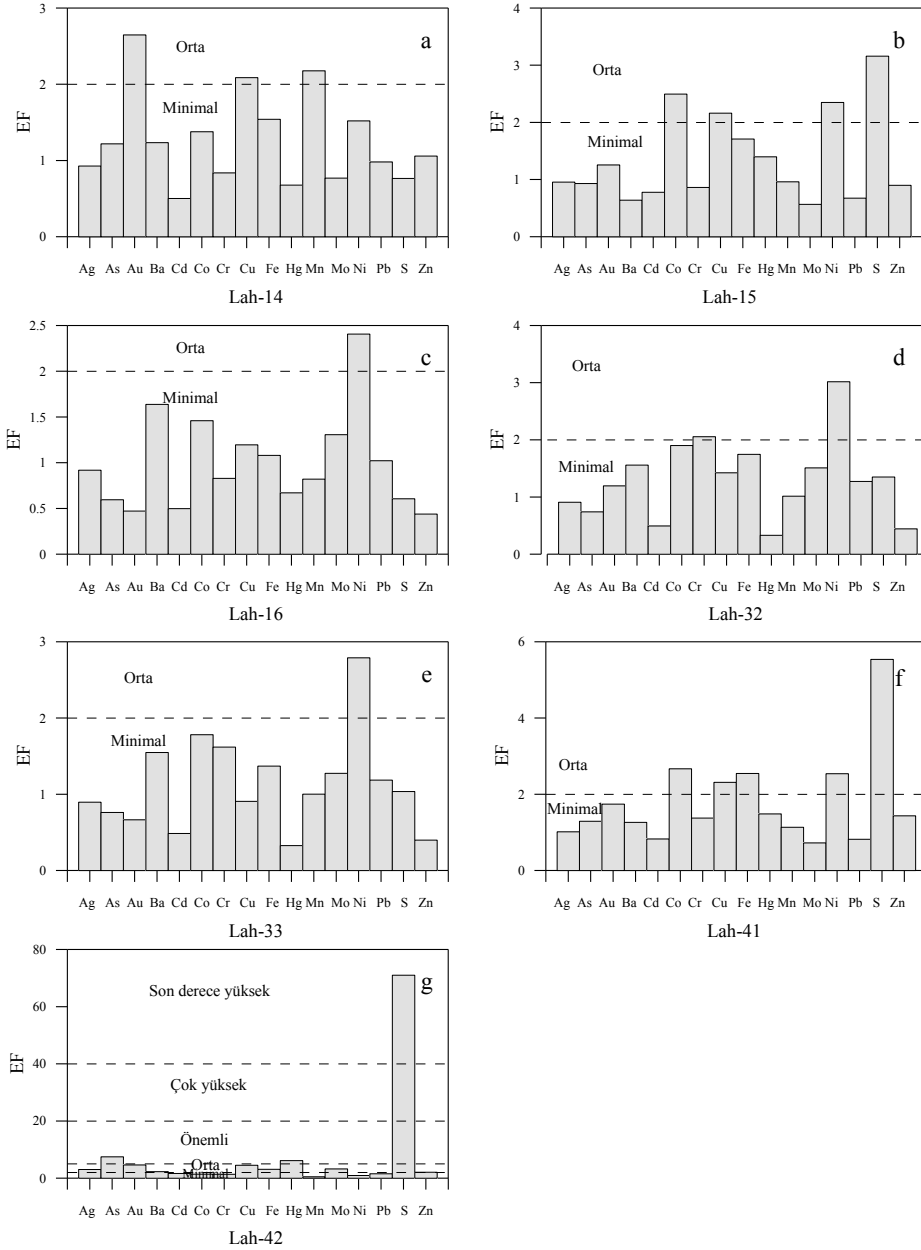


Şekil 4.71. Yağlı Dere çevresindeki dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı b) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.



Şekil 4.72. Yağlı Dere çevresindeki dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı a) Lah-14, b) Lah-15, c) Lah-16, d) Lah-32, e) Lah-33, f) Lah-41 ve g) Lah-42. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34'e göre belirtilmiştir.

Ayrıca Lah-42 örneğinde As, Au ve Hg 1 ile 2 arasında, S ise 4 ile 5 arasında Igeo değerleri göstermektedir (Şekil 4.72). Bu Igeo değerleri Lah 42 örneğinin As ve Hg tarafından kısmen, S tarafından da güçlü-çok güçlü şekilde kirletildiğini göstermektedir. EF değerleri ise örneğin As ve Hg tarafından önemli, S tarafından ise son derece yüksek derecede zenginleştiğini ifade etmektedir (Şekil 4.73).



Şekil 4.73. Yağlı Dere çevresindeki dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) Lah-14, b) Lah-15, c) Lah-16, d) Lah-32, e) Lah-33, f) Lah-41 ve g) Lah-42. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

4.3.2.4.7. Gelevera Dere Çevresi ile Espiye Merkezindeki Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyleri

Gelevera Dere çevresi ile Espiye merkezindeki dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF) Tablo 4.48' de ve Şekil 4.74, Şekil 4.75 ile Şekil 4.76 'da verilmektedir.

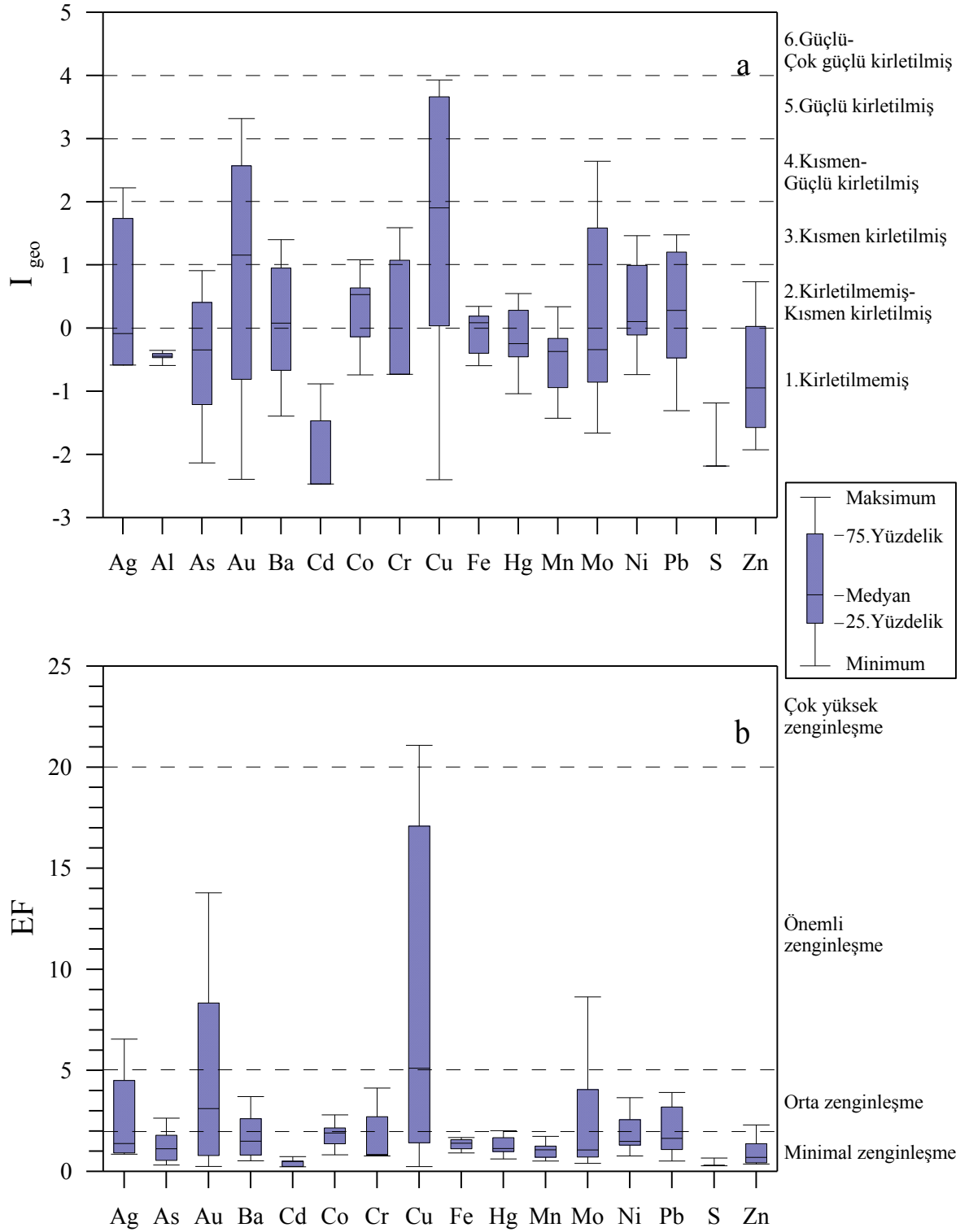
Gelevera Dere çevresi ile Espiye merkezindeki dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksi değerleri Al, Cd ve S elementleri için tüm örneklerde negatiftir. Ayrıca örneklerin çoğunda hesaplanan bir çok elemente (Lah-4 için: Ag, Al, As, Au, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, S ve Zn, Lah-67 için hesaplanan tüm elementler, Lah-68 için (Cu ve Ni hariç) diğer tüm hesaplanan elementler, Lah-69 için: Ag, Al, As, Ba, Cd, Mo, S ve Zn, Lah-70 için: Ag, Al, As, Au, Ba, Cd, Hg, Mn, Mo, Pb, S ve Zn ve Lah-71 için: Al, Cd, Cr, Fe, Hg, Mn, Ni, S ve Zn, Lah-72 için: Al, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni ve S, Lah-73 için: Al, Cd, Cr, Mn ve S, Lah-74 için: Al, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni ve S, Lah-75 için: Al, As, Cd, Mo, S ve Zn) ait I_{geo} değerleri de negatif çıkmıştır (Şekil 4.75). Yani bu örnekler bu elementler tarafından kirletilmemiştir. Zenginleşme faktörü değerlerine göre, de ($EF < 2$) örnekler bu elementlerce minimal zenginleşmiştir (Şekil 4.76). Benzer şekilde bir çok örnekte bir çok elemente (Lah-4 için: Ba, Hg ve Ni Lah-68 için: Cu ve Ni, Lah-69 için: Au, Co, Fe, Hg, Mn ve Pb, Lah-70 için: Co, Fe ve Ni, Lah-71 için: As ve Co, Lah-72 için: As, Ba, Co, Fe ve Zn, Lah-73 için: As, Ba, Co, Fe, Hg, Ni ve Zn, Lah-74 için: As, Ba, Co, Fe ve Zn, Lah-75 için: Ag, Ba, Fe, Hg, Mn ve Pb) ait jeoakümülyasyon indeksi değeri de 0 ile 1 arasındadır (Şekil 4.75). Bu sınıf aralığı bu elementlerce örneklerin kirletilmemiş-kısmen kirletilmiş olduğunu ifade etmektedir. Zenginleşme faktörü değerleri de ($EF < 2$ ve $EF = 2-5$) bu elementlerin örneklerde minimal ile orta derecede zenginleştiğini göstermektedir (Şekil 4.76). Ayrıca Lah-69 örneğinde Cr, Cu ve Ni, Lah-70 örneğinde Cr ve Cu, Lah-71 örneğinde Ba, Mo ve Pb, Lah-72 örneğinde Ag, Mo ve Pb, Lah-73 örneğinde Ag ve Pb, Lah-74 örneğinde Ag, Mo ve Pb, Lah-75 örneğinde Au, Co, Cr ve Ni elementlerine ait jeoakümülyasyon indeksi değerleri 1 ile 2 arasında değişmektedir. Bu örnekler bu elementlerce kısmen kirletilmiştir (Şekil 4.75). Zenginleşme faktörü değerlerine göre de orta ve önemli derecede zenginleşme göstermektedirler (Şekil 4.76).

Lah-71 örneğinde Ag ve Au, Lah-72 örneğinde Au, Lah-73 örneğinde Ag ve Mo, Lah-74 örneğinde Au ve Lah-75 örneğinde Cu elementlerine ait I_{geo} değerleri 2 ile 3 arasındadır (Şekil 4.75). Bu örnekler bu elementlerce kısmen-güçlü şekilde kirletilmiş ve önemli derecede zenginleşmiştir (Şekil 4.76).

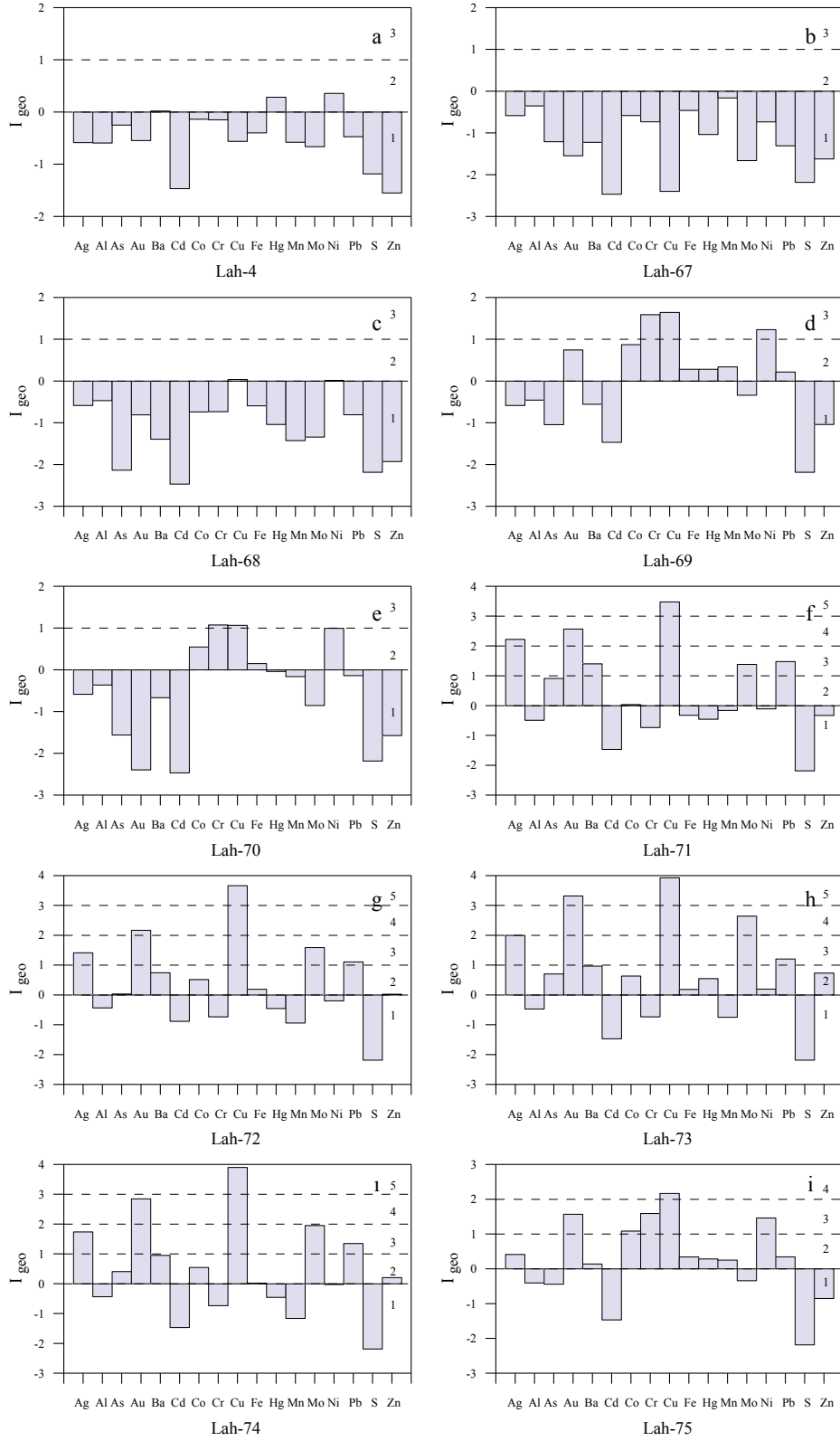
Tablo 4.48. Gelevera Dere çevresi ile Espiye merkezindeki dere kumlarına ait jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)

	*** Background Değeri (ppm)	Gelevera Dere Çevresi ve Espiye Merkez																							
		Lah-4		Lah-67		Lah-68		Lah-69		Lah-70		Lah-71		Lah-72		Lah-73		Lah-74		Lah-75					
		I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF	I geo	EF				
Ag	-0.58	1.00	-0.58	0.85	-0.58	0.92	-0.58	0.91	-0.58	0.86	-0.58	0.86	2.22	6.55	1.42	3.59	2.00	5.53	1.74	4.50	0.42	1.76			
Al	-0.59	1.00	-0.35	1.00	-0.47	1.00	-0.46	1.00	-0.36	1.00	-0.49	1.00	-0.49	1.00	-0.43	1.00	-0.47	1.00	-0.43	1.00	-0.40	1.00			
As	-0.25	1.27	-1.21	0.55	-2.13	0.32	-1.04	0.66	-1.56	0.44	0.91	2.64	0.91	2.64	0.03	1.38	0.71	2.25	0.41	1.79	-0.44	0.97			
Au (ppb)	-0.55	1.03	-1.55	0.44	-0.81	0.79	0.74	2.30	-2.39	0.24	2.57	8.33	2.17	6.05	2.17	6.05	3.32	13.79	2.85	9.72	1.57	3.93			
Ba	297.64	0.02	-1.22	0.55	-1.39	0.53	-0.55	0.93	-0.67	0.81	1.40	3.70	0.74	2.26	0.74	2.26	0.97	2.71	0.95	2.61	0.14	1.46			
Cd	0.37	-1.47	-2.47	0.23	-2.47	0.25	-1.47	0.50	-2.47	0.23	-1.47	0.51	-0.88	0.73	-1.47	0.50	-1.47	0.50	-1.47	0.49	-1.47	0.48			
Co	-0.14	1.37	-0.58	0.85	-0.74	0.83	0.87	2.51	0.55	1.88	0.04	1.44	0.51	1.92	0.64	2.15	0.55	1.98	0.81	1.08	1.08	2.80			
Cr	15.15	-0.15	-0.73	0.77	-0.73	0.83	1.59	4.13	1.08	2.71	-0.73	0.84	-0.73	0.81	-0.73	0.83	-0.73	0.83	0.81	0.81	1.59	3.98			
Cu	23.20	-0.56	-2.40	0.24	0.04	1.42	1.64	4.29	1.07	2.69	3.48	15.63	3.66	17.09	3.93	21.08	3.93	21.08	3.90	20.15	2.17	5.94			
Fe	26226.66	-0.40	-0.46	0.93	-0.59	0.92	0.28	1.67	0.15	1.43	-0.33	1.12	0.19	1.54	0.19	1.57	0.19	1.57	0.02	1.37	0.34	1.68			
Hg	0.03	0.28	-1.04	0.62	-1.04	0.67	0.28	1.67	-0.04	1.25	-0.45	1.02	-0.45	0.98	-0.45	0.98	0.55	2.02	-0.45	0.99	0.28	1.61			
Mn	693.36	-0.58	1.01	-0.16	1.14	-1.43	0.51	0.34	1.74	1.15	-0.16	1.25	-0.94	0.70	-0.75	0.82	-1.16	0.60	1.95	5.23	-0.34	1.05			
Mo	0.84	-0.66	-1.66	0.40	-1.34	0.55	-0.34	1.08	-0.85	0.71	1.38	3.66	1.59	4.05	2.64	8.63	1.95	5.23	1.95	5.23	-0.34	1.05			
Ni	2.44	0.36	-0.74	0.77	0.01	1.40	1.23	3.22	0.99	2.56	-0.11	1.30	-0.20	1.18	0.20	1.59	-0.03	1.33	1.33	1.46	1.46	3.65			
Pb	19.95	-0.47	-1.31	0.52	-0.81	0.79	0.22	1.59	-0.14	1.17	1.48	3.91	1.11	2.91	1.21	3.19	1.35	3.43	1.35	3.43	0.34	1.68			
S	605.76	-1.18	-2.18	0.28	-2.18	0.30	-2.18	0.30	-2.18	0.28	-2.18	0.31	-2.18	0.30	-2.18	0.30	-2.18	0.30	-2.18	0.30	-2.18	0.29			
Zn	119.06	-1.55	-1.62	0.41	-1.93	0.36	-1.04	0.67	-1.57	0.43	-0.33	1.12	0.03	1.37	0.73	2.30	0.21	1.56	0.21	1.56	-0.85	0.73			

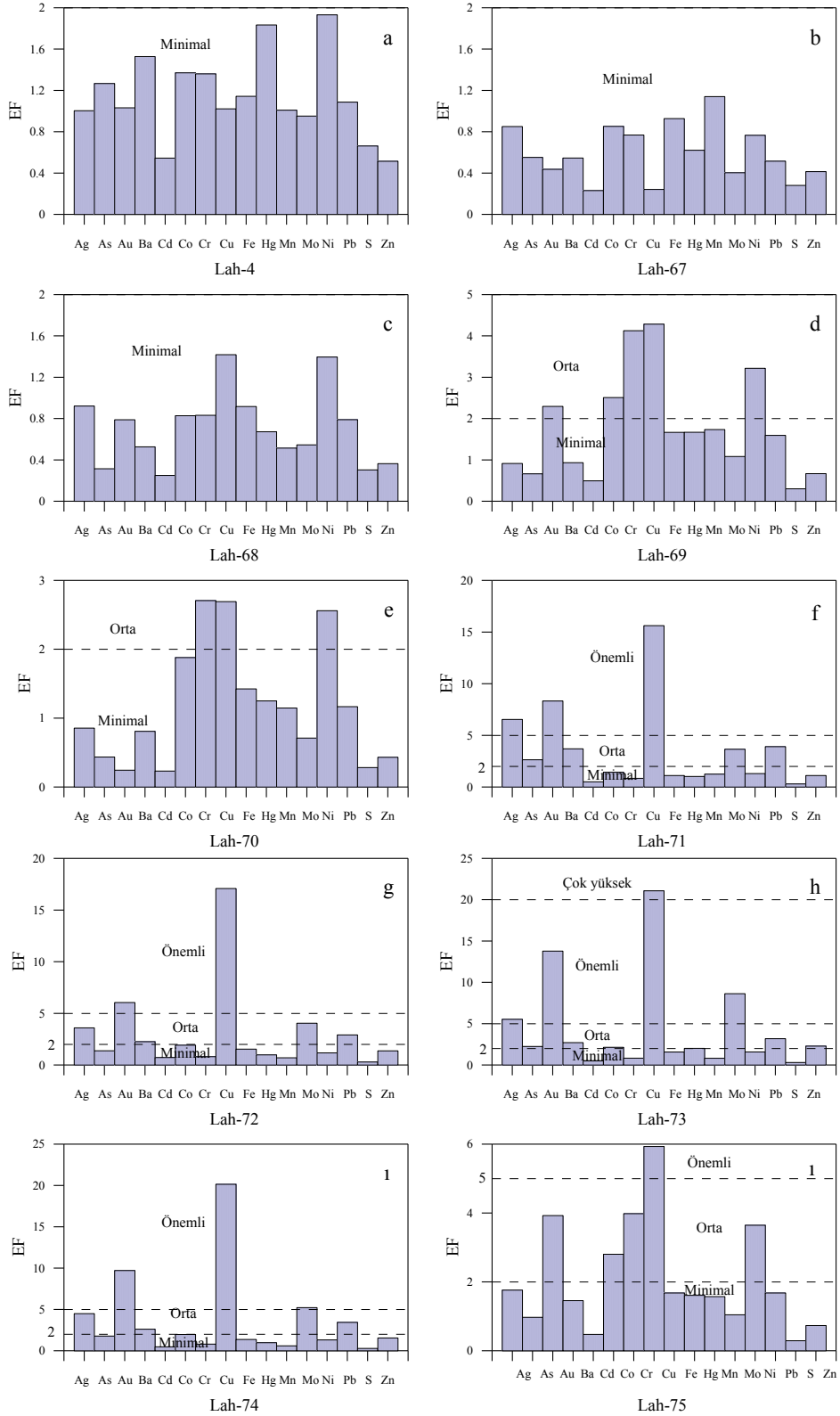
***Referans Örneğinin (Lah 5-11-60-61-62-63-64-65-66) geometrik ortalaması



Şekil 4.74. Gelevera Dere çevresi ile Espiye merkezindeki dere kumlarında Ag, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S ve Zn elementleri için hesaplanan a) jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) dağılımı) Zenginleşme faktörü (EF) dağılımı. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.



Şekil 4.75. Gelevera Dere çevresi ile Espiye merkezindeki dere kumlarındaki I_{geo} dağılımı a) Lah-4, b) Lah-67, c) Lah-68, d) Lah-69, e) Lah-70, f) Lah-71 ve g) Lah-72, h) Lah-73, i) Lah-74 ve i) Lah-75. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir.



Şekil 4.76. Gelevera Dere çevresi ile Espiye merkezindeki dere kumlarında hesaplanan zenginleşme faktörleri (EF) dağılımı a) Lah-4, b) Lah-67, c) Lah-68, d) Lah-69, e) Lah-70, f) Lah-71, g) Lah-72, h) Lah-73, ı) Lah-74 ve i) Lah-75. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

Lah-71, Lah-72, Lah-73 ve Lah-74 örneklerinde Cu elementi için hesaplanan I_{geo} değerleri 3 ile 4 arasında değişmektedir (Şekil 4.75). Bu örnekler Cu tarafından güçlü şekilde kirlenmiş ve önemli derecede zenginleşmiştir (Şekil 4.76). Ayrıca Lah-73 örneğinde Au elementi önemli derecede zenginleşmiştir.

4.3.2.5. Dere Kumlarının Kirlilik Düzeylerinin Karşılaştırılması

Karaerik, Karılar, Ağalık, Lahanos, Killik, Kızılkaya Madenleri ile Yağlı Dere ve Gelevera Dere çevrelerindeki dere kumlarına ait ortalama jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF) Tablo 4.49' da ve Şekil 4.77, Şekil 4.78 ve Şekil 4.79' da verilmektedir.

En yüksek ortalama I_{geo} ve EF değerleri Ba ve Hg için Kızılkaya Madeni, Cd, Cu ve Zn için Killik Madeni, Fe ve S için Karılar Madeni, Co ve Mo için Karaerik Madeni örneklerinden elde edilmiştir (Tablo 4.49).

Ag, As, Au ve Pb elementleri için en yüksek ortalama I_{geo} değerleri Karaerik Madeni örneklerinden elde edilmiştir. En yüksek ortalama EF değeri Ag elementi için Kızılkaya Madeni, As elementi için Killik Madeni, Au elementi için Karılar Madeni, Pb elementi için Killik Madeni çevrelerinden alınan örneklerden elde edilmiştir.

Cr elementine ait en yüksek ortalama I_{geo} değeri Kızılkaya Madeni en yüksek EF değeri Lahanos Madeni örneklerinden elde edilmiştir. Ni elementine ait en yüksek ortalama I_{geo} değeri Yağlı Dere çevresindeki örneklerden en yüksek EF değeri de Kızılkaya Madeni çevresindeki örneklerden elde edilmiştir.

Karaerik Madeni yakın çevresinden alınan (kirlenmiş) dere kumlarına ait ortalama I_{geo} değerleri Ag, As, Au, Ba, Cd, Cu, Fe, Hg, Mo, Pb, S ve Zn için 1'den büyüktür. Yani dere kumları bu elementlerce kirlenmişlerdir (Şekil 4.77a). Bu elementlerden As, Cu, Hg ve Pb güçlü-çok güçlü şekilde, Ba ve S güçlü şekilde, Mo çok güçlü şekilde, Cd, Fe ve Zn ise kısmen bu dere kumlarını kirlenmiştir (Tablo 4.50). Bu elementler için hesaplanan ortalama zenginleşme faktörü değerlerine göre de (Cd, Fe, S ve Zn hariç) dere kumlarının son derece yüksek zenginleştiği görülmektedir (Şekil 4.77 b). S çok yüksek zenginleşme, Cd, Fe ve Zn ise önemli zenginleşme göstermektedir.

Tablo 4.49. Karaerik, Karılar, Ağalık, Lahanos, Killik, Kızılıkaya Madenleri ile Yağlı Dere ve Gelevra Dere çevrelerindeki dere kumlarına ait ortalama jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) ve zenginleşme faktörleri (EF)

Örnek Yeri	Örnek Türü	Örnek Sayısı	Kirillik İndeksleri	Ag	Al	As	Au	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	S	Zn
Karaerik Madeni	Kirlenmiş	n=10	I _{geo}	5.35	-0.85	4.59	6.86	3.93	1.01	0.97	-0.22	4.81	1.10	4.62	-1.31	5.47	-0.54	4.07	3.31	1.25
	Kirlenmemiş	n=6	EF	130.92	1.00	106.07	403.99	73.48	5.25	3.71	1.74	54.52	5.09	82.83	0.80	221.56	1.42	49.56	38.40	5.08
Karılar Madeni	Kirlenmiş	n=6	I _{geo}	1.95	-0.56	1.12	2.92	1.26	-0.62	0.61	-0.11	3.74	0.26	1.32	-0.06	1.53	-0.10	1.39	0.18	0.31
	Kirlenmemiş	n=6	EF	7.46	1.00	4.64	15.53	4.52	1.58	2.47	1.56	22.69	1.83	6.71	1.49	5.10	1.57	4.29	6.93	2.17
Ağalık Madeni	Kirlenmiş	n=5	I _{geo}	4.67	-1.48	4.04	6.35	4.18	1.74	-0.06	-0.17	4.11	1.96	4.29	-2.43	3.64	-1.32	3.25	5.73	2.09
	Kirlenmemiş	n=2	EF	118.75	1.00	72.48	416.45	80.35	17.34	3.44	2.91	70.52	17.54	85.18	0.54	52.81	1.48	33.39	584.70	18.52
Lahanos Madeni	Kirlenmiş	n=8	I _{geo}	4.66	-0.94	3.39	5.08	2.61	0.38	-1.12	-0.61	2.99	0.79	3.97	-1.99	3.58	-0.55	3.12	2.35	0.15
	Kirlenmemiş	n=6	EF	131.21	1.00	87.99	81.54	19.35	2.55	0.89	1.41	16.20	9.69	40.25	0.51	37.73	1.41	26.39	34.50	2.13
Killik Madeni	Kirlenmiş	n=4	I _{geo}	3.25	-0.78	1.68	1.61	0.83	0.58	-0.97	-0.73	2.33	-0.45	2.03	-1.09	-0.02	-0.55	2.54	-0.64	-0.17
	Kirlenmemiş	n=1	EF	31.99	1.00	13.03	16.86	5.92	3.30	0.88	1.04	21.64	1.35	11.24	0.90	2.48	1.28	15.48	1.82	1.94
Kızılıkaya Madeni	Kirlenmiş	n=5	I _{geo}	2.27	-0.61	2.37	4.77	1.45	0.61	-0.44	0.32	2.82	-0.04	3.71	-1.82	4.89	0.28	2.37	2.97	0.68
	Kirlenmemiş	n=9	EF	8.17	1.00	8.18	46.59	4.34	3.10	1.15	3.68	11.94	1.49	21.72	0.46	55.39	1.92	8.64	13.77	3.03
Yağlı Dere Çevresi	Kirlenmiş	n=7	I _{geo}	0.84	-0.72	0.55	1.89	0.24	0.07	0.14	-0.21	2.29	-0.09	1.50	-0.68	0.79	-0.10	0.94	1.01	0.08
	Kirlenmemiş	n=10	EF	3.52	1.00	2.53	6.46	2.29	2.34	1.89	1.60	11.94	1.67	5.61	1.08	2.96	1.76	3.89	5.12	1.94
Gelevra Dere Çevresi	Kirlenmiş	n=4	I _{geo}	4.67	-1.05	4.39	5.97	3.70	3.79	0.23	-0.01	5.64	1.40	5.04	-2.30	3.36	-0.71	3.72	5.04	3.15
	Kirlenmemiş	n=1	EF	152.86	1.00	107.39	403.02	69.97	42.44	2.68	2.38	116.60	8.62	164.68	0.53	56.92	1.70	62.70	84.86	25.66
Gelevra Dere Çevresi	Kirlenmiş	n=1	I _{geo}	-0.58	-0.46	-2.17	-1.55	-1.00	-1.47	-0.44	-0.73	-0.47	-0.60	-1.04	-0.94	-1.66	0.23	-1.10	-2.18	-1.73
	Kirlenmemiş	n=5	EF	0.92	1.00	0.31	0.47	0.69	0.50	1.02	0.83	1.00	0.91	0.67	0.72	0.44	1.62	0.64	0.30	0.42
Gelevra Dere Çevresi	Kirlenmiş	n=5	I _{geo}	5.01	-0.98	3.57	5.71	4.35	3.05	-1.55	-0.37	3.48	0.87	5.64	-2.48	3.31	-0.49	3.52	4.24	2.31
	Kirlenmemiş	n=9	EF	161.33	1.00	49.37	277.79	109.49	36.92	0.89	1.73	28.56	4.15	257.57	0.40	34.69	1.68	47.46	44.63	18.66
Gelevra Dere Çevresi	Kirlenmiş	n=7	I _{geo}	0.63	-0.68	0.69	1.44	0.19	0.15	0.04	0.44	1.29	0.08	0.31	-1.19	0.75	0.40	0.38	1.72	-0.09
	Kirlenmemiş	n=10	EF	7.08	1.00	4.02	10.29	3.44	3.67	1.93	3.20	4.46	1.82	8.61	0.81	4.26	3.09	3.14	10.14	2.10
Gelevra Dere Çevresi	Kirlenmiş	n=7	I _{geo}	-0.44	-0.59	-0.32	-0.12	-0.14	-1.16	0.27	-0.32	0.29	0.23	-0.69	-0.59	-0.40	0.47	-0.53	0.79	-0.90
	Kirlenmemiş	n=10	EF	1.24	1.00	1.86	1.80	1.45	0.75	1.87	1.28	2.09	1.88	1.58	1.09	1.35	2.22	1.08	11.93	0.97
Gelevra Dere Çevresi	Kirlenmiş	n=10	I _{geo}	0.49	-0.45	-0.46	0.79	0.04	-1.71	0.28	-0.03	1.69	-0.06	-0.21	-0.47	0.24	0.32	0.30	-2.08	-0.79
	Kirlenmemiş	n=10	EF	2.65	1.00	1.23	4.66	1.71	0.45	1.77	1.71	8.95	1.34	1.27	1.05	2.63	1.89	2.03	0.33	0.95

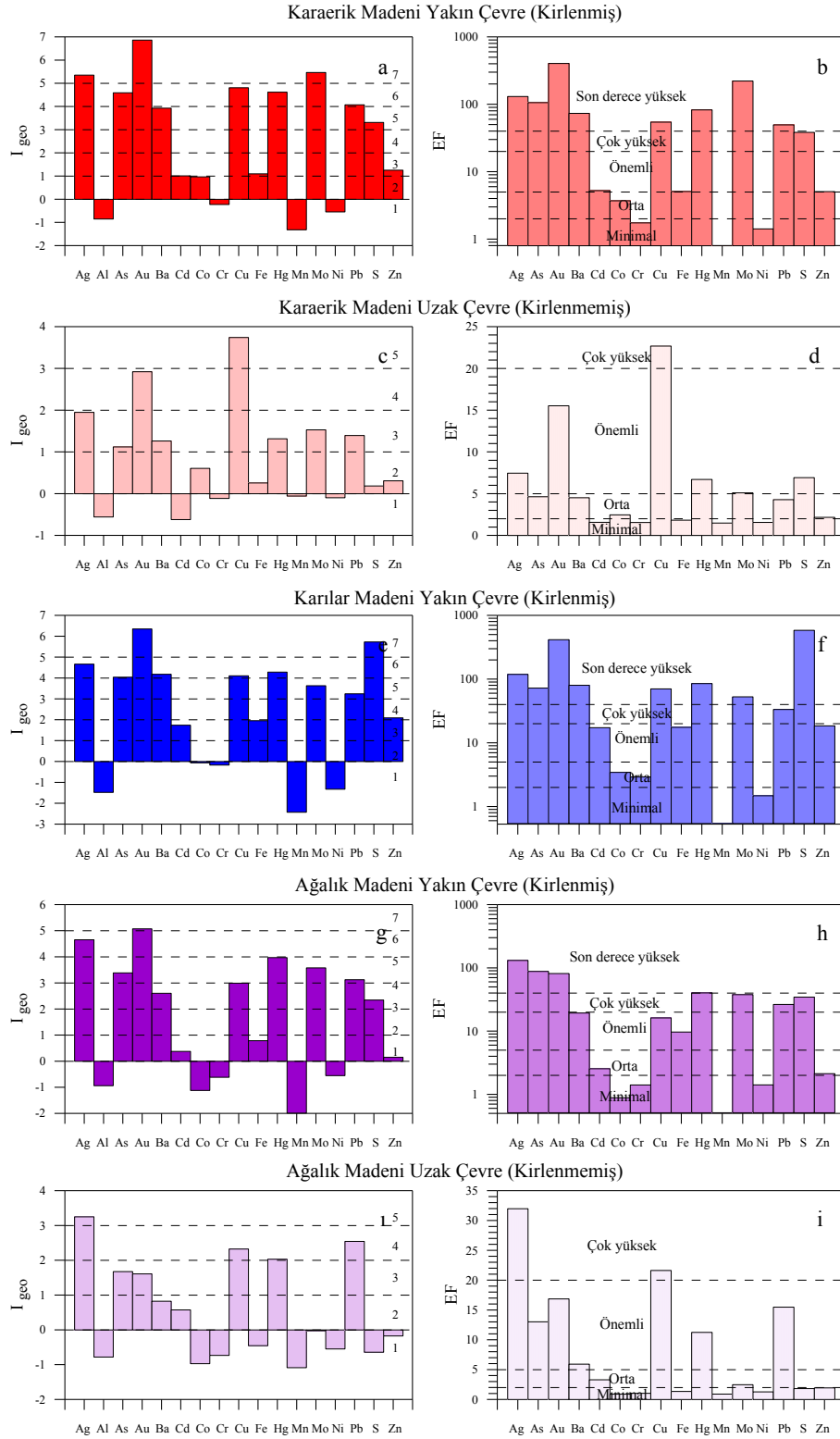
Karaerik Madeni uzak çevresinden alınan (kirlenmemiş) dere kumlarına ait ortalama I_{geo} değerleri Ag, As, Au, Ba, Cu, Hg, Mo ve Pb elementleri için 1'den büyük olup, bu elementlerce kirlendiğini ifade etmektedir (Şekil 4.77c). Bu dere kumları Cu tarafından güçlü şekilde, As, Ba, Hg, Mo ve Pb tarafından ise kısmen kirlenmiştir (Tablo 4.51). Zenginleşme faktörü değerlerine göre ise örneklerde Cu çok yüksek, As, Ba ve Pb orta derecede, Ag, Au, Mo ve Hg önemli derecede zenginleşme göstermektedir (Şekil 4.77 d).

Karılar Madeni yakın çevresinden alınan (kirlenmiş) dere kumlarına ait ortalama I_{geo} değerleri Ag, As, Au, Ba, Cd, Cu, Fe, Hg, Mo, Pb, S ve Zn elementleri için 1'den büyüktür (Şekil 4.77e). Bu dere kumları As, Ba, Cu ve Hg tarafından güçlü-çok güçlü şekilde, S tarafından çok güçlü şekilde, Mo ve Pb tarafından güçlü şekilde, Zn tarafından kısmen-güçlü şekilde, Cd ve Fe tarafından kısmen kirlenmişlerdir (Tablo 4.50). Bu elementler için hesaplanan ortalama zenginleşme faktörü değerlerine göre de (Cd, Fe, Pb ve Zn hariç) dere kumlarının son derece yüksek zenginleştiği görülmektedir (Şekil 4.77 f). Cd, Fe ve Zn elementleri önemli, Pb ise çok yüksek zenginleşme göstermektedir.

Ağalık Madeni yakın çevresinden alınan (kirlenmiş) dere kumlarına ait ortalama I_{geo} değerleri Ag, As, Au, Ba, Cu, Hg, Mo, Pb ve S elementleri için 1'den büyük olup, bu elementlerce kirlendiğini ifade etmektedir (Şekil 4.77 g). As, Hg, Mo ve Pb güçlü şekilde, Ba, Cu ve S kısmen-güçlü şekilde bu dere kumlarını kirlenmiştir (Tablo 4.50). Ag, As, Au, Hg elementleri için hesaplanan ortalama zenginleşme faktörü değerlerine göre dere kumlarının son derece yüksek zenginleştiği görülmektedir (Şekil 4.77 h). Ba ve Cu elementlerince örnekler önemli derecede, Mo, Pb ve S elementleri bakımından ise çok yüksek derecede zenginleşmişlerdir (Şekil 4.77 h).

Ağalık Madeni uzak çevresinden alınan (kirlenmemiş) dere kumlarına ait ortalama I_{geo} değerleri Ag, As, Au, Cu, Hg ve Pb elementleri için 1'den büyüktür (Şekil 4.77 i). Yani bu dere kumları Cu, Hg ve Pb tarafından kısmen-güçlü şekilde, As tarafından kısmen kirlenmiştir (Tablo 4.51). Ag ve Cu elementleri için hesaplanan ortalama zenginleşme faktörü değerlerine göre dere kumlarının bu elementlerce çok yüksek zenginleştiği görülmektedir (Şekil 4.77 i). Diğer elementlerce (As, Au, Hg ve Pb) örnekler önemli derecede zenginleşmişlerdir (Şekil 4.77 i).

Lahanos Madeni yakın çevresinden alınan (kirlenmiş) dere kumlarının ortalama I_{geo} değerleri Ag, As, Au, Ba, Cu, Hg, Mo, Pb ve S elementleri için 1'den büyük sonuçlar vermiştir (Şekil 4.78a).



Şekil 4.77. Madenlerin yakın (kirlenmiş) ve uzak (kirlenmemiş) çevrelerinden alınan dere kumlarının ortalama I_{geo} ve zenginleşme faktörü değerleri a), b), c ve d) Karaerik Madeni e) ve f) Karılar Madeni g), h), i) ve i) Ağalık Madeni. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

Lahanos Madeni dere kumları Mo tarafından güçlü-çok güçlü şekilde, Hg tarafından güçlü şekilde, As, Cu, Pb ve S tarafından da kısmen-güçlü şekilde kirletilmiştir (Tablo 4.50). Ortalama EF değerlerine göre Mo ve Au son derece yüksek, Hg çok yüksek, diğer elementler önemli derecede zenginleşmiştir (Şekil 4.78 b).

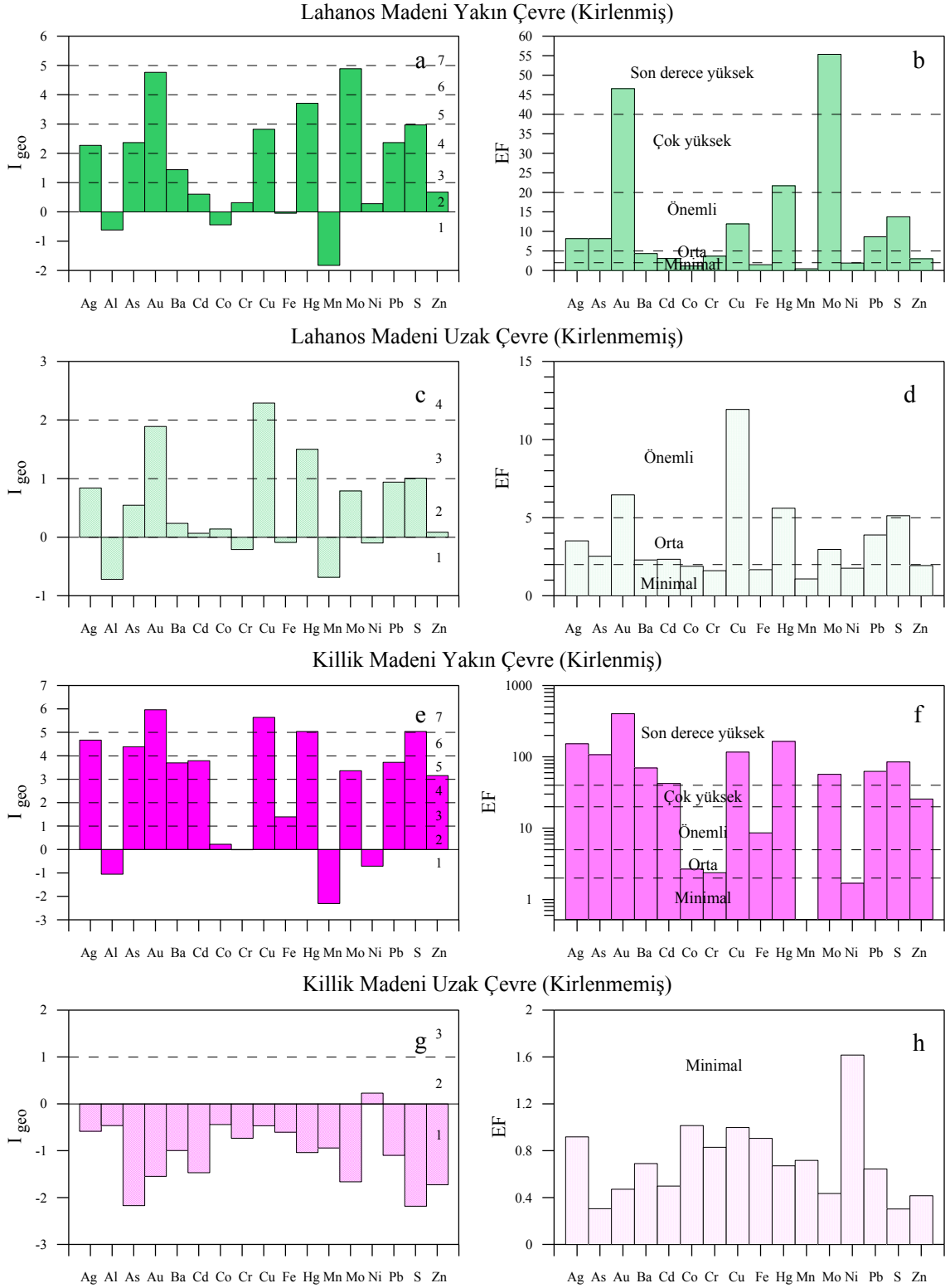
Lahanos Madeni uzak çevresinden alınan (kirlenmemiş) dere kumlarının ortalama I_{geo} değerleri Au, Cu, Hg ve S elementleri için 1'den büyük olup, bu elementlerce kirletildiğini ifade etmektedir (Şekil 4.78 c). Dere kumları Cu tarafından kısmen-güçlü şekilde, Hg ve S tarafından ise kısmen kirletilmiştir (Tablo 4.51). Ortalama EF değerlerine göre Au, Cu, Hg ve S elementlerince önemli derecede zenginleşmiştir (Şekil 4.78 d).

Killik Madeni yakın çevresinden alınan (kirlenmiş) dere kumlarının ortalama I_{geo} değerleri Ag, As, Au, Ba, Cd, Cu, Fe, Hg, Mo, Pb, S ve Zn elementleri için 1'den büyük sonuçlar vermektedir (Şekil 4.78 e). Dere kumları Cu, Hg ve S tarafından çok güçlü şekilde, As tarafından güçlü-çok güçlü şekilde, Ba, Cd, Mo, Pb ve Zn tarafından güçlü şekilde, Fe tarafından ise kısmen kirletilmiştir. Ortalama EF değerlerine göre Ag, As, Au, Ba, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb ve S' ce son derece yüksek zenginleşmeler söz konusudur (Şekil 4.78 f). Zn çok yüksek derecede, Fe ise önemli derecede dere kumu örneklerinde zenginleşmiştir.

Killik Madeni çevresinden alınan kirlenmemiş dere kumundaki ortalama I_{geo} değerleri Ni haricinde negatif olup, bu elementlerce kirletilmediğini ifade etmektedir (Şekil 4.78 g). Ortalama EF değerlerine göre minimal zenginleşme söz konusudur (Şekil 4.78 h).

Kızılkaya Madeni yakın çevresinden alınan (kirlenmiş) dere kumlarının ortalama I_{geo} değerleri Ag, As, Au, Ba, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb, S ve Zn elementleri için 1'den büyük olup, bu elementlerce kirletildiğini ifade etmektedir (Şekil 4.79 a). Dere kumları Hg tarafından çok güçlü şekilde, Ba ve S tarafından güçlü-çok güçlü şekilde, As, Cd, Cu, Mo ve Pb tarafından da güçlü şekilde, Zn tarafından ise kısmen-güçlü şekilde kirletilmiştir (Tablo 4.50). Ortalama EF değerlerine göre Ag, As, Au, Ba, Hg, Pb ve S elementlerince son derece yüksek zenginleşmeler söz konusudur (Şekil 4.79 b). Cd, Cu ve Mo çok yüksek, Zn ise önemli derecede dere kumu örneklerinde zenginleşmiştir.

Kızılkaya Madeni uzak çevresinden alınan (kirlenmemiş) dere kumlarının ortalama I_{geo} değerleri Au, Cu ve S elementleri için 1'den büyük olup, bu elementlerce kirletildiğini ifade etmektedir (Şekil 4.79 c). Dere kumları Cu ve S tarafından kısmen kirletilmiştir (Tablo 4.51). Ortalama EF değerlerine göre Au ve S elementleri önemli, Cu ise orta derecede dere kumu örneklerinde zenginleşmiştir (Şekil 4.79 d).



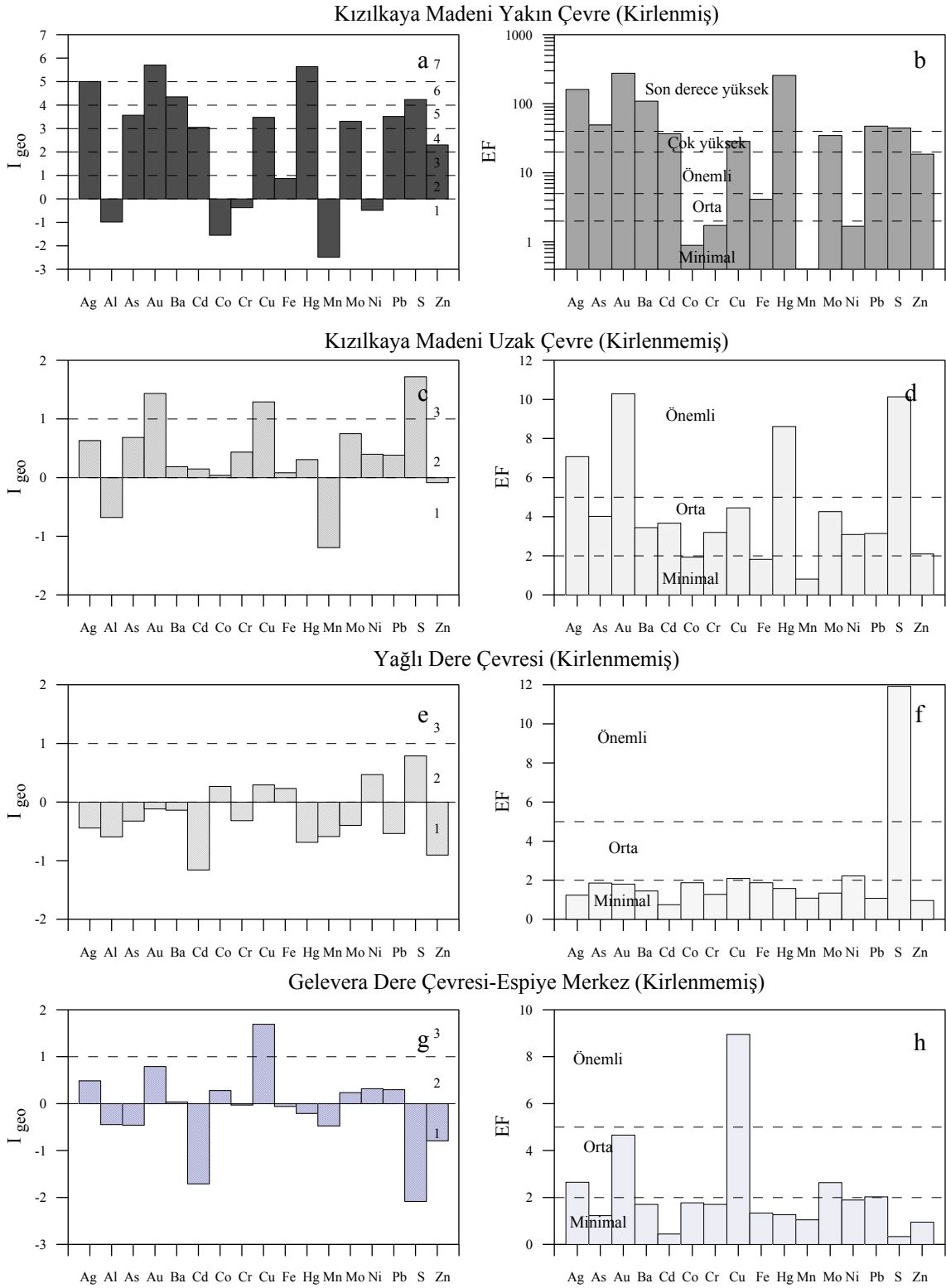
Şekil 4.78. Madenlerin yakın (kirlenmiş) ve uzak (kirlenmemiş) çevrelerinden alınan dere kumlarının ortalama I_{geo} ve zenginleşme faktörü değerleri a), b), c ve d) Lahanos Madeni e), f), g) ve h) Killik Madeni. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

Yağlı Dere çevresinden alınan (kirlenmemiş) dere kumu örneklerinde ortalama I_{geo} değeri 1'in üzerinde çıkan element yoktur (Şekil 4.79 e). Yani bu örnekler bu elementlerce kirlenmemişlerdir. Cu, Ni ve S dışındaki tüm elementler için hesaplanan ortalama zenginleşme faktörü değerleri $EF < 2$ olduğundan bu elementlerce minimal zenginleşmeyi ifade etmektedir. Cu ve Ni orta, S ise önemli derecede örneklerde zenginleşmiştir (Şekil 4.79 f).

Gelevera Dere çevresi ile Espiye merkezinden alınan dere kumu örneklerinde ortalama I_{geo} değeri 1'in üzerinde çıkan yalnızca Cu elementidir (Şekil 4.79 g). Yani bu örnekler Cu tarafından kısmen kirlenmiş olup, diğer elementlerce kirlenmemişlerdir (Tablo 4.51). Cu için hesaplanan ortalama zenginleşme faktörü değerleri $EF = 5-20$ olduğundan önemli derecede zenginleşmeyi ifade etmektedir. Ag, Au, Mo ve Pb elementlerince orta, diğer elementlerce minimal derecede örnekler zenginleşmiştir (Şekil 4.79 h).

Sonuç olarak madenlerin yakın çevrelerinden alınan dere kumlarında hesaplanan jeoakümülyasyon indeksi sonuçlarına göre incelenen tüm madenler Al, Co, Cr, Mn ve Ni bakımından kirlenmemiş ile kirlenmemiş-kısmen kirlenmiştir. Hg ve Mo bakımından güçlü, güçlü-çok güçlü, çok güçlü şekilde kirlenmiştir (Tablo 4.50). Demir özellikle Karaerik, Karılar ve Killik Madenleri dere kumlarında kirlenici olarak etkili olmuş ve bu dere kumlarının kısmen kirlenmiş, Ağalık ve Kızılkaya Madenleri çevrelerinden alınan dere kumlarının ise kirlenmemiş-kısmen kirlenmiş olarak sınıflanmasına neden olmuştur.

As ve Pb Karaerik, Karılar, Ağalık, Killik ve Kızılkaya Madenleri dere kumlarını güçlü, güçlü-çok güçlü kirlenmişken, Lahanos Madenleri dere kumlarını kısmen-güçlü şekilde kirlenmişlerdir. Ağalık, Lahanos Madenleri dere kumları Zn bakımından kirlenmemiş-kısmen kirlenmiş olarak sınıflanırken, Karaerik Madeni dere kumları kısmen kirlenmiş, Karılar ile Kızılkaya Madenleri kısmen-güçlü şekilde kirlenmiş ve Killik Madeni de güçlü şekilde kirlenmiş olarak sınıflanmaktadır. Zenginleşme faktörü değerlerine göre Au ve Ag Karaerik, Karılar, Ağalık, Killik ve Kızılkaya Madenleri çevrelerinde son derece yüksek zenginleşme gösteren değerli metaller olarak belirlenmiştir. Cu özellikle Killik Madeni çevresinden alınan dere kumlarını çok güçlü şekilde kirlenmiş, Karaerik ve Karılar Madeni çevrelerinden alınan dere kumlarını güçlü-çok güçlü şekilde, Ağalık ve Lahanos Madeni çevrelerinden alınan dere kumlarını kısmen-güçlü şekilde ve Kızılkaya Madeni çevrelerinden alınan dere kumlarını güçlü şekilde kirlenmişlerdir (Tablo 4.50).



Şekil 4.79. Madenlerin yakın (kirlenmiş) ve uzak (kirlenmemiş) çevrelerinden alınan dere kumlarının ortalama I_{geo} ve zenginleşme faktörü değerleri a), b), c ve d) Kızılkaya Madeni e) ve f) Yağlı Dere çevresi g) ve h) Gelevera Dere çevresi. I_{geo} sınıf aralıkları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, sınıf değerleri Tablo 4.34' e göre belirtilmiştir. Zenginleşme faktörü sınıfları kesikli çizgi ile belirtilmiş olup, kirlilik dereceleri Tablo 4.35'e göre belirtilmiştir.

Tablo 4.50. Karaerik, Karılar, Ağalık, Lahanos, Killik, Kızılkaya Madenleri yakın çevrelerindeki (kirlenmiş) dere kumlarının ortalama jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) değerlerine göre sınıflanması

Igeo Değeri	Igeo Sınıfı	Kirlilik Derecesi	Karaerik Madeni	Karılar Madeni	Ağalık Madeni	Lahanos Madeni	Killik Madeni	Kızılkaya Madeni
<0	1	Kirletilmemiş	Al, Cr, Mn, Ni	Al, Co, Cr, Mn, Ni	Al, Co, Cr, Mn, Ni	Al, Co, Fe, Mn	Al, Cr, Mn, Ni	Al, Co, Cr, Mn, Ni
>0-1	2	Kirletilmemiş-Kısmen Kirletilmiş	Co	-	Cd, Fe, Zn	Cd, Cr, Ni, Zn	Co	Fe
>1-2	3	Kısmen Kirletilmiş	Cd, Fe, Zn	Cd, Fe	-	Ba	Fe	
>2-3	4	Kısmen-Güçlü Şekilde Kirletilmiş	-	Zn	Ba, <u>Cu</u> , S	Ag, As, <u>Cu</u> , Pb, S	-	Zn
>3-4	5	Güçlü Şekilde Kirletilmiş	Ba, S	Mo, Pb	As, Hg, Mo, Pb	Hg	Ba, Cd, Mo, Pb, Zn	As, Cd, Cu, Mo, Pb
>4-5	6	Güçlü-Çok Güçlü Şekilde Kirletilmiş	As, <u>Cu</u> , Hg, Pb	Ag, As, Ba, <u>Cu</u> , Hg	Ag	Au, Mo	Ag, As	Ba, S
>5	7	Çok Güçlü Şekilde Kirletilmiş	Ag, Au, Mo	Au, S	Au	-	Au, <u>Cu</u> , Hg, S	Ag, Au, Hg

S, Karılar ve Killik Madenlerinde çok güçlü şekilde kirlenici özelliğe sahipken, Ağalık ve Lahanos Madenlerinde kısmen-güçlü şekilde, Karaerik Madeninde güçlü şekilde ve Kızılkaya Madeninde de güçlü-çok güçlü şekilde kirlenici özelliğe sahiptir. Kadmiyum, Ağalık ve Lahanos Madenleri çevrelerindeki dere kumlarının kirletilmemiş-kısmen kirletilmiş, Karaerik ve Karılar Madenleri çevrelerindeki dere kumlarının kısmen kirletilmiş, Killik ve Kızılkaya çevrelerindeki dere kumlarının da güçlü şekilde kirletilmiş olarak sınıflanmasına neden olmaktadır.

Maden etkisinden uzak kesimlerden alınan dere kumları incelenen elementlerin bir çoğu açısından kirletilmemiş ile kirletilmemiş-kısmen kirletilmiş olarak gruplanmaktadır. Ağalık ve Lahanos Maden sahalarında maden etkisinden uzak olan kesimlerdeki dere kumları Cu açısından kısmen-güçlü şekilde kirletilmiş olarak sınıflanırken, Karaerik Maden sahası etkisinden uzak kesimlerden alınan dere kumları güçlü şekilde kirletilmiş olarak sınıflanmaktadır (Tablo 4.51). Karaerik Madeni uzak çevresinden alınan dere kumu

örneklerinin Au ve Ag zenginleşme faktörü değerlerine göre de önemli derecede zenginleştiği görülmektedir. Ayrıca Cu Gelevera Dere çevresinden ve Kızılkaya Madeni maden etkisinden uzak kesimlerden alınan dere kumu örneklerinde kısmen kirletici özelliğe sahip olarak bulunmaktadır.

Tablo 4.51. Karaerik, Karılar, Ağalık, Lahanos, Killik, Kızılkaya Madenleri uzak çevreleri ile Yağlı Dere ve Gelevera Dere çevrelerindeki (kirlenmemiş) dere kumlarının ortalama jeoakümülyasyon indeksleri (I_{geo}) değerlerine göre sınıflandırılması

I geo Değeri	I geo Sınıfı	Kirlilik Derecesi	Karaerik Madeni	Ağalık Madeni	Lahanos Madeni	Killik Madeni	Kızılkaya Madeni	Yağlı Dere Çevresi	Gelevera Dere-Espiye Merkez
<0	1	Kirletilmemiş	Al, Cd, Cr, Mn, Ni	Al, Co, Cr, Fe, Mn, Mo, Ni, S, Zn	Al, Cr, Fe, Mn, Ni	Ag, Al, As, Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Pb, S, Zn,	Al, Mn, Zn	Ag, Al, As, Au, Ba, Cd, Cr, Hg, Mn, Mo, Pb, Zn	Al, As, Cd, Cr, Fe, Hg, Mn, S, Zn
>0-1	2	Kirletilmemiş-Kısmen Kirletilmiş	Co, Fe, S Zn	Ba, Cd	Ag, As, Ba, Cd, Co, Mo, Pb, Zn	Ni	Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Fe, Hg, Mo, Ni, Pb	Co, Cu, Fe, Ni, S	Ag, Au, Ba, Co, Mo, Ni Pb
>1-2	3	Kısmen Kirletilmiş	Ag, As, Ba, Hg, Mo, Pb	As, Au	Au, Hg, S	-	Au, Cu, S	-	Cu
>2-3	4	Kısmen-Güçlü Şekilde Kirletilmiş	Au	Cu, Hg, Pb	Cu	-	-	-	-
>3-4	5	Güçlü Şekilde Kirletilmiş	Cu	Ag	-	-	-	-	-
>4-5	6	Güçlü-Çok Güçlü Şekilde Kirletilmiş	-	-	-	-	-	-	-
>5	7	Çok Güçlü Şekilde Kirletilmiş	-	-	-	-	-	-	-

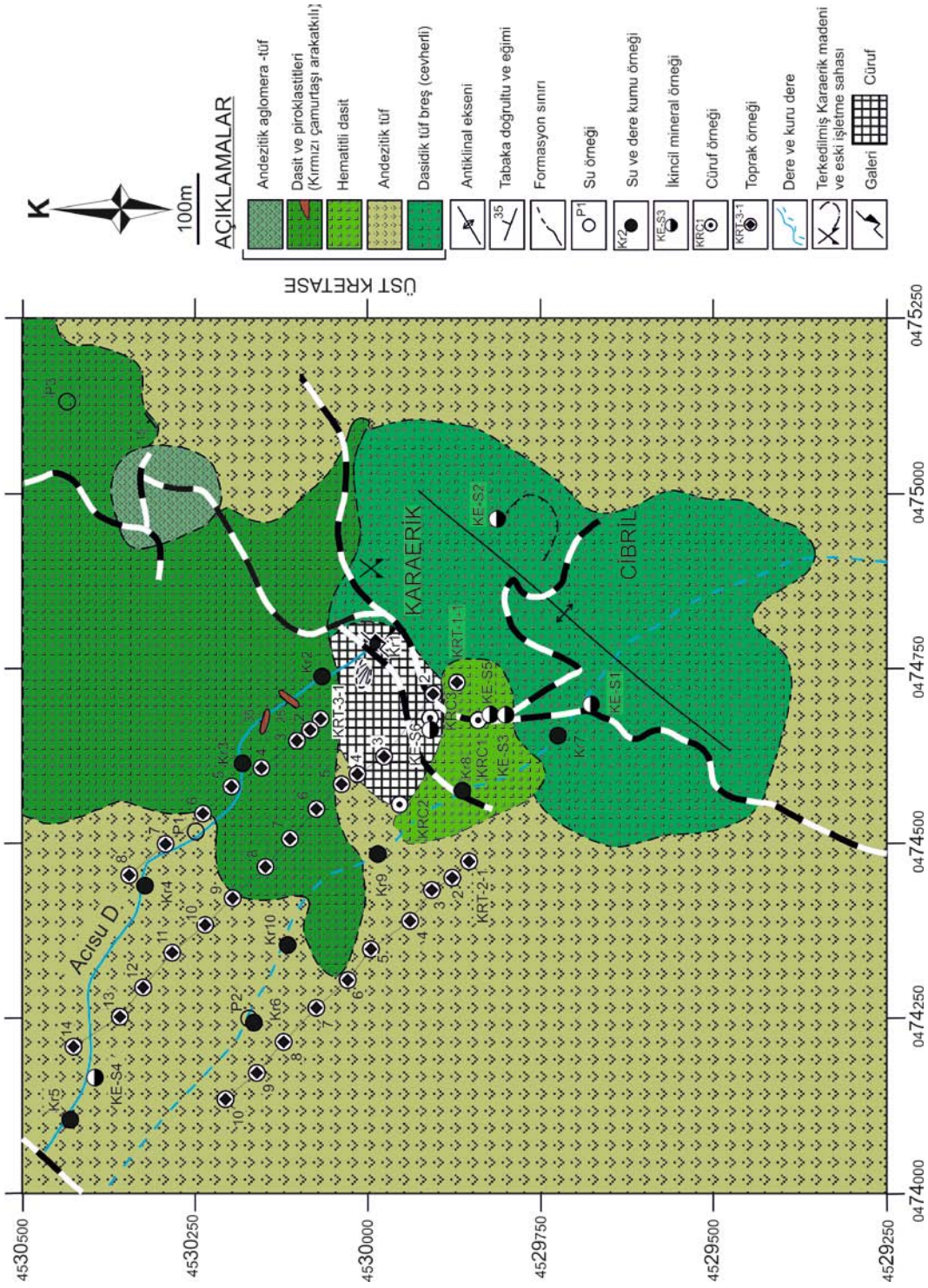
4.4. Toprak Örnekleri

Çalışılan maden sahaları arasında çevresinde en fazla miktarda cüruf yığını (300.000 - 400.000 ton) bulunan maden Karaerik Madenidir (Kovenko, 1943). Çevresinde yoğun miktarda cüruf bulundurduğundan kirlenmeden daha fazla etkilenecek olduğu düşüncesinden hareketle Karaerik Maden sahasında atıkların (cürufların) toprak üzerine etkisini belirlemek için, maden atıklarını çevreleyen drenaj ağının akış doğrultusuna paralel 3 profil hattıyla (1. profil 14, 2. profil 10, 3. profil 8) toplam 32 adet toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 4.80). 1. ve 3. profil hattı toprak örnekleri cüruf yığınlarını içine almakta, 2. profil hattı ise bu yığınların dışında yer almaktadır. Örnekleme aralığı 2. ve 3. profil hattında ilk üç örnekte 30m sonrasında 60m'ye çıkarılmıştır. 1. profil hattında ise ilk beş örnekten sonra örnekleme aralığı 60m'ye çıkarılmıştır. Toprak örnekleri, çalışma sahasındaki derinliği $\approx 30-70$ cm arasında değişen B zonundan alınmıştır. Toplam 32 adet toprak örneğinin, Ag, Al, As, Au, Ba, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb ve Zn elementlerine ait kimyasal analiz yaptırılmış olup, sonuçlar Tablo 4.52 'de verilmektedir.

4.4.1. Toprak Örneklerinin Kimyasal Bileşimi ve Elementsel Dağılımı

Cüruflar içerisinde gerek petrografik gözlemler ile gerekse EPMA sonuçları ile belirlenen Cu-(Fe) sülfürler (başlıca bornit (Cu_5FeS_4), idayit (Cu_5FeS_6), kalkopirit (CuFeS_2) ve kovellin (CuS)) ile Fe sülfürler (pirotin (Fe_{1-x}S)) ve ayrıca galen, sfalerit mineralleri toprak örnekleri içerisindeki metallerin başlıca kaynağıdır.

Toprak örneklerinde önemli miktarda değerli metaller (8 ile 46795 ppb arasında Ag ve 1.6- 2642.1 ppb arasında Au) bulunmaktadır. Cüruflar içerisinde önemli miktarlarda tespit edilen nabit bakır ve altının varlığı toprak örneklerinde de zenginleşmeye sebebiyet vermiştir. Ag ve Au için en düşük konsantrasyon değeri sırasıyla 1. profil 12. örnek (KRT-1-12) ile 2. profil 6. örnek (KRT-2-6) noktasından elde edilirken, en yüksek konsantrasyon değeri örtü dasiti içerisinde yere alan 1. profil ilk örnek noktasından (KRT-1-1) elde edilmiştir. Ag ve Au elementlerinin profillerdeki uzaklığa bağlı değişimi birbirine son derece benzemektedir (Şekil 4.81 a, b). 1. ve 3. profil örneklerindeki Ag ve Au dağılımları birbiriyle tamamıyla örtüşmektedir. 1. profilde 46795 ppb ile başlayan Ag konsantrasyonu 5. örneğe kadar giderek azalmakta ve 5. örnekte 31 ppb' ye düşmektedir.



Şekil 4.80. Karaerik Madeni çevresinin detay jeoloji (Yılmaz ve Türkmen, 1983) ve örnek alım haritası

Tablo 4.52. Toprak örneklerine ait analiz sonuçları ve temel istatistiksel özellikler

Profil No	Örnek No	Boylam	Enlem	Ag (ppb)	Al (%)	As (ppm)	Au (ppb)	Ba (ppm)	Cd (ppm)	Co (ppm)	Cu (ppm)	Fe (%)	Hg (ppb)	Mn (ppm)	Mo (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	S (%)	Zn (ppm)
1. Profil Örnekleri	KRT-1-1	474730	4529870	46795	1.33	1440.4	2642.1	68.2	2.63	16.7	2475.63	11.64	6659	294	155.46	3	4903.16	1.24	566.4
	KRT-1-2	474712	4529906	21956	2.09	988.6	1426.5	3070.8	1.39	15.5	2134.11	10.34	615	316	130.76	8.4	2430.67	0.09	481.9
	KRT-1-3	474624	4529976	5284	1.5	304.4	197.5	1030.3	0.83	26.5	2519.64	5.52	815	788	38.48	3.4	475.63	0.17	331.1
	KRT-1-4	474599	4530015	203	3.11	11.8	10.2	244.4	0.08	9.3	117.23	3.88	60	1106	1.75	20.9	63.24	<0.02	76.9
	KRT-1-5	474585	4530038	31	3.92	5.2	6.6	21.6	0.22	30.1	200.96	3.3	76	2011	0.11	21.3	39.46	<0.02	120.6
	KRT-1-6	474550	4530074	107	3.07	12.5	6.2	102.4	0.19	22.7	120.45	4.38	54	1579	1.64	13.9	18.13	<0.02	82.5
	KRT-1-7	474506	4530112	124	3.61	17.2	7.9	139.1	0.17	21.1	186.51	4.19	83	1189	1.3	12.1	38.06	<0.02	92.6
	KRT-1-8	474466	4530149	678	3.46	27.8	31.1	273	0.29	21.6	403.49	4.31	150	1254	2.86	9.8	88.67	<0.02	103.6
	KRT-1-9	474422	4530196	911	2.62	25.7	54.4	274.2	0.35	15.8	363.07	3.84	275	1124	2.63	7	87.74	0.03	147.1
	KRT-1-10	474383	4530235	430	2.37	20.5	16.7	316.2	0.26	11.4	120.44	2.89	121	1293	2.29	10.2	53.15	0.03	86
	KRT-1-11	474344	4530283	94	2.78	23.3	9.4	124.4	0.2	13.5	71.7	3.15	121	2066	1.46	11.4	33.99	0.03	75.2
	KRT-1-12	474294	4530325	8	1.62	11.6	3	63.9	0.31	6.1	46.28	2.91	18	2655	1.74	12.8	42.06	<0.02	36.6
	KRT-1-13	474252	4530358	1186	3.09	55.8	35.5	174.2	0.7	74.9	4412.39	5.69	176	747	4.13	7.3	138.53	<0.02	380.3
	KRT-1-14	474215	4530429	4878	1.9	412.1	399.6	872.1	1.63	19.9	2462.25	8.64	1302	420	45.92	8.1	475.63	0.15	385.3
2. Profil Örnekleri	KRT-2-1	474474	4529854	142	1.18	16.4	12	245.7	0.3	7.8	162.21	1.17	189	402	1.93	6.3	98.04	<0.02	96.3
	KRT-2-2	474451	4529879	151	1.67	28.4	20	133.3	0.33	7	439.11	1.57	121	683	1.9	3.1	37.99	<0.02	127.7
	KRT-2-3	474434	4529905	22	2.25	1.8	1.9	97.8	0.1	4	14.29	0.52	30	943	0.27	4.7	16.08	<0.02	14.3
	KRT-2-4	474390	4529940	49	1.41	4.1	3.2	114.7	0.08	3.5	17.15	0.69	44	721	0.37	3.4	16.37	<0.02	20.1
	KRT-2-5	474350	4529995	50	1.25	3.4	2.2	144.3	0.12	2.7	15.54	0.68	32	1284	0.29	3.4	16.99	<0.02	19.8
	KRT-2-6	474305	4530029	49	1.68	3.7	1.6	200.6	0.06	2.3	14.45	0.59	38	1107	0.23	2.3	14.34	<0.02	16.4
	KRT-2-7	474265	4530074	124	1.54	7.9	7.1	203.9	0.21	9.1	35.5	1.1	105	1782	1.52	7.4	31	0.02	58.4
	KRT-2-8	474217	4530121	82	2.08	18.2	4.1	74.4	0.08	13	156.63	1.41	39	1816	0.81	7.6	34.49	<0.02	39.5
	KRT-2-9	474175	4530160	131	2.23	13.8	20.7	150.5	0.11	16.4	90.15	2.65	104	2528	1.43	11.4	37.6	<0.02	50.1
	KRT-2-10	474135	4530205	214	1.9	23.8	9.4	210.6	0.25	25.7	235.18	2.93	63	2809	3.14	7.2	69.49	<0.02	97.6

Tablo 4.52' nin devamı

Profil No	Örnek No	Boylam	Enlem	Ag (ppb)	Al (%)	As (ppm)	Au (ppb)	Ba (ppm)	Cd (ppm)	Co (ppm)	Cu (ppm)	Fe (%)	Hg (ppb)	Mn (ppm)	Mo (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	S (%)	Zn (ppm)
3. Profil Örnekleri	KRT-3-1	474677	4530068	628	2.13	41.3	29.1	183.3	0.07	9.8	504.13	2.63	130	824	3.84	6.2	74.17	0.04	54.9
	KRT-3-2	474662	4530083	1708	1.65	55.7	113.3	589.7	0.32	6.9	570.85	2.19	239	222	11.29	2.6	75.48	0.04	116.6
	KRT-3-3	474651	4530101	486	2.18	22.5	17.6	80.5	0.13	7.5	238.59	1.6	163	557	1.8	5	57.28	0.02	50.4
	KRT-3-4	474608	4530156	545	1.58	15.4	17.4	105.4	1.07	73.8	2930.9	6.18	83	1436	1.25	11.5	81.19	0.03	316.1
	KRT-3-5	474582	4530196	41	2.9	6.7	2	65.6	0.24	15.9	75.92	3.73	28	2049	0.39	5.2	5.8	<0.02	96.1
	KRT-3-6	474538	4530243	42	3.16	1	2	70.2	0.24	12.3	43.79	2.84	22	2584	0.1	3.2	9.33	<0.02	66.9
	KRT-3-7	474501	4530289	5454	2.58	361.7	234.8	2063.6	0.84	36.8	2882.9	6.74	714	863	29.42	6.2	1106.4	0.09	271
	KRT-3-8	474456	4530343	33	3.36	2.2	3.3	133.1	0.03	13.7	9.81	4.56	19	825	0.28	1.6	4.23	<0.02	75.4
	Dedeksiyon Limiti			2	0.01	0.1	0.2	0.5	0.01	0.1	0.01	0.01	5	1	0.01	0.1	0.01	0.02	0.1
	Minimum			8	1.18	1	1.6	21.6	0.03	2.3	9.81	0.52	18	222	0.1	1.6	4.23	<0.02	14.3
	Maksimum			46795	3.92	1440.4	2642.1	3070.8	2.63	74.9	4412.4	11.64	6659	2809	155.46	21.3	4903.2	1.24	566.4
	Aritmetik Ortalama			2894.88	2.29	124.53	167.14	363.81	0.43	17.92	752.23	3.70	396.50	1258.66	14.09	7.75	333.57	0.07	142.30
	Geometrik Ortalama			271.33	2.17	21.53	17.03	183.54	0.25	12.94	199.43	2.80	113.58	1037.26	2.06	6.41	61.41	0.03	91.52
	Standart sapma			8966.02	0.77	309.18	520.45	631.72	0.56	16.94	1174.07	2.72	1176.78	738.65	35.74	4.88	953.00	0.22	144.37
	Medyan			146.5	2.155	17.7	11.1	147.4	0.24	13.6	174.36	3.04	104.5	1115.5	1.745	7.1	47.605	0.02	89.3
	Mod			49	1.9	1	2	21.6	0.08	2.3	9.81	0.52	121	222	0.1	3.4	475.63	0.02	14.3
	Skewness			4.35	0.44	3.41	4.17	3.39	2.58	2.46	1.73	1.34	5.19	0.63	3.33	1.25	4.15	5.41	1.63
	Kurtosis			20.00	-0.90	11.99	18.06	12.03	7.36	6.54	1.99	1.84	28.11	-0.54	10.77	1.70	18.33	29.97	1.77
	25%			49.25	1.63	7.00	3.50	98.95	0.11	7.58	52.64	1.58	40.25	727.50	0.50	3.40	21.35	0.02	51.53
	75%			852.75	3.03	38.08	34.40	266.18	0.35	21.48	554.17	4.52	185.75	1807.50	3.67	11.10	88.44	0.03	142.25
	95%			30649.65	3.72	1146.73	1851.96	2416.12	1.98	74.19	3449.41	10.80	3176.95	2708.90	139.41	21.04	3296.04	0.54	511.48

Bu örnekten sonra önce artan sonra tekrar azalan gidiş son iki örnekte tekrar belirgin şekilde artışla (4878 ppb) kendini göstermektedir. Benzer şekilde 1. profilde 2642.1 ppb ile başlayan Au konsantrasyonu 4. örnekte 10.2 ppb' ye kadar düşmektedir. Ag' de olduğu gibi, 4. örnekten sonra 6. örnek noktasına kadar (yaklaşık 210 m) azalarak devam eden gidiş bu noktadan sonra önce artan sonra tekrar azalan gidiş son iki örnekte tekrar belirgin şekilde artışla (399.6 ppb) kendini göstermektedir. 2. profil hattı cüruf yığını dışından geçtiğinden 1. ve 3. profile kıyasla oldukça düşük değerler belirtmektedir (Şekil 4.81 a, b). 3. profilde 1. profile benzer şekilde önce azalan daha sonra sondan bir önceki noktada 1. profilde olduğu gibi artan ve son noktada azalan gidiş söz konusudur. Buna göre maden sahasından itibaren 90. metreden sonra Au ve Ag değerleri toprak içinde seyrelmektedir. Altın ve gümüş için tüm profiller boyunca medyan değerleri sırasıyla 11 ppb ve 147 ppb olarak belirlenmiştir. Bu değerler saha genelinde temel değer olarak alınırsa, Au ve Ag' ün profiller boyunca temel değerlere düşüşü 90-120 arasında gerçekleşmiştir. Bu durumda her iki elementin cüruflardan kaynaklı olarak çözeltiye geçmesi ve toprak içinde çökmesi kısa bir mesafede gerçekleşmektedir. Buna göre Au ve Ag nispeten asidik koşullara sahip olan Karaerik yöresinde az hareketli davrandığı görülmüştür.

Toprak örneklerindeki As değerleri 1- 1440.4 ppm arasında değişmektedir. As elementine ait en düşük konsantrasyon değeri 3.profil 6. örnekte (KRT-3-6) en yüksek konsantrasyon ise 1. profil 1. örnekte (KRT-1-1) ölçülmüştür. As elementinin uzaklığa bağlı değişim grafiği Ag ve Au elementinin dağılımına son derece benzemektedir. 1.profilde 1440 ppm ile başlayan konsantrasyon değeri giderek azalarak 5. örnekte 5.2 ppm' e düşmekte sonra 330 m' ye kadar tekrar yükselmekte ve bu noktadan son iki örnek noktasına kadar düşüş devam etmektedir. As konsantrasyonu son iki örnekte tekrar artarak 412 ppm' e yükselmiştir (Şekil 4.81 c). As 2. profilde ilk iki örnekte artmakta sonrasında yaklaşık aynı seviyelerde devam ederek son üç örnekte ilk örnekteki konsantrasyon değerinin (23.8 ppm) üzerine yükselmektedir. 3. profilde giderek azalan konsantrasyon sondan ikinci örnek noktasında profildeki en yüksek konsantrasyon değerine (361.7 ppm) çıkmaktadır. As için temel değer (medyan değeri alınarak) 17.7 ppm olarak belirlenmiştir. Buradan hareketle, Au ve Ag için olduğu gibi As de örnek profilinin ilk 90-120 m arasında bölge için normal sayılabilecek değerlere düşmektedir. Yani maden atıklarından kaynaklı As dağılım uzunluğu yaklaşık 100 metredir. İlk ve son profil boyunca alınan son iki örneğin yüksek değerler vermesi de Au ve Ag ile paralellik sunmaktadır. Bu durum, son iki

örnek noktasında muhtemelen bir oksitlenme zonu varlığını ifade etmektedir. Buna bağlı olarak elementler bu zonda zenginleşmeye uğramışlardır.

Cüruf örneklerinde oldukça fazla miktarda bulunan Ba (>50000 ppm) toprakta önemli derecede zenginleşmiş olup, örneklerde 21.6-3070.8 ppm arasında değişen konsantrasyonlarda Ba bulunmasına sebebiyet vermiştir. Ba konsantrasyonuna ait en düşük değer 1. profil 5.örnekte (KRT-1-5), en yüksek değer ise 1. profil 2. örnek noktasında ölçülmüştür (KRT-1-2). KRT-1-2 örnek noktası cüruf yığını içerisindeki ilk örnek noktasıdır. Dağılımda 1. profil ilk örnekleme noktasında (örtü dasiti) 68.2 ppm ile başlayan konsantrasyon değeri 2. örnek noktasında (cüruf yığını içerisinde) maksimum Ba değerine çıkmakta sonra 5. örnek noktasına (150m) kadar azalmakta sonra 450m' ye kadar artarak devam etmektedir. Sonra tekrar düşüşe geçen gidiş son iki örnek noktasında yükselişe geçerek son örnek noktasında 872.1 ppm değerine çıkar (Şekil 4.81 d). 2. profilde uzaklığa bağlı dağılım 74.4-245.7 ppm arasında değişmektedir. 2. profilde dağılım yaklaşık aynı konsantrasyonlarda devam etmektedir. 3. profil örnekleri 1.profilde olduğu gibi ilk örnek noktasından sonra artmakta 3. örnek noktasında azalmakta sonrasında yaklaşık aynı değerlerde uzaklığa bağlı dağılmakta ve sondan bir önceki örnek noktasında profildeki en yüksek (2063.6 ppm) değerine çıkarak son örnek noktasında tekrar düşmektedir (133.1 ppm). Ba için belirlenen temel değere göre (147.40 ppm) Ba ilk 120 metrelik bölümünden sonra bölge için normal sayılabilecek değerlere düşmektedir. Yani maden atıklarından kaynaklı Ba dağılım uzunluğu yaklaşık 120 metredir. Bu durumda Ba' un cüruflardan kaynaklı olarak çözeltiye geçmesi ve toprak içinde çökmesi As ve Au' a kıyasla daha uzun bir mesafede gerçekleştiğinden, nispeten asidik koşullara sahip olan Karaerik yöresinde nispeten hareketli davrandığı görülmüştür. Birinci ve üçüncü profil boyunca alınan son iki örneğin yüksek değerler vermesi de Au, Ag ve As ile paralellik sunmaktadır. Bu durum, son iki örnek noktasında muhtemelen bir oksitlenme zonu varlığını ifade etmektedir. Buna bağlı olarak elementler bu zonda zenginleşmeye uğramışlardır.

Toprak örneklerindeki Al % 1.18- % 3.92 arasında değişmektedir. En düşük Al değeri 2. profil 1. örnekten (KRT-2-1), en yüksek Al değeri ise 1.profil 5. örnekten (KRT-1-5) elde edilmiştir. 2. ve 3. profillerde Al uzaklığa bağlı olarak giderek artan bir dağılım sergilemektedir (Şekil 4.81 e). 1. profilde ise önce artan sonrasında azalıp artan bir gidiş söz konusudur. Profillerdeki dağılım Al için belirlenen temel değere (%2.16) oldukça yakın değerlerdedir. Yani toprakta atık kaynaklı bir zenginleşme söz konusu değildir.

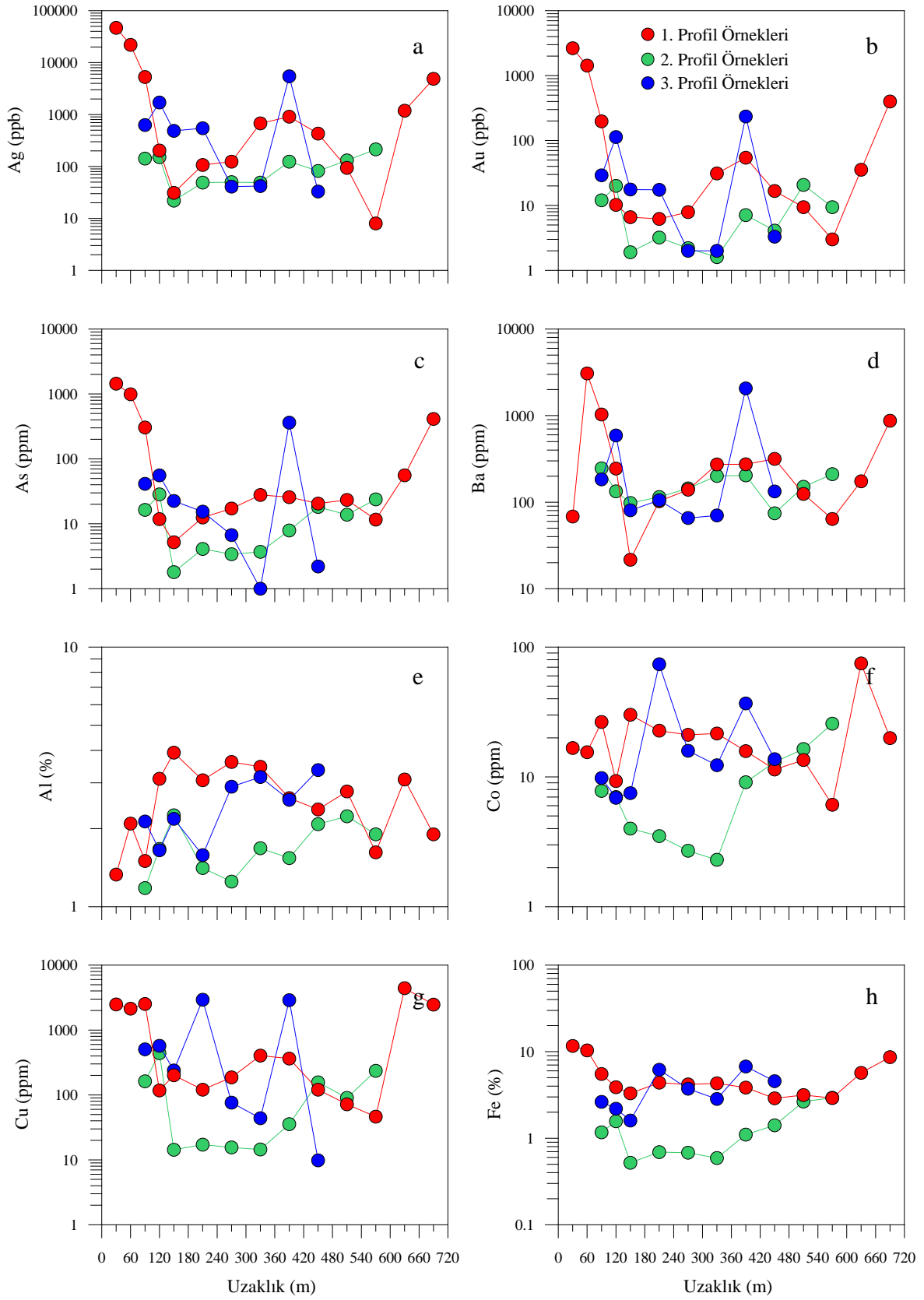
Dar bir aralıkta (2.3-74.9 ppm arasında) değişen Co konsantrasyonlarının en düşük ve en yüksek değerleri sırasıyla KRT-2-6 ve KRT-1-13 örneklerinden temin edilmiştir. 1. profilde uzaklığa bağlı giderek azalan Co konsantrasyonları sondan bir önceki örnek noktasında maksimum değerine (74.9 ppm) çıkmakta ve son örnek noktasında 19.9 ppm'e düşmektedir (Şekil 4.81 f). 2.profil örnekleri 330 m' ye kadar önce azalan sonra giderek artan bir dağılım sergilemektedir. 3. profil örnekleri ise ilk üç örnek noktasında azalmakta 4. örnek noktasında en yüksek değerine ulaştıktan sonra 5. ve 6. örnek noktalarında tekrar azalmakta ve sondan bir önceki örnek noktasında 36.8 ppm' e yükselerek son örnek noktasında tekrar temel değerine (13.7 ppm) düşmektedir. Co için belirlenen temel değere göre (13.6 ppm) 1. profilde temel değerler ile başlayan dağılım 150. m' de yaklaşık 2.5 katına yükselmekte 630 m 'ye kadar temel değerler civarında değerler göstermektedir. 630. metrede maksimum değerine erişen dağılım son noktada tekrar yaklaşık temel değer seviyesine düşer. 2. profil zaten temel değerlerin altında değerlere sahiptir. 3 profilde ise yaklaşık 200 m' de (73.8 ppm) belirgin bir zenginleşme görülmekte, sonra temel değerlere düşmektedir.

Örneklerdeki Cu konsantrasyonu geniş bir aralıkta (9.81-4412.4 ppm) dağılım göstermektedir. Dağılımdaki en düşük değer 3.profil en son örnek noktasına (KRT-3-8), en yüksek değer ise 1.profil sondan bir önceki örnek noktasına (KRT-1-13) aittir. Uzaklığa bağlı olarak 1. profilde üçüncü örnekten sonra keskin bir düşüşle temel değerin altına düşmekte (117.23 ppm) ve daha sonra 330m'ye kadar tekrar artmaktadır. Bu noktadan sonra sondan bir önceki noktaya kadar azalmaktadır (Şekil 4.81 g). Bu noktada konsantrasyon değeri 4412.39 ppm' e yükselmekte ve son noktada 2462.25 ppm değerine düşmektedir. 3. profilde ise azalarak başlayan dağılım 4. örnek noktasında en yüksek değerine ulaştıktan sonra 5. ve 6. örnek noktalarında tekrar azalmakta ve sondan bir önceki örnek noktasında 2882.94 ppm' e yükselerek son örnek noktasında tekrar temel değerin (9.81 ppm) altına düşmektedir. 2. profilde Cu dağılımında önce azalan sonra tekrar artan bir gidiş söz konusudur. Cu için belirlenen temel değere (medyan değeri alınarak) 174.36 ppm göre, Cu ilk 90-120 metrelik bölümde bölge için normal sayılabilecek değerlere düşmektedir. Yani maden atıklarından kaynaklı Cu dağılım uzunluğu yaklaşık 100 metredir. Bu durumda Cu' ın cüruflardan kaynaklı olarak çözeltiye geçmesi ve toprak içinde çökmesi kısa bir mesafede gerçekleştiğinden, nispeten asidik koşullara sahip olan Karaerik yöresinde az hareketli davrandığı görülmüştür. Birinci ve üçüncü profil boyunca alınan son iki örneğin yüksek değerler vermesi de Au, Ag, As ve Ba ile paralellik

sunmaktadır. Bu durum, son iki örnek noktasında muhtemelen bir oksitlenme zonu varlığını ifade etmektedir. Buna bağlı olarak elementler bu zonda zenginleşmeye uğramışlardır.

% 0.52 ile %11.64 arasında değişen Fe konsantrasyonları, uzaklığa bağlı değişim grafiklerinde 2. profilde 6. örneğe kadar azalan (330 m) sonra giderek artan bir dağılım göstermektedir (Şekil 4.81 h). 3.profilde ilk üç örnekte belirgin şekilde azalan konsantrasyon 4. örnekte yükselmekte sonra tekrar azalarak sondan bir önceki noktaya kadar devam etmektedir. Bu noktada konsantrasyon tekrar yükselerek %6.74 değerine ulaşır ve son noktada % 4.56' ya gelir. 1. profilde en yüksek konsantrasyon değeri ile başlayan dağılım (%11.84) azalarak yaklaşık 150m' deki 5. örnekte % 3.3 değerine düşmektedir. Sonra artıp, 330.m' den sonra tekrar azalarak son iki örnekleme noktasında yükselir ve % 8.64' e ulaşır. Fe için temel değer (medyan değeri alınarak) % 3.04 olarak belirlenmiştir. Fe bölge için normal sayılabilecek değerlere yaklaşık 150 m mesafede düşmektedir. Yani maden atıklarından kaynaklı Fe dağılım uzunluğu yaklaşık 150 m' dir. Bu durumda Fe' nin cürüflardan kaynaklı olarak çözeltilmeye geçmesi ve toprak içinde çökmesi diğer elementlere kıyasla daha uzun bir mesafede gerçekleştiğinden, nispeten asidik koşullara sahip olan Karaerik yöresinde Fe' in diğer elementlere oranla daha hareketli davrandığını söylemek mümkündür.

Diğer metallere kıyasla daha dar bir aralıkta (0.03-2.63 ppm) değişen Cd elementinin, maksimum değeri diğer bir çok elementte olduğu gibi 1.profil 1.örnekten (KRT-1-1), minimum değeri ise 3.profil son örnekten (KRT-3-8) elde edilmiştir. Uzaklığa bağlı dağılım grafiğinde 1. profil örnekleri ilk örnek noktasından itibaren 4. örneğe kadar azalmakta sonra yaklaşık olarak aynı değerlerde sondan üçüncü örnek noktasına kadar devam etmektedir (Şekil 4.82 a). Bu noktada yeniden yükselişe geçerek son noktada 1.63 ppm' e ulaşır. 2. profil yaklaşık aynı değerlerde uzaklığa bağlı dağılım göstermektedir. 3. profilde ise inişli çıkışlı bir dağılım söz konusu olup, 4. örnekte profildeki en yüksek değerine ulaştıktan sonra tekrar düşer ve sonra 0.84 ppm değerine yükselerek son noktada 0.03 ppm' e düşer. Cd için temel değer (medyan değeri alınarak) 0.24 ppm olarak belirlenmiştir. Cd ilk 90-120 metre arasında bölge için normal sayılabilecek değerlere düşmektedir. Yani maden atıklarından kaynaklı Cd dağılım uzunluğu yaklaşık 100 metredir.



Şekil 4.81. Karaerik Madeni 1. 2. ve 3. profil toprak örneklerindeki a) Ag, b) Au, c) As, d) Ba, e) Al, f) Co, g) Cu ve h) Fe elementlerinin uzaklığa bağlı dağılım grafikleri

Bu durumda Cd' in cürüflardan kaynaklı olarak çözeltiliye geçmesi ve toprak içinde çökmesi kısa bir mesafede gerçekleştiğinden, nispeten asidik koşullara sahip olan Karaerik yöresinde az hareketli davrandığı görülmüştür. Birinci profil boyunca alınan son iki örneğin yüksek değerler vermesi de muhtemelen bir oksitlenme zonu varlığını ifade etmektedir. Buna bağlı olarak bu zonda Cd zenginleşmeye uğramıştır.

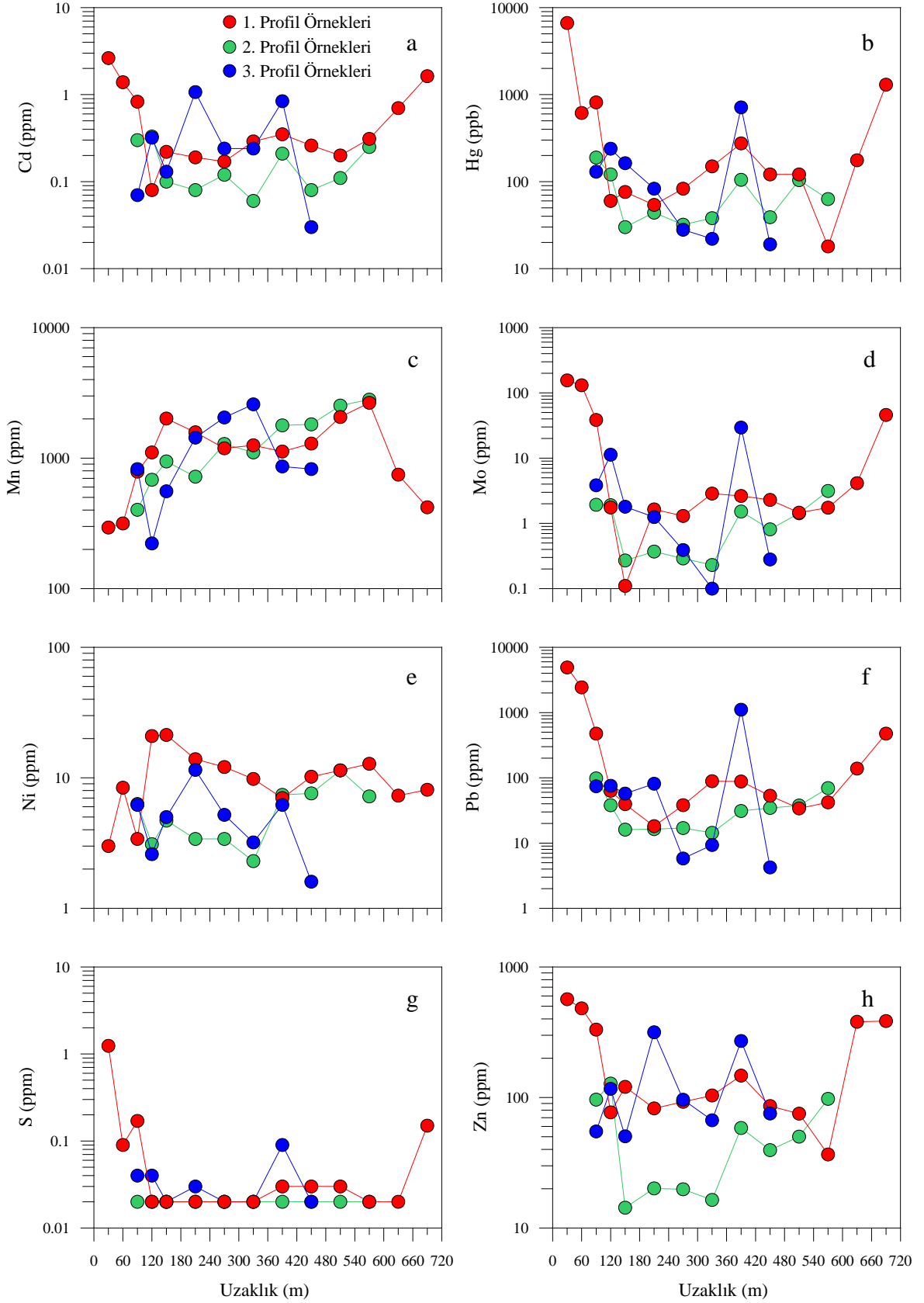
Geniş bir aralıkta dağılım (18-6659 ppb) gösteren Hg, elementi Au, Ag ve As elementine benzer şekilde uzaklığa bağlı dağılım göstermektedir. Dağılımın en düşük ve en yüksek değerleri sırasıyla 1. profildeki KRT-1-12 ve KRT-1-1 numaralı örneklerden elde edilmiştir. 1. profilde en yüksek konsantrasyon değeri ile başlayan Hg, giderek azalarak 4.örnekte 60 ppb değerine düşmektedir (Şekil 4.82 b). Bu noktadan itibaren dar bir aralıkta iniş çıkışlı devam eden gidiş, son iki örnek noktasında tekrar yükselişle geçerek son noktada 1302 ppb değerine erişir. 2. profilde 189 ppb değeri ile başlayan dağılım, yaklaşık 30 ppb değerine kadar düşmekte ve tekrar yükselerek 105 ppb' ye erişmekte ve son örnekte 63 ppb' ye düşmektedir. 3.profilde ilk noktadan artan gidiş sonra azalarak, sondan bir önceki örnek noktasında diğer profillerde olduğu gibi yükselerek profildeki en yüksek değerine (714 ppb) ulaştıktan sonra son örnek noktasında 19 ppb değerine düşmektedir. Hg için temel değer 104.50 ppb olarak belirlenmiştir. Hg ilk 90-120 metre arasında bölge için normal sayılabilecek değerlere düşmektedir. Yani maden atıklarından kaynaklı Hg dağılım uzunluğu yaklaşık 100 metredir. Bu durumda Hg' nin cürüflardan kaynaklı olarak çözeltiliye geçmesi ve toprak içinde çökmesi kısa bir mesafede gerçekleştiğinden, nispeten asidik koşullara sahip olan Karaerik yöresinde az hareketli davrandığı görülmüştür. Birinci profil boyunca alınan son iki örneğin yüksek değerler vermesi de muhtemelen bir oksitlenme zonu varlığını ifade etmektedir. Buna bağlı olarak bu zonda Hg zenginleşmeye uğramıştır.

Profillerde uzaklığa bağlı olarak giderek artan değişim gösteren Mn, örneklerde 222 ile 2809 ppm arasında değişen konsantrasyonlar göstermektedir. Dağılımın en düşük ve en yüksek değerleri sırasıyla 3.profil 2. örnekten (KRT-3-2) ile 2.profil son örnekten (KRT-2-10) elde edilmiştir (Şekil 4.82 c). Mn 2. profilde uzaklığa bağlı olarak sürekli artan bir dağılım göstermiş ve en son noktada profillerdeki en yüksek konsantrasyon değerine (2809 ppm) ulaşmıştır. 1. profilde ilk beş örnekte giderek artan Mn konsantrasyonu sonrasında azalarak 1293 ppm (450m) değerine düşmektedir. Bu noktadan itibaren tekrar yükselişe geçerek 2655 ppm' e yükselmekte ve sonrasında 420 ppm' e kadar düşmektedir. 3. profilde ilk noktadan sonra hemen düşen ve sonrasında artarak devam eden Mn konsantrasyonu 2584 ppm' e (330m) çıktıktan sonra azalarak 825 ppm' e düşer. Genel hatlarıyla mangan

değerlerindeki dağılım uzaklığa bağlı artış şeklinde olmaktadır. Profiller arasında derişim açısından farklılıklar olsa da her üç profilde de uzaklıkla giderek artan mangan değerleri görülmektedir. Bu durum manganın jeokimyasal davranışıyla uyumludur. Zira manganın hareketli bir element olduğu bilinmektedir.

As, Ag, Au, Hg ve Pb elementlerine benzer bir dağılım sergileyen Mo geniş bir aralıkta (0.1-155.46 ppm arasında) dağılım göstermektedir. Dağılımın en düşük ve en yüksek değerleri sırasıyla KRT-3-6 ve KRT-1-1 örneklerinden elde edilmiştir. 1. profilde 155.46 ppm ile başlayan Mn konsantrasyonu belirgin şekilde azalarak 4. örnekte 1.75 ppm değerine 5. örnekte ise 0.11 ppm değerine düştükten sonra yaklaşık olarak aynı seviide devam eden dağılım göstermekte ve son iki örnekte tekrar yükselerek 45.92 ppm düzeyine çıkmaktadır (Şekil 4.82 d). 2. profilde önce azalarak 0.23 ppm' e kadar düşen konsantrasyon değeri sonra tekrar artarak 3.14 ppm değerine çıkmıştır. 3. profilde ise önce artan sonra azalan ve sonra tekrar artarak profildeki maksimum değerine (29.42 ppm) ulaştıktan sonra son örnek noktasında 0.28 ppm değerine düşen bir gidiş söz konusudur. 3. profilde 90-120m arası zenginleşen Mo 11.29 ppm, bu noktadan 330.m' ye kadar azalmakta ve sondan bir önceki örnek noktasında ani bir sıçramayla 29.42 ppm' e yükselmektedir. Mo için temel değer (medyan değeri alınarak) 1.75 ppm olarak belirlenmiştir. Mo 120. metrede bölge için normal sayılabilecek değerlere düşmektedir. Yani maden atıklarından kaynaklı Mo dağılım uzunluğu yaklaşık 120 metredir. Bu durumda Mo' in cüruflardan kaynaklı olarak çözeltiye geçmesi ve toprak içinde çökmesi kısa bir mesafede gerçekleştiğinden, nispeten asidik koşullara sahip olan Karaerik yöresinde az hareketli davrandığı görülmüştür.

Dar bir aralıkta (1.6-21.3 ppm) değişim gösteren Ni elementi uzaklığa bağlı değişim grafiğinde 1. ve 3. profillerde benzer dağılım göstermektedir. 1. ve 3. profillerde yaklaşık aynı metrajlarda en yüksek konsantrasyon değerine çıktıktan sonra (sırasıyla 21.3 ppm, 11.5 ppm) giderek azalmakta, sonra tekrar yükseliş geçmekte ve son noktada sırasıyla 8.1 ppm ile 1.6 ppm konsantrasyonlarına düşmektedir (Şekil 4.82 e). 2. profilde ise önce giderek azalarak en düşük konsantrasyon değerine (2.3 ppm) indikten sonra artarak devam eder ve diğer dağılımlarda olduğu gibi son noktada tekrar düşerek 1.6 ppm seviyesine geriler. Topraktaki Ni maden atıklarından kaynaklı olmayıp, tamamen çevre kayaçları ile ilişkilidir.



Şekil 4.82. Karaerik Madeni 1. 2. ve 3. profil toprak örneklerindeki a) Cd, b) Hg, c) Mn, d) Mo, e) Ni, f) Pb, g) S ve h) Zn elementlerinin uzaklığa bağlı dağılım grafikleri

Pb toprak örneklerinde geniş bir aralıkta (4.23-4903.2 ppm arasında) dağılım göstermektedir. Uzaklığa bağlı dağılım grafiği Ag, Au, As, Hg ve Mo elementlerine son derece benzemektedir. 1. profilde en yüksek konsantrasyon değeri ile başlayan dağılım, 3. örnekte hızlı bir düşüşle 475.63 ppm' e ve 6. örnekte 18.13 ppm 'e geriler. Sonra tekrar yükselerek 330.m' de 88.67 ppm' e ulaşır ve sonra tekrar 42.06' ya düşer. Son iki örnek noktasında tekrar yükselişe geçerek 475.63 ppm seviyesinde dağılımı sonlandırır (Şekil 4.82 f). 3. profilde Pb giderek azalarak 5. örnek noktasında 5.8 ppm' e düşer. Bu noktadan itibaren artarak devam eden Pb dağılımı sondan bir önceki örnekte profildeki en yüksek değerine eriştikten (1106.39 ppm) sonra tekrar düşerek profildeki en düşük konsantrasyon değerine (4.23 ppm) geriler. 2. profilde ilk beş örnekte giderek azalarak devam eden dağılım sonrasında artarak 69.49 ppm' e yükselmektedir. Pb için temel değer (medyan değeri alınarak) 47.61 ppm olarak belirlenmiştir. Pb 120-150 metrede bölge için normal sayılabilecek değerlere düşmektedir. Yani maden atıklarından kaynaklı Pb dağılım uzunluğu yaklaşık 150 metredir. Bu durumda Pb' un cüruflardan kaynaklı olarak çözeltilmeye geçmesi ve toprak içinde çökmesi kısa bir mesafede gerçekleştiğinden, nispeten asidik koşullara sahip olan Karaerik yöresinde az hareketli davrandığı görülmüştür. Birinci profil boyunca alınan son iki örneğin yüksek değerler vermesi de muhtemelen bir oksitlenme zonu varlığını ifade etmektedir. Buna bağlı olarak bu zonda Pb zenginleşmeye uğramıştır.

Örneklere $\% < 0.02-1.24$ arasında S bulunmaktadır. İlk profilde en yüksek konsantrasyon değeri ile başlayan dağılım dedeksiyon limiti değerlerinin altında konsantrasyon değerleri ile devam etmekte ve son örnek noktasında tekrar $\% 0.15$ değerine yükselmektedir (Şekil 4.82 g). 2. profil örnekleri sabit şekilde < 0.02 değerinde devam etmektedir. 3. profil $\% 0.04$ ile başlayarak giderek azalmakta ve sondan bir önceki örnek noktasında profildeki en yüksek değerine ($\% 0.09$) çıkmakta ve son noktada tekrar dedeksiyon limit değerinin altına düşmektedir. Birinci profil boyunca alınan son örneğin yüksek değerler vermesi de muhtemelen bir oksitlenme zonu varlığını ifade etmektedir. Buna bağlı olarak bu zonda S zenginleşmeye uğramıştır.

Toprak örneklerinde Zn 14.3-566.4 ppm arasında dağılım göstermektedir. Dağılımın en düşük konsantrasyonu KRT-2-3 örneğinde, en yüksek konsantrasyonu ise diğer bir çok elementte olduğu gibi KRT-1-1 örneğinde ölçülmüştür. 1. profilde en yüksek konsantrasyon değeri ile başlayan dağılım, hızlı bir düşüşle 76.9 ppm' e geriler. Daha sonra yaklaşık aynı seviyede giden dağılım 12. örnek noktasında (570 m) 36.6 ppm' düşer. Son iki örnek noktasında artarak 385.3 ppm' e yükselir. 2. profilde Zn konsantrasyon değerleri

önce artmakta sonra belirgin şekilde (150 m, 14.3 ppm). Sonra yükselerek son iki örnek noktasında ise belirgin şekilde tekrar artmaktadır (97.6 ppm). 3. profilde 54.9 ppm konsantrasyonla başlayan dağılım önce artarak, 4. örnekte 316.1 ppm' e yükselir. Daha sonra azalarak 6. örnekte (330 m) 66.9 ppm' e düşer ve yeniden yükselip (271 ppm) son noktada 75.4 ppm' e düşerek dağılımı sonlandırır (Şekil 4.82 h). Zn için temel değer (medyan değeri alınarak) 89.30 ppm olarak belirlenmiştir. Zn 90-120 metre arasında bölge için normal sayılabilecek değerlere düşmektedir. Yani maden atıklarından kaynaklı Zn dağılım uzunluğu yaklaşık 100 metredir. Bu durumda Zn' nin cürüflardan kaynaklı olarak çözeltiye geçmesi ve toprak içinde çökmesi kısa bir mesafede gerçekleştiğinden, nispeten asidik koşullara sahip olan Karaerik yöresinde az hareketli davrandığı görülmüştür. Birinci profil boyunca alınan son iki örneğin yüksek değerler vermesi de muhtemelen bir oksitlenme zonu varlığını ifade etmektedir. Buna bağlı olarak bu zonda Zn zenginleşmeye uğramıştır

4.4.2. Toprak Örneklerine Korelasyon ve Sınıf Analizi Uygulanması

Toprak örneklerindeki elementsel dağılımlar logaritmik çıkmıştır. Bu nedenle verilerin önce logaritması alınarak veriler normalleştirilmiştir. Daha sonra bazı elementlere Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır (Tablo 4.53). Metaller birbirleriyle son derece yakın ilişki içerisinde oldukları için bu metaller arasında anlamlı ve yüksek korelasyon değerleri bu topraklardaki kirletici ve tehlikeli metallerin kaynağının aynı olduğunu göstermektedir ki, bu metallere kaynak teşkil eden mevcut cüruf yığınlarıdır. Bir çok element arasında çok yüksek derecede pozitif korelasyonlar; Ag-Au ($r=0.94$), Ag-As ($r=0.90$), Ag-Hg ($r=0.91$), Ag-Mo ($r=0.90$), Ag-Pb ($r=0.88$), As-Au ($r=0.92$), As-Fe ($r=0.55$), As-Hg ($r=0.89$), As-Mo ($r=0.93$), As-Pb ($r=0.86$), Au-Pb ($r=0.89$), Au-S ($r=0.73$), Au-Zn ($r=0.77$), Ba-Mo ($r=0.63$), Cd-Fe ($r=0.61$), Cd-Zn ($r=0.85$), Co-Cu ($r=0.62$), Cu-Fe ($r=0.63$), Cu-Zn ($r=0.84$), Fe-Pb ($r=0.59$), Fe-S ($r=0.53$), Fe-Zn ($r=0.79$), Hg-Mo ($r=0.85$), Hg-Pb ($r=0.86$), Hg-S ($r=0.73$), Hg-Zn ($r=0.72$), Mo-Pb ($r=0.88$), Pb-S ($r=0.672$), Pb-Zn ($r=0.76$) bulunmaktadır. Buna karşılık Mn elementi Al, Co ve Ni dışındaki diğer elementlerle negatif ilişki içerisinde. Bu durum, profil dağılımlarındaki davranışıyla örtüşmektedir. Diğer elementler uzaklığa bağlı olarak azalırken Mn artış göstermesi bu durumu daha açık şekilde ifade etmektedir.

Tablo 4.53. Toprak örneklerine ait (n=32) bazı elementlerin Spearman's rho korelasyon matrisi

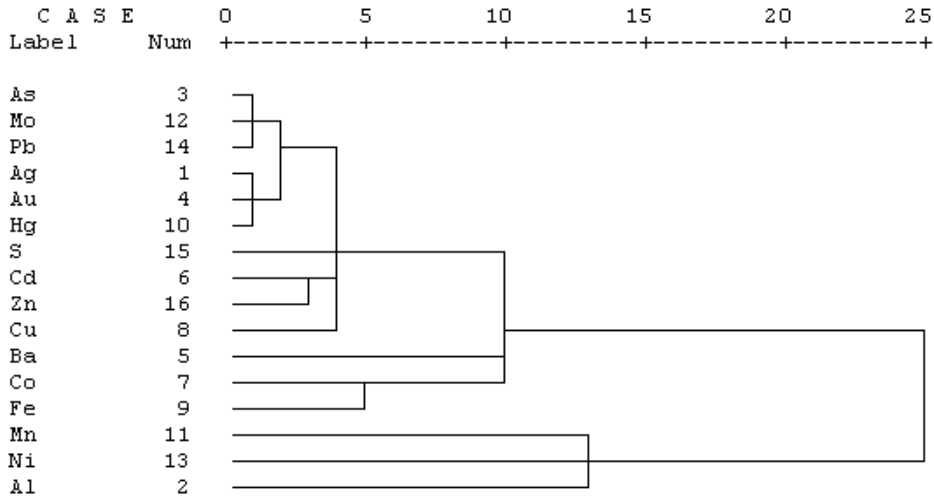
Ag																
Ag	1	Al														
Al	-0.19	1	As													
As	0.90	-0.15	1	Au												
Au	0.94	-0.12	0.92	1	Ba											
Ba	0.67	-0.13	0.54	0.60	1	Cd										
Cd	0.66	-0.23	0.68	0.68	0.32	1	Co									
Co	0.42	0.40	0.43	0.46	0.11	0.48	1	Cu								
Cu	0.86	-0.08	0.87	0.86	0.38	0.75	0.62	1	Fe							
Fe	0.56	0.32	0.55	0.59	0.21	0.61	0.80	0.63	1	Hg						
Hg	0.91	-0.20	0.89	0.93	0.62	0.67	0.36	0.80	0.45	1	Mn					
Mn	-0.57	0.32	-0.50	-0.56	-0.40	-0.28	0.16	-0.44	-0.15	-0.62	1	Mo				
Mo	0.90	-0.23	0.93	0.89	0.63	0.68	0.33	0.77	0.52	0.85	-0.53	1	Ni			
Ni	-0.04	0.37	0.03	0.05	-0.04	0.06	0.41	0.11	0.30	-0.02	0.46	0.01	1	Pb		
Pb	0.88	-0.20	0.86	0.89	0.55	0.75	0.46	0.87	0.59	0.86	-0.49	0.88	0.17	1	S	
S	0.74	-0.25	0.72	0.73	0.48	0.60	0.29	0.62	0.53	0.73	-0.43	0.69	-0.10	0.67	1	Zn
Zn	0.74	0.04	0.73	0.77	0.39	0.85	0.69	0.84	0.79	0.72	-0.39	0.69	0.09	0.76	0.60	1

*Koyu kırmızı renkli olanlar $p < 0.01$, koyu siyah renkli olanlar ise $p < 0.05$ anlamlılık düzeyindedir.

Gruplar arası ortalama bağlantı (Metod: between groups linkage), (aproximity matrix) ve Pearson's korelasyon katsayıları kullanılarak hiyerarşik sınıflama analizi yapıldı (Şekil 4.83). Sınıflama analizi sonuçlarına göre elementler başlıca iki ana grup oluşturmaktadır.

Birinci grup 3 alt grup içermektedir. 1. alt grup Fe, Co ve Ba elementlerinden oluşmaktadır. Bu elementler cüruflarında yoğun olarak bulunan olivin (fayalit) ile andremeyerit minerallerini ifade etmektedir. 2. alt grup Cu, Zn, Cd, S elementinden oluşmaktadır. Bu grupta toplanan elementler nabit bakır ile sülfür minerallerinden kovellin, kalkosin, kalkopirit ve sfalerit birlikteliğini ifade etmektedir. 3. alt grup ise As, Mo, Pb, Ag, Au ve Hg elementlerinden oluşmaktadır. Bu grup cüruflarda olası muhtemel sülfotuzların birlikteliğinden kaynaklanan elementlerdir.

İkinci grup ise Al, Mn ve Ni elementlerinden oluşmaktadır. Dasidik kayaçların oldukça yoğun şekilde alterasyona maruz kalması yoğun şekilde kil minerallerinin oluşmasına sebebiyet vermiştir. Al kaynağı olan bu kil mineralleri bünyelerine yoğun şekilde Mn absorbladığından sınıflamada aynı grupta yer almışlardır.



Şekil 4.83. Toprak örneklerindeki analiz edilen elementlerin hiyerarşik sınıflamasını gösteren dendrogram (ortalama bağlantı; 1-Pearson r).

4.4.3. Toprak Örneklerinin Kirlilik Derecesinin Belirlenmesi

Toprak örneklerinde Ag, Al, As, Au, Ba, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb ve Zn için ortalama toprak bileşimi (Bowen, 1979) limit değerleri kullanılarak çevresel risk indeksi (ÇRİ) hesaplaması yapılmış sonuçları Tablo 4.54' de verilmiştir.

Çevresel risk indeksi hesaplamalarına göre, Al ve Ni çevresel risk oranı tüm profil örneklerinde sıfır (ÇRO=0) olarak belirlenmiştir. 1. profil örnekleri hesaplanan elementler açısından son derece yüksek risk (SDYR), çok yüksek risk (ÇYR) ve yüksek risk (YR) olarak gruplanmıştır. 1. profil örneklerinde özellikle As, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Pb ve Zn elementleri açısından belirgin kirlenme söz konusudur.

2. profil örneklerinde ilk iki örnek (bu noktalarda toprak cüruf parçaları içermekte) ile son örnek noktası hesaplanan elementler açısından Rapant vd. (2008)' e göre son derece yüksek risk olarak sınıflanmıştır. Diğer örnekler ise; önemsiz risk, düşük risk, orta risk ve çok yüksek risk gruplarına girmektedir. Ba, Cd, Fe ve S için hesaplanan çevresel risk oranları sıfır çıktığından bu elementler bu profilde kirlenmeye değildirler. 2. profildeki başlıca kirlenmeye elementler Cu, As, Co, Hg, Mn, Mo, Pb ve Zn' dir.

3. profil örneklerinin çoğunluğu çevresel risk indeksi sınıflamasına göre son derece yüksek risk grubuna girmektedir. Diğer üç örnek ise, düşük risk, orta risk ve yüksek risk grubuna girmektedir. 3. profil örneklerinde kirlenmeye neden olan elementler As, Cu, Co, Hg, Mn, Mo, Pb ve Zn' dir.

Tablo 4.54. Toprak örneklerinde hesaplanan elementlere ait çevresel risk oranları ve indeksleri

Profil No	Örnek No	Çevresel Risk Oranı (ÇRO)														ÇRI	Sonuç
		Al	As	Ba	Cd	Co	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	S	Zn		
1. Profil Örnekleri	KRT-1-1	0.00	239.07	0.00	6.51	1.09	81.52	1.91	109.98	0.00	128.55	0.00	139.09	16.71	5.29	729.73	SDYR
	KRT-1-2	0.00	163.77	5.14	2.97	0.94	70.14	1.59	9.25	0.00	107.97	0.00	68.45	0.29	4.35	434.84	SDYR
	KRT-1-3	0.00	49.73	1.06	1.37	2.31	82.99	0.38	12.58	0.00	31.07	0.00	12.59	1.43	2.68	198.19	SDYR
	KRT-1-4	0.00	0.97	0.00	0.00	0.16	2.91	0.00	0.00	0.11	0.46	0.00	0.81	0.00	0.00	5.41	ÇYR
	KRT-1-5	0.00	0.00	0.00	0.00	2.76	5.70	0.00	0.27	1.01	0.00	0.00	0.13	0.00	0.34	10.21	SDYR
	KRT-1-6	0.00	1.08	0.00	0.00	1.84	3.02	0.10	0.00	0.58	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	6.98	ÇYR
	KRT-1-7	0.00	1.87	0.00	0.00	1.64	5.22	0.05	0.38	0.19	0.08	0.00	0.09	0.00	0.03	9.54	ÇYR
	KRT-1-8	0.00	3.63	0.00	0.00	1.70	12.45	0.08	1.50	0.25	1.38	0.00	1.53	0.00	0.15	22.68	SDYR
	KRT-1-9	0.00	3.28	0.00	0.00	0.98	11.10	0.00	3.58	0.12	1.19	0.00	1.51	0.00	0.63	22.40	SDYR
	KRT-1-10	0.00	2.42	0.00	0.00	0.43	3.01	0.00	1.02	0.29	0.91	0.00	0.52	0.00	0.00	8.59	ÇYR
2. Profil Örnekleri	KRT-1-11	0.00	2.88	0.00	0.00	0.69	1.39	0.00	1.02	1.07	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	7.26	ÇYR
	KRT-1-12	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00	0.00	1.66	0.45	0.00	0.20	0.00	0.00	3.78	YR
	KRT-1-13	0.00	8.30	0.00	1.00	8.36	146.08	0.42	1.93	0.00	2.44	0.00	2.96	0.00	3.23	174.72	SDYR
	KRT-1-14	0.00	67.68	0.74	3.66	1.49	81.08	1.16	20.70	0.00	37.27	0.00	12.59	1.14	3.28	230.79	SDYR
	KRT-2-1	0.00	1.73	0.00	0.00	0.00	4.41	0.00	2.15	0.00	0.61	0.00	1.80	0.00	0.07	10.77	SDYR
	KRT-2-2	0.00	3.73	0.00	0.00	0.00	13.64	0.00	1.02	0.00	0.58	0.00	0.09	0.00	0.42	19.47	SDYR
	KRT-2-3	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	ÖR
	KRT-2-4	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	ÖR
	KRT-2-5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	DR
	KRT-2-6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	DR
KRT-2-7	0.00	0.32	0.00	0.00	0.14	0.18	0.00	0.75	0.78	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	2.44	OR	
KRT-2-8	0.00	2.03	0.00	0.00	0.63	4.22	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.70	ÇYR	
KRT-2-9	0.00	1.30	0.00	0.00	1.05	2.01	0.00	0.73	1.53	0.19	0.00	0.07	0.00	0.00	6.88	ÇYR	
KRT-2-10	0.00	2.97	0.00	0.00	2.21	6.84	0.00	0.05	1.81	1.62	0.00	0.99	0.00	0.08	16.56	SDYR	

Tablo 4.54' in devamı

Profil No	Örnek No	Çevresel Risk Oranı (ÇRO)														ÇRİ	Sonuç
		Al	As	Ba	Cd	Co	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	S	Zn		
3. Profil Örnekleri	KRT-3-1	0.00	5.88	0.00	0.00	0.23	15.80	0.00	1.17	0.00	2.20	0.00	1.12	0.00	0.00	26.40	SDYR
	KRT-3-2	0.00	8.28	0.18	0.00	0.00	18.03	0.00	2.98	0.00	8.41	0.00	1.16	0.00	0.30	39.33	SDYR
	KRT-3-3	0.00	2.75	0.00	0.00	0.00	6.95	0.00	1.72	0.00	0.50	0.00	0.64	0.00	0.00	12.56	SDYR
	KRT-3-4	0.00	1.57	0.00	2.06	8.23	96.70	0.55	0.38	0.44	0.04	0.00	1.32	0.00	2.51	113.78	SDYR
	KRT-3-5	0.00	0.12	0.00	0.00	0.99	1.53	0.00	0.00	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	3.75	YR
	KRT-3-6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.46	0.00	0.00	1.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.58	OR
	KRT-3-7	0.00	59.28	3.13	1.40	3.60	95.10	0.69	10.90	0.00	23.52	0.00	30.61	0.29	2.01	230.52	SDYR
	KRT-3-8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	DR
*Ort. toprak bileşimi		7.1	6	500	0.35	8	30	4	60	1000	1.2	50	35	0.07	90		

*Bowen, 1979 ortalama toprak bileşimi

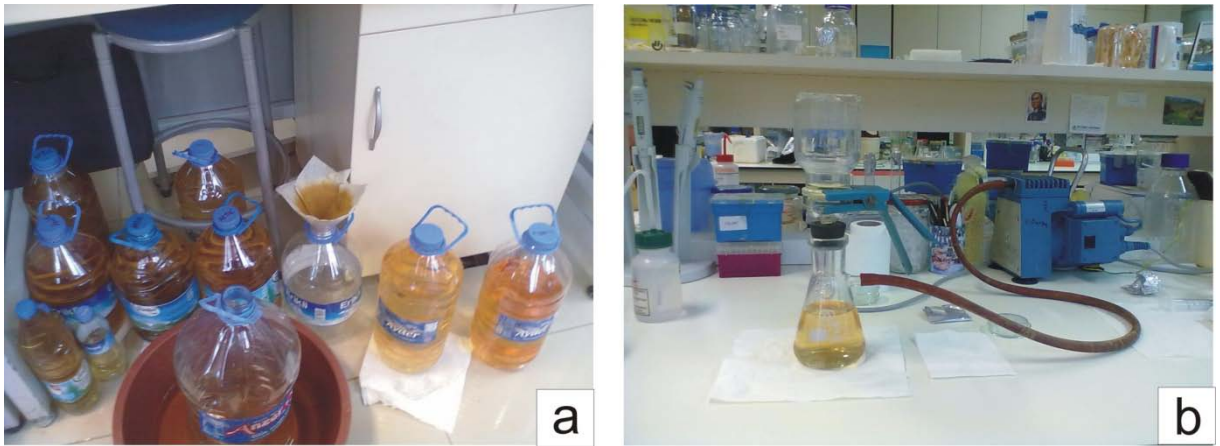
4.5. Mikrobiyolojik Çalışmalar

Çalışılan madenler içerisinde su ve dere kumu örneklerinde en yoğun kirlenmenin olduğu maden Karaerik Madenidir. Çevresinde oldukça fazla miktarda cüruf bulundurması toprak örneklerinin de kirlenmesine sebebiyet vermiştir. Bu nedenle mikrobiyolojik çalışmaların yapılması için Karaerik Madeni seçilmiştir. Karaerik Madeni bakteriyolojik birlikteliğini ortaya koymak için, mikrobiyolojik çalışmalarda direk sekans tekniği kullanılmıştır.

4.5.1. Direk Sekans Tekniği

4.5.1.1. Örnek Temini

Kültürde büyütme tekniği ile sınırlı sayıda bakteri türü elde edildiğinden, Karaerik Madeninin mikrobiyolojik topluluğunu ortaya koymak için madenin galeri suyunun deşarj olduğu Acısu Deresi'nden örnek alınmıştır. 50 lt su örneği steril şişeler yardımıyla alınarak laboratuara getirilmiş ve 0.2 µm açıklıklı filtreden pompa yardımıyla filtrelenmiştir (Şekil 4.84 a, b). Su örneklerinin filtrelenmesi 3 gün içinde tamamlanmıştır. Filtreler steril petrilere koyularak -20°C' de muhafaza edilmiştir.



Şekil 4.84. Mikrobiyolojik amaçlı alınan su örneklerinin a) süzme kağıdından geçirilmesi b) 0.2 µm açıklıklı filtreden pompa yardımıyla filtrelenmesi

4.5.1.2. Genotipik Analizler

4.5.1.2.1. Genomik DNA İzolasyonu

Filtre üzeri sediman örneklerindeki bakterilerin 16S rRNA analizi ile türünü belirlemek amacı ile total genomik DNA izolasyonu Sambrook vd. (1989) prosedürüne göre yapılmıştır. Filtreler üzerinde kalan sedimanlar jilet yardımıyla kazınarak ependorfa alınmıştır. Ependorf içerisindeki sedimanların üzerine, 500 µl TE tamponu (10 mM Tris-HCl; 1 mM EDTA, pH 8,0) ilave edildi ve vortekslenerek çözüldü. Üzerine 1 µl (10 µg/ml) lizozim solusyonu ilave edilerek karıştırıldı ve 1 saat 37°C'de inkübe edildi. İnkübasyondan sonra üzerine 50 µl %10'luk SDS eklendi ve 30 dakika 37°C'de inkübe edildi. Daha sonra her bir tüpe 3 M'lık 1/10 hacim sodyum asetat (pH 5.2) eklendi ve 65°C'de 30 dakika bekletildi. Her 10 dakikada bir, tüpler alt üst edildi. Hemen sonrasında üzerine 500 µl fenol: kloroform: izoamilalkol (25: 24: 1) ilave edildi, alt üst edilerek karıştırıldı ve 5 dakika 13.000 rpm'de santrifüj edildi. Santrifüjden sonra, üst kısımdaki sıvı pipet yardımıyla yeni bir mikrosantrifüj tüpüne alındı ve pellet kısımları atıldı. Bu tüplere 500 µl kloroform ilave edildi ve alt üst edilerek 13.000 rpm'de 5 dakika santrifüj edildi. Bu kloroform aşaması 2 kez tekrarlandıktan sonra yeni bir mikrosantrifüj tüpüne aktarılan sıvının üzerine 1/10 hacim 3 M sodyum asetat ve 2 hacim %96'lık soğuk etil alkol ilave edildi ve -20°C'de 30 dakika bekletildi. Daha sonra 13.000 rpm'de 15 dakika santrifüj edildi ve üst kısımdaki sıvı atıldı. Kalan pellet üzerine 500 µl %70'lik soğuk etanol ilave edildi ve 5 dakika 13.000 rpm'de santrifüj edildi. Santrifüjden sonra, üst faz döküldü ve kalan pellet 37°C'de 10 dakika kurutuldu. Elde edilen DNA pelletleri, 100 µl TE'de çözülerek - 20°C'de muhafaza edildi. DNA örneği %1'lik agaroz jelde yürütülerek varlığı teyit edilmiştir.

4.5.1.2.2. rRNA Analizi

4.5.1.2.2.1. 16S rRNA Gen Bölgelerinin PCR ile Çoğaltılması

16S rRNA geni bütün organizmalarda bulunan yüksek oranda korunmuş bir genidir. Bu nedenle bakteriler arasındaki filogenetik ilişkiyi belirlemede yaygın şekilde kullanılırlar.

16S rRNA genleri, Sambrook vd., (1989)'a göre izole edilen genomik DNA'dan UNI16S-L (5'- ATTCTAGAGTTTGATCATGGCTCA-3') ileri ve UNI16S-R (5'- ATGGTACCGTGTGACGGGCGGTGTGTA) geri primerleri kullanılarak PCR yardımı ile çoğaltıldı. PCR reaksiyonlarının şartları Beffa vd., (1996)'ya göre oluşturuldu. 12 ng kalıp DNA, 5 µl 10X PCR tamponu (100 mM Tris-HCl, pH 8,3; 500 mM steril KCl), 1,5 mM MgCl₂, 1 U *Taq* DNA Polimeraz, 0,25 mM ileri primeri, 0,25 mM geri primeri, 170 mM dATP, 170 mM dCTP, 170 mM dGTP ve 170 mM dTTP karışımı steril ddH₂O ile 50 µl'ye tamamlandı. Çoğaltma işlemi 200 µl'lik tüplerde, "Biometra Personal Cyclers'da gerçekleştirildi. Reaksiyon sıcaklıkları ve süreleri ise: İlk denatürasyon basamağı 94°C'de 3 dakika olarak gerçekleştirildikten sonra, 36 döngü 94°C'de 30 saniye (denatürasyon için), 50°C'de 30 saniye (hibridizasyon için) ve 72°C'de 45 saniye, 72°C'de 5 dakika (polimerizasyon için) şeklinde gerçekleştirildi. Elde edilen PCR ürünlerinin 5 µl'si % 1,1'lik agaroz jelde yürütüldü ve etidyum bromür (0,5 µg/ml) ile boyandıktan sonra "BioDocAnalyze" sistemiyle görüntüledi.

4.5.1.2.2.2. 16S rRNA Geninin Klonlanması, Baz Dizisinin Ortaya Çıkarılması ve Gen Bank'taki Sıralarla Karşılaştırılması

PCR reaksiyonu ile çoğaltılan 16S rRNA genleri, pGEM-T Easy Klonlama Kiti kullanılarak, pGEM-T Easy klonlama vektörüne firmanın öngördüğü konsantrasyonlar ve şartlar gerçekleştirilerek klonlandı. Klonlama işlemi sırasıyla aşağıdaki basamaklar şeklinde gerçekleştirildi. Klonlanma sonucunda oluşan kolonilerden rekombinant plazmitler izole edildiler.

4.5.1.2.2.2.1. Yetenekli Hücrenin (CaCl₂ Metoduyla) Hazırlanması

37°C'de JM (101)' den gece kültürü hazırlandı. 600 nm'de %10 sulandırılmış kültürün yoğunluğu ölçüldü. %10 sulandırdığımız için OD 10 ile çarpıldı. 30 ml LB'ye yoğunluk %10 olacak şekilde kültürden aşılama yapıldı. 37°C'de 1 saat inkübe edildi. Hücrelerin yoğunluğu tekrar ölçüldü. İstenen değer 0.44-0.55 arası olmalıdır. 4400 rpm'de +4°C'de 5dk santrifüj edildi. Süpernatant döküldü (Bundan sonra hücreler buzda muhafaza edildi).

Soğutulmuş %10'luk CaCl₂'den 10 ml eklendi ve hafifçe dövmek suretiyle hücreler çözüldü. 45dk buzda bekletildi. Daha sonra 4400 rpm'de, +4°C'de 5dk santrifüj edildi.

Süpernatant döküldü ve hücreler 2 ml CaCl₂ içerisinde çözüldü. Yetenekli (kompetent) hücre hazırdır. +4°C'de muhafaza edildi. Kullanılmadan önce en az 4-5 saat beklenildi.

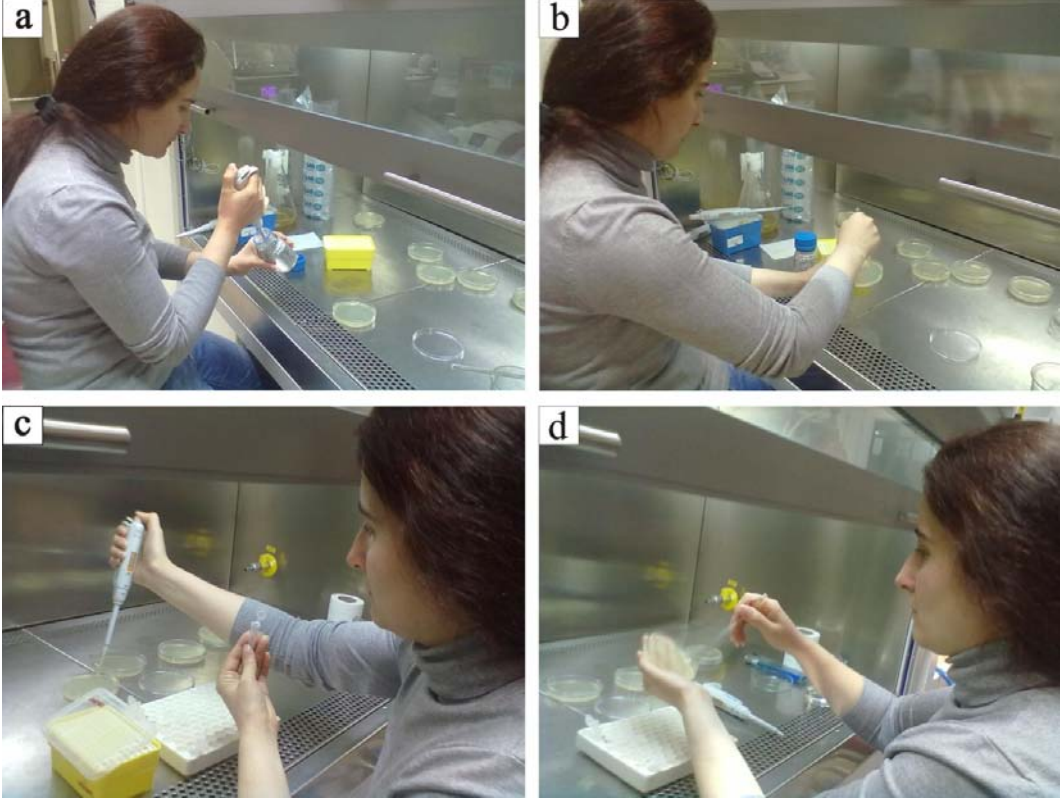
4.5.1.2.2.2. Ampisilinli Besiyeri ve X-gal Hazırlanması

100 ml besiyeri için 100 µl Ampisilin (25 mg/ml) kullanıldı ve yapısının bozulmaması için besiyeri ılıklaştıktan sonra konuldu. 400 mg X-gal (0.4 gr), 10 ml N.N.-dimetilformamid içerisinde çözüldü.

4.5.1.2.2.3. Transformasyon İşlemi

Bir ependorf içerisinde 200 µl yetenekli hücre, 7-2 µl ligasyon ürünü koyulup hafifçe çalkalandı. 30 dk buzda bekletildi. *E.coli*'nin çeperlerini genişletip vektörün hücre içine girmesini sağlamak için 44°C'de 2 dk bekletildi. Hücrelerin kendine gelmesi için üzerine 200 µl LB koyuldu. 1-1.5 saat 37°C'de hafif sallanan sallayıcıda inkübasyona bırakıldı. Ampisilinli LBA üzerine 40 µl IPTG, 40 µl X-Gal sürülerek, steril bagetle petrinin her tarafına yayıldı (Şekil 4.85 a, b). Inkübasyon sonunda ependorftaki beyaz hücreler dibe çöktüğünden, üst faz pipetörle uzaklaştırıldı. Dipteki hücreler yaklaşık 50-100 µl sıvı ile birlikte alınarak besiyerine ekildi. Baget ile yayıldı ve 37°C'de inkübasyona bırakıldı (Şekil 4.85 c, d). Kontrol amaçlı olarak sadece ligasyon ürünü içermeyen bir petri de ayrıca hazırlandı.

JM101 vektöründeki *lac-Z* geni genin klonlanacağı bölgedir. *lac-Z* geni, β-galaktosidazı parçalayıp mavi renk ortaya çıkarır. Gen vektör içerisinde girerse, *lac-Z*'nin yapısı bozulacağından β-galaktosidazı parçalayamaz ve koloniler beyaz olur. Beyaz koloniler istenen genin klonlandığı kolonilerdir.



Şekil 4.85. a) Ampisilinli LBA üzerine 40 μ l IPTG, 40 μ l X-Gal sürülmesi, b) Steril bagetle petrinin her tarafına yayılması c) İnkübasyon sonunda ependorftaki beyaz hücrelerin yaklaşık 50-100 μ l sıvı ile birlikte alınarak besiyerine ekilmesi d) Baget ile yayılması

Beyaz kolonilerin her biri ampisilinli besiyeri içersine pipet ucu yardımıyla bırakıldı (Şekil 4.86). Bu besiyerleri 37°C'de hafif sallanan sallayıcıda inkübasyona bırakıldı.



Şekil 4.86. Beyaz kolonilerin ampisilinli besiyeri içersine bırakılması

4.5.1.2.2.2.4. Plazmit İzolasyonu

12000 rpm'de gece kültürleri 3 dk çöktürüldü. Pellet üzerine 200 µl solusyon I ilave edildi ve vortekslendi. 10 dk oda sıcaklığında bekletildi. Üzerine 400 µl solusyon II ilave edildi. Tüpteki tortular kayboluncaya kadar alt üst edildi ve 5 dk buzda bekletildi. Üzerine 7.5 M Amonyum Asetat'tan 300 µl ilave edildi (Şekil 4.87 a). Pellet dağılıncaya kadar oldukça yavaş şekilde alt üst edildi (11-13 kez). 10 dk buzda bekletildikten sonra 12000 rpm'de 15 dk santrifüj edildi (Şekil 4.87 b). Sıvı kısım yeni ependorfa aktarılıp, üzerine 600 µl izopropanol ilave edildikten sonra alt üst yapıldı (Şekil 4.87 c). 10 dk oda sıcaklığında bekletildikten sonra 13000 rpm'de 15 dk santrifüj edildi. Pellet üzerine 500 µl soğuk %70 etanol ilave edilerek vortekslendi. 13000 rpm'de 5 dk santrifüj edildi ve pellet 37°C'de 10-20 dk bekletildi. Üzerine 40 µl TE (RNazlı, 1 ml TE'ye 25 µl RNaz) ilave edildi ve 0.8'lik agaroz jelde yürütüldü (Şekil 4.87 d, e, f).

24 örnek için

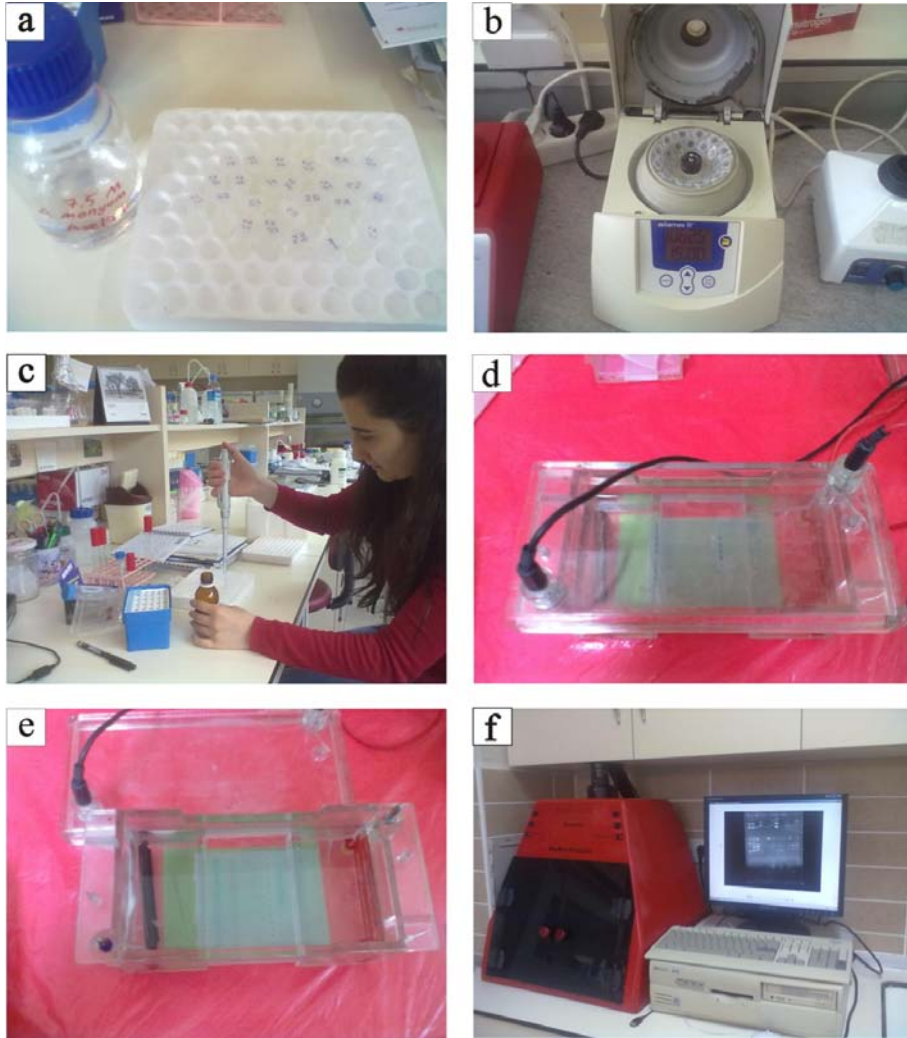
Solusyon I

- 50 mM Glukoz (350 µl)
 - 25 mM Tris HCl pH:8 (175 µl)
 - 10 mM EDTA pH:8 (140 µl)
 - 1 ml solusyon I için 4 mg lizozim (0.03 g)
- Saf suyla son hacme tamamlanır (6.335 µl dH₂O)

Solusyon II

- 0.2 N NaOH (1100 µl)
- %1 SDS (1100 µl)
- Saf suyla son hacme tamamlanır (8800 µl dH₂O).

Daha sonra *EcoRI* restriksiyon enzimi ile kesim yapılarak, izole edilen bu plazmitlerin hangilerinin istenilen parçayı taşıdığı belirlendi. Doğruluğu teyit edilen klonların baz dizin analizi, otomatik dizi analizatörleri aracılığıyla ile (MacroGen, Hollanda) belirlendi. Elde edilen yaklaşık 1400 bp uzunluğundaki 16S rRNA dizileri GenBank'taki var olan diğer bakteriyal 16S rRNA dizileriyle karşılaştırılarak aralarındaki benzerlik oranları ortaya çıkarıldı.



Şekil 4.87. a) Ependorf üzerine 7.5 M Amonyum Asetat'tan 300 μ l ilave edilmesi b) Ependorfların 12000 rpm'de 15 dk santrifüj edilmesi c) Ependorf, üzerine 600 μ l izopropanol eklenmesi d) Plazmitlerin % 0.8'lik agaroz jelle yüklenmesi e) Plazmitlerin % 0.8'lik agaroz jelle yürütülmesi f) Agaroz jelle yürütülen plazmitlerin Bio-Doc Analyzer cihazı ile görüntülenmesi ve 16 S bandına sahip olan plazmitlerin seçilmesi

4.5.1.3. 16S rRNA Gen Dizilerine Göre Filogenetik Ağaç Çizilmesi

Bilinmeyen bir bakterinin 16S rRNA genlerinin baz dizilerinin belirlenmesi, bu bakterinin sınıflandırılması için gerekli olan genotipik bilginin ilk ve temel adımıdır. Petri üzerinde yaklaşık olarak 128 beyaz koloni oluşmuştur. Bu kolonilerden 96 adet pozitif klon (istenen geni aldığı) tespit edilmiştir. 96 adet klonun 16S rRNA genlerinin baz dizileri belirlendi ve belirlenen 16S rRNA gen dizileri, GenBank'ta var olan diğer bakteriyal 16S rRNA gen dizileri ile karşılaştırıldı.

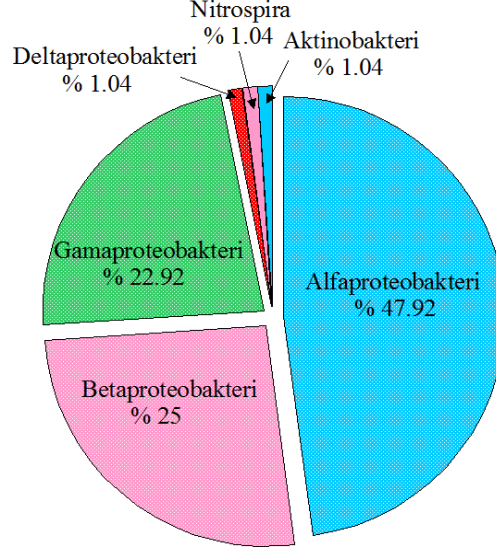
Ez Taxon web tabanlı (Chun vd., 2007) programın en son versiyonu Ez Taxon-e (Kim vd., 2012) kullanılarak klonların 16S rRNA gen dizileri ile ait oldukları cinse ait türlerin 16S rRNA gen dizileri arasındaki benzerlik oranları belirlendi. Ayrıca tanımlamalar Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) (Altschul vd., 1990) National Center for Biotechnology Information (NCBI) nucleotide veri setinde tekrarlanmıştır. Sekans sonuçları ile Ez Taxon-e'de ve NCBI blastta elde edilen sonuçlar BioEdit (versiyon 7.0.5.3) programı kullanılarak hizalanmıştır. Filogenetik ağaçlar, yakın bağlantı algoritmasına (neighbor-joining algorithm) (Saitou ve Nei, 1987) dayanılarak Mega 4.0 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) programında (Tamura, vd., 2007) Kimura Two-parameter (Kimura, 1980) modeli kullanılarak yapılmıştır (Ek Şekil 2). Ağaç topolojisinin güvenilirliği bootstrap analizi (1000 tekrar) ile kontrol edilmiştir (Felsenstein, 1985). 96 Klona ait 16S rRNA gen dizileri Ekler bölümünde verilmektedir.

4.5.1.4. 16S rRNA Gen Sekans Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Elde edilen sekans analizi sonuçlarında benzerlikler % 84.3 ile % 100 arasında değişmektedir (Tablo 4.55). Tanımlanan bakterilerin tümü asidofil olup, daha önceki asidik maden drenaj (AMD) ekosistemlerinde belirlenen klonlarla ya da izolatlarla yakından ilişkilidir (Baker ve Banfield 2003).

Karaerik Madeni direk sekans analiz sonuçlarına göre Proteobakteri filumu, toplam klonların % 97.9' unu teşkil eden en baskın filumdur. Bu filum içerisinde Alfareobakteri 46 klon (% 47.92), Betaproteobakteri 25 klon (% 26), Gamaproteobakteri 22 klon (% 22.92), Deltaproteobakteri 1 klon (% 1.04) olarak tespit edilmiştir. Geri kalan yaklaşık % 2'lik kısmı Nitrospira 1 (% 1.04) ve Aktinobakteri 1 (%1.04) filumları oluşturmaktadır

(Şekil 4.88). Bu filumlar içerisinde kültür edilmemiş bir çok bakteri tespit edilmiştir. Bu filum ve alt filumlar aşağıdaki başlıklarda açıklanmıştır.



Şekil 4.88. Klonların filumlar içerisindeki dağılımı

Tablo 4.55. Karaerik Madeni direk sekans tekniği klonlarının filogenetik tanımlama sonuçları

Klon No	Bakteri İsmi ve Suş numarası	Accession Numarası	Referanslar	Benzerlik Oranı (%)	Klon Sayısı	Filogenetik Sınıflama
KR41	<i>Acidocella facilis</i> ATCC 35904 ^T	D30774	Wichlacz vd., 1986, Kishimoto vd., 1995	92.4	1	Alfaproteobakteri
KR51	<i>Acidocella facilis</i> ATCC 35904 ^T	D30774	Wichlacz vd., 1986, Kishimoto vd., 1995	93.5	1	Alfaproteobakteri
KR9	<i>Acidocella facilis</i> ATCC 35904 ^T	D30774	Wichlacz vd., 1986, Kishimoto vd., 1995	95.9	1	Alfaproteobakteri
KR6-KR10-KR11-KR12-KR13-KR15-KR16-KR17-KR18-KR19	<i>Acidocella facilis</i> ATCC 35904 ^T	D30774	Wichlacz vd., 1986, Kishimoto vd., 1995	99.0	10	Alfaproteobakteri
KR40-KR44-KR46-KR49-KR50-KR52	<i>Acidocella facilis</i> ATCC 35904 ^T	D30774	Wichlacz vd., 1986, Kishimoto vd., 1995	99.3	6	Alfaproteobakteri
KR42-KR43-KR48-KR53-KR56-KR59-KR61-KR63-KR67-KR68-KR69	<i>Acidocella facilis</i> ATCC 35904 ^T	D30774	Wichlacz vd., 1986, Kishimoto vd., 1995	99.4	11	Alfaproteobakteri
KR58-KR60	<i>Acidocella facilis</i> ATCC 35904 ^T	D30774	Wichlacz vd., 1986, Kishimoto vd., 1995	99.5	2	Alfaproteobakteri
KR54-KR55-KR57	<i>Acidocella facilis</i> ATCC 35904 ^T	D30774	Wichlacz vd., 1986, Kishimoto vd., 1995	99.6	3	Alfaproteobakteri
KR62-KR1-KR2-KR7-KR8	<i>Acidocella facilis</i> ATCC 35904 ^T	D30774	Wichlacz vd., 1986, Kishimoto vd., 1995	99.7	5	Alfaproteobakteri
KR4	<i>Acidocella aluminiiidurans</i> AL46 ^T	AB362219	Kimoto vd., 2010	97.4	1	Alfaproteobakteri
KR14	<i>Acidocella aluminiiidurans</i> AL46 ^T	AB362219	Kimoto vd., 2010	97.6	1	Alfaproteobakteri
KR3	<i>Acidiphilium multivorum</i> AIU301 ^T <i>Acidiphilium cryptum</i> ATCC 33463 ^T	AP012035 D30773	Wakao vd., 1994- Harrison 1981	97.3	1	Alfaproteobakteri
KR45-KR66	<i>Acidiphilium cryptum</i> ATCC 33463 ^T	D30773	Harrison 1981	100.0	2	Alfaproteobakteri
KR35	<i>Acidiphilium</i> AF376026_s NO-17	AF376026	kültür edilmiş yeni tür	99.2	1	Alfaproteobakteri
KR65	<i>Leptospirillum ferrooxidans</i> L15 ^T	X86776	ex Markosyan 1972, Hippe 2000	99.3	1	Nitrospira

Tablo 4.55'in devamı

Klon No	Bakteri İsmi ve Suş numarası	Accession Numarası	Referanslar	Benzerlik Oranı (%)	Klon Sayısı	Filogenetik Sınıflama
KR91	<i>Acidithiobacillus ferrivorans</i> NO-37 ^T	AF376020	Hallberg vd., 2010	84.3	1	Gamaproteobakteri
KR26	<i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i> ATCC 23270 ^T	CP001219	Temple ve Colmer 1951, Kelly ve Wood 2000	85.2	1	Gamaproteobakteri
KR77	<i>Acidithiobacillus ferrivorans</i> NO-37 ^T	AF376020	Hallberg vd., 2010	88.9	1	Gamaproteobakteri
KR22	<i>Acidithiobacillus ferrivorans</i> NO-37 ^T	AF376020	Hallberg vd., 2010	91.1	1	Gamaproteobakteri
KR83	<i>Acidithiobacillus ferrivorans</i> NO-37 ^T	AF376020	Hallberg vd., 2010	93.1	1	Gamaproteobakteri
KR29	<i>Acidithiobacillus ferrivorans</i> NO-37 ^T	AF376020	Hallberg vd., 2010	93.2	1	Gamaproteobakteri
KR95	<i>Acidithiobacillus ferrivorans</i> NO-37 ^T	AF376020	Hallberg vd., 2010	95.1	1	Gamaproteobakteri
KR5	<i>Acidithiobacillus ferrivorans</i> NO-37 ^T	AF376020	Hallberg vd., 2010	95.2	1	Gamaproteobakteri
KR87	<i>Acidithiobacillus ferrivorans</i> NO-37 ^T	AF376020	Hallberg vd., 2010	98.1	1	Gamaproteobakteri
KR24-KR71-KR74-KR88	<i>Acidithiobacillus ferrivorans</i> NO-37 ^T	AF376020	Hallberg vd., 2010	98.8	4	Gamaproteobakteri
KR96	<i>Acidithiobacillus thiooxidans</i> ATCC 19377 ^T	AFOH01000120	Walksman ve Joffe 1922, Kelly ve Wood 2000	99.1	1	Gamaproteobakteri
KR23-KR32-KR33	<i>Acidithiobacillus ferrivorans</i> NO-37 ^T	AF376020	Hallberg vd., 2010	99.2	3	Gamaproteobakteri
KR94	<i>Acidithiobacillus ferrivorans</i> NO-37 ^T	AF376020	Hallberg vd., 2010	99.3	1	Gamaproteobakteri
KR70-KR76	<i>Acidithiobacillus ferrivorans</i> NO-37 ^T	AF376020	Hallberg vd., 2010	99.5	2	Gamaproteobakteri
KR20-KR37	<i>Acidithiobacillus ferrivorans</i> NO-37 ^T	AF376020	Hallberg vd., 2010	99.6	2	Gamaproteobakteri

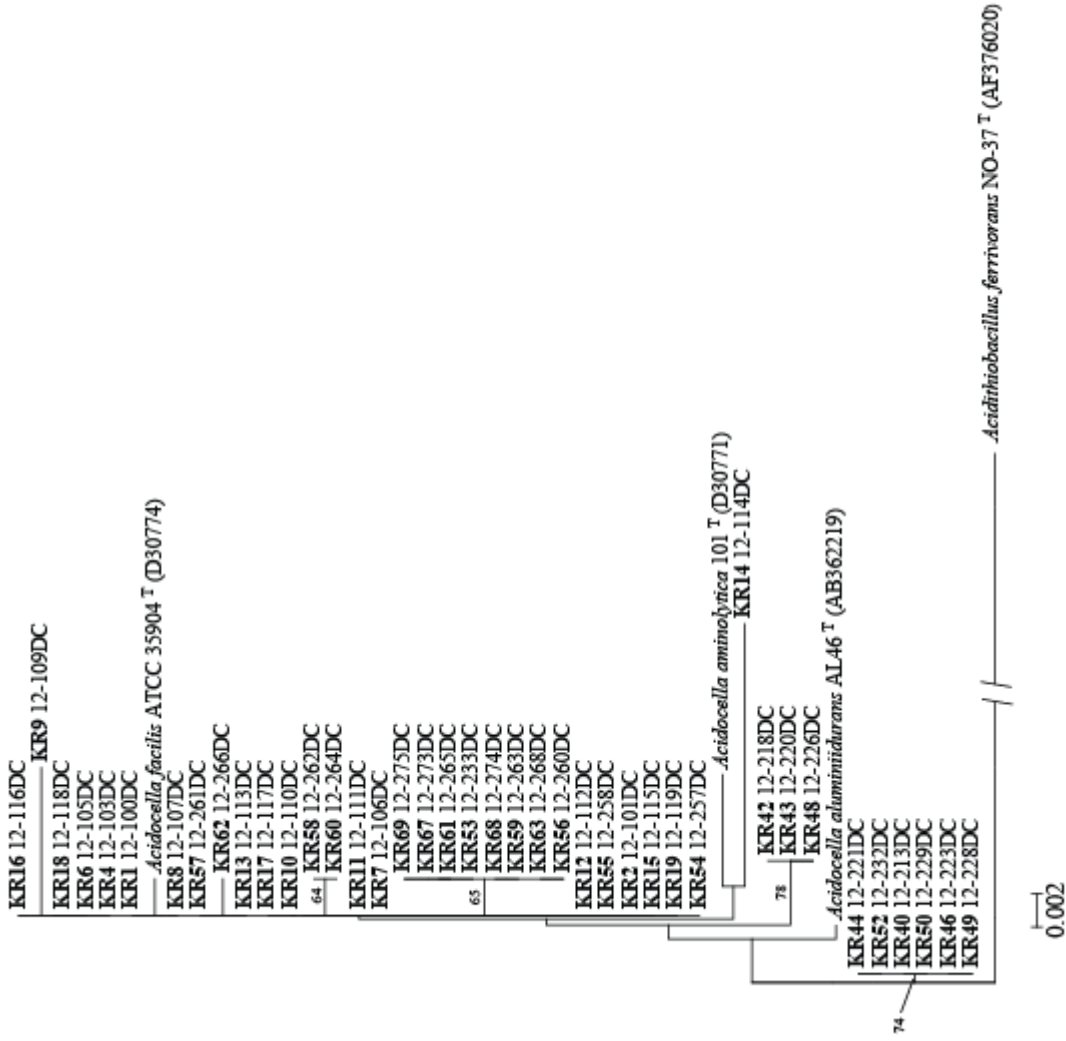
Tablo 4.55' in devamı

Klon No	Bakteri İsmi ve Suş numarası	Accession Numarası	Referanslar	Benzerlik Oranı (%)	Klon Sayısı	Filogenetik Sınıflama
KR30	<i>DQ469205_s SX2-14</i>	DQ469205	kültür edilmemiş yeni tür	90.2	1	Betaproteobakteri
KR64	<i>DQ469205_s SX2-14</i>	DQ469205	kültür edilmemiş yeni tür	90.7	1	Betaproteobakteri
KR21-KR27-KR28-KR34	<i>DQ469205_s SX2-14</i>	DQ469205	kültür edilmemiş yeni tür	94.0	4	Betaproteobakteri
KR25-KR31-KR36-KR38-KR39-KR47	<i>DQ469205_s SX2-14</i>	DQ469205	kültür edilmemiş yeni tür	97.7	6	Betaproteobakteri
KR72-KR73-KR75-KR78-KR79-KR80-KR82-KR89-KR92-KR93	<i>DQ469205_s SX2-14</i>	DQ469205	kültür edilmemiş yeni tür	97.8	10	Betaproteobakteri
KR84-KR85-KR90	<i>DQ469205_s SX2-14</i>	DQ469205	kültür edilmemiş yeni tür	98.3	3	Betaproteobakteri
KR30	Kültür edilmemiş bakteri, clone Central-Bottom-cDNA_clone75	HE604022.1	kültür edilmemiş yeni tür	99.0	1	Betaproteobakteri
KR64	<i>Ferrovum myxofaciens</i> PSTR	EF133508	yayınlanmamış/doğrulanmamış	94.0	1	Betaproteobakteri
KR21-KR27-KR28-KR34	<i>Ferrovum myxofaciens</i> PSTR	EF133508	yayınlanmamış/doğrulanmamış	95.0	4	Betaproteobakteri
KR25-KR31-KR36-KR38-KR39-KR47	<i>Ferrovum myxofaciens</i> PSTR	EF133508	yayınlanmamış/doğrulanmamış	99.0	6	Betaproteobakteri
KR72-KR73-KR75-KR78-KR79-KR80-KR82-KR89-KR92-KR93	<i>Ferrovum myxofaciens</i> PSTR	EF133508	yayınlanmamış/doğrulanmamış	99.0	10	Betaproteobakteri
KR84-KR85-KR90	<i>Ferrovum myxofaciens</i> PSTR	EF133508	yayınlanmamış/doğrulanmamış	99.0	3	Betaproteobakteri
KR81	<i>EU151444_s PAMD7</i>	EU151444	kültür edilmemiş yeni tür	99.7	1	Actinobakteri
KR86	<i>AF543496_s AS6</i>	AF543496	kültür edilmemiş yeni tür	94.0	1	Deltaproteobakteri

4.5.1.4.1. Alfaproteobakteri

Alfaproteobakteri alt filumunda iki farklı cins (*Acidocella* ve *Acidiphilium*) tespit edilmiştir. Bu alt filumdaki klonların büyük kısmı (% 80.4'ü) (37/46 tanesi) *Acidocella facilis* ATCC 35904^T türüne aittir. Klonların bu türe benzerliği %99- %99.7 arasında değişmektedir. Zorunlu hetetrof, olan bu bakteri asidofiliktir ve Fe³⁺ indirgeyici özelliğe sahiptir (Wichlacz vd., 1986; Kishimoto vd., 1995; Johnson vd., 2012). Aynı cinse mensup, alüminyum tolere edebilen bir tür olan *Acidocella aluminiidurans* AL46^T (Kimoto vd., 2010) bakterisine ise sadece 2 klon (KR4- KR14) benzemektedir. Klonların *Acidocella aluminiidurans* AL46^T bakterisine benzerliği sırasıyla %97.4- %97.6'dür.

Acidocella tür ve klonlarının 16S rRNA bölgesi açısından yakınlık derecelerini göstermek için filogenetik ağaç çizildi (Şekil 4.89). Asidik maden drenaj çevrelerinde yaygın olarak bulunan *Acidiphilium* cinsine (Hao vd., 2010) ait 4 klon bulunmaktadır. Bunlardan iki tanesi (KR45- KR66) % 100 benzerlik oranıyla *Acidiphilium cryptum* ATCC 33463^T bakterisine benzemektedir. Zorunlu hetetrof olan asidofil *Acidiphilium cryptum* ATCC 33463^T bakterisi Fe³⁺ indirgeyici ve S oksitleyici niteliğe sahiptir (Harrison 1981, Harrison 1983, Küsel vd., 1999, Hallberg vd., 2001, Schippers 2007, Borole vd.,2008, Johnson vd., 2012). *Acidiphilium* cinsine ait diğer klon (KR3) ise aynı benzerlik oranıyla (%97.3) iki bakteriye (*Acidiphilium cryptum* ATCC 33463^T ve *Acidiphilium multivorum* AIU301^T) benzemektedir. *Acidiphilium multivorum* AIU301^T bakterisi zorunlu hetetrof, asidofil bir bakteri olup, Fe³⁺ indirgeyicidir (Suzuki vd., 1997; Johnson vd., 2012). Büyümek için çok çeşitli organik bileşik kullanır fakat Fe⁺² yi, elemental sülfürü ya da tiyosülfatı enerji kaynağı olarak kullanamaz. Bu bakteri arseniti arsenata oksitler (Bu özellik diğer *Acidiphilium* cinslerinde bulunmaz) (Wakao vd., 1994). Bu özellik bakterinin arsenik ve diğer ağır metallere karşı dirençli olduğunun göstergesidir. *Acidiphilium* cinsine ait KR35 numaralı son klon ise henüz yayınlanmamış (kültür edilmemiş) *AF376026_s* NO-17 yeni bir bakteri türüne %99.2 benzemektedir. Bu klon taksonomik olarak yayınlanmış türler içerisinde ise % 96.3 benzerlik oranıyla *Acidiphilium cryptum* ATCC 33463^T ve *Acidiphilium multivorum* AIU301^T bakterilerine benzemektedir. Benzerlik düzeyi daha düşük olan (% 95.9) KR9 klonu *Acidocella* cinsine ait bir başka yeni türdür. KR41- KR51 numaralı klonlar ise alfaproteobakteri alt filumundaki yeni türlerdir. Bu klonlar *Acidocella facilis* ATCC 35904^T bakterisine sırasıyla %92.4-%93.5 benzerliktedir.

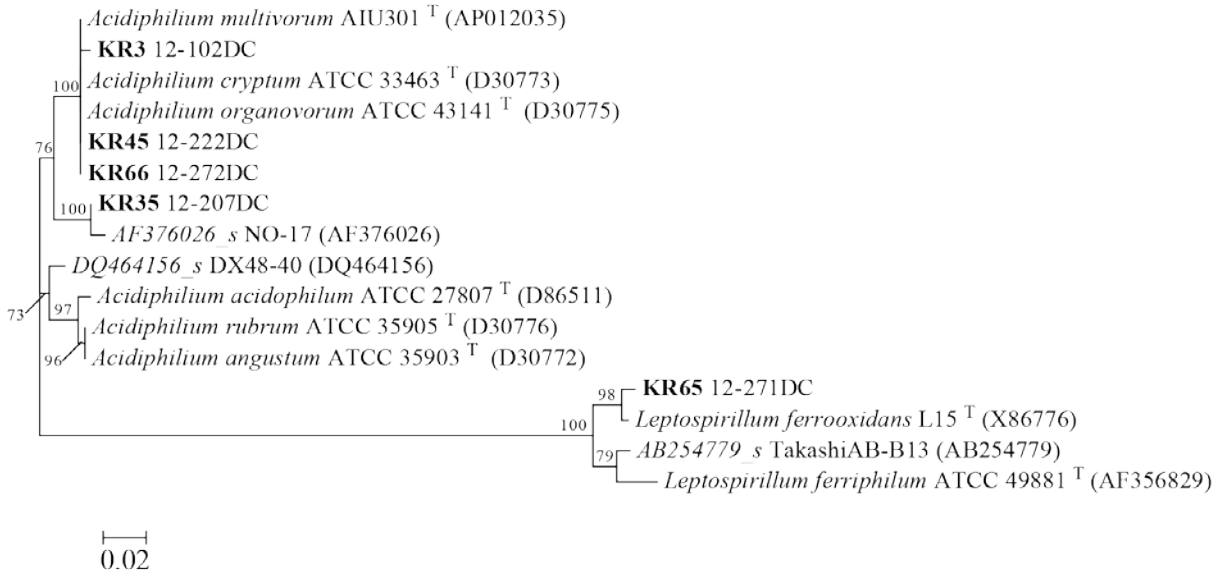


Şekil 4.89. *Acidocella* tür ve klonlarının 16S rRNA bölgesi açısından yakınlık derecelerini gösteren filogenetik ağaç.

4.5.1.4.2. Nitrospira

Yalnız bir klon (KR65) Nitrospira filumuna aittir ve %99.3 *Leptospirillum ferrooxidans* L15^T bakterisine benzemektedir. Asidik çevrelerde (pH 1.5-4) Fe içeren mineral yüzeylerinde gelişir. Aerobik, mezofilik olan bu bakteri büyümek için gerekli olan enerjiyi Fe⁺² oksidasyonundan sağlar. Sülfür bileşenlerinden enerji sağlayamaz (ex Markosyan 1972, Hippe 2000).

Acidiphilium ve *Leptospirillum* tür ve klonlarının 16S rRNA bölgesi açısından yakınlık derecelerini göstermek için filogenetik ağaç çizildi (Şekil 4.90).



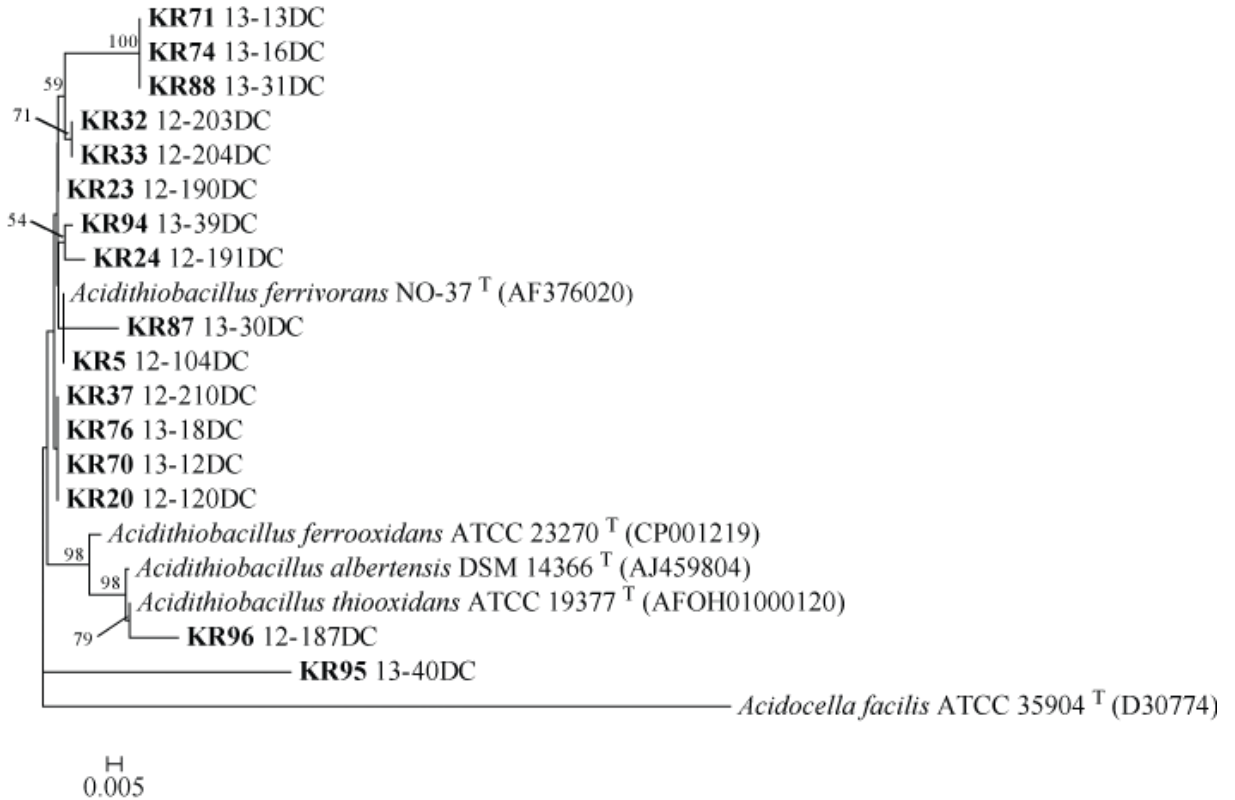
Şekil 4.90. *Acidiphilium* ve *Leptospirillum* tür ve klonlarının 16S rRNA bölgesi açısından yakınlık derecelerini gösteren filogenetik ağaç

4.5.1.4.3. Gamaproteobakteri

Gamaproteobakteri alt filumunda klonların büyük kısmı (%72.7'si) (16/22 tanesi) *Acidithiobacillus* cinsine aittir. KR5- KR95 numaralı iki klon bu cinse %95.1- %95.2 oranında benzeyen yeni türlerdir. *Acidithiobacillus* cinsine ait klonların bir çoğu (13/22) klon *Acidithiobacillus ferrivorans* NO-37^T bakterisine %98.1 ile %99.6 arasında benzerlik göstermektedir. Kemolitotrof, asidofil olan bu bakteri Fe⁺²/ S oksitleyici/Fe⁺³ indirgeyici özelliğe sahiptir (Hallberg vd., 2010). Klonların yalnız bir tanesi (KR96) *Acidithiobacillus thiooxidans* ATCC 19377^T bakterisine (%99.1 oranında) benzer çıkmıştır. Asidofil olan bu

bakteri yalnızca indirgenmiş S bileşiklerini elektron vericisi olarak kullanabilmektedir (kemolitotrof). Buna karşılık Fe^{2+} yi oksitleyememektedir (Walksman ve Joffe 1922; Kelly ve Wood 2000). Gamaproteobakteri sınıfında geriye kalan 6 klon yeni türdür. Klonlardan KR26, *Acidithiobacillus ferrooxidans* ATCC 23270^T bakterisine (%85.2 oranında) benzemektedir. Asidik maden drenaj çevrelerinde en yaygın olan *Acidithiobacillus ferrooxidans* bakterisi, ilk türlerinin keşfinden beri gerek biyoteknolojideki gerekse çevresel kirlilikteki önemi sebebiyle bir çok araştırmacının dikkatini çekmiştir. Fe^{2+}/S^- oksitleyici, Fe^{3+} indirgeyici özelliğe sahip, asidofilik bir kemolitotroftur (Temple ve Colmer 1951; Kelly ve Wood 2000). Diğer 5 klon ise (KR91, KR77, KR22, KR83, KR29) %84.3 ile %93.2 arasında değişen oranlarda *Acidithiobacillus ferrivorans* NO-37^T bakterisine benzemektedir. Düşük benzerliğe sahip bu klonlar için daha yüksek bir benzerlik sonucu NCBI veri tabanında da elde edilememiştir.

Acidithiobacillus tür ve klonlarının 16S rRNA bölgesi açısından yakınlık derecelerini göstermek için filogenetik ağaç çizildi (Şekil 4.91).



Şekil 4.91. *Acidithiobacillus* tür ve klonlarının 16S rRNA bölgesi açısından yakınlık derecelerini gösteren filogenetik ağaç

4.5.1.4.4. Betaproteobakteri

Betaproteobakteri alt filumundaki klonların (25 adet) hepsi yeni türdür. Bu bölümdeki 19 tane klon Ez-Taxon-e veri tabanında henüz yayınlanmamış (kültür edilmemiş) *DQ469205_s* SX2-14 bakterisine %97.7- %98.3 arasında benzerlik göstermektedir. Aynı klonlar NCBI veri tabanında *Ferrofum myxofaciens* PSTR bakterisine %99 benzerliktedir. Literatürde yaygın olarak kullanılan (Hallberg vd., 2006, Heinzl vd., 2009, Tan vd., 2009, Bruneel vd., 2011, Hedrich vd., 2011, Brown vd., 2011, Kay vd., 2013, Kuang vd., 2013) *Ferrofum myxofaciens* bakterisi henüz (kültür edilip yayınlanmamıştır) doğrulanmamıştır. Buna rağmen, bu bakterinin yaygın olarak asidik, demirce zengin dere ve nehirlerde sıklıkla makroskopik flama büyümeleri şeklinde gözlemlendiği belirtilmektedir (Hallberg vd., 2006). Literatürdeki benzer çalışmalar bakterinin ototrof, asidofil bir bakteri olduğunu ve Fe⁺²'yi oksitleyebildiğini ifade etmektedir (Hallberg vd., 2006, Bruneel vd., 2011). Her iki veri tabanındaki (*DQ469205_s* SX2-14 ile *Ferrofum myxofaciens* PSTR) bakterilerin birbirine benzerliği ise %98.6'dır.

Bu klonlar taksonomik olarak kültür edilmiş türler içerisinde ise, %93.3 *Ferritrophicum radicolica* CCJ^T (DQ386263) ile %91.5 *Nitrosospira multififormis* ATCC 25196^T (CP000103) benzemektedir. Diğer altı klonun (KR21-KR27-KR28-KR34-KR64-KR30) *DQ469205_s* SX2-14 bakterisine benzerliği ise daha düşüktür (%90.2- %94). Benzer şekilde bu klonlardan 5 tanesinin (KR21-KR27-KR28-KR34-KR64) *Ferrofum myxofaciens* PSTR bakterisine benzerliği de %94- %95 arasındadır. Bu altı klondan KR30 kültür edilmiş türlerden *Ferritrophicum radicolica* CCJ^T (DQ386263) bakterisine %85.5 oranında, KR21- KR27-KR28- KR34 *Pandoraea thiooxydans* ATSB16^T (EF397578) bakterisine %91.2 oranında, KR64 *Acidocella aluminiidurans* AL46^T bakterisine (AB362219) % 89.5 benzemektedir. Bu klonun betaproteobakteri alt filumuna düşük benzerliğinden ötürü filogenetik ağaçta bu gruptan uzakta alfaproteobakteri alt filumuna yakın yerde yer almıştır. Betaproteobakteri grubundaki KR30 numaralı klon NCBI veri tabanında (Uncultured bacterium partial 16S rRNA gene, clone Central-Bottom-cDNA_clone75 (HE604022) bakterisine %84 coverla %99 benzemektedir (ağaca konulmadı).

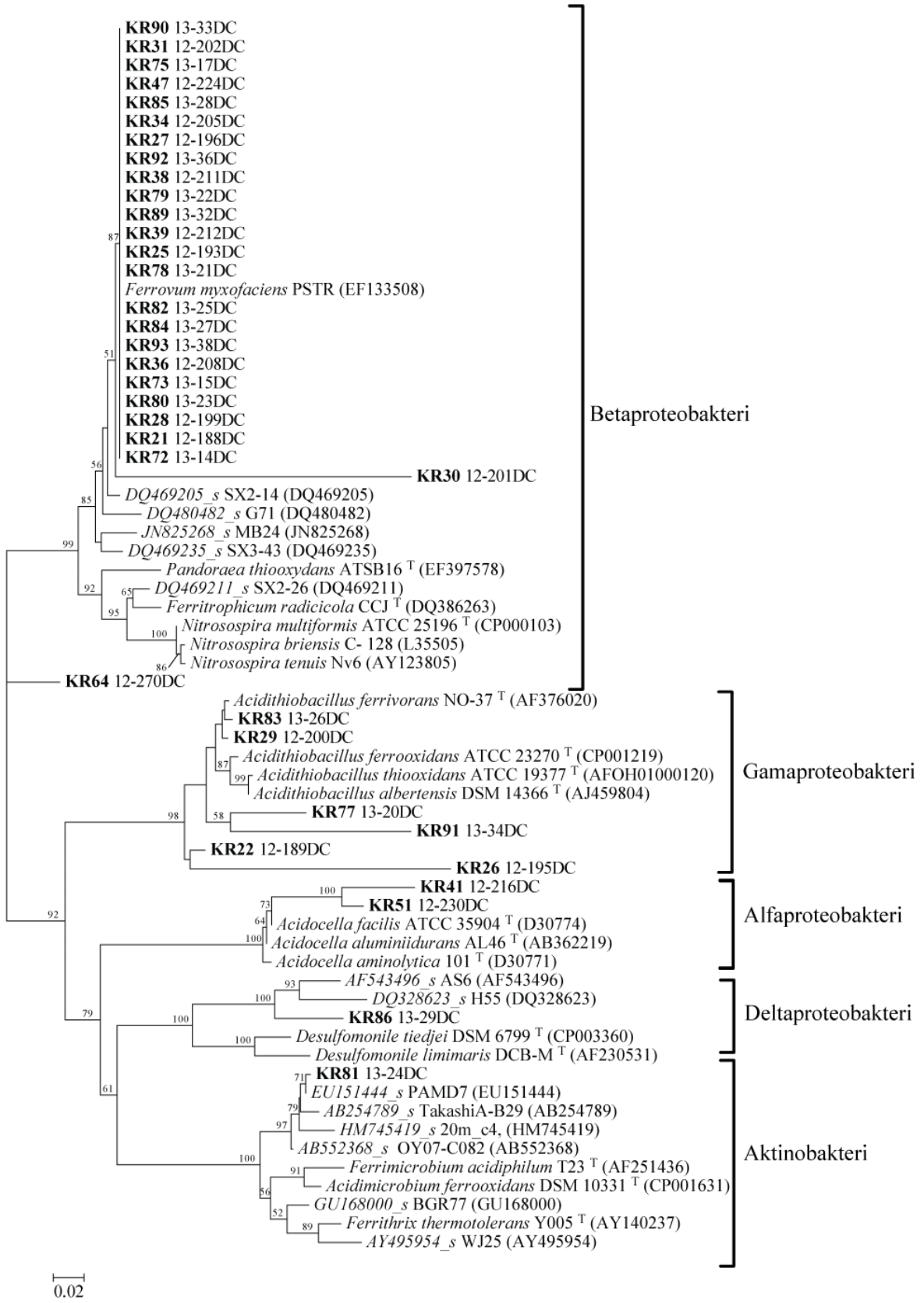
4.5.1.4.5. Aktinobakteri

Aktino bakteri filumu bir klon (KR81) ile temsil edilmektedir. Bu klon Acidimicrobiaceae ailesine mensup, *EU151444_s* PAMD7 (EU151444) yeni bir türe aittir. KR81 numaralı klonun bu türe benzerliği %99.7'dir. Kültür edilmiş türler içerisinde ise KR81 klonu, *Ferrithrix thermotolerans* Y005^T (AY140237) bakterisine % 92.6 benzerlik göstermektedir. Ekstrem asidofilik olan bu bakteri jeotermal bir alandan izole edilmiş olması sebebiyle moderate (orta dereceli) termofilik bir bakteridir. Tanımlanan demir oksitleyici bakterilerin aksine bu bakteri heterotrofdur. Maya özütülü kültürlerinde piritin oksidatif çözülmesini hızlandırmasına rağmen indirgenmiş sülfür bileşenlerini oksitleyemez (Johnson vd., 2009).

4.5.1.4.6. Deltaproteobakteri

Deltaproteobakteri alt filumundaki tek klon (KR86) *AF543496_s* AS6 (AF543496) bakteriye % 94 oranında benzerlik göstermektedir. Bu klon kültür edilmiş türlerden *Desulfomonile tiedjei* DSM 6799^T (CP003360) bakterisine %86.68 benzemektedir. Bu bakteri sülfat indirgen özelliğe sahip bir bakteridir (DeWeerd vd., 1990).

Kültür edilmemiş yeni tür ve klonlarınının 16S rRNA bölgesi açısından yakınlık derecelerini göstermek için filogenetik ağaç çizildi (Şekil 4.92).



Şekil 4.92. Kültür edilmemiş yeni tür ve klonlarının 16S rRNA bölgesi açısından yakınlık derecelerini gösteren filogenetik ağaç.

5. İRDELEME

5.1. Kirlenmiş Su Örnekleri ile Dere Kumlarının Kirlilik Düzeyinin Karşılaştırması

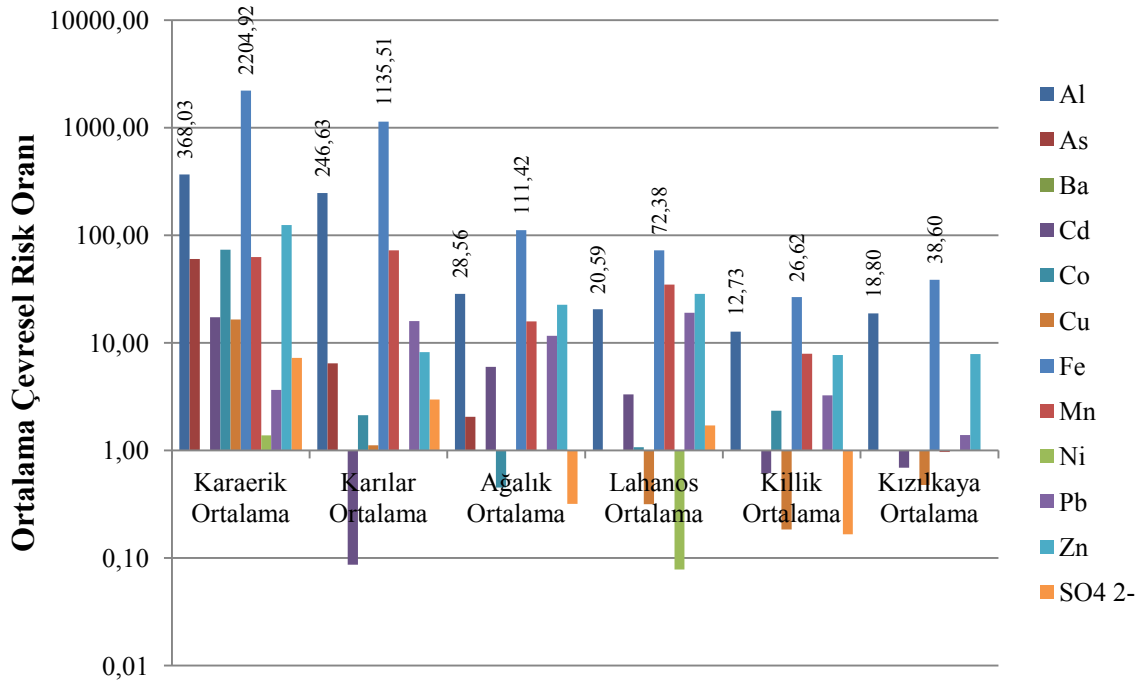
Espiye yöresi maden sahaları çevresinden derlenen su ve dere kumu örnekleriyle element dağılım profilleri her iki tür örnek grubunda detaylı olarak çalışılmıştır. Su örneklerinin kirlilik derecesi ortalama çevresel risk oranı ile belirlenmiştir. Buna karşın dere kumları jeoakümülyasyon indeksi yardımıyla değerlendirilmiştir. Su ve dere kumu örnekleri bu iki değer türü kullanılarak karşılaştırıldığında, kirlilik düzeylerinin örnek türüne göre farklılık arz ettiği görülmektedir.

Demir, su örnekleri içerisinde kirlilik düzeyi en yüksek olan elementtir (Tablo 5.1 ve Şekil 5.1). Yöredeki tüm maden sahaları birlikte ele alındığında, demir bakımından en yüksek kirlilik değerleri Karaerik sahasında, en düşük kirlilik düzeyi ise Killik sahasından elde edilmiştir. Bu bağlamda genel sıralama Karaerik> Karılar> Ağalık> Lahanos> Kızılkaya>Killik şeklindedir. Fe' e ait dağılım haritasında bu durum rahatlıkla gözlenmektedir (Ek Şekil 3). Demir kadar olmasa da yörede işletilmiş olan tüm maden sahaları ve yakın çevresinde cevher bünyesinde bulunan Cu, Zn ve Pb gibi metaller de önemli kirleticiler olarak tespit edilmiştir. Bu kirleticiler arasında Cu, dağılım haritasında görüldüğü gibi, Karaerik sahasında özellikle galeri deşarjı etkisindeki Acısu Dere boyunca en yüksek konsantrasyon değerlerine çıkmaktadır (Ek Şekil 4). Buna paralel şekilde bu elementlere kaynak teşkil eden sülfürlü minerallerin oksidasyonu sonucunda gelişen sülfat suya karışarak, Fe ile Cu' da olduğu gibi en yüksek değerlerine Karaerik Maden sahasında erişmektedir (Ek Şekil 5).

Su örneklerinin aksine, dere kumlarındaki Fe zenginleşmesi daha farklı bir seyir izlemektedir. Ortalama jeoakümülyasyon (I_{geo}) değerleri -0.04 ile 1.96 arasında değişmekte olup, en yüksek değerler Karılar maden sahasından, en düşük değerler ise Lahanos maden sahasından elde edilmiştir. Demir açısından genel sıralama Karılar> Killik> Karaerik> Kızılkaya> Ağalık> Lahanos şeklindedir (Tablo 5.2). Bu genel I_{geo} değerleri demirin dere kumlarında çok üst düzeyde bir kirlenme düzeyine erişmediğini, alüvyal malzemenin demir açısından kirletilmemiş ile kısmen kirletilmiş olarak sınıflandırılabilceğini göstermiştir.

Tablo 5.1. Kuru sezon kirlenmiş su örneklerinde hesaplanan ortalama çevresel risk oranları

Ort. ÇRO	Karaerik Ortalama	Karılar Ortalama	Ağalık Ortalama	Lahanos Ortalama	Killik Ortalama	Kızılkaya Ortalama
Al	368.03	246.63	28.56	20.59	12.73	18.80
As	60.03	6.47	2.06	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	17.31	0.09	5.96	3.32	0.61	0.69
Co	73.58	2.12	0.45	1.07	2.35	0.00
Cu	16.52	1.11	0.00	0.32	0.18	0.48
Fe	2204.92	1135.51	111.42	72.38	26.62	38.60
Mn	62.86	72.38	15.85	34.77	7.95	0.97
Ni	1.38	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
Pb	3.65	15.99	11.59	19.01	3.26	1.39
Zn	124.52	8.22	22.59	28.43	7.73	7.85
SO ₄ ²⁻	7.27	2.97	0.32	1.70	0.17	0.00



Şekil 5.1. Espiye yöresinde çalışılan eski maden işletmeleri çevresinden alınan kirlenmiş su örneklerinden hesaplanan ortalama çevresel risk oranlarının grafiksel gösterimi.

Demir elementinden sonra su örneklerinde kirlenmeye sebebiyet veren ikinci element Al' dur. Cevher minerallerinin oksitlenme işlemi süresince gelişen yüksek asidite, cevher minerallerine eşlik edebilecek gang minerallerinin (klorit, muskovit, feldispat) de hidrolizini hızlandırır ve bu minerallerin bileşiminde bulunan elementleri (örneğin; Al

158.14 mg/l ve Mg 126.1 mg/l önemli ölçüde hareketlendirir (Sánchez-España vd., 2005a). Sonuçta tüm saha genelinde bu aralıkta değişim gösteren alüminyum değerleri kirleticilik düzeyi açısından Karaerik>Karılar>Ağalık>Lahanos>Kızılkaya>Killik şeklinde sıralanmıştır. Buna karşın dere kumlarında hesaplanan ortalama jeoakümülyasyon değerleri Al için negatif sonuç vermektedir (Tablo 5.2). Çünkü çözünen Al, düşük pH nedeniyle çözelti içinde kalarak belli bir mesafe taşınmış ve gerek başka sularla seyrelme ve gerekse oluşan yeni kimyasal / mineralojik reaksiyonlar nedeniyle pH' ın yükselmesine bağlı olarak başlıca kalkoalümit olarak çökelmiştir. Bu tür çökeltilere özellikle Karaerik Madeni yakınında cüruf etkisi altındaki vadi boyunca rastlanmıştır. Ayrıca cüruf yüzeylerinde tespit edilen minerallerin Fe ve Al oksid-hidroksitler şeklinde olması sudaki bu elementlerin kaynağının atıklar olduğunu doğrular niteliktedir.

Tablo 5.2. Kirilenmiş dere kumlarında hesaplanan ortalama jeoakümülyasyon (I_{geo}) indeksi değerleri

Ort. I_{geo}	Karaerik Madeni	Karılar Madeni	Ağalık Madeni	Lahanos Madeni	Killik Madeni	Kızılkaya Madeni
Ag	5.35	4.67	4.66	2.27	4.67	5.01
Al	-0.85	-1.48	-0.94	-0.61	-1.05	-0.98
As	4.59	4.04	3.39	2.37	4.39	3.57
Au	6.86	6.35	5.08	4.77	5.97	5.71
Ba	3.93	4.18	2.61	1.45	3.70	4.35
Cd	1.01	1.74	0.38	0.61	3.79	3.05
Co	0.97	-0.06	-1.12	-0.44	0.23	-1.55
Cr	-0.22	-0.17	-0.61	0.32	-0.01	-0.37
Cu	4.81	4.11	2.99	2.82	5.64	3.48
Fe	1.10	1.96	0.79	-0.04	1.40	0.87
Hg	4.62	4.29	3.97	3.71	5.04	5.64
Mn	-1.31	-2.43	-1.99	-1.82	-2.30	-2.48
Mo	5.47	3.64	3.58	4.89	3.36	3.31
Ni	-0.54	-1.32	-0.55	0.28	-0.71	-0.49
Pb	4.07	3.25	3.12	2.37	3.72	3.52
S	3.31	5.73	2.35	2.97	5.04	4.24
Zn	1.25	2.09	0.15	0.68	3.15	2.31
Toplam	44.42	40.59	27.84	26.59	46.03	39.20

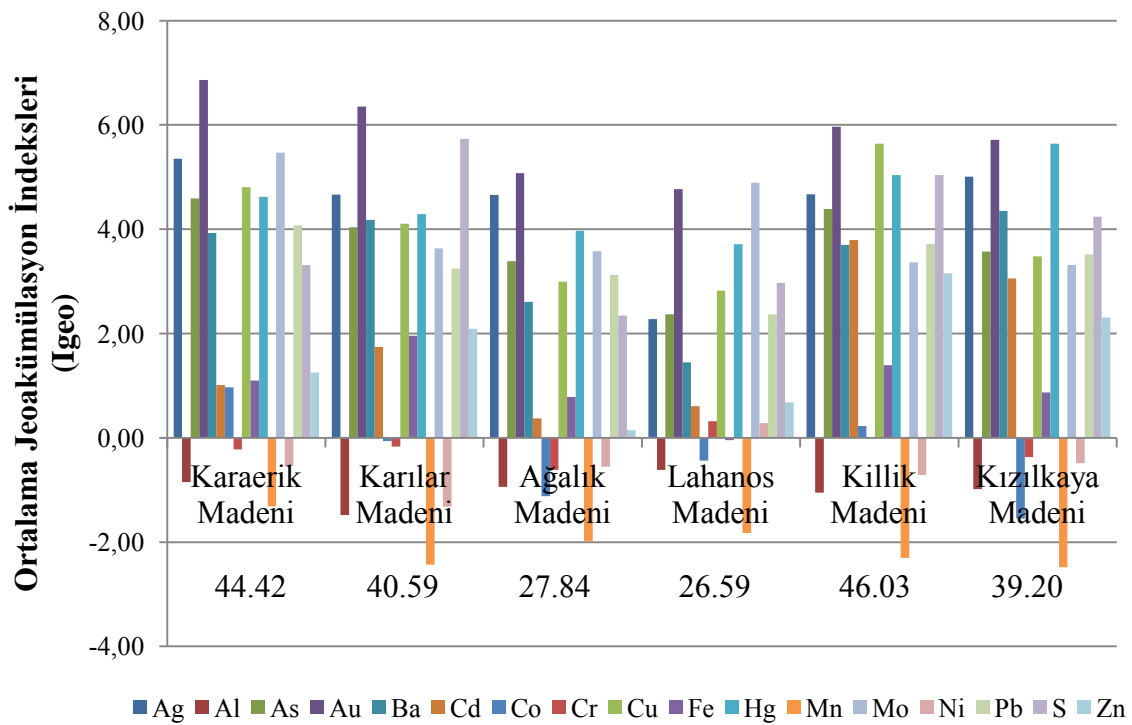
Çevresel risk açısından en büyük değerleri veren Karaerik ve Karılar madenleri aslında Lahanos ve Killik ile kıyaslandığında çok daha küçük ölçekli madenlerdir. Lahanos

halen işletilmekte olan, Killik ise yakın zamanlara kadar çalıştırılan maden işletmeleridir. Karaerik ve Karılar ise uzun zaman önce işletilmiş ve terkedilmiş maden sahalarıdır. Rezervi ve çevreye bırakılan atığı itibarıyla çok daha büyük boyutlu olan Lahanos ve Killik'te risk değerlerinin düşük çıkması aslında beklenen bir durumdur. Zira, çevresel kirlenme asit maden drenajı oluşumu ile doğrudan ilgilidir (Cravotta, 1994, Evangelou 1995, Gray, 1996a, Darvis vd., 2000, Jarvis ve Younger, 2000, Conklin vd., 2001, Roy vd., 2003, Sánchez-España vd., 2005a, Roychoudhury ve Starke, 2006, Chen vd., 2007, Sarmiento vd., 2009, Equeenuddin vd., 2010, Bhuiyan vd., 2010). Bu maden sahalarında üretim ile birlikte atıkların tahliyesi esnasında asit maden drenajını önlemek için pH yükseltici önlemler alınması nedeniyle çevredeki sulara asit oluşumu düşük seviyelerde kalmaktadır. Buna karşın Karaerik, Karılar ve Ağalık madenlerinde atıklar üzerinde herhangi bir koruyucu önlem alınmadığından asit maden oluşumu fazlasıyla gerçekleşmektedir. Lahanos madeninde ileriki yıllarda maden üretiminin durması sonucunda bahsedilen elementler açısından çok daha tehlikeli değerlere ulaşabilecek çevresel risk oranları beklenebilir.

Dere kumlarının bütün olarak değerlendirilmesi ilginç sonuçlar vermektedir. Al ve Mn tüm sahalarda negatif değerler sunarak herhangi bir kirlenmenin olmadığını göstermiştir (Tablo 5.2 ve Şekil 5.2). Bunlara ilaveten Co, Cr ve Ni sahalarda çoğunda negatif değerler sunmuştur. Her bir sahada kirlenmiş olduğu görsel olarak izlenebilen vadilerden alınan örneklerden hesaplanmış olan jeoakümüülasyon indekslerinin ortalama değerlerinin toplamı göreceli olarak maden sahalarındaki dere kumlarında ağır metal zenginleşmesini yansıtabilir. Buna göre ağır metal zenginleşme düzeylerine göre madenler Killik>Karaerik>Karılar>Kızılkaya>Ağalık>Lahanos şeklinde sıralanmaktadır (Tablo 5.2, Şekil 5.2). Burada Lahanos Madeninin düşük değerler sunması ağır metallerin atık havuzunda tutulmasından kaynaklanmadır. Diğer sahalarda ise atıklar doğrudan çevreye bırakılmıştır. Killik madeni, Lahanos'tan sonra rezervi en büyük olan madendir ve en fazla cevher üretmiş olandır. Bu nedenle oradan çevreye çok daha fazla ağır metal yayılımı beklenen bir gelişmedir. Buna göre çevresel anlamda dere kumları içinde en fazla zenginleşen element bakırdır. Dere kumlarındaki Cu' a ait dağılım haritasında bu durum rahatlıkla gözlenmektedir (Ek Şekil 6). Hg, Mo, As, Pb ve Zn bakır izleyen diğer elementlerdir. Bu elementlerden Cu için en yüksek değerlere Killik, As ve Pb için de Karaerik madeninde ulaşılmaktadır. Çinkoda ise Killik en yüksek Igeo değerlerini sunarken, Kızılkaya Karılar onu takip eder şekildedir (Tablo 5.2). Hg ve Mo için en yüksek

ortalama değerlere de sırasıyla Kızılkaya ve Karaerik madenlerinde ulaşılmaktadır. Ayrıca Au ve Ag Karaerik, Karılar, Ağalık, Killik ve Kızılkaya Madenleri çevrelerinde son derece yüksek zenginleşme göstermektedir.

Gray (1999), bazı metalleri toksiditesine göre $Hg > Cd > Cu > Zn > Ni > Pb > Cr > Al > Co$ şeklinde sıralamıştır. Hg sulara dedeksiyon limitinin ($0.1 \mu g/l$) altında bulunmaktadır. Buna karşın dere kumlarında özellikle Killik ve Kızılkaya sahalarında önemli miktarda zenginleşme göstermektedir (Tablo 5.2). Bu sıralamada ikinci sırada bulunan Cd ve onu takip eden Cu ve Zn en yüksek değerlerine su örneklerinde Karaerik madeni çevresinden, dere kumlarında ise Killik madeni çevresinden alınan örneklerde ulaşmaktadır. Ni, Cr, Al ve Co dere kumlarında negatif değerler sunmaktadır. Su örneklerinde ise Al zenginleşme göstermekte ve özellikle Karaerik maden sahasında en yüksek çevresel risk oranları sunmaktadır. Pb ise en yüksek değerine su örneklerinde Lahanos madeni çevresinden, dere kumu örneklerinde ise Karaerik madeni çevresinden alınan örneklerde ulaşmaktadır.



Şekil 5.2. Esiye yöresinde çalışılan eski maden işletmeleri yakın çevresinden alınan (kirlenmiş) dere kumu örneklerinden hesaplanan ortalama jeoakümülyasyon indeksi değerlerinin grafiksel gösterimi

5.2. Asit Maden Drenaj Oluşumu ve İkincil Mineraller

Madenlerin etkilediği alanlarda kirliliğin şiddetini tarif edebilmek için bir çok araştırmacı farklı sınıflamalar geliştirmiştir. Bunlar arasında en yaygın olanlarından biri Plumlee vd. (1999) tarafından önerilen Ficklin sınıflamasıdır. Su örneklerindeki Zn, Cu, Cd, Pb, Co ve Ni konsantrasyonları toplamındaki farklılıklar, su kimyası üzerinde çeşitli jeolojik kontrolleri ayırmayı sağlarlar (Plumlee vd., 1999). pH, bu su örneklerinin metal içeriğine direk etki eder. Ficklin diyagramı, su içerisinde çözülmüş olan baz metaller (Zn, Cu, Cd, Pb, Co ve Ni) toplamının pH' a karşı jeokimyasal sınıflandırıldığı yaygın olarak kullanılan bir diyagramdır. Bu diyagramda kuru sezon örnekleri 5 grup sunmaktadır (Şekil 4.12): 1) yüksek asit-yüksek metal-yüksek asit-çok yoğun metal grubu (Karaerik Madeni çevresinden alınan kirlenmiş örnekler), 2) yüksek asit-yüksek metal grubu (Karılar Madeni çevresinden alınan kirlenmiş örnekler), 3) asit-yüksek metal grubu (Karaerik, Killik, Kızılkaya, Ağalık, Lahanos Madenleri çevresinden alınan kirlenmiş örnekler ile Lahanos Madeni atığı), 4) nötr civarı-düşük metal grubu (Madenlerin etkilerinden uzak kesimlerden alınan kirlenmemiş örnekler, içme suyu örnekleri, referans örnekleri, Yağlı Dere ile Yağlı Dere' ye dökülen dere suyu örnekleri, Gelevera Dere' ye dökülen dereler ile Espiye merkezden geçen dere suyu örnekleri), 5) asit- düşük metal grubu (Lahanos Madeni ile Kızılkaya Madeni ve Koz Köy çevresinden, maden etkilerinden uzak kesimlerden alınan kirlenmemiş örnekler ile bazı içme suyu örnekleri).

Diğer bazı araştırmacılar (Horton, 1965 ve Anon, 1976) tarafından su kalitesini tanımlayabilmek için kullanılan indeksler Gray (1996b) tarafından geliştirilerek yaygın kullanıma sahip bir hale getirilmiştir. Asidik Maden Drenaj İndeksi (AMDI) olarak adlandırılan bu indeks drenaj sularındaki kirlilik miktarını sayısal olarak belirlemek, sınıflandırmak ve kirlenmiş bölgelerin ne kadar ıslah edildiğini görmek için kullanılmaktadır. AMDI hesaplamasında yedi parametre (q_i) kullanılmaktadır. Bu parametreler pH, SO_4^{2-} , Fe, Zn, Al, Cu, ve Cd' dur. AMDI değerleri, her bir parametre için Tablo 5.3'te belirtilen su kalite oranları ($q_i w_i$) kullanılarak aşağıda belirtilen denklem yardımıyla hesaplanır (Gray, 1996b):

$$AMDI = [\sum(\text{su kalite değerleri})]^2 / 100 \quad (5.1)$$

Tablo 5.3. Asidik maden drenajı ve kirletilmiş yüzey ile yer altı sularına ait su kalite değerleri q_i/w_i (Gray, 1996b)

Değer	pH	SO ₄ (mg/l)	Fe (mg/l)	Zn (mg/l)	Al (mg/l)	Cu (mg/l)	Cd (µg/l)
25		<10					
24		10–14					
23		15–29					
22		30–49					
21		50–99					
20	>6.5	100–199					
19	6.2–6.4	200–299					
18	5.9–6.1	300–399					
17	5.6–5.8	400–499					
16	5.2–5.5	500–599					
15	4.9–5.1	600–799	<0.05				
14	4.5–4.8	800–999	0.05–0.99				
13	4.1–4.4	1,000–1,499	1.00–4.99				
12	3.9–4.0	1,500–1,999	5.00–9.99	<0.05			
11	3.7–3.8	2,000–3,999	10–24	0.05–0.49			
10	3.5–3.6	4,000–5,999	25–49	0.5–0.9	<1.0		<10
9	3.3–3.4	6,000–7,999	50–99	1.0–4.9	1.0–4.9		10–24
8	3.1–3.2	8,000–9,999	100–149	5.0–9.9	5.0–9.9	<0.05	25–49
7	2.9–3.0	10,000–11,999	150–199	10–24	10–24	0.05–0.99	50–99
6	2.7–2.8	12,000–13,999	200–249	25–49	25–49	1.0–4.9	100–249
5	2.5–2.6	14,000–15,999	250–499	50–74	50–99	5.0–9.9	250–499
4	2.3–2.4	16,000–17,999	500–749	75–99	100–299	10–24	500–749
3	2.1–2.2	18,000–19,999	750–999	100–249	300–799	25–49	750–999
2	1.8–2.0	20,000–21,999	1,000–1,999	250–499	800–1,199	50–99	1,000–1,499
1	1.5–1.7	22,000–24,999	2,000–2,999	500–749	1,200–1,999	100–249	1,500–1,999
0	<1.4	>25,000	>3,000	>750	>2,000	>250	>2,000

Herhangi bir parametre ölçülmediği takdirde düzeltme faktörü devreye girer. Düzeltme faktörünün hesabında $[1/\text{yeni toplam}/100]$ kullanılır. Düzeltme faktörü hesaplanırken her bir parametrenin Tablo 5.4' de belirtilen ağırlık yüzde değerleri göze alınarak aşağıdaki formül ile hesaplama yapılır.

$$\text{AMDI} = [\sum(\text{su kalite değerleri} * \text{düzeltme faktörü})]^2 / 100 \quad (5.2)$$

Tablo 5.3'te belirtilen tüm parametreler bu çalışma kapsamında mevcut olduğundan herhangi bir düzeltme yapılmasına gerek yoktur. Elde edilen değerler ne kadar düşükse kirlenme o derecede fazladır. AMD kirliliğin kompleks halidir ve çözülmüş metal konsantrasyonları çevre kayaçların jeolojisine bağlıdır (Gray ,1996b). Çözülmüş metal konsantrasyonları genellikle pH' bağlı olup, pH düştükçe artar.

Tablo 5.4. AMDI hesaplamasında kullanılan parametreler ve ağırlıkları (Gray, 1996b)

Parametreler (i)		Ağırlık (w)
1	pH	0.2
2	Sülfat (mg/l)	0.25
3	Fe (mg/l)	0.15
4	Zn (mg/l)	0.12
5	Al (mg/l)	0.1
6	Cu (mg/l)	0.08
7	Cd (μ g/l)	0.1
Toplam ağırlık		1

Kuru sezonda madenlerin etkilediği örnek noktalarına Asidik Maden Drenaj İndeksi uygulaması yapılmış olup, sonuçlar Tablo 5.5' te gösterilmektedir. Karaerik Madeni sahasında galeri deşarjının olduğu Acısu Dere boyunca alınan örneklerin ortalama AMDI değeri en düşük (12.86) değeri göstermektedir. Aynı madende örneklenen diğer cüruf etkisi altındaki dere boyunca alınan örneklerin AMDI ortalaması ise 53.34 olarak hesaplanmıştır. Bu değer Karılar Madeninden elde edilen değerden (35.58) büyüklük olarak hemen sonra gelmektedir. Her iki dereden elde edilen değerlerin ortalaması alındığında Karaerik Madeni için elde edilen AMDI değeri (33.10), hesaplanan madenler arasında en düşük AMDI değeridir. En düşük AMDI değerine sahip maden kirliliğin en etkili olduğu madendir. Hesaplanan ortalama AMDI değerlerine göre madenler Karaerik> Karılar> Ağalık> Lahanos> Kızılkaya> Killik şeklinde sıralanmaktadır (Tablo 5.5).

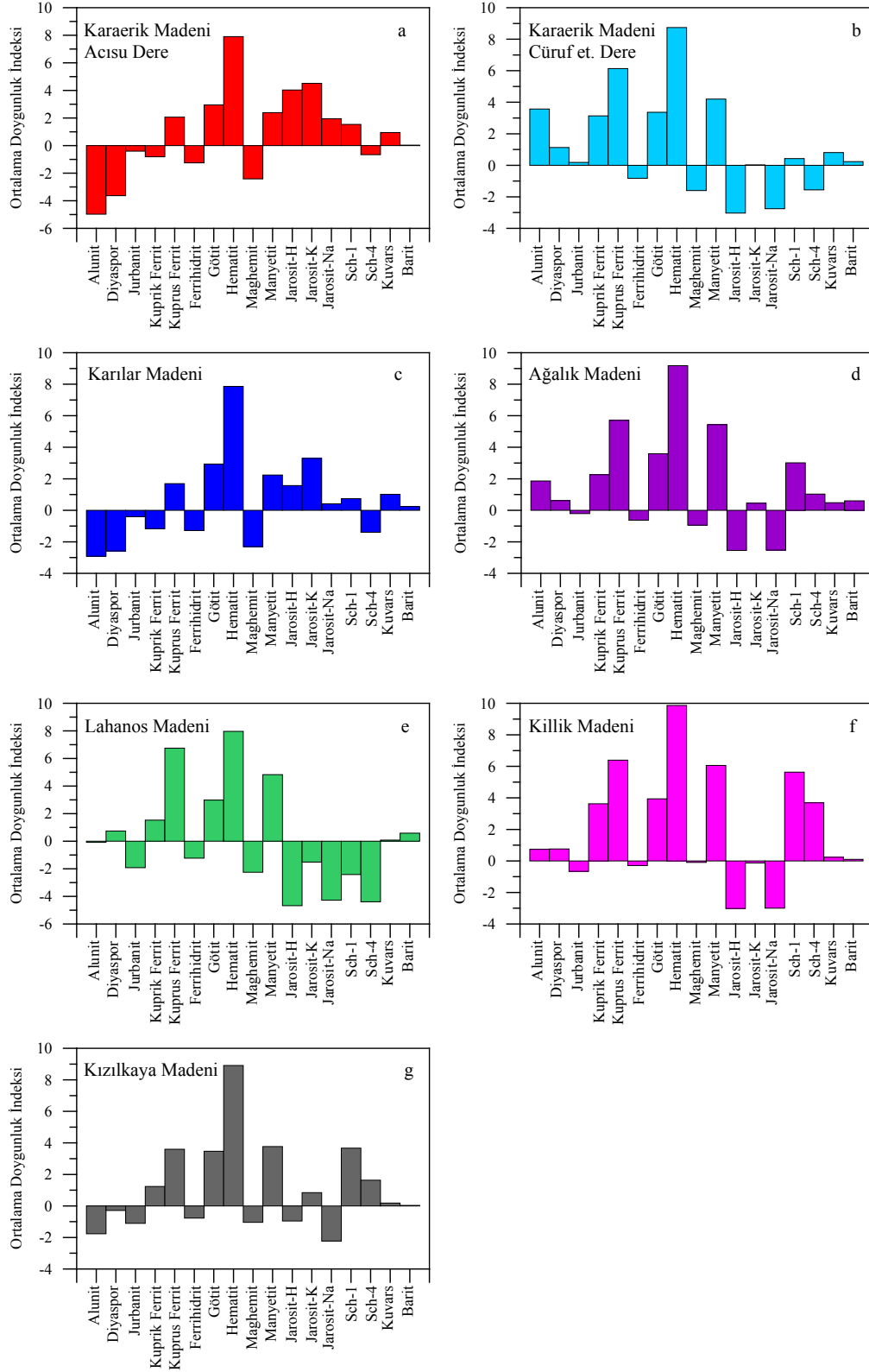
Tablo 5.4'te belirtildiği gibi AMDI indeksinde pH ve SO_4^{2-} ağırlıkça en yüksektir. Madenler için hesaplanan ortalama pH ve SO_4^{2-} değerleri dikkate alındığında en düşük pH ve en yüksek SO_4^{2-} değerleri Karaerik Maden sahası Acısu Dere boyunca yapılan ölçümlerden elde edilmiştir (Tablo 5.5). AMDI indeksi sonuçlarından da anlaşıldığı üzere en şiddetli kirlenmeye maruz kalan maden Karaerik Maden sahasıdır.

Asidik maden sularında yapılan doygunluk indeksi hesaplamalarına göre çalışılan maden çevrelerinde, en yaygın bulunan fazlar başlıca demir içermektedir. Fe içeren bu fazlar götit, hematit, maghemit, manyetit, schwertmannit, jarosit ve ferrihidrit olarak belirlenmiştir (Tablo 4.28, 4.29 ve Şekil 5.2a-g).

Tablo 5.5. Kuru sezon kirlenmiş su örneklerinde hesaplanan AMDI değerleri

Örnek Yeri	Örnek No	pH	SO ₄ ²⁻	Al	Cd	Cu	Fe	Zn	Σ (q _i *w _i)	AMDI
Karaerik Madeni	KR-1	3	10	4	6	2	2	5	32	10.24
	KR-2	5	10	4	6	2	2	6	35	12.25
	KR-3	5	11	4	6	2	3	6	37	13.69
	KR-4	5	11	4	6	2	4	6	38	14.44
	KR-5	3	11	4	6	3	4	6	37	13.69
	Acısu D. Ort.	4.2	10.6	4	6	2.2	3	5.8	35.8	12.86
	KR-6	15	19	9	10	5	14	9	81	65.61
	KR-7	13	18	8	10	6	11	9	75	56.25
	KR-8	9	16	7	9	4	11	7	63	39.69
	KR-9	12	17	7	9	4	14	8	71	50.41
	KR-10	13	18	8	9	4	14	8	74	54.76
	Cüruf et. D. Ort.	12.4	17.6	7.8	9.4	4.6	12.8	8.2	72.8	53.34
Genel Ortalama	8.3	14.1	5.9	7.7	3.4	7.9	7	54.3	33.10	
Karılar Madeni	KR-17	6	13	5	10	6	7	9	56	31.36
	KR-18	5	13	6	10	5	5	9	53	28.09
	KR-19	5	12	5	10	4	4	9	49	24.01
	KR-20	6	15	5	10	6	10	9	61	37.21
	KR-21	7	16	5	10	6	11	9	64	40.96
	KR-22	9	18	6	10	6	13	10	72	51.84
	Ortalama	6.33	14.50	5.33	10.00	5.50	8.33	9.17	59.17	35.58
Ağalık Madeni	A-1	9	20	8	8	7	11	9	72	51.84
	A-4	7	17	7	6	7	8	7	59	34.81
	LAH-3	15	18	9	9	6	12	9	78	60.84
	LAH-6	14	18	9	9	7	12	9	78	60.84
	LAH-7	14	18	9	9	7	12	9	78	60.84
	A-5	13	21	9	10	7	14	11	85	72.25
	Ortalama	12	18.67	8.5	8.5	6.83	11.5	9	75	56.90
Lahanos Madeni	LAH-2	10	16	8	10	7	12	10	73	53.29
	LAH-8	13	17	9	9	7	12	9	76	57.76
	LAH-9	13	17	9	9	7	12	9	76	57.76
	LAH-10	12	16	9	9	7	12	9	74	54.76
	LAH-12	13	17	9	9	7	12	9	76	57.76
	LAH-13	20	17	10	10	8	15	12	92	84.64
	LAH-25	14	14	9	10	7	11	10	75	56.25
	LAH-26	8	17	7	10	6	9	9	66	43.56
	LAH-27	19	13	10	10	8	13	10	83	68.89
	LAH-43	15	13	8	6	5	10	6	63	39.69
Ortalama	13.70	15.70	8.80	9.20	6.90	11.80	9.30	75.40	57.44	
Kıllık Madeni	LAH-34	10	17	8	9	6	12	9	71	50.41
	LAH-36	10	21	9	10	6	13	9	78	60.84
	LAH-38	14	21	9	10	7	14	11	86	73.96
	LAH-39	15	21	10	10	7	14	11	88	77.44
	LAH-44	17	18	10	9	7	11	9	81	65.61
	LAH-45	11	21	9	10	7	13	9	80	64
	Ortalama	12.83	19.83	9.17	9.67	6.67	12.83	9.67	80.67	65.38
Kızılkaaya Madeni	LAH-48	8	19	8	9	5	11	9	69	47.61
	LAH-49	9	20	9	10	6	11	9	74	54.76
	LAH-50	11	21	9	10	7	13	10	81	65.61
	LAH-52	18	23	10	10	7	15	11	94	88.36
	LAH-58	10	21	9	10	6	13	10	79	62.41
	Ortalama	11.2	20.8	9	9.8	6.2	12.6	9.8	79.4	63.75

Jarosit pH bakımından oldukça asidik koşullarda oluşmaktadır (Murad ve Rojik, 2003). Buna karşın schwertmannitin pH değeri 3 ve 4 arasında baskın olduğu; ferrihidrit ve götit minerallerinin ise pH'ın 5-7 arasında olduğu durumlarda oluştuğu ifade edilmiştir (Murad ve Rojik, 2003). Bu çalışma kapsamında jarosit-K'nın Lahanos ve Killik maden sahalarından alınan bazı örneklerde pozitif sonuçlar göstermesine karşın, genel ortalama değerlerinin gösterildiği grafiksel gösterimde negatif değerlere sahip örneklerin daha yüksek sonuçlar vermesinden ötürü negatif gözükmektedir (Şekil 5.3). Ancak Lahanos ve Killik sahalarında da jarosit-K mineraline aşırı doymuk örnekler bulunmaktadır. Zira Killik madeni galeri çökelinin XRD çekimi sonucu elde edilen jarosit-K bunu destekler niteliktedir (Şekil 4.37a). Karaerik, Karılar, Ağalık ve Kızılkaya maden sahalarında ise jarosit-K pozitif sonuçlar göstermektedir. Karaerik Maden sahasındaki pH'ın 2.75 olduğu Acısu Dere üzerinden alınan çökel örneğinin (KE-S4-1) XRD değerlendirmesi sonucunda ferrihidrit mineraline rastlanmıştır (Şekil 4.39a). Yapılan doymukluk hesapları bunu doğrular nitelikte olup, bu noktalardan (KR-3 ve KR-4) alınan su örneklerinde doymukluk indeksi sonuçları ferrihidrit minerali için pozitif sonuç vermektedir. Ancak Acısu Dere boyunca alınan diğer üç nokta (KR-1, KR-2 ve KR-5) ferrihidrit minerali için negatif sonuç göstermektedir. Bu sebeple Acısu Dere boyunca minerallerin ortalama doymukluk indekslerinin yer aldığı grafiksel gösterimde ferrihidrit mineralinin negatif doymukluk indeksine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 5.3a). Kawano ve Tomita (2001) tarafından verilen log K değerine (7.06) göre yapılan hesaplamada, schwertmannit minerali (Sch-1) Lahanos madeni dışındaki tüm sahalardan alınan örneklerde pozitif sonuçlar vermektedir (Şekil 5.3a-g). Bir çok örnekte Sch-1'e benzer sonuçlar gösteren Sch-4, ortalama doymukluk indeksi değerleri dikkate alındığında, farklı sonuçlar sunmaktadır. Sch-4'ün Karaerik, Karılar ve Lahanos Madeni çevresinden alınan örneklerden hesaplanan ortalama doymukluk indeksi değerleri negatif çıkmaktadır. Ancak örnekler arasında pozitif değerlere sahip olanlar da bulunmaktadır. Negatif değerlerin yüksek olmasından ötürü grafiksel gösterimde ortalama doymukluk indeksi değerleri negatif gözükmektedir. Acısu Dere üzerinden alınan KR5-SEC çökel örneğinde schwertmannit minerali tespit edilmiştir (Şekil 5.4). Ferrihidrit ve schwertmannit minerallerinin çözünürlükleri ve bileşimsel değişiklikleri (çeşitlilikleri) hala tartışılmaktadır.



Şekil 5.3. Kuru sezonda alınan kirlenmiş su örneklerindeki bazı minerallere ait ortalama doygunluk indeksi değerlerinin maden sahalarına göre dağılımı. a) Karaerik Madeni Acısu Dere, b) Karaerik Madeni cüruf etkisi altındaki dere, c) Karılar Madeni, d) Ağalık Madeni, e) Lahanos Madeni, f) Killik Madeni ve g) Kızılıkaya Madeni

Bu mineraller duraysızdırlar ve kristal kafeslerindeki sülfat ve absorblanan türlerin varlığı ile hızlı şekilde götit mineraline dönüşürler (Yu vd., 1999). Götit (FeOOH) asidik maden drenajlarında sıklıkla bulunan diğer bir mineraldir. Düşük çökeltme kinetiğine sahip olmasından ötürü asidik maden drenajlarında genellikle doğrudan çökeltmez. Bahsedilen Fe oksihidroksit-sülfatların dönüşümü ile oluşur (Bigham vd., 1996; Nordstrom ve Alpers, 1999; Acero vd., 2006).

Demir minerallerine ait doygunluk indeksi sonuçları madenlerde ilginç benzerlikler göstermektedir. Götit ve hematit tüm madenlerde pozitif doygunluk indeksine sahiptir (Tablo 4.28, Tablo 4.29 ve Şekil 5.3). Örneklerin büyük çoğunluğu her iki sezonda da manyetit bakımından aşırı doygunudur. Kuru sezonda daha az sayıda örnek maghemite aşırı doygun iken, yağışlı sezonda daha fazla sayıda örnek maghemite aşırı doygun çıkmaktadır. Grafıksel gösterimde genel ortalama değerler alındığından negatif çıkan doygunluk indeksi değerlerinin yüksek olması genel ortalamaya yansımış olup, tüm madenlerde bu mineralin negatif sonuçlar göstermesine sebebiyet vermiştir.

Kuru ve yağışlı sezonda, Fe çözünlüğü yukarıda anlatılan mineraller tarafından kontrol edilir. Ancak Cu-Fe oksitler olan kuprik ferrit (CuFe_2O_4) ve kuprus ferrit (CuFeO_2), Fe ve Cu konsantrasyonlarını kontrol etmede önemli rol oynarlar. Bu yüzden tüm sahalar boyunca her iki sezonda da termodinamik olarak çökeltimleri mevcuttur (Şekil 5.3).

Barit (BaSO_4), örneklerin çoğunda aşırı doygun olmakla birlikte, geri kalan örneklerde de doygunluğa oldukça yakın çıkmaktadır. Bu durum Ba konsantrasyonunun baritin çözünlülüğü ile kontrol edildiğini desteklemektedir (Fuge vd., 1994). Benzer şekilde tüm sahalarda kuvars, aşırı doygun çıkmaktadır (Şekil 5.3).

Maden sahalarından alınan örneklerde Fe minerallerinin yanı sıra Al minerallerine de rastlanmaktadır. Her iki sezonda da direk galeri deşarjlarının olduğu dereler boyunca alınan örnekler açık şekilde alunit, jurbanit ve basaluminite doygun değildir (Tablo 4.28, Tablo 4.29 ve Şekil 5.3). Bu mineraller tarafından Al'un tutulması, maden çevrelerinden alınan kısmen galeri deşarjları tarafından kirletilmiş, ancak bağlanan temiz yan kolların etkisiyle pH'ın asidik koşullardan nötr koşullara çıktığı örneklerde (örneğin: KR 6, 9, 10, Lah 3, 6, 25, 38 gibi) olabilmektedir (Tablo 4.28). Özellikle Karaerik maden sahasındaki cüruf etkisi altında olan dere boyunca alınan çökel (KR6-SEC) örneğinde yapılan XRD ve SEM çalışmaları sonucunda Al minerali olarak kalkoalunit ($\text{CuAl}_4(\text{SO}_4)\text{OH}_{12}3\text{H}_2\text{O}$) tespit edilmiştir (Şekil 5.4). Bu dere üzerinden alınan ilk örnek noktasında pH 4.75'dir.

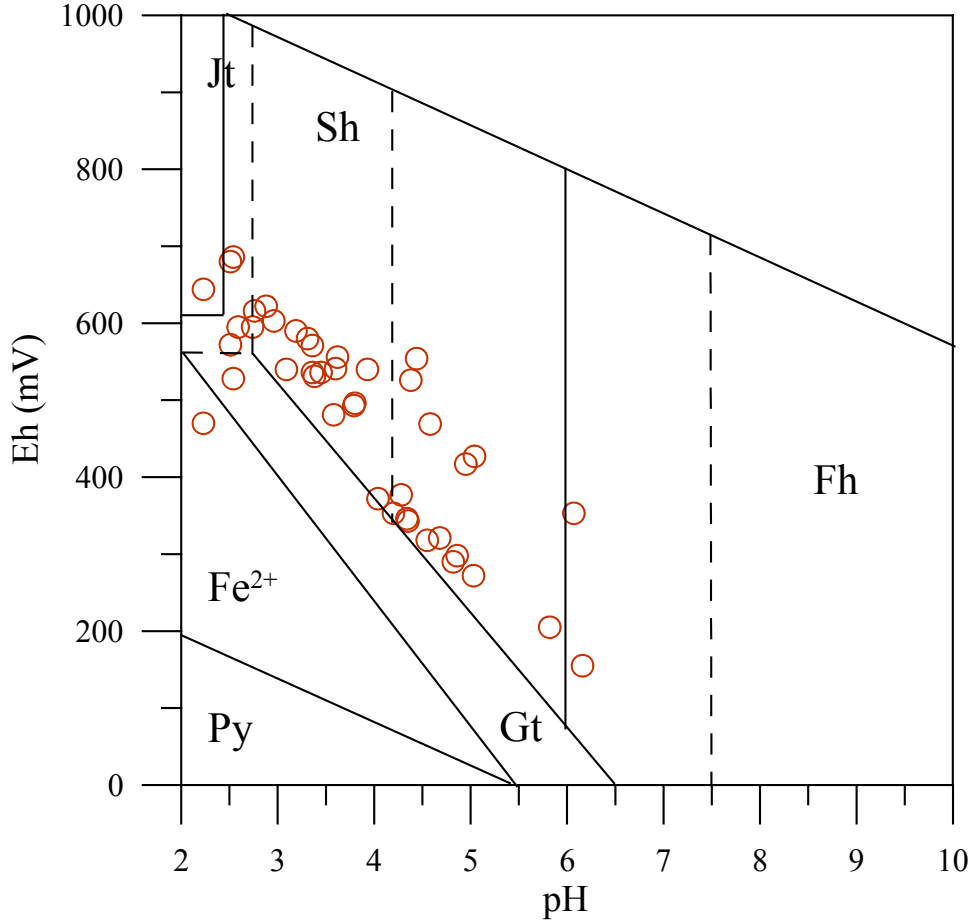


Şekil 5.4. Karaerik Maden sahasındaki galeri dışarı etkisi altında olan schwertmannit çökelinin gerçekleştiği Acısı Dere (kahverengi) ile cüruf etkisi altında olan kalkoalümit çökelinin gerçekleştiği dere (mavi). Resim üzerinde yağışlı sezonda ölçülen parametre değerleri belirtilmiştir.

Sonra sırasıyla diğer örnek noktalarında pH değerleri 3.97, 4.28 ve 4.25 değerlerine kadar düşmektedir. Daha sonra kireçtaşı blokları ile temas eden derenin pH'ı jeolojik kontrolün etkisiyle 5.1 değerine yükselmekte ve bünyesinde bulunan Cu, Al ve sülfat bileşenlerini kalkoalümit şeklinde çöktürmektedir (Şekil 5.4'teki mavi renkli çökeller). Benzer durum diğer Al minerallerinde (böhmit, diyaspör (AlO(OH) ve gipsit) de görülmektedir (Tablo 4.28 ve Tablo 4.29). Al çözünürlüğünün kontrolü, pH 3-4 aralığında alunit tarafından yapılırken, daha yüksek pH değerlerinde amorf alüminyum oksihidroksitler tarafından gerçekleştirilmektedir. pH değerleri 3-4 aralığında olan örneklerde, her iki sezonda da alunitte ait doygunluk değerlerinin sıfırdan büyük çıkması ($Dİ > 0$) bu düşüncüyü desteklemektedir. Buna karşın jurbanit en çok düşük pH değerlerinde ($pH < 4$) duraylıdır. Alunit, basalunit ve alüminyum hidroksitlerin duraylılığı pH'ın yükselmesiyle artar (Nordstrom ve Alpers 1999). Belirgin termodinamik duraylılığına rağmen, asidik maden sularında jurbanit Al çözünürlüğünü kontrol etmede çok önemli değildir ve bu çevrelerde

güçlkle çok az çökeler (Bigham ve Nordstrom 2000; Blowes ve Ptacek 1994). Diğer taraftan pH oldukça düşük olduğunda ($\text{pH} < 3$), Al çözünürlüğünde kontrol yoktur (Blowes ve Ptacek 1994. Çünkü Al daha çok çözülmüş türler (Al^{+3}) şeklinde çözültide kalmaya meyillidir. Zira çalışılan maden sahaları etrafından elde edilen negatif doygunluk indeksi değerleri bunu destekler niteliktedir.

Eh-pH diyagramında düşük pH' a (2.4) sahip örneklerin jarosit alanında ya da jarosit-schwertmannit sınırında yer aldığı, daha yüksek pH değerlerindeki örneklerin ise schwertmannit alanında ya da götit-schwertmannit sınırına yakın alanlarda bulunduğu görülmektedir (Şekil 5.5). Ayrıca iki örnek ferrihidrit alanına ve Karaerik Madeni galeri girişinden alınan ilk örnek (KR-1) de Fe^{2+} alanına düşmektedir.



Şekil 5.5. Kuru sezon kirlenmiş su örneklerinin $T = 25^\circ\text{C}$ ve $P = 1$ bar'da Fe-S-K-O-H sistemi için Eh-pH diyagramında gösterimi. Sh: schwertmannit, Fh: ferrihidrit, Jt: Jarosit, Gt: götit ve Py: pirit. Denge sınırları (düz çizgiler) (Marescotti vd., 2012) 'dan alınmıştır. Kesikli çizgi ile belirtilen Sh-Fh sınırı (Majzlan vd., 2004)' e göre, Jt-Sh sınırı (jarosit için $\log K = -9.21$ alınarak) (Bigham vd., 1996)' ya göre çizilmiştir.

Çökel örneğinde schwertmannit tespit edilen örnekler Eh-pH diyagramında jarosit-shwertmannit alanında yer almıştır. Schwertmannit minerali duraylı olmadığından bir çok örnek noktasında jarosit veya götit mineraline dönüşmüştür.

AMD sularından hesaplanan doygunluk indeksi sonuçları, bu suların Al ve Fe oksihidroksi-sülfatları tarafından aşırı doygun olduğunu göstermektedir (Şekil 5.3). pH'ın <2.5 olduğu asidik koşullarda sudaki metal konsantrasyonu oldukça fazla olduğunda jarosit-H ve jarosit-K bulunmaktadır. Schwertmannite ve ferrihidrit çökelleri ise pH'ın >2.5 olduğu durumlarda oluşmaktadır. Sonuç olarak Al çözünürlüğü pH 3-4 aralığında alünit tarafından kontrol edilirken, pH'ın nötr ya da yaklaşık nötr olması durumunda basaluminit, gipsit ve diyaspör tarafından kontrol edilmektedir.

5. 3. Karaerik Madeni Acısu Dere Jeomikrobiyolojik Modellemesi

Filogenetik analiz sonuçlarına göre, Karaerik Madeni mikrobiyolojik topluluğunun ekstrem asidik ortamlar olan AMD sistemlerinde bulunan başlıca ototrofik ve heterotrofik asidofil bakterilerden oluştuğu görülmektedir. Bu asidofiller, kültür edilmiş demir ve kükürt oksitleyici/indirgeyici ve karbon oksitleyici/bağlayıcı (fixation) bakterilerle yakından ilişkilidir (Baker ve Banfield 2003, Bruneel vd., 2005, Hallberg vd., 2006).

Demir, evrende en bol bulunan elementlerden biridir ve Dünya üzerinde en fazla yaygın olan elementtir. Hayat için ekstrem önemi muhtemelen bu sebepten dolayıdır. Hücresel sistemler demiri katalitik olarak birçok önemli ve farklı reaksiyonda kullanırlar (Trendall ve Morris 1993;Widdel vd., 1993).

Demirin biyolojik bulunabilirliği (mevcudiyeti), oksidasyon durumu (Eh) ve pH'a bağlıdır. Ferrik demir, son derece asitli ortamlardaki yüksek çözünürlüğünden dolayı bu ortamlarda daha çok bulunma eğilimindedir. Bazı mikroorganizmalar ferro demiri (Fe^{+2} 'yi) enerji kaynağı olarak kullanabilirken, diğerleri oksijensiz solunumda ferrik demiri (Fe^{+3} 'ü) elektron alıcısı olarak kullanırlar. Her iki oksitleyici ve indirgeyici reaksiyonlar, biyosferdeki demir döngüsünün önemli unsurlarıdır. Bunlar hem demirin hareketliliğini hem de yerel birikimini etkilerler (Trendall ve Morris 1993;Widdel vd., 1993)

Karaerik Madeni galeri girişinde şartlar düşük kotlardan diğer yüzey örneklerine nazaran daha az oksitleyicidir. Bu noktada alınan su örneği yeşilimsi rengi ile diğerlerinden rahatlıkla ayrılmaktadır (Şekil 5.6). Diğer bir deyişle galeri girişindeki su örneğinde doğrudan bir oksitlenmenin olmasına yol açacak kadar yüksek bir oksijen içeriği

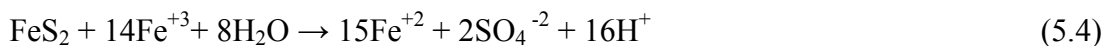
yoktur. Yapılan ölçümde çözünmüş oksijen içeriği de 0.56 mg/l olarak ölçülmüştür. Bu noktadan sonra gerek Eh ve gerekse çözünmüş oksijen içeriğinde artış olmaktadır. Dolayısıyla su içindeki Fe⁺²'nin oksitlenerek Fe⁺³'e dönüşmesi için koşullar oluşmaya başlamıştır. Ayrıca ilk örnek noktasında görülen düşük oksijenli koşullarda (zorunlu ya da fakültatif) sülfür ve demir indirgeyici mikroorganizmaların katkısı da söz konusudur. Fotosentetik biyofilm tarafından ortaya çıkan oksijen, atmosferik oksijen ile birlikte demir ve sülfür oksitleyici mikroorganizmaların ortamda oluşmasını kolaylaştırır.

Galeriden itibaren aşağıya doğru ilerledikçe artan oksijen miktarı ve oksitleyici reaksiyonlar ferrik demirin su içerisindeki artışına neden olur. Her ne kadar yüksek konsantrasyonda bulunan sülfat gibi diğer iyonların redoks potansiyeline etkisi olsa da ölçülen redoks potansiyeli esas olarak demir oksidasyonu ile ilişkilidir ve bunun doğal sonucu olarak Eh yükselir. İkinci noktada 572 mV'a, sonra 680 mV'a, daha sonra 686 mV'a kadar değişim olur. Çökelime bağlı olarak son noktada Eh 644 mV'a düşer.

Ferrik demirin hidrolizi ve çökelişi (schwertmannit ve/veya jarosit) pH'ın düşmesine neden olur. Bu değişim suyun renginde de gözlenir. Galeri girişinde demirin çoğu indirgenmiş olduğundan (KR1 Fe⁺²: 1116.34 mg/L Fe⁺³: 13.78 mg/L) (demirin %98.78 'i indirgenmiştir) su şeffaf yeşilimsi renktedir (Şekil 5.6). Aşağıya doğru ilerledikçe demir oksitlenir ve su önce turuncu renge; daha da ilerledikçe kırmızı renge dönüşür. KR2 numaralı örnek noktasında toplam demirin % 91.42' si oksitlenmiştir ve su ateş kırmızısı rengindedir (Fe⁺²: 90.39 mg/L Fe⁺³: 963.01 mg/L). KR3, KR4 ve KR5 örnek noktalarında sırasıyla toplam demirin %75.21, %84.57 ve %92.25'i oksitlenmiştir.

Sonuç olarak Acısu Dere' sindeki düşük pH ve yüksek ağır metal konsantrasyonu sınırlı bir mikrobiyolojik birliktelik oluşturur. Bu birliktelikte, piritin oksitlenmesinde rol oynayan başlıca demir oksitleyici bakteriler (kemolitotroflar) olarak *Leptospirillum ferrooxidans*, *Acidithiobacillus ferrivorans* ve *Ferrovum myxofaciens* (% 85.2 benzerlikle *Acidithiobacillus ferrooxidans*) tanımlanmıştır.

Literatürde piritin oksitlenmesi direk ve indirek olmak üzere iki şekilde ortaya koyulmaktadır (Garrels ve Thompson, 1960; Singer ve Stumm, 1970; Nordstrom ve Alpers, 1999; McKibben ve Barnes, 1986; Nordstrom, 1982b).



Direk oksidasyon (Reaksiyon 5.3), kimyasal olarak meydana gelmekle birlikte, demir oksitleyici bakteriler tarafından hızlandırılır ve ortamdaki moleküler oksijenin konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak gelişir. İndirek oksidasyonda (Reaksiyon 5.4) ferrik demir piriti kimyasal olarak Reaksiyon 5.3'e oranla, hızla oksitlenmektedir. Ancak, bu reaksiyonun oluşabilmesi aşağıda belirtilen Reaksiyon 5.5 ile sınırlanmaktadır.



Asit koşullar altında (pH <3), ferro demirin oksidasyonu (Reaksiyon 5.5) bakteriyel reaksiyonlar tarafından kontrol edilmekte ve kimyasal oksitlenmeye oranla daha hızlı gelişmektedir (Nordstrom ve Alpers, 1999; Singer ve Stumm, 1970; McKibben ve Barnes, 1986).

Acısu ekosistemindeki bir çok demir oksitleyici bakteri aynı zamanda demiri indirgeyici özelliğe sahiptir (*Acidithiobacillus ferrivorans* ve *Acidithiobacillus ferrooxidans*). Ancak, *Leptospirillum* spp. ve *Ferrovum* (Fv.) *myxofaciens* cinsleri yalnızca Fe⁺²'yi elektron vericisi olarak kullanırlar. Bu durum bu cinslerin sadece aerobik olarak yaşayabilmesine olanak vermekte; ferrik demir indirgenmesi ile büyümesi olasılığını hükümsüz kılmaktadır (Johnson vd., 2012). Bazıları ise aynı zamanda (*Acidithiobacillus ferrivorans*, *Acidithiobacillus ferrooxidans*) sülfür oksitleyici özelliğe sahiptir. Fakültatif anaerob olan *Acidithiobacillus ferrivorans*, ferrik demiri elektron alıcısı olarak ve elemental sülfürü elektron vericisi olarak kullanarak anaerobik olarak büyüyebilir (Hallberg vd., 2010). Aynı şekilde *At. ferrooxidans* anaerobik solunum sırasında sülfürü enerji kaynağı olarak kullanır (Johnson ve Hallberg, 2009). Acısu ekosisteminde sülfür oksitleyici özelliğe sahip olarak belirlenen diğer bakteri türleri ise, *Acidithiobacillus thiooxidans* ve *Acidiphilium cryptum* 'dur. *At.thiooxidans* ferrik demiri kullanarak anaerobik olarak büyüyemez (Johnson vd., 2012).

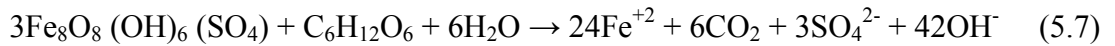
Acısu ekosisteminde hetetrof demir indirgeyici olarak belirlenen bakteriler başlıca iki cins (*Acidocella* ve *Acidiphilium*) ile temsil edilmektedir: *Acidocella* cinsine mensup *Acidocella facilis* ve *Acidocella aluminiidurans*. Yüksek metal konsantrasyonlarına dayanıklı olan bu bakterilerden *Acidocella aluminiidurans* özellikle alüminyum tolere edebilme özelliğine sahiptir (Kimoto vd., 2010). Hetetrof grubun ikinci cins üyesi *Acidiphilium*' dur. *Acidiphilium* cinsinin bazı hetetrofik asidofilleri, oksijenli ya da

oksijensiz şartlarda Fe^{+3} 'ü indirgeme kapasitesine sahiptir (Johnson ve McGinness, 1991, Johnson vd., 1993). Bu cinse ait *Acidiphilium multivorum* ağır metallere karşı dayanıklı olup, arseniti arsenata oksitleyebilmektedir (Wakao vd., 1994). Diğer tür ise *Acidiphilium cryptum* daha önce belirtildiği gibi sülfür oksitleyebilme özelliğine de sahiptir. Genellikle *Acidiphilium* türlerinin zorunlu aerob oldukları ancak bazı *Acidiphilium* izolatlarının (*A. cryptum*) Fe^{+3} 'ü aerobik ya da mikroaerofilik koşullar altında indirgeme kapasitesine sahip olduğu ifade edilmektedir (Johnson 1995, Johnson ve McGinness, 1991; Pronk ve Johnson, 1992).

Acısu ekosisteminde Fe^{+3} 'ü indirgeme işlemi iki reaksiyon şeklinde gerçekleşmektedir. İlk reaksiyonda (Reaksiyon 5.6) demir indirgen bakteriler çözünür haldeki ferrik demir ve organik karbon bileşiklerini ($C_6H_{12}O_6$) kullanarak demiri indirgemektedir. Reaksiyon hızlı olmasına rağmen, ferrik demirin çözeltide kalabilmesi ve asit oluşturan reaksiyonunun gelişebilmesi için başlangıç pH'ının < 2.3 'ten olması gerekir (Coupland ve Johnson, 2008).



Diğer taraftan, asidik maden drenajlarında pH'ın 2.8-4.5 arasında olması durumunda oluşan asıl ikincil ferrik demir minerali olan (Bigham vd., 1996) schwertmannitin [$Fe_8O_8(OH)_6(SO_4)$] bakteriler tarafından indirgenmesi ile de alkalinite oluşturan diğer indirgeyici reaksiyon gelişir (Coupland ve Johnson, 2008).

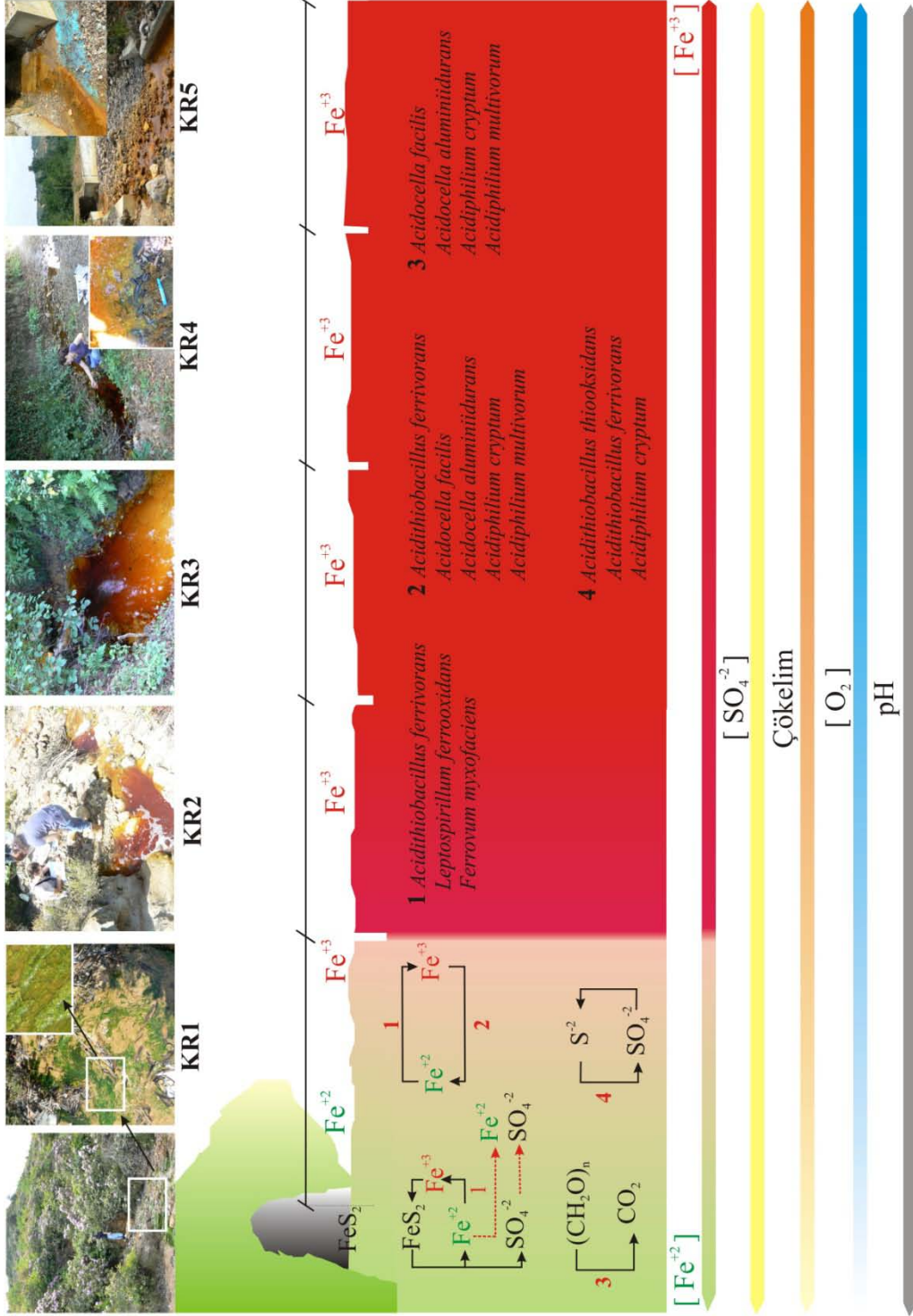


Her iki reaksiyon sonucunda da demir indirgenmiş olur. Mikro-aerobik koşullarda *Acidocella* spp. *Acidiphilium* spp. ve çeşitli diğer hetetrof bakteri kültürleri ile toz halindeki schwertmannit kullanılarak yapılmış olan deneysel çalışmada *Acidocella* ve *Acidiphilium* cinslerine ait çalışılan türlerin mikro-aerobik koşullarda schwertmannitin indirgenmesini katalize ettiklerini belirtmişlerdir (Coupland ve Johnson, 2008).

Oksitleyici ve indirgeyici (*Leptospirillum* ve *Acidiphilium*) bakterilerin birlikteliği AMD çevrelerinde karakteristiktir. *Leptospirillum* demir oksitleyici bakteridir ve *Acidiphilium* bakterisi *Leptospirillum* için toksik olan organik bileşikleri ortadan kaldırır (Johnson ve Hallberg, 2009).

Asidik Maden Drenajlarında Fe⁺²/ Fe dönüşümü ökaryotik çeşitlilikteki değişimle ilişkilendirilmektedir. Ökaryotik biyokütellerinin bir çoğunun demirin indirgenmiş halde bulunduğu ve suyun şeffaf olduğu galeri suyunun atmosferle direk ilişki içerisine girdiği ilk kısımlarda (KR1 ile KR2 arası) bulunacağı ifade edilmektedir (Gonzalez-Toril vd., 2011). Bu alanlarda fotosentetik biyofilmin ışığı yakalama konusunda sıkıntı yaşamadığı belirtilmektedir. Demirin oksitlenmesi ve koloidal çökellerin oluşmasının sonucu olarak suyun kırmızıya döndüğü yerlerde ise ışık yoğunluğunun şiddetle azaldığı ve fotosentetik biyofilmin seyrek olarak suyun daha sığ yerlerinde geliştiği açıklanmaktadır (Aguilera vd., 2006; Johnson ve Hallberg, 2009; Rowe vd., 2007). Ökaryotik canlıların yanı sıra bazı bakteriler içerdikleri fotopigmentler sayesinde fotosentez yapabilmektedir. Bazı araştırmacılar Acısu ekosisteminde de var olan *Acidiphilium* türlerinin Zn-BChl a içeren tek aerobik fotosentetik bakteri olarak kabul edildiğini belirtmektedir (Hiraishi vd., 1998). Bunun yanı sıra *Acidiphilium* türlerinin Zn-BChl ile fotosentez mekanizmasının yaygın bilinen mor bakteriler ile benzer olup, bazı karakteristik özelliklere sahip oldukları ifade edilmektedir (Hiraishi ve Shimada, 2001). *Acidiphilium rubrum*, *Acidiphilium cryptum* ve *Acidiphilium multivorum* bakterilerinin aerobik fototrof bakteri olduğu belirtilmiştir (Yurkov, 2006). *Acidiphilium* türleri kemoorganotrofik bakterilerdir ve aerobik koşullar altında yaşarlar ve yalnız bu koşullar altında fotopigmentler üretirler. *Acidiphilium* türlerindeki kemolitotrofik veya fotolitotrofik metabolizma (CO₂→CH₂O) henüz ispat edilmemiş olmasına rağmen bu metabolizma için potansiyele sahip olabilecekleri ifade edilmektedir (Hiraishi, 2013; sözlü görüşme).

Sonuç olarak Acısu sisteminde demir oksitleyici (*Leptospirillum ferrooxidans*, *Ferrovum myxofaciens*, (aerobik) *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Acidithiobacillus ferrivorans* (aerobik, anaerobik)) ve yalnızca oksijensiz koşullarda (*Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Acidithiobacillus ferrivorans* (fakültatif anaerob) değil oksijenli koşullarda da demir indirgeyici bakterilerin (*Acidocella facilis*, *Acidocella aluminidurans*, *Acidiphilium cryptum*, *Acidiphilium multivorum*) varlığı, tam bir demir döngüsünün varlığının altını çizmektedir (Şekil 5.6). Ayrıca Acısu sisteminde sülfür oksitleyici bakterilerin de mevcudiyeti (*Acidithiobacillus ferrivorans*, *Acidithiobacillus thiooxidans* ve *Acidiphilium cryptum*) demir döngüsü ile sülfür döngüsünün eş zamanlı olarak gerçekleştiğini göstermektedir.



Şekil 5.6. Karaerik Madeni galeri suyunun deşarj olduğu Acısu Dere'nin jeomikrobiyolojik model şeması. Bakteriler demir, sülfür ve karbon döngülerindeki rolleri ile gösterilmektedir.

6. SONUÇLAR

1- Eski maden işletmeleri etrafında yaygın olarak bulunan cüruf örnekleri başlıca SiO_2 (% 20.53- % 26.71), Fe_2O_3 (% 50.24- % 66.53), Al_2O_3 (% 1.84- 7.23) ve CaO (% 0.21- % 3.69) ile önemli oranlarda Ba (% 2.48- % >5), Cu (% 0.31- % >1), Zn (% 0.18- %>1) ve Pb (% 0.02- %>1) içermektedir. Bu bileşenler başlıca silikat (fayalit, andremeyerit, celsian, cimrit), oksit (wüstit) ile nadiren sülfid mineralleri, metal alaşımları ve nabit metalik fazların yapısında bulunur.

2- Maden atıklarının etkisi altında olan tüm bölgelerde asit maden drenajı oluşmuştur. Bu bölgelerdeki su örnekleri genel olarak yüksek asit – yüksek /çok yoğun metal ve asit-yüksek metal özelliklerine sahiptir. Atık etkisinden uzak bölgelerde ise çoğunlukla nötr civarı-düşük metal özellikleri sunar.

3- Maden etkisi altındaki kirletilmiş su örneklerinde Fe , Al , Cu , Pb ve Zn en önemli kirleticilerdir. Bu kirlenmiş su örnekleri Al , As , Ba , Cd , Co , Cu , Fe , Mn , Ni , Pb , Zn , SO_4^{2-} , NO_3^- -N ve NO_2^- -N açısından “Son Derece Yüksek Risk (SDYR)” sınıfına girmektedir.

4- Maden etkisinden uzak kesimlerden alınan su örneklerinin kirlilik düzeyleri başlıca Mn ve Al kaynaklıdır. Maden sahalarındaki işletmelerden kaynaklanan As , Ba , Cd , Cu , SO_4^{2-} , NO_3^- -N ve NO_2^- -N için risk değerleri sıfır çıkmıştır.

5- Karaerik maden sahası atıklardan en fazla etkilenmiş olan bölge olup, çalışılan tüm madenler açısından asidik maden drenaj indeksi değerlerine göre Karaerik> Karılar> Ağalık> Lahanos> Kızılkaya> Killik şeklinde bir kirlilik düzeyi belirlenmiştir.

6- Asit maden drenajları etkisiyle maden sahaları (Killik, Ağalık ve Karaerik Madenleri) çevrelerinde başlıca götit, jarosit-k, schwertmannit, butlerit, ferrihidrit ile smektit (ferrosaponit), kuvars ve kükürt tespit edilmiştir. Jeolojik kontrolün etkisiyle nispeten nötr koşulların olduğu Karaerik Madeni çevresinde ise başlıca Cu ve Al içeren kalkoalunit oluşmuştur. Bu mineraller Karaerik Madeni cüruf yüzeylerinde belirlenen kalkantit, bonatit, halotrikit, jarosit, götit ve brokantit mineralleriyle uyumludur.

7- Doygunluk indeksi verilerine göre, Jarosit-H ve jarosit-K pH'ın <2.5 olduğu asidik koşullarda, schwertmannit ve ferrihidrit ise pH'ın >2.5 olduğu durumlarda çökel oluşturmaktadır. Buna karşın Al çözünürlüğü pH 3-4 aralığında genellikle alünit tarafından kontrol edilirken, pH'ın nötr ya da yaklaşık nötr olması durumunda basaluminit, gibsit

ve diyaspor tarafından kontrol edilmektedir.

8- Gerek ağır metaller ve gerekse fiziksel parametreler açısından örnekleme sahasından alınan tüm içme suları ve diğer referans su örnekleri (P-3 hariç olmak üzere) içilebilir su özelliğindedir ve herhangi bir önemli kirlenme göstermez.

9- Dere kumları maden atıkları nedeniyle başlıca Cu bakımından zenginleşmiştir. Hg, Mo, As, Pb ve Zn diğer önemli kirleticilerdir. Ağır metal zenginleşme düzeylerine göre madenler Killik>Karaerik>Karılar>Kızılkaya>Ağalık>Lahanos şeklinde sıralanmıştır. Ayrıca Au ve Ag Karaerik, Karılar, Ağalık, Killik ve Kızılkaya Madenleri çevrelerinde son derece yüksek zenginleşme gösteren değerli metallerdir.

10- Maden etkisinden uzak kesimlerde dere kumları genel olarak kirlenmemiş-kısmen kirlenmiş özellikte olmakla birlikte, Karaerik, Ağalık ve Lahanos madenlerinin uzak yörelerindeki dere kumları Cu açısından kısmen-güçlü şekilde kirlenmiştir.

11- Maden sahaları (Karaerik madeni) yakın çevrelerindeki toprak örtüsü ağır metaller açısından önemli derecede kirlenmiştir. As, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Pb, ve Zn toprak zonu içinde belirlenen en güçlü kirleticilerdir. Yüksek ağır metal içeriklerinde seyrelme Fe ve Pb için ~150m'de, diğer elementler için ise 90-120 m'de gerçekleşmektedir.

12- Toprak örnekleri için hesaplanan elementler arası ilişkiler element zenginleşmesinin cüraf dağılımına ve taban kayaç etkisine bağlı olduğunu göstermiştir.

13- Karaerik Madeni Acısu ekosistemindeki direkt sekans analiz sonuçlarına göre, toplam klonların % 97.9'u Proteobakteri filumudur. Bu filum içerisinde 46 klon (% 47.92) Alfaproteobakteri, 25 klon (% 26) Betaproteobakteri, 22 klon (% 22.92) Gamaproteobakteri, 1 klon (% 1.04) Deltaproteobakteri olarak tespit edilmiştir. Geri kalan yaklaşık % 2'lik kısmı Nitrospira 1 (% 1.04) ve Aktinobakteri 1 (%1.04) filumları oluşturmaktadır. Bu filumlar içerisinde kültür edilmemiş bir çok yeni bakteri türleri mevcuttur.

14- Çalışmada başlıca demir oksitleyici bakteriler olarak *Leptospirillum ferrooxidans*, *Acidithiobacillus ferrivorans* ve *Ferrovum myxofaciens* belirlenmiştir. Bunlardan *Acidithiobacillus ferrivorans* aynı zamanda demir indirgeyici özelliğe de sahiptir. Sülfür oksitleyici bakteriler olarak *Acidithiobacillus ferrivorans*, *Acidithiobacillus thiooxidans* ve *Acidiphilium cryptum* belirlenmiştir. Heterotrof demir indirgeyici bakteriler olarak ise *Acidocella facilis*, *Acidocella aluminidurans*, *Acidiphilium multivorum* ve *Acidiphilium cryptum* tespit edilmiştir.

15- Maden sahaları yakın çevrelerindeki dere kumları Ag, Au, As, Cu, Hg, Mo, Pb ve S gibi elementler bakımından aşırı zenginleşme göstermelerinden ötürü bu tür maden

sahalarının aranmasında dere kumu örnekleme etkili bir jeokimyasal prospeksiyon yöntemi oluşturur.

7. ÖNERİLER

1- Acısu ekosisteminde Kültür edilmiş bakteri türlerinin yanı sıra henüz kültür edilmemiş yeni türler bulunmuştur. Bu türler daha önceden kültür edilmediğinden ötürü, bu türlerle ilgili bilgi bulunmamaktadır (demir oksitleyici/indirgeyici ve/veya sülfür oksitleyici/indirgeyici). Bu ekosistem, yeni türlerin kültür edilip izolasyonları yapılarak, literatüre yaygın katkıda bulunulabilecek çeşitliktedir.

8. KAYNAKLAR

- Acar, E., 1974. Doğu Karadeniz Bölgesi Giresun ili dahilindeki bazı bakır-kurşun-çinko madenlerinin iz elementler yönünden önemi, Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 82, 13-147.
- Acero, P., Ayora, C., Torrento, C. ve Nieto, J. M., 2006. The behaviour of trace elements during schwertmannite precipitation and subsequent transformation into goethite and jarosite, Geochimica et Cosmochimica Acta, 70, 4130–4139.
- Adamia, S. A., Chlehotva, M. B., Kekelia, M., Lordkipanidze, M., Shavishili, I. ve Zachariazadze, G. S., 1981. Tectonic of the Caucaus and Adjoining Regions, Journal of Structural Geology, 3, 4, 437-44.
- Aguilera, A., S. C. Manrubia, F. Go´mez, N. Rodríguez, ve R. Amils. 2006. Eukaryotic community distribution and its relationship to water physicochemical parameters in an extreme acidic environment, Río Tinto (southwestern Spain), Appl. Environ. Microbiol., 72, 5325–5330.
- Ağar, U., 1977. Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) bölgesinin jeolojisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 59.
- Akçay, M., Tüysüz, N. ve Tüfekçi. M. 1997. Water pollution form the Lahanos mine (Espiye-Giresun, NE Turkey): implications on its effects on the water supplies of the town of Espiye, International Symposium on Geology and Environment, Turkey, İstanbul, s40.
- Akdeniz, N., 1988. Demirözü Permokarbonifer'i ve bölgesel yapı içindeki yeri: Türkiye Jeol. Bült., 31/1, 51-61.
- Akıncı, Ö. T., 1980. Major Copper Metallogenic Units and Genetic Igneous Complexes of Turkey, Soc. Geolog Applied to Mineral Deposits Special Pub., 1, 199 - 208.
- Altschul, S.F., Gish, W., Miller, W., Myers, E.W. ve Lipman, D.J., 1990. Basic local alignment search tool, J. Mol. Biol., 215, 3, 403–410.
- Anon, 1976. Scottish Development Department. Development of a water quality index, Report AR3. SDD, Edinburgh.
- Antonoviç, A., 1968. Giresun-Bulancak ve Espiye Sahaları 1/10.000 Ölçekli Jeolojik Etüd raporu. MTA Rapor No: 982, Ankara.
- Aslaner, G., Stojanov, R. ve Antonoviç, A. 1970. Karadeniz Sahili Giresun vilayeti Maden Tepe ve Lahanos mevkileri hakkında son bilgiler, MTA Rapor No: 78, Ankara.

- Backman, B., Bodis, D., Lahermo, P., Rapant, S. and Tarvainen, T., 1998. Application of a Groundwater Contamination Index in Finland and Slovakia, Environmental Geol., 36, 55 – 64.
- Baker, B. J. ve Banfield, J. F., 2003. Microbial communities in acid mine drainage, FEMS Microbiol. Ecol., 44,139–152.
- Ball, J. W. ve Nordstrom, D. K., 1991. User's manual for WATEQ4F, with revised thermodynamic data base and test cases calculating speciation of major, trace and redox elements in natural waters, US Geological Survey Open-File Report, 91–183.
- Baron, D. ve Palmer, C. D., 1996. Solubility of jarosite at 4– 35°C. Geochimica et Cosmochimica Acta, 60, 185–195.
- Beffa, T., Blanc, M., Lyon, P.F., Vogt, G., Marchiani, M., Fischer, J.L. ve Aragno, M. 1996. Isolation of *Thermus* Strains from Hot Composts (60 to 80°C), Appl. Environ. Microbiol., 62, 1723-1727.
- Bektaş O., Şen C., Atıcı Y. ve Köprübaşı N., 1998. Migration of the Upper Cretaceous Subduction-Related Volcanism Toward the Back Arc Basin of the Eastern Pontide Magmatic Arc (NE Turkey), Third International Turkish Geology Symposium, METU, Ankara, Abstracts, 179.
- Bektaş, O., 1986. Doğu Pontid Ark Gerisi Bölgelerdeki Paleostres Dağılımı ve Çok Safhali Riftleşme, MTA Dergisi, 103 - 104, 16 - 39.
- Bektaş, O., 1987. Volcanic Belts as Markers of the Mesozoic-Cenozoic Active Margin of Eurasia-Discussion, Tectonophysics, 141, 345-347.
- Bektaş, O., Yılmaz, C., Taslı, K., Akdağ ve K., Özgür, S., 1995. Cretaceous Rifting of the Eastern Pontide Carbonate Platform, NE Turkey, the Formation of Carbonate Breccias and Turbidites as Evidence of a Drowned Platform, Giornale di Geologia, 57, 1 - 2, 233 - 244.
- Belzile, N., Chen, Y.W., Cai, M. and Li, Y., 2004. A review of pyrrhotite oxidation, Journal of Geochemical Exploration, 84, 65-76.
- Bhuiyan Md. A.H., Islam M.A., Dampare S.D., Parvez L. ve Suzuki S., 2010. Evaluation of hazardous metal pollution in irrigation and drinking water systems in the vicinity of a coal mine area of north-western Bangladesh, Journal of Hazardous Materials, 179, 1065–1077.
- Bigham, J. M., Schwertmann, S., Carlson, L. ve Murad, E., 1990. A poorly crystallized oxyhydroxysulfate of iron formed by bacterial oxidation of Fe(II) in acid mine waters, Geochimica et Cosmochimica Acta, 54, 2743–2758.
- Bigham, J. M., Carlson, L., ve Murad, E., 1994. Schwertmannite, a new iron oxyhydroxysulfate from Pyhlsalmi, Finland, and other localities, Mineralogical Magazine, 58, 641–648.

- Bigham, J. M., Schwertmann, S. J., Traina, S., Winland, R. L. ve Wolf, M., 1996. Schwertmannite and the chemical modelling of iron in acid sulfate waters, Geochimica et Cosmochimica Acta, 60, 2111–2121.
- Bigham, J. M., ve Nordstrom, D. K., 2000. Iron and aluminium hydroxysulfates from acid sulfate waters. In C. N. Alpers, J. L. Jambor (Eds.), Sulfate minerals. Crystallography, geochemistry, and environmental significance. Reviews in mineralogy and geochemistry, Washington, DC, Mineralogical Society of America, 40, 351–403.
- Blowes, D. W. ve Ptacek, C. J. 1994. Acid-neutralization mechanisms. In J. L. Jambor, & D. W. Blowes (Eds.), Short course handbook on environmental geochemistry of sulphide mine-wastes Ontario, Mineralogical Association of Canada, 271–292.
- Bora, E. ve Ronceviç, G. 1970. Ağalık, Karılar, Karaerik Maden sahaları civarının 1/5000 ölçekli jeoloji raporu, MTA Rapor No:1120, Ankara.
- Borole, A.P, O'Neill, H., Tsouris, C. ve Cesar, S., 2008. A microbial fuel cell operating at low pH using the acidophile *Acidiphilium cryptum*, Biotechnology Letters 30, 1367-1372.
- Bowen, H. J. M.: 1979. The Environmental Chemistry of the Elements, Academic Press, London, New York.
- Brady, K.S., Bigham, J.M., Jaynes, W.F. ve Logan, T.J., 1986. Influence of sulfate on Fe-oxide formation: Comparison with a stream receiving acid mine drainage, Clays and Clay Minerals, 34, 266-274.
- Brown, J. F., Jones, D. S., Mills, D. B., Macalady, J. L. ve W.D., 2011. Application of a Depositional *Facies* Model to an Acid Mine Drainage Site, Applied and Environmental Microbiology, 77, 2, 545–554.
- Bruneel, O., Duran, R., Koffi, K., Casiot, C., Fourçans, A., Elbaz-Poulichet, F. ve Personné, J.C., 2005. Microbial diversity in a pyrite-rich tailings impoundment (Carnoulès, France), Geomicrobiol. J., 22, 249–257.
- Bruneel, O., Volant, A., Gallien, S., Chaumande, B., Casiot, C. ve Carapito, C., 2011. Characterization of the active bacterial community involved in natural attenuation processes in arsenic-rich creek sediments, Microb. Ecol., 61, 793-810.
- Cánovas, C. R., Olías, M., Nieto, J. M., Sarmiento, A. M. ve Cerón, J. C. 2007. Hydrogeochemical characteristics of the Tinto and Odiel Rivers (SW Spain). Factors controlling metal contents, The Science of the Total Environment, 373, 363–382.
- Carlson, L., ve Schwertmann, U., 1981. Natural ferrihydrites in surface deposits from Finland and their association with silica, Geochimica et Cosmochimica Acta, 45, 421–429.

- Carron, M.K., Mrose, M.E. ve Reiser, H.N., 1964. New data on cymrite, a hydrated silicate of barium and aluminium, Geol. Soc. Am., Spec. Pap. 82, 26.
- Chen A, Lin C, Lu W, Ma Y, Li J. ve Zhu J, 2007. Well water contaminated by acidic mine water from the Dabaoshan Mine, South China: Chemistry and toxicity, Chemosphere,70, 248–255.
- Chun, J., Lee, J. H., Jung, Y., Kim, M., Kim, S., Kim, B. K. ve Lim, Y. W., 2007. EzTaxon: a web-based tool for the identification of prokaryotes based on 16S ribosomal RNA gene sequences, Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 57, 2259-2261.
- Conklin, M., Villinski, J. ve Kay, J., 2001. Geochemistry of acid mine contaminationaquifer interactions, Internat. J. Occupational Health, 14, 249–259.
- Cordan, S., 1993. Espiye-Killik (Giresun) Cevherleşmesi Üzerinde Toprak Jeokimyası (Zn–Cu) ile Hedef Saptanmasının Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Costello, C., 2003. Acid Mine Drainage: Innovative Treatment Technologies. US EPA Office of Solid Waste and Emergency Response Technology Innovation Office. Washington, 52.
- Coupland, K. ve Johnson, D.B. 2008. Evidence that the potential for dissimilatory ferric iron reduction iswidespreadamong acidophilic heterotrophic bacteria, FEMS Microbiol. Lett., 279, 30–35.
- Covelli, S. ve Fontolan, G., 1997. Application of a normalization procedure in determining regional geochemical baselines, Environmental Geology, 30, 1-2, 34–45.
- Cravotta, C.A.III. 1994. Secondary iron-sulfate minerals as sources of sulfate and acidity: The geochemical evolution of acidic ground water at a reclaimed surface coal mine in Pennsylvania, In: Alpers, C.N. and Blowes, D.W., Environmental geochemistry of sulfide oxidation: Washington, D.C., American Chemical Society Symposium Series, 550, 345-364.
- Çiftçi, E. Kolaylı, H. ve Tokel, S., 2005. Lead-arsenic soil geochemical study as an exploration guide over the Killik volcanogenic massive sulfide deposit, Northeastern Turkey, Geochemical Exploration, 86, 49–59.
- Çiftçi, E. ve Hagni, R. D., 2005. Mineralogy of the Lahanos Deposit a Kuroko-Type Volcanogenic Massive Sulfide Deposit from the Eastern Pontides (Giresun-NE Turkey), Geological Bulletin of Turkey, 48, 1, 55-64.
- Davenport, W.G., King, M., Schlesinger, M. ve Biswas, A.K., 2002. Extractive Metallurgy of Copper, 4th edition. Pergamon Press, Oxford, UK, 452.
- Davis Jr., R.A., Welty, A.T., Borrego, J., Morales, J.A., Pendon, J.G.ve Ryan, J.G., 2000. Rio Tinto estuary (Spain): 5000 years of pollution, Environ. Geol., 39, 1107–1116.

- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2013. İl Müdürlüğü Kayıtları, Giresun Meteoroloji İstasyonu Rasat Bilgileri, (Yayınlanmamış).
- DeWeerd K. A., Mandelco L., Tanner R.S., Woese C.R. ve Suflita J.M. 1990. *Desulfomonile tiedjei* gen. nov. and sp. nov., a novel anaerobic, dehalogenating, sulfate-reducing bacterium, Arch. Microbiol., 154, 23-30.
- Dold, B. 2003. Dissolution kinetics of schwertmannite and ferrihydrite in oxidized mine samples and their detection by differential X-ray diffraction (DXRD), Applied Geochemistry, 18, 1531–1540.
- Eggleton, R.A. ve Fitzpatrick, R.W., 1988. New data and a revised structural model for ferrihydrite, Clays and Clay Minerals, 36, 111-124.
- Ehrlich, H.L., 1996. Geomicrobiology, Marcel Dekker, New York. 646.
- Epa, 2012. Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, 12.
- Equeenuddin, Sk. Md., Tripathy, S., Sahoo, P.K. ve Panigrahi, M.K. 2010. Hydrogeochemical characteristics of acid mine drainage and water pollution at Makum Coalfield, India, Journal of Geochemical Exploration, 105, 75–82.
- Eren, M., 1983. Gümüşhane-Kale arasının jeolojisi ve mikrofasiyes incelemesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Essene, E.J., Claflin, C.L., Giorgeti, G., Mata, P.M., Peacor, D.R., Arkai, P. ve Rathmell, M.A., 2005. Two-, three- and four-feldspar assemblages with hyalophane and celsian: implications for phase equilibria in $BaAl_2Si_2O_8$ - $CaAl_2Si_2O_8$ - $NaAlSi_3O_8$ - $KAlSi_3O_8$, Eur. J. Mineral., 17, 515–535.
- Evangelou, V.P (Bill), 1995. Pyrite Oxidation and Its Control, CRC pres, Boca Raton, Florida, 293s.
- Ettler, V., Legendre, O., Bodéan, F. ve Touray, J.C., 2001. Primary phases and natural weathering of old lead-zinc pyrometallurgical slag from Příbram, Czech Republic, Can. Mineral., 39, 873-888.
- Felsenstein, J., 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap, Evolution, 39, 783–791.
- Ferreira da Silva, E., Patinha, C., Reis, P., Cardoso Fonseca, E., Matos, J. X., Barrosinho, J. ve Santos Oliveira, J.M., 2006. Interaction of Acid Mine Drainage with Waters and Sediments at the Corona Stream, Lousal Mine (Iberian Pyrite Belt, Southern Portugal), Environ Geol., 50, 7, 1001 – 1013.
- Fornasiero, D., Ejit V. ve Ralston, J., 1992. An electro kinetic study of pyrite oxidation, Colloids and Surfaces, 62, 63-73.

- Fortey, N.J. ve Beddoe-Stephens, B., 1982. Barium silicates in stratabound Ba–Zn mineralization in the Scottish Dalradian, Mineral. Mag., 46, 63-72.
- Fuge R, Pearce F.M, Pearce N.J and Perkins W.T. 1994. Acid mine drainage in Wales and influence of ochre precipitation in water chemistry. In: Alpers CN, Blowes DW, editors. Environmental geochemistry of sulphide oxidation. American chemical society symposium series. Washington, DC., American Chemical Society, 261–74.
- Garrels, R.M ve Thompson, M.E., 1960. Oxidation of pyrite by iron sulfate solution, American Journal of Science, 258A, 57-67.
- Gealey, W.K., 1988. Plate Tectonic Evolution of the Mediterranean–Middle East Region, Tectonophysics, 155, 285– 306.
- Gedikoğlu, A., 1978. Harşıit Granit Karmaşığı ve Çevre Kayaçları (Giresun- Doğankent), KTÜ Yayını, Doçentlik Tezi, 162.
- Goldhaber, M.B., 1983. Experimental study of metastable sulfur oxyanion formation during pyrite oxidation at pH 6-9 and 30°C, Amer. J. of Science, 28, 193-217.
- Gonzalez-Toril, E., Aguilera, A., Souza-Egipsy, V., Lopez-Pamo, E., Sanchez-Espana, J. ve Amils, R., 2011. Geomicrobiology of La Zarza-Perrunal Acid Mine Effluent (Iberian Pyritic Belt, Spain), Applied and Environmental Microbiology, 2685–2694.
- Graham, C.M., Tareen, J.A.K., McMillan, P.F.ve Lowe, B.M., 1992. An experimental and thermodynamic study of cymrite and celsian stability in the system BaO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O, Eur. J. Mineral., 4, 251–269.
- Gray, N. F.: 1996a. A substrate classification index for the visual assessment of the impact of acid mine drainage in lotic systems, Water Res. 30, 1551–1554.
- Gray N.F. 1996b. The use of objective index for the assessment of the contamination of surface water and groundwater by acid mine drainage, J Chart Inst Water E, 10, 332–341
- Gray N.F. 1999. Water technology: an introduction for scientists and engineers. Arnold Publ, London.
- Gümüş, A., 1970. Türkiye Metalojenisi, MTA Enstitüsü Yayın No: 144, Ankara.
- Gündoğdu, M.N., 1982. Neojen Yaşlı Bigadiç Sedimanter Baseninin Jeolojik-Mineralojik ve Jeokimyasal İncelenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü., Beytepe-Ankara.
- Güner, S., 2000. Doğu Karadeniz'de Madencilik Tarihçesi, MTA Rapor No: 677, Ankara.

- Güven, İ.H., 1993. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin 1/250000 ölçekli jeolojik ve metalojenik haritası., MTA, Ankara.
- Habiboğlu, Y., 1989. Doğu Pontid güney zonundaki (Bayburt-Demirözü) metamorfit-ofiyolit birliğinin (Pulur masifi) jeotektonik anlamı, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 104.
- Hallberg, K. B., Thomson H. E.C., Boeselt, I. ve Johnson, D. B., 2001. Aerobic and anaerobic sulfur metabolism by acidophilic bacteria, In Ciminelli VST & Garcia O (eds), *Biohydrometallurgy: Fundamentals, Technology and Sustainable Development*, Process Metallurgy, 11, Elsevier, Amsterdam. 423-431.
- Hallberg, K. B., Coupland, K., Kimura, S. ve Johnson, D. B., 2006. Macroscopic streamer growths in acidic, metal-rich mine waters in north wales consist of novel and remarkably simple bacterial communities, Appl. Environ. Microbiol., 72, 3, 2022-2030.
- Hallberg, K. B., González-Toril, E. ve Johnson, D. B., 2010. *Acidithiobacillus ferrivorans*, sp. nov.; facultatively anaerobic, psychrotolerant iron-, and sulfur-oxidizing acidophiles isolated from metal mine-impacted environments, Extremophiles, 14, 1, 9-19.
- Hamilton, I.C. and Woods, R. 1981. An investigation of surface oxidation of pyrite and pyrrhotite by linear potential sweep voltametry, Journal of Electroanal. Chem., 118, 327-343.
- Hao, C., Wang, L., Gao, Y., Zhang, L. ve Dong, H., 2010. Microbial diversity in acid mine drainage of Xiang Mountain sulfide mine, Anhui Province, China, Extremophiles, 14, 5, 465-474.
- Hao, Y., Guo, Z., Yang, Z., Fang, M. ve Feng, J. 2007. Seasonal variations and sources of various elements in the atmospheric aerosols in Qingdao, China, Atmos. Res. 85, 27-37.
- Harrison, A. P., 1981. *Acidiphilium cryptum* gen. nov., sp. nov., heterotrophic bacterium from acidic mineral environments, Int. J. Syst. Bacteriol., 31, 327-332.
- Harrison, A. P., 1983. Genomic and physiological comparisons between heterotrophic thiobacilli and *Acidiphilium cryptum*, *Thiobacillus versutus* sp. nov., and *Thiobacillus acidophilus* nom. rev., International Journal of Systematic Bacteriology, 33, 211-217.
- Hayden, P. L. and Rubin, A. J., 1974. in Rubin, A. J., Ed. *Aqueous-Environmental Chemistry of Metals*. Ann Arbor, Michigan: Ann Arbor Science Publishers Inc., 317 - 381.
- Hedrich, S.; Schlömann, M. ve Johnson, D.B., 2011. The iron-oxidizing *Proteobacteria*, Microbiol., 157, 1551-1564.

- Heinzel, E., Janneck, E., Glombitza, F., Schlömann, M. ve Seifert, J., 2009. Population Dynamics of Iron-Oxidizing Communities in Pilot Plants for the Treatment of Acid Mine Waters, Environ. Sci. Technol., 43, 6138–6144.
- Hippe, H., 2000. *Leptospirillum* gen. nov. (ex Markosyan 1972), nom. rev., including *Leptospirillum ferrooxidans* sp. nov. (ex Markosyan 1972), nom. rev. and *Leptospirillum thermoferrooxidans* sp. nov. (Golovacheva vd., 1992), Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 50, 501-503.
- Hiraishi, A., Nagashima, K.V.P., Matsuura, K., Shimada, K., Takaichi, S., Wakao, N. and Katayama, Y., 1998. Phylogeny and photosynthetic features of *Thiobacillus acidophilus* and related acidophilic bacteria: its transfer to the genus *Acidiphilium* as *Acidiphilium acidophilum* comb, nov., Int. J. Syst. Bacteriol. 48: 1389-1398.
- Hiraishi, A. ve Shimada, K. 2001. Aerobic anoxygenic photosynthetic bacteria with zinc-bacteriochlorophyll, J. Gen. Appl. Microbiol., 47, 161–180.
- Horton, R., K, 1965. An index number system for rating water quality, J. Wat. Pollut. Con. Fed. 37,3, 300–305.
- Hsu, L.C., 1994. Cymrite: new occurrence and stability, Contributions to Mineralogy & Petrology, 118, 3 , 314–320.
- İçli, H., Özbek, E., Demirtaş, G., Sarıaslan, M., Genç, M.A., Karabacak, B., Özkara, A., Sezer Özçelik, G.A., Dağlıyar, A., Avcı, M.K. ve Eroğlu, C.İ., 2009. Doğu Karadeniz Bölgesindeki İşletilen ve Terk Edilen Maden Yataklarının Çevresel Etkilerinin Mevcut Arazi Yapılarıyla Birlikte Değerlendirilmesi, MTA Rapor No:11149, Ankara.
- J.C.P.D.S., 1990. Powder Diffraction File, Alphabetical Indexes Inorganic Phases, Swarthmore, USA., 871 s.
- Janzen, M.P. 1996. Role of ferric iron, trace metal content, and crystal structure on pyrrhotite oxidation, MSc thesis. University of Waterloo. Canada, 175s.
- Jarvis, A.P ve Younger, P.L., 2000. Broadening the scope of mine water environmental impact assessment: a UK perspective, Environmental Impact Assessment, 20, 85-96.
- Jerz, J. K. ve Rimstidt, J. D. 2003. Efflorescent iron sulfates minerals: Paragenesis, relative stability, and environmental impact, The American Mineralogist, 18, 1919–1932.
- Jiang, D.Z., Teng, E.J. ve Liu, Y.L. 1996. The contribution of difference on the element background values in soils and the analysis of variance of single factor on soil groups, Environ. Monit. China 2 , 21–24.
- Johnson, D. B. ve McGinness, S., 1991. Fe(III) reduction by acidophilic heterotrophic bacteria, Appl. Environ. Microbiol., 57, 207–211.

- Johnson, D. B., Ghauri, M. A. ve McGinness, S., 1993. Biogeochemical cycling of iron and sulphur in leaching environments, FEMS Microbiol. Rev., 11,63–70.
- Johnson, D. B., 1995. Mineral cycling by microorganisms: iron bacteria. pp. 137-160. In: *Microbial Diversity and Ecosystem Function* (Allsop, D., Hawksworth, D. L. and Colwell, R. R., eds.). CAB International, Wallingford, U.K.
- Johnson, D.B. ve Hallberg, K.B. 2003. The Microbiology of Acidic mine waters, Research in Microbiology, 154,466-473.
- Johnson, D. B. ve Hallberg, K. B., 2009. Carbon, iron and sulfur metabolism in acidophilic micro-organisms, Adv. Microb. Physiol., 54, 201–255.
- Johnson, D. B., Bacelar-Nicolau, P., Okibe, N., Thomas, A. ve Hallberg., K. B., 2009. *Ferrimicrobium acidiphilum* gen. nov., sp. nov. and *Ferrithrix thermotolerans* gen. nov., sp. nov.: heterotrophic, iron-oxidizing, extremely acidophilic actinobacteria, International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 59, 1082–1089.
- Johnson, D.B., Kanao, T. ve Hedrich, S., 2012. Redox transformations of iron at extremely lowpH: fundamental and applied aspects, Frontiers in Microbiology Microbiological Chemistry, 3, 96, 1-13.
- Kahraman, İ., Çekiç, Y. ve Güner, S., 1984. Giresun –Tirebolu-Epiye Yöresinin Cu-Pb-Zn-Fe-Mn cevherleşmeleri Maden jeoloji raporu. MTA Rapor No: 8028, Ankara.
- Karakaya Çelik, M., Karakaya, N. ve Ekmekçi, M., 2005. Doğu Karadeniz Bölgesindeki bazı maden yatakları ile yüzey ve yeraltı suyu kimyası arasındaki ilişkinin araştırılması, Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma grubu, Tübitak YDABAG-103Y016.
- Kartal, S., Ayd, Z. ve Tokalioglu, S. 2006. Fractionation of metals in street sediment samples by using the BCR sequential extraction procedure and multivariate statistical elucidation of the data, J. Hazard. Mater., 132, 80–89.
- Kawano, M. ve Tomita, K., 2001. Geochemical modelling of bacterially induced mineralization of schwertmannite and jarosite in sulfuric acid spring water, The American Mineralogist, 86, 1156–1165.
- Kay, C. M., Rowe, O. F., Rocchetti, L., Coupland, K., Hallberg, K. B. ve Johnson, D.B., 2013. Evolution of Microbial “Streamer” Growths in an Acidic, Metal-Contaminated Stream Draining an Abandoned Underground Copper Mine, Life, 3, 189-210.
- Kelly, D. P. ve Wood, A. P. 2000. Reclassification of some species of *Thiobacillus* to the newly designated genera *Acidithiobacillus* gen. nov., *Halothiobacillus* gen. nov. and *Thermithiobacillus* gen. nov., Int.J.Syst.Evol.Microbiol., 50, 511-516.

- Kieft, Ç. 1956. Giresun ili dahilindeki bazı piritik bakır zuhurlar etüdüleri. MTA Rapor no:532, Ankara.
- Kim, O.S., Cho, Y.J., Lee, K., Yoon, S.H., Kim, M., Na, H., Park, S.C., Jeon, Y.S., Lee, J.H., Yi, H., Won, S. ve Chun, J., 2012. Introducing EzTaxon-e: a prokaryotic 16S rRNA Gene sequence database with phylotypes that represent uncultured species, Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 62, 716–721.
- Kimoto, K., Aizawa, T., Urai, M., Nguyen, B. V., Suzuki, K., Nakajima, M. ve Sunairi, M., 2010. *Acidocella aluminiidurans* sp. nov., an aluminium-tolerant bacterium isolated from *Panicum repens* grown in a highly acidic swamp in actual acid sulfate soil area of Vietnam, Int. J. Sys. Evol. Microbiol., 60, 764–768.
- Kimura, M., 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences, J. Mol. Evol., 16,111–120.
- Kishimoto N., Kosako Y., Wakao N., Tano T. ve Hiraishi A., 1995. Transfer of *Acidiphilium facilis* and *Acidiphilium aminolytica* to the genus *Acidocella* gen. nov., and emendation of the genus *Acidiphilium*, Syst. Appl. Microbiol., 18, 85-91.
- Kleinmann, R.L.P., Crerar, D.A. and Pacelli, R.R. 1981. Biogeochemistry of acid mine drainage and a method to control acid formation, Mining Engineering, 33, 300-303.
- Konishi, Y., Asai, S., ve Katoh, H. 1990. Bacterial dissolution of pyrite by *Thiobacillus ferrooxidans*, Bioprocess Engineering, 5, 231-237.
- Korkmaz, S. ve Baki, Z., 1984. Demirözü (Bayburt) güneyinin stratigrafisi: Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 5, 107-115.
- Korkmaz, S., 1993. Tonya-Düzköy (GB-Trabzon) Yöresinin Stratigrafisi, Türkiye Jeoloji Bülteni, 36, 1, 151-158.
- Kovenko, V., 1943. Bakırlı pirit madenleri bölgesi. Giresun vilâyetinde Espiye ve Görele dolaylarındaki Karaerik, Ağlık, İsrail, ilh. madenleri, M.T.A. Mecm., 2, 30, 192-222.
- Köprübaşı, N., Çiftçi, E., Cordan, S., Köprübaşı, N., Özkul, C. ve Şişman Tükel, F., 2014. Comparative geochemical study of soils developed on characteristic black and yellow polymetallic massive sulfide deposits in Eastern Pontides (NE Turkey), Turkish Journal of Earth Sciences, 23, 129-146.
- Kuang, J. L., Huang, L. N., Chen, L. X., Hua, Z. S., Li, S. J., Hu, M., Li, J. T. ve Shu, W. S., 2013. Contemporary environmental variation determines microbial diversity patterns in acid mine drainage, International Society for Microbial Ecology, 7, 1038–1050.
- Kurt, İ., Özkan, M., Karşlı, Ş., Çolak, T. ve Topçu, T., 2006. Doğu Karadeniz Bölgesinin Jeodinamik ve Metalojenik Evrimi (Keşap (Giresun) - Çarşıbaşı (Trabzon) - Torul (Gümüşhane) Arasının Jeolojisi, MTA Rapor no: 10875, Ankara.

- Küsel, K., Dorsch, T., Acker, G. ve Stackebrandt, E., 1999. Microbial Reduction of Fe(III) in Acidic Sediments: Isolation of *Acidiphilium cryptum* JF-5 Capable of Coupling the Reduction of Fe(III) to the Oxidation of Glucose, Applied and Environmental Microbiology, 65, 8, 3633–3640.
- Langmuir, Donald, 1969. The Gibbs free energies of substances in the system Fe-O₂-H₂O-CO₂ at 25° in Geological Survey Research 1969: U. S. Geological Survey Professional Paper 650-B, p. B180-B183.
- Levin, E.M., Robbins, C.R. ve McMurdie, H.F., 1964. Phase Diagrams for Ceramists, The American Ceramic Society, Columbus, Ohio. 573s.
- Loska, K. ve Wiechula, D., 2003. Application of principal component analysis for the estimation of source of heavy metal contamination in surface sediments from the Rybnik Reservoir, Chemosphere, 51, 723–733.
- Majima, H. ve Peters, E. 1966. Oxidation rates of sulfide minerals by aqueous oxidation at elevated temperatures, Trans. Metall. Soc. AIME, 236, 1409– 1413.
- Majzlan, J., Navrotsky, A. ve Schwertmann, U., 2004. Thermodynamics of iron oxides: Part III. Enthalpies of formation and stability of ferrihydrite (~Fe(OH)₃), schwertmannite (~FeO(OH)_{3/4}(SO₄)_{1/8}), and ε-Fe₂O₃, Geochimica et Cosmochimica Acta, 68, 1049–1059.
- Mall, A.P. ve Rudert, V., 1974. Studies in the system KAlSiO₄- BaAl₂Si₂O₈-SiO₂-H₂O. Contrib. Mineral. Petrol., 48, 81–88.
- Manasse, A., Mellini, M. ve Viti, C., 2001. The copper slags of the Capattoli Valley, Campiglia Marittima, Italy, Eur. J. Mineral., 13, 946-960.
- Marescotti, P., Carbone, C., Comodi, P., Frondini, F. ve Lucchetti, G., 2012. Mineralogical and chemical evolution of ochreous precipitates from the Libiola Fe–Cu-sulfide mine (Eastern Liguria, Italy), Applied Geochemistry, 27, 577–589.
- Markosyan, G. E., 1972. A new iron-oxidizing bacterium -Leptospirillum ferrooxidans nov. gen. nov. sp., Biol. J. Armenia., 25, 26-29.
- McKibben, M.A. ve Barnes, H.L., 1986. Oxidation of pyrite in low temperature acidic solutions: Rate laws and surface textures, Geochimica et Cosmochimica Acta, 50, 1509 - 1520.
- Moles, N.R., 1985. Metamorphic conditions and uplift history in central Perthshire: evidence from mineral equilibria in the Foss celsian-barite-sulphide deposit, Aberfeldy, J. Geol. Soc., 142, 39–52.
- Morin, K.A., Cherry, J.A., Dave, N.K., Lim, T.P. ve Vivyurka, A.J., 1988. Migration of acidic groundwater seepage from uranium-tailings impoundments: 1. Field study and conceptual hydrogeochemical model, J. Contam. Hydrol., 2, 271–303.

- Moro, M.C., Cembranos, M., L. ve Fernandez, A., 2001. Celsian, (Ba,K)-Feldspar and Cymrite from Sedex Barite Deposits of Zamora, Spain, The Canadian Mineralogist, 39, 1039-1051.
- Murad E., Schwertmann U., Bigham J.M ve Carlson L., 1994. Mineralogical characteristics of poorly crystallized precipitates formed by oxidation of Fe²⁺ in acid mine sulfate waters. In: Alpers CN, Blowes DW (eds) *Environmental Geochemistry of Sulfide Oxidation*. (ACS Symposium Series 550), American Chemical Society, Washington, D.C., 190–200.
- Murad, E. ve Rojik, P., 2003. Iron-rich precipitates in a mine drainage environment: influence of pH on mineralogy, The American Mineralogist, 88, 1915–1918.
- Müller, G. 1969. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River, Geojournal 2, 108–118.
- Nicholson, R.V. ve Scharer, J.M. 1994. Laboratory studies of pyrrhotite oxidation kinetics. In: Alpers, C.N., Blowes, D.W. (Eds.), *Environmental Geochemistry of Sulfide Oxidation. American Chemical Society Symposium Series, 550*, Washington, DC, 14–30.
- Nicholson, R.V., Gillham, R.W. ve Reardon, E.J. 1988. Pyrite oxidation in carbonate buffered solution: 1. Experimental kinetics, Geochimica et Cosmochimica Acta, 52, 1077-1085.
- Nordstrom, D. K., 1982a. The effect of sulfate on aluminum concentrations in natural waters: some stability relation in the system Al₂O₃-SO₃-H₂O at 298 K, Geochimica et Cosmochimica Acta, 46, 681–692.
- Nordstrom, D.K., 1982b. Aqueous pyrite oxidation and the consequent formation of secondary iron minerals. In ed., Nordstrom, D.K. *Acid Sulphate Weathering*, Soil Science Society American Special Publications, 10, 37– 56.
- Nordstrom, D. K. and Alpers, C. N., 1999. Geochemistry of acid mine waters. In G. S. Plumlee, M. J. Logson (Eds), *The environmental geochemistry of mine waters 6A*. Rev. Econ. Geol. Littleton, CO, Society of Economic Geology, 133–160.
- Nordstrom, D.K., 2000. Advances in hydrogeochemistry and Microbiology of Acid mine waters, Ins. Geol. Rev., 42, 499-515.
- Okay, A.İ. ve Şahintürk, Ö., 1997. Geology of the Eastern Pontides,. In: Robinson, A.G. (ed), *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region*, American Association Petroleum Geologists Memoir, 68, 291 - 311.
- Okay, A.İ., Şahintürk, Ö. ve Yakar, H., 1997. Stratigraphy and tectonics of the Pulur (Bayburt) region in the Eastern Pontides, Mineral Research Exploration Bulletin, 119, 1–24.

- Olıas, M., Nietob, J.M., Sarmientob, A.M., Cerón J.C. ve Cánovas, C.R., 2004. Seasonal Water Quality Variations in a River Affected by Acid Mine Drainage: the Odiel River (South West Spain), Science of the Total Environment, 333, 1-3, 267 – 281.
- Olivares-Rieumont, S., de la Rosa, D., Lima, L., Graham, D.W., D' Alessandro, K., Borroto, J., Martinez, F.ve Sanchez, J., 2005. Assessment of heavy metal levels in Almendares River sediments—Havana City, Cuba, Water Research, 39, 3945–3953.
- Olyphant, G.A., Bayless, E.R. ve Harper, D., 1991. Seasonal and weather-related controls on solute concentrations and acid drainage from a pyritic coal-refuse deposit in southwestern Indiana, Journal of Contaminant Hydrology, 7 (3), 219-236.
- Özsayar, T., Pelin, S. ve Gedikoğlu, A., 1981. Doğu Pontidler’de Kretase, K.T.Ü. Yer Bilimleri Dergisi, 2, 65-114.
- Parkhurst, D.L. ve Appelo, C. A. J., 2013. Description of input and examples for PHREEQC version 3—A computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport, and inverse geochemical calculations: U.S. Geological Survey Techniques and Methods, 6, A43, 497.
- Pekey, H., 2006. The distribution and sources of heavy metals in Izmit Bay surface sediments affected by a polluted stream, Marine Pollution Bulletin, 52, 1197–1208.
- Pelin, S., 1977. Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından Jeolojik İncelenmesi, K.T.Ü. Yayınları, 87, 103s, Trabzon.
- Piatak, N. M., Seal, R. R. ve Jane M., 2004. Environmental Significance of Cadmium and Other Trace-Element Concentrations In Sphalerite From Mineral Deposits, Denver Annual Meeting, November, Denver, Abstract Book, 9 - 2.
- Plumlee, G.S., Smith, K.S., Ficklin, W.H. ve Briggs, P.H., 1992. Geological and geochemical controls on the composition of mine drainages and natural drainages in mineralized areas: Proceedings, 7th International Water-Rock Interaction Conference, Park City, Utah, July 1992., 419-422.
- Plumlee, G.S., Smith, K.S., Montour, M.R., Ficklin, W.H. ve Mosier, E.L., 1999. Geologic Controls on the Composition of Natural Waters and Mine Waters Draining Diverse Mineral-Deposit Types. In: Filipek, L.H. ve Plumlee G.S. (Eds.), The Environmental Geochemistry of Mineral Deposits, Part B: Case Studies and Research Topics, Reviews in Economic Geology, Society of Economic Geologists, 6B, 373-432.
- Pollak, A., 1958. Lahanos madeni hakkında nihai rapor. MTA Rapor No: 40, Ankara.
- Pronk, J. T. ve Johnson, D. B., 1992. Oxidation and reduction of iron by acidophilic bacteria, Geomicrobiol. J., 10, 153–171.

- Rapant, S., R. Salminen, R., Tarvainen, T., Krcmova, K. ve Cveckova, V., 2008. Application of a risk assessment method to Europe-wide geochemical baseline data, Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis, 8, 291–299.
- Rapant, S., Vrana K. ve Bodis D., 1995. Geochemical atlas of Slovak Republic. P. 1. Bratislava, Groundwater, Geofond.
- Regenspurg, S., Brand, A. ve Peiffer, S. 2004. Formation and stability of schwertmannite in acidic mining lakes, Geochimica et Cosmochimica Acta, 68, 1185–1197.
- Rose, A.W. ve Cravotta, C.A., III 1998. Geochemistry of coal-mine drainage, in Brady, K.B.C., Smith, M.W., and Schueck, J., eds., *Coal Mine Drainage Prediction and Pollution Prevention in Pennsylvania: Harrisburg, Pa., Pennsylvania Department of Environmental Protection, 5600-BK-DEP2256*, 1.1- 1.22.
- Rowe, O. F., Sánchez-España, J., Hallberg, K. B. ve Johnson, D. B., 2007. Microbial communities and geochemical dynamics in an extremely acidic, metal-rich stream at an abandoned massive sulfide mine (Huelva, Spain) underpinned by two primary production systems, Environmental Microbiology, 9, 1761-1771.
- Roy, M. P., Roy, S. K. ve Singh, Dr. P. K., 2003. Impact of mining on environment – An appraisal, The Indian mining and engineering journal, 42, 11-12.
- Roychoudhury, A.N. ve Starke, M.F., 2006. Partitioning and mobility of trace metals in the Blesbokspruit: Impact assessment of dewatering of mine waters in the East Rand, South Africa, Applied Geochemistry, 21, 1044-1063.
- Rubio, B., Nombela, M. A. ve Vilas, F., 2000. Geochemistry of major and trace elements in sediments of the Ria de Vigo (NW Spain): an assessment of metal pollution, Marine Pollution Bulletin, 40. 11, 968–980.
- Saitou, N. ve Nei, M., 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees, Mol. Biol. Evol., 4,406–425.
- Sakan, S.M., Djordjevic, D.S., Manojlovic, D.D. ve Polic, P.S., 2009. Assessment of heavy metal pollutants accumulation in the Tisza River sediments, Journal of Environmental Management, 90, 11, 3382–3390.
- Sambrook, J., Fritsch, E.F. ve Maniatis, T., 1989. *Molecular Cloning - A Laboratory Manual, Volume 2*, Cold Spring Harbour Laboratory Press, New York.
- Sánchez-España, J., Lopez-Pamo, E., Santofimia, E., Aduvire, O., Reyes, J. ve Baretino, D., 2005a. Acid mine drainage in the Iberian Pyrite Belt (Odiel river watershed, Huelva, SW Spain): Geochemistry, mineralogy and environmental implications, Applied Geochemistry, 20, 1320–1356.
- Sánchez-España, J., Lopez-Pamo, E., Santofimia, E., Reyes, J. ve Martín, J. A., 2005b. The natural attenuation of two acidic effluents in Tharsis and La Zarza-Perrunal mines (Iberian Pyrite Belt, Huelva, Spain), Environmental Geology, 49, 253–266.

- Sánchez-España, J., Lopez-Pamo, E., Santofimia, E., Reyes, J. ve Martín, J. A., 2006a. The impact of acid mine drainage on the water quality of the Odiel River (Huelva, Spain): evolución of precipitate mineralogy and aqueous geochemistry along the Concepción-Tintillo segment, Water, Air, and Soil Pollution, 173, 121–149.
- Sánchez-España, J., Lopez-Pamo, E., Santofimia, E., Reyes, J. ve Martín, J. A., 2006b. The removal of dissolved metals by hydroxysulphates precipitates during oxidation and neutralization of acid mine waters, Iberian Pyrite Belt, Aquatic Geochemistry, 12, 268–298.
- Sarmiento A. M., Nieto, J. M., Olías, M. ve Cánovas, C. R., 2009. Hydrochemical characteristics and seasonal influence on the pollution by acid mine drainage in the Odiel river Basin (SW Spain), Applied Geochemistry, 24, 697–714
- Schippers, A. 2007. Microorganisms involved in bioleaching and nucleic acid-based molecular methods for their identification and quantification. In: *Microbial Processing of Metal Sulfides*. Donati ER and Sand W, editors. Springer-Verlag, New York. 3-33.
- Schultze-Westrum, H.H., 1961. Giresun civarındaki Aksu deresinin jeolojik profili; Kuzeydoğu Anadolu’da, Doğu Pontus cevher ve mineral bölgesinin jeolojisi ve maden yatakları ile ilgili mütalaalar, Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 57, 63-71.
- Sheoran A.S., Sheoran V. ve Choudhary R.P. 2010, Geochemistry of Acid Mine Drainage- A Review, Environmental Research Journal, 4, 3-4, 293-319.
- Shikazono, N., Zakir, H. M. ve Sudo, Y. 2008. Zinc contamination in river water and sediments at Taisyu Zn-Pb mine area, Tsushima Island, Japan, J. Geochem. Explor. 98, 80–88.
- Singer, P.C. ve Stumm, W., 1970. Acidic mine drainage: The rate-determining step, Science, 167, 1121 - 1123.
- Singh, K.P., Malik, A., Sinha, S., Singh, V.K. ve Murthy, R.C., 2005. Estimation of source of heavy metal contamination in sediments of Gomti River (India) using principal component analysis, Water, Air, and Soil Pollution, 166, 321–341.
- Stumm, W. ve Morgan, J.J., 1981. *Aquatic Chemistry*, Second edition, John Wiley and Sons, New York, 780s.
- Sutherland, R. A., Tolosa, C. A., Tack, F. M. G. ve Verloo, M. G., 2000. Characterization of selected element concentration and enrichment ratios in background and anthropogenically impacted roadside areas, Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 38, 428–438.

- Suzuki, K., Wakao, N., Sakurai, Y., Kimura, T., Sakka, K. ve Ohmiya, K., 1997. Transformation of *Escherichia coli* with a Large Plasmid of *Acidiphilium multivorum* AIU 301 Encoding Arsenic Resistance, Applied and Environmental Microbiology, 63, 5, 2089–2091.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach, Tectonophysics, 75, 181 - 241.
- T.C. Giresun Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2011. Giresun İl Çevre Durum Raporu, Giresun, http://www.csb.gov.tr/turkce/dosya/ced/icdr2011/giresun_icdr2011.pdf 27 Şubat 2013.
- T.C. Resmi Gazete, 2008. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 26786, 13.02.2008, 44. Madde.
- T.C. Resmi Gazete, 2012. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, Yüzeysel Su Kütlelerinde Baskı ve Etkilerin Değerlendirilmesi, 28483, 30.11.2012, Bölüm 3, 8. Madde.
- Tamura, K., Dudley, J., Nei, M. ve Kumar, S., 2007. MEGA4: molecular evolutionary genetics analysis (MEGA) software version 4.0, Mol. Biol. Evol., 24, 1596–1599.
- Tan, G. L., Shu, W. S., Zhou, W. H., Li, X. L., Lan, C. Y. ve Huang, L. N., 2009. Seasonal and spatial variations in microbial community structure and diversity in the acid stream draining across an ongoing surface mining site, FEMS Microbiol. Ecol., 70, 277–285.
- Tanyolu, E., 1988. Pulur Masifi (Bayburt) doğu kesiminin jeolojisi, MTA Der., 108, 1-17.
- Taşdemir, Y. ve Kural, C. 2005. Atmospheric dry deposition fluxes of trace elements measured in Bursa, Turkey. Environ. Pollut. 138, 462–472.
- Taylor, B.E., Wheeler, M.C. ve Nordstrom, D.K., 1984a. Oxygen and sulfur compositions of sulfate in acid mine drainage: Evidence for oxidation mechanisms, Nature, 308, 538-541.
- Taylor, B.E., Wheeler, M.C. ve Nordstrom, D.K., 1984b. Stable isotope geochemistry of acid mine drainage: Experimental oxidation of pyrite, Geochim. et Cosmochim. Acta, 48, 2669-2678.
- Taylor, S.R., 1964. Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table, Geochim. Cosmochim. Acta, 28, 1273–1285.
- Temple, K. L. ve Colmer, A. R., 1951. The autotrophic oxidation of iron by a new bacterium *Thiobacillus ferrooxidans*, J.Bacteriol., 62, 605-611.
- Temple, K.L. ve Delchamps, E.W., 1953. Autotrophic bacteria and the formation of acid in bituminous coal mines, Applied Microbiology, 1, 255-258.

- Topuz, G., Altherr, R., Satır, M. ve Schwarz, M. 2004. Low grade metamorphic rocks from the Pulur complex, NE Turkey: implications for pre-Liassic evolution of the Eastern Pontides, International Journal of Earth Sciences, 93, 72-91.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Dokuz, A. ve Meyer H.P. 2007. Variscan amphibolite-facies metamorphic rocks from the Kurtoğlu metamorphic complex (Gümüşhane area, Eastern Pontides, Turkey), International Journal of Earth Sciences, 96, 861-873.
- Trendall A., F ve Morris R., C, 1993. Iron-Formation: Facts and Problems. Elsevier, Amsterdam.
- TSE, 2005. Türk Standartları Enstitüsü, Sular - İnsani tüketim amaçlı sular, TS-266, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 20 s.
- Tugal, T. 1970. Doğu Karadeniz Lahanos maden bölgesinin piritik sülfid yatakları. Doktora Tezi. Durham Üniversitesi, İngiltere, 455s.
- Turekian, K., K. ve Wedepohl K.,H., 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust, Bull Geol Soc Am., 72, 175-192.
- Turner, A. ve Simmonds, L. 2006. Elemental concentrations and metal bioaccessibility in UK household dust, Sci. Total. Environ. Geol., 371, 74-81.
- Tüysüz, N. ve Er, M., 1995. Lahanos (Espiye) ve İsraildere (Tirebolu) Masif Sülfid Cevherleşmeleri Çevresinde Görülen Hidrotermal Alterasyon Zonlarındaki kimyasal ve mineralojik değişimler, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 10, 104-113.
- Tüysüz, N., 1995. Lahanos (Espiye-Giresun) Masif Sülfid Yatağına Ait Cevher Mineralleri ve Dokularının Cevher Oluşumu Açısından İncelenmesi, Yerbilimleri, 26, 79-92.
- URL-1, www.handbookofmineralogy.org/search.html?p=all 16 Mart 2014.
- Van Everdingen, R.O. ve Krouse, H.R., 1985. Isotope composition of sulfates generated by bacterial and abiological oxidation, Nature, 315, 395-396.
- Viswanathan, K. ve Harneit, O., 1989. Solid solution and unmixing in the feldspar system, albite (NaAlSi₃O₈)-celsian (BaAl₂Si₂O₈), Eur. J. Mineral., 1, 239-248.
- Wakao, N., Nagasawa, N., Matsuura, T., Matsukura, H., Matsumoto, T., Hiraishi, A., Sakurai, Y. ve Shiota, H., 1994. *Acidiphilium multivorum* sp. nov., an acidophilic chemoorganotrophic bacterium from pyritic acid mine drainage, J. Gen. Appl. Microbiol., 40, 2, 143-159.
- Waksman, S. A. ve Joffe, J. S., 1922. Microorganisms concerned in the oxidation of sulfur in the soil. II. The *Thiobacillus thiooxidans*, a new sulfur oxidizing organism isolated from soil, J.Bacteriol., 7, 239-256.

- Wedepohl, K. H., 1995. The composition of the continental crust, Geochim Cosmochim Acta, 59:1217–1232.
- WHO, 2011. Guidelines for Drinking-Water Quality, World Health Organization, Geneva, Switzerland, 541 s.
- Wichlacz, P. L., Unz, R. F. ve Langworthy, T. A., 1986. *Acidophilum angustum* sp. nov., *Acidophilum facilis* sp. nov., and *Acidophilum rubrum* sp. nov.: acidophilic heterophilic bacteria isolated from acidic coal mine drainage, Int.J.Syst.Bacteriol., 36, 197-201.
- Widdel F, Schnell S, Heising S, Ehrenreich A, Assmus B ve Schink B, 1993. Ferrous iron oxidation by anoxygenic phototrophic bacteria, Nature, 362, 834–836.
- Williams, D. J., Bigham, J. M., Cravotta, C. A., Traina, S. J., Anderson, J. E. ve Lyon, J. G., 2002. Assessing mine drainage pH from the color and spectral reflectance of chemical precipitates, Applied Geochemistry, 17, 1273– 1286.
- Yılmaz, T. ve Türkmen, İ.,1983. Giresun-Espiye Karaerik, Karılar, Ağalık, Çımaklı, Gebelli yöresine ait pirit-bakır cevherleşmesinin ayrıntılı jeoloji raporu, MTA Rapor no:8018, Ankara.
- Yongming, H., Peixuan, D., Junji, C. ve Posmentier, E. S. 2006. Multivariate analysis of heavy metal contamination in urban dusts of Xian, central China, Sci. Total. Environ., 355, 176–186.
- Yu, J. Y., Heo, B., Choi, I. K., Cho, J. P. ve Chang, H. W., 1999. Apparent solubilities of schwertmannite and ferrihydrite in natural stream waters polluted by mine drainage, Geochimica et Cosmochimica Acta, 63, 3407– 3416.
- Yurkov, V. 2006. Aerobic phototrophic proteobacteria. In: M. Dworkin, S. Falkow, E. Rosenberg, K-H. Schleifer and E. Stackebrandt (eds) Prokaryotes 3rd Edition, 5, 562-584. Springer-Verlag, New York.

9. EKLER

Ek 1. KR1 (12-100DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTTCAGCAATG
GCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGAC
AACAGCGGGAAACTGCTGCTAATACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTAAAGGC
CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
ACTGAGACACGGCCCAAACCTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTTAGTTTCTCAGTGTGCGTAGCTAACGCGATA
AGCACACCGCCTGGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGA
CGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCA
GAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTC
CCGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTGCT
GAGATGTT

Ek 2. KR2 (12-101DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTTCAGCAATG
GCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGAC
AACAGCGGGAAACTGCTGCTAATACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTAAAGGC
CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
ACTGAGACACGGCCCAAACCTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTTAGTTTCTCAGTGTGCGTAGCTAACGCGATA
AGCACACCGCCTGGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGA
CGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCA
GAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTC
CCGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTGCT
GAGATGTT

Ek 3. KR3 (12-102DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

GAAGGTCTTCGGATTGTAAAGTCCTTTTGGCGGGGACGATGATGACGGTACCC
GCAGAATAAGCTCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGG
GCTAGCGTTGCTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGACGGCAC
GGTCAGGCGTGAAATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCGTCTGAGACGTGTT
GTCTTGAGTATGGAAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGT
AGATATTGGAAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCATTACTGAC
GCTGAGGCGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATAACCCTGGTAGTCC
ACGCTGTAAACGATGTGTGCTGGATGTTGGGGTGCTTAGCACTTCAGTGTCTGTA
GCTAACGCGATAAGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTC
AAAGGAATTGACGGGGGCCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGA
AGCAACGCGCAGAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGAGGACCGGTACAGAG
ATGACTTTTTCCCGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAG
CTCGTGTCTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGCCTTT
AGTTGCCATCATTTAGTTGGGCACTCTAGAGGAACTGCCGGTGACAAGCCGGA
GGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCCTTATGTCCTGGGCTACACA
CGTGCTACAATGGTGGTGACAGTGGGAAGCTAGGTAGTGATACCGTGCTGATC
TCTAAAAGCCATCTCAGTTCAGATTGTACTIONTCTGCAACTCGAGTACATGAAGGT
GGAATCGCTAGTAATCGTGGATCAGCATGCCACGGTGAATACGTTCCCGGGCC
TTGTACACAC

Ek 4. KR4 (12-103DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

TCAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCACGGGCAGGG
CAACCTGTCAGTGGCGGACGGGTGAGTAACGCGTAGGAATCTATCCTTGGGGTG
GGGGACAACCGTGGGAAACTACGGCTAATACCGCATGATCCCTGAGGGGCAA
AGGCGAAAGTCGCCTGAGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGGTAGTTGGTGGGGT
AAAGGCCTACCAAGCCTGCGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCAC
ACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATA
TTGGACAATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTC
TTCGGATTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAAT
AAGCCCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGC
GTTGCTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGCATGTACAGTCAGA
AGTGAAATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGA
GTGAGGAAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATT
GGAAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCCTAACTGACGCTGAG
GCGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATAACCCTGGTAGTCCACGCTGT
AAACGATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTTAGTTTCTCAGTGTCTGAGCTAAC
GCGATAAGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGA
ATTGACGGGGGCCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACG
CGCAGAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTIONT
TCCCGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTG
GTGAGA

Ek 5. KR5 (12-104DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAATG
GCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGAC
AACAGCGGGAAACTGCTGCTAATACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTTGGTGGGGTAAAGGC
CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
ACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTTCGCA
ATGGGGGCAACCCTGACGAAGCAATGCCGCGTGGATGAAGAAGGCCTTCGGG
TTGTAAAGTCCTTTCGTGGGGGACGAAAAGGTGGTTCCTAATACGAGCTGCTG
TTGACGTGAACCCAAGAAGAAGCACCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGT
AATACGGGGGGTGCAAGCGTTAATCGGAATCACTGGGCGTAAAGGGTGCCTA
GGCGGTACGTTAGGTCTGTCGTGAAATCCCCGGGCTCAACCTGGGAATGGCGG
TAGAAACCGGCGAACTAGAGTATGGGAGAGGGTGGGTGGAATTCCAGGTGTA
GCGGTGAAATGCGTAGAGATCTGGAGGAACATCAGTGGCGAAGGCGGCCACC
TGGCCCAATACTGACGCTGAGGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAG
ATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGATGAATACTAGATGTTTGGTACCTAG
CGTACTGAGTGTTCGTAGCTAACGCGATAAGTATTCCGCCTGGGAAGTACGGCC
GCAAGGTTAAAACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAACC
ATGGTGGTTTAATTTCGATGCAACGCGAAGAACCTTACCTGGGCTTGACATGTC
CGGAATCCTGCAGAGAATGCGGGAGTGCCCTTCGGGGAATCGGAACACAGGT
GCTGCATGG

Ek 6. KR6 (12-105DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGA
CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTTGGTGGGGTAAAGGC
CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
ACTGAGACACGGCCAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTTAGTTTCTCAGTGTTCGTAGCTAACGCGATA
AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
GGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTTCGAAGCAACGCGCAG
AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCCTGTCTG
AAAAAATT

Ek 7. KR7 (12-106DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTTCAGCAATG
GCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGAC
AACAGCGGGAAACTGCTGCTAATACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTAAAGGC
CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
ACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGATA
AGCACACCGCCTGGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGA
CGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCTGAAGCAACGCGCA
GAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTC
CCGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTCTG
GAGATGTT

Ek 8. KR8 (12-107DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTTCAGCAATG
GCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGAC
AACAGCGGGAAACTGCTGCTAATACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTAAAGGC
CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
ACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGATA
AGCACACCGCCTGGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGA
CGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCTGAAGCAACGCGCA
GAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTC
CCGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTCTG
GAGATGTT

Ek 9. KR9 (12-109DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CTCAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCA
 ATGGCAGCGGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGG
 GACAACAGCGGGAACTGCTGCTAATACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGC
 GCAAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTAAAG
 GCCTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTG
 GGACTGAGACACGGCCAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGG
 ACAATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCG
 GATTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGC
 CCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGC
 TCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGCATGTACAGTCAGAAGTG
 AAATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGA
 GGAAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAA
 AGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGC
 GAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGATAGTCCACGCTGTAAA
 CGATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGA
 TAAGCACACCGCCTGTGGGAGTACTGCCGCAATGGTTGAAACTCAAGAGGAAT
 TGACGGGGGCCAGCACAAGCGGGTGGAGCATGGTGGTTTAAGTCGAAAGCA
 ACTCAGAATAATCTTTATCAGTAATTTGACGTGGGTGAGGACCCCGTACATAA
 CATGTTACTTTTTGCCGAGCGAGGGACCATTCAGCCCCATGGTGCTTGGATGGA
 CTATCATACT

Ek 10. KR10 (12-110DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
 GGCAGCGGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGA
 CAACAGCGGGAACTGCTGCTAATACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
 AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTAAAGGC
 CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
 ACTGAGACACGGCCAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
 AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
 TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
 CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
 GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
 ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
 AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
 AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
 AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
 ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGATA
 AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAG
 AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
 CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCCTGTCCTG
 AAAAAATT

Ek 11. KR11 (12-111DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
 GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGA
 CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
 AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTTGGTGGGGTAAAGGC
 CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
 ACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
 AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
 TTGTAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
 CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
 GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
 ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
 AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
 AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
 AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
 ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAAGTTAGTTTCTCAGTGTGCTAGCTAACGCGATA
 AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAG
 AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
 CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCCTGTCCTG
 AAAAAATT

Ek 12. KR12 (12-112DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
 GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGA
 CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
 AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTTGGTGGGGTAAAGGC
 CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
 ACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
 AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
 TTGTAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
 CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
 GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
 ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
 AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
 AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
 AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
 ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAAGTTAGTTTCTCAGTGTGCTAGCTAACGCGATA
 AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAG
 AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
 CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCCTGTCCTG
 AAAAAATT

Ek 13. KR13 (12-113DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
 GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGA
 CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
 AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTAAAGGC
 CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
 ACTGAGACACGGCCAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
 AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
 TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
 CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
 GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
 ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
 AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
 AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
 AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
 ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTTAGTTTCTCAGTGTCTGAGCTAACGCGATA
 AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAG
 AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
 CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCCTGTCCTG
 AAAAAATT

Ek 14. KR14 (12-114DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

GAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCACGGTCAGTAATGG
 CAGTGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCTGGGGTGGGGGATA
 ACAGTGGGAAACTACTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGCAA
 GTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTAAAGGCCT
 ACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGGAC
 TGAGACACGGCCAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGACAA
 TGGGGGCAACCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGATT
 GTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCCCG
 GCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTCGG
 AATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGGCATACACAGTCAGAAGTGAAAT
 TCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGTAAGCTAGAGTGGAGAA
 GAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAGAA
 CACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCTTCTACTGACGCTGAGGCGCGAAAG
 CGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACGATGT
 GTGCTGGATGTTGGGGAACCTTAGTTTCTCAGTGTCTGAGCTAACGCGATAAGC
 ACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGACGGG
 GGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAGAACC
 TACCAGGATTTGACATGGGCAGGACCGGTACAGAGATGTATCTTCTCCGCAA
 GGGGCCTGCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTCTGAGATG
 TTTG

Ek 15. KR15 (12-115DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
 GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGA
 CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
 AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTTGGTGGGGTAAAGGC
 CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
 ACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
 AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
 TTGTAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
 CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
 GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
 ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
 AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
 AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
 AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
 ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGATA
 AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAG
 AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
 CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCCTGTCCTG
 AAAAAATT

Ek 16. KR16 (12-116DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
 GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGA
 CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
 AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTTGGTGGGGTAAAGGC
 CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
 ACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
 AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
 TTGTAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
 CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
 GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
 ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
 AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
 AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
 AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
 ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGATA
 AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAG
 AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
 CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCCTGTCCTG
 AAAAAATT

Ek 17. KR17 (12-117DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
 GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGA
 CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
 AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTTGGTGGGGTAAAGGC
 CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
 ACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
 AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
 TTGTAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
 CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
 GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
 ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
 AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
 AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
 AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
 ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGATA
 AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAG
 AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
 CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCCTGTCCTG
 AAAAAATT

Ek 18. KR18 (12-118DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
 GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGA
 CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
 AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTTGGTGGGGTAAAGGC
 CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
 ACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
 AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
 TTGTAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
 CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
 GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
 ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
 AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
 AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
 AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
 ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGATA
 AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAG
 AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
 CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCCTGTCCTG
 AAAAAATT

Ek 19. KR19 (12-119DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
 GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGA
 CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
 AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTAAAGGC
 CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
 ACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
 AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
 TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
 CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
 GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
 ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
 AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
 AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
 AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
 ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGATA
 AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAG
 AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
 CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCCTGTCCTG
 AAAAAATT

Ek 20. KR20 (12-120DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

GTGGGGGACGAAAAGGTGGTTCCTAATACGAGCTACTGTTGACGTGAACCCAA
 GAAGAAGCACCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGGGGGTGC
 AAGCGTTAATCGGAATCACTGGGCGTAAAGGGTGCGTAGGCGGTACGTTAGGT
 CTGTCTGAAATCCCCGGGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAACCGGCGCAC
 TAGAGTATGGGAGAGGGTGGTGAATTCAGGTGTAGCGGTGAAATGCGTAG
 AGATCTGGAGGAACATCAGTGGCGAAGGCGGCCACCTGGCCCAATACTGACG
 CTGAGGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCA
 CGCCCTAAACGATGAATACTAGATGTTTGGTACCTAGCGTACTGAGTGTCTGTA
 GCTAACGCGATAAGTATTCCGCCTGGGAAGTACGGCCGCAAGGTTAAACTCA
 AAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGATG
 CAACGCGAAGAACCTTACCTGGGCTTGACATGTCCGGAATCCTGCAGAGATGC
 GGGAGTGCCCTTCGGGGAATCGGAACACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCT
 CGTGTCTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGTCCTTA
 GTTGCCAGCGGTTCCGGCCGGGCACTCTAGGGAGACTGCCGGTGACAAACCGGA
 GGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCTTTATGTCCAGGGCTACACA
 CGTGCTACAATGGCGCGTACAGAGGGAAGCCAAGCCGCGAGGTGGAGCAGAC
 CCCAGAAAGCGCGTCGTAGTTCCGATTGCAGTCTGCAACTCGACTGCATGAAG
 TCGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGCCGCGGTGAATACGTTCCCGGG
 CCTTGTACACAC

Ek 21. KR21 (12-188DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CTCTTTCGTGAGGGAAGAAAAGGTTTCAGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGT
 ACCTCAAGAAGAAGCACCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGT
 AGGGTGCGAGCGTTAATCGGAATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTT
 GTTAAGTCAGATGTGAAAGCCCCGAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAACT
 GGCAAGCTAGAGTCTGTTCAGAGGGGGGTAGAATTCCACGTGTAGCAGTGAAAT
 GCGTAGAGATGTGGAGGAATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGA
 CTGACGCTCATGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTA
 GTCCACGCCCTAAACGATGTCAACTGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAA
 CGAAGCTAACGCGAGAAGTTGACCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGATTA
 ACTCAAAGGAATTGACGGGGACCCGCACAAGCGGTGGATGATGTGGATTAATT
 CGATGCAACGCGAAAAACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGA
 GAGGTGGATGTGCCTGAAAGGGAACCGTAACACAGGTGCTGCATGGCTGTCGT
 CAGCTCGTGTTCGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGT
 CCTTAGTTGCCAGCGGTTTCGGCCGGGCACTCTAGGGAGACTGCCGGTGACAAA
 CCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCTCATGGCCTTTATGTCCAGGGCT
 ACACACGTGCTACAGTGGCGCGTACAGAGGGAAGCCAAGCCGCGAGGTGGAG
 CAGACCCAGAAAGCGCGTTCGTAGTTTCGGATTGCAGTCTGCAACTCGACTGCA
 TGAAGTCGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGCCGCGGTGAATACGTTC
 CCGGGCCTTGTACA

Ek 22. KR22 (12-189DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CTCAGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCAC
 GGGGGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGT
 ATCCTTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCATAAGCTC
 TGAGGAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATG
 TCCGATTAGCTAGTTGGTGAGGTAAAGACTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCT
 GGTCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTA
 CGGGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCC
 ATGCCGCGTGAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGAA
 GAAAAGGTTTCAGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGC
 ACCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGGGGGTGCAAGCGTTAA
 TCGGAATCACTGGGCGTAAAGGGTGCAGGCGGTACGTTAGGTCTGTCGTGA
 AATCCCCGGGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAACCGGCGCACTAGAGTATG
 GGAAGGGTGGGTGGAATTCAGGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATCTGGA
 GGAACATCAGTGGCGAAGGCGGCCACCTGGCCCAATACTGACGCTGAGGCAC
 GAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAA
 CGATGAATACTAGATGTTTGGTACCTAGCGTACTGAGTGTTCGTAGCTAACGCG
 ATAAGTATTCCGCCTGGGAAGTACGGCCGCAAGGTTAAACTCAAAGGAATTG
 ACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAAATTCGATGCAACGCGAA
 GAACCTTACCTGGGCTTGACATGTCCGGAATCCTGCAGAGATGCCGGGAGTGCC
 CTTCCG

Ek 23. KR23 (12-190DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CTCAGATTGAACGCTGGCGGCATGCCTAACACATGCAAGTCGAACGGTAGCAG
 GCCTTCGGGTGCTGACGAGTGGCGGACGGGTGAGTAATGCGTAGGAATCTGTCT
 TTTAGTGGGGGACAACCCAGGGAACTTGGGCTAATACCGCATGAGCCCTGA
 GGGGAAAGCGGGGGATCTTCGGACCTCGCGCTAAGAGGAGAGCCTACGTCT
 GATTAGCTAGTTGGTAGGGTAAAGGCCTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGT
 CTGAGAGGACGACCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACG
 GGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTCGCAATGGGGGCAACCCTGACGAAGCAAT
 GCCGCGTGGATGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGTCCTTTCGTGGGGGACGA
 AAAGGTGGTTCCTAATACGAGCTGCTGTTGACGTGAACCCAAGAAGAAGCACC
 GGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGGGGGTGCAAGCGTTAATCG
 GAATCACTGGGCGTAAAGGGTGCCTAGGCGGTACGTTAGGTCTGTCGTGAAAT
 CCCCGGGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAACCGGCGCACTAGAGTATGGG
 AGAGGGTGGGTGGGAATTCCAGGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATCTGGA
 GGAACATCAGTGGCGAAGGCGGCCACCTGGCCCAATACTGACGCTGAGGCAC
 GAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAA
 CGATGAATACTAGATGTTTGGTACCTAGCGTACTGAGTGTCTGATGCTAACGCG
 ATAAGTATTCCGCCTGGGAAGTACGGCCGCAAGGTTAAAACTCAAAGGAATTG
 ACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGGGGTTTAAATTCGATGCAACGCGA
 AAAACCTTACCTGGGCTTGACATGTCCGGAATCCTGCAAAAATGCGGGAATGC
 CCTTCGGGGAA

Ek 24. KR24 (12-191DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGATTGAACGCTGGCGGCATGCCTAACACATGCAAGTCGAACGGTAGCAGGC
 CTTTCGGGTGCTGACGAGTGGCGGACGGGTGAGTAATGCGTAGGAATCTGTCTT
 TTAGTGGGGGACAACCCAGGGAACTTGGGCTAATACCGCATGAGCCCTGAGG
 GGGAAAGCGGGGGATCTTCGGACCTCGCGCTAAGAGGAGAGCCTACGTCTGAT
 TAGCTAGTTGGTAGGGTAAAGGCCTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTG
 AGAGGACGACCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGA
 GGCAGCAGTGGGGAATTTTCGCAATGGGGGCAACCCTGACGAAGCAATGCCG
 CGTGGATGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGTCCTTTCGTGGGGGACGAAAAG
 GTGGTTCCTAATACGAGCTGCTGTTGACGTGAACCCAAGAAGAAGCACCGGCT
 AACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGGGGGTGCAAGCGTTAATCGGAAT
 CACTGGGCGTAAAGGGTGCCTAGGCGGTACGTTAGGTCTGTCGTGAAATCCCC
 GGGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAACCGGCGCACTAGATATGGAGAAGG
 GGGGGGGGGAAATTCCAGGTGTTACCGGTGAAATGCGTAGAGATCTGGAGGA
 ACATCAGTGGCCGAAGGCGGCCACCTGGCCCAATACTGACGCTGAGGCACGA
 AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACG
 ATGAATACTAGATGTTTGGTACCTAGCGTACTGAGTGTCTGATGCTAACGCGAT
 AAGTATTCCGCCTGGGAAGTACGGCCGCAAGGTTAAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGGGGGTTTAAATTCGATGCAACGCGGA
 AGAACCTTACCTGGGGCTTGACATGTCCGGAATCCTGCAAAAATGCCGGGA
 GTGGCC

Ek 25. KR25 (12-193DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGGG
GGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTATCC
TTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCATAAGCTCTGAG
GAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTCCG
ATTAGCTAGTTGGTGAGGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGGTC
TGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGG
GAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCCATG
CCGCGTGAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGAAGAA
AAGGTTCAAGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGCACCG
GCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCAGAGCGTTAATCGG
AATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTTGTAAAGTCAGATGTGAAAGC
CCCGAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAACTGGCAAGCTAGAGTCTGTGAG
AGGGGGGTAGAAATTCACGTGTAGCAGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGA
ATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGACTGACGCTCATGCACGAA
AGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
GTCAACTGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAACGAAGCTAACGCGAGAA
GTTGACCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGATTA AAACTCAAAGGAATTGGCGG
GGACCCGCACAAGCGGTGGATGAAGGTGGATTAATTCGATGCAACGCGAAAA
ACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAAAAGGTGGATGTGCCTT
GAAAGG

Ek 26. KR26 (12-195DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CGCGGGAGAAAAGCCTCCGGGTGTAAATCTTCTTGGGGAGAAAAGTGGTTATA
GAAATTGGTATGAGGGATCCAGAAGAACACCGCTAATACTGCCAGCAGCGCGT
AATACGGGGAGCAGCGTTATCGTATCATTGGCGTAAAGAAGCGTAGCAGTCGT
TAGTCGTCGTGAATCACCGGCTCAACTGGGAAGACGGTAGAAAACCGGCGCACT
AGAGTATTGAGAGGATGGGGAATTACAGGTGTAGCAGCGAAATGCGTAGATA
TCTGGAGGAGCATCAGCAGCGAAGACGGCCACCCGGCCAATACTGACGATG
AGGCACGAAAGCGTGCGGAGCAAACAGCATTAGATACTACGGTAGTCCTCCCC
GTAAACGATGAATACTAGATGTTTGGTGCCTAGCGTACTGAGCGTCGTAGCTA
ACGCGATAAGTATTCCGCCTGGGAAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGG
AATAGACGGGGGCCCGCACAACCGGTGGAGCATGAGGTGAATTCGATGCAA
CGCGAAGAACCTCATCTGGGCCCCACAGTCCGGAATTCTGCAGAGATGCGGAA
GTGCCCTTCGAAGAATCGGAACACCGCTGCTGCATCGCTGTCGTCAGCTCGTGT
CGTGAGATGATGGGTTAAGTCCTGCAACGAGCGCAACCCTTCGTCTTATGTTAC
CAGCCGAGTAATGTGCGGGGACATCATGAGAGACTGCCGGGGTCAAATCGGA
GGAAGGGGGGGAAGACGTCAAGTCCTTATGCCCTTATGTGGCAGGGCTGCAC
CCATGCTACAATGGCCGGTACCGAGGGTAGCAATCCCGCGAGGGGGAGCTAAT
TCCACAAAACCGGTTTCAGTTCGGATCGCAGTTTGCAAATTGAAGGCCAGAAG
CTGGAGACGGTAGTAATCCGGAACAGCCATGTCGGGGTGAATACGTTCCCGG
GCCTTGACACA

Ek 27. KR27 (12-196DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sirasi

CTCTTTCGTGAGGGAAGAAAAGGTTTCAGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGT
 ACCTCAAGAAGAAGCACCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGT
 AGGGTGCGAGCGTTAATCGGAATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTT
 GTTAAGTCAGATGTGAAAGCCCCGAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAACT
 GGCAAGCTAGAGTCTGTTCAGAGGGGGGTAGAATTCCACGTGTAGCAGTGAAAT
 GCGTAGAGATGTGGAGGAATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGA
 CTGACGCTCATGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTA
 GTCCACGCCCTAAACGATGTCAACTGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAA
 CGAAGCTAACGCGAGAAGTTGACCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGATTA
 ACTCAAAGGAATTGACGGGGACCCGCACAAGCGGTGGATGATGTGGATTAATT
 CGATGCAACGCGAAAAACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGA
 GAGGTGGATGTGCCTGAAAGGGAACCGTAACACAGGTGCTGCATGGCTGTCGT
 CAGCTCGTGTTCGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGT
 CCTTAGTTGCCAGCGGTTTCGGCCGGGCACTCTAGGGAGACTGCCGGTGACAAA
 CCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCTCATGGCCTTTATGTCCAGGGCT
 ACACACGTGCTACAGTGGCGCGTACAGAGGGAAGCCAAGCCGCGAGGTGGAG
 CAGACCCAGAAAGCGCGTTCGTAGTTCGGATTGCAGTCTGCAACTCGACTGCA
 TGAAGTCGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGCCGCGGTGAATACGTTC
 CCGGGCCTTGTACA

Ek 28. KR28 (12-199DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sirasi

CTCTTTCGTGAGGGAAGAAAAGGTTTCAGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGT
 ACCTCAAGAAGAAGCACCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGT
 AGGGTGCGAGCGTTAATCGGAATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTT
 GTTAAGTCAGATGTGAAAGCCCCGAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAACT
 GGCAAGCTAGAGTCTGTTCAGAGGGGGGTAGAATTCCACGTGTAGCAGTGAAAT
 GCGTAGAGATGTGGAGGAATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGA
 CTGACGCTCATGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTA
 GTCCACGCCCTAAACGATGTCAACTGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAA
 CGAAGCTAACGCGAGAAGTTGACCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGATTA
 ACTCAAAGGAATTGACGGGGACCCGCACAAGCGGTGGATGATGTGGATTAATT
 CGATGCAACGCGAAAAACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGA
 GAGGTGGATGTGCCTGAAAGGGAACCGTAACACAGGTGCTGCATGGCTGTCGT
 CAGCTCGTGTTCGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGT
 CCTTAGTTGCCAGCGGTTTCGGCCGGGCACTCTAGGGAGACTGCCGGTGACAAA
 CCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCTCATGGCCTTTATGTCCAGGGCT
 ACACACGTGCTACAGTGGCGCGTACAGAGGGAAGCCAAGCCGCGAGGTGGAG
 CAGACCCAGAAAGCGCGTTCGTAGTTCGGATTGCAGTCTGCAACTCGACTGCA
 TGAAGTCGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGCCGCGGTGAATACGTTC
 CCGGGCCTTGTACA

Ek 29. KR29 (12-200DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

TTTCGTGGGGGACGAAAAGGTGGTTCCTAATACGAGCTGCTGTTGACGTGAAC
 CCAAGAAGAAGCACCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGGGG
 GTGCAAGCGTTAATCGGAATCACTGGGCGTAAAGGGTGCCTAGGCGGTACGTT
 AGGTCTGTCGTGAAATCCCCGGGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAACCGGC
 GCACTAGAGTATGGGAGAGGGTGGTGGAAATCCAGGTGTAGCGGTGAAATGC
 GTAGAGATCTGGAGGAACATCAGTGGCGAAGGCCGCCACCTGGCCCAATACT
 GACGCTGAGGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATGCCCTGGTAG
 TCCACGCCCTAAACGATGAATACTAGATGTTTGGTACCTAGCGTACTGAGTGTC
 GTAGCTAACCGGATAAGTATTCCGCCTGGGAAGTACGGCCGCAAGGTTAAAC
 TCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCCG
 ATGCAACGCGAAAAACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAGA
 GGTGGATGTGCCTGAAAGGGAACCGTAACACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCA
 GCTCGTGTGCTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGCTA
 TTAATTGCCATCATTAAAGTTGGGCACCTTAATAGGACTGCTGGTGATAAACCGG
 AGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCCTTATGGGTAGGGCTTCAC
 ACGTCATACAATGGCCGGTACAGAGGGATGCCAACCCGCGAGGGGGAGCCAA
 TCTCATAAAGCCGGTTCGTGGTCCGGATTGTTCTCTGCAACTCGAGAGCATGAA
 GTCGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGTTCGCGGTGAATACGTTCCCGG
 GTCTTGTACACAC

Ek 30. KR30 (12-201DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CCCCGGGAAACCGGTTTAGGCCCTGGATTACGCCCAAGCTTTTTTTGGGTGCA
 CCTTTTGAATACTCCAAGGTTATGCCTTCCAACGCGGTTGGGGAGTCTTCCCC
 ATAAGGGTCGACCTGCCAGGCGGCCCGCAATTCCCTTAGTGATTTGTTAAGT
 CAGATGTGAAAGCCCCGAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAACTGGCAAGC
 TAGAGTCTGTCAGAGGGGGGTAGAATCCACGTGTAGCAGTGAAATGCGTAGA
 GATGTGGAGGAATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGACTGACGC
 TCATGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACG
 CCCTAAACGATGTCAACTGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAACGAAGCT
 AACCGGAGAAGTTGACCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGATTAAAACCTCAA
 GGAATTGACGGGGACCCGCACAAGCGGTGGATGATGTGGATTAATTCGATGCA
 ACGCGAAAAACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAGAGGTGG
 ATGTGCCTGAAAGGGAACCGTAACACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCG
 TGTCGTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGCTATTAATT
 GCCATCATTAAAGTTGGGCACCTTAATAGGACTGCTGGTGATAAACCGGAGGAA
 GGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCCTTATGGGTAGGGCTTCACACGTC
 ATACAATGGCCGGTACAGAGGGATGCCAACCCGCGAGGGGGAGCCAATCTCA
 TAAAGCCGGTTCGTAGTCCGGATTGTTCTCTGCAACTCGAGAGCATGAAGTCGG
 AATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGTTCGCGGTGAATACGTTCCCGGGTCTT
 GTACA

Ek 31. KR31 (12-202DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGGG
GGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTATCC
TTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCATAAGCTCTGAG
GAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTCCG
ATTAGCTAGTTGGTGAGGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGGTC
TGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGG
GAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCCATG
CCGCGTGAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGAAGAA
AAGGTTCAAGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGCACCG
GCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCAGCGTTAATCGG
AATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTTGTAAAGTCAGATGTGAAAGC
CCCGAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAGTGGCAAGCTAGAGTCTGTGAG
AGGGGGGTAGAAATTCACGTGTAGCAGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGA
ATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGACTGACGCTCATGCACGAA
AGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
GTCAACTGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAACGAAGCTAACGCGAGAA
GTTGACCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGATTAAGAACTCAAAGGAATTGGCGG
GGACCCGCACAAGCGGTGGATGAAGGTGGATTAATTCGATGCAACGCGAAAA
ACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAAAAGGTGGATGTGCCTT
GAAAGG

Ek 32. KR32 (12-203DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

GGGTGGCGCNTCGCATGGCTCCGGCCGCCATGGCGGCCGCGGGAATTCGATTA
TTCTAGAGTTTGATCATGGCTCAGATTGAACGCTGGCGGCATGCCTAACACAT
GCAAGTCGAACGGTAGCAGGCCTTCGGGTGCTGACGAGTGGCGGACGGGTGA
GTAATGCGTAGGAATCTGTCTTTTAGTGGGGGACAACCCAGGGAACTTGGGC
TAATACCGCATGAGCCCTGAGGGGGAAAGCGGGGGATCTTCGGACCTCGCGCT
AAGAGGAGAGCCTACGTCTGATTAGCTAGTTGGTAGGGTAAAGGCCTACCAAG
GCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGACGACCAGCCACACTGGGACTGAGA
CACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTTCGCAATGGGGG
CAACCCTGACGAAGCAATGCCGCGTGGATGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAG
TCCTTTCGTGGGGGACGAAAAGGTGGTTCCCTAATACGAGCTACTGTTGACGTG
AACCCAAGAAGAAGCACCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGG
GGGGTGCAAGCGTTAATCGGAATCACTGGGCGTAAAGGGTGCGTAGGCGGTA
CGTTAGGTCTGTCGTGAAATCCCCGGGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAAC
CGGCGCACTAGAGTATGGGAGAGGGNTGGGTGGGAATTCAGNGNTGTAGCG
GTGAAATGCNGTAGAGATCTGGGAGGAACATCAGTGGGCGAAGGCGGCCACC
TGGCCAATACTGACGCTGAGGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAG
ATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGATGAATACTAGATGTTTGGTACCTAG
CGTACTGAGTGTTCGTAGCTAACGCGATAAGTATTCCGCCCCGGGGAAGTACNGC
CGGCAGGTAAAA

Ek 33. KR33 (12-204DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

GGGTGGCGCNTCGCATGGCTCCGGCCGCCATGGCGGCCGCGGGAATTCGATTA
 TTCTAGAGTTTGATCATGGCTCAGATTGAACGCTGGCGGCATGCCTAACACAT
 GCAAGTCGAACGGTAGCAGGCCTTCGGGTGCTGACGAGTGGCGGACGGGTGA
 GTAATGCGTAGGAATCTGTCTTTTAGTGGGGGACAACCCAGGGAAACTTGGGC
 TAATACCGCATGAGCCCTGAGGGGGAAAGCGGGGGATCTTCGGACCTCGCGCT
 AAGAGGAGAGCCTACGTCTGATTAGCTAGTTGGTAGGGTAAAGGCCTACCAAG
 GCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGACGACCAGCCACACTGGGACTGAGA
 CACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAAATTTTCGCAATGGGGG
 CAACCCTGACGAAGCAATGCCGCGTGGATGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAG
 TCCTTTCGTGGGGGACGAAAAGGTGGTTCCTAATACGAGCTACTGTTGACGTG
 AACCCAAGAAGAAGCACCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGG
 GGGGTGCAAGCGTTAATCGGAATCACTGGGCGTAAAGGGTGCGTAGGCGGTA
 CGTTAGGTCTGTCGTGAAATCCCCGGGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAAC
 CGGCGCACTAGAGTATGGGAGAGGGNTGGGTGGGAATTCAGNGNTGTAGCG
 GTGAAATGCNGTAGAGATCTGGGAGGAACATCAGTGGGCGAAGGCGGCCACC
 TGGCCCAATACTGACGCTGAGGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAG
 ATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGATGAATACTAGATGTTTGGTACCTAG
 CGTACTGAGTGTTCGTAGCTAACGCGATAAGTATTCCGCCCGGGGAAGTACNGC
 CGGCAGGTAAAA

Ek 34. KR34 (12-205DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CTCTTTCGTGAGGGAAGAAAAGGTTTCAGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGT
 ACCTCAAGAAGAAGCACCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGT
 AGGGTGCGAGCGTTAATCGGAATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTT
 GTTAAGTCAGATGTGAAAGCCCCGAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAACT
 GGCAAGCTAGAGTCTGTGAGAGGGGGGTAGAATTCACGTGTAGCAGTGAAAT
 GCGTAGAGATGTGGAGGAATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGA
 CTGACGCTCATGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTA
 GTCCACGCCCTAAACGATGTCAACTGGTGTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAA
 CGAAGCTAACGCGAGAAGTTGACCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGATTA
 ACTCAAAGGAATTGACGGGGACCCGCACAAGCGGTGGATGATGTGGATTAATT
 CGATGCAACGCGAAAAACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGA
 GAGGTGGATGTGCCTGAAAGGGAACCGTAACACAGGTGCTGCATGGCTGTCGT
 CAGCTCGTGTGTCGTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGT
 CCTTAGTTGCCAGCGGTTTCGGCCGGGCACTCTAGGGAGACTGCCGGTGACAAA
 CCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCTCATGGCCTTTATGTCCAGGGCT
 ACACACGTGCTACAGTGGCGCGTACAGAGGGAAGCCAAGCCGCGAGGTGGAG
 CAGACCCAGAAAGCGCGTCGTAGTTCGGATTGCAGTCTGCAACTCGACTGCA
 TGAAGTCGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGCCGCGGTGAATACGTTT
 CCGGGCCTTGTACA

Ek 35. KR35 (12-207DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AGAAGGTTTTTCGGATTGTAAAGCCCTTTTGGCGGGGACGATGATGACGGTACC
 CGCAGAATAAGCTCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGG
 GGCTAGCGTTGCTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGACTGCAC
 AGTCAGGCGTGAAATTCCTGGGCTTAACCTGGGGACTGCGTCTGAGACGTGTG
 ATCTAGAGTGAGGAAGAGGGTCGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGT
 AGATATTGGAAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCGACCTGGTCCTTTACTGAC
 GCTGAGGCGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATAACCCTGGTAGTCC
 ACGCTGTAAACGATGTGTGCTTGATGTTGGGGTGCTTAGCACTTCAGTGTCGGA
 GCTAACGCGGTAAGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTC
 AAAGGAATTGACGGGGGCCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGA
 AGCAACGCGCAGAACCTTACCAGGACTTGACATGGAGAGGAAGGGCCCAGAG
 ATGGGTTTGCCCGCAAGGGTCTCTCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCT
 CGTGTCGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTCGCCTTCA
 GTTGCCAGCACGTTTGGGTGGGCACTCTGAAGGAACTGCCGGTGACAAGCCGG
 AGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCCTTATGTCTGGGCTACAC
 ACGTGCTACAATGGCGGTGACAGTGGGAAGCCAAGCAGTGATGCTGAGCTGAT
 CCTGAAAAGCCGTCTCAGCTCGGATTGCACTCTGCAACTCGAGTGCATGAAGG
 TGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGCCGCGGTGAATACGTTCCCGGGC
 CTTGTACACAC

Ek 36. KR36 (12-208DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGGG
 GGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTATCC
 TTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCATAAGCTCTGAG
 GAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTCCG
 ATTAGCTAGTTGGTGAGGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGGTC
 TGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGG
 GAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCCATG
 CCGCGTGAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGAAGAA
 AAGGTTCAAGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGCACCG
 GCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCGAGCGTTAATCGG
 AATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTTGTAAAGTCAGATGTGAAAGC
 CCCGAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAGCTGGCAAGCTAGAGTCTGTGAG
 AGGGGGGGTAGAATTCACGTGTAGCAGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGA
 ATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGACTGACGCTCATGCACGAA
 AGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATAACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
 GTCAACTGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAAGTAACGAAGCTAACGCGAGAA
 GTTGACCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGATTAAGAACTCAAAGGAATTGGCGG
 GGACCCGCACAAGCGGTGGATGAAGGTGGATTAATTCGATGCAACGCGAAAA
 ACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAAAAGGTGGATGTGCCTT
 GAAAGG

Ek 37. KR37 (12-210DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

GGGGACGAAAAGGTAGTTCCTAATACGAGCTGCTGTTGACGTGAACCCAAGA
 AGAAGCACCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGGGGGTGCAA
 GCGTTAATCGGAATCACTGGGCGTAAAGGGTGCGTAGGCGGTACGTTAGGTCT
 GTCGTGAAATCCCCGGGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAACCGGCGCACTA
 GAGTATGGGAGAGGGTGGTGGAAATCCAGGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAG
 ATCTGGAGGAACATCAGTGGCGAAGGCGGCCACCTGGCCCAATACTGACGCTG
 AGGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGC
 CCTAAACGATGAATACTAGATGTTTGGTACCTAGCGTACTGAGTGTGCTAGCT
 AACCGGATAAGTATTCCGCCTGGGAAGTACGGCCGCAAGGTTAAAACCTCAAAG
 GAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGATGCAA
 CGCGAAGAACCTTACCTGGGCTTGACATGTCCGGAATCCTGCAGAGATGCGGG
 AGTGCCCTTCGGGGAATCGGAACACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGT
 GTCGTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGTCCTTAGTTG
 CCAGCGGTTTCGGCCGGGCACTCTAGGGAGACTGCCGGTGACAAACCGGAGGA
 AGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCTTTATGTCCAGGGCTACACACGT
 GCTACAATGGCGCGTACAGAGGGAAGCCAAGCCGCGAGGTGGAGCAGACCCC
 AGAAAGCGCGTCGTAGTTCGGATTGCAGTCTGCAACTCGACTGCATGAAGTCG
 GAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGCCGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCT
 TGTACACACCG

Ek 38. KR38 (12-211DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGGG
 GGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTATCC
 TTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCATAAGCTCTGAG
 GAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTCCG
 ATTAGCTAGTTGGTGAGGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGGTC
 TGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGG
 GAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCCATG
 CCGCGTGAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGAAGAA
 AAGGTTCAAGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGCACCG
 GCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCGAGCGTTAATCGG
 AATTACTGGGCGTAAAGCGTGCAGGTTGGTTTGTAAAGTCAGATGTGAAAGC
 CCCGAGCTTAACTTGGGAAGTGCCTTTGAAACTGGCAAGCTAGAGTCTGTGAG
 AGGGGGGGTAGAATTCACGTGTAGCAGTGAATGCGTAGAGATGTGGAGGA
 ATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGACTGACGCTCATGCACGAA
 AGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
 GTCAACTGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAAGTAACGAAGCTAACGCGAGAA
 GTTGACCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGATTAATAACTCAAAGGAATTGGCGG
 GGACCCGCACAAGCGGTGGATGAAGGTGGATTAATTCGATGCAACGCGAAAA
 ACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAAAAGGTGGATGTGCCTT
 GAAAGG

Ek 39. KR39 (12-212DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGGG
GGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTATCC
TTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCATAAGCTCTGAG
GAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTCCG
ATTAGCTAGTTGGTGAGGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGGTC
TGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGG
GAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCCATG
CCGCGTGAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGAAGAA
AAGGTTCAAGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGCACCG
GCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCAGCGTTAATCGG
AATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTTGTAAAGTCAGATGTGAAAGC
CCCGAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAGTGGCAAGCTAGAGTCTGTGAG
AGGGGGGTAGAAATTCACGTGTAGCAGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGA
ATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGACTGACGCTCATGCACGAA
AGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
GTCAACTGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAACGAAGCTAACGCGAGAA
GTTGACCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGATTAAGTCAAAGGAATTGGCGG
GGACCCGCACAAGCGGTGGATGAAGGTGGATTAATTCGATGCAACGCGAAAA
ACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAAAAGGTGGATGTGCCTT
GAAAGG

Ek 40. KR40 (12-213DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AAAGTCTTTCGGATTGTAAAGCCATTTTTGCCAGGGACGATGATGACGGTACC
TGCAGAATAAGCCCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGG
GGCTAGCGTTGCTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGCATGTAC
AGTCAGAAGTGAAATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCA
AGCTAGAGTGAGGAAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGT
AGATATTGGAAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGAC
GCTGAGGCGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCC
ACGCTGTAAACGATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTTAGTTTCTCAGTGTGCGTA
GCTAACGCGATAAGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTC
AAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAAATTCGA
AGCAACGCGCAGAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGAGGACCGGTACAGAG
ATGTACTTTTCCCGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAG
CTCGTGTGCTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGCCTTT
AGTTGCCATCATTTAGTTGGGCACTCTAGAGGAACTGCCGGTGACAAGCCGGA
GGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCCTTATGTCCTGGGCTACACA
CGTGCTACAATGGTGGTGACAGTGGGAAGCTAGGTAGTGATACCGTGCTGATC
TCTAAAAGCCATCTCAGTTTCAGATTGTAATCTGCAACTCGAGTACATGAAGGT
GGAATCGCTAGTAATCGTGGATCAGCATGCCACGGTGAATACGTTCCCGGGCC
TTGTACACAC

Ek 41. KR41 (12-216DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CTCAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCA
 ATGGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGG
 GACAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGG
 CGCAAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTAAA
 GGCCTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATT
 GGGACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTG
 GACAATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTC
 GGATTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAG
 CCCC GGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTG
 CTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGCATGTACAGTCAGAAGT
 GAGATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTG
 AGGAAAAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAAGGTGAAATTCGTAAATTTTGA
 AAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACCCTAAGGCC
 AAAACCTTGGGGAGCAAACGGGATTA AAAACCTGGGAAGTCCCCCTGTAA
 ACAATGTTGGCTGGAATTTGGGGAACTTAATTTCCAGGGTCGTA ACTAAACC
 GATAAGCCACCCCTGGGGAAATACCGCCCAAGGTTGAAACTCCAAGGAATT
 TGCGGGGGGCCCCCAAACCGGGGAACATTGGGTTTTATTTCGGGGCCCCC
 GGAAAAACCTTTCCTGGGGTTTAAATTTCC

Ek 42. KR42 (12-218DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

GGCTCAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAG
 CAATGGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGG
 GGGACAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATACCGCACGATACCTGAGGGTCAA
 GGCGCAAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTA
 AAGGCCTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCAC
 ATTGGGACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATA
 TTGGACAATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTC
 TTCGGATTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAAT
 AAGCCCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGC
 GTTGCTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGCATGTACAGTCAGA
 AGTGAAATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGA
 GTGAGGAAGAGGGTTTGTGGAATCTCCAGTG TAGAGGTGAAATTCGTAGATAT
 TGGAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGA
 GCGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCT
 GTAAACGATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTCGTAGCTAA
 CGCGATAAGCACACCGCCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAG
 GAATTGACGGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAAATTCGAAGCAA
 CGCGCAGAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGT
 ACTTTTCCCGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCG
 TGTCCTGAG

Ek 43. KR43 (12-220DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

GGCTCAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAG
 CAATGGCAGCGGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGG
 GGGACAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATACCGCACGATACCTGAGGGTCAA
 GCGCAAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTA
 AAGGCCTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCAC
 ATTGGGACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATA
 TTGGACAATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTC
 TTCGGATTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAAT
 AAGCCCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGC
 GTTGCTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGCATGTACAGTCAGA
 AGTGAAATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGA
 GTGAGGAAGAGGGTTTGTGGAATCTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATAT
 TGGAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGA
 GCGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCT
 GTAAACGATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAA
 CGCGATAAGCACACCGCCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAG
 GAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAA
 CGCGCAGAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGT
 ACTTTTCCCGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCG
 TGTCCTGAG

Ek 44. KR44 (12-221DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AAAGTCTTTCGGATTGTAAAGCCATTTTTGCCAGGGACGATGATGACGGTACC
 TGCAGAATAAGCCCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGG
 GGCTAGCGTTGCTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGCATGTAC
 AGTCAGAAGTGAAATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCA
 AGCTAGAGTGAGGAAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGT
 AGATATTGGAAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGAC
 GCTGAGGCGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCC
 ACGCTGTAAACGATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTAGTTTCTCAGTGTCTGTA
 GCTAACGCGATAAGCACACCGCCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTC
 AAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGA
 AGCAACGCGCAGAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGAGGACCGGTACAGAG
 ATGTACTTTTCCCGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAG
 CTCGTGTCGTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGCCTTT
 AGTTGCCATCATTTAGTTGGGCACTCTAGAGGAACTGCCGGTGACAAGCCGGA
 GGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCCTTATGTCCTGGGCTACACA
 CGTGCTACAATGGTGGTGACAGTGGGAAGCTAGGTAGTGATACCGTGCTGATC
 TCTAAAAGCCATCTCAGTTCAGATTGACTCTGCAACTCGAGTACATGAAGGT
 GGAATCGCTAGTAATCGTGGATCAGCATGCCACGGTGAATACGTTCCCGGGCC
 TTGTACACAC

Ek 45. KR45 (12-222DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

GCTCAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCACGGGCAG
GGCAACCTGTCAGTGGCGGACGGGTGAGTAACGCGTAGGAATCTATCCTTGGG
TGGGGGACAACCGTGGGAACTACGGCTAATACCGCATGATCCCTGAGGGGC
AAAGGCGAAAGTCGCCTGAGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGGTAGTTGGTGGG
GTAAAGGCCTACCAAGCCTGCGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCC
ACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAA
TATTGGACAATGGGCGAAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGGATGAAGAAG
GTCTTCGGATTGTAAAGTCCTTTTGGCGGGGACGATGATGACGGTACCCGCAG
ATAAGCTCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTA
GCGTTGCTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGACGGCACAGTC
AGGCGTGAAATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCGTCTGAGACGTGTTGTCT
TGAGTATGGAAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGAT
ATTGGAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCATTACTGACGCTG
AGGCGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGC
TGTAACGATGTGTGCTGGATGTTGGGGTGCTTAGCACTTCAGTGTTCGTAGCTA
ACGCGGTAAGCACACCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAG
GAATTGACGGGGGCCCCGACAAAGCGGTGGAGCATGTGGGTTTAATTCGAAGCA
ACGCGCAGAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGTACCGGTCCAGAGATGG
ACTTCCCGCAAGGGGCTCCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGT
GTCGT

Ek 46. KR46 (12-223DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AAAGTCTTTCGGATTGTAAAGCCATTTTTGCCAGGGACGATGATGACGGTACC
TGCAGAATAAGCCCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGG
GGCTAGCGTTGCTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGCATGTAC
AGTCAGAAGTGAAATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCA
AGCTAGAGTGAGGAAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGT
AGATATTGGAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCCTTAACTGAC
GCTGAGGCGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCC
ACGCTGTAAACGATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTTCGTA
GCTAACGCGATAAGCACACCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTC
AAAGGAATTGACGGGGGCCCCGACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGA
AGCAACGCGCAGAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGAGGACCGGTACAGAG
ATGTACTTTTCCCGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAG
CTCGTGTTCGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGCCTTT
AGTTGCCATCATTTAGTTGGGCACTCTAGAGGAACTGCCGGTGACAAGCCGGA
GGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCCTTATGTCCTGGGCTACACA
CGTGCTACAATGGTGGTGACAGTGGGAAGCTAGGTAGTGATAACCGTGCTGATC
TCTAAAAGCCATCTCAGTTTCAGATTGTACTCTGCAACTCGAGTACATGAAGGT
GGAATCGCTAGTAATCGTGGATCAGCATGCCACGGTGAATACGTTCCCGGGCC
TTGTACACAC

Ek 47. KR47 (12-224DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGGG
GGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTATCC
TTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCATAAGCTCTGAG
GAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTCCG
ATTAGCTAGTTGGTGAGGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGGTC
TGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGG
GAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCCATG
CCGCGTGAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGAAGAA
AAGGTTCAAGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGCACCG
GCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCAGCGTTAATCGG
AATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTTGTAAAGTCAGATGTGAAAGC
CCCGAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAGTGGCAAGCTAGAGTCTGTGAG
AGGGGGGTAGAAATTCACGTGTAGCAGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGA
ATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGACTGACGCTCATGCACGAA
AGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATAACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
GTCAACTGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAACGAAGCTAACGCGAGAA
GTTGACCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGATTAAGAACTCAAAGGAATTGGCGG
GGACCCGCACAAGCGGTGGATGAAGGTGGATTAATTCGATGCAACGCGAAAA
ACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAAAAGGTGGATGTGCCTT
GAAAGG

Ek 48. KR48 (12-226DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

GGCTCAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAG
CAATGGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGG
GGGACAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATACCGCACGATACCTGAGGGTCAA
GGCGCAAGTCGCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTA
AAGGCCTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCAC
ATTGGGACTGAGACACGGCCAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATA
TTGGACAATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTC
TTCGGATTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAAT
AAGCCCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGC
GTTGCTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGCATGTACAGTCAGA
AGTGAAATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGA
GTGAGGAAGAGGGTTTGTGGAATCTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATAT
TGGAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGA
GGCGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATAACCCTGGTAGTCCACGCT
GTAAACGATGTGTGCTGGATGTTGGGGAAGTTAGTTTCTCAGTGTGCTAGCTAA
CGCGATAAGCACACCGCCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAG
GAATTGACGGGGGCCCCGACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAAATTCGAAGCAA
CGCGCAGAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGT
ACTTTTCCCGCAAGGGACCTTCGCGACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCG
TGTCCTGAG

Ek 49. KR49 (12-228DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AAAGTCTTTCGGATTGTAAAGCCATTTTTGCCAGGGACGATGATGACGGTACC
 TGCAGAATAAGCCCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGG
 GGCTAGCGTTGCTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCCGGCATGTAC
 AGTCAGAAGTGAAATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCA
 AGCTAGAGTGAGGAAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGT
 AGATATTGGAAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGAC
 GCTGAGGCGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCC
 ACGCTGTAAACGATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTCGTA
 GCTAACGCGATAAGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTC
 AAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGA
 AGCAACGCGCAGAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGAGGACCGGTACAGAG
 ATGTACTTTTCCCGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAG
 CTCGTGTCGTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGCCTTT
 AGTTGCCATCATTTAGTTGGGCACTCTAGAGGAACTGCCGGTGACAAGCCGGA
 GGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCCTTATGTCCTGGGCTACACA
 CGTGCTACAATGGTGGTGACAGTGGGAAGCTAGGTAGTGATACCGTGCTGATC
 TCTAAAAGCCATCTCAGTTCAGATTGTA CTCTGCAACTCGAGTACATGAAGGT
 GGAATCGCTAGTAATCGTGGATCAGCATGCCACGGTGAATACGTTCCCGGGCC
 TTGTACACAC

Ek 50. KR50 (12-229DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AAAGTCTTTCGGATTGTAAAGCCATTTTTGCCAGGGACGATGATGACGGTACC
 TGCAGAATAAGCCCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGG
 GGCTAGCGTTGCTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCCGGCATGTAC
 AGTCAGAAGTGAAATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCA
 AGCTAGAGTGAGGAAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGT
 AGATATTGGAAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGAC
 GCTGAGGCGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCC
 ACGCTGTAAACGATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTCGTA
 GCTAACGCGATAAGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTC
 AAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGA
 AGCAACGCGCAGAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGAGGACCGGTACAGAG
 ATGTACTTTTCCCGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAG
 CTCGTGTCGTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGCCTTT
 AGTTGCCATCATTTAGTTGGGCACTCTAGAGGAACTGCCGGTGACAAGCCGGA
 GGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCCTTATGTCCTGGGCTACACA
 CGTGCTACAATGGTGGTGACAGTGGGAAGCTAGGTAGTGATACCGTGCTGATC
 TCTAAAAGCCATCTCAGTTCAGATTGTA CTCTGCAACTCGAGTACATGAAGGT
 GGAATCGCTAGTAATCGTGGATCAGCATGCCACGGTGAATACGTTCCCGGGCC
 TTGTACACAC

Ek 51. KR51 (12-230DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
 GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGA
 CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
 AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTAAAGGC
 CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
 ACTGAGACACGGCCCAAACCTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAAATATTGGAC
 AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
 TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
 CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
 GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
 ATTCCTGGGCTCAACTTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
 AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAA
 AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAAGCCCGA
 AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCCCCCTGTAAACGA
 ATTTGGGCTGGAATGTTGGGGAACTTAATTTTCCCAGGGGCGTAACCTAACCC
 CGAAAAACCCCCCCCCCGGGGGAATACCGCCCCAAGGTTGAAACTCCAAA
 GGAATTTAACGGGGGCCCCCCCAAACCGGGGGGAACCTTTGGGTTTAATTTCA
 AAACAACCGCCGAAAAACTTTTCCCGGAATTTGAAATGGGGGGAGGACCCGGT
 TCCAAAAAATTTTTTTTTTCCCCGGAGGGGGACCTTTC

Ek 52. KR52 (12-232DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AAAGTCTTTCGGATTGTAAAGCCATTTTTGCCAGGGACGATGATGACGGTACC
 TGCAGAATAAGCCCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGG
 GGCTAGCGTTGCTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGGCATGTAC
 AGTCAGAAGTGAAATTCCTGGGCTAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCA
 AGCTAGAGTGAGGAAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGT
 AGATATTGGAAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGAC
 GCTGAGGCGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCC
 ACGCTGTAAACGATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTGCGTA
 GCTAACCGGATAAGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTC
 AAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGA
 AGCAACGCGCAGAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGAGGACCCGGTACAGAG
 ATGTACTTTTCCCGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAG
 CTCGTGTCGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGCCTTT
 AGTTGCCATCATTTAGTTGGGCACTCTAGAGGAACTGCCGGTGACAAGCCGGA
 GGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCCTTATGTCCTGGGCTACACA
 CGTGCTACAATGGTGGTGACAGTGGGAAGCTAGGTAGTGATACCGTGCTGATC
 TCTAAAAGCCATCTCAGTTCAGATTGTA CTCTGCAACTCGAGTACATGAAGGT
 GGAATCGCTAGTAATCGTGGATCAGCATGCCACGGTGAATACGTTCCCGGGCC
 TTGTACACAC

Ek 53. KR53 (12-233DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
 GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCGGGGTGGGGGA
 CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
 AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTTGGTGGGGTAAAGGC
 CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
 ACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
 AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
 TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
 CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
 GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
 ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
 AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
 AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
 AAGCGCGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
 ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGATA
 AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAG
 AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
 CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTCTTG
 AGATGTTG

Ek 54. KR54 (12-257DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAATG
 GCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCAGGGTGGGGGAC
 AACAGCGGGAAACTGCTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
 AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTTGGTGGGGTAAAGGC
 CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
 ACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
 AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
 TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
 CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
 GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
 ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
 AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
 AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
 AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
 ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGATA
 AGCACACCGCCTGGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGA
 CGGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCA
 GAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
 CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTCTTG
 AGAATGTT

Ek 55. KR55 (12-258DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAATG
GCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGAC
AACAGCGGGAAACTGCTGCTAATACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTTGGTGGGGTAAAGGC
CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
ACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGATA
AGCACACCGCCTGGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGA
CGGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCA
GAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTCTTG
AGAATGTT

Ek 56. KR56 (12-260DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCGGGTGGGGGA
CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTTGGTGGGGTAAAGGC
CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
ACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
AAGCGCGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGATA
AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
GGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAG
AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTCTTG
AGATGTTG

Ek 57. KR57 (12-261DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTTCAGCAATG
GCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCAGGGTGGGGGAC
AACAGCGGGAAACTGCTGCTAATACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTAAAGGC
CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
ACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
AAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTTAGTTTCTCAGTGTGCTAGCTAACGCGATA
AGCACACCGCCTGGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGA
CGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCA
GAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGCCTG
AGAATGTT

Ek 58. KR58 (12-262DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

GAAGTTTTTCGGATTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCT
GCAGAATAAGCCCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGG
GGCTAGCGTTGCTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGCATGTAC
AGTCAGAAGTGAAATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCA
AGCTAGAGTGAGGAAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGC
AGATATTGGAAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGAC
GCTGAGGCGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCC
ACGCTGTAAACGATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTTAGTTTCTCAGTGTGCTA
GCTAACGCGATAAGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTC
AAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCACGTGGTTTAATTCGA
AGCAACGCGCAGAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGAGGACCGGTACAGAG
ATGTACTTTCCCGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAG
CTCGTGTGCTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGCCTTT
AGTTGCCATCATTTAGTTGGGCACTCTAGAGGAACTGCCGGTGACAAGCCGGA
GGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCCTTATGTCCTGGGCTACACA
CGTGCTACAATGGTGGTGACAGTGGGAAGCTAGGTAGTGATACCGTGCTGATC
TCTAAAAGCCATCTCAGTTTCAAGTTGACTCTGCAACTCGAGTACATGAAGGT
GGAATCGCTAGTAATCGTGGATCAGCATGCCACGGTGAATACGTTCCCGGGCC
TTGTACACAC

Ek 59. KR59 (12-263DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCGGGGTGGGGGA
CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTAAAGGC
CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
ACTGAGACACGGCCCAAACCTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAAATATTGGAC
AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
AAGCGCGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTTAGTTTCTCAGTGTGCTAGCTAACGCGATA
AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
GGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAG
AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTCTTG
AGATGTTG

Ek 60. KR60 (12-264DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

GAAGTTTTTCGGATTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCT
GCAGAATAAGCCCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGG
GGCTAGCGTTGCTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGCATGTAC
AGTCAGAAGTGAAATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCA
AGCTAGAGTGAGGAAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGC
AGATATTGGAAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGAC
GCTGAGGCGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCC
ACGCTGTAAACGATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTTAGTTTCTCAGTGTGCTA
GCTAACGCGATAAGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTC
AAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCACGTGGTTTAATTCGA
AGCAACGCGCAGAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGAGGACCGGTACAGAG
ATGTACTTTTCCCGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAG
CTCGTGTGCTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGCCTTT
AGTTGCCATCATTTAGTTGGGCACTCTAGAGGAACTGCCGGTGACAAGCCGGA
GGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCCTTATGTCCTGGGCTACACA
CGTGCTACAATGGTGGTGACAGTGGGAAGCTAGGTAGTGATACCGTGCTGATC
TCTAAAAGCCATCTCAGTTTCAGATTGTAATCTGCAACTCGAGTACATGAAGGT
GGAATCGCTAGTAATCGTGGATCAGCATGCCACGGTGAATACGTTCCCGGGCC
TTGTACACAC

Ek 61. KR61 (12-265DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
 GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCGGGGTGGGGGA
 CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
 AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTAAAGGC
 CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
 ACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAAATATTGGAC
 AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
 TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
 CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
 GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
 ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
 AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
 AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
 AAGCGCGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
 ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTTAGTTTCTCAGTGTGCTAGCTAACGCGATA
 AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAG
 AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
 CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTCTTG
 AGATGTTG

Ek 62. KR62 (12-266DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

GTGAGAAGGTCTTCGGATTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGT
 ACCTGCAGAATAAGCCCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAA
 GGGGGCTAGCGTTGCTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGGCAT
 GTACAGTCAGAAGTGAAATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACG
 TGCAAGCTAGAGTGAGGAAGAGGGTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAAT
 TCGTAGATATTGGAAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACT
 TGACGCTGAGGCGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCTTGGTA
 GTCCACGCTGTAAACGATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTTAGTTTCTCAGTGT
 CGTAGCTAACGCGATAAGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAA
 ACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTC
 CGAAGCAACGCGCAGAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGAGGACCGGTACA
 GAGATGTACTTTTCCCGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGT
 CAGCTCGTGTGCTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGC
 CTTTAGTTGCCATCATTTAGTTGGGCACTCTAGAGGAACTGCCGGTGACAAGCC
 GGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCACATGGCCCTTATGTCCTGGGCTAC
 ACACGTGCTACAATGGTGGTGACAGTGGGAAGCTAGGTAGTGATACCGTGCTG
 ATCTCTAAAAGCCATCTCAGTTTCAAGTTGACTCTGCAACTCGAGTACATGAAG
 GTGGAATCGCTAGTAATCGTGGATCAGCATGCCACGGTGAATACGTTCCCGGG
 CCTTGTAC

Ek 63. KR63 (12-268DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
 GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCGGGGTGGGGGA
 CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
 AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTAAAGGC
 CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
 ACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAAATATTGGAC
 AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
 TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
 CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
 GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
 ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
 AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
 AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
 AAGCGCGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
 ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGATA
 AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAG
 AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
 CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTCTTG
 AGATGTTG

Ek 64. KR64 (12-270DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGGG
 GCGACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATACATCGGAACGTATCC
 TTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATAACCGCATAAGCTCTGAG
 GAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGGAGGAGCGGCCGATGTCCG
 ATTAGCTAGTTGGTGAAGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGGTC
 TGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGG
 GAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCCATG
 CCGCGTGAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGGAAGAA
 AAGGTTCAAGCGAATACTCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGCACCG
 GCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCGAGCGTTAATCGG
 AATTAAGTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTTGTAAAGTCAGATGTGAAAGC
 CCCGAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGGAGACTGGCAAGCTAGAGTCTGTGAG
 AGGGGGGTAGAATTCCACGTGTAGCAGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAGAAC
 ACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGAAAG
 CGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACGATGT
 GTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGATAAGC
 ACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGACGGG
 GGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAGAACC
 TTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCCCGCA
 AGGGAC

Ek 65. KR65 (12-271DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sirasi

TCGGGACGAAAAAAGGGATATCAAATAAATATCCCCCGATGACGGTACCGTG
 AGAATAAGCCACGGCTAACTCTGTGCCAGCAGCCGCGGTAAGACAGAGGTGG
 CAAGCGTTGTTTCGGAATTACTGGGCGTAAAGAGTCTGCAGGTGGTTTGTCAAG
 TCTTTGGTGAAAGGCCGTAGCTTAACTATGGGAATGCCAAAGAGACTGGCAGG
 CTGGAGGCTGGGAGAGGGAAGCGGAATTTCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGTA
 GATATCAGAAGGAAGGCCGGTGGCGAAGGCCGGCTTCCTGGAACAGTCCTGAC
 ACTGAGAGACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCC
 ACGCCCTAAACGATGGGTAAGTGTGGAGGGGTAAACCCTCCGTGCCGCA
 GCAAACGCAGTAAGTACCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTC
 AAAGGAATTGACGGGGGCCCCGCACAAGCGGTGGTGCATGTGGTTTAATTCGAC
 GCAACGCGAGGAACCTTACCTAGGCTTGACATGTGGTCAGTAGCGAACCGAAA
 GGGGAGCGACCCGTCAAATCGGGCAATCACACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTC
 AGCTCGTGCCGTGAGGTGTTGGGTTTCAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTCGCC
 CTTTGTGTCATCGGGTAAAGCCGGGCACTCTAAGGGGACTGCCAGCGACAAG
 TTGGAGGAAGGAGAGGATGACGTCAAGTCATCATGGCCTTTATGCCTAGGGCC
 ACACACGTGCAACAATGGCCGGTACAGACGGAGGCAATGCCGAGAGGGCGGAG
 CAAACCCGAGAAAACCGGTCCCAGTTCGGATTGAGGTCTGCAACTCGACCTCA
 TGAAGTCGGAATCGCTAGTAATCGCATATCAGAACGATGCGGTGAATACGTTC
 CCGGGCCTTGTACACA

Ek 66. KR66 (12-272DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sirasi

GCTCAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCACGGGCAG
 GGCAACCTGTCAGTGGCGGACGGGTGAGTAACGCGTAGGAATCTATCCTTGGG
 TGGGGGACAACCGTGGGAAACTACGGCTAATACCGCATGATCCCTGAGGGGC
 AAAGGCGAAAGTCGCCTGAGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGGTAGTTGGTGGG
 GTAAAGGCCTACCAAGCCTGCGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCC
 AACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAA
 TATTGGACAATGGGCGAAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGGATGAAGAAG
 GTCTTCGGATTGTAAAGTCCTTTTGGCGGGGACGATGATGACGGTACCCGCAG
 AATAAGCTCCGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTA
 GCGTTGCTCGGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGCGGACGGCACAGTC
 AGGCGTGAAATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCGTCTGAGACGTGTTGTCT
 TGAGTATGGAAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGAT
 ATTGAAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCATTACTGACGCTG
 AGGCGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGC
 TGTAACGATGTGTGCTGGATGTTGGGGTGCTTAGCACTTCAGTGTTCGTAGCTA
 ACGCGGTAAGCACACCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAG
 GAATTGACGGGGGCCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGGTTTAATTCGAAGCA
 ACGCGCAGAACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGTACCGGTCCAGAGATGG
 ACTTCCCAGCAAGGGGCTCCCACAGGTTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGT
 GTCGT

Ek 67. KR67 (12-273DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
 GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCGGGGTGGGGGA
 CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
 AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTTGGTGGGGTAAAGGC
 CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
 ACTGAGACACGGCCCAAACCTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
 AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
 TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
 CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
 GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
 ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
 AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
 AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
 AAGCGCGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
 ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGATA
 AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAG
 AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
 CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTCTTG
 AGATGTTG

Ek 68. KR68 (12-274DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
 GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCGGGGTGGGGGA
 CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
 AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTTGGTGGGGTAAAGGC
 CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
 ACTGAGACACGGCCCAAACCTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGAC
 AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
 TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
 CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
 GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
 ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
 AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
 AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
 AAGCGCGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
 ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGATA
 AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAG
 AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
 CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTCTTG
 AGATGTTG

Ek 69. KR69 (12-275DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGAGCGAACGCTGGCGGCATGCTTAACACATGCAAGTCGCGCGGTCAGCAAT
 GGCAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTAGGAATCTATCCCGGGGTGGGGGA
 CAACAGCGGGAAACTGCTGCTAATAACCGCATGATACCTGAGGGTCAAAGGCGC
 AAGTCGCCTTGGGAGGAGCCTGCGTCTGATTAGCTTGTGGTGGGGTAAAGGC
 CTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACATTGGG
 ACTGAGACACGGCCAAACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAAATATTGGAC
 AATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCAATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGA
 TTGTAAAGCACTTTTGGCAGGGACGATGATGACGGTACCTGCAGAATAAGCCC
 CGGCTAACTTCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGAAGGGGGCTAGCGTTGCTC
 GGAATGACTGGGCGTAAAGGGCGCGTAGGGCGCATGTACAGTCAGAAGTGAA
 ATTCCTGGGCTCAACCTGGGGACTGCTTTTGATACGTGCAAGCTAGAGTGAGG
 AAGAGGGTTGTGGAATTTCCAGTGTAGAGGTGAAATTCGTAGATATTGGAAAG
 AACACCGGTGGCGAAGGCGGCAACCTGGTCCTTAACTGACGCTGAGGCGCGA
 AAGCGCGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACG
 ATGTGTGCTGGATGTTGGGGAACCTTAGTTTCTCAGTGTCTAGCTAACGCGATA
 AGCACACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGCAG
 AACCTTACCAGGATTTGACATGGGGGAGGACCGGTACAGAGATGTACTTTTCC
 CGCAAGGGACCTTCCGCACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTCTTG
 AGATGTTG

Ek 70. KR70 (13-12DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CGTGGGGGACGAAAAGGTAGTTCCTAATACGAGCTGCTGTTGACGTGAACCCA
 AGAAGAAGCACCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGGGGGTG
 CAAGCGTTAATCGGAATCACTGGGCGTAAAGGGTGCGTAGGGCGGTACGTTAGG
 TCTGTGCTGAAATCCCCGGGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAACCGGCGCA
 CTAGAGTATGGGAGAGGGTGGTGGAAATTCAGGTGTAGCGGTGAAATGCGTA
 GAGATCTGGAGGAACATCAGTGGCGAAGGCGGCCACCTGGCCCAATACTGAC
 GCTGAGGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCC
 ACGCCCTAAACGATGAATACTAGATGTTTGGTACCTAGCGTACTGAGTGTCTG
 AGCTAACGCGATAAGTATTCCGCCTGGGAAGTACGGCCGCAAGGTTAAACTC
 AAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTCTAATTCGAT
 GCAACGCGAAGAACCTTACCTGGGCTTGACATGTCCGGAATCCTGCAGAGATG
 CGGGAGTGCCTTCGGGGAATCGGAACACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGC
 TCGTGTGCTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCACAACGAGCGCAACCCTTGTCTTA
 GTTGCCAGCGGTTCCGGCCGGGCACTCTAGGGAGACTGCCGGTGACAAACCGGA
 GGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCTTTATGTCCAGGGCTACACA
 CGTGCTACAATGGCGCGTACAGAGGGAAGCCAAGCCGCGAGGTGGAGCAGAC
 CCCAGAAAGCGCGTCTAGTTCCGATTGCAGTCTGCAACTCGACTGCATGAAG
 TCGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGCCGCGGTGAATACGTTCCCGGG
 CCTTGTACAC

Ek 71. KR71 (13-13DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CTCAGATTGAACGCTGGCGGCATGCCTAACACATGCAAGTCGAACGGTAGCAG
 GCCTTCGGGTGCTGACGAGTGGCGGACGGGTGAGTAATGCGTAGGAATCTGTC
 TTTAGTGGGGGACAACCCAGGGAACTTGGGCTAATACCGCATGAGCCCTGA
 GGGGAAAGCGGGGGATCTTCGGACCTCGCGCTAAGAGGAGAGCCTACGTCT
 GATTAGCTAGTTGGTAGGGTAAAGGCCTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGT
 CTGAGAGGACGACCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACG
 GGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTCGCAATGGGGGCAACCCTGACGAAGCAAT
 GCCGCGTGGATGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGTCCTTTCGTGGGGGACGA
 AAAGGTGGTTCCTAATACGAGCTGCTGTTGACGTGAACCCAAGAAGAAGCACC
 GGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGGGGGTGCAAGCGTTAATCG
 GAATCACTGGGCGTAAAGGGTGCGTAGGCGGTACGTTAGGTCTGTCGTGAAAT
 CCCCGGGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAACCGGCGCACTAGAGTATGGA
 GAGGGTGGGGTTGGAATTTCCAGGGTGTAGCGGTGGAAATGCGTAGAGATTCT
 GGAGGGAACATCANGTGCCGAAGGCGGGCCACCTGGGCCCAATACTGACGCT
 GAGGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACG
 CCCTAAACGATGAATACTAGATGTTTGGTACCTAGCGTACTGAGTGTCTGATGCT
 TACGCGATAAGTATCCCGCCTGGGAAGTACGGCCGCCAGGTTTAAACTCAAAG
 GAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGGTTT

Ek 72. KR72 (13-14DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGG
 GGGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTAT
 CCTTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCACAAGCTCTG
 AGGAGGAAAGCGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTC
 CGATTAGCTAGTTGGTGAGGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGG
 TCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACG
 GGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCCAT
 GCCGCGTGAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGAAGA
 AAAGGTTCAGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGCACC
 GGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCAGCGTTAATCG
 GAATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTTGTAAAGTCAGATGTGAAAG
 CCCCAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTAAAAGTGGCAAGCTAGAGTCTGTCA
 GAGGGGGGTAGAATTCACGTGTAGCAGTGAATGCGTAGAGATGTGGAGGA
 ATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGACTGACGCTCATGCACGAA
 AGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
 GTCAACTGGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTACGTAACGAAGCTAACGCGAGA
 AGTTGACCGCCTGGGGGAGTACGGTGCAGGATTAATAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGACCCCAAGCGGGGGGATTAATGTGGATTAATTCGATGCAACGCGAA
 AAACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAAAAGGTGGATGTGC
 CTGAAA

Ek 73. KR73 (13-15DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGG
 GGGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTAT
 CCTTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCACAAAGCTCTG
 AGGAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTC
 CGATTAGCTAGTTGGTGAAGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGG
 TCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACG
 GGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCCAT
 GCCGCGTGAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGAAGA
 AAAGGTTCAAGCGAATAATCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGCACC
 GGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCAGCGTTAATCG
 GAATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTTGTAAAGTCAGATGTGAAAG
 CCCCAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAACTGGCAAGCTAGAGTCTGTCA
 GAGGGGGGTAGAATTCCACGTGTAGCAGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGA
 ATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGACTGACGCTCATGCACGAA
 AGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
 GTCAACTGGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTACGTAACGAAGCTAACCGGAGA
 AGTTGACCGCCTGGGGGAGTACGGTGCAGATTAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGACCCCAAGCGGGGGGATTAATGTGGATTAATTTCGATGCAACGCGAA
 AACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAAAAGGTGGATGTGC
 CTGAAA

Ek 74. KR74 (13-16DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CTCAGATTGAACGCTGGCGGCATGCCTAACACATGCAAGTCGAACGGTAGCAG
 GCCTTCGGGTGCTGACGAGTGGCGGACGGGTGAGTAATGCGTAGGAATCTGTC
 TTTTAGTGGGGGACAACCCAGGGAAACTTGGGCTAATACCGCATGAGCCCTGA
 GGGGAAAGCGGGGGATCTTCGGACCTCGCGCTAAGAGGAGAGCCTACGTCT
 GATTAGCTAGTTGGTAGGGTAAAGGCCTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGT
 CTGAGAGGACGACCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACG
 GGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTTCGCAATGGGGGCAACCCTGACGAAGCAAT
 GCCGCGTGATGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGTCCTTTCGTGGGGGACGA
 AAAGGTGGTTCCTAATACGAGCTGCTGTTGACGTGAACCCAAGAAGAAGCACC
 GGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGGGGGTGCAAGCGTTAATCG
 GAATCACTGGGCGTAAAGGGTGCAGTACGGGTTAGGTCTGTTCGTGAAAT
 CCCC GGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAACCGGCGCACTAGAGTATGGA
 GAGGGTGGGGTTGGAATTTCCAGGGTGTAGCGGTGGAATGCGTAGAGATTCT
 GGAGGGAACATCANGTGCCGAAGGCGGGCCACCTGGGCCCCAATACTGACGCT
 GAGGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACG
 CCCTAAACGATGAATACTAGATGTTTGGTACCTAGCGTACTGAGTGTTCGTAGCT
 TACGCGATAAGTATCCCGCCTGGGAAGTACGGCCGCCAGGTTTAAACTCAAAG
 GAATTGACGGGGGCCCCGACAAAGCGGTGGAGCATGTGGGTTT

Ek 75. KR75 (13-17DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGG
 GGGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTAT
 CCTTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCACAAGCTCTG
 AGGAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTC
 CGATTAGCTAGTTGGTGAAGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGG
 TCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACG
 GGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCCAT
 GCCGCGTGAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGAAGA
 AAAGGTTCAAGCGAATAATCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGCACC
 GGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCAGCGTTAATCG
 GAATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTTGTAAAGTCAGATGTGAAAG
 CCCCAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAACTGGCAAGCTAGAGTCTGTCA
 GAGGGGGGTAGAATTCCACGTGTAGCAGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGA
 ATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGACTGACGCTCATGCACGAA
 AGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
 GTCAACTGGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTACGTAACGAAGCTAACCGGAGA
 AGTTGACCGCCTGGGGGAGTACGGTGCAGATTAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGACCCCAAGCGGGGGGATTAATGTGGATTAATTTCGATGCAACGCGAA
 AACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAAAAGGTGGATGTGC
 CTGAAA

Ek 76. KR76 (13-18DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CGTGGGGGACGAAAAGGTAGTTCCTAATACGAGCTGCTGTTGACGTGAACCCA
 AGAAGAAGCACCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGGGGGTG
 CAAGCGTTAATCGGAATCACTGGGCGTAAAGGGTGCGTAGGCGGTACGTTAGG
 TCTGTTCGTGAAATCCCCGGGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAACCGGCGCA
 CTAGAGTATGGGAGAGGGTGGTGGAAATCCAGGTGTAGCGGTGAAATGCGTA
 GAGATCTGGAGGAACATCAGTGGCGAAGGCGGCCACCTGGCCCAATACTGAC
 GCTGAGGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCC
 ACGCCCTAAACGATGAATACTAGATGTTTGGTACCTAGCGTACTGAGTGTTCGT
 AGCTAACGCGATAAGTATTCCGCCTGGGAAGTACGGCCGCAAGGTTAAACTC
 AAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTCTAATTCGAT
 GCAACGCGAAGAACCTTACCTGGGCTTGACATGTCCGGAATCCTGCAGAGATG
 CGGGAGTGCCTTCGGGGAATCGGAACACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGC
 TCGTGTTCGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCACAACGAGCGCAACCCTTGTCTTA
 GTTGCCAGCGTTTCGGCCGGGCACTCTAGGGAGACTGCCGGTGACAAACCGGA
 GGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCTTTATGTCCAGGGCTACACA
 CGTGCTACAATGGCGCGTACAGAGGGAAGCCAAGCCGCGAGGTGGAGCAGAC
 CCCAGAAAGCGCGTCGTAGTTTCGGATTGCAGTCTGCAACTCGACTGCATGAAG
 TCGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGCCGCGGTGAATACGTTCCCGGG
 CCTTGTACAC

Ek 77. KR77 (13-20DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGG
 GGGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTAT
 CCTTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCATAAGCTCTG
 AGGAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTC
 CGATTAGCTAGTTGGTGAAGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGG
 TCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACG
 GGAGGCAGCAGTGGGGAATCTTGCGCAATGGGCGAAAGCCTGACGAAGCAAT
 GCCGCGTGGATGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGTCCTTTCGTGGGGGACGA
 AAAGGTGGTTCCTAATACGAGCTGCTGTTGACGTGAACCCAAGAAGAAGCACC
 GGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGGGGGTGCAGCGTTAATCG
 GAATCACTGGGCGTAAAGGGTGCCTAGGCGGTACGTTAGGTCTGTCGTGAAAT
 CCCCGGGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAACCGGCGCACTAGAGTATGGA
 AGGGGGGGGGGGAATTCCCGGGGTACCGGTGAAATGCGCAGATATCGGGAG
 GAACACCAATGGCGAAGGCAGCAATCTGGGCCGACACTGACGCTGAGGAGCG
 AAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAAC
 GTTGGGCACTAAGGTGTGGGACCTACTTCGACGGGTTCCGTGCCGTAGCTAAC
 GCATTAAGTGCCCCGCCTGGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAACTCAAAGG
 AATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGATGCAAC
 GCGAAGAACCTCACCTGGGCTTGACATGTTGGGAAAAGCCGTAGAGATACGG
 GTCCA

Ek 78. KR78 (13-21DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGG
 GGGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTAT
 CCTTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCACAAAGCTCTG
 AGGAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTC
 CGATTAGCTAGTTGGTGAAGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGG
 TCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACG
 GGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCCAT
 GCCGCGTGAAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGAAGA
 AAAGGTTCAAGCGAATAATCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGCACC
 GGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCAGCGTTAATCG
 GAATTAAGTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTTTGTTAAGTCAGATGTGAAAG
 CCCCAGCTTAACTTGGGAAGTGCCTTTGAAACTGGCAAGCTAGAGTCTGTCA
 GAGGGGGGTAGAATTCCACGTGTAGCAGTGAATGCGTAGAGATGTGGAGGA
 ATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGACTGACGCTCATGCACGAA
 AGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
 GTCAACTGGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAACGAAGCTAACGCGAGA
 AGTTGACCGCCTGGGGGAGTACGGTGCAGGATTAATAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGACCCCAAGCGGGGGGATTAATGTGGATTAATTCGATGCAACGCGAA
 AAACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAAAAGGTGGATGTGC
 CTGAAA

Ek 79. KR79 (13-22DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGG
 GGGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTAT
 CCTTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCACAAAGCTCTG
 AGGAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTC
 CGATTAGCTAGTTGGTGAGGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGG
 TCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACG
 GGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCCAT
 GCCGCGTGAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGAAGA
 AAAGTTTCAGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGCACC
 GGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCAGCGTTAATCG
 GAATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTTGTAAAGTCAGATGTGAAAG
 CCCCAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAACTGGCAAGCTAGAGTCTGTCA
 GAGGGGGGTAGAATTCCACGTGTAGCAGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGA
 ATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGACTGACGCTCATGCACGAA
 AGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
 GTCAACTGGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAACGAAGCTAACGCGAGA
 AGTTGACCGCCTGGGGGAGTACGGTTCGCAAGATTAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGACCCCAAGCGGGGGGATTAATGTGGATTAATTTCGATGCAACGCGAA
 AAACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAAAAGGTGGATGTGC
 CTGAAA

Ek 80. KR80 (13-23DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGG
 GGGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTAT
 CCTTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCACAAAGCTCTG
 AGGAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTC
 CGATTAGCTAGTTGGTGAGGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGG
 TCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACG
 GGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCCAT
 GCCGCGTGAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGAAGA
 AAAGTTTCAGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGCACC
 GGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCAGCGTTAATCG
 GAATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTTGTAAAGTCAGATGTGAAAG
 CCCCAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAACTGGCAAGCTAGAGTCTGTCA
 GAGGGGGGTAGAATTCCACGTGTAGCAGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGA
 ATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGACTGACGCTCATGCACGAA
 AGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
 GTCAACTGGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAACGAAGCTAACGCGAGA
 AGTTGACCGCCTGGGGGAGTACGGTTCGCAAGATTAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGACCCCAAGCGGGGGGATTAATGTGGATTAATTTCGATGCAACGCGAA
 AAACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAAAAGGTGGATGTGC
 CTGAAA

Ek 81. KR81 (13-24DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

TCAGGACGAACGCTGGCGGCGTGCTTAACACATGCAAGTCGAACGGTTTATAA
 GGGCTTGCCCTTATAGATAGTGGCGAACGGGTGCGTAACACGTGAGCAACCTG
 CCCCAAAGTTTGAATAACACCGGGAAACCGATGCTAATACCAAATATGCTCA
 CACTATCACAAGATAGAGTGAGGAAAGTTTTTCGCTTTGGGAGGGGCTCGCGG
 CCTATCAGCTTGTTGGTGAGGTAACGGCTCACCAAGGCATCGACGGGTAGCTG
 GTCTGAGAGGACGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCTTAC
 GGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCGCAATGGGCGAAAGCCTGACGCAGCAA
 CGCCGCGTGGAGGATGAAGGCCTTAGGGTCGTAAACTCCTTTTCAGCAGGAACG
 AAAATGACGGTACCTGCAGAAGAAGCTCCGGCCAACCTACGTGCCAGCAGCCG
 CGGTAATACGTAGGGAGCAAGCGTTGTCCGGATTTATTGGGCGTAAAGAGCTC
 GTAGGCGGCTTGGCAAGTCGGATGTGAAACCCCCAGGCTTAACCTGGGGCCGC
 CATTTCGATACTGCTATGGCTTGAGTTCGGTAGGGGATTGTGGAATCCCGGTGT
 AGCGGTGAAATGCGCAGATATCGGGAGGAACACCAATGGCGAAGGCAGCAAT
 CTGGGCCGACACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTA
 GATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGTTGGGCACTAAGGTGTGGGACCTAC
 TTCGACGGGTTCCGTGCCGTAGCTAACGCATTAAGTGCCCCGCCCTGGGGGAGT
 ACGGCCGCAAGGCTAAACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGCG
 GAGCATGTGGCTTAATTCGATGCAACGCGAAGAAGTACC

Ek 82. KR82 (13-25DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGG
 GGGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTAT
 CCTTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCACAAAGCTCTG
 AGGAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTC
 CGATTAGCTAGTTGGTGAGGTAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGG
 TCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACG
 GGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCCAT
 GCCGCGTGAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGAAGA
 AAAGGTTTCAGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGCACC
 GGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGGTGCGAGCGTTAATCG
 GAATTAAGTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTTGTAAAGTCAGATGTGAAAG
 CCCCAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAACTGGCAAGCTAGAGTCTGTCA
 GAGGGGGGTAGAATTCCACGTGTAGCAGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGA
 ATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGACTGACGCTCATGCACGAA
 AGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
 GTCAACTGGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAACGAAGCTAACGCGAGA
 AGTTGACCGCCTGGGGGAGTACGGTTCGCAAGATTAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGACCCACAAGCGGGGGGATTAATGTGGATTAATTCGATGCAACGCGAA
 AAACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAAAAGGTGGATGTGC
 CTGAAA

Ek 83. KR83 (13-26DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCCGCACGG
 GGGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTAT
 CCTTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAGAGTTGTGCTAATACCGCATAAGCTCTG
 AGGAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTC
 CGATTAGCTAGTTGGTGAAGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGG
 TCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACG
 GGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTTTCGCAATGGGGGCAACCCTGACGAAGCAAT
 GCCGCGTGGATGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGTCCTTTCGTGGGGGACGA
 AAAGGTGGTTCCTAATACGAGCTGCTGTTGACGTGAACCCAAGAAGAAGCACC
 GGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGGGGGTGAAGCGTTAATCG
 GAATCACTGGGCGTAAAGGGTGCGTAGGCGGTACGTTAGGTCTGTCGTGAAAT
 CCCCGGGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAACCGGCGCACTAGAGTATGGG
 AGAGGGTGGGTGGGAATTCCAGGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATCTGGA
 GGAACATCAGTGGCGAAGGCGGCCACCTGGCCCAATACTGACGCTGAGGCAC
 GAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAA
 CGATGAATACTAGATGTTTGGTACCTAGCGTACTGAGTGTTCGTAGCTAACCGG
 ATAAGTATTCCGCCTGGGGAAGTCCGGCCGCAAGGTTAAAACTCAAAGGAATT
 TGACGGGGGCCCGCCCAAAGCGGTGGAACAAGTGGTTTAATTCGAAGCAACG
 CGAAGAAACCTTACCGGGGCTTGGCCTGGTCGGAATCCCTGCAAATTTGGCGG
 GAAGGCCCT

Ek 84. KR84 (13-27DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CTCTTTCGTGAGGGAAGAAAAGGTTTCAGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGT
 ACCTCAAGAAGAAGCACCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGT
 AGGGTGCAGCGTTAATCGGAATTACTGGGCGTAAAGCGTGCAGGTTGGTTT
 GTTAAGTCAGATGTGAAAGCCCCGAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAACT
 GGCAAGCTAGAGTCTGTGAGAGGGGGGTAGAATTCACGTGTAGCAGTGAAT
 GCGTAGAGATGTGGAGGAATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGA
 CTGACGCTCATGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTA
 GTCCACGCCCTAAACGATGTCAACTGGTGTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAA
 CGAAGCTAACGCGAGAAGTTGACCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGATTA
 ACTCAAAGGAATTGACGGGGACCCGCACAAGCGGTGGATGATGTGGATTAATT
 CGATGCAACGCGAAAAACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGA
 GAGGTGGATGTGCCTGAAAGGGAACCGTAACACAGGTGCTGCATGGCTGTCGT
 CAGCTCGTGTGCTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGC
 TATTAATTGCCATCATTAAAGTTGGGCACTTTAATAGGACTGCTGGTGATAAACC
 GGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCCTTATGGGTAGGGCTTC
 ACACGTCATAAATGGCCGGTACAGAGGGATGCCAACCCGCGAGGGGGAGCC
 AATCTCATAAAGCCGGTCGTAGTCCGGATTGTTCTCTGCAACTCGAGAGCATG
 AAGTCGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGTGCGGGTGAATACGTTCCC
 GGGTCTTGATACACA

Ek 85. KR85 (13-28DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CTCTTTCGTGAGGGAAGAAAAGGTTTCAGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGT
 ACCTCAAGAAGAAGCACCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGT
 AGGGTGCGAGCGTTAATCGGAATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTT
 GTTAAGTCAGATGTGAAAGCCCCGAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAACT
 GGCAAGCTAGAGTCTGTTCAGAGGGGGGTAGAATTCCACGTGTAGCAGTGAAAT
 GCGTAGAGATGTGGAGGAATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGA
 CTGACGCTCATGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTA
 GTCCACGCCCTAAACGATGTCAACTGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAA
 CGAAGCTAACGCGAGAAGTTGACCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGATTA
 ACTCAAAGGAATTGACGGGGACCCGCACAAGCGGTGGATGATGTGGATTAATT
 CGATGCAACGCGAAAAACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGA
 GAGGTGGATGTGCCTGAAAGGGAACCGTAACACAGGTGCTGCATGGCTGTCGT
 CAGCTCGTGTGCTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGC
 TATTAATTGCCATCATTAAAGTTGGGCACTTTAATAGGACTGCTGGTGATAAACC
 GGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCCTTATGGGTAGGGCTTC
 ACACGTCATAACAATGGCCGGTACAGAGGGATGCCAACCCGCGAGGGGGAGCC
 AATCTCATAAAGCCGGTCGTAGTCCGGATTGTTCTCTGCAACTCGAGAGCATG
 AAGTCGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGTCGCGGTGAATACGTTCCC
 GGGTCTTGTACACA

Ek 86. KR86 (13-29DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

GGCGGTGTGTATGAGCCATGATCAAACCTCTAGAATTACAGTAAAAGACTGACG
 GTACCATCAGAGGAAGCACCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACG
 GAGGGTGCAAGCGTTGTTTCGGAATTACTGGGCGTAAAGGGCGTGTAGGCGGTA
 TAATAAGTTAGGTGTGAAATCTTTAGGCTTAACTAAAAAGTGCCTTAAAC
 TGTTAAACTCGAGTTCGGTAGGGGGAAGTGGAATTCCTAGTGTAGAGGTGAAA
 TTCGTAGATATTAGGAAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCTTCCTGGACCGATA
 CTGACGCTGAGACGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGT
 AGTCCACGCTGTAAACGATGATCACTAAGTATGGGGGGATTAATTCCTTCTGT
 GCTCAAGCTAACGCGTTAAGTGATCCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGATTA
 AACTCAAAGAAATTGACGGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAAT
 TCGACGCAACGCGAAAAACCTTACCTGGGTTTGACATCCTCTGACAATTATAG
 AAATATAATCTTTTTTCGTAAGAAAACAGAGAGACAGGTGCTGCATGGCTGTGC
 TCAGCTCGTGTGCTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTA
 CCTTTAGTTGCCATCATTAAAGTTGGGCACTCTAGAGGAACTGCCGGTGATAAA
 CCGGATGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCTTTATATCCAGGGCT
 ACACACGTGCTACAATGGTCTGTACAAAGAGACGCAAGTTTGCGAAAACAAGC
 AAATCTCCTAAAGCAGATCTCAGTTCGGATTGAAGTCTGCAACTCGACTTCATG
 AAGTCGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGCCGCGGTGAATACGTTCCC
 GGGCCTTGTACAC

Ek 87. KR87 (13-30DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGATTGAACGCTGGCGGCATGCCTAACACATGCAAGTCGAACGGTAGCAGGC
 CTTCCGGGTGCTGACGAGTGGCGGACGGGTGAGTAATGCGTAGGAATCTGTCTT
 TTAGTGGGGGACAACCCAGGGAACTTGGGCTAATACCGCATGAGCCCTGAGG
 GGGAAAGCGGGGGATCTTCGGACCTCGCGCTAAGAGAAGAGCCTACGTCTGAT
 TAGCTAGTTGGTAGGGTAAAGGCCTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTG
 AGAGGACGACCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGA
 GGCAGCAGTGGGGAATTTTCGCAATGGGGGCAACCCTGACGAAGCAATGCCG
 CGTGGATGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGTCCTTTTCGTGGGGGACGAAAAG
 GTGGTTCCTAATACGAGCTGCTGTTGACGTGAACCCAAGAAAAGCACCGGCT
 AACCCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGGGGGCGCAAGCGTTAATCGGAA
 TCACTGGGCGTAAAGGGTGCGTAGGCGGTACGTTAGGTCTGTCGTGAAATCCC
 CGGGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAACCGGCCGAAGTAGAGTATGGGAAA
 GGGGGGTGGGGATTCCAGGGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATCTGAAGGA
 CCATCAGTGGCGAAGGCGGCCACCTGGCCCAATACTGACGCTGAGGCACGAA
 AACGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
 GAATACTAGATGTTTGGTACCTAGCGTACTGAGTGTCGTAGCTAACGCGATAA
 GTATTCCGCCTGGGAAGTACGGCCGCAAGGTTAAAACCTCAAAGGAATTGACGG
 GGGCCCGCACAAAGCGGGTGGAGCATGTGGGTTTAAATTCGATGAACGCGAAAA
 AACCTTACCTGGGGCTTACAGTTCCGGAAACCTTGCAGAAATGGGGGGAGGG
 CCCTTCT

Ek 88. KR88 (13-31DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CTCAGATTGAACGCTGGCGGCATGCCTAACACATGCAAGTCGAACGGTAGCAG
 GCCTTCGGGTGCTGACGAGTGGCGGACGGGTGAGTAATGCGTAGGAATCTGTC
 TTTTAGTGGGGGACAACCCAGGGAACTTGGGCTAATACCGCATGAGCCCTGA
 GGGGGAAAGCGGGGGATCTTCGGACCTCGCGCTAAGAGGAGAGCCTACGTCT
 GATTAGCTAGTTGGTAGGGTAAAGGCCTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGT
 CTGAGAGGACGACCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACG
 GGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTCGCAATGGGGGCAACCCTGACGAAGCAAT
 GCCGCGTGGATGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGTCCTTTTCGTGGGGGACGA
 AAAGGTGGTTCCTAATACGAGCTGCTGTTGACGTGAACCCAAGAAGAAGCACC
 GGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGGGGGTGCAAGCGTTAATCG
 GAATCACTGGGCGTAAAGGGTGCGTAGGCGGTACGTTAGGTCTGTCGTGAAAT
 CCCC GGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAACCGGCCGCACTAGAGTATGGA
 GAGGGTGGGGTTGGAATTTCCAGGGTGTAGCGGTGGAATGCGTAGAGATTCT
 GGAGGGAACATCANGTGCCGAAGGCGGGCCACCTGGGCCCCAATACTGACGCT
 GAGGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACG
 CCCTAAACGATGAATACTAGATGTTTGGTACCTAGCGTACTGAGTGTCGTAGCT
 TACGCGATAAGTATCCCGCCTGGGAAGTACGGCCGCCAGGTTTAAAACCTCAAAG
 GAATTGACGGGGGCCCCGACAAAGCGGTGGAGCATGTGGGTTT

Ek 89. KR89 (13-32DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGG
 GGGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTAT
 CCTTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCACAAGCTCTG
 AGGAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTC
 CGATTAGCTAGTTGGTGAGGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGG
 TCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACG
 GGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCCAT
 GCCGCGTGAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGAAGA
 AAAGGTTCAAGCGAATAATCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGCACC
 GGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCAGCGTTAATCG
 GAATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTTTGTTAAGTCAGATGTGAAAG
 CCCCAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAACTGGCAAGCTAGAGTCTGTCA
 GAGGGGGGTAGAATTCCACGTGTAGCAGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGA
 ATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGACTGACGCTCATGCACGAA
 AGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
 GTCAACTGGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAACGAAGCTAACCGGAGA
 AGTTGACCGCCTGGGGGAGTACGGTGCAGATTAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGACCCCAAGCGGGGGGATTAATGTGGATTAATTTCGATGCAACGCGAA
 AACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAAAAGGTGGATGTGC
 CTGAAA

Ek 90. KR90 (13-33DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CTCTTTCGTGAGGGAAGAAAAGGTTTCAGGGCGAATAATCTGGATTGATGACGGT
 ACCTCAAGAAGAAGCACCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGT
 AGGGTGCAGCGTTAATCGGAATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTT
 GTTAAGTCAGATGTGAAAGCCCCGAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAACT
 GGCAAGCTAGAGTCTGTCAGAGGGGGGTAGAATTCCACGTGTAGCAGTGAAAT
 GCGTAGAGATGTGGAGGAATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGA
 CTGACGCTCATGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTA
 GTCCACGCCCTAAACGATGTCAACTGGTGTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAA
 CGAAGCTAACGCGAGAAGTTGACCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGATTA
 ACTCAAAGGAATTGACGGGGACCCGCACAAGCGGTGGATGATGTGGATTAATT
 CGATGCAACGCGAAAAACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGA
 GAGGTGGATGTGCCTGAAAGGGAACCGTAACACAGGTGCTGCATGGCTGTCGT
 CAGCTCGTGTGTCGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGC
 TATTAATTGCCATCATTAAAGTTGGGCACTTTAATAGGACTGCTGGTGATAAACC
 GGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCCTTATGGGTAGGGCTTC
 ACACGTCATAAATGGCCGGTACAGAGGGATGCCAACCCGCGAGGGGGAGCC
 AATCTCATAAAGCCGGTCGTAGTCCGGATTGTTCTCTGCAACTCGAGAGCATG
 AAGTCGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGTGCGGGTGAATACGTTCCC
 GGGTCTTGACACA

Ek 91. KR91 (13-34DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

AGATTGAACGCTGGCGGCATGCCTAACACATGCAAGTCGAACGGTAGCAGGCC
 TTCGGGTGCTGACGAGTGGCGGACGGGTGAGTAATGCGTAGGAATCTGTCTTT
 TAGTGGGGGACAACCCAGGGAACTTGGGCTAATACCGCATGAGCCCTGAGG
 GGGAAAGCGGGGGATCTTCGGACCTCGCGCTAAGAGGAGAGCCTACGTCTGAT
 TAGCTAGTTGGTAGGGTAAAGGCCTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTG
 AGAGGACGACCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGA
 GGCAGCAGTGGGGAATTTTCGCAATGGGGGCAACCCTGACGAAGCAATGCCG
 CGTGGATGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGTCCTTTCGTGGGGGACGAAAAG
 GTGGTTCCTAATACGAGCTGCTGTTGACGTGAACCCAAGAAGAAGCACCGGCT
 AACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGGGGGTGCAAGCGTTAATCGGAAT
 CACTGGGCGTAAAGGGTGCCTAGGCGGTACGTTAGGTCTGTCGTGAAATCCCC
 GGGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAACCGGCGCACTAGAGTATGGGAGAG
 GGNTGGGTGGGAATTCAGGGTGTAGCGGGGTGAAATGCGGTAGGAGATCTG
 GGAGGGAACATTCAGTGGGCGAAAGGGCGGGCCACCTTGGGCCCAATTAATTG
 ACGGCTTGAGGGCACGGAAAGGCGTTGGGGGAAGCAAACAGGGATTTAGCA
 TTACCCCTGGGGTAGTCCCACGCCCCCTAAAACNGATGGAAATAACTTAGATT
 GTTTTTGGTTACCCTTAGGCGGTACCTGGAGGTTGTTTCGGTAGCTTAAACGGCG
 GATTAAGGTATTTTCCGGCCCTGGGGGAAAGTTACGGGCCTGCCAAAGGGTTT
 AAAACCTCAAAGGGAAATTTGGACCGGGGGGGCCCGGCCCAAAGGCGGG
 TTGG

Ek 92. KR92 (13-36DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGG
 GGGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTAT
 CCTTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCACAAAGCTCTG
 AGGAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTC
 CGATTAGCTAGTTGGTGAAGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGG
 TCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACG
 GGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCCAT
 GCCGCGTGAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGAAGA
 AAAGGTTCAAGCGAATAATCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGCACC
 GGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCAGCGTTAATCG
 GAATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTTTGTTAAGTCAGATGTGAAAG
 CCCCAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAACTGGCAAGCTAGAGTCTGTCA
 GAGGGGGGTAGAATTCACGTGTAGCAGTGAATGCGTAGAGATGTGGAGGA
 ATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGACTGACGCTCATGCACGAA
 AGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
 GTCAACTGGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTCAGTAACGAAGCTAACGCGAGA
 AGTTGACCGCCTGGGGGAGTACGGTTCGAAGATTAACCTCAAAGGAATTGAC
 GGGGACCCCAAGCGGGGGGATTAATGTGGATTAATTCGATGCAACGCGAA
 AACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAAAAGGTGGATGTGC
 CTGAAA

Ek 93. KR93 (13-38DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CAGATTGAACGCTGGCGGCATGCTTTACACATGCAAGTCGAACGGCAGCACGG
 GGGCAACCCTGGTGGCGAGTGGCGAACGGGTGAGTAATGCATCGGAACGTAT
 CCTTGAGTGGGGGATAACGCAGCGAAAGTTGTGCTAATACCGCACAAGCTCTG
 AGGAGGAAAGCGGGGGACCGAAAGGCCTCGCGCTGAAGGAGCGGCCGATGTC
 CGATTAGCTAGTTGGTGAAGTAAAGGCTTACCAAGGCGACGATCGGTAGCTGG
 TCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACG
 GGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCCTGATCCAGCCAT
 GCCGCGTGAGTGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCGTGAGGGAAGA
 AAAGGTTCAAGCGAATAATCTGGATTGATGACGGTACCTCAAGAAGAAGCACC
 GGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCAGCGTTAATCG
 GAATTACTGGGCGTAAAGCGTGCGCAGGTGGTTTGTAAAGTCAGATGTGAAAG
 CCCCAGCTTAACTTGGGAACTGCGTTTGAAACTGGCAAGCTAGAGTCTGTCA
 GAGGGGGGTAGAATTCCACGTGTAGCAGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGA
 ATACCAATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGGATAAGACTGACGCTCATGCACGAA
 AGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
 GTCAACTGGGTTGTTGGGCAACTTGATTGTTTACGTAACGAAGCTAACCGGAGA
 AGTTGACCGCCTGGGGGAGTACGGTGCAGATTAAACTCAAAGGAATTGAC
 GGGGACCCCAAGCGGGGGGATTAATGTGGATTAATTTCGATGCAACGCGAA
 AACCTTACCTACCCTTGACATGTACGGAAGTCTGCTGAAAAGGTGGATGTGC
 CTGAAA

Ek 94. KR94 (13-39DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

CTCAGATTGAACGCTGGCGGCATGCCTAACACATGCAAGTCGAACGGTAACAG
 GTCTTCGGATGCTGACGAGTGGCGGACGGGTGAGTAATGCGTAGGAATCTGTC
 TTTTAGTGGGGGACAACCCAGGGAAACTTGGGCTAATACCGCATGAGCCCTGA
 GGGGAAAGCGGGGGATCTTCGGACCTCGCGCTAAGAGGAGAGCCTACGTCT
 GATTAGCTAGTTGGTAGGGTAAAGGCCTACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGT
 CTGAGAGGACGACCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACG
 GGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTTTCGCAATGGGGGCAACCCTGACGAAGCAAT
 GCCGCGTGATGAAGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGTCCTTTCGTGGGGGACGA
 AAAGGTGGTTCCTAATACGAGCTGCTGTTGACGTGAACCCAAGAAGAAGCACC
 GGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGGGGGTGCAAGCGTTAATCG
 GAATCACTGGGCGTAAAGGGTGCAGTACGGCGGTACGTTAGGTCTGTCGTGAAAT
 CCCC GGCTCAACCTGGGAATGGCGGTAGAAACCGGCGCACTAGAGTATGGG
 AGAGGGTGGGTGGAATTCCAGGTGTAGCCGGTGAATGCGTTAGAGATCTGGG
 AGGAACATCAGTGGCCGAAGGCGGCCACCTGGCCCAATACTGACGCTGAGGC
 ACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTA
 AACGATGAATACTAGATGTTTGGTACCTAGCGTACTGAGTGTCGTAGCTAACG
 CGATAAGTATTCGCGCTGGGAAGTACAGCCGCAAGGTAAAACCTCAAAGGAAT
 TGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTTCGATGCAACGCG
 AAGAACCTTACCTGGGCTTGACATGTCCGGAATTCTGCAGAGATGCGGGAGTG
 CCCTTCGG

Ek 95. KR95 (13-40DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

TAAATCCTTCGGGGGACGAAAGGTGTTCTAATACGAGTGTGTGACGTGACTCC
TAGAGGAAGCCCGGGTACTCGGGAGCAGTAGCCCGCGTAATTACGGGAGGTG
CATGCGTAATTCGGAATCACTGGCGTTAGAGGGTGCCTAGGCGGTACGTTAGG
TCTGTTCGTGAAATCGCCAGGGCTCAACCTGGAGATGGCGGTAGAGACCGACGC
ACTAGAGTATGGGAGAGGTTGGTGGAAATTGCAGGTGTAGCGGTAAAATGCGTA
GAGATCTGGAGGAACATCAGTGGCGAAGGCGGCCACCTGGCCCAATACTGAC
GATGAGGCACGAAAGCGTGGGGAGCAGACAGGATTAGATAACCTGGTAGTCC
ACGCCCTAATCGAGGAATACTAGATGTTTGGTACCTAGCGTACTGAGTGTTCGT
AGCTAACGCGATAAGTATTCCGCCTGGGAAGTACGGCCGCAAGGTTAAAACCTC
AAAGGAATTGACGGGGGACCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAT
GCAACGCGAAGAACCTTACCTGGGCTTGACATGTCCGGAATCCTGCAGAGATG
CGGGAGTGCCCTTCGGGGAATCGGAACACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGC
TCGTGTCGTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGTCCCTTA
GTTGCCAGCGGTTTCGGCCGGGCACTCTAGGGAGACTGCCGGTGACAAACCGGA
GGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCCTCATGGCCTGTATGTCCAGGGCTACACA
CGTGCTACAATGGCGCGTACAGAGGGAAGCCAAGCCGCGAGGTGGAGCAGAC
CCCAGAAAGCGCGTCGTAGTTCGGATTGCAGTCTGCAACTCGATTGCATGAAG
TCGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGCCGCGGTGAATACGTTCCCGGG
CCTTGTACAC

Ek 96. KR96 (12-187DC) Klonunun 16S rRNA Geninin Baz Sırası

GGGAGCGGNTCGCATGCTCCCGGCCGCCTGGCGGCCGCGGGGAATTCGATTATT
CTAGAGTTTGATCATGGCTCAGATTGAACGCTGGCGGCATGCCTAACACATGC
AAGTCGAACGGTAACAGGTCTTCGGATGCTGACGAGTGGCGGACGGGTGAGT
AATGCGTAGGAATCTGTCTTTGAGTGGGGGACAACCCAGGGAAACTTGGGCTA
ATACCGCATAAGCCCTGAGGGGGAAAGCGGGGGATCTTCGGACCTCGCGCTGG
AAGAGGAGCCTACGTCTGATTAGCTAGTTGGTAGGGTAAAGGCCTACCAAGGC
GACGATCGGTAGCTGGTCTGAGAGGACGACCAGCCACACTGGGACTGAGACA
CGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTTCGCAATGGGGGCA
ACCCTGACGAAGCAATGCCGCGTGAATGAAGAAGGCCTTCGGGTGTAAAGTT
CTTTCGTGGAGGACGAAAAGGTGGGTGCTAATATCGCCTGCTATTGACGTGAA
TCCAAGAAGAAGCACCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGGG
GGTGCAAGCGTTAATCGGAATCACTGGGCGTAAAGGGTGCCTAGGCGGTGCAT
TAGGTCTGTTCGTGAAATCCCCGGGCTCAACCTGGGAATGGCGGTGGAAACCGG
TGTA TAGAGTATGGGAGAGGGTGGGTGGAATTCCAGGTGTAGCGGTGAAATG
CGTAGAGATCTGGAGGAACATCAGTGGCGAAGGCGGCCACCTGGCCCAATACT
GACGCTGAGGCACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATAACCTGGTAG
TCCACGCCCTAAACGATGAATACTAGATGTTTGGTGCCAAGCGTACTGAGTGT
CGTAGCTAACGCGATAAGTATTCCGCCTGGGAAATAACGGCGCAAGGGTTAA

ÖZGEÇMİŞ

28.08.1980 tarihinde Trabzon'da doğdu. İlk öğrenimini 1986-1991 tarihleri arasında Cumhuriyet İlkokulu'nda, orta öğrenimini 1991-1994 tarihleri arasında Cumhuriyet Ortaokulunda ve lise öğrenimini ise 1994-1998 tarihleri arasında Trabzon Lisesi (Yabancı dil ağırlıklı)'nde tamamladı. 1999 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nü kazandı ve 2003 yılında bölüm birincisi olarak mezun oldu. 2004-2007 tarihleri arasında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Maden Yatakları-Jeokimya Bilim Dalı'nda, Yüksek Lisans Eğitimi tamamladı. 2007 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Maden Yatakları-Jeokimya Bilim Dalı'nda, doktora eğitimine başladı.