

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KEBAN MADEN ATIKLARININ METAL İÇERİĞİNİN
BELİRLENMESİ VE EKONOMİK ÖNEMİNİN İRDELENMESİ

Yüksek Lisans Tezi
Aynur ESKİBAĞLAR COŞKUN
121116108
(FUBAP PROJE NO: MF.14.01)

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

Danışman: Prof. Dr. Ahmet ŞAŞMAZ

HAZİRAN-2015

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KEBAN MADEN ATIKLARININ METAL İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ VE EKONOMİK
ÖNEMİNİN İRDELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi
Aynur ESKİBAĞLAR COŞKUN

121116108

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 01 Haziran 2015

Tezin Savunulduğu Tarih: 26 Haziran 2015

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet ŞAŞMAZ (F.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Ahmet SAĞIROĞLU (F.Ü.)

Yrd.Doç.Dr. Özlem ERDEM (Tunceli Üniv.)



HAZİRAN-2015

ÖNSÖZ

‘Keban Maden Atıklarının Metal İçeriğinin Belirlenmesi Ve Ekonomik Öneminin İrdelenmesi’ başlıklı bu çalışma, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği, Maden Yatakları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Araştırmayı maddi açıdan destekleyen Fırat Üniversitesi Rektörlüğü’ne ve Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (FÜBAP MF.14.01)’ ne teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans tez çalışmam sırasında beni yönlendiren ve yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet ŞAŞMAZ, tezime katkılarından dolayı Sayın Jeoloji Yüksek Mühendisi Korhan ÇAKIR, Esengül ESKİBAĞLAR, eşim Jeoloji Mühendisi Kenan COŞKUN ve Jeoloji Mühendisi Funda KAVURMACI' ya ayrı ayrı teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında benden desteklerini esirgemeyen, maddi ve manevi anlamda yanımda olan sevgili aileme de ayrıca teşekkür ederim.

Aynur ESKİBAĞLAR COŞKUN
ELAZIĞ-2015

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET	iii
SUMMARY	Iii
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
TABLolar LİSTESİ	VI
SEMBOLLER LİSTESİ	VII
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	1
1.2. Çalışmanın Önemi.....	1
1.3. Coğrafi Konum	2
1.4.Çalışma Yöntemleri.....	3
1.5.Önceki Çalışmalar	4
2. BÖLGENİN JEOLojİSİ	9
2.1.Keban Metamorfizmaları.....	9
2.2.Keban Magmatitleri	10
2.3.Taraça (Kuvaterner)	11
2.4.Alüvyon (Kuvaterner)	11
3.CEVHERLEŞMELER	12
4.ATIKLARIN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ.....	15
5.ATIKLARIN EKONOMİK POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	22
6.SONUÇLAR.....	25
7. KAYNAKLAR.....	26
ÖZGEÇMİŞ	29

Keban maden atıklarının metal içeriğinin belirlenmesi ve ekonomik öneminin irdelenmesi

ÖZET

Bu tez çalışmasında, Elazığ-Keban ilçesindeki eski flotasyon atıklarının metal içeriklerinin belirlenerek ekonomik değerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaçla flotasyon atıklarından 40 adet örnek alınmış, bunlar Acme (Kanada) analiz laboratuvarında çözünerek, yaklaşık 34 element için ICP-MS’de analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda yöredeki atıklarda Au için ortalama 1778 ppb, Ag için 96 ppm, Pb için % 2.94, Zn için % 0.63 ve Cu için ise % 0.04 gibi değerler saptanmıştır. Yöredeki madencilik çalışmaları sonucunda ise, üstteki sahanın (KY) 102.960 ton, alttaki sahanın (KA) ise 10.800 ton atık rezervinin varlığı belirlenmiştir. Bu çalışma ile atıkların yukarıdaki metal içerikleri de dikkate alındığında, ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Flotasyon Atığı, Keban, Pb-Zn cevherleşmeleri. Ekonomik potansiyel

Metal contents of Keban's flotation wastes and their economic potential

SUMMARY

This study investigated the metal contents of old flotation's waste products in Elazig-Keban and their economic potential. For this purpose, 40 samples have been taken from the flotation's wastes and analyzed in Acme (Canada) laboratory for about 34 elements ICP-MS. Analysis results of flotation waste in the Keban region were found 1778 ppb for Au, 96ppm for Ag, %2,94 for Pb, %0,63 for Zn and %0,04 for Cu. According to mining operations in the study area, it was detected 102,960 tones for the upper field (KY) and 10,800 tones for the lower field (KA). As these results, all these metals in the Keban region can have economical potential.

Key words: Flotation's waste, Keban, Pb-Zn mineralization, Economic potential.

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası.....	3
Şekil 1.2. Çalışma alanından örnek alınması ve flotasyon atıklarının sahadaki görünümü	4
Şekil 2.1. Çalışma alanının jeoloji haritası (Akgül, 1987'den basitleştirilerek) .	11
Şekil 4.1. Keban flotasyon tesisi yanındaki KY nolu atık sahasının arazideki görüntüsü	15
Şekil 4.2. Keban flotasyon tesisi yanındaki atıklardan bir görünüm.....	16
Şekil 4.3. Fırat Nehri kenarındaki atık sahasının arazideki görüntüsü.....	16
Şekil 5.1. Çalışma alanındaki stok sahalarını gösteren uzay grüntüleri ve stokların arazideki konumu	23
Şekil 5.2. Stok sahasında örnek lokasyonları ve üstteki saha KY, alttaki ise KA şeklinde örneklenmiştir.....	24

TABLÖLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1 Keban bölgesi flotasyon atıklarının kimyasal analiz sonuçları	19
Tablo 4.2. Keban flotasyon atıklarına ait elementler arasındaki korelasyon ilişkileri	21

SEMBOLLER LİSTESİ

Ag	: Gümüş
Al	: Alüminyum
As	: Arsenik
Au	: Altın
B	: Batı
Ba	: Baryum
Bi	: Bizmut
⁰ C	: Santigrat Derece
Ca	: Kalsiyum
CaF ₂	: Kalsiyum florit
Cd	: Kadmiyum
cm	: Santimetre
Co	: Kobalt
Cu	: Bakır
D	: Doğu
F	: Flor
Fe	: Demir
G	: Güney
Ga	: Galyum
GB	: Güney Batı
HCl	: Hidroklorik asit
HNO ₃	: Nitrit asit
Hg	: Civa
H ₂ O	: Su
ICP-MS	: Inductively Coupled Plasma- Mass Spectrometer
K	: Potasyum
K	: Kuzey

KD	: Kuzey Doğu
km	: Kilometre
km ²	: Kilometrekare
m	: Metre
Mg	: Magnezyum
ml	: Mililitre
Mn	: Mangan
Mo	: Molibden
MÖ	: Milattan Önce
MTA	: Maden Tetkik ve Arama
M	: Milyon yıl
Ni	: Nikel
Na	: Sodyum
Pb	: Kurşun
ppb	: Milyarda bir
ppm	: Milyonda bir
S	: Kükürt
Sb	: Antimuan
Sr	: Stronsiyum
Te	: Tellür
Th	: Toryum
Ti	: Titanyum
U	: Uranyum
V	: Vanadyum
Zn	: Çinko
W	: Volfram

1. GİRİŞ

1940 'ta kurulan Keban Simli Kurşun İşletmeleri, faaliyette olduğu 1983 yılına kadar Türkiye'nin önemli bir işletmesi durumundaydı. Ekonomik rezervlerin tükenmesi ve sürdürülen arama çalışmalarının da olumsuz sonuç vermesi üzerine işletme 1989'da kapatılmıştır. Tesisler 1993/94 öğretim yılından bu yana Fırat Üniversitesi'ne bağlı meslek yüksekokulu olarak kullanılmaktadır (Hanelçi ve Kalender, 2001b)

1.1. Çalışmanın Amacı

Dünyadaki zengin maden yataklarının gittikçe azalması, eski işletme atıklarının hammadde kaynağı olarak kullanılmalarının önemini artırmıştır. Bu eski işletmelerden kalan atık yığınlarının günümüz cevher zenginleştirme yöntemleri ile tekrardan değerlendirme çalışmaları uzun süreden beri başarıyla uygulanmaktadır.

Önemli madencilik çalışmalarının devam ettiği Elazığ-Keban bölgesinde yapılan bu çalışma da, bölgede uzun yıllar yapılan madencilik ve flotasyon çalışmalarında o günün teknolojik imkanları dahilinde değerlendirilemeyen ve analizleri yapılmamış flotasyon atıklarının, günümüz analiz yöntemleri ile olası metal içeriklerinin tespiti ve ekonomik açıdan değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır.

1.2. Çalışmanın Önemi

Eski bir madencilik bölgesi olan Keban bölgesinde, tarihsel dönemlerden beri (M.Ö 2000-3000 yılları) polimetallik maden yataklarının işletildiği bilinmektedir. Çok eskilerden beri bilinen Pb-Zn cevher yatağını içermesi nedeniyle çok sayıda yer bilimcinin inceleme ve araştırma yaptığı bir bölgedir. Çok sayıda işletmenin olmasına bağlı olarak flotasyon atıkları da bölgede belirgin bir alan kaplamaktadır (Hanelçi ve Kalender, 2001b)

Günümüzde teknolojiye çok hızlı gelişim, metal ihtiyacında da doğru orantılı bir artışa neden olmaktadır. Bunun sonucunda, artan metal ihtiyacını karşılamak amacıyla yeni teknolojiler geliştirilmekte ve daha düşük tenörlü hammaddelerden, ekonomik değeri olan metallerin kazanılması sağlanmaktadır. Aynı zamanda, bu üretimler sırasında oluşan metal kayıplarından dolayı açığa çıkan üretim artıkları önemli derecede ekonomik değeri olan metal ve metal oksit fazları içermekte ve bu da ikincil metalurjik hammaddelerin değerlendirilmesini ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca atıkların çevreye verdiği zararların artması bu atıkların, bertaraf edilmesini gerekli kılmaktadır. Ancak bu işlemin ek maliyet gerektirmesi

ve birincil hammadde fiyatlarındaki artış nedeniyle, işletmeler atık maddeden tekrar yararlanma yollarını araştırmaya başlamıştır. Böylece atık madde içinde değerli olabilecek maddeleri tekrar kazanarak, depolanması gereken atık madde miktarı azalmış ayrıca ekonomikliğe katkı sağlanmış olacaktır. Son yıllarda bu düşünce doğrultusunda birçok üretimde atık madde geri dönüşü yapılmaya başlanmıştır.

Dolayısıyla söz konusu çalışmanın önemi bu açıdan düşünüldüğünde daha da artmaktadır.

1.3. Coğrafik Konum

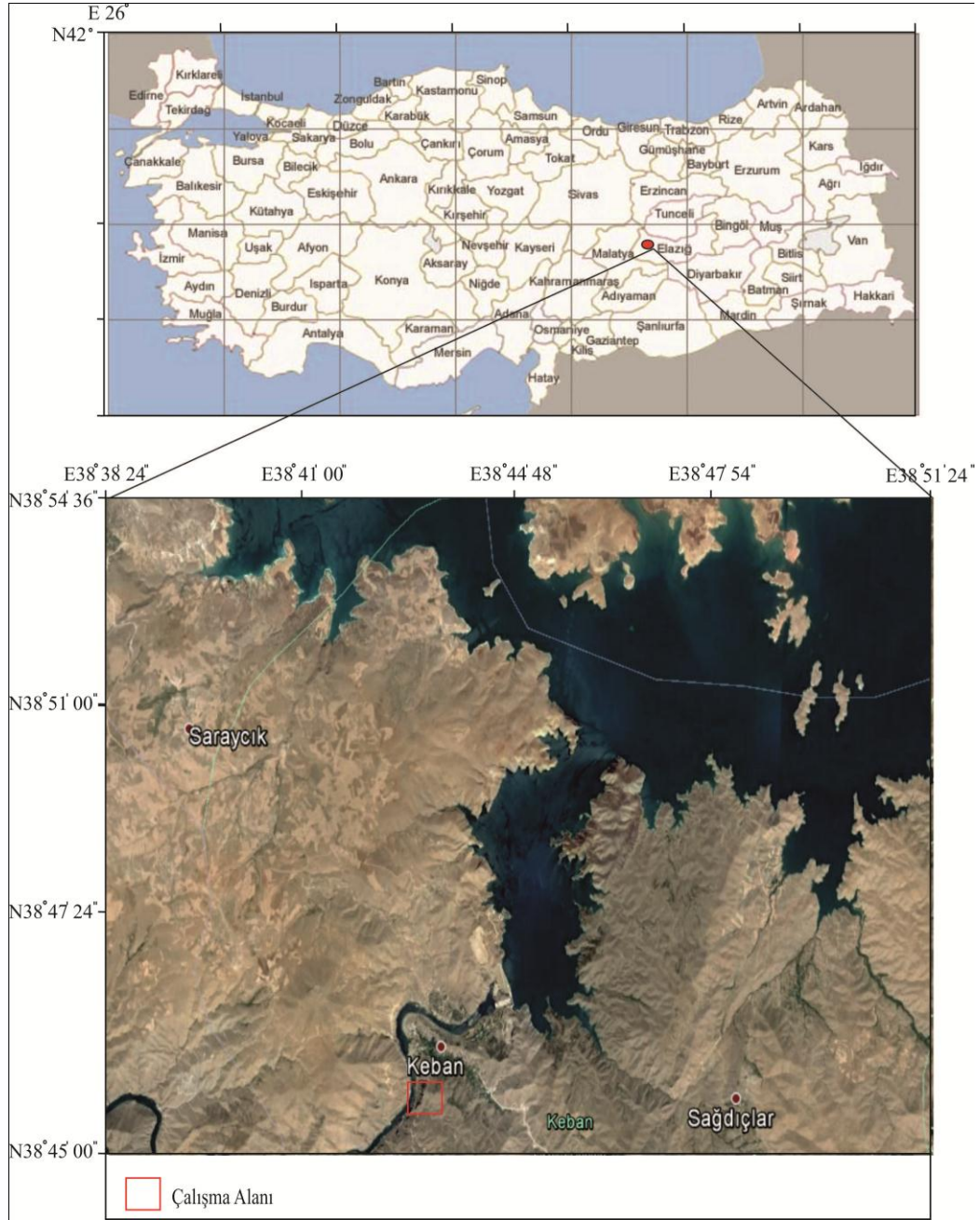
Bölge Malatya K41-a3 paftasına girmekte olup 40° 21' ve 38° 30' doğu boylamları ile 38° 17' ve 39° 11' kuzey enlemleri arasında yer alır (Şekil 1.1).

Çalışma alanı, Elazığ ilinin 45 km batısında bulunan Keban ilçesinde yer almaktadır (Şekil 1.1). Keban Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Fırat bölümünde yer alan bir ilçedir. Doğuda Elazığ, batıda Arapgir, kuzeyde Çemişgezek, kuzeybatıda Ağın, güneyde ise Baskil ile çevrili olup, yüzölçümü 543 km²'dir. İlçe, doğusunda Kızılkay Tepesi, batısında Nimri Dağı, güneyinde Siftil ve Zeytin Dağları ile kuzeyinde Nallı Ziyaret ve Asker Tepesi arasında sıkışmış bir vadi arasındadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 780 m.dir. Yüksek dağların ve tepelerin arasında kurulmuş ilçeden yıl boyunca yüksek debi ile akan ve dünyanın en uzun nehirlerinden sayılan Fırat Nehri doğmaktadır (<http://www.keban.gov.tr/crfy.html>).

Fırat nehri üzerinde dar bir boğaz içinde yer alan Keban Barajı Elazığ İl Merkezinin 50 km kuzeybatısında Keban İlçe Merkezine 3 km mesafededir. Keban Baraj Gölü Türkiye'nin en büyük yapay gölüdür. Doğal Göller arasında 675 km²'lik alanıyla 3.sırada yer almaktadır. Baraj Gölünün Murat vadisi boyunca uzunluğu 125 km. dir. Genişliği ise yer yer değişmektedir.

Keban ve çevresi esas itibarıyla dağlık bir bölgedir. Özellikle Kurşunkaya, Çevrekaya, Kuşçu, Bahçeli köylerinin bulunduğu kısımlar çok engebelerlidir. İlçenin sarp dağların arasında kurulup burada yerleşilmesinin tek sebebi bu yörenin maden bakımından zengin oluşudur (<http://www.keban.bel.tr/ilcemiz.html>).

Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı karasal iklimin etkili olduğu ilçede, Keban barajının yapılması ile meydana gelen büyük göl, fark edilir derecede bir sıcaklık değişikliği meydana getirmiştir. İlçede bugün deniz iklimine yakın bir iklim görülmektedir. Bitki örtüsü bakımından oldukça fakir olan bölgede ağaçlandırma çalışmaları yapılmaktadır.



Şekil 1.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası

1.4. Çalışma Yöntemleri

Bu çalışma arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada yürütülmüştür. Arazi çalışmalarında; Keban Meslek Yüksekokulu çevresindeki flotasyon atıklarından örnekler alınmıştır. Örnekleme işlemi sırasında sahadaki atıkların kimyasal özellikleri dikkate alınarak, sistematik örnekler alınmaya çalışılmıştır. Özellikle atıkların sadece yüzey kesimlerinden değil düşey zonda da örnekleme işlemi yapılmıştır. Üst zondaki atık sahasından

21 adet örnek alınmış, alttaki Fırat nehri kenarından da 19 örnek alınmış ve bunlar numaralandırılmış ve poşetlenerek laboratuvara taşınmıştır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Çalışma alanından örnek alınması ve flotasyon atıklarının sahada görünümü

Laboratuar çalışmalarında; Araziden alınan 40 adet atık örneği öncelikle serilip oda sıcaklığında kurutulmuş ve özellikle kaba tanelerin ayıklanması için eleme işlemine tabii tutulmuştur. Daha sonra elenen örnekler uygun poşetlere konularak ve de numaralandırılarak, ACME analiz laboratuvarına (Kanada) gönderilmiştir. ACME laboratuvarında ise daha önceden belirlenmiş olan AQ250 ve MA370 kod numaralı analizler gerçekleştirilmiştir (www.acmelab.com). Yukarıdaki grup analizleri için çözündürme ve analize hazırlanma işlemlerinin detayları ilgili web sayfasında görülebilir.

Büro çalışmalarında ise, arazi ve laboratuvar verileri birleştirilerek, güncel literatür ışığında yorumlanmış, yöredeki atıkların jeokimyasal özellikleri ve ekonomik potansiyeli ortaya konmuştur.

1.5. Önceki Çalışmalar

Ülkemizin karmaşık jeolojik ve tektonik yapısı çok çeşitli maden yataklarının bulunmasına olanak sağlamıştır. Günümüzde dünyada yaklaşık 90 çeşit madenin üretimi yapılmaktayken ülkemizde 60 civarında maden türünde üretim yapılmaktadır. MTA verilerine göre, dünyada 132 ülke arasında toplam maden üretim değeri itibarıyla 28'inci sırada yer alan ülkemiz, maden çeşitliliği açısından ise 10'uncu sırada bulunmaktadır. Elazığ İli'nin ülke madenciliğinde oldukça önemli bir yeri ve tarihi geçmişi bulunmaktadır. Yörede yapılan kazı çalışmalarında ortaya çıkan ağaç, tahta ve kömür parçaları üzerinde yapılan C14 izotop

alışmalarına göre yöredeki madencilik çalışmalarının çok eski tarihlere kadar dayandırıldığı saptanmıştır (Seeliger et al., 1985).

Elazığ'da madencilik faaliyeti, Maden ilçesinde bakır etimi ile başlamış, Keban ilçesinde gümüş ve kurşun etimi ile devam etmiştir. Dolayısıyla bu iki ilçenin isimleri Bakır Madeni (Maden) ve Gümüş Madeni (Keban) etimi yapılan madenlerle özdeşleşmiştir (Tızlak, 1997).

Osmanlı döneminde Keban ilçemizde üretilen gümüş madeninden, ilçedeki darphanede Osmanlı hazinesine uzun süre gümüş sikke basılmıştır.

Bölgedeki en önemli kurşun-çinko yatağı, Keban-Simli Kurşun-inko yatağıdır. Bu yatakta, 86.800 ton görünür, 48.000 ton muhtemel ve 1.000.000 ton mümkün rezerv belirlenmiştir. Metal içeriğı ise, 77.119 ton Pb ve 90.277 ton Zn şeklindedir. Yatakta, % 4.51 Pb, % 5.28 Zn ve 100 gr/ton Ag saptanmıştır. Söz konusu yatak, günümüzde işletilmemektedir.

Polimetalik cevher provensi olan Keban bölgesi, 18. yüzyıldan günümüze kadar bilinen simli kurşun yatakları, bakır-molibden-florit-volfram vanadyum cevherleşmeleri nedeniyle birçok yerbilimcinin araştırma ve çalışmalarına konu olmuştur. Çalışma alanında yer alan litolojiler farklı yazarlarca değışik zamanlarda incelenerek bölge stratigrafisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ulaşılabilinen kaynaklara göre bölgede yapılan çalışmalar ve çalışmaların kısa zetleri řu şekildedir;

Sağıroğlu (1952), Kemandere civarındaki cevherleşmelerden, siyenit porfirler içinde ve kontağındaki şelitlerin yüksek sıcaklıkta, siyenitlerden uzak yerlerde serisitli şistler içindeki şelit, kalkopirit ve pirit zuhurlarının ise nispeten daha soğık bir ortamda oluştuklarını belirterek, sahadaki siyenit porfirlerin muhtemelen derinde bulunan asitik bir batolitle ve cevherleşmelerin de bu intrsif kayaçlarla yakından ilgili olduklarını savunmuştur.

Keban da çalışma yapan araştırmacılarından biri de Tolun'dur. Tolun (1955), Elazığ-Keban-Çemişgezek ve Pertek yörelerinin jeolojisini inceleyerek, 1/100.000 ölçekli jeolojik haritalamasını yapmıştır. Yöredeki birimlerin stratigrafik dizilimini kaba hatlarıyla ortaya koyarak, bulabildiğı fauna yardımıyla birimleri yaşlandırmıştır. Araştırmacı ayrıca bölgenin tektonik yapısı ve paleocoğrafik evrimini de açıklayarak yre jeolojisi için bugün de geçerliliğini koruyabilen bazı sonuçlar elde etmiştir.

Geoffroy (1960)'a göre Keban'daki cevherleşmeler, merkezi Keban dere civarındaki intrsiflerin altında bulunan büyük bir batolitle ilgidir ve cevher tipleri bu batolit etrafında konsantirik bir zonlaşma göstermektedir. Skarnlaşmış zon olan i zonda manyetit, şelit ve

pirit; bunu çevreleyen orta zonda pirit, kalkopirit ve florit; dış zonda ise önemli galen, sfalerit yatakları bulunmaktadır.

Kumbasar (1964), yaptığı incelemelerde Keban civarındaki Zeryan dere cevherleşmesinin kontak metazomatik, Anaocak ve Derebaca cevherleşmelerinin hidrotermal ve hidrotermal metazomatik olarak yerleştiklerini tespit etmiş, ayrıca Keban dere civarındaki cevherleşmelerin ise skarnlaşmış kayalar içerisinde girmiş kontak pnömatojen cevherleşmeler olduğunu ileri sürmüştür.

Kineş (1969) Kebandaki doktora çalışması sırasında, Pb-Zn yatağının bulunduğu sahanın 1/10.000 ölçekli jeolojik ve tektonik haritasını tamamlayıp, cevher ve kayalar minerallerinin mikroskobik ve kimyasal tayinlerini yapmıştır. Bu çalışmada jeotermometrik metodlarla yataktaki cevherleşmenin teşekkül sıcaklığının 450-620 °C olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca Kineş (1969)'a göre, Keban metamorfik masifi kalkışist, dolomitik mermer, fillat ve mermer ünitelerinden oluşmuştur ve bu saha Malatya-Keban antiklinalinin kuzey uzantısında yer almaktadır. Bu devrik antiklinalin ekseninin KD-GB doğrultusunda uzandığı ve bu antiklinale tesir eden değişik doğrultulardaki hareketler nedeniyle de K-G, D-B, KD-GB doğrultulu kıvrımlanma ve faylanmaların geliştiği de Kineş (1969) tarafından ortaya konulmuştur.

Ziserman (1969) ise Pb-Zn sahasının 1/5.000 ölçekli oldukça detay bir yüzey jeolojik haritası ile 1/500 ve 1/1000 ölçekli yeraltı jeolojik haritalarını çıkartmıştır. Önceki araştırmacılar cevherin hidrotermal orijinli olduğunu ve şist-kalker-siyenit kontaklarında uygun teşekkül ortamını bulduğunu kabul ederken, Ziserman cevherin sedimanter orijinli olduğu ve magmatik faaliyetler esnasında tekrar hareket ederek bugünkü yerlerine yerleşmiş oldukları fikrini ileri sürmektedir.

Özgül (1976, 1981), batıdan doğuya Toros kuşağı üzerinde yaptığı çalışmalarda, Munzur dağı ve Keban civarının jeolojisini de incelemiş ve Keban metamorfitlerini Alanya Birliğine dahil ederek, bunların yaşını Paleozoyik-Mesozoyik (Triyas?) olarak vermiştir.

Kipman (1976, 1981), Keban civarında yaptığı araştırmalarında metamorfitleri başlıca üç birime ayırarak, bunları yaşlıdan gence doğru; mermer, rekristalize kireçtaşı-kalkışist ve metakonglomera-kalkfillit şeklinde ayırtlamıştır. Yazar rekristalize kireçtaşı-kalkışist birimi içinde ilk defa fosil bularak birime Permiyen yaşını vermiştir. Buna göre de göreceli olarak mermerlerin yaşını Permo-Karbonifer, metakonglomera-kalkfillit biriminin yaşını olasılıkla Triyas olarak kabul eder. Araştırmacı bütün metamorfik topluluğa metamorfizma yaşı olarak Jura-Alt Kretase'yi vermiştir.

Keban skarn oluşumları ile ilgili araştırma yapan (Kipman, 1976; Yazgan,1983a)'e göre Keban bölgesinde Üst Kratese-Paleosen döneminde sokulum yapmış siyenit porfir intrüzyonları, karbonatlı bölge kayaçlarında 700-800 °C sıcaklık aralığında kontak metamorfizmaya sebebiyet vererek farklı yayılım ve genişliğe sahip bir kontak zon geliştirmiştir. Bu zon kontağın bazı kesimlerinde kontak metamorfik mineral içeriğine göre farklı olarak isimlendirilen ve hornblend-hornfles fasiyesinde metamorfize olmuş kalkfels kayaçlar veya daha saf kireçtaşı özelliği gösteren yerlerde sakkaroid dokulu rekristalize kireçtaşı ile temsil edilir. Aynı zamanda Keban magmatik biriminin karbonatlı çevre kayacı ile dokanağında Si, Al, Fe, Mg gibi elementlerin getirimine bağlı olarak metasomatik olarak gelişen mineralojik değişimlerle de skarn oluşmuştur.

Yazgan (1983b), Keban magmatitlerinin yaşını, derinlik kayaçlarında 82-86 my (Koniasiyen-Santoniyen), subvolkanik kayaçlarında ise 74-80 my (Kampaniyen) olarak bulmuştur.

Keban bölgesinin 1/5000 ölçekli jeoloji haritasını yapıp, bölgedeki magmatik kayaçların petrografisini araştıran Arghan (1986), bu magmatiklerin subvolkanik olduklarını ve siyenitik karakterli ortaç bir magmadan türediklerini ileri sürmüştür. Ayrıca araştırmacı bölgenin levha tektoniği evrimi içindeki 'paleo-tektonik' konumu ve niteliklerinden yola çıkarak, Keban yöresindeki magmatizmanın kökeni için, kesin bir yargı olmamakla birlikte kıta kenarlarında gelişen bir ensialitik ada yayı olabileceğini düşünmüştür.

Çalık (1986), Kemandaki florit cevherleşmelerinin magmatik kökenli hidrotermal nitelikli olduğunu, kalkıştillerin kırıkları içerisinde boşluk doldurma veya sıvama şeklinde ya da şistoziteye uyumlu olarak ağsal veya düzenli damarlar şeklinde yerleştiklerini savunmuştur.

Hanelçi (1991)'e göre Keban metamorfitleri kalkıştiller, serizit klorit şistler ve masif kristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır. Fakat küçük ölekte gözenekli kireçtaşları, dolomitik kireçtaşı, laminalı kireçtaşı, metatürbiditler ve tabakalı kristalize kireçtaşları bu birimlerle ilişkili olarak gözlenmektedir. Kalkıştiller yer yer tabakalanmayla uyumlu belirgin şistozite yapıları sunarlar, Kalkıştillerde lepidoblastik doku ve çok evreli rejyonel metamorfizmanın etkisiyle kink bantlar gelişmiştir.

Yılmaz ve diğ.(1992), Keban (Elazığ) kurşun-çinko cevherleşmelerinin kökeni ile ilişkili olarak mineralojik, petrografik ve jeokimyasal çalışmalar yaparak buradaki cevherleşmeye, Permiyen yaşlı birimlerin içindeki metadiyabazların neden olabileceğine dikkat çekmişlerdir

Bingöl ve Beyarslan (1996), cevherleşmeler ile yakın ilişkisi olan Keban magmatitlerinin ada yayında gelişen, Elazığ magmatitlerinin son ürünü olduğunu belirtmektedir.

Çalık (1998) ise Keban metamorfitlelerinin, aynı magmatik seriye ait muhtemelen derinde bulunan bir batolitten farklı fazlarda sokulum yapmış, alkali özellikte, silisçe doymuş siyenitik bileşimli Keban magmatikleri tarafından sil, dayk ve bunların geçiş türleri tarafından kesildiğini savunmuştur.

Kalender (2000) ise Keban magmatitleri olarak adlandırılan birimin alkali siyenit, siyenit, kuvars monzonit ve monzonit bileşimli subvolkanik kayalar ve bunların yüzey kayalarından oluştuğunu belirtmektedir.

Kalender ve Hanelçi (2001b), Keban çevresindeki eski imalat pasalarda yaptıkları çalışma sonucunda, Batı Fırat bölgesinde analizi yapılan 23 adet pasadan ortalama 1.80 ppm Au, 59.78 ppm Ag, %1.22 Pb, %0.51 Zn; Zeytin Dağı bölgesinde bulunan 35 adet pasadan ortalama 1.90 ppm Au, 96.43 ppm Ag, %7.13 Pb, %0.94 Zn; Siftil Tepe civarındaki 35 adet pasadan ortalama 2.28 ppm Au, 55.86 ppm Ag, %2.11 Pb, %0.85 Zn; Derebaca civarında 16 adet pasadan ise 0.71 ppm Au, 66.88 ppm Ag, %5.02 Pb ve % 1.23 Zn değeri elde etmiştir.

2. BÖLGENİN JEOLJİSİ

Çalışma alanında Permo - Karbonifer yaşlı Keban metamorfitle, Üst Kretase – Paleosen yaşlı magmatitler ile Kuvaterner'in taraça ve alüvyonları gözlenmektedir (Şekil 2.1). Yaşlıdan gence doğru jeolojik birimlerin özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

2.1. Keban Metamorfitle

Keban metamorfitle, ilk defa Özgül (1976) tarafından adlandırılarak Alanya birliğine dahil edilmiştir. Keban metamorfik kayalar, başlıca bölgesel metamorfizma ürünlerinden oluşmuştur. Kontak metamorfik kayaç toplulukları, Keban metamorfitlelerinin, Keban magmatitleri ve Elazığ magmatitlerine ait derinlik ve yarı derinlik kayalar ile dokanak oluşturduğu alanlarda gözlenir (Kaya, 2001).

Keban metamorfitle litolojik olarak; kalkışit, kristalize kireçtaşı, siyah, gri ve beyaz renkli mermer ve rekristalize kireçtaşları ile temsil olunur.

Kalkışitler Keban metamorfitlelerinin en alt birimini oluştururlar. Başlıca gözenekli kireçtaşı, laminalı kireçtaşı ve tabakalı kristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bu birimler birbiriyle yanal ve düşey yönde geçişli bant ve mercekler halindedir. Gözenekli kireçtaşlarında sülfürlü cevherleşmelerin oksidasyonu sonucu oluşan oksitli cevherleşmeler gözlenmektedir. Tabakalı kristalize kireçtaşları çok kırıklı olup, bu kırık sistemlerinin içerisine sekonder kalsitler dolmuştur. Yer yer erime yapısı gösteren bu kireçtaşlarında çok büyük erime boşlukları gözlenmez. Kalkışitler yer yer tabakalanmayla uyumlu belirgin şistozite yapıları sunarlar. Kalkışitlerde, lepidoblastik doku ve çok evreli rejyonal metamorfizmanın etkisiyle kink bantlar gelişmiştir. En yaşlı ve en yaygın kalkışitlerin kalınlıkları 1400 m'ye varmakta ve yatak bölgesinin her tarafında gözlenmektedir. Lepidoblastik dokunun etkin olduğu kalkışitlerin mineralojik bileşimi esas olarak belirgin basınç ikizlenmeleri gösteren bol miktardaki kalsitten, daha az rastlanan albit, epidot, klorit ve kuvarstan oluşmaktadır. Artan serisit ve klorit oranı ile tedricen açık renkli kalkışitlerden koyu renklilere geçilmektedir (Hanelçi, 1991).

Çok çatlaklı ve kırılmalı bir yapıya sahip olan mermer ve rekristalize kireçtaşlarının çatlakları ikincil kalsit kristalleri ile doldurulmuştur. Kayacın düzensiz yapı gösteren taze kırık yüzeylerinde yeniden kristallenme oldukça iyi görülür. Bazı örneklerde bu yüzeyler şekerimsi (sakkaroid) bir görünüş sunar. Çoğunlukla kaba masif görünümlü olan bu metamorfik birim, yer yer orta-kalın tabakalanma gösteren seviyeler de içerir. Birim içindeki rekristalize kireçtaşları oldukça zayıf bir şistozite gösterir. Şistozite düzlemleri genellikle

tabakalanmanın görülebildiği seviyelerde belirgin olup, yönelimleri tabaka yönelimine paralel olarak gelişmiştir (Asutay, 1986).

Gelişmiş çatlak ve kırık sistemleri ile tabaka düzlemlerine magmatik kayaçların dayk ve sil şeklinde yerleştiği ve dokanaklarda skarnlaşmaya neden olduğu da sık sık gözlenmektedir (Akgül, 1987, 1993).

Doğu Fırat yakasında yaygın olarak yer alan gri renkli bol kırık ve çatlaklı dolomitik kireçtaşları 1- 2 cm'den 10 m'ye varan tabaka kalınlıkları sunmaktadır. Dolomitik kireçtaşı içerisinde 5-10 cm kalınlık gösteren organik maddece zengin katmanlar bulunmaktadır. Bu katmanlarda Kipman (1976), çalışmasında ilk kez türleri saptanmamakla birlikte Glomospira ve Amediscus familyasına ait olduğu tanımlanan Permokarbonifer yaşı veren mikroorganizmalar bulmuştur (Hanelçi ve Kalender, 2001b).

Keban metamorfiteeri yüzeyleme verdiği sahalarda ileri derecede karstlaşma gösterir ve buna bağılı olarak da yüzeysel su içeriğı oldukça zayıftır (Asutay, 1986).

2.2. Keban Magmatitleri

Keban maden yatağı sahasının magmatik kayaçları çoğunlukla Doğu Fırat kısmında yaygınlık göstermektedir. Güney-Kuzey doğrultulu bu kayaçlar, metamorfiteerin kırık ve çatlak sistemlerine, tabaka ve şistozite düzlemlerine dayk ve sil şeklinde yerleşmişlerdir (Çelebi, 1997). Keban magmatitleri siyenomonzonitik ve siyenitik subvolkanitlerdir. İrili ufaklı bazen birbirleriyle bağıntılı, bazen de bağımsız yüzey görüntüleri verirler. Magmanın gelişi, daha önce oluşmuş kırıklar ve kristalen şistlerin foliasyon düzlemleri boyunca olmuştur. Bu bakımdan sahadaki görünümüleri dayk ve sil şeklindedir. Damar kalınlıkları bir kaç on m. ile dm. arasında değişir. Genellikle gri beyaz ve pembe renkli olup alterasyondan dolayı çoğu zaman taze mostra bulma olanağı yoktur. Oluşum yaşı (Kipman, 1976) Üst Kratese sonu-Eosen başı olarak verilir (Yiğit, 1989).

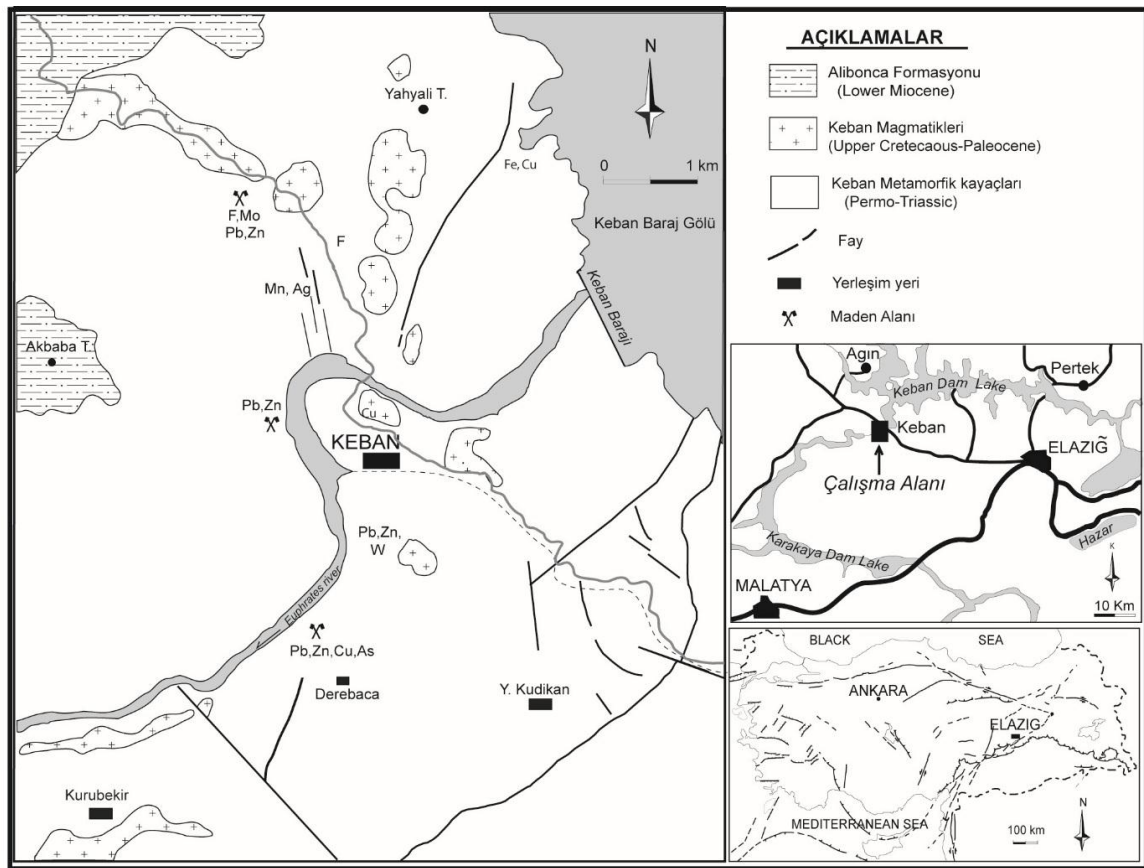
Bu birim Asutay (1988) tarafından trakit ve traki-andezit olarak tanımlanmakta ve Üst Kratese yaşı kabul edilmektedir (Çelebi, 1997). Kayaç, idiomorf ve hipidiyomorf sanidin ve ortoklas kristalleri, hipidiyomorf ve ksenomorf plajiyoklas, ayrıca biyotit hornblend, kuvars, ikincil serizit, klorit, epidot, tali mineral olarak zirkon, sfen, apatit manyetit ve pirit içermektedir. Magmatik kayaç, alkali karakterli alkali siyenit, siyenit, kuvars siyenit, monzonit ve kuvars monzonitten oluşan derinlik ve bunların yüzey kayaçlarından oluşmaktadır (Kalender, 2000).

2.3. Taraça (Kuvaterner)

Keban dere ve Zeryan dere civarında mostra veren taraçalar eski akarsu seviyelerini gösteren polijenik konglomeralardır. Taraçalar kil, kum ve karbonattan oluşan bir hamur maddesi içerisinde, 5-10 cm çapında bazen de blok büyüklüğünde iriliğe sahip fazla yuvarlaklaşmamış masif kristalize kireçtaşı, kalkışist, serizit-klorit şist, dolomit, Keban Magmatitleri ve bazik kayalara ait parçalardan oluşmaktadır. Taraçaların yaklaşık kalınlığı 5-10 m civarındadır (Hanelçi,1991).

2.4. Alüvyon (Kuvaterner)

Bölgede alüvyonlar Fırat nehrinin sahilinde ve dere içlerinde gözlenmektedir. Küçük bir alanı kaplayan alüvyonlar, civarda bulunan her tür kayaç ve cevherli malzeme kırıntıları içermektedir. Kalınlıkları 2-10 m arasındadır (Hanelçi,1991).



3. CEVHERLEŞMELER

Keban maden yatağında uzun süre ekonomik işletilen Ag içerikli Pb oluşukları yanında değişik miktar ve kalitede Cu, Zn, Mn, Fe, V, Mo ve F elementlerini içeren oluşuklar da bulunmaktadır. Bu nedenle Keban sahası polimetallik maden yatağı olarak nitelendirilmektedir (Öztunalı, 1989).

Keban bölgesinde gözlenen cevherleşmeler mineral parajenezi açısından oldukça ilginçtir. Buhar basıncı ve sıcaklığa bağlı olarak pnömatolitik evreden hidrotermal evreye geçişlerin ve uygun kayaçların, kireçtaşlarının ve kalkıştillerin metazomatozunu belirleyen tipik mineral birlikleri izlenmektedir. Yatakların tümü siyenit porfir, siyenit veya grano-siyenit kökenlidir. Bu olgu tüm jeolojik harita ve kesitlerde açıkça gözlenmektedir. Mineral birliklerinde ve yatakların biçimlerinde görülen ayrılıklar, cevherleştirici çözeltilerin sıcaklık ve buhar basınçlarının değişimleriyle, yan kayacın fiziksel, kimyasal ve yapısal özelliklerindeki farklılaşması nedeniyle gerçekleşmiş olmalıdır (Sağiroğlu, 1981).

Keban ve çevresi cevher oluşumları, genelde granitoidlerle epimetamorfik kayaç dokularında, Nimri Formasyonu içinde ve Keban mermerleri içinde olmak üzere üç ayrı konumda izlenmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda cevher oluşumu ile ilişkili farklı iki görüş ortaya konulmuştur. Birinci görüş; cevherleşmenin siyenit porfir ile Keban mermeri ve şist dokanalarında veya Keban mermerlerinin içlerine doğru gelişim gösterir konumlarındaki dağılımına dayanarak, kontakt tip oluşumlar olabileceğini pirometasomatik, pnömatolitik, hidrotermal evrelerin ve skarn minerallerinin cevherleşmeye eşlik etmesi nedeniyle de cevher element kökeninin granitik kayaçlarla doğrudan ilişkili olduğunu savunmaktadır. Buna karşılık ikinci görüş; cevherleşmenin yan kayaçtan kaynaklanabileceğini ve bu birimler içerisine sokulum yapan granitoidlerin anılan birimler içerisindeki düşük tenörlü metal konsantrasyonlarını mobilize ederek, cevherleşmenin bugünkü konumunu kazanmasında etkin rol oynamış olabileceğini savunmaktadır (Yılmaz vd., 1992).

Keban maden yatağının birincil cevherleşmeleri kalkıştiller ve rekristalize kireçtaşı tabakalarına uyumlu olarak gözlenen sülfid cevherleşmeleridir (Dirim vd., 1985; Yiğit, 1989; Hanelçi, 1991 ve 1996). Tabakaya bağımlı birincil tip cevherleşmenin bulunduğu ortama, çok sonraları Tersiyerde bir magmatik intrüzyon gelerek getirdiği enerji ve diğer getirimlerle, tabakaları kesen damarlarda ikinci tip Pb-Zn cevherleşmesi ve üçüncü tip skarn cevherleşmesi meydana gelmiştir. Yöre karstik yapı gösterdiğinden, sözü edilen üç cevherleşme türünden kaynaklanan karstik bir oksitli Pb-Zn cevherleşmesi ise dördüncü tip cevherleşmeyi

oluşturmaktadır. İklim ve jeolojik yapı gereği su tablası üstünde oksidasyon zonu altında bir sedimantasyon zonu meydana gelerek birincil cevherlerden, limonit ve mangan oksitli bir beşinci tip cevherleşme daha oluşmuştur (Yiğit, 1989).

Zeryan dere bölgesinde Keban metamorfitlelerinin, kalkıştilleri mostra vermektedir. Tabakaya bağımlı sülfid cevherleşmeleri genellikle kalkıştiller ve bunların içerisinde kalkıştillerle ardalanmalı olarak yerleşmiş mikritik karakterli veya yine mikritik çimentolu mikrit parçaları, nadiren intraklastlar içeren kireçtaşı düzeylerine bağlı olarak gelişmişlerdir. Zeryan dere bölgesinde yapılmış sondajlarla elde edilmiş verilere bağlı olarak cevherleşme, nadiren ağsal, dissemine ve masif tip olarak gelişmiştir. Dissemine cevheri cevher zonunun her düzeyinde görmek mümkündür. Nadiren gözlenen ağsal cevherleşme milimetre kalınlığında, çok düzensiz gelişmiş, birbirini kesen kılcal kırık ve çatlaklar içerisinde gelişmişlerdir. Cevherli zonlar, içinde bulundukları kayaçlarla birlikte tektonik deformasyon geçirerek kıvrımlanmış, masif cevher merceklerinde kırılmalar ve kopmalar meydana gelmiştir. Hidrotermal etki sonucu, dissemine ve masif sülfid cevherleşmelerin çözümlerine neden olmuş, tektonik olarak kıvrımlanmış kesimlerin tepe noktalarında yoğunlaşmışlardır. Bunun yanı sıra kıvrımın eteklerine doğru gerek tenör ve gerekse de kalınlık olarak azalıp kesilmişlerdir (Hanelçi, 1991).

Keban mermerlerinde 2-20 m kalınlığında ufak boyutlu ve 20-50 m kalınlığında büyük boyutlu mercekler biçiminde cevherleşmelere rastlanılmaktadır. Cevherleşmeler içinde farklı minerallerden dolayı beyaz, gri ve kahverengi kesimler ayırtlanmıştır. Bu kesimlerde değişik mineral parajenezleri sunan karbonatlı, sülfürlü ve oksitli cevher türleri saptanmıştır. Keban mermerleri içindeki sülfürlü cevher mineralleri başlıca galenit, sfalerit, pirit, kalkopirit, markasit ve arsenopiritlerden oluşur. Keban mermerleri içindeki sülfürlü cevher mineralleri olarak pirit kalıntıları içeren götit ve lepidokrokite saptanmıştır (Yılmaz vd., 1992).

Bölgedeki cevherleşmelerden en büyüğü Fırat Nehrinin doğusunda yer alan ve 18. Yüzyıldan beri işletildiği bilinen Derebaca-Fırat Ana Ocağı Pb-Zn cevherleşmesidir. Bunun yanı sıra Zeytindağ-Hazne Mağara-Sulu Mağara-Molaveli Sırtları (Pb-Zn), Zeryandere (Pb, Zn, Fe), Asker Tepe-Nallıziyaret-Kebandere (Mo,Cu,W) cevherleşmeleri, Fırat'ın doğusundaki diğer cevherleşme bölgeleridir. Fırat Nehri batısındaki Mıstık Mağara (Pb-Zn) ve Karamağara Dere (CaF_2 , Mo) cevherleşme bölgeleri ile bu iki alan arasında uzanan zonda "gümüşlü mangan cevherleşme bölgesi" yer almaktadır (Yiğit, 1989).

Batı Fırat bölgesinde birincil olarak oluşmuş yaklaşık 80 m. kalınlık ve 400 m. uzanımına sahip mangan katmanlarıyla ardışıklı olarak 15-20 m kalınlıkta jips ve 20 cm kalınlıkta barit

katmanları bulunmaktadır. Batı Fırat bölgesinin kuzeyinde birincil olarak Keban magmatitleri içerisinde florit ve kalkışistlerin şistozite yüzeyleri içerisine girmiş molibden cevherleşmeleri izlenmektedir. Hanelçi (2001), Batı Fırat cevherleşmelerinin, tabakaya uyumlu kontakt metasomatik ve karstik kökenli olduğunu belirtmektedir.

Batı Fırat cevherleşmeleri yüksek Mn ve Fe içerikleri ile Doğu Fırat cevherleşmelerinden ayrılmaktadır.

Doğu Fırat bölgesinde özellikle Siftil Tepe ve Derebaca bölgesinde tabakaları kesen meteorik hidrotermal Pb, Zn, Cu cevherleşmeleri (Hanelçi, 1991) ile kalkışist, masif kristalize kireçtaşları dokanaklarında yoğunlaşmış masif kütleler halinde Pb, Zn, Cu cevherleşmeleri yer almaktadır (Yılmaz vd., 1992). Asker Tepe ve Nallıziyaret Tepe arasında porfiri bakır ve skarn tipi cevherleşmeler gözlenmektedir (Kalender, 2000). Zeytindağı bölgesinde kireçtaşlarının yoğun eklem sistemlerine bağımlı olarak gelişmiş neokarstlara bağımlı Fe ve Fe-Mn cevherleşmeleri bulunmaktadır (Öztunalı, 1989).

Batı Fırat yakasında Keban provensinin birincil cevherleşmeler, dolomitik kireçtaşlarına bağımlı, yaygın gümüşlü Mn oksitleri ve Keban magmatitleri ile Keban Metamorfitleri dokanaklarında kontak metazomatik olarak oluşmuş sülfürlü cevher yuvalanmaları ile bu iki tür cevherin oksitlenmesi ve vadoz su sirkülasyonları ile taşınarak fay ve kırık sistemlerinin çatlak dolgusu veya neokarstların dolguları olarak oluşan ikincil sistem cevherleşmeleri oluşturmaktadır (Hanelçi, 1991; Çelebi ve Hanelçi, 1998).

4. ATIKLARIN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Keban bölgesi 6000 yıllık bir madencilik tarihine sahiptir (Seeliger vd., 1985) ve çeşitli dönemlerde çeşitli madenler çıkarılmıştır. Özellikle Cumhuriyet döneminde yani Etibank'ın kurulması aşamasından sonra bölgedeki madencilik çalışmaları daha da artmıştır. Bu dönem içerisinde üretilen sülfürlü cevherler flotasyon işlemine tabii tutularak zenginleştirilmiştir. Bu zenginleştirme sırasında flotasyondan çıkan cevherli atıklar Keban İlçesi Etibank işletme sahası içerisinde depolanmıştır. Depolanan bu atıklar yörede iki bölgede toplanmıştır. İlki flotasyon tesisinin hemen yanındaki bölgede (Şekil 4.1), diğeri ise Fırat Nehri kenarındaki sahile yakın bir alanda olmuştur (Şekil 4.2).



Şekil 4.1: Keban flotasyon tesisi yanındaki KY nolu atık sahasının arazideki görüntüsü.



Şekil 4.2: Fırat sahilinde gözlenen KA nolu atıkların arazideki görüntüsü

Bölgede, örnekleme çalışmaları iki farklı alanda gerçekleştirilmiştir. Her iki alan da farklı olarak numaralandırılmış ve sistematik örnekleme yapılmaya çalışılmıştır. Alttaki flotasyon sahasındaki atıklardan 19, yukarı kesimdeki atıklardan ise 21 örnek alınmıştır. Bu örnekler laboratuvara getirilmiş, yaklaşık 60 derecede 4 saat süre ile kurutulmuştur. Daha sonra bu örnekler eleme işlemine tabii tutulduktan sonra analiz için poşetler içine konarak Acme Analiz Laboratuvarına gönderilmiştir. Toprak örnekleri HCl:HNO₃:H₂O (1:1:1, v/v; 6 ml toprağın her 1.0 g için) asitleri ile 95 °C’ de ısıtılarak çözündürülmüş ve farklı ağır metaller için Perkin-Elmer ELAN 9000 (Acme, Kanada)) inductively coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS) ‘ de analize geçilmiştir. Analizler özellikle bölge cevherleşmeleri açısından önemli olabilecek Ag, Au, Pb, Zn, Cu, ve As gibi toplamda 37 elementin ppm ve ppb mertebesinde analizleri yapılmıştır. ICP-MS’de yapılan analiz sonuçları tablo halinde her element için dedeksiyon limitleri ve birimleri ile birlikte tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.1). Bu tabloda analizi yapılan pek çok element cihazın dedeksiyon limitlerinden düşük veya yakın değerlere sahip olması nedeniyle listeden çıkarılmıştır.

Atıklara ait analiz sonuçlarına bakıldığında; ICP-MS’in Cu için dedeksiyon limitinin % 0.01 olduğu ve atıklarda 40 adet örnekteki ortalama bakır analiz sonucunun ise % 0.04 gibi düşük bir değere sahip olduğu saptanmıştır. Bu sonuç da; yöredeki atıkların bakır açısından ekonomik bir potansiyel arz etmediği sonucunu ortaya koymuştur.

Atıklardaki 40 örnek için elde edilen ortalama Pb miktarı % 2.61 şeklindedir. Yöredeki atıklardaki bu değer, daha önceki yıllarda flotasyon çalışmaları sonunda ortaya konulan zenginleştirme miktarında önemli miktarlarda Pb kaçığının olduğunu göstermektedir. Özellikle bazı örneklerde % 10’un üzerinde Pb konsantrasyonuna sahip alanlar gözlenmektedir. Dolayısıyla cihazın analiz edebileceği max. Pb miktarı % 10 olması nedeniyle, atık sahasındaki ortalama Pb miktarı daha da artacaktır. Bu sonuç da yöredeki atıklarda ekonomik olarak değerlendirilebilecek ana metallerden birini oluşturduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Bölgedeki kurşun yanında diğer önemli bir metal ise Zn’dur. Atıklardaki ortalama Zn tenörü % 0.63 şeklinde tespit edilmiştir. Bu da yapılan flotasyon çalışmasında cevherdeki çinkonun önemli bir kısmının kazanıldığı çok az miktarda atığa kaçışın olduğu gözlenmiştir. Yine de atık içerisindeki bu miktarın kurşun ile beraber ekonomik olarak kazanılması mümkündür. Dolayısıyla az da olsa atıklardaki bu çinkonun da ekonomik bir değeri olacaktır.

Atıklar içerisindeki önemli metallerden birisi de Ag’ dir. Bazı örneklerde 300 ppm’in üzerinde değerler sunmakla birlikte, tüm örneklerdeki ortalama gümüş değeri 96 ppm olarak saptanmıştır. Ancak üç örnekte 300 ppm in üzerinde değerlere sahip olması nedeniyle 300 ppm in üzerindeki gümüş değeri analiz edilememiştir. Muhtemeldir ki bu analiz sonuçları 300 üzerinde bir değer olmalıdır. Bu

ortalama değer, gümüş için işletme tenörünün birkaç katıdır ve bu atıklardaki gümüşün kazanımının ülke ekonomisine önemli katkıları olacaktır.

Keban bölgesi atıkları içerisinde en önemli metallere bir tanesi de Au' dur. Au, yapılan analizlerde ortalama olarak 1778 ppb değer bulunmuştur. Bu değer Au' nun ekonomik olarak işletilmesi sınırlarının çok üzerindedir. Dolayısıyla atıklar içerisinde gözlenen altının Pb, Zn ve Ag gibi diğer metallere birlikte kazanılması mümkün olacaktır. Bu işlemin gerçekleştirilmesi halinde hem çevresel anlamda atıklar farklı ağır metallere temizlenmiş olacak, hem de bu atıklardan ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacaktır.

Çalışma alanındaki atıklara ait örneklerde farklı element için kimyasal analizler yapılmıştır (Tablo 4.1). Bu analizlerde özellikle yöredeki atıklar açısından önemli olabilecek elementler bir birleri ile korele edilmiş olup, bu ilişkiler korelasyon tablosunda verilmiştir (Tablo 4.2). Cu atıklardaki Zn ile 0.48, U ile 0.58 ve Sb ile 0.51 gibi pozitif korelasyonlar; Pb ise Ag ile 0.96, Au ile 0.46, Hg ile 0.86 gibi pozitif korelasyon sunmaktadır. Zn, ise Mn ile 0.91, U ile 0.82, Cd ile 0.70, Sb ile 0.57 gibi pozitif korelasyon; Ag ise Au ile 0.58, Hg ile 0.82 ve Pb ile 0.96; Au ise Pb ile 0.46, Ag ile 0.58, Fe ile 0.50, Bi ile 0.55, S ile 0.54, Hg ile 0.53 gibi pozitif korelasyonlar sunarken, Th ile -0.62, Mg ile -0.62, Ba ile -0.58, Al ile -0.62 gibi negatif korelasyonlar göstermiştir. Bu korelasyon sonuçları da göstermiştir ki Au, Ag, Pb, Zn, Cu gibi metaller kendi aralarında pozitif korelasyonlar göstermiş olması atıklardaki bu metaller birisi artarken diğer metallere de arttığını, buna karşılık ise yukarıdaki metaller ise özellikle cevherli metalle dışındaki özellikle gang minerallerini oluşturan Ca, K, Na ve Al gibi elementlerle ya zayıf negatif bir korelasyon veya herhangi bir belirgin korelasyon göstermemiştir.

Tablo 4.1: Keban bölgesi flotasyon atıklarının kimyasal analiz sonuçları.

	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	Ca	Mg	Ba	Al	Na	K	Tl	S	Hg
DL	0,01	0,01	0,1	2	0,1	0,1	1	0,01	0,1	0,1	0,2	0,1	0,5	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,5	0,01	0,001	0,01	0,02	0,02	5
Samp	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	%	%	%	ppm	%	ppb
KA-1	0,09	1,4	0,93	62	7,5	4	368	21	0,7	3,1	1121	1,5	60	30,63	66	85	5,33	0,07	12,3	0,22	0,03	0,15	11,5	>10.00	412
KA-2	0,02	1,54	0,15	81	0,5	2,9	136	12	0,21	0,5	1956	0,5	83	5,47	44	169	10,29	0,02	10,9	0,08	0,04	0,27	18,02	>10.00	522
KA-3	0,05	1,33	0,39	67	2,3	3,3	352	17	0,53	1,2	1505	1,2	72	8,84	62	96	8,66	0,05	9	0,14	0,05	0,25	11,89	>10.00	336
KA-4	0,03	1,16	0,14	47	2,2	3,3	62	34	0,6	0,6	1743	0,4	26	3,57	66	51	0,22	0,02	<0.5	0,07	0,06	0,06	6,11	>10.00	246
KA-5	0,06	5,25	0,59	171	2,2	3,2	50	36	1,21	0,9	2658	0,3	17	4,22	117	143	3,15	<0.01	<0.5	0,03	0,01	0,03	11,12	>10.00	790
KA-6	0,02	3,46	0,08	139	1,3	3,2	35	31	0,47	0,5	2478	0,6	24	4,7	76	109	4,73	<0.01	<0.5	0,03	0,01	0,06	8,23	>10.00	1429
KA-7	0,01	3,81	0,04	169	1,4	3,1	12	36	0,52	0,6	2704	0,5	12	0,9	76	160	3,72	<0.01	<0.5	0,02	0,01	0,02	1,5	>10.00	671
KA-8	0,03	3,32	0,05	153	0,8	3,1	29	21	0,35	0,4	3475	0,8	57	1,76	65	162	6,06	<0.01	0,7	0,03	0,01	0,08	17,66	>10.00	1052
KA-9	0,01	0,49	0,07	22	5	6,1	192	11	0,3	0,3	459	0,8	32	1,9	29	22	1,06	0,36	38,7	0,59	0,07	0,07	2,57	6,58	132
KA-10	0,03	2,27	0,25	102	0,7	3,2	76	11	0,27	0,5	1952	0,4	106	5,44	91	74	13,33	<0.01	15,6	0,07	0,05	0,21	21,6	>10.00	1161
KA-11	0,03	2,41	0,22	110	0,1	3,1	101	10	0,21	0,4	2042	0,4	99	6,75	70	78	11,97	0,02	12,4	0,07	0,12	0,27	25,38	>10.00	966
KA-12	0,02	2,15	0,08	110	0,7	3,1	50	21	0,31	0,3	2718	0,5	62	2,94	66	123	6,53	0,01	2,2	0,04	0,02	0,12	14,28	>10.00	626
KA-13	0,04	1,36	0,43	56	3,2	3,4	317	18	0,43	1	1291	0,9	73	10,94	60	52	4,69	0,07	20,8	0,17	0,08	0,13	7,08	>10.00	300
KA-14	0,06	2,5	0,25	110	0,7	3,5	203	12	0,22	0,5	2557	0,5	73	8,52	61	142	10,63	0,03	9,5	0,09	0,04	0,23	19,51	>10.00	537
KA-15	0,03	1,61	0,14	88	1,6	3,5	88	19	0,45	0,4	2591	0,4	69	5,51	64	120	7,07	0,03	2,6	0,09	0,05	0,18	30,14	>10.00	566
KA-16	0,02	0,3	0,13	14	14,2	7,1	431	4	0,09	0,9	298	2,6	48	3,42	6	13	1,65	0,45	127,8	0,99	0,07	0,09	2,63	1,46	72
KA-17	0,02	0,97	0,14	46	2,2	3,1	143	13	0,29	0,4	1118	0,5	79	3,77	33	47	6,53	0,06	8,8	0,11	0,10	0,16	11,3	>10.00	271
KA-18	0,03	1,71	0,25	67	10,6	5,5	233	12	0,58	0,5	815	1,4	78	4,4	54	40	3,9	0,25	33,3	0,48	0,15	0,26	12,05	6,14	391
KA-19	0,05	2,14	0,14	100	1,3	3,1	49	25	1,98	0,3	2012	0,4	44	3,16	64	91	3,16	0,01	4,2	0,08	0,17	0,25	21,92	>10.00	509

Tablo 4. 1 Devami...

	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	Ca	Mg	Ba	Al	Na	K	Tl	S	Hg
DL	0,01	0,01	0,1	2	0,1	0,1	1	0,01	0,1	0,1	0,2	0,1	0,5	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,5	0,01	0,001	0,01	0,02	0,02	5
KY-1	0,02	1,70	0,31	73	2,6	3,4	183	22	0,75	1	1834	0,9	50	8,95	110	17	7,11	0,03	5,1	0,1	0,02	0,1	12,6	>10,00	518
KY-2	0,03	1,17	1,78	48	4,2	3,8	1222	23	0,86	2,3	1412	0,9	49	55,19	96	17	7,71	0,04	7,8	0,1	0,02	0,06	8,61	>10,00	316
KY-3	0,02	5,26	0,12	180	1,2	2,9	61	26	0,75	0,5	1796	1,7	57	4,66	132	17	5,56	0,01	0,5	0,08	0,02	0,17	19,55	>10,00	1055
KY-4	0,03	3,64	0,5	152	0,9	3,1	127	14	0,41	0,7	3222	0,5	94	8,95	124	17	8,98	0,01	17,8	0,08	0,04	0,27	33,32	>10,00	1076
KY-5	0,04	7,04	0,24	>300	0,9	3	44	20	1,95	0,3	2659	0,9	56	9,7	173	63	6,33	<0,01	0,6	0,05	0,02	0,3	36,23	>10,00	2003
KY-6	0,03	2,49	0,43	101	1,8	3,2	282	18	1,21	1,2	3244	0,6	64	11,77	151	17	8,52	0,02	8	0,04	0,01	0,08	19,34	>10,00	508
KY-7	0,03	8,79	0,16	>300	2,1	3,3	24	27	0,76	0,5	3754	0,7	27	3,95	96	78	4,81	<0,01	<0,5	0,02	0,01	0,09	12,4	>10,00	3093
KY-8	0,04	1,64	0,37	71	15,8	5,9	211	16	0,75	1	924	2,3	125	11	63	16	7,61	0,19	16,5	0,42	0,08	0,17	9,49	>10,00	459
KY-9	0,03	2,01	0,77	93	5	4	597	16	2,15	1,5	1975	1,6	60	24,64	121	14	8,75	0,1	14	0,24	0,01	0,26	15,44	>10,00	1112
KY-10	0,04	1,46	0,88	55	5,2	4,5	237	10	0,14	1,3	456	2,8	119	27,94	34	10	6,15	0,06	33,8	0,27	0,19	0,53	4,89	8,8	530
KY-11	0,02	0,92	0,45	42	18,2	6	261	12	0,33	1,4	631	3,8	266	39,62	41	7	8,24	0,19	38,2	0,6	0,12	0,16	2,89	7,68	400
KY-12	0,05	1,41	5,38	55	31,4	10	4906	10	0,52	4,6	676	2,4	74	96,92	59	7	9,58	0,35	21	0,73	0,02	0,07	14,87	>10,00	358
KY-13	0,00	2,79	0,04	108	<0,1	0,6	19	6	0,08	0,3	1158	1,9	176	1,95	81	23	10,52	<0,01	14,3	0,06	0,07	0,42	26,51	>10,00	867
KY-14	0,06	0,26	1,49	10	87,3	11,4	865	11	0,68	3,6	194	5,6	133	27,01	14	6	7,18	0,81	33,9	1,5	0,03	0,08	3,36	7,76	116
KY-15	0,04	2,29	0,55	94	5,5	3,8	139	19	0,74	0,6	1596	0,7	76	8,83	117	30	7,2	0,03	7,8	0,11	0,05	0,09	35,06	>10,00	909
KY-16	0,16	15,68	0,53	>300	10,3	2,2	103	13	0,85	1,1	1342	2,3	123	12,69	335	97	4,14	0,11	34	0,29	0,08	0,1	9,96	8,94	2101
KY-17	0,02	0,65	0,18	28	9,6	2,4	94	19	0,33	0,3	444	0,8	78	3,09	30	6	1,84	0,08	74,3	0,28	0,37	0,26	7,15	7,92	237
KY-18	0,02	2,46	0,19	107	0,9	0,6	55	16	0,61	0,3	3207	0,4	71	6,98	116	27	8,9	<0,01	11,6	0,05	0,02	0,15	72,5	>10,00	1010
KY-19	0,15	4,94	4,39	216	16,6	3,9	1783	19	1,19	6,8	12 95	3	86	128,75	214	39	8,09	0,19	8	0,29	0,01	0,06	17,43	>10,00	1239
KY-20	0,09	6,95	0,81	251	2,1	0,9	70	25	1,3	0,5	2660	0,7	54	20,46	502	179	4,28	<0,01	7,9	0,04	0,04	0,27	20,83	>10,00	873
KY-21	0,12	4,68	1,29	154	1,5	0,6	100	13	0,3	5,8	1071	1,8	96	39,22	95	13	6,13	0,01	40,1	0,09	0,06	0,48	25,26	>10,00	1192
Ort.	0,04	2,94	0,63	96	7,22	3,76	357	18	0,66	1,22	1778	1,3	76	16,73	96	62	6,51	0,12	20,1	0,22	0,06	0,18	16,6	6,91	774

Tablo 4.2: Keban flotasyon atıklarına ait elementler arasındaki korelasyon ilişkileri

	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	Ca	Mg	Ba	Al	Na	K	Tl	S	Hg
Cu	1																								
Pb	0,37	1,00																							
Zn	0,48	0,01	1,00																						
Ag	0,35	0,96	0,00	1,00																					
Ni	0,23	-0,20	0,43	-0,28	1,00																				
Co	-0,01	-0,32	-0,04	-0,38	0,60	1,00																			
Mn	0,23	-0,14	0,91	-0,17	0,42	-0,02	1,00																		
Fe	-0,06	0,32	-0,13	0,36	-0,26	-0,15	-0,20	1,00																	
As	0,12	0,30	0,13	0,33	0,01	-0,11	0,08	0,28	1,00																
U	0,68	0,04	0,82	0,02	0,44	-0,01	0,61	-0,14	0,04	1,00															
Au	-0,19	0,46	-0,31	0,58	-0,48	-0,33	-0,31	0,50	0,25	-0,34	1,00														
Th	0,15	-0,16	0,22	-0,28	0,79	0,37	0,25	-0,45	-0,08	0,32	-0,62	1,00													
Sr	0,16	-0,08	0,11	-0,14	0,36	-0,05	0,06	-0,52	-0,14	0,18	-0,45	0,64	1,00												
Cd	0,18	-0,15	0,70	-0,22	0,36	-0,21	0,77	-0,22	-0,05	0,57	-0,33	0,43	0,25	1,00											
Sb	0,51	0,17	0,57	0,24	0,10	0,05	0,28	0,04	0,19	0,59	-0,07	-0,14	0,05	-0,10	1,00										
Bi	0,00	0,30	-0,26	0,41	-0,32	-0,16	-0,28	0,42	-0,09	-0,28	0,55	-0,46	-0,39	-0,31	-0,06	1,00									
Ca	0,08	-0,04	0,25	0,04	0,08	-0,14	0,25	-0,31	0,05	0,22	0,08	0,13	0,34	0,28	0,11	-0,11	1,00								
Mg	0,14	-0,31	0,35	-0,40	0,88	0,71	0,41	-0,42	-0,11	0,35	-0,62	0,73	0,27	0,26	0,09	-0,38	-0,07	1,00							
Ba	-0,11	-0,36	-0,11	-0,44	0,24	0,36	-0,06	-0,49	-0,36	0,03	-0,58	0,40	0,22	0,00	-0,11	-0,40	-0,25	0,50	1,00						
Al	0,09	-0,26	0,35	-0,35	0,28	0,33	0,47	-0,48	-0,14	0,21	-0,62	0,35	0,06	0,22	0,09	-0,38	-0,20	0,62	0,64	1,00					
Na	-0,03	-0,19	-0,11	-0,28	0,03	0,04	-0,11	-0,19	-0,08	-0,13	-0,45	0,10	0,25	-0,03	-0,09	-0,26	-0,15	0,04	0,41	0,16	1,00				
K	-0,09	-0,13	-0,13	-0,16	-0,18	-0,20	-0,19	-0,44	-0,28	0,05	-0,21	0,11	0,31	0,07	-0,14	-0,12	0,20	-0,21	0,21	-0,05	0,40	1,00			
Ti	0,09	0,28	0,02	0,35	-0,23	-0,29	-0,03	-0,09	0,26	0,02	0,33	-0,25	-0,03	-0,06	0,07	0,10	0,17	-0,32	-0,26	-0,22	-0,10	0,27	1,00		
S	0,09	0,26	0,05	0,35	-0,22	-0,44	0,02	0,43	0,25	0,02	0,54	-0,47	-0,20	-0,03	0,07	0,33	0,26	-0,47	-0,75	-0,62	-0,35	-0,25	0,32	1,00	
Hg	0,28	0,86	-0,06	0,87	-0,24	-0,34	-0,17	0,21	0,31	0,00	0,53	-0,20	-0,06	-0,18	0,14	0,19	0,10	-0,37	-0,36	-0,32	-0,24	-0,10	0,23	0,28	1,00

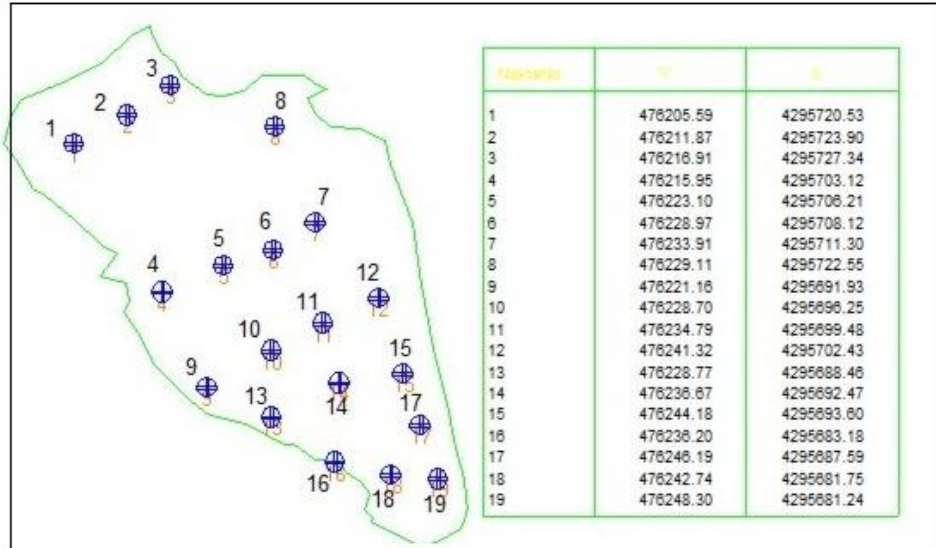
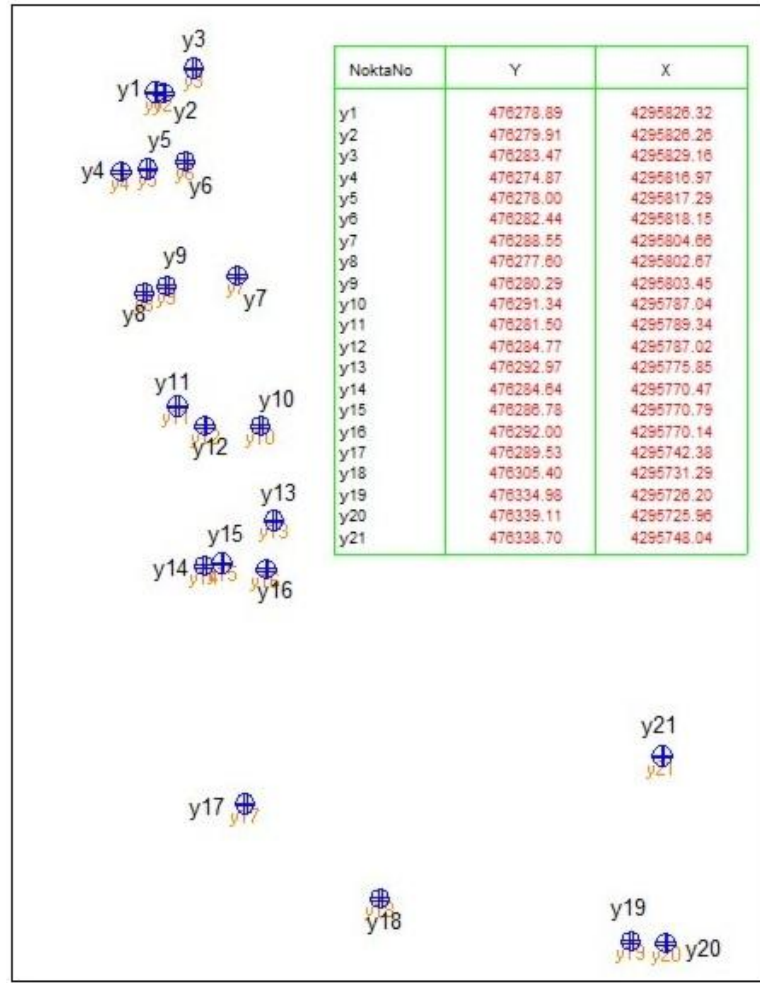
5. ATIKLARIN EKONOMİK POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışma alanındaki flotasyon atıkları, Keban Meslek Yüksekokulu içerisindeki eski Etibank işletme tesislerinin bulunduğu alanda yer almaktadır (Şekil 7.1). Atıklar yörede iki farklı alanda gözlenmektedir. İlk flotasyon tesisinin hemen yanındaki depolama alanında düzensiz yığınlar şeklinde serilmiştir. Bu atıklar şekilde görüldüğü üzere KY ile belirtilen alanda dağılmış durumdadır ve oldukça geniş alanlar kaplamaktadır. İkinci atık sahası ise önceki atık depolama alanından daha alt kotlarda ve Fırat Nehri yatağı üzerinde ve nehir kotunun hemen üst kesimlerinde yer almaktadır ve şekil üzerinde KA ile belirtilen alanda bulunmaktadır (Şekil 1). Üst kottaki örnekler KY, alt kottaki örnekler ise KA ile numaralandırılmışlardır. Stok sahasındaki genel durumu temsil edebilecek ve oradaki genel yapıyı tanımlayabilecek sistemik bir örnekleme yapılmaya çalışılmıştır. Örnek alınan bölge ve bunların koordinatları Şekil 2' de verilmiştir. Yatakların ortalama tenör değişimini hesaplamak için üst kottan 21 örnek, alt kottan ise 19 örnek, Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As,.. gibi çeşitli metallerin değişimlerini belirlemek için analizi yapılmıştır. Bu analizlerin sonucunda (Tablo 6.1) özellikle bu atıklar içerisinde gözlenen metaller arasında ekonomik olarak değerlendirilebilecek Au, Ag, Pb, Zn ve kısmen de Cu olabileceği saptanmıştır. Bu metallerin ekonomik işletme sınırları da dikkate alındığında Au için ortalama 1778 ppb, Ag için 96 ppm, Pb için % 2.94, Zn için % 0.63 ve Cu için ise % 0.04 gibi ortalama değerler saptanmıştır. Normal olarak, sahada ortama tenör hesaplanırken sondajlardan ortaya çıkan karot numeleri üzerinde örnekleme yapıp, kimyasal analizlerin yapılması ve bu sonuçlara göre geometrik ortalama hesabına göre tenörlerin hesap edilmesi gerekirdi. Ancak hem flotasyon malzemesinden karot alınamamış olması hem de analize gönderilecek örnek sayısının çok fazla olacağı gerekçesiyle, geometrik ortalama yerine, aritmetik ortalama yöntemine göre, ortalama tenörler hesaplamak zorunda kalınmıştır.

Atıkların bulunduğu sahada rezerv hesaplamalarına yönelik çalışmalar da yapılmıştır. Yöredeki yataklar genellikle düzenli stoklar halinde depolanmıştır. Üstteki stok sahasındaki (KY) atıklar düzenli bir geometri sunmamakla birlikte, topograflar yardımıyla sahada ölçüm yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde Şekil 5.1'de KA ile belirtilen alanın 1700 m² olduğu saptanmıştır. Çalışma alanının daha doğusunda yer alan KY sahasında ise yine benzer şekilde topograflarla birlikte ölçümler yapılmıştır. Bazı binaların bulunduğu alanlar saf dışı bırakılarak, atık bulunabilecek sahaların toplam yüzölçümü 3960 m² olarak belirlenmiştir. Daha sonra bu alanlara atıkların düşey derinliğini belirlemek amacıyla karotlu sondajlar yapılmıştır. Bu sondajlar KY alanında toplam 8 sondaj, KA alanında ise toplam 3 adet sondaj yapılmıştır. Bu sondajlarda KA için 1.6 m, KY için ise 6.5 m ortalama kalınlık bulunmuştur. Dolayısıyla bu saha için atıkların ortalama yoğunluğun 4 gr/cm³ olduğu kabul edilerek 102.960+10.880= 113.840 ton gibi bir rezerv hesaplanmıştır.



Şekil 5.1. Çalışma alanındaki stok sahalarını gösteren uzay görüntüleri ve stokların arazideki konumu.



Şekil 5.2. Stok sahasında örnekleme haritası ve örnek lokasyonları ve üstteki saha KY, alttaki ise KA şeklinde örneklenmiştir.

6. SONUÇLAR

Çalışma alanımız olan Elazığ-Keban ilçesi Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Fırat bölümünde yer almaktadır. Bölgedeki en yaşlı birim olan Permo-Karbonifer yaşlı Keban Metamorfikleri, litolojik olarak kalker, kristalize kireçtaşı, siyah gri ve beyaz renkli mermer ve rekristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bu birim ise Üst Kretase-Paleosen yaşlı Keban Magmatikleri tarafından intruzif olarak kesilmiştir. Keban magmatikleri başlıca siyeno-monzonitik ve siyenitik subvolkanitler şeklindedir. Bu birimler üzerine ise Kuvaterner yaşlı taraça ve alüvyonlar gelmektedir.

Yöredeki cevherleşmeler daha çok Keban Metamorfikleri ile Magmatiklerin kontağında ve yer yer de Metamorfiklerin içerisine yerleşmiş mercer, damar ve kafalar şeklinde gözlenmektedir. Cevherleşmeler daha çok Pb-Zn-Ag-Cu-Fe gibi polimetallik cevherleşmelerden oluşmuştur. Bölgedeki madencilik çalışmaları tarih öncesi devirlerden beri yapılmaktadır. Bu vesile ile özellikle cumhuriyet dönemi sonrasında yöredeki cevher zenginleştirilmesi sonrasında Keban işletme alanı içerisinde bol miktarda atık toplanmıştır. Bu atıklar daha çok flotasyon atığı şeklindedir.

Keban bölgesindeki flotasyon atıkları Keban eski Etibank işletme sahası içerisinde yer almaktadır. Bu atıklar düzensiz yığınlar halinde stoklanmıştır ve bu hali ile çevreyi olumsuz olarak etkilemekte ve ağır metaller açısından kirletmektedir. Bu çalışma kapsamında atıkların ekonomik bir potansiyelinin olup olmadığı irdelenmiştir ve bu kapsamda yörede örnekleme yapılmış ve farklı metaller için ortalama tenörler hesaplanmış, atıkların ortalama rezervi hesaplanmıştır. Yapılan 40 adet kimyasal analiz sonucunda yöredeki atıklarda Au için ortalama 1778 ppb, Ag için 96 ppm, Pb için % 2.94, Zn için % 0.63 ve Cu için ise % 0.04 gibi değerler saptanmıştır. Bu atıkların yapılan hesaplamalardaki rezerv miktarının 113.840 ton olduğu düşünüldüğünde, ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacağı aşıkardır.

Yöredeki atıkların mevcut haliyle bekletilmesi durumunda hem yanı başındaki Fırat Nehrini As, Pb, Zn, Ag ve diğer toksik elementlerce kirlenmesine, hem de özellikle Karakaya ve Atatürk Barajı olmak üzere pek çok su kaynağının ağır metallerce kirlenmesine dolayısıyla bölgede yaşayan tüm canlıların bundan olumsuz olarak etkilenmesine neden olacaktır.

7. KAYNAKLAR

- Akgül, B., 1987.** Keban yöresi metamorfik kayaçların petrografik incelenmesi. F.Ü. Fen Bilim. Ens., Yüksek Lisans Tezi, 60 s., (yayınlanmamış) Elazığ.
- Akgül, B., 1993.** Piran Köyü (Keban) Çevresindeki Magmatik Kayaçların Petrografik ve Petrolojik Özellikleri, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Arghan, Z., 1986.** Keban İlçesi (Elazığ) Karamağara Dere NW'sının Jeolojik ve Petrografik İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mad.Yat.Jeokim.Ana.Bil.Dal., İstanbul.
- Asutay, H., J., 1986.** Doğu Toroslar Keban Baskıl Elazığ Dolaylarının Jeolojisi, MTA Raporu No: 8007, Ankara.
- Bingöl, F., Beyarslan, M., 1996.** Elazığ Magmatitlerinin Jeokimyası ve Petrolojisi, KTÜ 30.yıl Sempozyumu Bildiri Metinleri, Trabzon 1,208-226.
- Çalık, A., 1986.** Keban İlçesi (Elazığ) Karamağara Dere NW'sının Jeolojik-Petrografik Etüdü ve Florit Cevherleşmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mad.Yat.Jeokim.Ana.Bil.Dal., İstanbul.
- Çalık A., 1998.** Keban Plütonitleri Mineraloji, Petrojenez ve Yan Kayaç İlişkisi, doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.Çalık, A., Öngen, S., 2000. Kaban Skarn Oluşumu, KD Elazığ Bölgesi, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi, C 13, Sayı 12, SS 1-14
- Çelebi, H., 1997.** Keban Simli Kurşun Yatağı Batı Fırat Sahası Gümüşlü Mangan Cevherlerinin Jeokimyası, Türkiye Jeoloji Bülteni, C.40, Sayı 1, 19-36
- Çelebi, H. Ve Hanelçi, Ş., 1998.** Geochemische und Geostatistische Untersuchungen an Mn-Erzen Des Lagerstaetendiztriktes Keban, Elazığ/ Osttürkei, Geologisches Jahrbuch Hannover, D 108:3-33
- Dirim, M.S., Koçak, N., Yiğit, L., Kançın, N. ve Esen, K., 1985.** Keban Fırat Batı Yakası Mn-Ag-Pb-Zn-Au cevherleşmesi ve 1984 Yılı arama Çalışmaları, Etibank Raporu, 1985/3 (Yayınlanmamış), Ankara, 52 s.
- Geoffroy, J., 1960.** Keban Kurşun ve Çinko Madeni (Elazığ), MTA Rap.No: 2784, Ankara.
- Hanelçi, Ş., 1991.** Zeryan Dere-Siftil Tepe (Keban-Elazığ) Metalojenisinin İncelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Hanelçi, Ş., 1996.** Yahyalı Köyü (Keban-Elazığ) Civarının Jeolojisi ve Mn-Ag-Au-Pb-Zn Cevherleşmelerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Müh.Fak., 187 s., (Yayınlanmamış), İstanbul.
- Hanelçi, Ş., 2001.** Mineralogie und Die Geneseder Cu-Forkommen Ven Zeryan Dere Des Lagerstaet Tendiztriktes Keban/Elazığ/Osttürkei, Chemie Der Erde (Baskıda).
- Kaya, A., 2001.** Keban (Elazığ) Civarındaki Metamorfitlerin Yapısal Analizi ve Tektonik Evrimi, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Kalender, L., 2000.** Keban Dere (Keban-Elazığ) Doğu Fırat Bölgesi Cu Cevherleşmelerinin Jeolojisi, Kökeni ve ekonomik önemi, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

- Kalender, L., Hanelçi, Ş., 2001a.** Nallıziyarettepe (Keban-Elazığ) Bakır Cevherleşmelerinin Mineralojik ve Petrografik Özellikleri, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi, C 14, Sayı 1-2, SS 51-60
- Kalender, L., Hanelçi, Ş., 2001b.** Keban (Elazığ) Civeri eski İmalat Pasalarında Au, Ag, Pb, Zn Cevherleşmelerinin Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri, Türkiye Jeoloji Bülteni C.44, Sayı 2
- Kineş, T., 1969.** Keban Maden Sahasının Jeotermometresi, MTA Dergisi 73, 27-31, Ankara.
- Kipman, E., 1976.** Keban volkanitlerinin Petrolojisi, İ.Ü. Yerbilimleri Dergisi 1, 1.
- Kumbasar, I., 1964.** Keban Bölgesindeki Cevherleşmelerin Petrografik ve Metalojenik Etüdü, İTÜ Maden Fakültesi, Doktora Tezi, İstanbul.
- Özgül, N., 1976.** Torosların Bazı Temel Jeoloji Özellikleri, TJK Bült., 19, 1, 65-78, Ankara.
- Özgül, N., 1981.** Munzur Dağlarının Jeolojisi: MTA Rap.No: 6995, Ankara.
- Öztunalı, Ö., 1989.** Keban Maden Sahaları Durum Tespit Raporları 1985 - 89 (Yayınlanmamış). Etibank Maden Arama Müd., Ankara, 30 S.
- Sağiroğlu, G., 1952.** Keban Zuhurati Hakkında Rapor, MTA Rap.No: 1942, Ankara.
- Sağiroğlu, G., 1981.** Etibank Elazığ-Keban Ruhsat Sahaları İçinde Yer Alan Cevherleşmelerin Ön Değerlendirilme Projesi, İTÜ Maden Fakültesi, Maden Yatakları Kürsüsü, Cilt No: 965, İstanbul.
- Seeliger, T.C., Pernicka, E., Wagner, G.A., Begemann, E., Schimitt-Strecker, S., Eibner, C., Oztunali, O., Baranyi, I., 1985.** Archaeometry of underground mining works of North and East Anatolia, Turkey. 32. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Mainz, 597-659 (in German).
- Tızlak, F. 1997.** Osmanlı Döneminde Keban-Ergani Yöresinde Madencilik (1775-1850). Türk Tarih Kurumu Basımevi. Ankara
- Tolun, N., 1955.** Elazığ, Keban, Çemişgezek ve Pertek Bölgesinin Jeolojik Etüdü, MTA Rap.No: 2227, Ankara.
- URL-1,** <http://www.keban.gov.tr/crfy.html>. 9 Nisan 2015.
- URL-2,** <http://www.keban.bel.tr/ilcemiz.html>. 9 Nisan 2015.
- Yılmaz, A., Ünlü, T., Sayılı, S., 1992.** Keban (elazığ) Kurşun-Çinko Cevherleşmelerinin Kökenine Bir Yaklaşım: Ön Çalışma, MTA Dergisi 114, 47-70, 1992.
- Yiğit, L., 1989.** Keban Gümüşlü Mangan Cevherleşmesi, Etibank Maden Arama Dairesi Başkanlığı Rapor No:1422, Ankara.
- Yazgan, E., 1983a.** Geodynamic Evolution of The Eastern Taurus Region, International Symposium on The Geology of The Taurus Belt 1983, Ankara.

Yazgan, E., 1983b. A Geotraverse Between The Arabian ;Platform and The Munzur Nappes. Guide Book Excursion V, 17pp., Int. Symp. On The Geology of The Taurus Belt., sep. 26-29, MTA Enst.Ankara.

Ziserman, A., 1969. Geological and Mining Study of Keban Maden: Etibank Arşiv No: 123, 70s., Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Elazığ’ da doğdum. İlköğretim ve lise eğitimimi Elazığ’ da tamamladıktan sonra 2004-2008 yılları arasında Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’ne devam ettim. 2011 yılında Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğünde Jeoloji Mühendisi olarak işe başladım. 2012 yılından beri ise Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendiliği Maden Yatakları- Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans yapmaktayım.