

***MAHMUTÇAVUŞ (OLTU/ERZURUM) DAMAR TİPİ Cu- Pb-Zn
CEVHERLEŞMESİNİN PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL İNCELEMESİ**

Mahmutçavuş (Oltu/Erzurum) Damar Tipi Cu- Pb-Zn Cevherleşmesinin Petrografik
Ve Jeokimyasal İncelemesi

Ceren Hakan ASLAN
Jeoloji Mühendisliği. Bölümü

Mustafa AKYILDIZ
Jeoloji Mühendisliği. Bölümü

ÖZET

Erzurum ili Narman ilçesi Mahmutçavuş köyü içinde ve civarında gözlenen Cu cevherleşmesi jeolojik ve jeokimyasal açıdan değerlendirilmiştir. Cevherleşmeye ilişkin tüm değerler MTA dan alınmıştır. Çalışma alanında gözlenen litolojik birimler, tersiyer yaşlı bazik lav, aglomera ve tüflerden oluşmaktadır. Cevherleşmeye eşlik eden ve sadece Tüfler içinde gelişen hidrotermal alterasyonlar, kil-jips-limonit-kuvars-kalsit ve kil-klorit-kuvars-kalsitten ibarettir. Çalışma alanında gözlenen cevherleşme, damarlar şeklinde olup, kalkopirit, malakit azurit pirit ve çok az olarak galenittir. Yapılan toprak jeokimyası çalışmalarında 7-3130 ppm Cu, 7-1830 ppm Pb, 9-2800 ppm Zn değerleri tespit edilmiştir. Çalışma alanında gözlenen cevherleşme, oligo- miyosendeki volkanizma ve tektonik hareketler sonrası, hidrotermal çözeltilerin kırık hatlarını kullanarak, tüfler içine yerleşmiş olup, litolojik ve kırık kontrollü damar tip cevherleşmelere benzerlik göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Narman-Mahmutçavuş, hidrotermal alterasyon, damar tip cevherleşme

ABSTRACT

Mahmutçavuş village and its province in narman, the town of erzurum, where is observed cu mineralization was utilized in geological and geochemical aspects. All values were related to mineralization from the MTA. Lithologic units observed in the study area, are composed tertiary old basic lavas, agglomerates and tuffs. Associated with mineralization and hydrothermal alterations which only occurred in tuffs, are consisted of clay-gypsum-quartz-limonite- calcite, and clay-chlorite-quartz-calcite. Mineralization observed in the study area, is vein type, and consisted of chalcopyrite, pyrite, malachite, azurite and very rarely galena. values of the soil geochemistry studies were determined 7-3130 ppm Cu, 7-1830 ppm Pb, 9-2800 ppm Zn. Mineralization observed in the study area, after the volcanism and tectonic movements in oligo-miocene , hydrothermal solutions using fractures, are established in the tuffs, which are similar to lithologic and fracture-controlled vein-type mineralizations .

Key Words : Narman-Mahmutçavuş, hydrothermal alteration, vein type mineralization

* Yüksek Lisans Tezi-Thesis

GİRİŞ

Bu teze konu olan çalışma MTA genel Müdürlüğüne ait Erzurum Narman-Mahmutçavuş AR: 20050255 nolu ruhsat sahasında gerçekleştirilmiş olup H47 b3 paftasında 4 km² alanı kapsamaktadır. Tez sahası Erzurum iline bağlı Narman ilçesinin 7 km doğusunda, yer almaktadır. Narman-Oltu-Pasinler kavşağından asfalt yolla sahaya ulaşılabilir

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma alanını içine alan bölgede jeolojik araştırmalar 1850 yıllara kadar dayanmaktadır. Genel jeoloji, stratigrafi ve ekonomik jeolojiye yönelik çalışmalar olarak bilenen bu çalışmalar aşağıda ki gibidir.

Baykal (1950), Oltu-Olur dolayındaki çalışmasında; kristalen temel üzerinde uyumsuz olarak gelen Mesozoyik yaşlı Akdağ kompleksinin alttan üste doğru; kara fliş, esmer fliş, kalker serisi, Belemnitesli fliş, koyu renkli greler, İnoceramuslu kalkerler ve petrol renkli flişle temsil edildiğini, bunun üzerinde de uyumsuzlukla gri veya sarı Nummulites veya jips ihtiva eden nummulitik formasyonların geldiğini belirtir.

Nebert (1963a), Balkaya-Susuz kömürlerinin Oligosen, Sütkans-Kemer kaya kömürlerinin ise Miyosen yaşında olduğunu belirtir.

Nebert ve diğ. (1964), Kömür potansiyelini ortaya koymak amacıyla Balkaya-Oltu-Narman Tersiyer Havzası'nın jeolojisini bir bütün olarak incelemiş ve haritalamışlar ve Tersiyer istifini Eosen fliş, Oligosen çökelleri ve Pliyosen çökelleri olmak üzere üç bölümde incelemişlerdir.

Engin ve Engin (1964), Hanege köyü (Oltu) dolayında kömür içeren olasılı Neojen yaşlı çökellerin temelini Mesozoyik yaşlı kireçtaşı, gabro, bazalt ve serpantinitle Eosen (İpresiyen-Alt Lütseyen) yaşlı flişin oluşturduğunu belirtirler.

Altınlı (1969), Oltu-Olur-Narman dolayında petrol aramasına yönelik jeolojik etüdler yapmışlardır.

MATERYAL VE METOD

Çalışma alanı MTA adına ruhsatlı Erzurum Narman- Mahmutçavuş AR: 20050255 nolu 1500 hektarlık sahada gerçekleştirilmiştir (Şekil.1.1.) Çalışma sahası H47 b3 paftasında 4 km² alanı kapsamakta olup, Erzurum ili, Narman ilçesinin, 7 km doğusunda Mahmutçavuş köyünde yer alır. Tez sahası, Pontit ve Anatolit tektonik kuşakları arasında yer alan "Doğu Anadolu Yığılım Karmaşığı" olarak adlandırılan bölgede yer alır. Bölgede ayrıntılı çalışma yapan Konak ve diğ. (2001), pontitlerden güneye doğru 4 tektonik birim ayırt etmişlerdir. Kuzeyden Güneye doğru, 1- "Hopa Borçka Zonu", 2-"Artvin Yusufeli Zonu", 3-"Olur Tortum Zonu" 4- "Erzurum Kars Ofiyolit Zonu" diye tanımlanan zonlar, güneyde ki tersiyer yaşlı volkano sedimanter havzanın kuzey kenarı boyunca düzensiz bir şekilde dilimlenerek ekaylı bir as zon (Oltu Ekaylı Zonu) oluştururlar.Çalışma alanında, Oligo-Miyosen yaşlı lav, tuf, aglomeralar ile Pliyosen yaşlı sedimanter birimler gözlenmektedir.

Stratigrafi

Çalışma alanının genelini oluşturan birim, sarı-yeşil renkli tuf, aglomera ve lavlardan oluşur. Konak ve diğ. (2001), tarafından Alabalık Tufu olarak tanımlanmaktadır. Birim geniş yüzlekler sunmaktadır. Bunun yanında, Birimin yaşı Bayraktutan (1985 ve 1994)'a tarafından 23 my olarak verilmiş olup, bu değer Erken-Alt Miyosen'e karşılık gelmektedir. Birimi Nebert ve diğ. (1964) Oligosen yaşlı Aglomera Horizonu, Bulut ve diğ. (1989) ise Oligo-Miyosen yaşlı Narman Formasyonu'nun Yassıdağı Üyesi adıyla tanımlamışlardır. Alabalık tufunun üzerine çalışma alanında Pliyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, kiltası marn özelliklerinde sedimanter bir istif gelir. Çalışma alanında ki en genç birim ise alüvyondur. Formasyonu oluşturan kayalar ve makroskopik özellikleri aşağıdaki gibidir.

Andezitik Lav

Çalışma alanında Mahmutçavuş köyünün hemen kuzey doğusunda ki yükseltilerde gözlenir. Oligo-Miyosen yaşlı andezitik lavlar, kahverengimsi, kırmızımsı renklere gözlenmekte ve tüflerin üzerinde yatay olarak bulunurlar. Bu birimden alınan petrografik örneklerden yapılan ince kesitlerde, bu kayalar porfirik dokulu olarak tanımlanmıştır. Petrografik tayinlerde kayalar plajiyoklas, biyotit, amfibol, fenokristalleri ile hamurdan oluşmuştur. Biyotitler ve amfiboller yarı öz şekilli olup tamamen veya kısmen opasitleşmiştir.

Aglomera

Çalışma sahasının doğusunda izlenmektedir. Oligo-miyosen yaşlı aglomeralar makroskopik olarak, grimsi yeşilimsi sarımsı renkli gözlenirler. Aglomeralar kalın düzeyler halinde ve kötü boylanmalıdır. Değişik çap ve büyüklükte andezitik kayaç parçacıkları içerir. Yaygın olarak kloritleşme gözlenir. Lavların altında tüflerin ise üzerinde yer alır.

Tuf

Tuf başlıca sarı-yeşil renkli, genel olarak kalın katmanlı veya masiftir. Lav arakatkıları ve özellikle Narman havzasında birimin kalınlaşmasına neden olan klastik arakatkılar da içerir. Oligosen –Miyosen yaşlı tüfler sarı-yeşil renkli, katmanlı ve litiktir. Kloritleşmiş, devitrifiye cam içinde, plajiyoklas, hornblend ve biyotit kristalleri ile volkanik kayaç parçalarından oluşur. Kayaç parçaları farklı boylarda gözlenmektedir. Kayaç parçaları genelde andezittir.

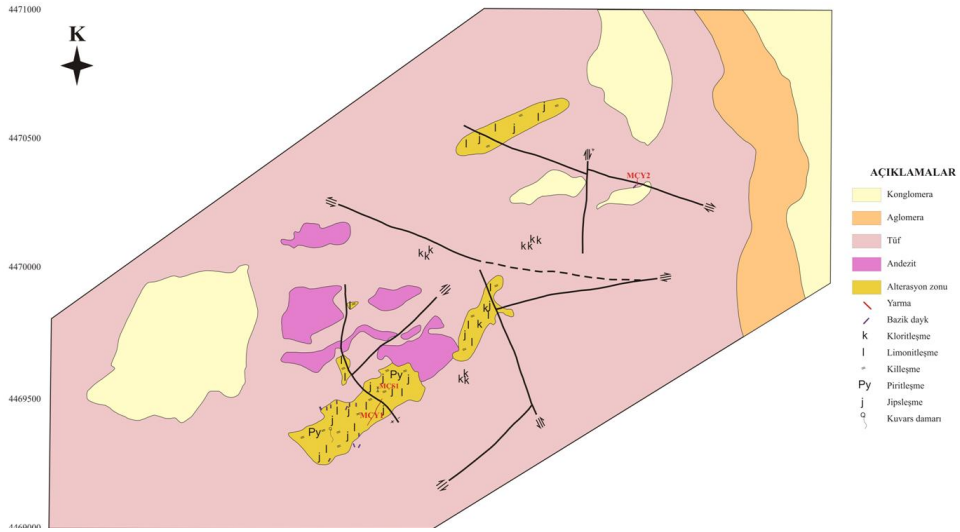
Bazik Dayk

Siyahımsı – gri renki bazik karekterde ki dayklar çalışma sahasının belli kesimlerinde gözlenmektedir. Sahada tektonik hatlara paralel gözlenen dayklar kuzey-güney ve kuzeybatı-güneydoğu doğrultuda olup, yoğun piritli ve farklı boyutlarda gözlenmektedir.

Sedimanter Birimler

Sedimanter birimler Pliyosen yaşlı olup, Tersiyer havzası içinde küçük göllerde, farklı boylanma ve farklı kalınlıklar gösteren, gevşek çimentolu çakıltaşlarından oluşmuştur. Bu çakıllı seviyelerin bazı kesimlerinde 20 cm'ye kadar değişen kalınlıklarda ara katmanlı kumtaşı ve kiltası birimleri gözlenmiştir.

ERZURUM-NARMAN-MAHMUTÇAVUŞ SAHASI JEOLJİ HARİTASI



İnceleme Alanının Jeoloji Haritası



Andezitler İçerisindeki Malakitler

Çalışma Alanındaki Birimlerin Genel Görünümü

Yapısal Jeoloji

Çalışma sahası Türkiye'nin önemli tektonik birliklerinden Pontid kuşağının güneydoğu kesiminde yer almaktadır. Bilindiği gibi bu kuşak tektonizma ve volkanizmanın etken olduğu ve kuzeyden güneye ekaylanmaların görüldüğü bir zon oluşturmaktadır. Bölgenin genel tektonik yapısı KB-GD sıkışmasının sonucunda şekillenmiştir. Bundan dolayı KD-GB doğrultulu ters faylar ve ekaylar oldukça fazla görülür. Üst Kretase öncesi birimlerin sahadaki bugünkü ilişkilerini bu faylar belirlemektedir. Çalışma sahasında genel tektonik KD-GB yönünde olup, sahada izlenen birimler bu doğrultuda paralel olarak uzanmaktadır. Çalışma sahasının kuzey sınırı ekaylı olarak KD-GB doğrultulu uzanan Tortumçayı volkanitleri ve Sağlıcak çakıltaşları ile güney sınırı ise yine ekay yönü KD-GB doğrultulu Meydantepe kireçtaşları ile sınırlanmıştır. Çalışma sahasının doğu ve batı sınırları ise, ana tektoniği kesen KB-GD doğrultulu fayları ile sınırlanmıştır. Çalışma alanında tanımlanan kırık hatları ise genel yönelim olan KD-GB doğrultusunu KKD-GGB ve KKB-GGD olarak verevine keser biçimde gözlenmiştir.

Maden Jeolojisi

Narman-Mahmutçavuş Bölgesinde Gözlenen Alterasyon ve Doku

Çalışma sahasında ayırtılan litolojik birimler içinde, hidrotermal alterasyonlar, genellikle fay zonları boyunca gözlenmektedir. Alterasyona maruz kalan kayaların ilksel özelliklerini yitirdikleri gözlenmektedir. Çalışmalarda bu alterasyonlar makroskopik olarak tanımlanarak haritalanmaya çalışılmıştır. Ancak, sahada daha sonra yapılacak ayrıntılı detay etütler de bu sınırların değişebileceği gözden uzak tutulmamalıdır. Sahada tanımlanan farklı alterasyonlar, egemen alterasyondan daha az gözlenen alterasyona doğru tanımlanmış, ve mümkün olduğunca farklı alterasyonlardan örneklemeler yapılmıştır.



Fay Breşi, Hematitleşme, Silisleşme ve Pirit Alterasyon Alanının Genel Görünümü

Limonitleşme/killeşme/Jips/kuvars/kalsit Birlikteliği

Çalışma sahasında gözlenen en yaygın altersyon tipidir. Fay zonları boyunca kırık ve çatlaklarda dolgu ve sıvama şeklinde ve sahada gelişmiş dik ve yanıl damarlarda yoğun bir şekilde gözlenmektedir. Limonitleşme, killeşme'nin gözlemlendiği yerlerde kırmızımsı sarımsı renklerde gözlenirler özellikle altere tüfler içinde 5-100 cm farklı kalınlıklarda uzanımı 1-10 metre arasında olan limonitli, hematitli ve killeşmiş damarlar gözlenir. Bu damarların orta kesiminde ise kılcal kuvars ve kalsit damar ve damarcıkları görülür. Atılan profillerde görülen bu altersyonların çalışma sahasının güneybatısında ve kuzeydoğusunda izlenmektedir. Yüzeysel olarak ve damarlarda görülen gözlenen limonitleşmeler ve az da olsa hematitleşmeler, mafik minerallerin altersyonu sonucu açığa çıkan demirin etkisiyle oluşabileceği gibi, cevherli akışkanlar tarafından etkilenen yan kayalar içindeki pirit minerallerin bozunmasından da oluşmuş olabilir. Ayrıca sahanın hemen hemen her alanında jips görülür. Yüzeyde gözlenen jipsler sülfürün bol olmasından dolayı ikincil altersyon ürünü olarak geliştiği düşünülmektedir.

Piritleşme

Mahmutçavuş sahasında hidrotermal alterasyonun geliştiği kesimlerde, saçınımlı olarak gözlenirler. Fay zonları boyunca limonitleşme, hematitleşme ve silisleşmenin geliştiği kesimlerde, bunun yanında kuvars damarları içinde ve çeperinde saçınımlı olarak gözlenirler. Sahadaki altere tüfleri kesen daykların içerisinde görülmektedir. Alabalık tufüne ait andezitler içerisinde de saçınımlı olarak izlenmiştir.

Cevherleşme

İnceleme alanında volkanitler içerisinde gözlenen cevherleşme bulunuş şekillerine göre üç ana grupta toplanabilir;

Damar Tip Cevherleşme

Damar tip cevherleşme genellikle, gri ve gri-beyaz renkli kuvars damar ve damarcıklarına bağlı olarak gelişmektedir. Çalışma sahasında Şeblik Dere içerisinde kuvars damar ve damarcıklarının kalınlıkları 0,5cm. - 15 cm arasında, uzunlukları ise 2 m ile 10 m arasında değişmektedir.

Çatlak ve Kırıklarda Sıvama Tip Cevherleşme

Bu tür cevherleşme kayalarda değişik yönlerde gelişen çatlak ve kırıklarda gözlenmektedir. Bu oluşumlar genelde düzensiz bir yayılıma sahiptir. Bu tür cevherleşme şekli sahadaki volkanitler içerisinde yaygın olarak gözlenmektedir. Ana cevher minerali pirittir, az miktarda kalkopirit de bulunmaktadır. Bunlar yüzeyde tamamen okside olmuşlardır.

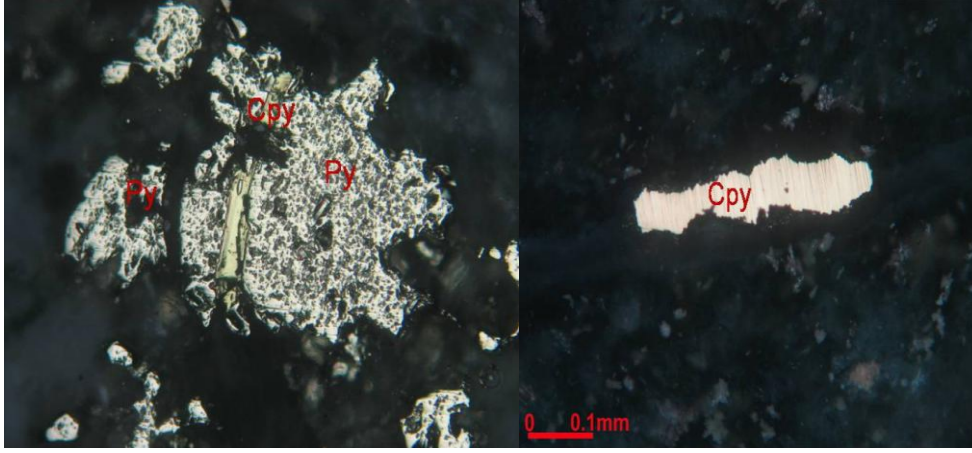
Saçınımlı Tip Cevherleşme

Saçınımlı tip cevherleşme diğer iki cevherleşme tipine oranla daha yaygın olarak gözlenmektedir. Volkanik kayalar içerisinde yaygın olarak gözlenmektedir.

Volkanik kayalar içerisinde malakit, kalkopirit ve nadiren arjantit mineralleri gözlenmektedir.

Cu Cevherleşmesi

Çalışma sahasının kuzeydoğusunda gözlenen bu cevherleşme altere tüfler ve kısmende sedimanter birimleri kesen kuvars damarları içinde gelişmiştir. Altere tüfler ve sedimanter birimler içinde gelişmiş fay zonuna yakın kırık ve çatlaklarda malakit, azurit ve kalkopirit cevherleşmesi gözlenir.



Kalkopiritin Parlak Kesitteki Görünümü

Sahanın kuzeydoğusunda gözlenen Cu derindeki olası bir Cu cevherleşmesinden gelen çözeltilerin porozite ve permabilitesi yüksek kayaç olan tüflerin kırık ve çatlaklarında gözlenir. Bakır için 18 örnekten en yüksek değerler, MÇK 13/2 nolu örnek olup, 34500 ppm Cu değeri vermiştir. MÇK 15/1 nolu örnek de 5500 ppm Cu, MÇK 8/8 nolu örnek de 4780 ppm Cu ve MÇK 24/16 nolu örnek ise 1298 ppm Cu değeri vermiştir

Pb Cevherleşmesi

Mahmutçavuş sahasının kuzey doğusundaki dere içlerinde gözlenen cevherleşme altere tüflerin içerisinde kılcal damarlar şeklinde gelişmiştir. Kuzey-güney uzanımlı fay zonuna yakın oluşmuş damarlarda 5 mm kalınlığında kurşun damarları görülmüş ve bu damarlardaki cevher minareli galendir. Kurşun için en yüksek değerler MÇK 13/2, MÇK 13/3, MÇK 13/7, MÇK 15/1 nolu örneklerden alınmış olup, değerler sırası ile 304 ppm, 380 ppm, 364 ppm ve 1810 ppm dir.

Zn Cevherleşmesi

Çalışma sahasında atılan profillerde oldukça yüksek değerler alınmasına rağmen sahada makroskobik olarak çinko minareleri gözlenmemiştir. Alınan

yüksek değerler Cu ve Pb minarelerinin yüksek değerleriyle uyumluluk göstermektedir. Alınan örneklerde çinko için en yüksek değer MÇK 15/1 nolu örnek olup 3200 ppm dir. Diğer değerler ise MÇK 13/2 örneğinden 660 ppm ve MÇK 13/3 örneğinden 1800 ppm dir. Bu alınan örneklerin makroskopik özellikleri ise yukarıda kurşun başlığı adı altında verilmiştir. Alınan bu örneklerde bakır, kurşun ve çinko değerleri arasında pozitif bir korelasyon söz konusu olup, değerler birbirleriyle uyum göstermektedir.

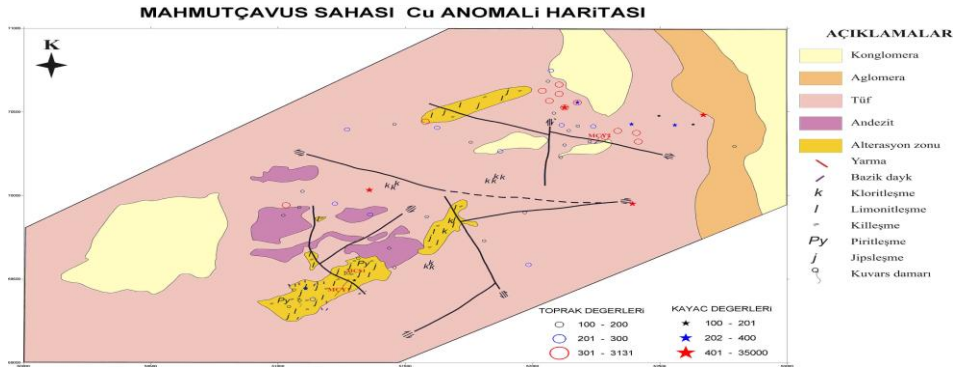
Toprak Jeokimyası

Bakır

Analiz edilen 288 adet toprak örneğinde en küçük bakır değeri, 7 ppm dir. En yüksek değer ise, 13 nolu profilin 8. örneği olup, 3130 ppm dir. 300 ppm in üzerinde değer veren 12 adet örnek istatistiksel yorumlamada kolaylık sağlaması için 301 ppm olarak alınmıştır. Dağılım haritasında çok yüksek anomali veren 12 örnek sırasıyla, MÇT 11/10: 330 ppm, MÇT 12/9: 630 ppm, MÇT 13/8: 3130 ppm, MÇT 13/9: 356 ppm, MÇT 19/4: 308 ppm, MÇT 19/12: 1050 ppm, MÇT 22/1: 330 ppm, MÇT 22/2: 1550 ppm, MÇT 22/3: 330 ppm, MÇT 23/1: 488 ppm, MÇT 24/5: 1000 ppm, MÇT 24/6 'dir.

Cu için standart sapma 69 ppm olup, ortalama değer 69 ppm olup eşik değer 138 olarak bulunmuştur. Cu için gerek istatistiksel sonuçlar gerek arazi gözlemleri dikkate alınarak 4 farklı grup oluşturulmuştur.

Profillerdeki yüksek anomaliler, tüfler içinde kırık ve çatlaklarda gözlenen malakit, azurit ve kalkopirit minerallerinden kaynaklanmaktadır. Bakır için oluşturulan gruplar aşağıdaki gibidir.

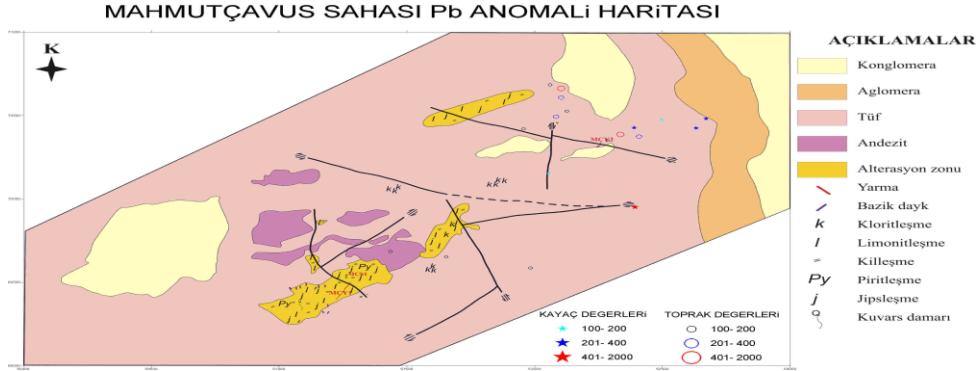


Mahmutçavuş Sahası Cu Anomali Haritası

Kurşun

Analiz edilen 288 toprak örneğinde en küçük kurşun değeri, 5 ppm dir. En yüksek değer ise, 22 nolu profilin 1. örneği olup, 1830 ppm' dir.

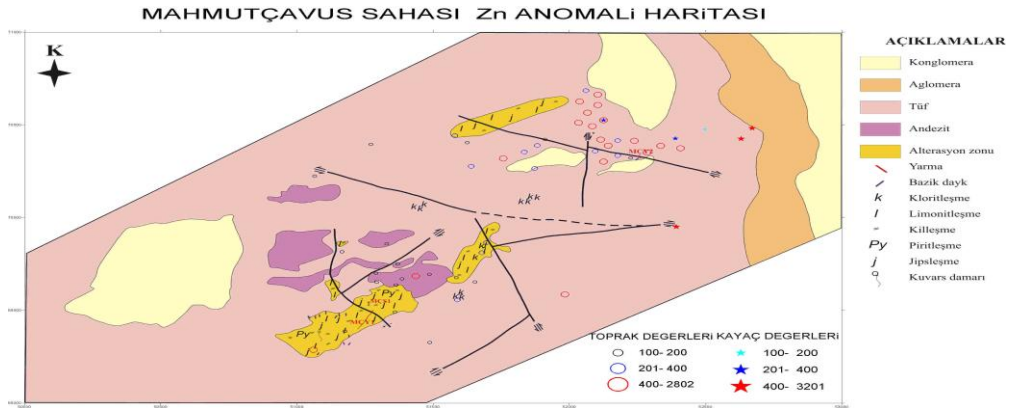
Kurşun için standart sapma 27 ppm, ortalama değer 28 ppm ve eşik değer ise 56 ppm olarak hesaplanmıştır. Kurşun için saha gözlemleri ve istatistiksel yorumlamalar dikkate alınarak 4 farklı grupta yapılmıştır.



Mahmutçavuş Sahası Pb Anomali Haritası

Çinko

Analiz edilen 288 toprak örneğinde en küçük çinko değeri, 7 ppm dir. En yüksek değer ise, 13 nolu profilin 8. örneği olup, 2800 ppm' dir. Çinko için standart sapma 52 ppm, ortalama değer 72 ppm ve eşik değer ise 124 ppm olarak hesaplanmıştır. Çinko için saha gözlemleri ve istatistiksel yorumlamalar dikkate alınarak 4 farklı grupta yapılmıştır.



Mahmutçavuş Sahası Zn Anomali Haritası

Molibden- Altın/ Gümüş/Antimuan - Arsenik

Analiz edilen 288 toprak örneğinde 4 adet örnek dedeksiyon limiti olan 5ppm in üzerinde değer vermiştir. Molibden için bir grupta ve dağılım haritası

yapılmamıştır. En çük değer 7 ppm, olup en yüksek değer, 6 nolu profilin 5 örneği olup, 93 ppm' dir.

Sahadan alınan 288 toprak örneğinde antimuan değerleri dedeksiyon limitinin altında değer alınmıştır. Gümüş alınan numunelerden yalnızca 2 örnekte değer vermiş olup MÇT 13/8: 1.6 gr ve MÇT 16/3: 1 gr dir. Altın ise sadece tek numunede değer vermiş olup MÇT 18/1: 60 ppb dir.

Analiz edilen 288 toprak örneğinde en küçük Arsenik değeri 20 ppm, en yüksek değer ise, 21 nolu profilin 17. örneği olup, 220 ppm'dir. Alınan değerler çok yüksek içerikli olmadığından dağılım haritasında olduğu gibi kullanılmıştır.

Arsenik için standart sapma 24 ppm, ortalama değer ise 38 ppm saptanmıştır. Arsenik için gerek istatistiksel sonuçlar gerek arazi gözlemleri dikkate alınarak 4 farklı grup oluşturulmuştur. Arsenik için oluşturulan gruplar aşağıdaki gibidir.

TARTIŞMA SONUÇLARI

1- Erzurum Narman Mahmutçavuş alterasyon ve cevherleşme sahasından toplanan 288 adet toprak ve 18 adet kayaç örneğinin jeokimyasal değerlendirilmesi yapılmıştır.

2- Cu-Pb-Zn-As elementleri için dağılım haritası yapılarak anomaliler belirlenmiştir.

3- Jeoloji haritası üzerine anomaliler işlenerek yapı ve cevherleşme arasındaki irdelenme sağlanmıştır.

4- Sahada tektonik hatlar boyunca Cu-Pb-Zn elementlerin yüksek değerlerinin yoğunlaştığı gözlenmiştir.

5- Cevherleşme ve altersayon genellikle tüfler içinde gelişmiş sahada gözlenen andezitik lav ve aglomeralarda herhangi bir alterasyon ve cevherleşme saptanamamıştır.

6- Cevherleşmeler sahada NE gidişli bir trent izlenmektedir.

7- Sahada andezitik volkanizma sonucu gelişen tektonik rejim süresince volkanizma ile birlikte getirilen cevherli eriyikler kırık hatları boyunca seçimli olarak tüfler içine yerleşmiştir. Sahada damar tip cevherleşmeler benzerlik gösteren kırık kontrollü seçimli bir alterasyon sunan Cu-Pb ve Zn cevherleşmesi gözlenmektedir.

8- Sahadan alınan kayaç örneklerinde gözlenen yüksek molibden değerleri bu damar tip cevherleşmenin daha derin kesimlerinde porfiri bir sistemin olabileceğini göstermekte olup, sahada kırık hatlar boyunca 300 metrelik sondajlar yapılarak cevherleşmenin derine doğru dağılımı araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

ALTINLI, İ. E., 1969, Oltu-Olur-Narman Dolayının Jeolojik İncelemesi, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Rapor No: 449, Ankara, (yayımlanmamış)

BAYRAKTUTAN, S., 1994, Narman-Gaziler Bölgesinin Tersiyerdeki Volkanotektonik Evrimi , 47. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri.

BOZKUŞ, C., 1990, Oltu-Narman Tersiyer Havzası Kuzeydogusunun (Kömürlü) Stratigrafisi, Türkiye Jeoloji Bülteni, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, sayı 33-2, s. 47-56.

- BOZKUŞ, C., 1992, Olur (Erzurum) Yöresinin Stratigrafisi, Türkiye Jeoloji Bülteni, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, sayı 35-1, s. 103-120.
- BULUT, Y., ÖGÜN, Y., DÜMENÇİ, S., BOZKUS, C., TAHA, M. VE ÖNER, A., 1989, Tortum-Narman-Oltu-Olur Dolayının Jeolojisi ve Kömür Olanakları, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No : 8889, Ankara, (yayımlanmamış)
- CENGİZ, İ. VE ÇAKIR, C., 1997, Oltu-Tortum (Erzurum) civarının genel jeokimyasal prospeksiyon Raporu: MTA Rap. No:9708
- ÇAĞATAY, A., 1977, Porfiri Bakır Yatakları, Yeryuvarı ve İnsan, s.32-37
- KANSIZ, H., AKINCI, S., KURTOĞLU, T., ERÇİN, A.İ., CÖMERT, N., AGAN, A. ve Kömür, İ., 2000, Artvin-Savsat-Ardanuç ile Oltu-Olur-Senkaya Yörelere Ait Epitermal Altın Aramaları, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No: 10365, Trabzon, (yayımlanmamış).
- KARANİS, H. A., DURSUN A., YAPRAK, S., ÇUVALCI, F. VE YILDIRIM, K., 1988, Yusufeli-Oltu-Tortum Yöresi Jeokimyasal Raporu, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No: 8832, Ankara, (yayımlanmamış).
- KETİN, İ., 1966, Anadolu'nun tektonik birlikleri., M.T.A Derg., 66: 20-34
- KETİN, İ., 1983, Türkiye Jeolojisine Genel bir Bakış İTÜ Kütüphanesi, Sayı: 1259, 595, İstanbul
- KILIÇ, M. VE CENGİZ, İ., 1990, Oltu-Olur (Erzurum) civarının genel jeokimyasal prospeksiyon raporu: MTA Rap. No:9403
- KOÇYİĞİT, A. VE ROJAY, B., 1984, Dogu Anadolu Bölgesi'nin Yeni Tektonik Çatısı ve Horasan-Narman Depremi-1983, Kuzey Anadolu I. Ulusal Deprem Sempozyumu Bildirileri, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- KONAK, N. 2001, Kuzeydoğu Pontitlerin (Oltu-Olur-Şenkaya-Narman-Tortum-Uzundere-Yusufeli) Jeolojisi: MTA Rap. No: 10489
- KUŞÇU, M. Maden Yatakları Ders Notları, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, (Yayınlanmamış), s.2-13, 34-35
- LOWELL, J. D. and GUILBERT. J. M., 1970, Lateral and Vertical Alteration Mineralization Zoninig in Porphyry ore Deposits; Econ. Geol., 65, 373-408
- OKAY, A. I. ve TÜYSÜZ, O. 1999, Tethyan sutures of northern Turkey. In The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen (In B. Durand, L. Jolivet, F. Horváth and M. Séranne eds), Geological Society of London, Special Publication no. 156. 475–515
- ÖZKAN, Y. Z., ÇAĞATAY, A., ALTUN, Y. VE ACAR, E., 1984, Karadağ (Erzurum-Narman) yöresinin jeolojisi ve yöredeki polimetalik cevherleşmenin kökenine bir yaklaşım: Jeoloji Mühendisliği Derg., 21, s.29-34.,
- ROMBERG. H., 1939, Erzurum Vilayeti, Oltu Kazasında Görülen Cevher Zuhurati hakkında Rapor, MTA Rapor No: 781
- TOKEL, S., 1980, Doğu Anadolu'da Neojen Volkanizmasının Jeokimyası, 34, Türkiye Jeoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı, bildiri Özleri, s 33.