

Mineralojik Yapının Cevher Zenginleştirme İşlemine Etkisi: Mastra ve Kaletaş (Gümüşhane) Altın Cevherleri Üzerine Örnek Çalışma

İ. Alp & O. Celep

Maden Mühendisliği Bölümü. Karadeniz Teknik Üniversitesi Trabzon, Türkiye

N. Tüysüz, M. Vieil & A. Lermi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Trabzon, Türkiye

ÖZET: Bu çalışmada Mastra ve Kaletaş (Gümüşhane) altın cevherlerinin ilk olarak mineralojik yapıları incelenerek bu cevherlerin zenginleştirme özellikleri araştırılmıştır. İkinci aşamada ise cevherlerin siyanür liç deneyleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Kaletaş cevherinde kuvars ve kalsit yanında realgar, orpiment, organik karbon ve pirit bulunmaktadır. Altın silisli ortamda yaklaşık 3-9 mikron boyutunda elektrik olarak gözlenmiştir. İncelenen örnekteki altın tenörü 6.8 g/t'dur. Mastra cevherinde altın tanelerinin boyutları genellikle 5-300 mikron arasında olup Au tenörü 26 gr/ton'dur. Altın cevher mineralleri içinde kapanımlar halinde ve kuvars gangü içerisinde düzensiz şekilli taneler halinde bulunmaktadır. Yirmidört saatlik siyanür liçi sonrasında Mastra ve Kaletaş cevherleri için sırasıyla %90 ve %50 altın kazanımı elde edilmiştir. Kaletaş cevherinde altın kazanımının düşük olması, altın tanelerinin çok küçük boyutlarda bulunması ve cevherde organik karbon bulunmasından kaynaklanmaktadır. Kaletaş cevherinde liç verimini arttırmak ve her iki cevherde siyanür sarfiyatını azaltmak için kavurma gibi ön oksidasyon işlemleriyle sülfürlü minerallerin bozulumlanması gerekir. Mastra cevherinde altın tane boyutlarının büyük ve bunların kuvars gangü içinde bulunmaları bu cevherin öğütme sonrasında gravite ile ön zenginleştirme yapılabileceğini göstermektedir.

ABSTRACT: In this study, Mastra and Kaletaş gold ores were mineralogically investigated under an ore microscope in order to determine their ore processing characteristics. The ores were then leached with cyanide and the results were compared to one another. Kaletaş ore is mainly composed of quartz, calcite, realgar, orpiment, organic carbon and pyrite. Gold at Kaletaş occurs in the form of electrum at 3-9 microns in size in a quartz gangue. Gold grade of the Kaletaş sample is 6.8 g/t. On the other hand, gold in the Mastra is observed both in a quartz gangue as irregular particles and in ore minerals as inclusions. The sample taken from Mastra contains 26 g/t Au and gold grains range in size from 5 to 300 microns. After a 24-hour cyanide leaching, the gold recovery rates of Mastra and Kaletaş ores were found to be %90 and %50, respectively. The lower Au recovery rate in Kaletaş is attributed to occurrence of gold as liner grains and the presence of organic C. In order to increase Au recovery rate in Kaletaş and decrease the cyanide consumption in both ores sulphur-bearing minerals could be decomposed by pre-oxidation methods such as roasting, bacterial leaching etc. In addition Mastra ore can be pre-concentrated by a gravity method after grinding since it contains relatively coarser gold grains within a quartz gangue.

I GİRİŞ

Türkiye'nin bilinen ve envanteri yapılmış toplam altın rezervi 575 tondur. Arama çalışmaları süren yalıklar ve bilinen zuhurlar Ege ve Doğu Karadeniz bölgelerinde belirgin biçimde yoğunlaşmaktadır. İşletilebilirliği söz konusu olan yalıkların toplam altın rezervi 240 tondur. Günümüzde işletilmesi için hazırlıklar sürdürülen altın yataklarının rezervi ise 215 tondur. Bergama-Ovacık, Havran-Küçükdere, Gümüşhane-Mastra, Sivrihisar-Kaymaz ve Uşak-Eşme epitermal tipte yalıklardır. Yine işletilmesi planlanan yalıklar arasında Artvin-Ceratlpe masif

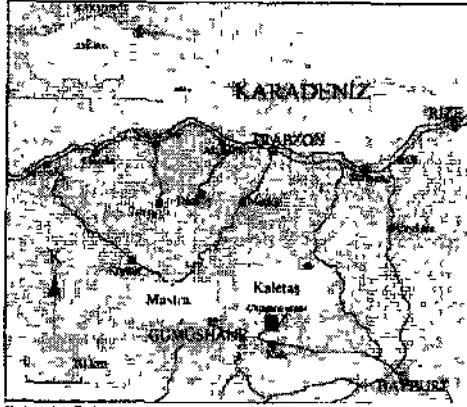
sülfit yatağının oksitlenmiş demir şapkasıdır. İzmir-Efemçukuru ise skam tipi yataktır (DPT.2001).

Tablo 1 İşletilebilir altın yataklarının rezervi (DPT, 2001)

Vatuk	Au (Er/H)	Rezerv (um)	Metal Auf ton)
Usak-Esine-Kisladau	1.43	74.000.0(H)	105.80
kmir-Berüina-Öncik	9.00	1.80.000	26.81
Izmir-SereitüMH'-Efemçukuru	116Ü	2.500.000	31.62
Eskiteir-Sivrihisar-Koima?	6.04	974.000	5.83*
Anviu-GMJiuw-Tunlam	1.54	12.100.000	37.3a*
Ba 11 ke siri - Havran - Kilçü kiler	6.4.1	1.410.000	y.6T
Gümüşhane-Mescitli-Mastia	1100	1.000.000	1100
Ca 11 a k kal e-K ı a 711 - Ak bala i.	15	8.000.000	10.00
Toplum		102.964.000	140.00

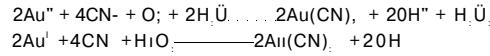
Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki altın yatakları benzer bir jeolojik yerleşim gösterirler. Mineral parajenezi yataklar arasında bazı farklılıklar gösterir.

Bütün yataklarda bulunan bazı metal sulfitler ilave olarak Mastra, Olucak ve Cerattepe'de nabit altın ve elektrik. Akoluk ve Sayaca'da ise orpiment, realgar, zinber ve zinkenii de yer alır. Gang mineralleri Cerattepe'de kuvars, kalsedon, senzit ve bant; Mastra ve Olucak'da kuvars, adularya, bant ve karbonatlar; Akoluk ve Sayaca'da ise kuvars, flitrit, serisit, illit ve baritten oluşur. Diğerlerinden kökensel olarak ayrılan Kaletaş paiaenezi; pirit, orpiment, realgar, altın, alunit, natrojarosit ve illitten oluşur (Tüysüz & dig., 1995)



Şekil 1 Çalışma alanına ait yer buldurur haritası

Siyanür liçi, cevherlerden altın ve gümüş kazanımı için kullanılan yaygın bir prosedir. Siyanür solüsyon undaki altının çözünmesi aşağıdaki reaksiyonlar ile gerçekleşir (Rıblısov & dig., 1996)



Normal şartlarda NaCN \ada KCN solüsyonu (1.5gr/lit) çok düşük konsantrasyonlarda bile ince saçınımlı altın tanelerini (<1-2 mikron) çözebilmektedir. Altın çözüldüden çeşitli prosesler ile elde edilmektedir (Merntl-Crowe, CIL, CIP).

Genellikle altın cevherleri "serbest taneli", "kompleks" ve "retrakter" olmak üzere sınıflandırılmaktadırlar. Serbest taneli cevherlerden <80'ı <80mikron) 20-30 saatlik geleneksel siyanür liçiyile %90'lık bir altın kazanımı elde edilebilmektedir. Siyanürle ekonomik şekilde kazanılamayan cevherlere "refrakter" cevher denmektedir. Daha yüksek siyanür ve oksijen ilavesiyle ekonomik olarak kazanılabilen cevherlere ise "kompleks"cevherler denir (La Broy & dig., 1994). Pratikte, aşağıdaki durumlarda refrakter cevher kavramı ortaya çıkar (Gupta & dig., 2000)

- Altın çok ince taneler (<10mikron) şeklinde dağılmış yada çoğunlukla pirit, arsenoprille siifit matrisi içinde katı solüsyon şeklinde bulunur.

- Altın tellüridlerle ilişkilidir.
- Altın karbonatlı cevherlerle ilişkilidir.
- Altın, çoğunlukla kuvars yada mangan oksitlerle kompleks oluşturacak şekilde çok ince taneli olarak dağılmaktadır.

Tabiatta çok az altın minerali olduğu için altının mineralojisi basittir. Esas altın içeren mineral "nabit altın" olarak isimlendirilir. Altın için yapılan mineralojik araştırmalar oldukça komplekstir. Bu metal değerinin yüksek olması ve düşük tenörde bulunmasından kaynaklanır (Petruk, 1989).

Altın cevherlerinin gravite ve siyanür proseslerine vereceği cevabı belirlemek için yapılan testlerde çok az mineralojik bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Eğer altın iri taneler şeklinde oluşmuşsa siyanür solüsyonuyla yüksek kazanımlar elde edilebilir ve mineralojik inceleme nadiren gerçekleştirilir. Eğer altın kazanımı düşükse (<%80), detaylı bir mineralojik inceleme yapmak gerekir (Rashan, 1990)

Mineralojik araştırma ile bir altın cevherinin siyanürleme işleminde nasıl davranacağı önceden belirlenebildiği gibi sonuçların olumsuz olması durumunda da bunun sebepleri ve çözümü de bulunabilir. Sonuçlar olumlu bile olsa daha ekonomik ve daha çevre dostu bir yöntem olan gravite ayırmasının bir alternatif olup olmayacağına karar vermede bir fikir verebilir.

2 MATERYAL VE YÖNTEM

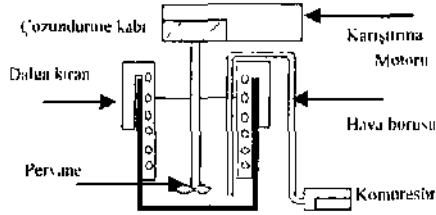
Deneylerde kullanılan numuneler. Mastra (Gümüşhane) altın yatağının hazırlık galerisinden ve Kaletaş (Gümüşhane) altın yatağının silisli damar zonundan yaklaşık 150'şer kg olarak alınmıştır. Mineralojik inceleme için numuneler ayrıldıktan sonra tüm örnekler çeneli ve merdaneli kırıcı ile 4mm boyut altına kırılmıştır. Harmanlama ve bölme ile deneylerde kullanılmak üzere numuneler paketlenmiştir. Deneylerde öğütme çubuklu değirmende gerçekleştirilmiştir, öğütme işlemleri: 1 kg örnek %30 bilya şarjı ile 51 dev/dk dönme hızında gerçekleştirilmiştir. 40 dk öğütme sonunda Kaletaş örneğinin % 87.66'ı -75fi olacak şekilde ve Mastra Örneği ise % 81.06'sı -75^ olacak şekilde öğütülmüştür (Tablo 2). Komple kimyasal analü ve XRD analizi için örnekler ayrılmıştır.

Tablo 2 4U dk öğütme sonrası tane boyut dağılımı

Boyut (mikron)	Miktar! (%)		I Elek altı %	
	Masını	Kaletaş	Mastra	Kaletaş
+ ISO	0.69	0.69	—	—
-150+ m	5.33	3.07	yy. 32	99.31
-106+71	12.50	5.58	93.98	96.24
-75+53	15.50	10.04	81.08	87.66
-13+45	4.55	3.55	65.58	77.62
-45+38	7.10	4.43	61.03	74.07
-Mi	53.90	69.61	5.393	69.66
Tcipleaıı	100(H)	100.00	—	—

Mineralojik araştırmalar için seçilen parçalardan ince kesil ve parlak kesitler hazırlanmıştır. Bu kesitler optik mikroskop ve cevher mikroskobu ile detaylı olarak incelenmiştir. Çalışmalar yağlı ortamda Leitz Wetzlar 1432 mikroskop altında gerçekleştirilmiştir.

Liç testleri farklı öğütme süreleri sonrasında siyanürle yapılmıştır. Farklı öğütme süreleri sonunda öğütülen malzemenin 75 mikron altına geçen miktar elek analizleri ile belirlenmiştir. Deneyler DENVER D-12 boyutundaki laboratuvar tipi bir karıştırıcıda 1100 dev/dk karıştırma hızında 24 saatlik süreler için gerçekleştirilmiştir (Şekil 2). Çözelti pH'sı sodyum hidroksit (NaOH) kullanılarak 10-10,5 aralığında tutulmuş, NaCN konsantrasyonu 1.5 gr/lit olarak ayarlanmıştır. 1. 3. 7. 11. 15 ve 24. saatlerde sıvıdan NaCN tayin yapılarak azalan miktar tamamlanmıştır.



Şekil 2 Karıştırmalı liç deney düzeneği

Deney sonunda katı ve sıvıdan Au analizleri yapılmıştır. Liç kinetiğini takip etmek için ayrı bir deneyde belli süre aralıklarında (1. 2. 4. 8. 16 ve 24. saat) sıvı örnekler alınarak NaCN ve Au analizleri yapılmıştır. Kaletaş cevheri için 500°C'de kavurma sonrası liç deneyi de yapılmıştır.

Örneklerin komple kimyasal analizleri Acme Analytical Laboratories laboratuvarında ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectroscopy) ve NAA (Neutron Activation Analysis) yöntemleriyle yapılmıştır (Tablo 3).

Katı malzemeden Au analizleri kral suyu ile çözeltiye alındıktan sonra MIBK fazına yüklenerek AAS (Atomik Adsorbsiyon Spektrofotometre) ile analiz edilmiştir. Çözeltiden Au analizi de HCl ile asillendirme sonrası MIBK fazına yükleme sonrasında AAS ile analiz edilmiştir. CN miktarı Rodanin indikatörü altında AgNO₃ tırlasyonu ile yapılmıştır (Van Loon. 1989. Varma. 1988).

Örneğin XRD mineralojik analizi Rigakı D/max-IIIC marka X-Ray difraktometre ile yapılmıştır. Kaleiaş cevher örneğinin XRD difraktogram incelemesi, örneğin bol miktarda kuvars ve kalsitten oluştuğunu, az miktarlarda orpiment ve piritin bulunduğunu göstermektedir. Masra cevherinde ise cevherin büyük bir kısmı kuvarstan oluşmakta ve bol miktarda pirit bulunmaktadır.

3 DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1 Kimyasal Analiz

Analizler incelendiğinde iki cevher arasında belirgin farklılıklar vardır. Masra cevherinin daha fazla silisli olduğu. Au ve baz metallerce daha zengin olduğu buna karşılık Kaletaş cevherinin önemli miktarda karbonat mineralleri ve organik C içerdiği: Sb ve As bakımından daha zengindir.

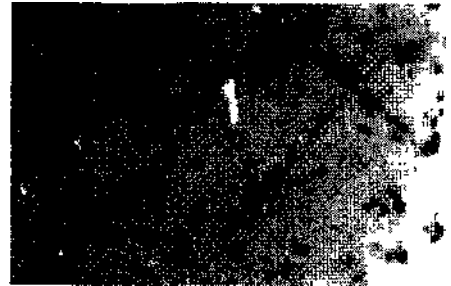
Tablo 3. Örneklerin kimyasal bileşik ve element içerikleri

Bileşik	İçerik(%)		Elem.	İçerik(ppm)	
	Kaleiaş	Mostra		Kaletaş	Masını
SiO ₂	54.89	86.12	Au	6.8	26.0
Al ₂ O ₃	4.88	1.16	An	1.2	8.6
Pi-O ₂	2.18	5.47	Mo	7.0	2.10
O ₂	17.85	0.11	Cu	2X1.0	35.10
MM	0.10	0.01	Pb	35J.0	.7)1.0
Na-Ü	1.09	0.02	Zn	242.0	26.11.0
K ₂ O	0.14	0.16	Ni	46.0	j yy o
TiO ₂	0.09	0.10	As	50100.0	824.0
P ₂ O ₅	0.52	0.04	Cd	2.1	21.6
MnO	0.01	0.01	Sb	101.9	11.8
Cr ₂ O ₃	0.02	0.07	Ga	3.3	9.0
LOI	16.10	1.40	Li	6.6	1.0
Tor. S	0.25	4.12	V	42.0	54.0
Top. C	1.75	0.06	Co	16.1	14.1
Or. C	0.18		Sr	22.1.7	34.4
Toplam	97.52	W. 27	Zr	17.9	18.5

3.2 Minerotjik İncelemeler

Mastra allın yatağı Eosen yaşlı volkanitler içinde yer alır. Cevher minerali olarak baz metal sülfürlere ilaveten nabit altın ve elektrik gang mineralleri olarak kuvars, barit ve karbonatlar bulunmaktadır.

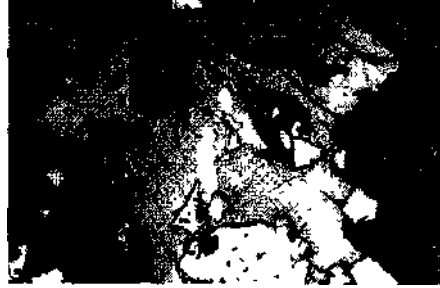
Örneklerin incelemesi sonucunda cevher minerali olarak allın pirit, kalkopirit. galen ve sfalerit ve gang minerali olarak da kuvars tespit edilmiştir (Şekil 3). Sülfür mineralleri genelde birlikte bulunmakta ve katalitik dokular oluşturmaktadırlar (Şekil 3,b,d,f).



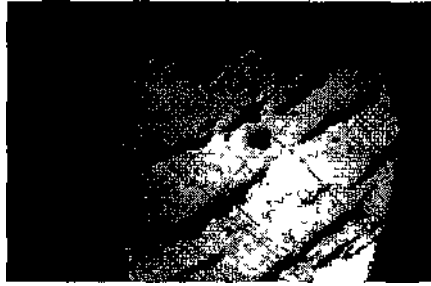
Şekil 3. a Staleril içerisinde altın kapanım(20jım)

Piritler; çoğunlukla çok farklı boyut aralığında öz şekilsiz saçınımlı taneler zaman zaman yarı öz şekilli laneler şeklinde görülmektedir. Yer yer kırıklı bir yapıda olup konsantrik dokular göstermektedir. Kalkopirit içinde kapanım halinde bulunmaktadır.

Staleru tanelen genelde içerisinde kalkopiri kapanımları bulundurmaktadır. Kalkopirite İni bo >utlu altın kapanımları eşlik etmektedir (Şekil 3.,t)



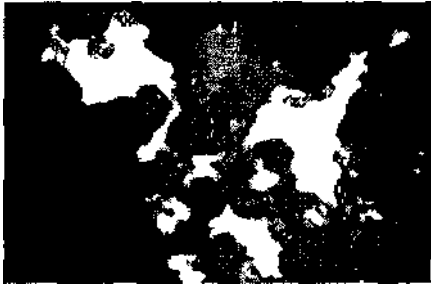
Şekil 3 b Galen içinde 80 µm'lık altın ianeleri



Şekil 3 e Galen içerisinde küre şekilli altın uilesi

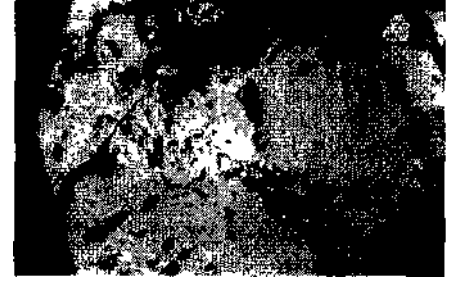


Şekil 3. d Kalkopirite ve piritte birlikte bulunan kuvars içinde 231 µm boyutunda altın taneleri



Şekil 3 e Kuvars içinde 200 µm'luk altın taneleri

Allın taneleri 0-300 mikron arası boyut aralığında bitün cevher mineralleri ile birlikte ve bazen onların içerisinde kapanımlar halinde bulunmaktadır (Şekil 3.a.b.c.d.e-0 Allın genelde nabil olarak nadiren eleclium olarak bulunmaktadır. Kuvars içinde butun boyutlarda nabil altın ianeleri bulunmaktadır (Şekil *.c) Allın tanelerinin ortalama boyutu 30 µm'dur

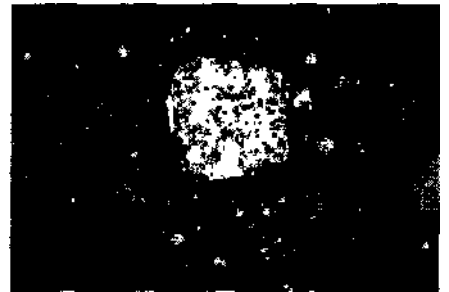


Şekil 3. ! Kalkopirite içerisinde piritte birlikte kapanım halinde bulunan altın taneleri (70 µm)

Kaletaş altın sabasında 3.31 gr/ton Au lenorlu 116.000 lon görünür. 3.37 gr/ton Au lenorlu 246.000 muhtemel olmak üzere 362.000 ton (damar+ağsal) toplam rezervi bulunmaktadır. Mumkun rezerv 3.27 gr/ton Au lenörül 400.000 londur

Kaletaş altın cevherleşmesi, oldukça yumuşak, kırık, çatlaklı, kolaylıkla eriyebilen karbonatlı kayaç parçalan ve organik madde içeren tüfitler içerisinde, tay ve kırık zonları gibi süreksizlikler boyunca uzanan silis merceklerinde yer alır Başlıca orpiment, realgar, nabil kukurt ve pim içeren bu merceklerin allın içeriği 0.05-23 5 gr/ton arasında değişmektedir (Tüysüz & dİğ.. 1994).

Örneğin incelemesi sonucunda cevher mineiaş olarak altın (çok ince taneli), pirit, realgar, orpiment, markasit ve nabil kukürt, gang minerali olarak da kuvars tespit edilmiştir (Şekil 4 a. b. e). Piritler, çoğunlukla 3-75 mikron boyutunda öz şekilsiz saçınımlı ianeler halinde, az oranda da 200 mikron boyutunda yarı özşekilli taneler şeklinde göiilmektedir. Yer yer kırık bir yapıda olup konsantrik dokular göstermektedir (Şekil 4.a).



Şekil 4, a Yarı özşekilli pimler (140-200 µm)

Kayacın şallak ve bokluklarına yerleşmiş olan orpiment genelde ve büyük çoğunlukla realgarla birlikte serbest olarak bulunur durumda bulunmaktadır. Yer yer kolloform yapı göstermektedir (Şekil 4.c)

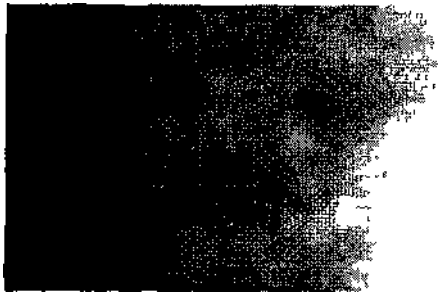
Orpimentten sonra en sık rastlanan cevher minerali lealeardır. Boşluklarda orpimentle birlikte boşluk dolgusu olarak bulunmaktadır. Yer yer orpiment tarafından örtülmüştür (Şekil 5,b).



Şekil 4 b Kuvars matris içinde Realgar kristali



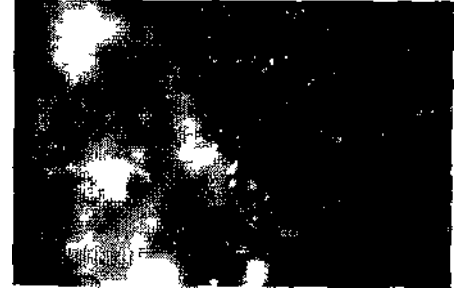
Şekil 4 t Kuvars matris içinde Orpiment kristali



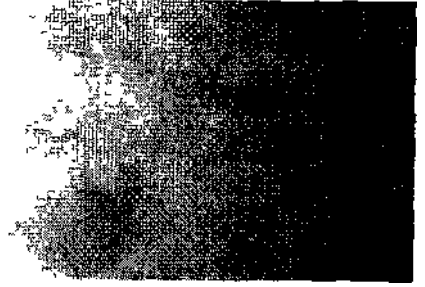
Şekil 4 c Kuvars gangü içinde siyah renkli organik malzeme

Kayaç içerisinde yer yer koloidal yapıda ve çeşitli boyutlarda organik materyal olduğu düşünülen ianeler bulunmaktadır (Şekil 4.d)

Altın ianeleri çok fazla görülememektedir. Bulunan taneler de oldukça küçük boyutlu ve çoğunlukla elektrik şeklindedir (Şekil 4.e.1).



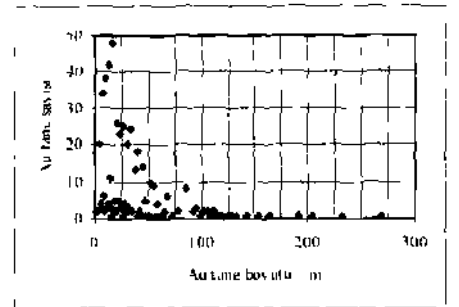
Şekil 4 e Silisli ortam içinde altın tanesi (20 um)



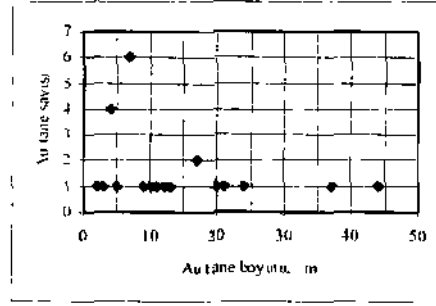
Şekil 4 f Silisli ortam içinde elektrik altın tanesi (7um)

Minerolojik inceleme sırasında gözlemlenen altın tanelerinin boyutları ve sayıları iki cevherin karşılaştırılması için bir parametre olabilir. Masıra cevherinde bulunan altın ianeleri Kaletaş cevheri ile karşılaştırıldığında daha iri boyutlarda ve daha fazla sayıda bulunmaktadır (Şekil 5,6).

Minerolojik incelemeler sırasında gözlemlenen altın tanelerinin ortalama tane boyutu Masıra cevheri için 30 mikron olarak bulunmuştur. Kaletaş için ortalama altın iane boyutu 12 mikron değerindedir. Bu değerler sadece incelenen kesitleri temsil etmesine rağmen diğer sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Kesitler üzerinde görülen tanelerin ölçülen boyutları eğer iyi örnekleme ve doğru kesit hazırlama gerçekleştiriliyorsa malzeme içinde bulunan altın tanelerinin boyutları hakkında doğru veriler verebilecektir!



Şekil 5 Masıra cevherinde altın ianelerinin boyutları ve sayısı

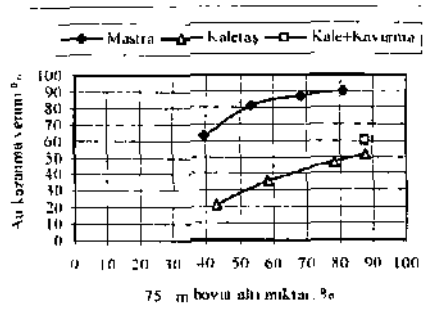


Şekil 7 Kaletaş cevheri altın tanelerinin boyutları ve sayısı

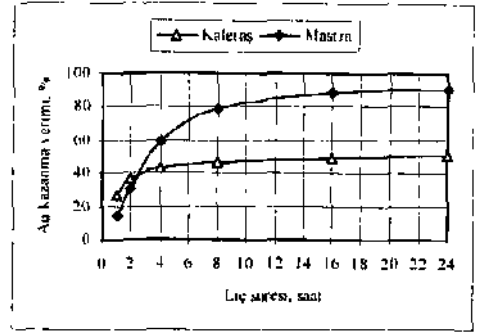
3.3 NaCN üç Test Sonuçları

Cevher örnekleri ile yapılan siyanürleme testlerinin sonuçları Şekil 7'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi 75 mm altına geçen malzeme miktarı artışı ile mastra cevherinin altın kazanımı artmaktadır. Mastra cevherinin %80'i 75 mikron altına öğütüldüğü durumda %90'ın üzerinde altın kazanımına ulaşılmaktadır. Kaletaş cevherinde ise aynı boyuta öğütme sonrasında ancak %50'lik bir altın kazanımına ulaşılabilmektedir. Bu durum mineralojik incelemede elde edilen sonuçlarla paraleldir. Yani altın tanelerinin çok küçük olması altın kazanımını düşürmektedir.

Mastra cevherinde ilk 8 saat içinde altının %80'i çözüme alınmakla, diğer 16 saat içinde %90 verim değerlerinin üzerine çıkmaktadır. Kaletaş cevherinde ise ilk 2 saat içinde daha yüksek altın kazanımı elde edilmesine rağmen 8. saatle %46 altın kazanma verimi ve 24. saatte %51 altın kazanım gerçekleşmektedir. Kaletaş cevherinde bulunan altın tanelerinin çok küçük olması; ilk zamanlarda yüzey alanının yüksek olması nedeniyle çözünmenin hızlı gerçekleşmesine neden olmaktadır. Tane boyutunun küçük olması ve serbest yüzeyi oluşturulamayan altın tanelerinin varlığı nedeniyle son altın kazanımını düşük olmuştur (Şekil 8).



Şekil 7 Mastra ve kaletaş cevherinin öğütme tane boyutu ile altın kazanım miktarının değişimi



Şekil 8. Altın kazanımının zamana göre değişimi

NaCN çözündürme deney sonuçları göz önüne alındığında Mastra cevherinin "free milling" bir alim cevheri olduğu söylenebilir. Kaletaş cevheri ise kimyasal ve mineralojik inceleme sonuçlarından da beklendiği gibi siyanür çözündürmesi sonuçlarına göre "refrakter" tipte bir altın cevheri olarak adlandırılabilir. Elde edilen bu sonuçlara göre her iki cevher için farklı zenginleştirme prosedürleri son bölümde tartışılmaktadır.

4 SONUÇ VE ÖNERİLER

Gümüşhane civarında bulunan iki farklı cevher yalağı üzerine yapılan analiz, mineralojik inceleme ve siyanürle çözündürme sonucunda elde edilen sonuçlara göre şu değerlendirmeler yapılabilir:

- ✓ Kimyasal analiz sonuçlarına göre; Mastra cevherinin daha yüksek altın tenörüne sahip olması ve daha yüksek oranlarda kuvarstan oluşması altın kazanımının kolay olmasını gerektirmektedir. Ancak baz metal sülfürlerinin daha fazla oranda bulunmaları altın tanelerinin kapanım halde bulunması durumunda kazanımın azalmasına ve siyanürle işlemede daha fazla siyanür sarfiyatına sebep olabilmektedir. Kaletaş cevherinde ise daha fazla organik karbon ve arsenik içeriği ile altın kazanımının daha zor olması ve siyanür sarfiyatının yüksek olmasını gerektirmektedir.
- ✓ Mineralojik inceleme sonuçlarına göre; Mastra cevherinde altın tanelerinin büyük boyutlarda ve nabit olarak büyük bir oranda kuvarsta içinde serbest olarak bulunması siyanür için iri tane boyutlarında dahi yüksek verimlerle gerçekleşebileceğini göstermektedir. Bu aynı zamanda Mastra cevherinin ön gravite zenginleşmesine de olumlu cevap verebilmesini önermektedir. Bu şekilde daha ekonomik ve daha sorunsuz bir kazanım sözkonusu olabilecektir. Kaletaş cevherinde ise altın tanelerinin çok küçük boyutlarda ve elektrum olarak bulunmaları refrakter bir özellik

kazandırmakta ve reirakter cevherleri; uygulanan ün işemlerin (oksitleme veya lloasyon) uygulanması serektirmektedir (Laplante & diğ., 1995).

- ✓ Siyanür ile çözüldürme deneyler sonucunda Mastra cevherinden %90. kaletaş cevherinden ise %5() oranında gerçekleşen allın kazanım \erimleri ilk iki aşamada çıkartılan sonuçları doğrular niteliktedir. Kimyasal ve mineralojik incelemeler siyanürleme işleminin olası sonuçlarını doğru olarak belirleyebilmiştir.
 - ✓ Tüm çalışmalar sonucunda: masra cevherinin uygun bir gravite ayırıcısı ile ön zenginleştirme uygulanması, kaletaş cevherinde ise ret'rakler cevherlere uygulanan oksitleme+liç veya lloasyon+liç seçeneklerinin araştırı İmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır.
- Mastra cevheri ile ön gravite zenginleştirme sonrası yapılacak liç ile ve kaletaş cevherinin çeşitli oksitleme işlemleri ve flotasyon işlemleri sonrasında yapılacak siyanür liçi çalışmaları planlanmış olup çalışmalar devam etmektedir.

TEŞEKKÜR

Ya/arlar, bu araştırmayı finalisai olarak desteklediği için Karadeniz Teknik Üniversitesi Araştırma Fonu Say-manlığına teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- DPT. 2001. VIII Beşyılık Kalkınma Planı. Madencilik Ö.İ K Raporu. Metal Madenler Alı Komisyonu. Değerli Metaller Çalışına Gurubu Raporu. Ankara
- Gupta. CK.. Mukherjee. T.K.. 200ü. Hydrometellurgy m Extraction Processes. Volume li. Ph.D
- La Brooy. S.R.. Linge. H.G . Walker. CS., 1994. Review of Gold Extraction from Ores. Peigainon
- Laplantı'A.R.. Woodcock. K. Noaparast. M. 1995. Predicting Graviiy Separation Gold Recoveries. Minerals and Metllurgical Processing J.. 5. p. 74-7V.
- Peiruk. W.. 1989. Receni Progress in Minerological Investigations Reluied to Gold Recovery. CİM Bulletin. Vol. 32. No. 931..17-.19.
- Roshan. B.B.. 1990. Hydrometailuvgical Processing of Precious Metal Ores. Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review. Vol.6.pp.67-80
- Ruhisov, D.H.. Pupengelakis. V.G.. Kondos. P.D.. 1996. Fundamental Kinetic Models for Gold Ore Cyanide Leaching. Canadian Metallurgical Quarterly. Vol. 15. No.4..153-361. Elsevier
- Tüysüz. N. Er. M.. Yılmaz. Z. Akıncı. S. 1995. Geology Mineralogy and Altérai inn or the Mastra Gold-Silver Deposit. Gümüşhane. J Of Earth Sciences.4. Tubitak. II-21.
- Tüysüz, N., Özdoğan. K . Er. M.. Yılmaz. Z . Ağan. A . 1994. Pontid Adayayı'nda Carlin Tipi Kaletaş (Gümüşhane) Altın Zuhuru. Türkiye Jeoloji Bülteni. 37. 41-46.
- Van Lnon. J.C.. Barefoot. R.R.. 1989. Analytical Methods for Geochemiical Exploration, Akademie Press. Toronto.
- Vanna. A.. 1988. CRC Handbook of Atomic Absorption Analysis. Vol. 2. Naval Air Development Center. Pennsylvania.

