

KÜTAHYA 100. YIL GÜMÜŞ TESİSLERİNİN
KIRMA ve ELEME ÜNİTESİNİN İNCELENEREK
ALTERNATİF AKIM ŞEMASININ OLUŞTURULMASI

Kerim B E N D E R

Yüksek Lisans Tezi

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

1993

KÜTAHYA 100. YIL GÜMÜŞ TESİSLERİNİN KIRMA
VE ELEME ÜNİTESİNİN İNCELENEREK
ALTERNATİF AKIM ŞEMASININ OLUŞTURULMASI

Kerim B E N D E R ,

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Maden Mühendisliği Anabilim Dalında
" YÜKSEK LİSANS TEZİ "
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Muammer KAYA

ŞUBAT 1993

Kerim BENDER' in YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırladığı " Kütahya 100. Yıl Gümüş Tesisleri'nin Kıрма ve Eleme ünitesinin incelenerek Alternatif Akım Şeması'nın oluşturulması " başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

.15../.02 /1993

Üye : Yrd.Doç.Dr. Muhammed Kaya

Üye : Prof. Dr. Rifat BOZKURT

Üye : Doç.Dr. Hüseyin Özalp

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun **17. ŞUBAT** 1993
gün ve **341-7**. sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Rüstem KAYA

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu çalışmada, Kütahya 100. Yıl Gümüş Tesislerine ait cevher numuneleri üzerinde, cevher bünyesinde varolan ve Kırma-Elene ünitesinde sorun yaratan killi malzemenin yıkılarak dağıtılması amaçlanmıştır.

Bu amaçla Kütahya 100. Yıl Gümüş Tesislerinden alınan ve konileme-dörtleme yöntemiyle azaltılan numuneden temsili bir bölümü ile yağ ve kuru elek analizleri yapılarak tüvenan cevherin boyut dağılımı incelenmiştir.

Killi bir yapıya sahip olan Gümüşköy tüvenan cevherinde killi malzemenin yarattığı sorunları ortadan kaldırmak amacıyla aktarma tamburu ile değişik deneyler yapılmıştır. Deneyler sırasında tambur devri, pülpte katı oranı sabit tutulmuş buna karşılık yıkama süreleri değişken parametre olarak incelenmiştir.

Sonuçta, en uygun koşulun kuru numune ile 10 dakika süreli aktarma tamburu deneyi olacağı tesbit edilmiştir. Yıkama deneyleri sonrası kırma ve eleme işlemlerinin kolay olduğu gözlenmiş ve alternatif bir akım şeması oluşturulmuştur.

SUMMARY

The objective of this study was to get rid of the clay content of the Kütahya 100. yıl gümüş plant ore by washing. The clay content in the structure of the ore creates problems in crushing and screening.

The ore samples taken from the plant were first wet and dry screened and analyzed for Ag. A stainless-steel washing drum was constructed and used in batch tests. Drum rotation and solid content were kept constant during the tests.

Two types of samples were used in the tests: run-of-mine ore (as received) and washed ore (waited 24 hrs in water). The effect of washing time on size-by-size clay removal was determined. An alternative flow-sheet was designed based on the results obtained.

TEŞEKKÜR SUNUSU

Öğrenim hayatım boyunca büyük bir sabır ve titizlik gösteren aileme şükran duygularımı sunarım.

Yüksek öğrenimim süresince oldukça çok konuda yardım ve ilgisini unutamayacağım, bu bitirme tezinin hazırlanmasında da beni değerli bilgi ve tecrübeleriyle yönlendiren danışmanım Yrd.Doç.Dr. Muammer KAYA'ya Yüksek öğrenimim süresince bilgilerinden faydalandığım değerli hocam Doç.Dr. Hüseyin ÖZDAĞ'a teşekkürü bir borç bilirim.

100. Yıl Gümüş Tesislerinde bulunduğum süre içinde bana hertürlü kolaylığı sağlayan tesis müdürü sayın İsmet SIVRIOĞLU'na Müdür Yardımcısı Sayın Refik APUL'a, Sayın Yük. Müh. Selim KAÇMAZ'a, Sayın Yük. Müh. Feridun AKYOL'a, Deneysel çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen 100. Yıl Gümüş Tesisleri kimya labratuvarı çalışanlarına yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Saygılarımla

Kerim BENDER

İÇİNDEKİLER

	<u>sayfa</u>
ÖZET.....	iv
SUMMARY.....	v
TEŞEKKÜR SUNUSU.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	
TABLolar DİZİNİ.....	
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Gümüş'ün Tanımı ve Özellikleri.....	2
2.1.1. Fiziksel Özellikleri.....	2
2.1.2. Kimyasal Özellikleri.....	2
2.1.3. Minerolojik Özellikleri.....	3
2.2. Gümüş Yatakları.....	3
2.2.1. Dünyadaki gümüş yatakları.....	3
2.2.2. Türkiye'deki gümüş yatakları.....	7
2.3. Gümüş Üretimi ve Tüketimi.....	10
2.3.1. Dünyadaki üretim ve tüketimi.....	10
2.3.2. Türkiye'deki üretim ve tüketimi.....	17
2.4. Gümüş'ün Kullanım Alanları.....	19
2.5. Üretim Teknolojisi.....	19
3. TESİS HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	22
3.1. Coğrafi Konum.....	22
3.2. Tarihçe.....	24
3.3. Jeoloji.....	24
3.3.1. Stratigrafik istif ve litoloji özellik leri.....	24
3.3.2. Tektonizma.....	25
3.3.3. Maden Sahasının rezerv ve tenör dağılımı.....	27
3.3.4. Maden yatağının tipi ve yapısı.....	27
3.4. İşletme Metodu.....	29
3.5. Zenginleştirme Tesisi Hakkında Bilgiler.....	31
3.5.1. Kıрма eleme ünitesi.....	31

	<u>Sayfa</u>
3.5.2. Öğütme ünitesi.....	34
3.5.3. Çözündürme ünitesi.....	36
3.5.4. Sıvı - Katı ayırma ünitesi.....	38
3.5.5. İncefiltrasyon ve çöktürme.....	42
3.5.6. İzabe - elektroliz ünitesi.....	46
4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	48
4.1. Numunenin Alınışı.....	48
4.2. Numunenin Tanımlama Analizleri.....	48
4.2.1. Mineralojik analizler.....	48
4.2.2. Tam kimyasal analizler.....	49
4.3. Zenginleştirme Çalışmaları.....	49
4.3.1. Boyut dağılımı.....	51
4.3.2. Yıkama deneyleri.....	51
5. SONUÇLARIN İRDELENMESİ.....	63
5.1. Üretilen Alternatifli Akım Şeması.....	65
6. SONUÇLAR.....	65
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

2.1.	Türkiye'de Yıllara Göre Gümüş Üretimi.....	18
3.1.	Çalışma Sahasının Coğrafi Konum Haritası.....	23
3.2.	Aktepe Madeni (Kütahya) Stratigrafik klan kesiti.	26
3.3.	Beş Farklı Tip cevherinin Rezerv içindeki (%) de dağılımı.....	28
3.4.	100. Yıl Gümüş Madeni İşletmesi Akım Şeması.....	33
3.5.	Kırma - Eleme Ünitesi Akım şeması.....	35
3.6.	Öğütme ünitesi Akım şeması.....	37
3.7.	Çözündürme ünitesi Akım şeması.....	39
3.8.	Sıvı - katı Ayırma ünitesi Akım şeması.....	41
3.9.	Çöktürme ünitesi Akım şeması.....	44
3.10.	İnce filtreleme ve Hava Alma Ünitesi.....	45
4.1.	Kümülatif Elek Altı Eğrileri (yaş - kuru).....	55
4.2.	Deney 1, 2'nin kümülatif Elek Altı Eğrileri.....	60
4.3.	Deney 3, 4'ün kümülatif Elek Altı Eğrileri.....	61
4.4.	Deney sonuçlarının Parça Boyutuna Göre Ag Tenörleri.....	62
5.1.	Alternatif Akım şeması.....	66

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
2.1. Türkiye Gümüş Rezervleri.....	9
2.2. Dünya Gümüş Rezervleri ve Potansiyeli.....	11
2.3. Dünya Gümüş Rezervi ve Üretimleri.....	12
2.4. Batılı Ükelere Göre Rafine Gümüş Üretimi.....	13
2.5. Batılı Ükelere Göre Gümüş Tüketimi.....	15
2.6. Batılı Ükelere Göre Gümüş Arz/Talep Dengesi.....	15
2.7. Dünyada Gümüş fiyatları.....	16
2.8. Türkiye'deki Gümüş Üretimi.....	18
3.1. Her farklı Tip Rezerv içindeki miktarı ve Tenör değerleri.....	28
3.2. Aktepe Maden Sahasındaki Cevher Mineralleri.....	30
3.3. Açık İşletmede Bulunan Araçların Özellikleri.....	32
3.4. Zenginleştirme Tesislerinde kullanılan Makina Ekipmanları Hakkında Bilgi.....	47
4.1. Gümüşköy Cevheri Kimyasal Analizi.....	50
4.2. Kuru Elek Analizi Boyut Dağılımı Sonuçları.....	53
4.3. Yaş Elek Analizi Boyut Dağılımı Sonuçları.....	54
4.4. Deney 1'in Elek Analizi Boyut Dağılımı ve Gümüş Tenörleri.....	56
4.5. Deney 2'nin Elek Analizi Boyut Dağılımı ve Gümüş Tenörleri.....	57
4.6. Deney 3'ün Elek Analizi Boyut Dağılımı ve Gümüş Tenörleri.....	58
4.7. Deney 4'ünElek Analizi Boyut Dağılımı ve Gümüş Tenörleri.....	59
5.1. (30,5,0.074)mm Boyutlarındaki Malzeme Miktarı....	64
6.1. Tesiste Yardımcı Malzeme Tüketimi.....	68

I. GİRİŞ

Yurdumuzda ilk defa, gümüş cevherinin işlenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla son derece modern teknolojiden de yararlanılarak kurulan Kütahya 100. Yıl Gümüş Tesislerinde Kıрма - Eleme ünitesi, cevherden ileri gelen sorunlar nedeniyle bir türlü beklenen sonuca ulaşamamıştır.

Kütahya 100. Yıl Gümüş Tesisleri, hem gümüş cevherinin işlenerek % 99.9 kalitesinde külçe gümüş üretiminin gerçekleştirildiği çeşitli ünitelerden oluşmaktadır. Bu üniteler kıрма - eleme ünitesi, öğütme ünitesi, çözündürme ünitesi, sıvı katı ayırma ünitesi, ince filtreleme ünitesi ve izabe - elektroliz ünitesi'dir. Cevherden ileri gelen sorunlar nedeniyle kıрма - eleme ünitesi tam kapasite ile çalışmamaktadır. Bu nedenle de gümüş üretimi istenilenin çok çok altındadır. Normal şartlarda Kıрма - Eleme ünitesi haftada yedi gün ve günde iki vardiya çalışacak şekilde projelendirilmiştir. Kapasitesi 3360 ton/gündür. 1988 yılında yaz aylarında günde üç vardiyada 700 - 1000 ton/gün, kış aylarında da 150 - 350 ton/gün kapasitede çalışabilmektedir.

Bazı cevher, oluşumlarına ve içerdikleri minarellerin yapısal özelliklerine göre sınıflandırma ile zenginleştirilebilirler. Dağıtma ve yıkama ile zenginleştirilmeye uygun malzeme yumrulu oluşumlu çimentolu ve tane yüzeyi kil ve demir oksitlerle kaplanmış, sedimanter ve plaser kökenli cevherlerdir. Bu tip cevherlerin yıkama ve boyuta göre sınıflandırma sonucu killi kısımların uzaklaştırılmasıyla kırıcı makinelerin, eleklerin filtrelerin tıkanması flotasyon ve liç işlemlerinde fazla reaktif sarfı önlemektedir.

Bu çalışmada Aktarma Tamburu deneyleri yapılarak Kıрма Eleme ünitesinde cevherden dolayı oluşan sorun giderilmeye çalışılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.Gümüş'ün Tanımı ve Özellikleri

Gümüş, gerek süs esyası oluşu gerekse soymetal oluşu nedeniyle, korozyona mukavemeti, doğada serbest halde bulunması özelliklerinden dolayı insanoğlunun tanıdığı ilk metallerden biridir. M.Ö. 3000 yılına ait Ur krallarının mezarlarında gümüş bulunması bunu göstermektedir.

Altın ile birlikte simyacılar araştırmaları konusu olmuştur. Bunlar, gümüş ile Ay'ın rengi ve parlaklığı arasındaki benzerlik dolayısıyla; gümüş'ü "Ay Madeni" veya "Diana Madeni" diye adlandırmışlardır.

Bugün doğada serbest metal olarak bulunması çok azalmış olan gümüş, genel olarak bileşikler halinde bulunmaktadır. Tüm bileşiklerinde 1^+ ve nadiren 2^+ değeri alır. En önemli Gümüş bileşikleridir Höljenürlerdir. Bunlar kristal yapıları katılardır ($AgCl$, AgF , $AgBr$ + AgI).

2. 1.1.Fiziksel Özellikleri

Bütün metallerin en beyaz olan gümüş, kırmızı bir metalik parlaklığa sahiptir. Saf halde iken çok yumuşak, ısı ve elektrik iletkenliği en yüksek olan bir metaldir.

Pürüzlü bir kırıklık gösterir, dilinimi yoktur. Sertliği 2.5; yoğunluğu $10.1 - 11.1 \text{ g/cm}^3$ 'dür. Platinden, düşük sertliği ve yoğunluğu ile ayrılır. Altın hariç tüm metallerin en dövülebilir ve çekilebilir özellikte olanıdır. Bu nedenle tel ve levha haline gelebilir, kolaylıkla işlenebilir.

Rengi; yeni kırılmış yüzeylerinde gümüş beyazı, çoğunlukla alacalı siyahtır. Çizgi rengi metaliktir.

2. 1.2 Kimyasal Özellikleri

Elementlerin periyodik cetvelinde 1 B grubunda yer alan gümüş'ün Atom numarası : 47, Atom ağırlığı : 107,87 Erime

Noktası 960,5°C, Kaynama Noktası : 2000°C 'dir.

Okside olmaz. Kimya endüstrisinde gümüş, amonyak, sodyum hidroksit, asetik asit, sitrik asit ve diğer kimyasal maddelerin etkisine karşı yüksek dayanım göstermesiyle bilinir. Üfleçte erir, HNO₃ 'de çözünür.

Au ve Cu içerir. % 10'dan fazla Au, Ag içinde katı çözeltili halinde bulunabilir.

2.1.3 Minerolojik özellikleri

Kübik, 4/m, 32/m Düzgün kristal şekilleri nadirdir. Kristallerde en fazla (100), (111) yüzlerine rastlanır. Dal seklinde, düzensiz levhalar, pullar, teller halinde ve en çok düzgün olmayan taneler ve külçeler halinde bulunur. (111) üzerine ikizleri görülür.

2.2. Gümüş Yatakları

2.2.1 Dünyadaki gümüş yatakları

Dünyadaki gümüş yatak tipini iki ana grup altında toplamak mümkündür.

A - Ana ürünü gümüş olan maden yatakları

B - Yan ürünü gümüş olan maden yatakları

Dünya gümüş üretiminin ancak %25'ini ana ürün olarak gümüşe yönelik yataklar, %75'ini ise yan ürün olarak elde edilen yataklar oluşturmaktadır.

A - Ana ürünü gümüş olan maden yatakları

Bu tür yataklar özellikle eski zamanlarda, gümüşün para birimi olarak kullanıldığı dönemlerde, çok yoğun bir madencilığe sahne olmuştur. Yüzeğe yakınlığına göre sınıflandırılabilirler.

a - Epitermal Au - Ag Yatakları (Comstock/ Nevada Tipi)

Subvolkanik bacalar veya volkanik lav ve tüfler içinde damar cevherleşmiş ezik zonlar ve saçılmış yapılar halinde bulunabilirler. Çoğunlukla asidik ve nötr karakterli

volkanitlerde görülürler. Bu yatakların çoğunda serbest altın, altın tellürit ve selenitler baskındır. Bazılarında ise serbest gümüş, gümüş mineralleri ve gümüş kapsayan bakır - kurşun - çinko ve antimuan sülfidler öne geçer. Gang mineralleri, kuvars, barit ve kalsit olabilmektedir. Gümüşün tenör dağılımı, 30 g/t ile 1 - 2 g/t arasında değişir.

b - Epitermal Gümüş Yatakları (Meksika Tipi)

Bir önce bahsedilen gümüş yatakları tipinin özel şeklidir. Burada ön plana gümüş mineralleri geçmiştir. Altın yan ürün olarak elde edilir. Çoğunlukla volkanik kayalara bağlı damarlar biçimindedirler. Damar mineralleri kuvars, kalsedon, opal, kalsit, rodokrasit veya zeolit olabilir. Gümüş, altından 140 ila 400 kat daha fazladır.

Meksika dünyanın en zengin gümüş yataklarına sahiptir. Genelde bu tip epitermal gümüş damarları yüzyıllardan beri işletilmektedir. St. Louis Potosi Hidalgo Nötr Volkanitler içinde yer alan ünlü Meksika yataklarıdır.

c - Kurşun - Gümüş - Çinko - Yatakları

Gümüşçe zengin kurşun - çinko damarları biçimindedir. Derinlik kayaçlarına veya subvolkanik kayalara bağlı olarak meydana gelebilirler. Çok çeşitli gümüş mineralleri yanında kurşun - çinko ve bakırın sülfid veya sülfat tuzlarını da kapsayabilirler. Gang minerallerine göre çeşitli alt tiplere ayrılabilirler; başlıca gang mineralleri; kuvars; siderit, fluorit, barit, kalsit ve rodokrosittir. Gümüş bu yatakların kimisinde ana kimisinde ise yan ürün olarak üretilebilir.

Güney Amerika'nın en büyük gümüş yataklarından sayılan Pulacago Boliviya bu tipe girer. Idaho/ABD'deki Cerrillos'da da bu tipe sokabiliriz. Bu yöreden 1968 yılına kadar 25000 ton gümüş üretilmiş, bazı ocaklar 2700m derine ulaşmıştır. Cevher 750 g/t Ag, %0,75 Cu ve toplam % 10 - 12 Kurşun ve Çinko içerir. Güney Amerika'nın diğer yörelerinde (Arjantin, Peru vb.) ve Meksika'da bu türe uyan pek çok gümüş yatağı bulunmaktadır.

d - Ag - Co - Ni - Bi - U Formasyonu

Bu parajenezde dünyanın birçok maden prosesinde rastlamak mümkündür. Asidik ve bazik sıkluklara bağlı olarak gelişmişlerdir. Özellikle uranyum ve kobalt yönünden çok önemli yataklardır. Üst katlarda gümüş ve gümüş mineralleri zengin iken, derinlere doğru diğer cevher mineralleri egemen olur. Bu yataklardan çok büyük miktarda gümüş cevheri üretilmiştir. Örnek olarak; Kanada' daki Cobalt City' de gümüş serbest halde bulunmaktadır ve 1903 - 1930 arasında 15000 ton gümüş üretilmiştir.

Konsberg/ Norveç, Andreasberg/ B. Almanya, Schneeberg D. Almanya yatakları bu türe dahil edilmektedir.

e - Sn - Ag - Bi Formasyonu

Kalay, Bizmut ve Wolfram mineralleri kimi hallerde düşük hidrotermal derecelerde de oluşabilmektedir. Bu durumda kalay, sülfidler biçiminde bağlanacak Stannin ($Cu_2 FeSn_4$) Teralit (Pb, Sn, S_2) ve ender olarak kalay Sülfidleri oluşmuştur.

Dünyanın kalay içeren en ünlü gümüş yatağı Bolivya'daki Cerro Pico Potosi' dir. Orta Tersiyer yaşlı konglemera, tüf breş ve lavların arasına sokulmuş, mantar şeklinde dasitik baca dolgusu içinde ağaç dallarını andıran damarlar bulunmaktadır. Derinde bulunan birincil mineraller, kasiterit, stannin, kalkopirit, arseonopirit, volframit ve bizmuttur. Bacanın orta kısmında kabuksu - kolloid yapılı, cıvayı kalay cevheri ve zengin soygümüş mineralleri bulunmaktadır, Oksidasyon sonucu üst kısımlarda büyük miktarlarda klorarjit, Arjantit ve serbest Gümüş zenginleşmesi olmuştur. 1545 ile 1960 yılları arasında 30000 ton üzerinde Gümüş üretilmiştir.

B - Yan Ürünü Gümüş Olan Maden Yatakları

1^+ değerli Ag ile 1^+ değerli Cu kolayca yer değiştirebildiklerinden kompleks $Cu - Pb - Sb$ sülfid bileşikleri ve sülfat tuzları içinde mikroskobik kapanımlar halinde; Sfale -

rit içinde saçılmış olarak serbest gümüşe ya da mineralleri ne rastlanabilir. Bu gün Dünya' daki gümüş üretiminin esas kaynağını bu tür yataklar oluşturur.

a - Süperior Gölü Tipi Serbest Cu Yatakları

ABD Eüyük göller bölgesinde 6 - 7 km kalınlığında prekam biryen yaşlı bazalt örtüleri ortada 400m lik felsitik og - lomeratik bir düzey kapsarlar. Zeclolitleşmiş ve klcritleşmiş olan bu kısımda serbest bakır tanecikleri bulunmaktadır. Serbest bakır içinde 250 g/t civarında gümüş bulunmaktadır. Bakır rafinasyonu sonucu gümüş kazanılmaktadır.

b - Sudbury Tipi Ni - Cu Yatakları

Bazik karakterli kayalara (Noritlere) bağılı olarak türemiş olan Dünya'nın en büyük nikel yatağı Sudbury çok az da olsa gümüş içerir. Eöylece bu yataktan elde edilen en önemli yan ürün platin ve polladyum yanında gümüş de yer alır.

c - Kıbrıs Tipi Cu Yatakları

Deniz dibinde yayılan bazik denizaltı volkanizmasına bağılı olarak olusan bu yataklar belirgin sedimenter yapılar sunarlar. Gümüş, sülfidli mineraller içinde saçılmış hal - dedir. Bakırla beraber yan ürünü olarak gümüş de kazanılır

d - Porfirik Cu Yatakları

Dünya bakır üretiminin yarısına yakın kısmını karşıla - yan bu yataklarda çok düşük tenörlerde de olsa (0,3 3g/t) gümüşe rastlanmaktadır. Pirometalurjik bakır üretiminde gümüş yan ürün olarak elde edilir.

e - Skarn Tipi Cu - Pb - Zn Yatakları

Asidik, nötr yada alkali karakterli sokulum kayalaları ile karbonatlı kayalar arasındaki dokanıklarda yığılan kalkopirit, bornit, sfalerit ve galenit gibi minareller önemli ölçüde gümüş kapsayabilir.

f - Mississippi Vadisi Tipi Pb - Zn Yatakları

Karbonatlı tertul kayaçlar içinde senjenetik (eş cluşumlu) olarak türemiş olan bu yataklarda galenit ve sfalerit belirgin bir gümüş içeriğine sahiptir. Tenörler 150 - 1500gr/t kadar olabilmektedir. Benzer yataklarda Alplerde rastlanılır.

g - Eksalatif Sedimanter Cu ve Cu - Zn Yatakları

Üst Kretase ve Tersiyer yaşlı ada yayı volkanizmasına bağlı olarak dünya' da çok büyük Cu ve Cu - Zn - Pb cevherleşmesi olmuştur. Özellikle Japonya'daki siyah ve sarı bakır cevherleşmeleri bu tür için örnek olabilir.

2.2.2 Türkiye'deki gümüş yatakları

Türkiye'nin gümüş yatakları, gümüş'ün ana ürün ve yan ürün olarak değerlendirildiği yataklar olarak ikiye ayrılır.

A - Gümüş'ün ana ürün olarak değerlendirildiği yataklar.

- Epitermal Au - Ag Yatakları : Arapdağ/karşıyaka ve kartaldağ/Çanakkale altın filonlarında bulunan gümüş, bu tip yataklardandır.

- Epitermal Ag Yatakları : Gümüşköy/Kütahya'da silisleşmiş dasitik tüfler içinde bulunan Ag - Pb - Zn-Sb cevherleşmesi bu tipe dahil edilebilir.

- Kurşun - Gümüş - Çinko Yatakları : Simli kurşun yatakları diye anılan derinlik ve yüzey kayaçlarına bağlı pekçok yatak vardır. Bunlarda gümüş üretimi zaman zaman ön plana çıkmıştır. Ancak bugün, gümüş yan ürün olarak elde edilmektedir.

Örnek olarak ; Altınoluk/ Edremit (25g/t Ag ve 5gr/t Au) Asarcık ve Subak/ Sebinkarahisar (209 - 920 g/t Ag, 0,51gr/t Au). Hazine deresı/Gümüşhane (43 - 2073 g/t Ag ve 22 - 6g/t Au) KARAKOCA /simav (2049 g/t Ag), Bolcardağı/ Ulu Kışla (33.5 g/t Ag ve 10.4g/t Au), Aktepe / Sivas (102g/t Ag) kurşun - çinko yataklarını sayabiliriz.

B - Gümüş'ün yan ürün olarak değerlendirildiği yataklar :

Kıbrıs Tipi Bakır Yatakları : Ergani bakır yatağı

Perfirik Bakır Yatakları : Merzifon - İspir - Oltu kusağında yaygın bakır yatakları vardır. Burada iz element olarak Ag ve Altın'a rastlanmıştır.

Skarn Tipi Cu - Pb - Zn Yatakları : Biga yarımadası. Handeçesi yatakları 100g/t Ag içermektedir. Pb - Zn cevherleşmesinin egemen olduğu türler 1000 - 2000g/t Ag içerebilirler. Keban madeni buna iyi bir örnektir.

Mississippi Vadisi Tipi Pb - Zn Yatakları : Gazipaşa/Antalya ve ortakonus/ Mersin Kurşun - Çinko yatakları 12 - 137g/t gümüş içermektedir.

Eksalatif Sedimanter Cu ve Cu.Zn Yatakları : Doğu Pontit - ler kusağında sayısız bakır ve Bakır - Çinko - Kurşun yatakları bu gruptadır.

Yıllardır işletilmekte olan Murgul/ Artvin, piritli bakır yatağı 35g/t Ag ve 2.3 g/t Au içermektedir. Gümüş ve Altın, bakır rafinasyonunda yan ürün olarak kazanılmaktadır.

Türkiye gümüş rezervi United States Board Market (USBM) bazında hesaplandığında 2930 tondur. Bu miktar dünya rezervinin %1.11'i dir. Kütahya Gümüşköy rezervi ise 2050 ton metal olup Türkiye rezervlerinin % 70'ini dünya rezervlerinin ise %0.76'sını oluşturmaktadır.

Türkiye Gümüş rezervleri Tablo 2.1. de verilmiştir.

Tablo 2.1. Türkiye Gümüş Rezervleri

	TENÖRLER					REZERVLER (1000 TON)			
	BT/STP/ Au. Ag	% C	% Pb	% Zn	% S	Görünür	Mehteseli	Mümkün	TOPLAM
1) Gümüşün Ana Ürün ol- duğu yataklar.									
a) Dispersiyone yataklar KUTAHYA-GÜMÜŞKÖY	99,28						40763,81		
b) Kumçun-gümüş yatakları GÜMÜŞHANE	380		3,04	2,2				200	200
AMASYA-Gümüşhacıköy	2073		8,0	8,46					
	500		20	1					
2) Gümüşün yan ürün ol- duğu yataklar.									
c) Kuvars-Altın Esaslıları İZMİR-Karşıyaka-Arap- dağı	3	48						125	125
ELAZIĞ-Baskil-Nazar- sığı	2,4	4,2	2					49	49
d) Kurşun-Çinko-Altın- Gümüş Yatakları NİĞDE-Ulukışla-Bolkar- dağı I	9,4	335		5,4	4,7	240			240
" " "II	3,1	140		2,3	1,0	152			152
e) Bakır-Pirit yatakları ARTVIN-Borçka-Akarçen	2,3	35	2,8		39,6			4.000	4.000
" -Murgul-ana yatak	0,172	63	1,1			23,370			23,370
ELAZIĞ-Maden-ana yatak	0,0	20	1,7		12,2		13.582		13.582
f) Bakır-Kurşun çinko ya- takları									
ORDU-Saye-Kuzarlı	0,4	117	11,7	27,7					
GİRESUN-Gözele-Çanakçı	0,2	181	3,8	11,0	27				
" -Ş Karahisar-Su- bük.	1	209	35	10,1	30				
GİRESUN-Tirebolu-Gül- dük.		1820,9		1,6	19,2				
5) Kurşun-Çinko yatakları									
BALIKESİR-Ezrecit-Al- tınoluk	5	25		8,2	6,7			242	242
BALIKESİR-Dursunbey- Denekboku				8,9	3,8	1.519	349	1.875	3.743
BALIKESİR-Dursunbey- Kulat çiftliği				4,4	4,2	250			250
BALIKESİR-Balya	62			2,3	4,5	8.600			8.600
" -Yenice-Arapoçan				7,6	2,5	1.400			1.400
" " -Bağırkaç- olere				3,4	4,7		200		200
BALIKESİR-Yenice-Ban- dereesi				7,5	3,5	943			943
ANKARA-Keskin-Denek	0,4	230		37,30	9				
SİV S-İzmitli-Aktape	102			27,72	4			500	500
GİRESUN-Ş Karahisar- Asercak	280	0,4	4,4	3				2.500	2.500
GİRESUN-Tirebolu-Köp- rüküğü	62			4,55	2	2.255	95		2.350
GİRESUN-Fulancaç				4	6			500	500
ELAZIĞ-Keban				6,5	4,7	60			
YOLKAT-Akdagmadeni	559			22,22	13				
KÜT. HYA-Gözele-Karakoca	204	1,4	27	5,0				300	300
İZMİR-Beyazıt -Sarıyurt				4,5	5,1	563			
MANİSA-Selendi-Rahmanlar				2,0	2,3		500		
ANTALYA-Gazipaşa-Kara- la.	12			3,1	0,1				
				11,1	0,2	100			

Kaynak: M.T.A. Türkiye'nin Bilinen Maden ve Mineral kaynakları (1981)

2.3 Gümüş Üretimi ve Tüketimi

2.3.1. Dünyadaki Üretim ve tüketimi

Gümüşün üretimi, hurdaların değerlendirilmesinin dışında, iki ana kaynaktan yapılır. Bunların birincisine "Birincil Kaynak" yani gümüş cevherlerinden direkt üretim, ikincisine ise "Yan Ürün" yani Kurşun, çinko, Bakır üretimleri sırasında elde edilen gümüş üretimi denilmektedir.

Dünya Gümüş üretiminde Meksika, dünya gümüş üretiminin yaklaşık % 17'sini sağlamakta ve üretimin tümü yeraltı madenciliğiyle yapılmaktadır. Diğer ülkelerde temel ürünü gümüş olan işletmeler bulunduğu gibi, önemli miktarda bir yan ürün olarak da gümüş elde edilir. Sadece gümüş üreten madenlerin sayısı dünyada son derece azdır. Gümüşün %70 - 75'i yan ürün olarak elde edilmektedir.

1985 yılı verilerine göre Dünyadaki gümüş rezervleri Tablo 2.2 de verilmiştir. Tabloda Dünya toplam potansiyeli 335400 ton (10800 milyon troyons) dolayında görülmektedir. Ancak Dünya toplam gümüş potansiyelinin 777500 ton (25000 milyon troyonz) olduğu tahmin edilmektedir. Tablodaki potansiyel rezervinin %88'i pazar ekonomisinin egemen olduğu ülkelere aittir.

Tablo 2 . 3 'de Dünya Gümüş üretimi ve kurulu kapasiteler, Tablo 2. 4 de ise Batılı ülkelerdeki 1986, 1987, 1988 ve 1989 yıllarına ait rafine gümüş üretimleri verilmiştir.

Dünya gümüş tüketimi (Sosyalist Ülkeler Hariç) 1978'de 15000 ton dolayında iken, fiyatlardaki gelişmelere bağlı olarak 1980' de 11800 ton'a düşmüş 1981' de 11850 ton olmuştur.

1982'de ise 12300 ton dolayında olmuştur. Gümüş tüketiminin ülkelere dağılımı şöyledir.

A.E.D. %40, Japonya %15, Fransa %8, Batı Almanya %7, Diğer ülkeler % 30.

Batılı ülkelerin 1984 yılı endüstriyel amaçlı ve gümüş

Tablo 2.2. Dünya Gümüş Rezervleri ve Potansiyeli.
(1985 yılı verilerine göre) (ton)

ÜLKELER	REZERVLER (t)	%	POTANSİYEL (t)
KUZEY AMERİKA			
A.B.D.	28612	11.75	55890
KANADA	36612	14.81	43540
MEKSİKA	42607	17.5	45717
DİĞERLERİ	933	0.38	7153
TOPLAM	108228	44.44	152390
GÜNEY AMERİKA			
PERU	21148	8.68	29545
DİĞERLERİ	7464	3.07	10885
TOPLAM	28612	11.75	40430
AVRUPA			
S.S.C.B.	43540	17.88	49760
DİĞERLERİ	20215	8.30	30789
TOPLAM	63755	26.18	80549
AFRİKA			
TOPLAM	9930	3.83	13995
ASYA			
JAPONYA	2177	0.89	22325
DİĞERLERİ	5287	2.17	5909
TOPLAM	7464	3.06	82415
OKYANUSYA			
AVUSTURALYA	24258	9.96	34210
DİĞERLERİ	1866	0.77	5598
TOPLAM	26124	10.73	35808
DÜNYA	243313		335413

Tablo 2.3. Dünya Gümüş Rezervi ve Üretimleri
1980 yılı verilerine göre (ton)

	REZERV (TON):			METAL GÜMÜŞ ÜRETİMİ (TON)					
	REZERV	POTANSİYEL	TOPLAM	1975	1976	1977	1978	1979	1980
TÜRKİYE									
K.AMERİKA									
A.B.D.	46961.0	130620.0	177581.0	1086.7	1067.7	1187.1	11225.0	1183.6	974.4
KANADA	49760.0	52870.0	102630.0	1734.6	1281.4	1313.6	1266.9	1146.9	1017.0
MEKSİKA	32466.0	83970.0	116436.0	1182.8	1326.2	1462.8	1579.3	1536.9	1472.6
DİĞER	2779.0	933.0	3712.0	117.1	138.6	138.1	164.8	152.9	115.8
TOPLAM	132486.0	268393.0	400.879.0	3646.5	3014.1	4101.7	4236.1	4030.2	3599.8
G.AMERİKA									
PENİ	18971.0	37320.0	56291.0	1058.3	1117.3	1235.8	1152.2	1350.0	1232.0
ŞİLİ				193.9	228.3	263.1	255.3	271.8	298.5
BOLİVYA				155.7	176.9	183.1	200.2	178.5	189.7
DİĞER	933.0	18038.0	18971.0	83.2	75.3	92.4	88.9	107.0	101.3
TOPLAM	19904.0	55.358.0	75262.0	1491.2	1597.9	1774.5	1691.4	1937.4	1821.5
AVRUPA (AET)									
FRANSA				48.7	84.6	93.4	85.6	74.9	73.7
BATI ALMANYA				33.6	32.0	33.0	24.9	32.3	32.3
İRİLANDA				39.2	29.0	29.1	19.6	32.9	24.0
İTALYA				36.3	48.4	37.5	30.7	33.1	32.5
YUNANİSTAN				29.8	57.4	33.3	42.3	54.5	52.0
ANLİLİTİRE				4.3	3.3	4.1	1.2	-	1.1
TOPLAM				196.4	258.1	234.6	205.6	227.7	216.7
DİĞER AVRUPA									
S.B.C.B	49760.0	167940.0	217700.0	1340.0	1370.0	1400.0	1430.0	1430.0	1430.0
POLONYA				450.0	530.0	644.0	680.0	702.0	766.0
İSVİÇ				140.4	143.6	169.1	263.5	225.2	225.0
YUGOSLAVYA				143.6	144.0	145.5	159.3	162.1	149.0
DİĞER	13062.0	3110.0	16172.0	307.3	296.6	281.4	288.4	292.1	373.9
TOPLAM	62822.0	171050.0	233872.0	2381.3	2504.2	2640.0	2821.3	2811.5	2943.9
AMERİKA GÜNEYİ, AVR. GÜNEYİ, LAİKE									
LAİKE				95.9	87.7	97.3	96.5	100.6	97.2
MAHİBYA				88.9	71.3	84.9	89.1	91.7	85.0
DİĞER				43.5	34.2	40.4	43.5	49.8	47.0
TOPLAM	4665.8	4665.0	9330.0	306.6	258.7	277.9	314.6	312.8	302.4
ASYA									
JAPONYA	622.0	2332.5	2954.5	243.6	297.4	285.6	281.6	270.7	276.2
ÇİN				30.0	30.0	31.0	48.6	82.2	77.8
FİLİPİNLER				50.3	46.0	50.4	51.0	57.1	65.7
K.KORİ				55.0	50.0	50.0	50.0	40.0	45.0
DİĞER	311.0	3110.0	3421.0	77.6	89.2	108.2	83.0	117.3	117.7
TOPLAM	933.0	5442.5	6375.5	456.6	474.7	524.4	514.2	555.4	582.4
OYANMISILTA									
DİĞER	31722.0	10885.0	42607.0	726.2	778.6	856.1	812.5	834.0	769.7
TOPLAM	155.5	1399.5	1555.0	45.3	46.4	48.4	53.2	45.2	37.4
TOPLAM	31877.5	12284.5	44162.0	771.7	825.1	904.9	865.7	879.3	807.1
DÜNYA TOPLAMI	252687.5	517193.0	769.880.0	9246.4	9729.7	10454.6	10648.1	10719.6	10283.0

Kaynak: Mineral Facts and Problems, 1985

Tablo 2.4. Batılı Ülkelere Göre Rafine Gümüş Üretimi
(Ton)

	1986	1987	1988*	1989*
<u>YENİ MADEN ÜRETİMİ</u>				
MEKSİKA.....	2201	2108	2201	2232
PERU.....	1829	2015	1891	1922
KANADA.....	1178	1302	1333	1333
A.B.D.....	1085	1178	1457	1798
AVUSTRALYA.....	1054	992	1054	1085
DİĞER.....	2728	2759	2914	2945
TOPLAM	10075	10354	10850	11315
<u>İKİNCİL KAYNAKLAR</u>				
ESKİ HURDALAR....	2232	2325	2325	2325
HİNDİSTAN STOKLARI.	341	372	372	372
HÜKÜMET SATIŞLARI..	310	403	465	527
PARA YAPIMI.....	124	93	93	155
TOPLAM	3007	3193	3255	3379
TOPLAM TÜKETİM	13082	13547	14105	14694
(*) Tahmini				

Kaynak: Gümüş enstitüsü ve Handy - Horman verilerine göre

para imaline yönelik gümüş tüketimleri 1983 yılına göre %3 artarak 11800 ton'a ulaşmıştır. Yalnızca endüstriyel amaçlı gümüş tüketimi ise %6 artışla 115440 tondur. Bozuk para imaline yönelik gümüş tüketimi ise %55 azalarak 580 tondan 260 ton'a düşmüştür. Bunun nedeni A.B.D.'nin 1983 yılı içerisinde olimpiyatlar için yaklaşık olarak 6311 ton gümüşü gümüş para imali için sarfetmiş olmasıdır. Batılı ülkelerin toplam gümüş tüketimleri 1981 yılından itibaren sürekli artış göstermektedir. Japonya'nın tüketimi en çok artış gösteren ülkeler arasında olup %7 artışla (1987'e göre) 3700 ton'a yükselmiştir.

Gümüşün tüketim alanı şöyledir;

Fotoğraf Sanayi	% 40 - 50
Elektronik Sanayi	% 20 - 30
Para ve Madalyon Yapımı	% 3 - 5
Süs ve Takı Yapımı	% 10
Alaşım larca	% 5
Dişçilikte	% 5
Soğutma Ekipmanları	% 5

Batılı ülkelerin Gümüş tüketimi Tablo 2.5.'de verilmiştir. (1986, 87, 88, 89 değerleri). Ayrıca Tablo 2.6. Batılı ülkelerin gümüşteki arz talep dengesini göstermektedir.

Dünyada gümüş ticareti; gümüş cevheri, konsantre rafine (külçe) gümüş veya hurda gümüş olarak yapılır. Büyük çoğunluğu rafine gümüş şeklindedir. Sosyalist ülkeler dışında dünya ticareti 13000 ton dolayındır. En büyük ihracatçılar Meksika ve Kanada'dır.

Gümüş fiyatları başlıca beş merkezde belirlenir. Londrakülçe pazarı (LEM), Hong Hong Gümüş pazarı (HKSM) Londra metal borsası (LME), New-York ticaret borsası (Comex), Chicago ticaret borsası (CBT)

Dünya gümüş fiyatlarındaki değişim Tablo 2.7 gösterilmiştir.

Tablo 2.5. Batılı Ülkelere Göre Gümüş Tüketimi(Ton)

	1986	1987	1988*	1989*
Endüstriyel Kullanım				
A.B.D.....	3968	3658	3513	3275
JAPONYA.....	2480	2697	2759	2790
BATI AVRUPA(4Büyük)..	2604	2821	2621	2790
HİNDİSTAN.....	744	558	620	620
Diğerleri.....	2015	2325	2170	2232
ALT TOPLAM	11211	12059	12183	12307
Gümüş Para Yapımı	713	930	930	930
TOPLAM TÜKETİM	12524	12989	13113	13237
(*) Tahmini				

Kaynak: Gümüş Enstitüsü ve Handy - Horman verilerine göre;

Tablo 2.6. Batılı Ülkelere göre Gümüş Arz / Talep Dengesi (ton)

	ARZ(ton)	TÜKETİM(ton)	ORTALAMA FİYAT
1970-1979 ortalama	13113	13640	4.23 \$/tröz
1980	15060	11403	20.65
1981	13702	10726	10.53
1982	13547	11222	7.95
1983	14756	11377	11.43
1984	13919	11563	8.15
1985	13640	11935	6.14
1986	13702	12524	5.49
1987	13547	12989	7.01
1988*	14105	13113	6.53
1989*	14665	13206	--
(*) Tahmini			

Kaynak: Gümüş Enstitüsü ve Handy - Horman verilerine göre;

Table 2.7. Dünyada Gümüş Fiyatları
(cent/troz) ve (pence/troz olarak
(1987 ye kadar)

YILLAR	NEWYORK BORSASI (cent/troz)	LONDRA BORSASI (pence/troz)
1975	441.857	200.117
1976	435.346	242.423
1977	462.302	265.512
1978	540.089	282.203
1979	1109.418	519.605
1980	2063.157	900.778
1981	1051.337	515.304
1982	794.729	423.033
1983	1144.128	753.452
1984	814.066	608.050
1985	614.066	476.964
1986	549.000	372.200
1987	688.00	427.833

Kaynak: Metal Bulletin 1987 ve metal Statistics (1987);

2.3.2 Türkiye'deki üretim ve tüketimi

Ülkemizde Gümüş, bilister bakırdan elektrolitik bakır üretimi ve kurşun-çinko cevherlerinin saflastırılması sırasında çıkan değerli metal çamurundan yan ürün olarak elde edilir.

Türkiye'de gümüşün ana ürün olarak işletildiği tek yatak Kütahya - Gümüşköy madenidir. Bu yatağın gümüş rezervi 20 milyon ton civarındadır.

Gümüş içeren kurşun - çinko konsantreleri, Demir Export tarafından Giresun / Harsit - köprübasın'da, Etibank tarafından Elazığ/ Keban da M.ENKA tarafından Sivas /Acyulhisar Muradinköy'de, Rasih ve İhsan Ltd. Şirketi tarafından Yozgat Akdağ madenindeki işletmelerde işlenerek gümüş üretilmektedir. Ülkemizde kurşun - çinko yataklarının bir çoğunda değişik tenörlerde gümüş bulunmaktadır. Keban şuan çalışmıyor

Türkiye'nin yıllık külçe gümüş üretimi 1979 yılında 31.5 ton olmuştur. Bu üretimi Rabak (20t), Çinkur (4.5) Türker izabe (2t) ve M.K.B.A (5t) kuruluşları gerçekleştirmişlerdir. Bunlara ek olarak 1987 yılında deneme üretimine başlamış olan Etibank Kütahya Gümüşköy 100. yıl konsantrasyon ve izabe tesisinde üretilecek olan %99.9 saflıkta 122.4 ton /yıl gümüş miktarı eklenirse Türkiye'nin yıllık külçe üretimi 155 ton civarında olacaktır. Bu değere fotoğraf film banyolarından elde edilen yaklaşık 5 ton gümüşü de eklemek gerekir.

Türkiye gümüş üretimi Tablo 2.3 de verilmiştir.

Türkiye'nin gümüş tüketimi yılda 20 ton civarındadır. Ancak bu rakam çeşitli yollarla ülkeye giren gümüşle 70 ton /yıla çıkabilmektedir. Yerli üretimin (geçici ihrac dahil) tamamı iç piyasada tüketilmekte, 1975 yılından itibaren yılda 4.5 ton civarında ithalat yapılmaktadır.

Türkiye'de gümüş fiyatları sarraflar birliğince belirlenmektedir.

Tablo 2.8. Türkiye'deki Gümüş Üretimi (kg)

FİRMA	1978	1979	1980	1981	1982
RAEAK	1,566	2,463	913	1,325	2,046
SARKUYSAN	3300,752	703,924	680,416	300.662	2410,5
M.K.E.	--	--	--	255	--
ETIBANK	--	121,104	446,688	1338,916	464,7
TOPLAM	4866,752	3288,028	2040,194	5919,577	4921,7

Kaynak: Etibank 100.Yıl konsantrasyon ve izabe Tesisi projesi (1986)



Şekil 2.1. Türkiyede Yıllara Göre Gümüş Üretimi

2.4 Gümüs'ün kullanım Alanları

Kıymetli metallerden olan gümüs'ün sayısız kullanım alanları vardır. Tarihsel olarak gümüs para dünyasında önemli bir rol oynamıştır.

Saf gümüsün kullanım alanı sınırlı olmasına rağmen, korozyona karşı dayanımlı olduğu için kimya sanayinde tamamı gümüs veya gümüsle kaplanmış kapların yapılmasında kullanılır. Ayrıca elektrik iletkenliği (şiddetli akımlar için elektrik kontaktları yapımında) ve sürtünmeye karşı gösterdiği direnç nedeniyle uçak motorları yataklarında sürtünme tablası (elektrolitik çözelti) olarakta kullanılır.

Gümüsün metallere yaptığı alaşımların çok geniş bir kullanım alanı vardır. Bakır'la olan alaşımları, para madalya yapımında ve kuyumculukta kullanılır. 900 ayar gümüs te % 90 gümüs %10 bakır vardır. Ayrıca Altın ve platin ile yaptığı alaşımlarında kuyumculukta kullanılmaktadır.

Alüminyumla yaptığı alaşım (%95 Al, %5 Ag) bilinen en dayanıklı gümüs alaşımıdır. Tridon 1 füzeleri bu alaşımla yapılmıştır. Uçak motorları yatakları ve yüksek basınçlar da sürtünmeye dayanıklı parçaların yapımında temel maddesi gümüs olan, bileşiminde bir miktar kurşun ve talyum bulunan bazı alaşımlar kullanılır. Jet motorları dişli kutusu yapımında kullanılan magnezyum alaşımı içine %2.5 Ag eklenmesiyle, uzun süre yüksek ısıda çalışma vasfı kazandırılmıştır.

Elektrik kontaktları yapımında, saf gümüşten daha sert olan %10 Cu ile %40 Tungsten içeren gümüs alaşımı kullanılır. Ayrıca gümüs klorür (Ag Cl), gümüs bromür (Ag Br) ve gümüs nitrat (Ag₂ NO₃) olarak fotoğrafçılıkta; gümüs oksit iyi bir yansımaya yüzeyi oluşturduğundan Optik ayna yapımında kullanılmaktadır.

2.5. Üretim Teknolojisi

Cevherden gümüs eldesi için kullanılan en eski teknikler amalgamlaştırma ve küpelasyon yöntemidir. Amalgamlaştırma'da cevher önce serbest tane boyutuna indirilir.

Daha sonra ; pülp halindeki cevherin civa ile temasını sağlamak üzere amalgam tablaları veya fiçı tipi amalgamlastırıcılardan geçirilir. Elde edilen amalgamlar basınçlı filtrelerden geçirilerek civanın büyük bölümü bu asamada ayrılır. Geriye kalan katı haldeki amalgam ısıtılarak civa buharlaştırılır. Bu işlemin sonunda %1 - 2 Hg ve diğer metalik safsızlıkları içeren gümüş keki alınır. Bu kek işleme metalurjik işlemlerden geçirilip, saflastırılarak kalıplara dökülür.

Küpelasyon işlemi ise gümüş ve kurşunca zengin matlar için kullanılır. Yöntemde mat, ince öğütülmüş kemikle karıştırılıp kavrulularak kurşun ortamdan uzaklaştırılır. Geriye zengin bir gümüş sünger kalır.

Gümüş teknolojisinde 1600 yılından buyana uygulanan diğer bir yöntemde yine bir amalgamlastırma olan Patio Prosesi dir. Yöntem gümüş cevherlerinin klorlayıcı kavrulması, tuz ile liç edilmesi ve amalgamlastırma işlemlerini içerir. Washoe prosesinde ; ince öğütülmüş gümüş cevheri buharla ısıtılırken ortama tuz ve civa eklenir. Sonra oluşan amalgamdan civanın buharlaştırılmasıyla metalik gümüş elde edilir.

1850'de geliştirilen Agustin Prosesinde ; gümüş cevheri tuzlarla kavrulularak, gümüşün klorlu bileşikleri haline dönüştürülür. Klorlu gümüş bileşikleri daha sonra sıcak, tuzlu elektrolitlerle liç edilir. Bu sırada ortama atılan metaliktakır, gümüşün metal olarak çökmesini sağlar.

Fatera prosesinde ise, gümüş cevheri önce klorlayıcı kavurma ile $AgCl$ 'e dönüştürülür. Sonra bu ürün Na -Hiposülfidde çözündürülerek gümüş, Ag_2S şeklinde çöktürülür. Bu sırada Na_2S de elde edilir.

Gümüş teknolojisinde sülfürlü cevherlerin zenginleştirilmesinde siyanürleme ve flotasyon + izabe yöntemleri ortaya konmuştur. Günümüzde gümüş üretiminin çok büyük bir bölümü flotasyon ile elde edilen bakır, kurşun ve çinko konsantrelerinin izabesinden karşılanmaktadır.

Kursun konsantrelerindeki gümüş, izabe sırasında kursundan ayrılır ve dore metali olarak alınır. Burada gümüş parkes prosesiyle elde edilir. Bu proseste Pb - Ag karışımı eritildikten sonra ortama çinko eklenir ve karışım soğumaya bırakılır. Bu sırada erimeyen Zn - Ag alaşımı erimemiş kursun yüzeyinde birikir. Yüzeyden alınan bu ürün, büyük oranda, ton başına yaklaşık 62 kg Ag ve ortamdaki Altının tamamını içerir. Daha retortda üretilen bu ürün içindeki çinko, destile edilerek yeniden kullanılırken retort cürufundan küpelasyonla metalik altın ve gümüş saf olarak, kursun ise oksit halinde elde edilir.

Bakır konsantrelerindeki gümüş ise, konsantrasyondan sonra bilister bakırda toplanır. Blister bakırın elektrolitik rafinasyonu sırasında anod çamurunda biriktirilir. Anot çamurundaki gümüş izabe edilerek metalik gümüş olarak elde edilir.

Gümüşün tek başına veya altınla beraber işletildiği yerlerde, klasik üretim metodu, siyanür liçinden sonra gümüşün dore fırınında ön rafinasyonu ve elektroliz yolu ile kazanılmasıdır.

Genellikle az miktarda altın da içeren külçe gümüş hurdaları, rafine bakır üreten tesislerde değerlendirilebilir. Bu işlemde genellikle elektrolitik rafinasyon yöntemi uygulanmaktadır. Elektrolit olarak $AgNO_3$ ve HNO_3 kullanılır.

Düşük verimli gümüş ve altın cevherlerinin işlenmesinde yağın liçi uygulanmaktadır. Ancak cevheri taşıyan kayacın gözenekli olması ve siyanür tüketen maddeleri içermemesi gereklidir. Yöntemin uygulanacağı, doğrudan doğruya tuvenan cevher veya kabaca kırılmış tane dağılımı, 1.5 cm ile 15cm arası olan cevher, doğal veya özel olarak yapılmış geçirgen olmayan bir taban üzerine yağılır.

Yağın üzerine sulandırılmış siyanür ve kireç eriği homojen bir şekilde yağmurlama yoluyla verilir. Bu eriyik özellikle cevherdeki gümüş ve altını eritir. Optimum bir gümüş altın kazanılması işlemin haftalar veya aylarca devam etmesini

gerektirir.

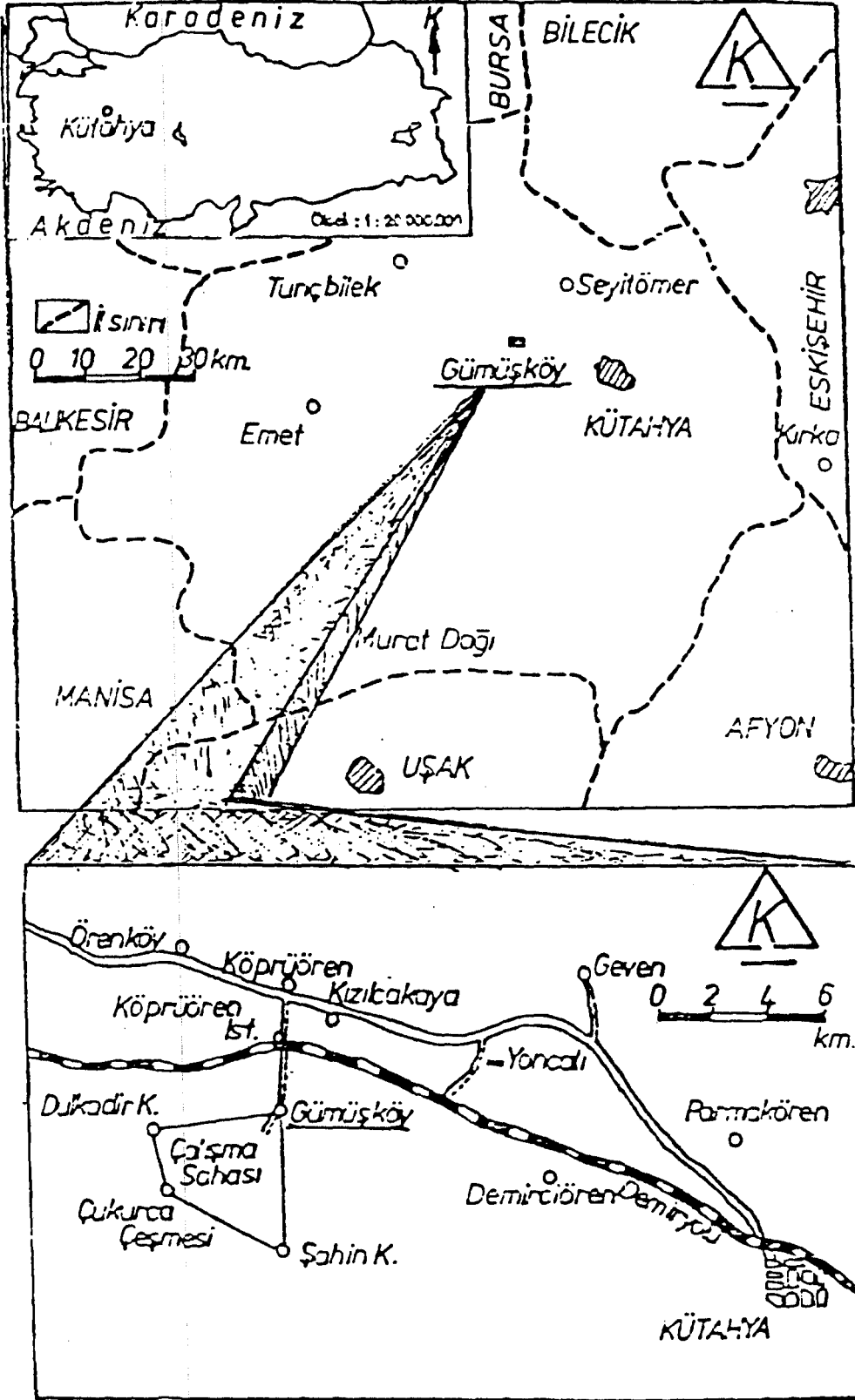
Yöntemin uygulanmasından gelen siyanür - kireç çözeltisi toplanarak aktif karbon kolonundan geçirilir. Böylece çözeltideki altın ve gümüş siyanürü kompleksi aktif karbon parçacıkları tarafından seçmeli olarak adsorbe edilir. Au ve Ag'ün açığa çıkarılması için aktif kömür yakılır veya kömürün üzerine %1 NaOH ile %0.1 NaCN'ün 90° C'de ısıtılmasıyla elde edilen sıcak kestik siyanür çözeltisi dökülür. Çözeltiye geçen Au ve Ag kompleksinden altın ve gümüş çinko tozuyla çöktürülerek ayrılabilir. Yığın liçinden başka; Tank, süzülme, karıştırma. Liç yöntemleri; Basınç altında Liç yöntemi ve yerinde Liç yöntemi vardır.

3. TESİS HAKKINDA GENEL BİLGİLER

3.1 Coğrafi Konum

Tesise hammaddenin temin edildiği cevher sahası; Kütahya il merkezinin batısında, Kütahya - Tavşanlı karayolu üzerinde Köprüören nahiyesinin güneyine düşmektedir. Yöre İç Ege bölgesinde olup, Kara iklimi ile Ege iklimi arasındaki geçiş kuşağındadır. Yıllık ortalama yağış 49 kg/m², ortalama sıcaklık 10 C' dir. Her mevsim çalışmak mümkün değildir. İşletme alanında bulunan iki önemli akarsu; Değir mendere ve Kocadere olup; fazla su taşıyan Kocadere doğuya doğru akarak Porsuk çayına ulaşır. Sülfürlü cevherler nedeniyle cevherleşme alanı bitki örtüsünden yoksundur. Ancak maden sahasını çevreleyen ormanda, çam ve meşe ağaçları hakimdir.

Maden sahasına Kütahya - Tavşanlı karayolunun 25. km deki Köprüören nahiyesinden gidilir. Yol tamamen asfalttır. Köprüören'in 9 km güneyine düşen sahaya asfalt yol ile ulaşılır Ayrıca Ankara - İzmir'de demiryolu sahanın yaklaşık 3km kuzeyinden geçmekte, Köprüören tren istasyonunu 7km uzaktadır. Sahadaki yükseklikler 1150 - 1400m arasında değişmektedir. Aktepe (1389m), Tavukkıran tepesi (1400m), Kocatepe (1375m) Kaya başı tepesi (1225m), Sarıkız tepesi (1281m), Esrek tepesi (1248m) belli başlı tepelerdir.



Şekil 3. 1. Çalışma Sahasının Coğrafi Konum Haritası

3.2 Tarihçe

Maden sahasının yakınındaki köye Gümüşköy adı verilmesi köyevlerinin bir bölümünün maden cürufları üzerinde olması ve bu cürufların çevresinde 1cm çapında bakır Osmanlı paralarının görülmesidir. Aktepe ve Tavukkıran kesimindeki eski imalat çukurları, eski galeriler ve pasaların geniş bir yayılım göstermesi çok eski yıllarda burada uzun süre madencilik çalışmalarının olduğunu kanıtlar. Ayrıca, açılan galeri ve yarımalarda ilkel çanak, çömlek parçaları, kemikler ve kömürüne rastlanması çalışmaların çok daha eskilere dayandığını göstermiştir. Bulunan kömürünün yaşının karbon-14 metoduyla 3900 (±85 yıl) olduğu yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. Bu çalışmalara maden sahasının günümüzden 3900 yıl önce, yaklaşık olarak M.Ö. 2000 yıllarında Batı Anadolu'da uygarlıklarını sürdüren Turuvalılar'dan beri işletildiği anlaşılmıştır.

3.3 Jeoloji

3.3.1 Stratigrafik İstif ve Litoloji Özellikleri

Çalışma sahasını içine alan 25km²'lik alan içinde stratigrafik istif genel olarak yaşlıdan gence doğru şu sırayı izlemektedir ;

- Kristalen Sistler.....
- Mermirler.....PALEOZOİK
- Karmaşık Seri (Melanj).....MEZOZOİK
- Eczulmuş Tüf ve Tüfit.....Miyosen SENOZOİK
- Dolomitli kireçtaşı ve Kireçtaşları.
- Bazalt (Andezik Bazalt).....
- Alüvyonlar.....Kuvaterler

Aktepe madeni (Kütahya) stratigrafik kolon kesiti Şekil 3.2'de gösterilmektedir.

Temeli oluşturan sistler, ince gristozitelidir. Sahanın güney ve güneybatısında yüzeyde görünüp, kuzeyde derine dalmaktadır. Bölgesel metamorfizma sonucu yeşil sist fasiyesinde metamorfizmaya uğramışlardır.

Şistlerin üzerine diskordan olarak tüfler gelip geniş bir yayılım göstermektedirler. Tüfler tabanda andezit yukarıda ise riyclitik ve riycdasitik kökenlidir. Genel olarak tüflerde hidrotermal alterasyon ile killeşme görülmektedir. Tüflerin kalınlıkları değişken olup 100m ye ulaşmaktadır.

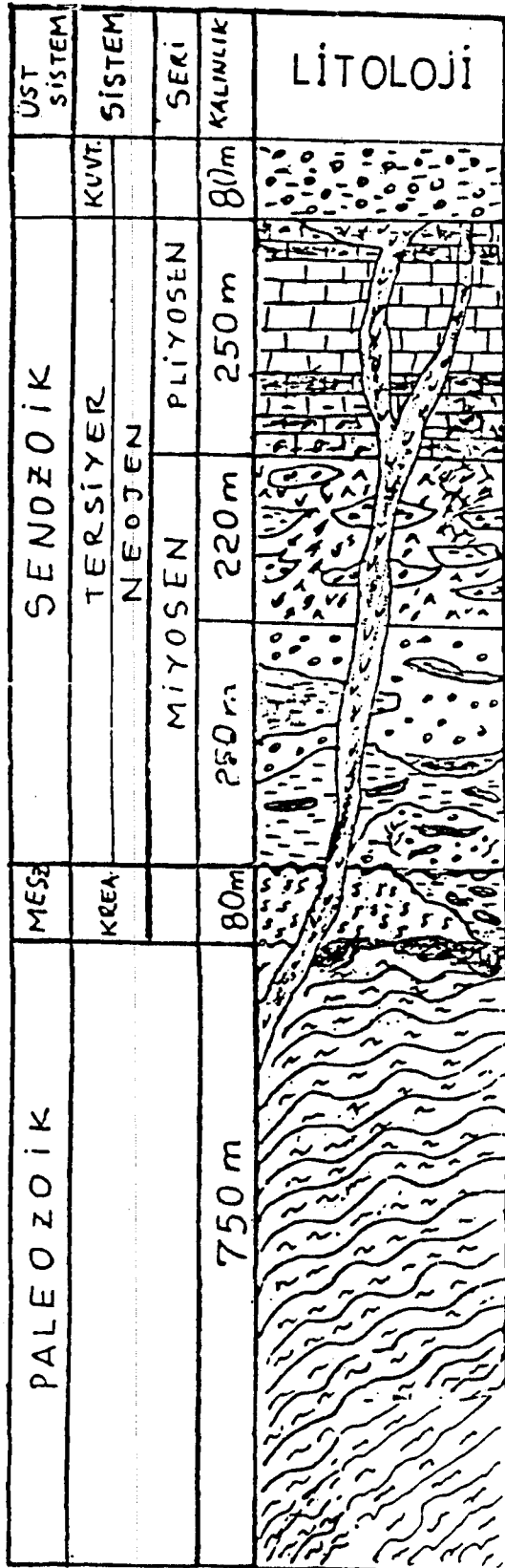
Silisfiye kayalar, cevher taşıyıcı kayalar olarak gözlenmiştir. Silis oranı az silisfiyeden çörite kadar değişmektedir. Az silisfiye tüfler sahada az mactra vermekte genellikle az cevher içermekte ve kalınlıkları en fazla 40m kadardır. Orta silisfiye tüflerde silisleşme biraz daha fazladır. Silisfiye tüflerde ise silisleşme oldukça fazladır. Sert olan bu tüfler keskin kırılma yüzeyleri verirler. Kalsedon içeriği fazladır. Emprenye ve damarcıklar şeklinde cevher minerallerini içerirler. Kalınlıkları 1.5 - 25m arasında değişmektedir. Sahanın çeşitli yerlerinde tüfler içinde yer yer çört bantları gözlenmektedir. Bunlar cevher minerali taşımamaktadırlar.

Sahanın üst birimini karbonatlı kayalar oluşturmaktadır. Bunlar dolomit ve kireçtaşlarıdır. Yer yer silisfiye olmuş dolomitler sahada iki mercek halinde gözlenir. Birincisi tüflerin kıvrımlanması sırasında oluşan çukurlara ortam sakinleşince çökelmişlerdir. Daha sonra ortam hareketlenerek tüfler gelmeye başlamıştır. İkincisi ise ortamın tekrar sakinleşip derinleşmesiyle çökelmişlerdir. Dolomitler genellikle masif olup, bazen boşlukludurlar.

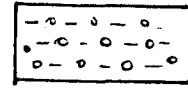
3.3.2 Tektonizma

Maden sahası tektonizma bakımından oldukça hareketlidir. Sahada iki ana fay vardır. Eğimleri 70° - 85° arasında olup eğim atımlı faylardır. Birinci fay $N10^{\circ}$ - 45° W, ikincisi $N80$ - 90 E yönlüdür.

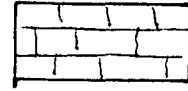
Şistlerde iki ana antiklinal ve bir ana senklinal görülmektedir. Şistlerle beraber tüflerde kıvrımlanmıştır.



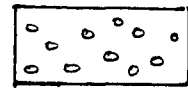
LEJAND



Alüvyon



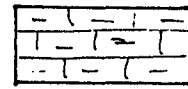
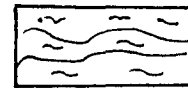
Kireçtaşı

Eczusmus
Tüfit

OFİ - MELANJ



Mermer

Dolomitli
KireçtaşıSilisleşmiş
TüfKristalen
Şistler

Şekil 3.2. Aktepe Madeni (Kütahya) Stratigrafik kolon Kesiti

3.3.3. Maden sahasının rezerv ve tenör dağılımı

Aktepe maden sahasında işletme alanı içerisinde kalan 73 adet sondaj değerlendirilerek poligon yöntemiyle işletmeye esas olan minimum ekonomik tenörün 50gr/t Ag olduğu saptanmıştır.

Aktepe maden sahasında gümüş minerali içeren cevherler karakteristik fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre 5 tipe ayrılmıştır. Bunlar ;

- 1 - Limonit Mangan
- 2 - Dolomit
- 3 - Altre Tüf
- 4 - Silisfiye Tüf
- 5 - Eski imalat pasası

Bu beş farklı cevherin işletmeye esas olan toplam rezerv içerisindeki % dağılımı, miktarı ve tenör değerleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

3.3.4. Maden yatağının tipi ve yapısı

Aktepe maden yatağı çok metalli (Polimetallik Cevher) bir cevherleşme göstermektedir. Makroskobik olarak, Pb - Sb cevherleşmesi görülmektedir. Ayrıca çinko blend ve realgar eslik ederler. Oksidasyon sonunda bu cevher minerallerinin antimon okrları, limonit, serüzit, skrodit, malakit, azurit imitsonit gibi oksidasyon ürünleri izlenmektedir.

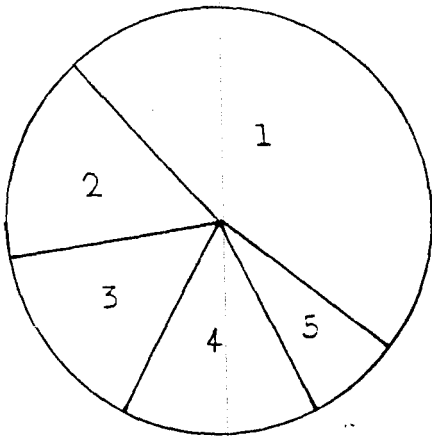
Aktepe cevherlerinin, içerdiği mineraller ve kristal boyutları ile cevherin yerleşimi gözönüne alınarak gruplandırıldığında şu cevher tipleri belirlenmiştir;

- 1 - Damar tipi cevher
- 2 - Saçınımlı cevher
- 3 - Boşluk dolgusu, barit, kuvars, kolsedan, mangan ve imitsonit mineralleri.

Birinci ve ikinci tip cevher içerdiği mineral farklılığı ile kendi aralarında alt gruplara ayrılır ;

Tablo 3.1. Beş farklı tip rezerv içindeki miktarı ve Tenör değerleri

Cevher Cinsi	Toplam Rezerv İçindeki Miktar (ton)	Toplam Rezerv İçindeki Miktar (%)	Tenör g/ton Ag
Im. Mangan	1.328.635	6.79	157.06
Dolomit	2.901.797	14.89	118.04
Altere Tüf	2.929.146	15.03	112.48
Silisifiye Tüf	9.388.092	48.18	190.84
Eski İmalat Pasası	2.944.814	15.11	361.50
TOPLAM	18.486.814	100.	Ort. 191.5



- 1 - Im Mangan
- 2 - Dolomit
- 3 - Altre Tüf
- 4 - Silisifiye Tüf
- 5 - Eski imalat pasası

Şekil 3.3. Beş Farklı Tip Cevherin Rezerv içindeki (%) de dağılımı

Damar Tipi Cevher

- a - Kuvars ganglı iri kristalli galen damarı
- b - Barit ganglı galenli damar
- c - Kuvars ve barit ganglı Pb - Zn - Sb polimetalik damarlar
- d - Som galen damarları
- e - Som antimonit damarları
- f - Barit ve kuvars damarları

Saçınımlı Cevher

- a - Saçınımlı galenler
- b - Saçınımlı çinkoblenler
- c - Saçınımlı antimonitler
- d - Saçınımlı polimetalik cevher

3.35 Aktepe maden sahasındaki cevher mineralleri

Yapılan detaylı minerolojik çalışmalar sonunda, Aktepe maden sahasında 40'ın üzerinde cevher minerali bulunduğu saptanmıştır. Bulunan belli başlı mineral grupları Tablo 3.2 de verilmektedir.

3.4 İşletme Metodu

Sahada cevher üretimi açık işletme yöntemi ile yapılmaktadır. Yeraltı su gelirinin fazla olması ve jeomorfolojik durumu gözönüne alınarak, drenaj kolaylığı nedeniyle Kuzey doğrultusunda teraslama metoduyla tek tarafı açık olan bir işletme sistemi uygulanmaktadır. Yapılan hesaplamalarda 1.800.000 m³ malzeme dekapaj olarak alınacaktır. Ancak bu miktarın çok az bir kısmı örtü tabakası halinde elup çoğunluk ara dekapajdır.

Cevher ve dekapaj malzemesi önce ateşleme veya dozerle ripperleme işlemiyle kazılarak bir ekskavatörle kamyonlara yüklenerck stok sahasına çekilmektedir. Makina ile yapılan kazılarda basamak yüksekliği ekskavatörün boş yüksekliğinden 1 - 2m fazla olabilmektedir. Cevherin kalınlığının fazla olmaması; yatağın güneyden kuzeye ~20°'lik açıyla dolması, sahadaki kırık ve çatlaklar nedeniyle basamak eğim açısı ile genel eğim açısı sorun olmaktadır. Açık işletme ile üretim de ;

GÜMÜŞ MİNERALLERİ		DEMİR MİNERALLERİ	
Arjantit	(Ag ₂ S)	Pirit + Markosit	FeS
Nabit Gümlüğü	(Ag)	Spekularit	Fe ₂ O ₃
Pirarjirit	Ag ₃ SbS ₃	BARYUM MİNERALLERİ	
Pruntit	Ag ₃ SbS ₃	Bartit	BaSO ₄
Tetraedrit	(Cu, Fe, Zn, Ar) ₁₂ Sb ₄ As ₁₃	Diterit	BaCO ₃
Frayberjit	Ag'ce zengin tetraedrit	ARSENİK MİNERALLERİ	
KURŞUN MİNERALLERİ		Realgar	As ₂ S ₃
Galen	PbS	Orpiment	As ₂ S ₃
Serussit	PbCO ₃	Bunlardan başka, Prolusit (MnO ₂) ve	
Anglesit	PbSO ₄	Pellomelan (MnO ₂ .H ₂ O) mineralleri bulunmaktadır.	
ÇİNKO MİNERALLERİ			
Sfalerit	ZnS		
Simitsonit	ZnCO ₃		
Hemimorfite	(ZnOH) ₂ SiO ₃		
Kalamin	(ZnOH) ₂ SiO ₃		
Adamit	Zn ₂ (AsO ₄)(OH)		
ANTİMUAN MİNERALLERİ			
Stibnit	Sb ₂ S ₃		
Jamesonit	Pb ₄ FeSb ₆ Si ₁₄		
Valentinit	Sb ₂ O ₃		
Stibikonit	Sb ₆ O ₃ (OH)		
BAKIR MİNERALLERİ			
Kovelin	CuH		
Kalkozin	Cu ₂ S		
Kalkopirit	CuFeS ₂		
Tetraedrit	(Cu, Fe, Zn, Ar) ₁₂ Sb ₄ As ₁₃		
Malakit	Cu ₂ (OH) ₂ CO ₃		
Azurit	Cu ₃ (OH/CO ₃) ₂		

Tablo 3.2. Aktepe Maden Sahasındaki Cevher Mineralleri

Basamak genişliği : 16 m
 Basamak yüksekliği : 5m
 Basamak sev açısı : 70°
 Genel Şev açısı : 30 60 (genelde 30) alınmaktadır.
 Nakliyat yollarının eğimi yol boyunca % 5 - 7, enlemesine eğimi % 3 ve ycl genişliği 12m alınmıştır.

Açık işletmede 1 ekskavatör, 2 Dozer, 1 Greyder, 2 loader ve 7 Kamyon bulunmaktadır. Bunların özellikleri Tablo 3.3de verilmektedir.

Tüvenan cevher, kapasitesi 500.000 ton olan açık stok sahasına 5 ayrı tip cevhere göre stoklanmaktadır. Cevher tiplerine göre stoklar şöyledir;
 - silisfiye tuf - dolomit - limonit - mangan - altre tuf - pasa cevher, ayrıca birde harman cevher stoğu vardır.

Açık işletmede cevher üretimi haftada 6 gün tek vardiya olarak sürdürülmektedir.

3.5. Zenginleştirme Tesisi Hakkında Bilgiler

Kütahya 100. yıl Gümüş tesisleri, ham gümüş cevherinin işlenerek % 99.9 kalitesinde külçe gümüş üretiminin gerçekleştirildiği çeşitli ünitelerden oluşmaktadır. Bu üniteler;

- 1 - Kırma - Eleme Ünitesi
- 2 - Öğütme Ünitesi
- 3 - Çözündürme Ünitesi
- 4 - Sıvı Katı Ayırma Ünitesi
- 5 - İnce Filtrelleme Ünitesi
- 6 - İzabe - Elektroliz Ünitesi

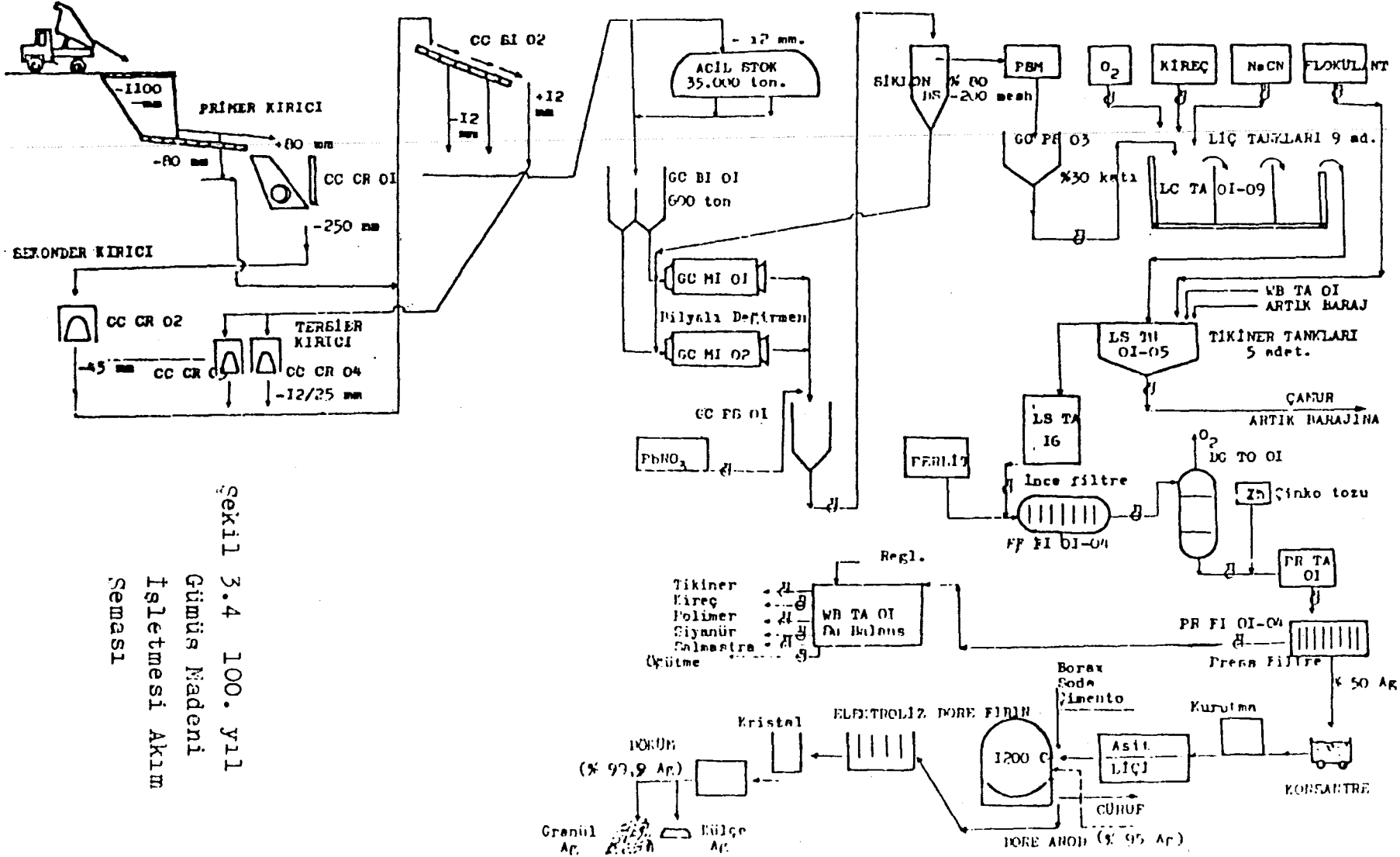
3.5.1. Kırma eleme ünitesi

Açık stok sahasında bulunan 5 ayrı tip cevher, tesisin çalışma koşuluna uygun olacak şekilde çeşitli oranlarda harmanlanarak, 260t/s kapasiteli birincil kırıcı silosuna beslenir. Silo üzerindeki ızgara ile 1000 x 800mm'den büyük parçalar tutularak bir gagalı kırıcı ile kırılır. Malzeme silo altından bir vargel besleyici ve 80mm malzeme çeneleli kırıcıya gider. -80mm'lik malzeme ise bir bant

CİNSİ	MARKASI	TİPİ	MODELİ	YÜRÜYÜŞ	GÜCÜ (H.P.)	KAPASİTE- TEST	MOTOR MARKASI	ADEDI
GRAYDER	CATERPİLLAR	140-G	1986	Lastik-Tekerli	150	150 HP	Caterpillar Dizel 6x4	1
LODER	"	973	1986	Paletli	210	2.8 m ³	Caterpillar Dizel	1
LODER	"	980-C	1986	Lastik-Tekerli	270	4 m ³	Caterpillar Dizel 6x4	1
DOZER	"	D8L- RİPPERLİ	1986	Paletli (Üçgen)	335	335 HP	Caterpillar Dizel 6x4	2
EKSKAVATÖR	KOBELCO	K935	1986	Paletli (Hidrolik)	2x155	--	Caterpillar Dizel 8x4	1
KAMYON	BELAZ	YMZ 7540	1986	Lastik-Tekerli	420	15 m ³ (kasa hacmi) 240 PB	Belaz YMZ	7
DERİN LAĞIM MAKİNASI	İNGERSOLL- rand	DM-25MULTI PASS	1987	Paletli (Çalışma anında, ayaklı)	304	45.8 m (6 Tıjlı)	Cummins Dizel 8x2	2

Tablo 3.3. Açık İşletmede Bulunan Araçların Özellikleri

ETİBANK - KUTAHYA 100.YIL GÜMÜŞ MADENİ İŞLETMESİ, AKIM SEMESİ



Şekil 3.4 100. yıl
Gümüş Madeni
İşletmesi Akım
Seması

sistemi ile sekonder kırıcı çıkısına beslenmektedir. Çeneli kırıcı 1000/800mm,+80mm boyutundaki malzemeyi 250mm'ye kırmaktadır. Kırılan malzeme bant konvejör ile sekonder kırıcıya gider. Konik bir kırıcı olan sekonder kırıcı, 250 mm boyutundaki malzemeyi 50mm' ye kırmaktadır. Kırılan malzeme 80mm boyutundaki malzemeyle beraber 25mm'lik titre simli eleğe beslenmektedir. 25mm boyutlu malzeme 35000 ton kapasiteli acil stok sahasına veya öğütme silosuna gider. 25mm'lik malzeme ise konik kırıcı olan tersiyer kırıcılara beslenir. Malzemenin nemliliğine bağlı olarak bu kırıcıların ayarları 18 - 45mm arasında yapılmaktadır.

Sekonder kırıcı silosu 50 t/s Tersiyer kırıcı silosu ise 2x 80 t/s kapasitelidir. Normal şartlarda kırma - eleme ünitesi, haftada yedi gün ve günde iki vardiya çalışacak şekilde projelendirilmiştir. Kapasitesi 3360 ton/ gün'dür ve 10 işletme günü için toplam 35000 ton stoklama kapasitesine sahiptir.

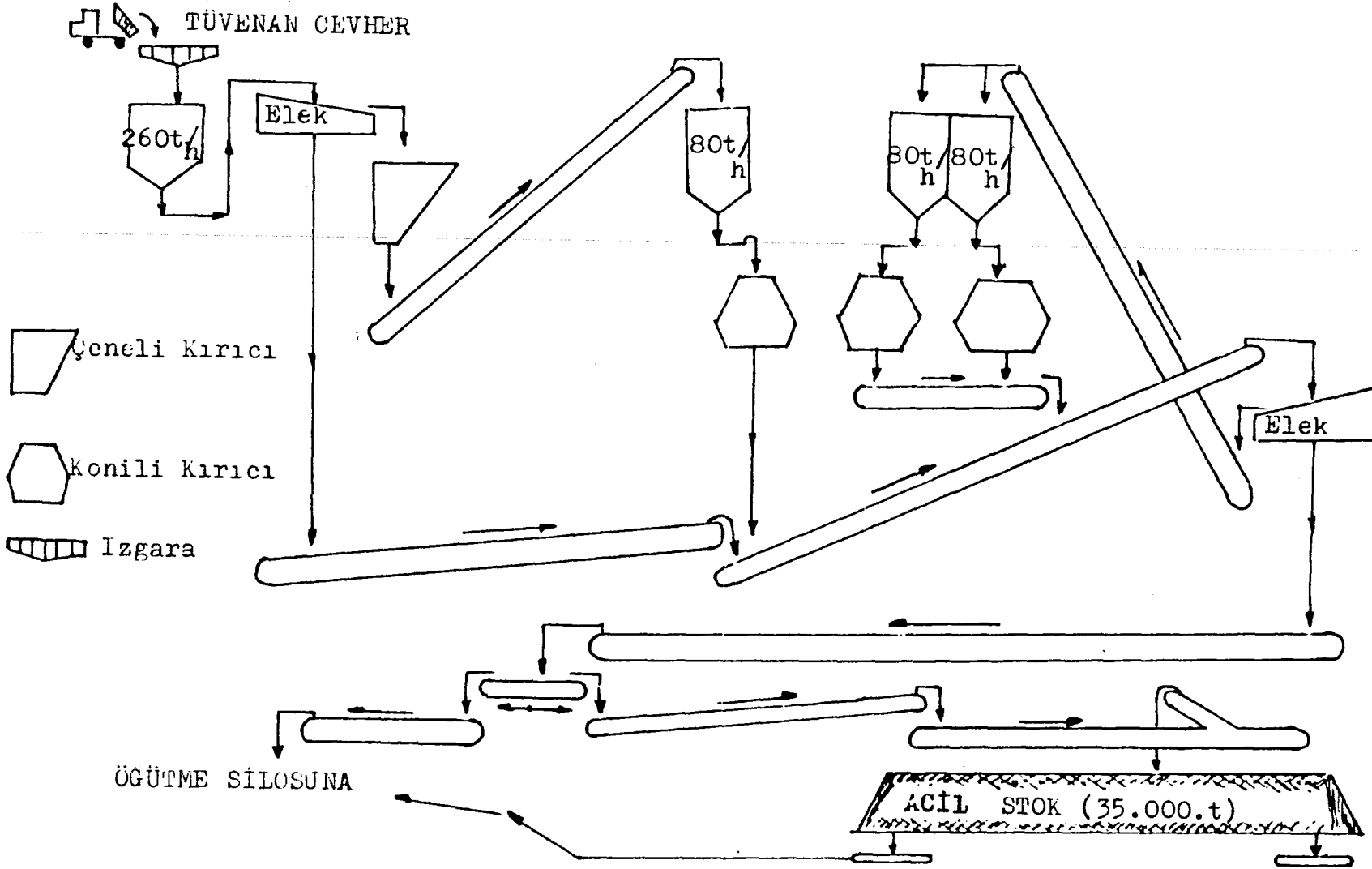
1988 yılında, yaz aylarında günde 3 vardiyada 700 - 1000 ton/ gün, kış aylarında 150 - 350 ton/gün kapasitede çalışabilmiştir. Ortalama 233 gr/ton Ag tenöründe olmak üzere 159000 ton cevher 25mm 'ye kırılmıştır.

3.5.2 Öğütme ünitesi

Haftada 7 gün ve günde 3 vardiya çalıştırılan öğütme devresinde 2 adet 4m çapında, 5.8m boyunda kapasiteleri 70t/s olan bilyalı değirmenler kullanılmaktadır. Ayrıca değirmenlerle kapalı devre halinde çalıştırılan 7 adet siklon bulunmaktadır. Normal şartlarda her bir değirmene 3 adet siklon düşmektedir. Değirmenlere 0.5 - 1 kg/ton arasında 86 - 100mm çapındaki bilyalar sarj edilmektedir.

Acil stoktan veya doğrudan konik kırıcılardan gelip 25mm ye elenen malzeme, 600 ton/s kapasiteli değirmen silosuna gelir. Buradan bir bant sistemiyle değirmenlere gelen malzeme % 80'i 0.074 mm altı olacak şekilde öğütülerek siklonlara beslenir. Siklonların alt akımları değirmenlere geri dönerken, üst akımları % 30 katı içerikli % 80'i 0.074mm

Sekil 3.5. Kırma - Eleme Ünitesi Akım Şeması



clacak şekilde ayarlanarak liç ünitesine beslenir.

Normal şartlarda, siklon üst akımları % 37 katı içerirler. Ancak bu oran particle size monitör (P.S.M.) cihazı ile otomatik olarak ayarlanarak % 30'a düşürülmektedir.

Ayrıca saatte bir periyodik olarak siklon üst ve alt akımlarından numune alınarak "Marcy" aygıtında numunenin "Spesifik Gravite" si ölçülmektedir.

Öğütmede devreden yük % 200, 400 arasındadır. Ağırlıkça öğütme %76 katı içeriklidir. Buna göre beslenen malzeme 56.5 ton/s ile 77 ton/s arasında değişmektedir. Öğütme devresine kursun nitrat (% 20) ve kireç sütü (%20) ilave edilmektedir. Kursun nitrat, çözünmüş sülfatları kursun sülfat halinde çöktürmek ve gümüş kaybına neden olan gümüş ile sülfat reaksiyonunu önlemek, kireç sütü ise PH'ı 10'un üzerinde tutmak ve PH'ın düşüklüğü dolayısıyla çıkacak olan zehirli gazları önlemek için kullanılmaktadır. Çünkü devreden proses suyu içinde az miktarda siyanid içeriği vardır.

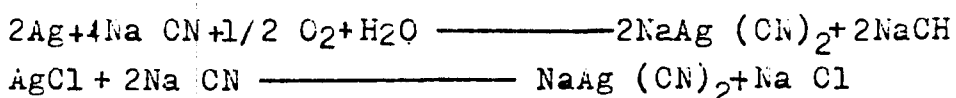
1988 yılında 147.000 ton cevher öğütülmüştür.

3.53. Çözündürme ünitesi (Leaching)

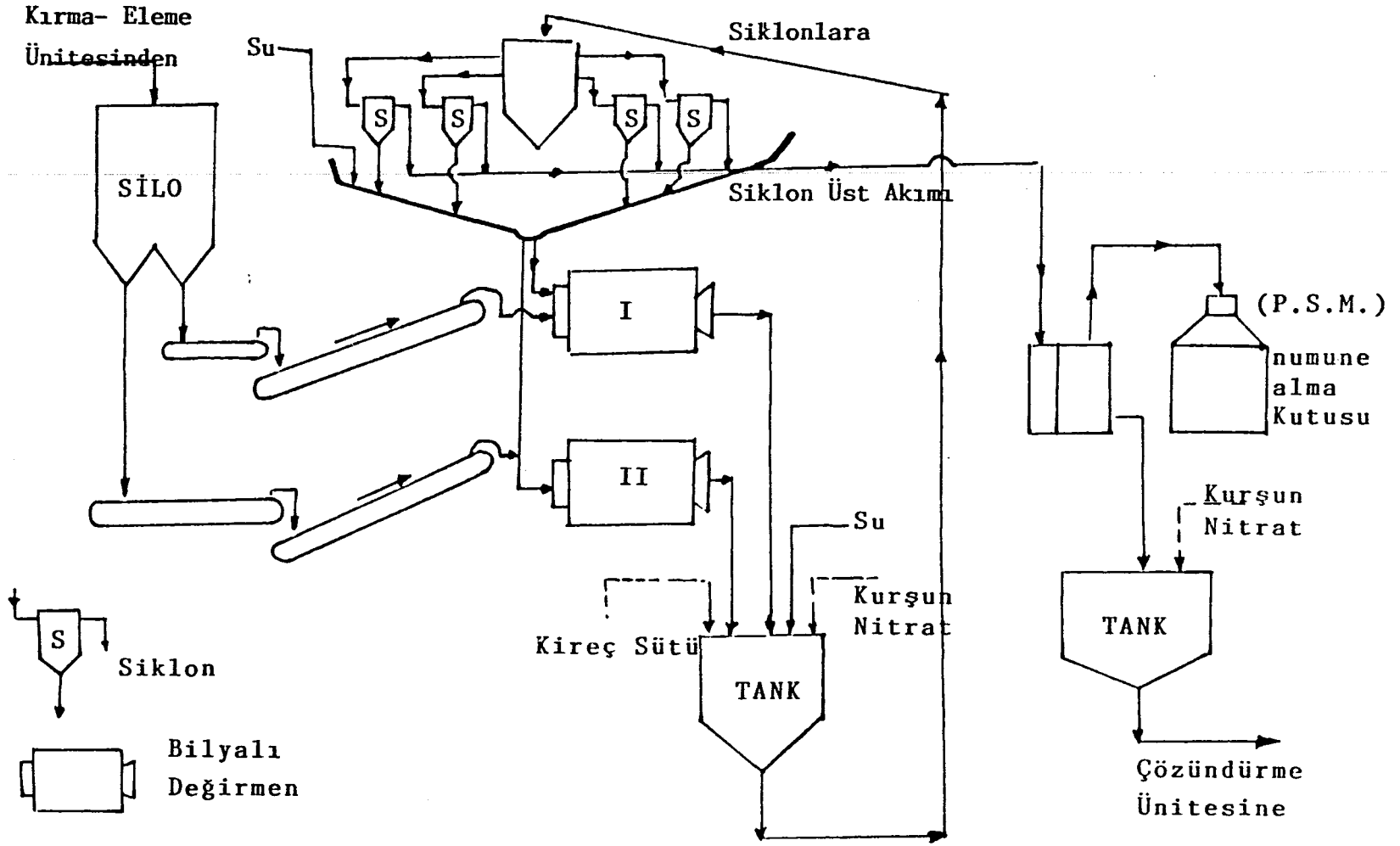
Öğütmeden çıkan, siklon üst akımı, çözündürme ünitesine gelmektedir. Çözündürme işlemi her biri 2000m³ olan karıştırıcılı tanklarda yapılmaktadır.

Çözündürme süresi ortalama 48 saat olup, 1-3-6 no'lu tanklara NaCN % 20 ve 1-9 no'lu tanklara PH' değerini 10-12 arası tutmak için kireç sütü (% 20) eklenmektedir. Ayrıca tanklara gümüşün oksidasyonunu hızlandırmak amacıyla 1.51 lt/ dkm³ hava basılmaktadır.

Çözündürme işlemi sırasında siyanür çözeltilisinin etkisiyle orta tenörlü cevherden yaklaşık % 55 - 70 arası gümüş çözeltiye alınır. Bu sırada aşağıdaki reaksiyonlar olur ;

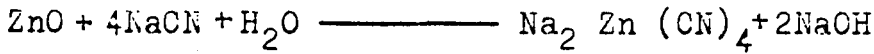


Şekil 3.6. Öğütme Ünitesi Akım Şeması





Cevherde bulunabilen siyanür tüketici minerallere örnek olarak çinko verilebilir :



Kireç sütü ilavesiyle çinko siyanür kompleksi, alkali siyanür ve çözünmeyen alkali zinkat olarak ayrışır :



Ortamın PH' si 7 veya daha aşağıya düşerse son derece zehirli olan HCN gazı oluşmaktadır:



Bu nedenle PH 10 - 12 arasında tutulması için kireç sütü kullanılmalıdır.

Çözündürme ünitesine yapılan besleme değerleri :

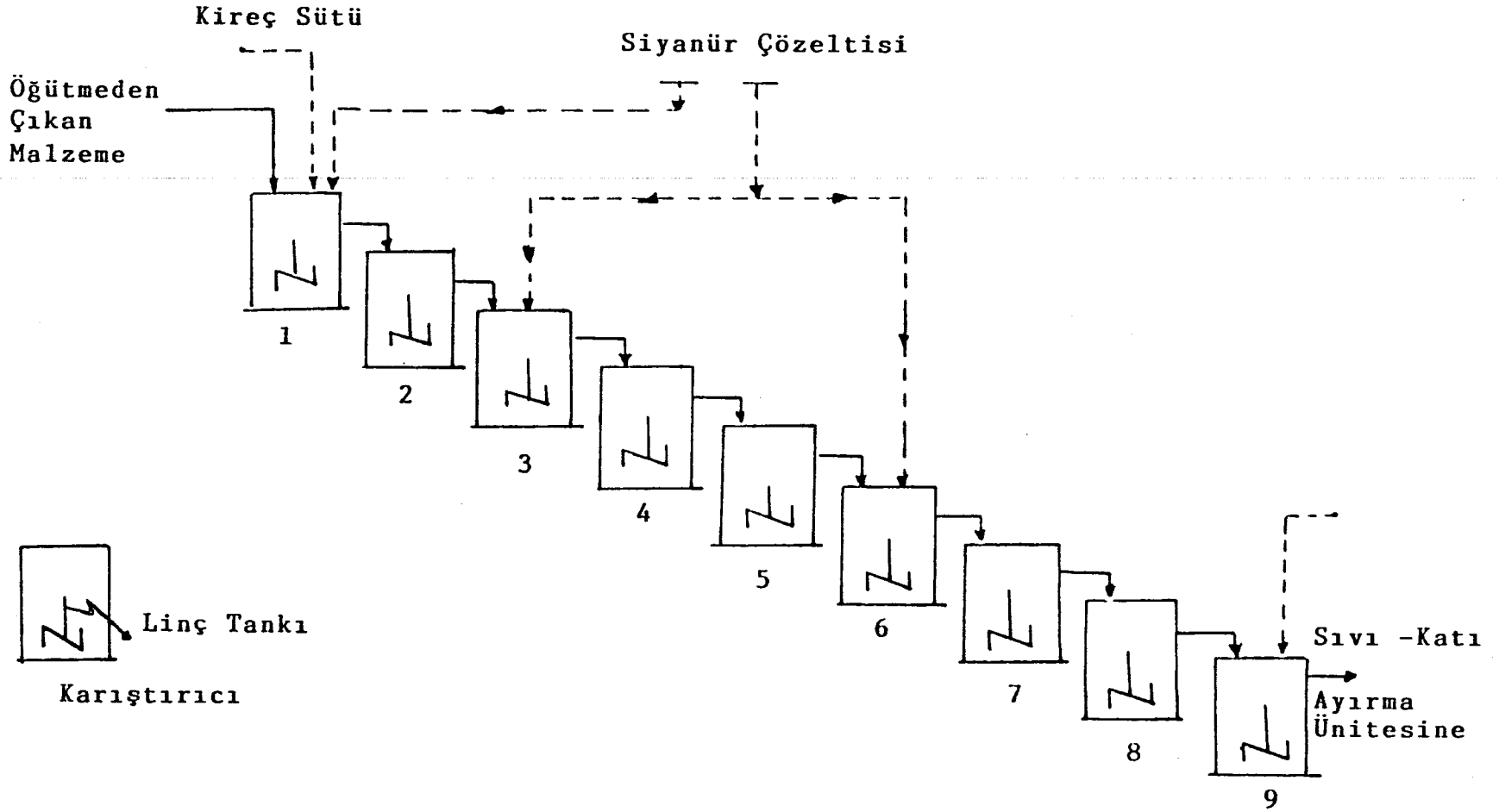
Çözündürmeye Besleme	Normal	Minumum	Maksimum
Katı (t/h)	140	113	154
Sıvı (t/h)	326,9	339	354
(Pülp) Çamur (t/h)	466,9	452	513
Çamur (m ³ /h)	378,8	380	416
Pülp Yoğunluğu (% katı)	30	25.0	30
Pülp Yoğunluğu (kg/lt)	1.23	1.19	1.23
Katıdaki Ag (g/t)	126	126	126
Sıvıdaki Ag (mg/lt)	23.1	22.3	23.1
Kireç tüketimi(t/h)	3.67	1.83	5.56
Siyanür tüketimi (% 10'luk)(t/h)	0.49	0.30	0.91

Kireç tüketimi günde 20 - 110 ton arasında değişirken ; siyanür kullanımı artık kaybına bağlı olarak 7 - 12 ton/ gün arasında değişmektedir.

3.5.4. Sıvı - Katı ayırma ünitesi

Bu işlem, yüksek kapasiteli 5 tane 24m çaplı tikinçerler le yapılmaktadır. Tikinçerler ara karıştırıcılarla donatılmıştır. Liç artıkları, tikinçerlerde " ters akım ile yıkama"

Şekil 3.7. Çözündürme Ünitesi Akım Şeması



prensibiyle yıkanılırlar. 5 nolu tikinerin alt akımı artık barajına pompalanır. I. nolu tikinerin üst akımı ise ince filtrasyon ünitesine gitmektedir. Ters akımın sağlanması için tikinerler 5. den 1. ye doğru farklı seviyelerde bulunmaktadır. Beklenen baraj çıkışı yoğunluğu %35 - 45 katı ve yıkama oranı 3 - 3.7 (Tikiner altı yıkama suyu hacminin, çözelti suyu hacmine oranı) olarak alındığında gümüşün tetricik kaybı yaklaşık %0,1 - 0.3 arasındadır.

Çöktürmeyi kolaylaştırmak için tikinerlere polimer eklenir. Polimer ilavesi % 0.05' lik çözelti halinde, olmaktadır ve otomatik olarak nükleer yoğunluk göstergesiyle kontrol edilmektedir. Paşan malzeme pompalarla düzenlenmektedir. Bu düzenleme ile tikiner üst tasıntısı, orta kademe karıştırıcılarına ve tikinerlerin üstünde merkezde ve yüksek seviyeye yerleştirilen polimer sulandırma tanklarına pompalanır.

Orta kademe karıştırıcılarında ve su fazındaki katıların dağılımını sağlamak için alt ve üst akımlar güçlü bir şekilde karıştırılır. Burayı terkeden pülp tikinere girmeden önce tanklarda kısmi flekülasyona tabi tutulur.

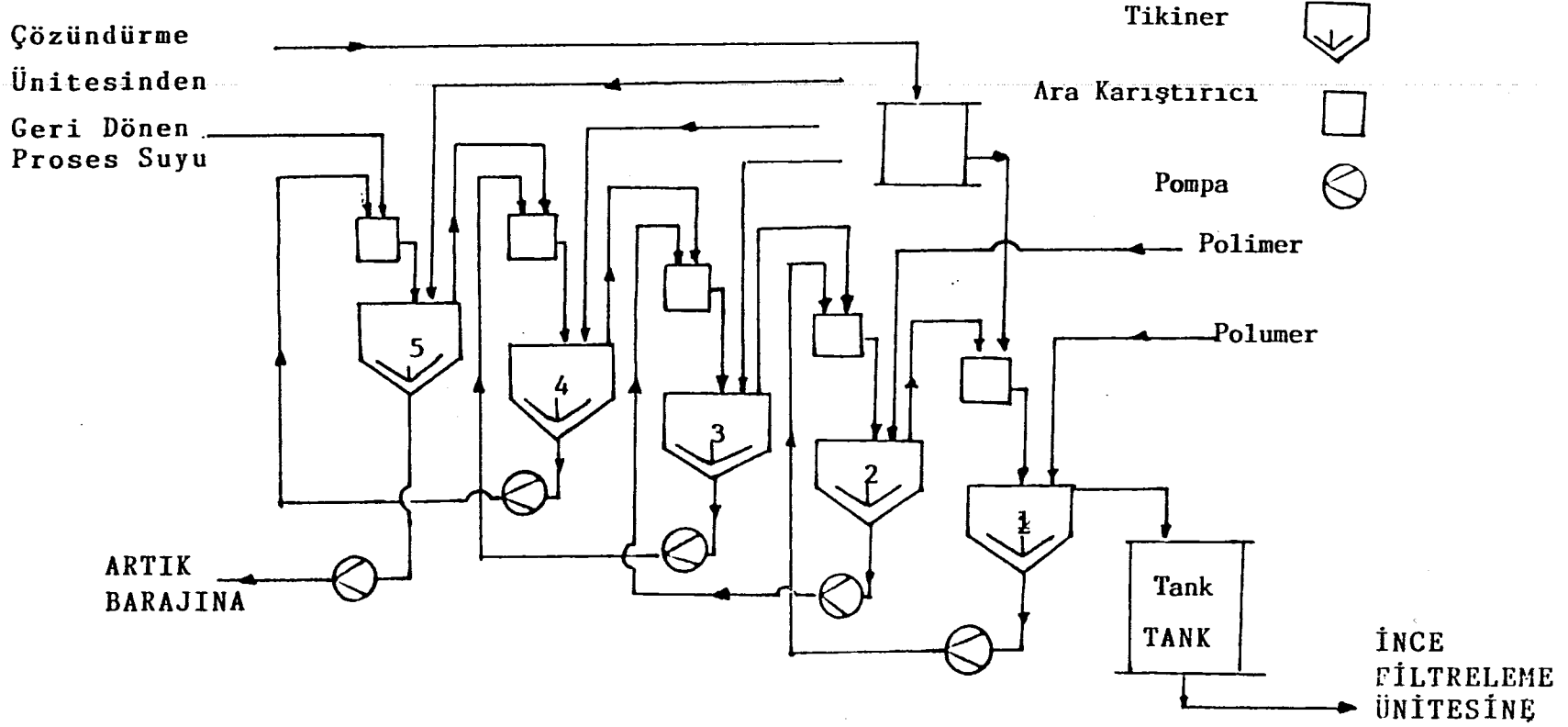
Polimerler %0.5' lik çözeltiler halinde hazırlanır, ancak tikinerlere beslenmeden önce % 0.05'lik katı içerikli hale getirilerek, tikinerlerin üstündeki tanklarda % 15 katı içeren çamurla karıştırılır.

Yıkama suyu artık barajından ve proses su tankından alınır. $160\text{m}^3/\text{h}$ sıvı barajdan geri pompalanarak kullanılmaktadır.

Bütün tikinerler birbiriyle by pass sistemi ile bağlantılıdır. Herhangi bir arıza anında veya bir tikinerin bakımı yapılacağı zaman bu sistem devreye girerek, tikinerler arasındaki bağlantının kesilmemesi sağlanır.

Tikinerlerdeki çamur seviyesi yaklaşık 2.5m civarındadır. Çamur seviyesi artarsa tikiner altlarındaki pompa hızları artırılır, seviye düşerse pompa hızı azaltılır. Bu işlem otomatik olarak yapılabilmektedir.

Şekil 3.8. Sıvı-katı Ayırma Ünitesi Akım Şeması



Tikinerlerdeki sıvı katı ayırımının iyi olup olmadığını 5. tikiner altından saatbaşı numune alınarak yapılan kontrollerle sağlanır.

Tikinerlerin çalışma şartları :

<u>Tikiner Besleme</u>	<u>Normal</u>	<u>Maksimum</u>	<u>Minimum</u>
Katı (t/h)	140	154	113
Sıvı (t/h)	350.3	396.3	362.4
Pülp (t/h)	490.3	550.3	475.4
Pülp (m^3/h)	402.1	453.3	404.3
Pülp Yoğ. (% Ağırlık)	28.6	28.0	23.8
Toplam polimer (m^3/h)	50.4	89.6	35.0
(% 0.05 çözelti)			
Alt akım (% Ağırlık)	40	35	45
Katıdaki gümüş miktarı	54.0g/t		
Sıvıdaki gümüş miktarı	50.4g/t		
Ortalama yıkama çözeltisi miktarı	407 m^3/h		

3.55 İnce filtrasyon ve ÇÖKTÜRME :

Sıvı - katı ayırımı ünitesindeki birinci tikinerin üst akımından (taşını) gelen gümüş içeriği yüksek çözelti 4 adet ince filtre tankında temizlenir. Bu disk filtrelere yaklaşık 750 m^3/h 'lık (ortalama) çözelti akışı olur.

İnce filtrasyonun yapıldığı tankların içinde 45 adet disk filtre vardır. Her filtre 148.8 m^2 'lik bir alana sahiptir.

Disk filtre kumasındaki açıklıklar yaklaşık 80 μm 'dir. 0.1 ile 5 μm boyutundaki malzemeyi tutabilmesi için yardımcı filtre tabakası oluşturmak için 150 kg kadar filtre malzemesi (perlit) bir tanka konularak 5 dk süreyle karıştırılıp %2 katı içerikli bir pülp elde edilir. Ayrıca yardımcı filtre tabakasının tıkanıp geçirgenliğinin bozulmaması için filtrasyon işlemi boyunca çözeltiyle beraber perlit verilmektedir. Filtre süresi çözeltideki katı içeriğine bağlı olarak değişmektedir. Filtrelerin tıkalı olup olmadığı giriş ve çıkış basıncı arasındaki farktan anlaşılır. Bu fark 3.5 bar

olursa filtreler boşaltılıp temizlenir. Normal şartlarda her filtre, yaklaşık 8 saat çalıştıktan sonra temizlenir.

Filtrasyon tamamlandıktan sonra filtre edilen çözelti içinde çözülmüş oksijen bulunabilir. Oksijenin varlığı gümüş verimini düşürebileceği gibi çinko tozu kullanımını arttırır. Bu nedenle çöktürme işleminden önce filtre edilen çözelti hava alma işlemine tabi tutulur. Bu işlem hava alma kulesinde yapılmaktadır.

Hava alma kulesi maksimum $860\text{m}^3/\text{h}$ 'lik bir çözelti akışını taşıyabilecek kapasitededir. Oksijeni alınan çözelti karıştırıcı tank içinde çinko tozu ile karıştırılır. Böylece gümüş çökmesi sağlanarak press filtrelerle basılır.

Çinko tozu, 5m^3 'lük bir karıştırma tankında çözeltiliye karışır. Çözeltideki gümüş miktarına göre çinko tozu miktarı $43 - 330\text{ kg/h}$ arasında değişir. Her 3 dk.da bir numune alınarak karıştırma tankına verilen çinko tozu miktarı bulunur.

Normal şartlarda; ince filtrasyon ve hava alma ünitesi çalışma koşulları :

Çözeltideki çinko tozu içeriği	: $0.0375 - 0.150\text{ kg/m}^3$
Çözelti yoğunluğu	: 1.000 kg/m^3
Maksimum akış	: $830\text{m}^3/\text{h}$
Çözeltideki katı miktarı	: $50 - 60\text{ gr/m}^3$
Çözeltinin PH'sı	: $10 - 12$
Sıcaklık	: $5 - 25\text{ C}$

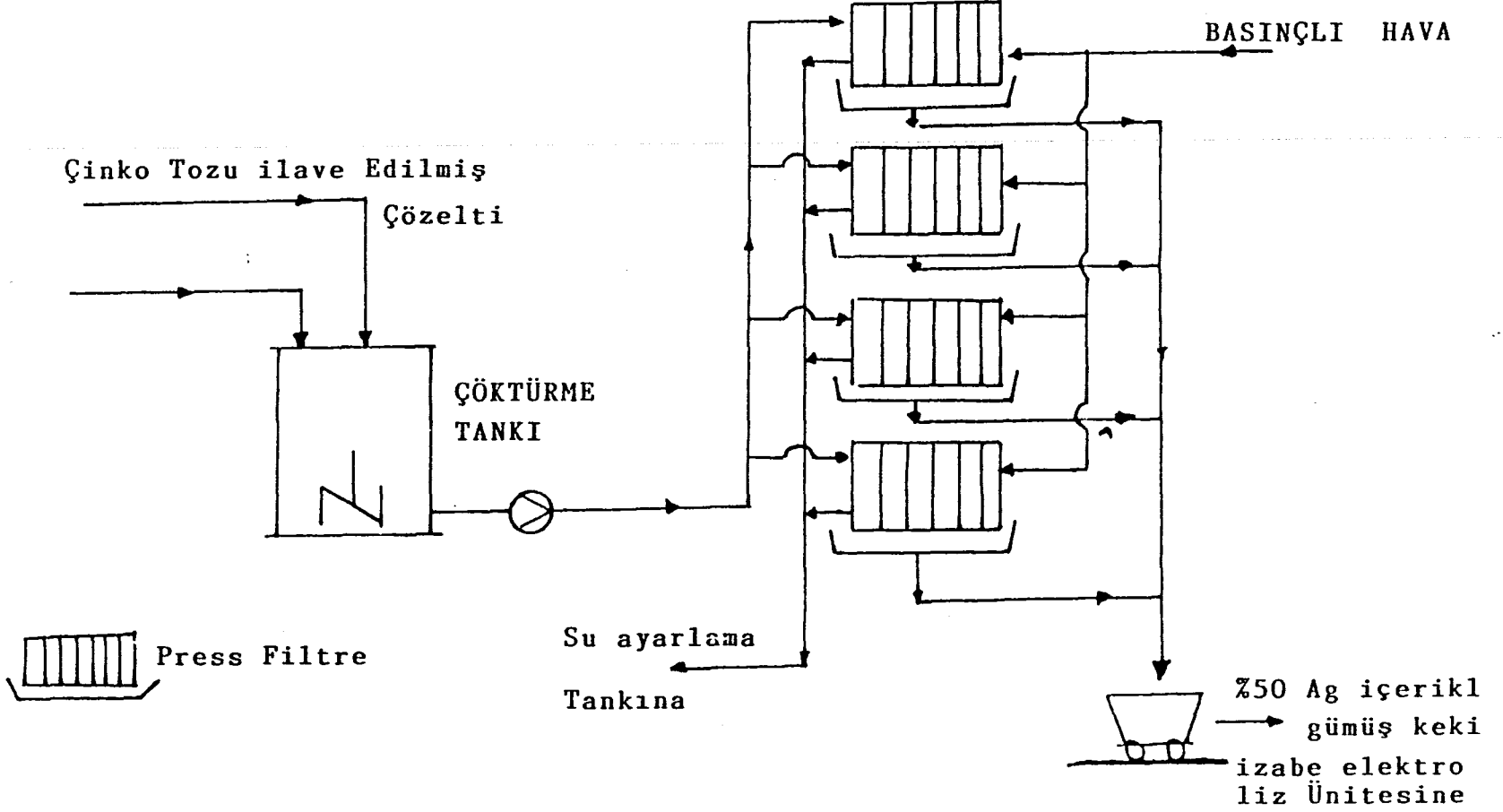
Oksijenden arındırılarak, çinko tozu ile gümüşün çökmesinin sağlanması sırasında aşağıdaki reaksiyon oluşur :



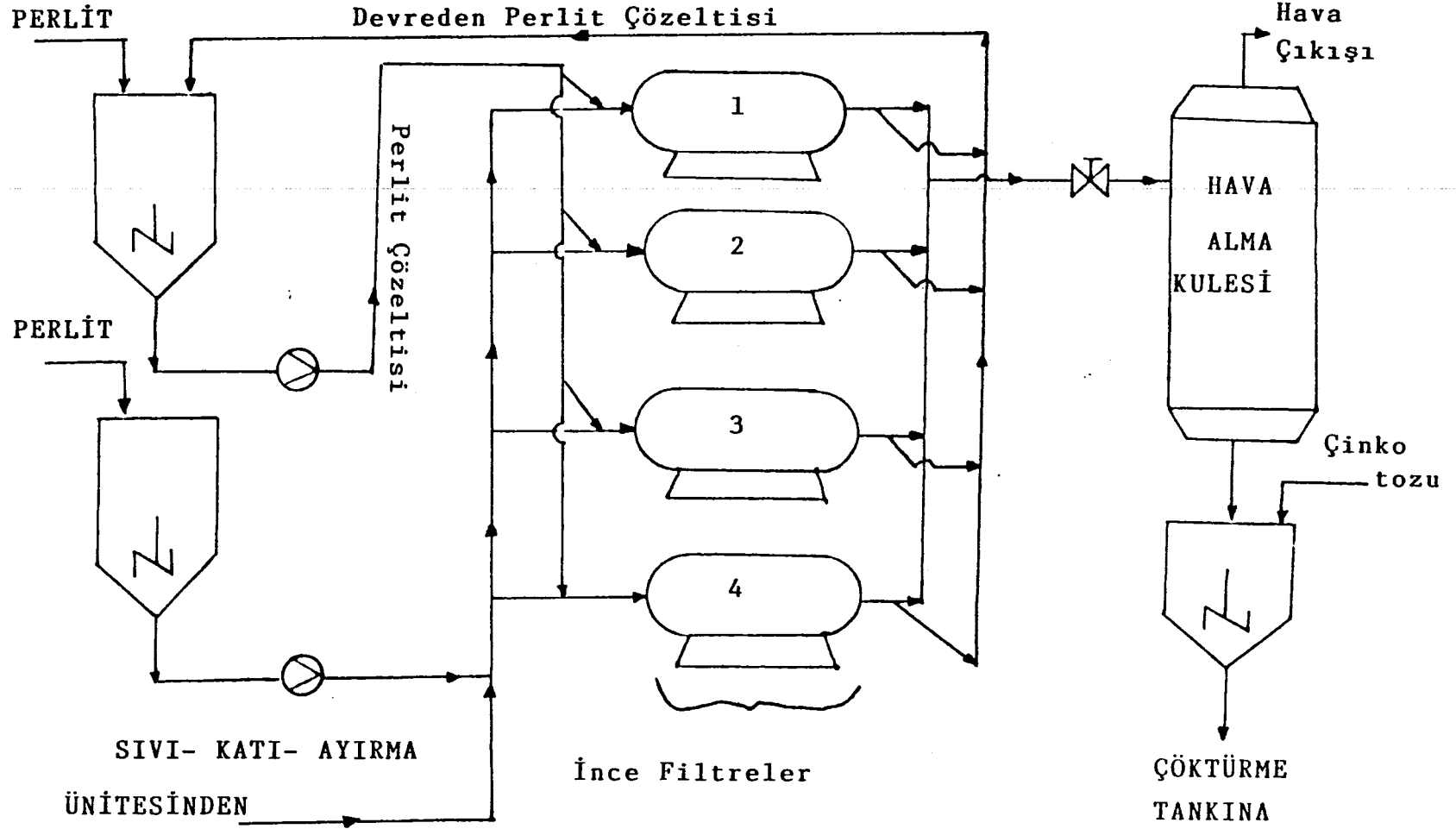
Çöktürme işlerinden sonra elde edilen çökelti ile geriye kalan çözeltinin ayrılması basınçlı filtrelerle olmaktadır.

Basınçlı filtreler (press - filtre), herbiri 150m^2 'lik bir filtre alanına sahip 4 adettir. Normal şartlarda her filtrenin 15 günlük bir çalışma zamanı vardır. Bununla beraber her filtre 4 günde bir temizlenmektedir. Bu süre

Şekil 3.9. Çöktürme Ünitesi Akım Şeması



Şekil 3.10. İnce Filitreleme ve Hava Alma Ünitesi



içinde yaklaşık 1000 kg'lık (kuru ağırlık) bir gümüş keki elde edilir. Bu kek yaklaşık % 50 -55 gümüş içermektedir.

Her filtre 100 adet, bir plaka ve bir çerçeve olacak şekilde dizilirler. Çerçeveler filtre kağıdı ile kaplanmaktadır. Filtrasyon işlemi sonunda filtre kağıtları yenilenmektedir. Plakalar ise filtre beziyle kaplanmıştır.

Çerçeve ve plakalar 80 barlık bir basınçla sıkıştırılırlar. İşlem sonunda kağıt filtreler açılarak içinde toplanan Ag keki dore fırınlarına gönderilir. Bu sırada yaklaşık 7.5t/h su artık barajına gönderilmektedir. Geriye kalan çözelti pompa çukurlarında toplanmakta ve buradan tekrar sisteme pompalanmaktadır.

35.6. İzabe - elektroliz ünitesi

Yaklaşık % 50 gümüş içeren kaba gümüş çökeleği, Borçes silika kumu ve soda ile kaplanarak ; 2200kg/gün'lük yükü iki saatte eritebilen Dore fırınına gönderilir. Fırından çıkan metal, dore anoda elektrolize gönderilir. Bu anodlar % 95 gümüş içermektedir, 484x 25mm boyutunda ve 25kg ağırlığındadır.

Dore anodları, 800x650x600mm'lik Moebius kabında elektroliz yoluyla rafine edilir. Elektroliz sırasında gümüş ve bakır anod' tan çözülür. Gümüş, katotta birikirken, bakır eriyikte kalır. Elde edilen kuru gümüş kristalleri 20lt

kapasiteli kroze eğitme fırınına gönderilir ve döküm masası üzerinde %99.9 saflıkta 3000gr gümüş külçeler halinde veya granüle halde dökülür.

İzabe sırasında curufa karışan gümüş kaybını önlemek için curuf mumamele işlemi yapılmaktadır. Bunun için curuf -10mm'ye kırılır ve 0.1mm'ye ufalandıktan sonra curuftan gelen ince gümüş konsantresi, kaba gümüş çözeltisine beslenir. Dore fırınında izabe edilir.

1988 yılı sonunda % 99.9 saflıkta 15.900 kg granüle gümüş üretilmiştir. Elektroliz ünitesindeki metal kurtarma

Tablo 3.4. Zenginleştirme tesislerinde kullanılan Makine Ekipmanları Hakkında Bilgi

MAKİNA EKİPMAN ADI	MOTOR GÜCÜ (kw)	YAPIN YERİ	KAPASİTE veya BOYUTLAR	YERİ	ADEDİ
ÇENELİ KIRICI	110	KUBRJA/ BATT ALMANYA	260 t/s	I.KIRMA	1
KONİK KIRICI	200	KUBRJA/ B.ALMANYA	260 t/s:	II,ve III. KIRMA	3
TİTRESİMLİ ELEK	15	KRUPP/ B.ALMANYA	560 t/s	ELEME	1
BİLYALI DE-ĞİRMEN	1400	POLIUSIUS/ B.ALMANYA	70 t/s	ÜĞÜTME	2
LİÇ TANKI	11/55	YERLİ YAPIM	2000 m ³	GÜZÜNDÜRME	9
TİNEKLER	18,5	EIMCO/ İTALYA	2000 m ³	STVİ-KATI AYIRMA	5
BASINÇLI FİLTRE	55	FLUID SYSTEMS/ U.K.	220 m ³ /s	İNCE FİLTRE-LEME	4
PRES FİLTRE	276	NETZSCH / B.ALMANYA	220 m ³ /s	PRES FİLTRE	4

randımanı %97.1 olmuştur.

Tesislerde 4 ayrı havuzdan oluşan 25 milyon ton kapasiteli bir de artık havuzu vardır. Katı - sıvı ayırımından sonra elde edilen pülp buraya pompalanmaktadır.

Tesislerdeki tüm işlemler, konsantrasyon - liç - izabe ünitelerinde otomatik kontrol sistemiyle yapılmaktadır. Özellikle öğütme - liç ve sıvı - katı ayırma ünitesi tam otomatik olarak çalışmaktadır.

4, DENEYSEL ÇALIŞMALAR

4.1. Numunenin Alınışı

Kütahya 100. yıl gümüş tesislerinde zenginleştirme işlemine giren numune, 5 ayrı tipteki cevherin belli oranlarda hormanlanması ile hazırlanmaktadır.

Deneylerde kullanılan numune, bu 5 ayrı tipteki cevherin hormanlandığı stoktan alınmıştır. Stoktaki horman, oranlarına göre:

Silisfiye tuf.....%	45.5
Dolomit.....%	15.4
Altrc tuf.....%	14.8
Fasa.....%	17.4
Limonit - Mangan.....%	6.9

cevherlerinden oluşmaktadır.

Hormanlanmış stoktan usulüne uygun olarak alınmış numunenin, tamamı 100mm altında kırılarak azaltılmış ve labratuara getirilmiştir.

4.2 Numunenin Tanımlama Analizleri

4.2.1. Mineralojik analizler

Deneylerde kullanılacak numune, labratuarda serilerek kurutulmuş ve nem tayını yapılmıştır. Buna göre numunenin yüzey nemi % 4.8'dir

Numune, su ile ıslatıldığında çamurumsu bir yapıya bürünmekte ve topaklanmaktadır.

Yapılan incelemelerde; gümüş mineralleri içerisinde ar - jantit (Ag_2S) ve pirarjirit (Ag_3SbS_3) en yaygın olarak görü - lenleridir. Makroskobik olarak bakıldığında, Pirit (FeS) mangan ve barit kristalleri göze çarpmaktadır.

Cevherin çıkarıldığı maden sahası arsenik ve antimuan yıkan - ması ile karşılaştığından tipik arsenik mineralleri olan realgar(AsS) ve orpiment (As_2S_3) de seçilebilmektedir. İğnemi yapıdaki Antimuan mineralleride yine gözle seçile - bilmektedir. Ayrıca gri rengin koyu tonlarında silisfiye tüfler ile yeşil, kırmızımsı ve kahverengi çörtler gözlen - miştir. Altere tüfler ise yeşil ve sarımtırak renklindedir,

4.2.2 Tam kimyasal analizler

Cevherin içeriğini saptamak için tüvenan cevher - den hazırlanmış bir örnek üzerinde tam kimyasal analizler yapılmıştır, Elde edilen sonuçlar tabloda verilmiştir. Kimyasal analizler 100.Yıl tesislerinde yapılmıştır.

4.3. Zenginleştirme Çalışmaları

Bazı cevherler, oluşumlarına ve içerdikleri minerallerin yapısal özelliklerine bağlı olarak, dağıtma, ve boyuta göre sınıflandırma ile zenginleştirilebilirler, Dağıtma ve yıka - ma ile zenginleştirmeye uygun malzeme yumrulu oluşumlu çimentolu ve tane yüzeyi kil ve demir oksitlerle kaplanmış sedimanter ve plaser kökenli cevherlerdir. Bu tip cevherle - rin yıkama ve boyuta göre sınıflandırma sonucu killi kısım - ların uzaklaştırılmasıyla kırıcı makinaların, eleklerin, filt - relerin tıkanması, flotasyon ve liç işlemlerinde fazla reak - tif sarfı önlenmektedir. Ayrıca liç ve flotasyonda zararlı olan suda çözünebilir tuzlarda dağıtma ve yıkama ile uzaklas - tırılır. Bunun için yıkama ve dağıtma işlemlerini beraber yapacak şekilde geliştirilmiş aygıtlar kullanılmaktadır. Bunlar ; karıştırma, aktarma ve basınçlı su ile dağıtım ol - mak üzere başlıca üç grupta toplanırlar. Karıştırma ile dağıtma yapan aygıtların başlıcaları; yataklı kütüklü ve per - vaneli yıkayıcılardır. Basınçlı su ile yıkama yapan dağıtı - cıların en çok kullanılanı hidrolik dev olarak adlandırılan aygıttır. Aktarılan ortamda dağıtma yapan aygıtların başlı -

Tablo 4.1. Gümüşköy Cevheri Kimyasal Analizi

NUMUNE	Ag g/t	BaSO ₄ %	Bi %	Cd %	Co %	Cu %	Fe %	Pb %	Ni %	SiO ₂ %	Sb %	Zn %
Silisifiye Tuf	191	13.66	0.005	0.047	0.002	0.025	2.30	2.38	0.008	47.4	1.16	2.38
Pasa	362	14.9	0.007	0.036	0.002	0.022	2.06	3.19	0.008	51.7	0.82	2.49
Silisifiye Dolomit	118	14.6	0.013	0.038	0.003	0.011	3.14	0.72	0.01	23.2	0.27	5.53
Limanit Mangan	157	28.0	0.008	0.029	0.002	0.050	2.99	2.79	0.010	31.9	0.06	4.38
Harman Cevher	289	11	0.006	0.032	0.002	0.026	2.35	1.80	0.008	52.0	0.47	2.17

caları ise aktarma tamburu ve tromel (döner elekli) yıkacı - lardır.

Aktarma tamburu : 1.5 - 2.5 metre çapında 2.5 - 8 m boyunda silindir veya silindirçokluk bir kaptan oluşur.

Tasıyıcı rulolar üzerine yerleştirilmiş tambur, yatay eksen etrafında 10 - 15 devir/ dakika hızla döndürülür, Standart aktarma tamburlarında (3 - 3.5m boyunda) 100mm boyutuna kadar cevherler dağıtılarak yıkanmaktadır. Özel yapılmış büyük tamburlarda 250mm boyutuna kadar malzeme beslenebilir. Cevher bir taraftan beslenirken diğer taraftan da su verilmektedir. Tambur iç yüzeylerinde bulunan kaldırırcı levhalar aracılığıyla yukarı taşınan cevher, aşağı düşüp darbe etkisiyle dağılmaktadır. İri parçalar su giriş tarafından dışarı çıkmaktadır. Malzemenin dağıtılmasında zorluk oluyorsa, büyük çaplı, küçük bcru tamburlar kullanılır.

Genellikle dağıtma işleminden sonra çıkan pülp tane boyutuna bağlı olarak elek veya klasifikatörlerle yıkanarak boyuta göre sınıflandırılır.

Deneyisel çalışmalarda 30cm çapında 35cm boyunda olan aktarma tamburu kullanılmıştır.

4.3.1. Boyut dağılımı

Kütahya 100. yıl gümüş tesislerinden alınan ve konileme dörtleme yöntemiyle azaltılan numuneden temsili bir bölümü ile yaş diğer bölümü ile de kuru elek analizleri yapılarak tüvenan cevherin boyut dağılımı incelenmiştir.

Kuru elek analizinde numune 0.841mm boyutuna elenerek boyut dağılımı belirlenmiştir.

Yaş elek analizinde ise ; 24 saat suda bekletilmiş numune 50; 30; 13; 6; 3.36; 1.68; 0.41; 0.420; 0.212; 0.106; mm ve 0.053mm'lik eleklerden elenerek boyut dağılımı saptanmış ayrıca (+30)mm ; (-30+1.68mm); (-1.68+0.053mm) ve(- 0.053mm) boyut gruplarında gümüş analizleri saptanmıştır.

Kuru ve yaş elek analizi sonuçları ile boyuta göre gümüş dağılımları Tablo 4²da verilmiştir.

Boyut dağılımı Tabloları incelendiğinde kuru eleme sonucu 0.841mm altına geçen malzeme oranı % 18.5 iken, yaş eleme sonucu bu değer %22.8 olmaktadır. Ayrıca yaş eleme sonucunda 0.053mm boyutu altındaki malzeme oranı %12.2 iken kuru elemeye boyut dağılımına göre çizilen kümülatif elek altı eğrisinde aynı boyuttaki malzeme oranının %8.5 civarında olduğu bulunmuştur.

4.3.2. Yıkama deneyleri

Killi bir yapıya sahip Gümüşköy tüvenan cevherinde killi malzemenin yarattığı scrunları cirtadan kaldırmak amacıyla aktarma tamburu ile değişik deneyler yapılmıştır. Deneyler sırasında tambur devri pülpte katı oranı sabit tutulmuş buna karşılık yıkama süreleri değişken parametre olarak incelenmiştir. Deneylerde kullanılan numuneler deney öncesi ıslatılarak 24 saat süreyle suda bekletilmiş daha sonra 10, 20 ve 30 dakikalık sürelerde yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Aktarma tamburundan yıkama sonrası alınan numuneler 30, 1.68 ve 0.053 mm'lik eleklerden elenerek boyut ve boyuta göre gümüş dağılımları saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar tablolarda verilmiştir.

Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre; sabit pülpte katı oranı ve 10 dakikalık yıkama süresinde; 24 saat suda bekletilmiş numune ile kuru olarak aktarma tamburuna beslenen numuneler arasında boyut ve boyuta göre gümüş dağılımlarında çok önemli bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Ancak 24 saat süreyle suda bekletilerek yapılan aktarma tamburu sonrası numunenin eleme işleminin daha kolay olduğu gözlenmiştir.

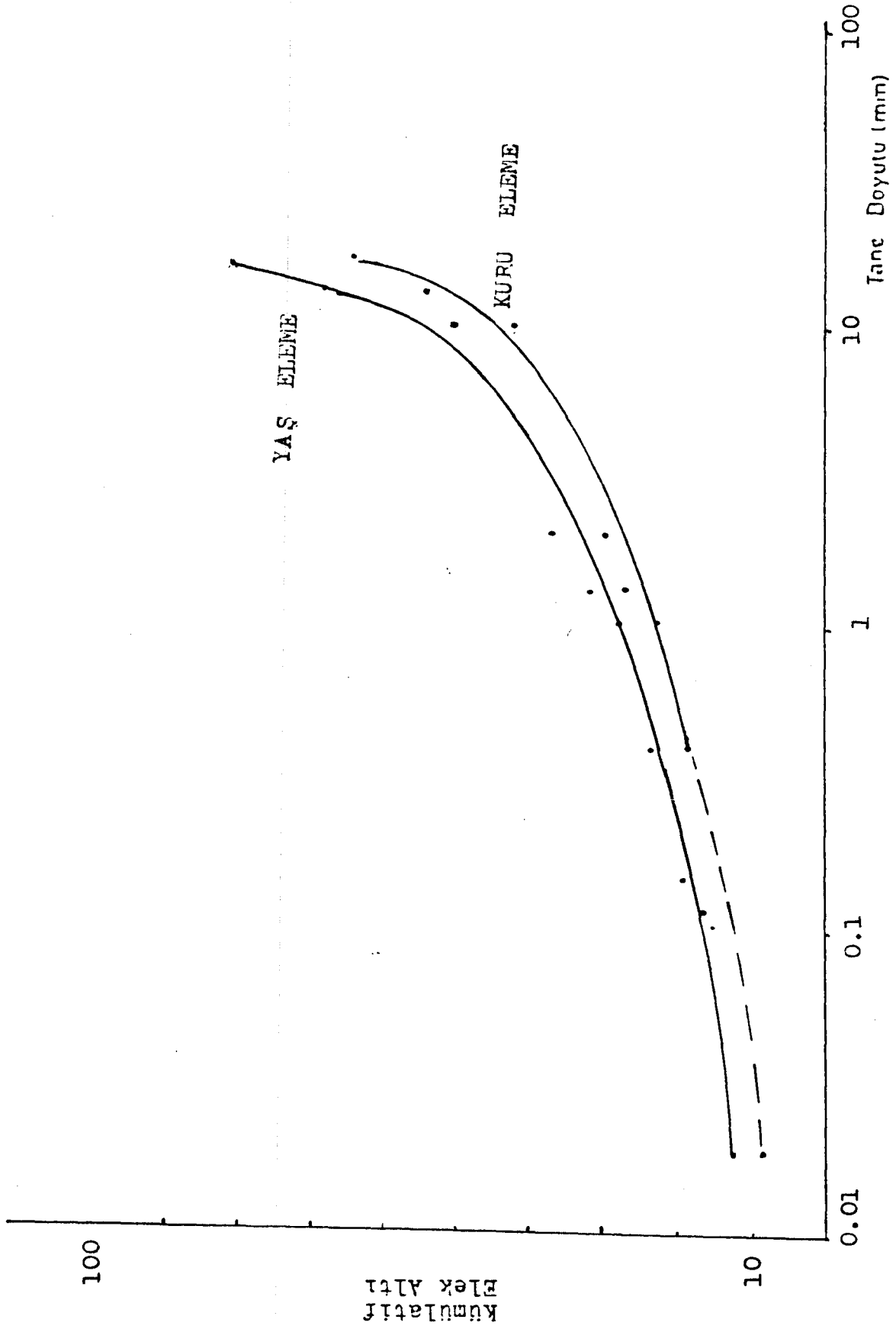
24 saat suda bekletilmiş numuneler ile yapılan 10,20,30 dakikalık yıkama deneylerinde sürenin değişimi ile gerek boyut ve gerekse boyuta göre gümüş dağılımlarında önemli farklılıklar gözlenmemiştir.

Tablo 4.2. Kuru Elek Analizi Boyut Dağılımı sonuçları

Elek Açıklığı mm	Miktar (%)	Kümülatif Toplam		Gümüş Tenör gr/ton Ag
		Elek üstü (%)	Elek altı (%)	
+ 50	36.0	36.0		342
- 50 + 30	9.8	45.8	64.0	
- 30 + 13	12.7	58.5	54.2	476
- 13 + 6	11.5	70.0	41.5	
- 6 + 3.36	3.3	73.3	30.0	
3.36 + 1.68	5.0	78.3	26.7	
1.68 + 0.841	3.2	81.5	21.7	175
- 0.841	18.5		18.5	
	100.0			349.3

Tablo 4.3. Yas Elek Analizi Boyut Dağılımı Sonuçları

Elek Açıklığı (mm)	Miktar (%)	Kümülatif Toplam		TENÖR gr/ton Ag
		Elek Üstü (%)	Elek Altı (%)	
+ 50	18.9	18.9		308
- 50 + 30	12.7	31.6	81.1	
- 30 + 13	19.8	51.4	68.4	473
- 13 + 6	11.9	63.3	48.6	
- 6 + 3.36	6.2	69.5	36.7	
- 3.36 + 1.68	4.4	73.9	30.5	
- 1.68 + 0.841	3.3	77.2	26.1	232
- 0.841 + 0.420	3.8	81.0	22.8	
- 0.420 + 0.212	2.7	83.7	19.0	
- 0.212 + 0.106	2.0	85.7	16.3	
- 0.106 + 0.053	2.1	87.8	14.3	
- 0.053	12.2		12.2	182
TOPLAM	100.0			351.8



Şekil 4.1. kümülatif Elek Altı Eğrileri (yaş kuru)

DENEY I

Kuru numune ile 10 dakika süreli aktarma tamburu deney sonuçları

Deney Koşulları

Nunune..... Kuru

P.K.O..... %70

Yıkama Süresi..... 10 dakika

Tablo 4.4. Deney 1'in Elek Analizi Boyut Dağılımı ve Gümüş Tenörleri

Elek Açıklığı (mm)	Miktar (%)	Kümülatif Toplam		TENÖR (g/t) Ag
		Elek Üstü (%)	Elek Altı (%)	
+ 30	32,6	32,6		401
- 30 + 1.68	22,5	55,1	67,4	543
1.68 + 0,053	21,5	76,6	44,9	242
- 0.053	23,4		23,4	165
TOPLAM	100,0			343,5

(Toplam tenör: hesapla bulunmuştur.)

DENEY II

İslatılmış numune ile 10 dakika süreli Aktarma Tamburu deney sonuçları

Deney Kosulları

Numune.....: 24 saat suda bekletilmiş

P.K.O.....: % 70

Yıkama Süresi.....: 10 dakika

Tablo 4.5. Deney 2 nin Elek analizi Boyut Dağılımı ve Gümüş Tenörleri

Elek Açıklığı (mm)	Miktar (%)	Kümülatif Toplam		TENÖR (g/t) Ag
		Elek Üstü (%)	Elek Altı (%)	
+30	37,1	37,1		386
- 30 +1,68	19,1	56,2	62,9	578
- 1,68 +0,053	21,1	77,3	43,8	263
- 0,053	22,7		22,7	166
TOPLAM	100,0			346,7

DENEY III

Islatılmış numune ile 20 dakika süre ile aktarma tamburu
Deneyi Sonuçları

Deney Koşulları

Numune..... : 24 saat suda bekletilmiş

P.K.O..... : % 70

Yıkama süresi..... : 20 Dakika

Tablo 4.6. Deney 3 'ün Elek Analizi Boyut Dağılımı ve
Gümüş Tenörleri

Elek Açıklığı (mm)	Miktar (%)	Kümülatif Toplam		TENÖR (g/t)Ag
		Elek Üst (%)	Elek Altı (%)	
+30	31,0	31,0		371
30 +1,68	24,1	55,1	69,0	598
1.68 +0,053	18,6	73,7	44,9	285
0,053	26,3		26,3	171
TOPLAM	100,0			357,1

DENEY IV

Islatılmış numune ile 30 dakika süre ile aktarma Tamburu Deneyi Sonuçları

Deney Kosulları

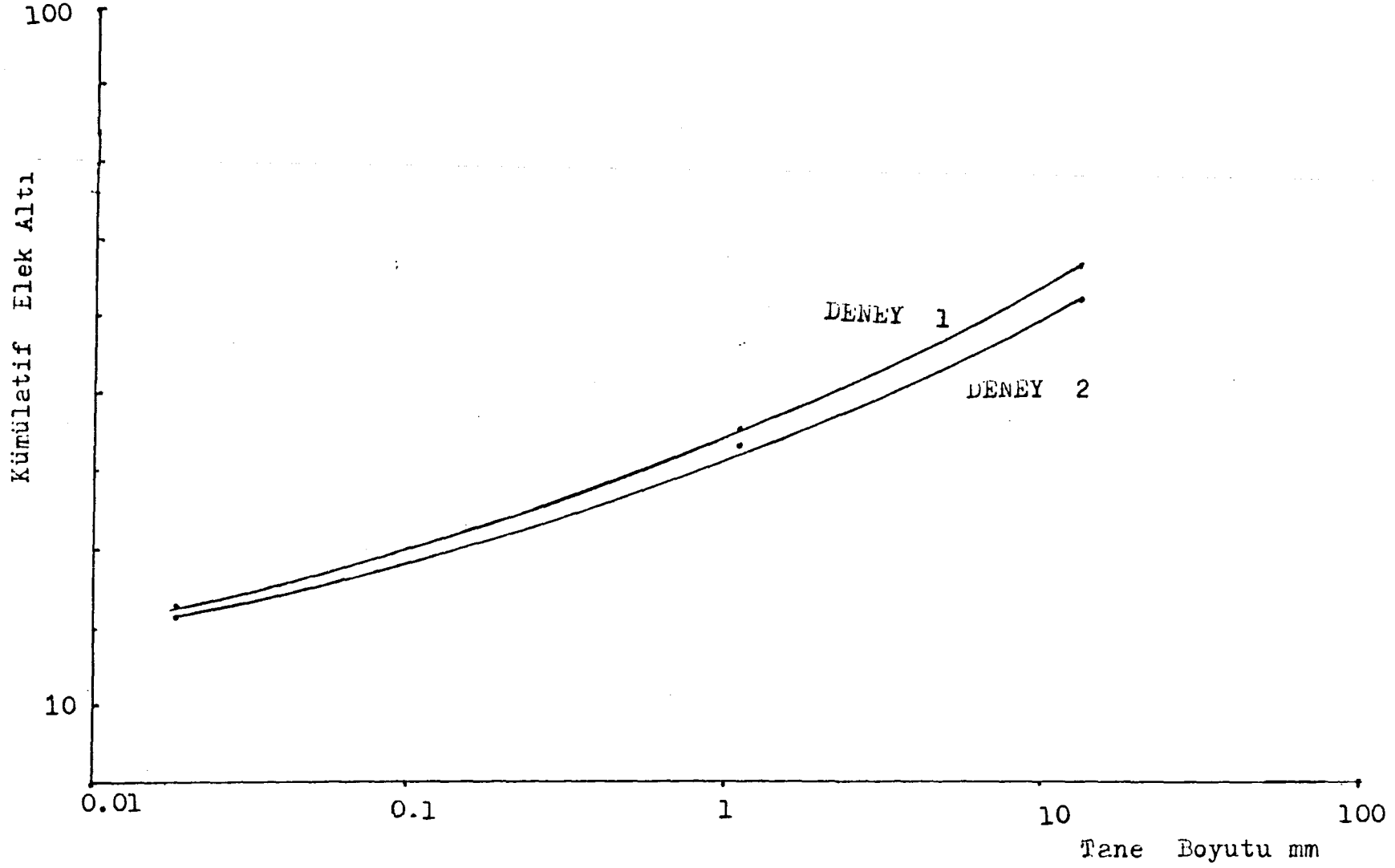
Numune..... :24 saat suda bekletilmiş

P.K.O.....:%70

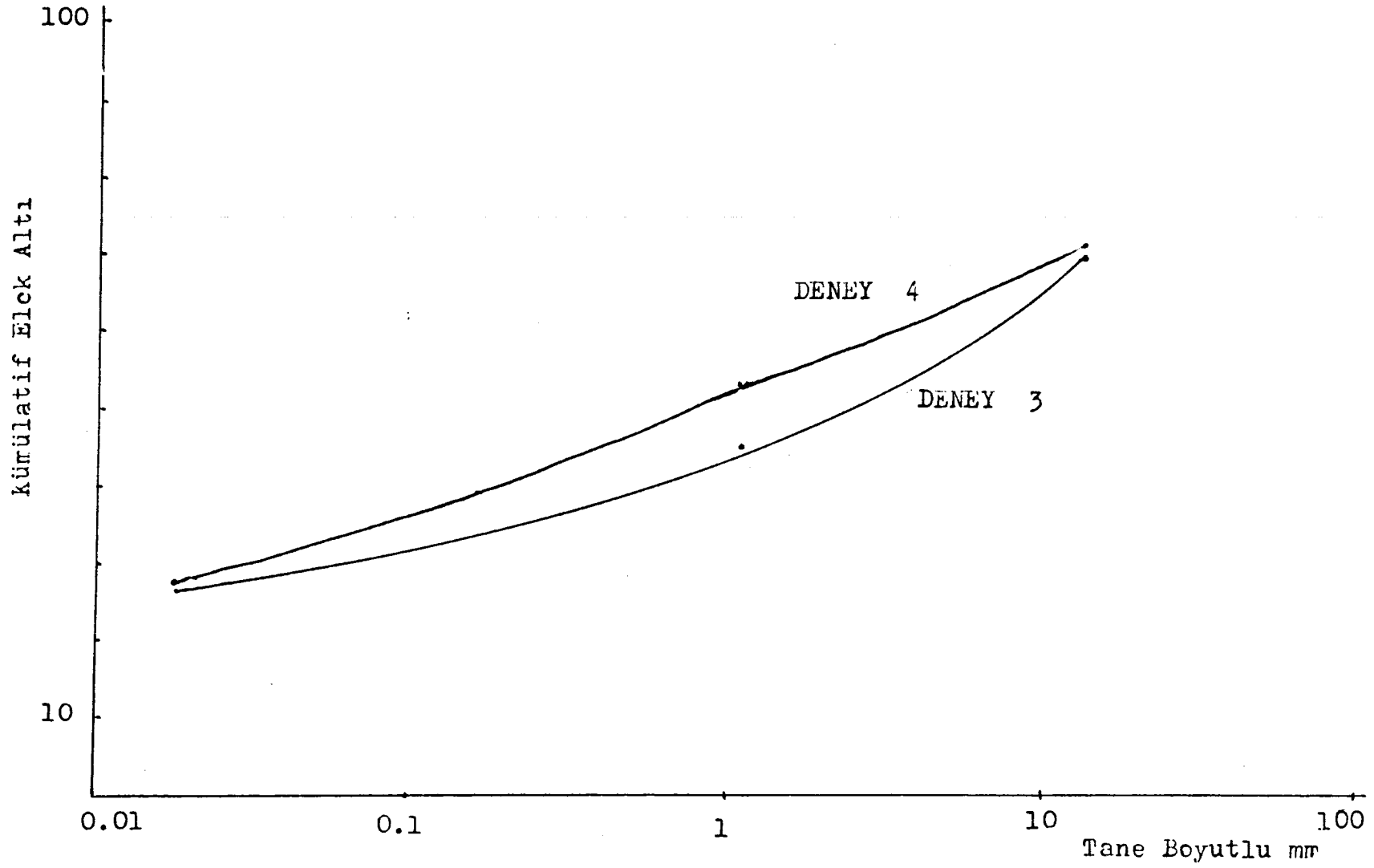
Yıkama Süresi.....:30 dakika

Tablo 4.7. Dency 4 'ün Elek Analizi Boyut Dağılımı ve Gümüş Tenörleri

Elek Açıklığı (mm)	Miktar (%)	Kümülatif Toplam		TENÖR (g/τ)Ag
		Elek Üstü (%)	Elek Altı (%)	
+ 30mm	29,8	29,8		433
- 30 +1,68	17,8	47,6	70,2	624
↓,68+0,053	25,0	72,6	52,4	302
- 0,053	27,4		27,4	181
TOPLAM	100,0			365,2

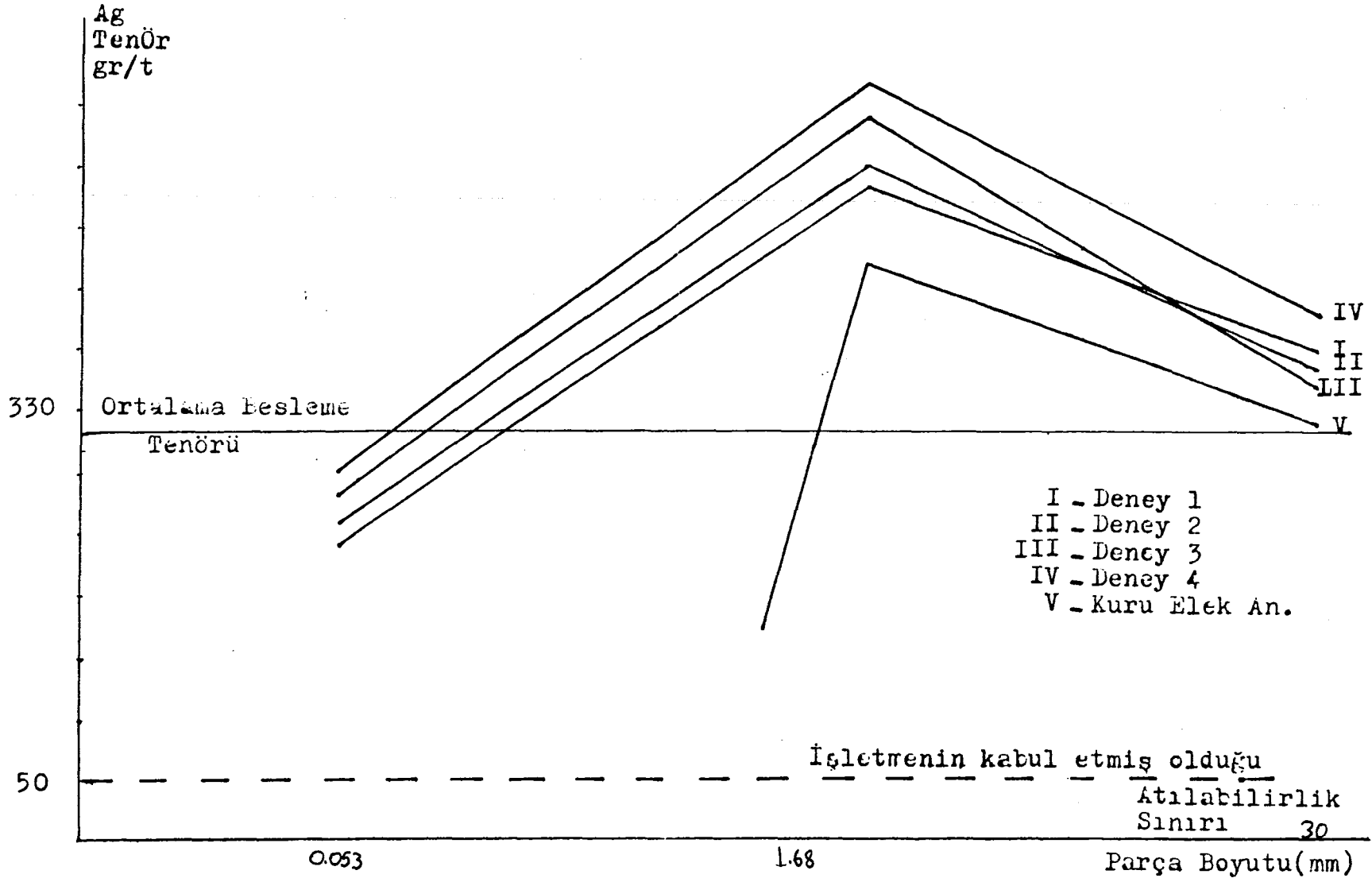


Şekil 4.2 Deneysel 1,2 nin kümülatif elek altı eğrileri



Şekil 4.3. Deney 3.4 'ün kümülatif Elektrik Altı Eğrileri

Sekil 4.4. Deneysel sonuçlarının parça boyutuna göre Ag Tenörleri



5. SONUÇLARIN İRDELENMESİ

Kütahya 100. yıl gümüş tesislerine ait cevher numuneleri üzerinde, cevher bünyesinde var olan ve kırma - eleme ünitesi - sinde sorun yaratan killi malzemenin yıkanarak dağıtılması amacıyla aktarma tamburu deneyleri yapılmıştır. Yıkama deneylerinde yalnızca süre, değişken parametre olarak incelenmiştir.

Beş ayrı tipteki cevherlerden hazırlanan harman numunesi üzerinde, numune tanımlama analizleri yapılarak numunenin özellikleri saptanmıştır.

Yapılan ön tetitlerde killi malzemenin cluştırduğu yumru - ların genellikle 30 ve 10mm boyutları civarında daha iri boyutlarda bulunan malzemelerin ise yüzeylerinde sıvanmış halde bulunduğu belirlenmiştir.

Temsili numune üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre cevherin gümüş içeriği 330g/t olarak bulunmuştur.

Tüvenan cevhere ait kuru ve yaş elek analizleri ile belirlenen boyut dağılımları ilgili bölümde tablolar halinde verilmiştir.

Cevher yapısında bulunan killi malzemenin yıkama işlemleri sonucu yıkanarak ayrılması amaçlanan deneysel çalışmalar da yıkama testleri labratuar tipi aktarma tamburunda yapılmış malzemenin elenmesi ile kili arındırılmış kırılma ve elenmeye uygun nitelikte bir ürün elde edilmeye çalışılmıştır. Aktarma tamburunda yapılan yıkama işlemleri sonrası eleme ve analizler için kırma işlemleri sırasında kırma ve eleme kolaylığı da dikkatle incelenerek değerlendirilmiştir.

Yıkama deneylerinden elde edilen bilgilerin ışığında boyut dağılımları grafiklerle değerlendirilmiş, tamamı 100mm altına kırılarak labratuara getirilen tüvenan cevhere ait alternatifli kırma - eleme - yıkama devresi cluştırulmaya çalıştırılmıştır.

Deneylerde en küçük boyut olarak alınan 0.053mm altında

gümüş dağılımı yönünden önemli bir farkın olmadığı gözlenmiş ve üretilen kırma - eleme - yıkama devresi için yalnızca boyut dağılımları dikkate alınmıştır.

DeneySEL çalışmalarından elde edilen sonuçlardan kümülatif eleme altı değerlerine göre çizilen eğrilerle, üretilmesi düşünülen akım seması için gerekli boyutlardaki malzeme dağılımları hesaben bulunmuş ve toplu olarak Tablo 5.1'de verilmiştir.

Table 5.1. (30,5,0.074)mm Boyutlarındaki Malzeme Miktarı

Elek Boyutu (mm)	I DENEY		II DENEY		III DENEY		IV DENEY	
	Miktar (%)	küm Top EEA%	Miktar (%)	Küm Top EEA %	Miktar (%)	Küm Top EEA %	Miktar (%)	Küm Top EEA%
+ 30	32,6		37,1		31,0	100,0	29,8	100,0
- 30+5	12,4	67,4	10,9	62,9	14,0	69,0	10,2	70,2
- 5 + 0,074	30,0	55,0	28,5	52,0	28,0	55,0	31,5	60,0
- 0.074	25,0	25,0	23,5	23,5	27,0	27,0	29,5	29,5
TOPLAM	100,0		100,0		100,0		100,0	

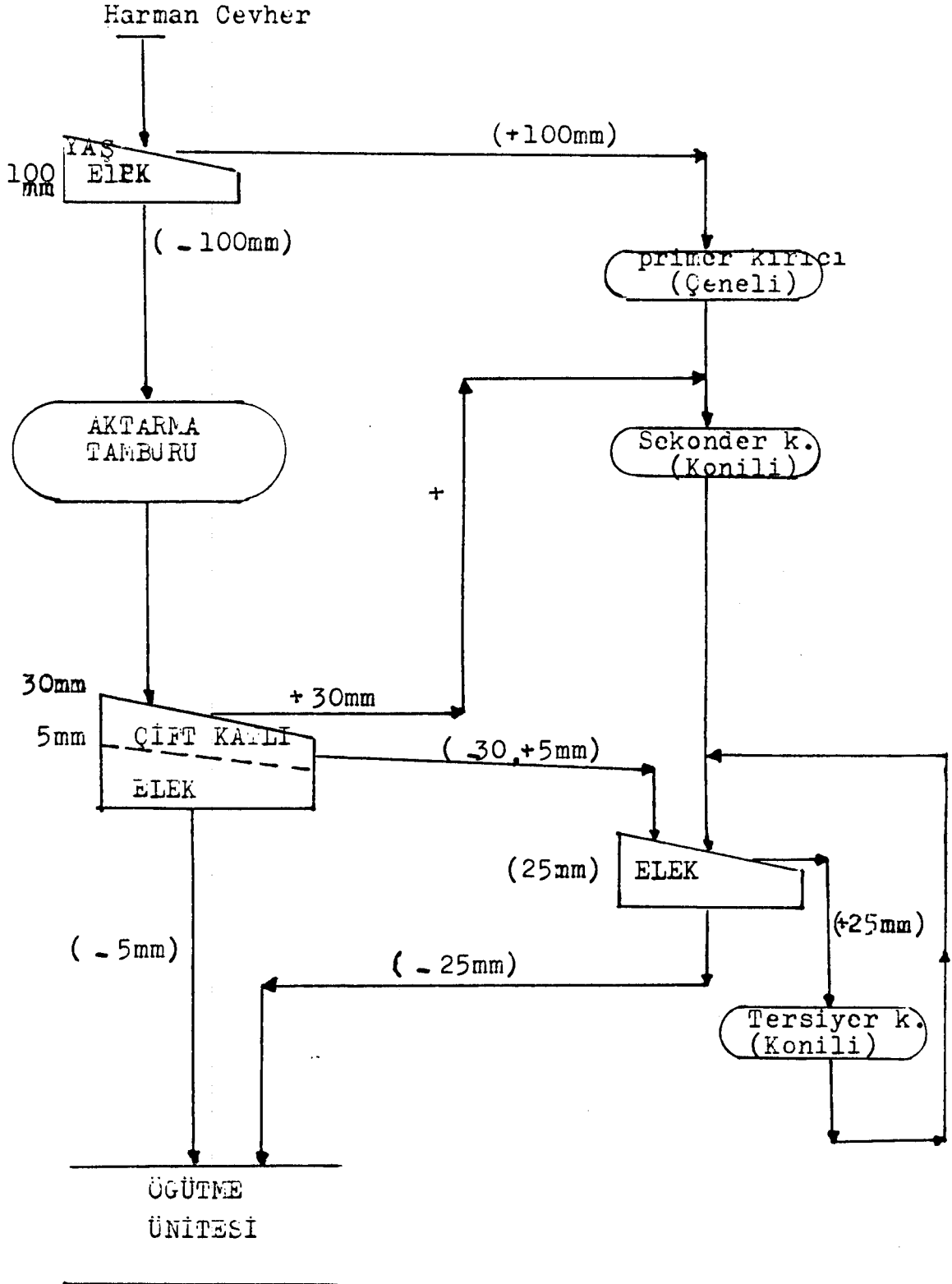
5.1. Üretilen Alternatifli Akım Şeması

Alternatif Akım Şeması

100mm' den elenen malzemenin elek altı aktarma tamburuna elek üstü ise çeneli kırıcıya beslenmektedir. Çeneli kırıcı sekonder kırıcı olan konili kırıcıya gönderilmektedir. Aktarma tamburu sonrası malzeme çift katlı 30mm ve 5mm'lik eleklerden elenir +30mm, sekonder kırıcıya 30+5mm, 25mm'lik eleğe 5mm malzeme ise öğütme ünitesine gönderilmektedir. Sekonder kırıcıdan çıkan malzeme 25mm'lik elekten elendikten sonra elek üstü tersiyer kırıcıya beslenmektedir. Elek altı ise öğütme devresine gider, tersiyer kırıcı ile 25mm'lik elek kapalı devre çalışmaktadır.

6. SONUÇLAR

1. Kütahya 100. yıl Gümüş tesislerinde üretilen 5 ayrı tip cevherin belirli oranlarda harmanlanarak hazırlanmasıyla elde edilen stoktan, usulüne uygun olarak numune alınmıştır. Numunenin tamamı 100mm altına kırılarak azaltılmıştır. Deneysel çalışmaların tamamı 100mm altına kırılmış cevherle yapılmıştır.
2. Tamamı 100mm altına kırılmış tüvenan cevher, açık havada serilerek kurutulmuştur. Tüvenan cevherde %12 civarında tesbit edilen nem değerine karşılık, açık havada kurutulan numunenin yüzey nemi ise % 4.8 olarak bulunmuştur.
3. Cevherin tam kimyasal analizleri yapılarak deneylere esas olan numunenin gümüş içeriği 330g/t olarak tesbit edilmiştir.
4. Mineralojik incelemelerde, makroskopik olarak pirit, barit, antimuan mineralleri ile silisfiye tüfler gözlenmektedir. Ayrıca yeşil, kırmızımsı kahverenkli çörtler görülmektedir.
5. Yapılan yaş ve kuru elek analizlerinde 50mm üzerindeki malzeme miktarı yaş elemelerde % 36.0 civarında olduğu gözlenmiştir. Tüvenan cevhere ait yaş elek analizinde 0.053mm altındaki malzeme oranı %12.2 iken yıkama deneyleri sonucu bu oran %27.4 ye kadar çıkmaktadır. Kuru eleme de boyut dağılım



Şekil 5.1 Alternatif Akım Şeması

tablosuna göre bakıldığında 0.053mm boyutlu malzemenin %85 civarında olduğu gözlenmiştir.

6. Yıkama deneyleri koşullarında değişken parametre olarak yıkama süresi incelenmiş ve pülp te katı oranı, tambur devri sabit tutulmuştur. Yıkama süreleri 10, 20, 30 dakika olarak alınmış ve numuneler deneyden önce ıslatılarak 24 saat suda bekletilmiştir.

7. Tesis verilerine göre maksimum 50g/t gümüş içeriğiyle atılabilir bir artık değeri dikkate alındığında yıkama deneyleri sonrası uzaklaştırılması düşünülen ve 0.053mm boyutu altındaki malzemenin gümüş içeriğinin söz konusu değerden çok daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu nedenle bu boyut altındaki malzemeninde direkt olarak liç ünitesine gönderilmesi zorunlu olmaktadır.

8. Yıkama deneyleri sonrası kırma ve eleminin kolay olduğu gözlenmiştir.

9. Yıkama deneyleri sonunda en uygun koşulun kuru numune ile 10 dakika süreli aktarma tamburu deneyi olacağı tesbit edilmiştir. 24 saat suda bekletmenin pek fazla önemi olmadığı saptanmıştır.

10. Endüstriyel boyutlardaki aktarma tamburlarındaki sonuçlar laboratuvar sonuçlarından daha iyi olması beklenmelidir.

11. Deneysel çalışmalardan elde edilen bilgiler ve mevcut proses gözönünde bulundurularak bir alternatif akım şeması üretilmiştir.

Gümüşköy TESİSLERE AIT İŞLETME VERİLERİ

1. Üretim verileri ve kapasiteler

kırma kapasitesi	3600t/gün
cevher işleme kapasitesi	3360t/gün
cevher tenörü(ort)	180g/ton
yıllık üretim	122.4 ton
metal saflığı	%99.9

2. Güç kapasitesi ve enerji tüketimleri

kuru güç	6600kw
yıllık enerji tüketimi	48600000 kwsaat
birim enerji tüketimi	486kw saat/ton cevher

3. Yakıt tüketimi

İzabe Ünitesindeki Dore fırınında mazot yakıt olarak kullanılmaktadır.

yıllık tüketim	750000 Ag
birim tüketim	6.12 kg/kg Ag

4. Yardımcı Malzeme

Tablo 6.1. Tesiste Yardımcı Malzeme Tüketimi

MALZEME	YILLIK (t) TÜKETİM	BİRİM TÜKETİM	
		Kg/Kg Ag	Kg/t CEVHER
Sodyum Siyanür	3430	28,0	3.43
Çinko Tozu	370	3.0	0.37
Flokülant	180	1.47	0.18
Kireç	20300	165,8	20,3
Perlit	1300	10,6	1,3
Kurşun Nitrat	300	2,45	0,3
Soda	30	0,245	-,-
Ecraks	54	0,44	-,-
Eilya	1000	8,17	1,0
Filtre Kağıdı	74000m ²	0,6m ²	0.074 m ²

5. Su Tüketimi

Tesislerin taze su ihtiyacı Değirmindere üzerindeki bir regülatör pompa istasyonundan, içme ve kullanma suyu ise Köprüören' deki bir yeraltı kuyusundan sağlanmaktadır.

Baraja atılan artıkların içerdiği su ise toplanarak tekrar tesise geri gönderilmektedir.

Taze su ihtiyacı _____	110m ³ /s
İçme ve kullanma suyu ihtiyacı _____	20m ³ /s
Dönüş suyu miktarı _____	160m ³ /s

6. Üretim Verimleri

Liç verimi: Cevher içindeki gümüşün çözeltiye geçme oranı: % 68

Yıkama verimi: Tikinçlerdeki yıkama oranı: % 99

Net metallurjik verim: Liç verimi x yıkama verimi: % 67

7. Ekonomik Özellikleri (Mayıs 1987 verilerine göre)

Rezerv _____	19.200.000 ton
Ekonomik ömrü _____	20 yıl
Yıllık üretim(cevher) _____	1.000.000 ton
Yatırım tutarı(yaklaşık) _____	60.000.000.000. TL
İçyatırım tutarı _____	35.000.000.000. TL
Dışyatırım tutarı _____	25.000.000.000. TL
Toplam yıllık gelirler _____	28.380.000.000. TL
giderler _____	16.204.000.000. TL
Döviz girdileri _____	28.586.000 \$
Geri ödeme süresi _____	5.6 yıl
Başbaş noktası _____	% 36
Toplam istihdam kapasitesi _____	450 kişi

Kaynak: Kütahya 100. yıl Gümüş Tesisleri Tanıtım Broşürü.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Acarkan, N., 1975, Kütahya - Gümüşköy oksit antimon
Cevherlerin değerlendirilmesi, İstanbul
Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Kütüphanesi
- Bayraktar, C., 1979, Cevher hazırlamada zenginleştirme
öncesi işlemler, İstanbul Teknik Üniversitesi kütüp-
hanesi
- Çiçek, A., 1984, Kütahya - Gümüşköy gümüş yataklarının kuzey
bölümünün oluşumu ve değerlendirilmesi, lisans tezi,
İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi
- Eraslan, R., 1983, Aktepe Pb - Zn - Sb - Ag cevherleşmesi, doktora
tezi, Ege Üniversitesi Yer Bilimleri Fakültesi,
- Etibank Bülteni, 1987, sayı: 98 - 99 S.6 - 12 Etibank
- Etibank Bülteni, 1982, sayı: 44, S. 4 - 8 Etibank
- Etibank Bülteni, 1981, sayı: 33, S. 5 - 6 Etibank
- Etibank, 1989, 100. Yıl Gümüş Tesisleri Brifing Raporu
- Kafkas, A., 1989 Kütahya - Gümüşköy Aktepe Maden Sahası ve yö
resinin jeolojisi ve cevher mineralleri.
- Kurbasar, I., 1984, Mineraleji II., İstanbul Teknik Üniver-
sitesi Kütüphanesi
- Madencilik Dergisi 1974, Sayı 6 , S: 51 - 56 TMMOB yayını.
- M.T.A. Yayını 1979, Dünyada ve Türkiye'de metal ve mineral
kaynaklarının potansiyeli, ticareti, beklenen gelişim
leri. Yayın No: 174
- Topkaya, Y., 1990, Kütahya - Gümüşköy Ag - Pb - Zn - Sb - BaSO₄
kompleks cevherinden Gümüş ve diğer ürünlerin elde
edilebilirliğinin laboratuvar araştırması ara raporu,
M.T.A yayını
- Vicil, M., 1982, Kütahya - Gümüşköy Aktepe Pb - Zn - Sb - Ag
cevherleşmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Yerbilim-
leri Fakültesi.