

1. GENEL BİLGİLER

Özdemir Antimuan Maden İşletmesi Tokat ilinin Turhal ilçesinin Elalmış Köyünde yer almaktadır. Maden ocakları Hacılar ve Elalmış köyleri sınırları arasında bulunmaktadır. 40°lik eğime sahip sırtlarda kurulmuştur. Turhal ilçesine 10 km uzaklıktadır. İşletme önünden Samsun-Sivas demiryolu geçmektedir. 1934 yılında maden ocakları, 1945 yılında izabe fabrikası ve 1953 yılında ise flotasyon fabrikası kurulmuştur. Antimuan trioksik ve metal (regülüs) üretiminin yapıldığı izabe tesisi şu an aktif değildir. Flotasyon fabrikasını bir alman şirketi olan Krupp kurmuştur.

Sahadaki cevher potansiyel milyon tonlarca olduğu tahmin edilmektedir. Ve bu miktarı arttırmak için sondaj çalışmaları da aralıksız devam etmektedir.

Flotasyon tesisinde üretilen antimonit üst seviyededir ve gerek yurt içi gerekse yurt dışına satışı yapılmaktadır. Yurt dışına buradan Mersin'e ulaştırılır ve oradaki limandan gemilerle dünyaya açılır.

Cevher üretimi, yer altı ve yer üstü maden ocakları aracılığı ile üretilmektedir. Yer altında üretilen tenörlü cevher vagonlarla yeryüzüne çıkarılıp , kamyonlarla cevher hazırlama tesisine sevk edilir. Yer üstünde üretilen cevher direkt olarak sevk edilir. Tesiste cevher zenginleştirilerek antimuan konsantrasi elde edilmektedir. Konsantre'de %70-%71 Sb elde edilir.%69,5 sınırının altı başarısız olarak kabul edilmektedir. Konsantre direkt olarak satılabildiği gibi, izabe tesisinde antimuan trioksik (%82,5) veya antimuan metali (99,5) hallerine getirilerek de hem yurt içi hem de yurt dışına pazarlanmaktadır.Fakat izabe tesisi kapalı olduğundan, antimuan trioksit ve antimuan metali üretimi yapılmamaktadır. Tesinin şu andaki tek ürünü Antimuan konsantresidir.

Özdemir Antimuan madeni işletmesinde üretilen tüvenan cevher içindeki gang mineralleri arsenopirit, kuvars, şışt ve pirit; değerli mineral ise antimonittir. Tüvenan cevher zenginleştirilirken flotasyon koşullarının belirlenmesindeki en büyük etken antimonit ve arsenik tenörüdür. Ayrıca tüvenan cevher içindeki arsenik tenörünün düşük, antimonit tenörünün yüksek olması flotasyonu daha randımanlı kılmakta ve tesis verimini de arttırmaktadır.

2. ANTİMUAN

Demir dışı metaller kısmında yer almaktadır. Gümüş grisi rengindedir ve kaynama noktası 630 Celcius'tur. Antimuanın atom ağırlığı 121,8 dir. Özgül ağırlığı 6,7 gr/cm³. Mohs sertlik skalasındaki yeri ise 3-3,5 arasındadır. Doğada 150 kadar Sb içeren mineral bilinmesine karşın, metal üretiminde ve hammadde olarak kullanımda başta Antimonit (Sb₂S₃), Senarmonit (Sb₂O₃), Valentinit (Sb₂O₃), Servantit (Sb₂O₄) ve Kermesit

($2Sb_2S_3.SbO_3$) mineralleri önem taşımaktadır. En çok bulunan ve antimuan metalinin büyük oranda üretildiği minerali Antimonittir (Sb_3S_3).

Antimuan, kükürde olan afinitesi (bağ kurma eğilimi) ve bakır, kurşun ve gümüş gibi metalik elementlerle bileşik oluşturma yeteneği nedeniyle doğada ender olarak nabit halde bulunur. Kalay ve Kurşun gibi metallere antimuan ilave ederek sertleştirilebilirler.

En çok kullanıldığı alanlar balata yapımı ile ateşe dayanıklı olması sebebi ile alev geciktirici olarak kullanılır. Antimuan ürünleri, çelik sanayiinde; çeliğin sertleştirilmesinde, cam ve seramik sanayiinde; ürünlerin boyanması ve sağlamlaştırılmasında, lastik sanayiinde; silah sanayiinde, patlayıcı madde üretiminde; boya sanayiinde, ilaç üretiminde ve buna benzer birçok sanayide ham madde olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

3.TESİSTEKİ AŞAMALAR

Açık işletme ve yer altı işletmelerinden gelen tüvenan cevher, kamyonlarla 20 cmx20 cm'lik ızgaradan bunkere, 100 tonluk kapasiteye sahip kaba cevher silosuna gelmektedir. ızgaradan geçemeyen büyük parçalar, işçiler tarafından balyozlar yardımıyla ızgaradan geçebilecek boyutlara küçültülür.

Bunkerden, boyut küçültme oranı 4-7 olan primer kırıcıya beslenir cevher. Birincil kırıcının ağız açıklığı 3,5-2,5 cm arasındadır. Burada istenilen boyuta geldikten sonra bantlı konveyörle (boyu 40 m, genişliği 70 cm'dir) değimenden önceki bunkere, (ince cevher silosuna) beslenir. Bilyalı değirmene beslenen cevher, 150 mikronun altına öğütülür ve taraklı klasifikatöre beslenir. Buradan 150 mikron altı selüllere yollanırken, üstü ise tekrar değirmene geri beslenir. Flotasyon işlemleri sonucunda atık ve konsantre ayrılır; konsantre,kendi debisi ile kıvamaştırma tankına gönderilir, tanktan da konsantre filtresinde pompalanır. Konsantre buradan %5'klik neme sahip şekilde alınır. Filtreden alınan konsantre, vagonlar yardımıyla tartıma gönderilir ve numune alındıktan sonra paketlenmek üzere siloya boşaltılırlar. Flotasyon sonucu ayrılan atık yine kendi debisi ile kıvamaştırma tankına gönderilir; tanktan tiknere pompalanır. Temiz su atık su havuzuna flokülant ile çöktürülen kısım ise yine kıvamaştırma tankına yollanır. Buradan da filtre prese geçer susuzlandırılır ve bantlarla katı atık platformuna yönlendirilip kurutularak stoklanacak bölgeye gönderilir.

3.1. Kırıcılar ve Eleme

Çeneli kırıcılarda kırma çene adı verilen iki plaka arasında basınç etkisiyle olur. Kırma oranları genellikle 4-7 arasındadır. Tesisteki Primer kırıcı, Blake tipi kırıcıdır. Kırıcının giriş açıklığı 20 cm, çıkış açıklığı 4 cm'dir. Kapasite 18-20 ton/saattir. Kırıcının kavrama açısı 18 ila 24 derece arasındadır. Tesiste 2 adet kırıcı bulunmaktadır. İkisi de

çeneli kırıcıdır. 2. Kırıcı şuan aktif değildir. İnaktif olanın besleme ağız açıklığı 15 cm çıkış açıklığı ise 2-2,5 cm'dir. İstenilen boyuta primer kırıcı ile ulaşıldığından sekonder kırıcı kullanılmamaktadır ve enerjiden tasarruf edilmektedir. Açık devre şeklinde çalışmaktadır.

Nem oranının yüksek olması kırıcıyı tıkayabilir. Ayrıca kamyonu yüklemenin toplu olarak yapılması, tüvenan içine yabancı maddelerin girmesine de olanak sağlamaktadır. Bu maddelerin kırıcıya girmesine ve kırıcının tıkanmasını engellemek için kırışı başında bir tesis çalışması beklemektedir. Olası bir tıkanma çelik bir levye yardımıyla önlenabilir. Çeneli kırıcıdan ve değirmenden önce birer tane silo yer almaktadır. Bu sayede kırıcı devamlı çalışmak zorunda kalmaz. Gece vardiyasında (3 vardiya var) kırıcı çalıştırılmıyor.

Ekipman	Adet	Kapasite	Özellikler
Bunker	1	100 t	Reinforced concrete
Zincirli Konveyör	1		Chain feeder, 1,6 Kw
Primer çeneli kırıcı	1	15t/h	400x180 mm, 30kW
İkincil çeneli kırıcı	1	15t/h	400x100 mm, 22kW
Bant konveyör	1		400x2000mm 3.8Kw
Titreşimli elek	1	15t/h	700x1400mm, 2,9 kW

Tablo.1. Kırma-eleme ünitesine ait makine ve ekipmanlar

	Giriş açıklığı	Çıkış açıklığı	Motor gücü
Primer Çeneli Kırıcı	400x180mm	Minimum 20mm,max 50mm	30 kW
İkincil Çeneli Kırıcı	400X100 mm	Minimum 10 mm ,max.30 mm	22 kW

Tablo.2.Kırıcı Özellikleri



Fotoğraf 1. Çeneli kırıcı girişi

Tane boyutu (mm)	(%)
+50	40
-50+20	25
-20	35
Toplam	100

Tablo.3. Kırıcı besleme elek analizi

3.2. Öğütme Ve Sınıflandırıcı

Bilyalı değirmendeki beslenme, değirmene vargel besleyici ile sürekli olarak verilmekte ve değirmen çıkışındaki oluktan değirmeni öğütülmüş olarak terk etmektedir. Bilyalı değirmen 3,5 ton/saat kapasitelidir. Ve 1500-2200mm boyutlarındadır. Bilyalar yardımıyla cevher 150 mikron altına öğütülmektedir. Değirmen astarları kauçuk

malzemedan yapılmış olup ortalama 1800-2200 saat çalışma ömrüne sahiptir. Kullanılan bilyeler 60,80 ve 100 mm çaplıdır. Toplam bilya ağırlığı 4 ton kadardır; kendi kendini öğüttüğü için bilyalar günlük 100 kg eklenmektedir.

Değirmen Çapı:150 cm

Değirmen Boyu:220 cm

Ortalama besleme miktarı;3,6 ton/s

Giriş açıklığı:25-30 cm

Kritik hız= $420/\sqrt{D}=34,3$ devir/dk.

Çalışma hızı:27 devir/dk

Değirmenin iç yüzü kauçuk astarlarla kaplıdır.1500 saatte ilk kontrol yapılır. Değirmen besleyicinin önüne çuval tutulur ve gelen cevher 30 sn. boyunca çuvala alınır. Süre sonunda çuval tartıyla ölçülür ve malzeme ağırlığına göre gerekli su miktarı da ayarlanır, buna pasa tartımı denir. İdeal değer 58 kg/dk'dır. Değirmen çıkışındaki P.K.O %41,3 civarındadır, bu da kesafet ölçümü olarak 1310-1350 g/cm³ arasına denk gelmektedir. Klasifikatör çıkışındaki P.K.O ise 18 civarındadır. Bu da ölçülen kesafetin 1100-1150 g/cm³ arasında olmasının istendiğinin göstergesidir. Aksi durumlarda se veya cevher beslemesi oranları değiştirilerek bu oran yakalanmaya çalışılır. Değirmenle beraber kapalı devre olarak çalışan taraklı sınıflandırıcı tarafları 5m'dir 60 cm'lik genişlikleri vardır ve 10 cm yüksekliğindedirler. Taraklar 15°lik eğime sahiptir ve birbirlerinde 10 cm uzaklıktadırlar.150 mikron üstü ise çöker ve tekrar değirmene beslenirler (kapalı devre) alt akım pulp yoğunluğu 1,12 g/cm³ üst akımı ise 1,33 g/cm³dür.

Ekipman	Adet	Kapasite	Özellikler
Bunker	1	100t	Betonarme
Besleyici	1		Vargel besleyici, 1.6kW
Değirmen	1	3,75 t/h	1500X2200m, 75kW
Bilya			80-100mm
Taraklı klasifikatör	1		%80-150 mm, 5 kW

Tablo 4. Öğütme ünitesine ait makina ve ekipmanlar

Tane boyutu (mm)	(%)
+30	8
-30+20	37
-20+10	15
-10	40
Toplam	100

Tablo 5. Değirmen besleme elek analizi



Fotoğraf 2. Bilyalı Değirmen



Fotoğtaf 3.Taraklı Sınıflandırıcı

3.3. Flotasyon

Flotasyon cevher hazırlama süreçleri içinde minerallerin yüzey ve ara yüzey özelliklerinden yararlanılarak değerli mineralleri değersiz minerallerden ayırmak amacıyla yaygın olarak kullanılan zenginleştirme yöntemlerinden biridir. Mineraller su içinde atıldıklarında yeni pulp halinde iken her bir mineral yüzeyinin elektriksel yükünden farklılaşabilir veya farklılaştırılabilir.

Bu farklılaşma sonucunda önceden karşılaştırılarak seçilmiş olan bir mineralin yüzeyi uygun kimyasallar kullanılarak su sevmez bir hale getirilir. Kullanılan kimyasallar sadece hedef minerali su sevmez hale getirdiği için, bu mineralin beraberinde bulunan diğer mineraller ise su seven özelliktedir. Böylece bir cevheri oluşturan değerli mineral değersiz mineral arasında özelliği farklı oluşturulmuş olur.

Veri Cinsi	Birim	Miktar
Cevher besleme tenörü	%Sb	3-6
Cevher besleme miktarı	t/h	3,75
Pulp yoğunluğu	g/lt	1080
Kurşun Nitrat (%1,5-2,5)	cc/dk	505
KAX (%2,0-2,5)	cc/dk	510
Butil Glikol (%30-50)	cc/dk	25
pH		7,6-8,0
-150 mikron	%	75-80
Konsantre tenörü	%Sb	69,5-70,5
	%As	0,10-0,15
Atık tenörü	%Sb	0,25-0,35
Tesis Verimi	%	90-95

Tablo 6. Flotasyon tesisi veri,koşul ve ürün tablosu



Fotoğraf 4. Reaktif besleme düzeneđi

Taraklı klasifikatörden flotasyon hücrelerine giden kendi debisiyle giden -150 mikronluk cevher, direkt olarak 6. Hücreye yani kaba flotasyonun başladığı hücreye beslenir. Cevher, klasifikatör çıkışından itibaren kimyasallarla etkileşime girer. Kimyasallar, toplayıcı olarak KAX (potasyum amil ksantat), köpük yapıcı olarak butil glikol ve canlandırıcı olarak kurşun nitrattır.

Ekipman	Adet	Kapasite	Özellikler
Reaktif besleme	3	1 m ³	Fincan besleme, 1,1 kW
Flotasyon selülleri	14	1,45 m ³	Sub-A tipi, 15 kW
Selül sıyırıcı	1		1,1 kW

Tablo 7. Flotasyon ünitesine ait makine ve ekipmanlar



Fotoğraf 5. Flotasyon hücreleri

Her bir hücrenin 1.45 m³'dür. Flotasyon hücreleri için 15 kW'lık motorlarla köpük oluşumunu ve antımanın sıvı yüzeyine yükselmesi ve köpüğü tutunması sağlanır. Hücrelerin tabanındaki fanın havayı emmesi ile köpük oluşur. Fana yardımcı bir difüzör bulunmaktadır ve bu difüzör sayesinde hava hücreye eşit olarak dağıtılır. Köpüğün alınması paletlerle sağlanmaktadır. 1, 3 ve 6. hücrelerde 3 palet; 2, 4, 5 ve 7. hücrelerde 2 palet; 8, 9, 10, 11, 12, 13 ve 14. hücrelerde de 1 palet bulunmaktadır. Hücrelerde arası akış ve dolasıyla süpürülen köpük miktarının ayarlanması, her hücrenin kendisine ait vanasıyla düzenlenmektedir. Bu dengenin devamlı sağlanması için tesis çalışanları hücreleri ve vanaları sıkça kontrol ederler. 6, 7, 8, 9, 10 ve 11. Hücreler "kaba flotasyon"un yapıldığı hücrelerdir. Yani flotasyon 6. hücrede başlar ve 6. hücrede ki atık kısmı 7. hücreye geçer. 7. hücredeki flotasyon işleminden sonra ise 8'e sonra 9'a 10'a ve 10. hücredeki atık 11. hücreye geçer. Bu hücrelerdeki tenör oranları birbirlerine yakın değerlerdir (%52-55 arası). 3, 4 ve 5. hücreler temizleme 1 flotasyonu olarak geçer. Kaba flotasyon yapıldığı 6 hücreden toplanan konsantre, 3. hücreye gönderilir ve buradaki flotasyon işleminin sonunda atık 4. hücreye, 4. hücredeki işlemlerden sonra atık 5. hücreye gönderilir. Bu hücrelerdeki konsantreler de bir arada olmak üzere 1. hücreye gönderilir. 1. hücreden alınan konsantre ve 2. hücreye gönderilen atıktan alınan konsantre de bir araya getirilerek kıvam tankına beslenir. 2. hücredeki atık tekrar 3. hücreye gönderilir. Burada da yine benzer işlemler yapılır. son hücreye doğru atık oranı artar ve konsantre oranı da giderek düşer. Süpürme flotasyonu hücrelerinden çıkan ve oranları birbirine yakın olan konsantreler hep birlikte kaba flotasyona yani 9. hücreye yeniden beslenir. Ardından flotasyon işlemi aynı döngüde devam eder.

3.4. Kimyasallar

Tesiste 3 farklı kimyasal kullanılmaktadır. KAX (Potasyum amil ksantat) - Kurşun nitrat – Butil glikol.

Veri Cinsi	Birim	Sarfiyat	Birim	Değişim	pH
Kurşun					
Nitrat	g/t	320	%	1,5-2,5	4,2-4,4
KAX	g/t	300	%	2-2,5	9,7-10
Butil Glikol	g/t	600	%	30-50	7,6-8,9

Tablo 8. Kimyasallar

3.4.1. Potasyum Amil Ksantat (KAX)

Flotasyon tesislerinde kullanılan ksantatlar alkali suda eriyen tuzları metallere suda eriyen bileşikler verirler. Sülfür flotasyonunda kullanılır. Açık sarı rengindedir.

Tesiste toplayıcı olarak kullanılan Potasyum amili ksantat olup kullanılmadan önce 1 ton suya 20-25kg KAX ilave edilir. Çözelti haline getirilip farklı miktarlarda selüllere verilir. Kullanma miktarı ortalama 300gr/ton'dur. 120 kg'lık varillerle katı halde tesise gelmektedir.

3.4.2. Kurşun Nitrat

Kurşun Nitrat ($Pb_2(NO_3)_2$) tesise 25 kg'lık çuvallar halinde katı olarak getirilir. Çözelti oluşturulurken 1 ton suya 1 çuval Kurşun Nitrat konur. Çözelti rengi beyazdır. Flotasyon pH düzenleyici, canlandırıcı olarak kullanılır.

3.4.3. Butil Glikol

Butil Glikol ($C_6H_{11}KOS_2$) tesise 185 litrelik varillerle sıvı halde getirilir. Cevher tenörüne bağlı olarak %35-50 arasında çözeltiye eklenir. Butil glikol flotasyonda köpük yapıcı olarak kullanılır. Hücre içinde hava kabarcıkları oluşturularak KAX'a bağlı antimuan tanelerini yüzeye daha hızlı ve kolay çıkartır.

3.5. Filtreleme ve Kurutma

3.5.1. Konsantre Pres Ünitesi

Yüzdürme işlemi sonucunda açığa çıkan konsantre ürün filtre pres ünitesine beslenmekte ve burada nemi %5-6'ya düşürülmektedir. Vagon ile nakli gerçekleştirilen konsantre paketleme silosuna götürülmekte ve tonluk Big-Bag çuvallara dolumu yapılarak piyasaya sunulmaktadır.



Fotoğraf 6. Konsantre pres ünitesi

Ekipman	Adet	Kapasite	Özellikler
Konsantre tikneri	1	10 m3	1.1 kW
Mebran pompa	1		2.5 kW
Besleme tankı	1	10 m3	7.5 kW
Besleme pompası	1	15-20 m3/h	Metso HM 75. 15kW
Sıkıştırma suyu pompası	1	16 bar	Standart, 4 kW
Yıkama suyu pompası	1	35 bar	Standart, 37 kW
Bant konveyör	1	800 mm	Hız 1.1 m/sn, 5.5 kW
Kompresör	1	1140 m3/h	Komsan VEK 220, 160 kW
Hava tankı	1	800 m3/h	Komsan AK16000

Tablo 9. Konsantre filtre pres ünitesine ait makine ve ekipmanlar

Pulp, birinci ve ikinci hücreden kendi debisiyle hacmi 20 ton olan yoğunlaştırma tankına gider. Yoğunlaştırma tankı, pulp'ı devamlı karıştırılarak katının çökmesini engeller. Tankın aktif yüksekliği 2 metreye ulaştığında pulp pres filtreye çekilir. Ardından presleme işlemi başlar. Bezle kaplı plakaların arasına sıkışan %20-30 katı oranlı malzemenin suları süzölmeye başlar ve sonradan hava pompalanarak daha da kurutulmasını sağlar. Presleme işlemi sonunda plakalar sırasıyla açılarak, aradaki konsantre ürün, filtrenin altındaki konveyör banta düşürülür. Plakalara yapışan üründe tesis çalışanı tarafından banda düşürülerek vagona gönderilir. Ordan da vagon ile taşınarak ambara götürülür ve sevkiyat için hazır hale getirilir. Vagonun ağırlığı 300 kg'dır. Malzeme ile beraber 1 tonu bulur. Kantarda tartılır ve numune alınır.

Mineral	Normal Ürün	Kaliteli Ürün	Üretilen Ürün
Sb	%60-65	Min. %69	%69,50-70,50
As	Max. %0,5	Max. %0,20	%0,10-0,15
SiO ₂		Max. %0,80	0,80%
Pb		Max. % 0,15	0,13%

Tablo 10. Konsantre ürün özellikleri

3.5.2. Atık Pres Ünitesi

Tesiste günde 80-85 ton/gün katı atık oluşmaktadır. Süpürme flotasyondan sonra çıkan pulp atık ürün, atık tiknerine gönderilirken burada susuzlaştırılmaktadır. Susuzlaştırılan %30-40 katı oranına sahip atık ürün filtre pres ünitesinde bulunan 25 m³lük kıvam tankına beslenmekte ve kıvamlanmaktadır. Kıvamlanan pulp atık filtrele beslenerek preslenmekte ve %20 nem değerinde katı haline dönüşmektedir. Katı atık bant konveyör ile beton ara stok sahasında beslenmekte ve buradan da atık depolama tesisine kamyonlarla nakli yapılmaktadır.

Tikner üst taşanından taşan ve filtreleme sırasında oluşan atık su, dinlenme havuzlarına beslenmektedir. Altı adet havuzda dinlenen atık su, temiz su havuzuna alınarak deşarjı gerçekleştirilmektedir.

Ekipman	Adet	Kapasite	Özellikler
Tikner	1	130 m ³	7.5 kW
Flokülant besleme ünitesi	1		1.1 kW
Kıvam tankı	1	25 m ³	7.5 kW
Besleme pompası	2	150-200 m ³ /h	Metso HM 150, 55kW
Yıkama suyu pompası	2		Standart, 37 kW
Filtre pres	2		
Bant konveyör	2	1000 mm	Speed 1.1 m/sn, 5.5 kW
Bant konveyör	2	600mm	Speed 1.1 m/sn, 5.5 kW

Tablo 11. Atık filtre pres ünitesine ait makine ve ekipmanlar



Fotoğraf 7. Atık filtre pres ünitesi



Fotoğraf 8. Kivam tankı



Fotoğraf 9. Bant konvayör



Fotoğraf 10.Tikner



Fotoğraf 11. Geçici atık toplama alanı

3.6. Konsantrenin Depolanması ve Satışı

Siloya aktarılan ürün, tonluk çuvallara doldurularak siparişe hazır edilir. Tesis çalışanları, silo çıkışına geçirdikleri ve altında kantar olan çuvalların dolumunu bekler ve brüt ağırlık sağlandıktan sonra silo çıkışını kapatırlar. Dolum sırasında oluşan tıkanmalara karşı silo balyozla vurularak tekrar hareket sağlanır. Çuvalların üstünde; gönderen ve gönderilen şirketlerin ismi, konsantre tenörü, brüt ve net ağırlık, numune içindeki arsenik miktarı, rutubet oranı ve seri numarası yazmaktadır.



Fotoğraf 12. Konsantre dolum alanı

Yaklaşık olarak iki haftada bir olmaz üzere günde bir nakliyat yapılır ve bu nakliyat tırlar ve kamyonlar ile gerçekleştirilir. Ülke içinde daha az müşterisi olan şirketin ürünlerinin büyük kısmı ülke dışına gönderilmekle birlikte, ülke dışına ürün gönderimi Mersin limanından yapılmaktadır.



Fotoğraf 13. Dolumu ve paketlenmesi yapılmış, satışa hazır konsantreler