

Teknik Not / **Technical Note**

## ETİBANK 100. YIL GÜMÜŞ MADENİ İŞLETMESİNDE NEM KONTROLÜ VE CEVHER STOKLAMASI

Moisture Control and Stockpiling in Etibank 100. Yıl Silver Mine

Hamdi AKÇAKOCA<sup>0</sup>  
Hürriyet AKDAŞ<sup>n</sup>  
Önder UYSAL<sup>0</sup>

### ÖZET

Bu çalışmada, Eti Gümüş A.Ş. Gümüş Madeninde tesise beslenen cevherin, nem oranının yüksek olmasından dolayı ortaya çıkan problemler incelenerek problemlerin çözümüne yönelik öneriler sunulmuş ve bu önerilerin uygulamadaki sonuçları incelenmiştir. Tesisin kuruluş aşamasında cevherin nem oranı %6,5-7' ye göre planlanmışken uygulamada %15-30 seviyelerine yükselmiş özellikle kırıcıların verimliliğinin önemli ölçüde düşmesine neden olmuştur. Bu amaçla çalışmada ocakta üretilen farklı nem oranlarına sahip tüvenan cevherlerin tesise beslenmeden önce nem oranının düşürülmesine yönelik olarak uygulanan kurutma ve stoklama işlemleri irdelenmiştir. Kurutma işleminde oluşturulan stoklar ve bu stoklardan tesisin beslenmesi ile ilgili detay bilgiler verilmiştir. Bu uygulamalara bağlı olarak tesiste sağlanan verimlilik artışları değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Tüvenan Cevher Nem Oranı, Tüvenan Cevher Kurutma, Stok Kalite Kontrolü, Gümüş.

### ABSTRACT

In this study, the problems in the Eti Gümüş Co. Silver Mine due to high moisture content of feed ore to the plant are studied..The plant was designed for 6.5-7 % moisture content However in practice the moisture content of run of mine ore is around 15-30 % leading to considerable decrease in performance and efficiency of crusher. For solving these problems, drying and stockpiling applied in reducing the moisture content before feeding the high moisture run of mine ore to the plant are investigated. The stockpiles constructed during drying and feeding them to the plant are explained in detail. Increases in recovery depending on these applications are assessed.

Keywords: The Humidity Ratio of Ore, The Drying of Ore, Stock Quality Control, Silver.

<sup>0</sup>2 Yrd.Doç.Dr., Dumlupınar Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya, [hkoca@dumlupinar.edu.tr](mailto:hkoca@dumlupinar.edu.tr)

<sup>n</sup>1 Doç.Dr., Osmangazi Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

<sup>0</sup>1 Vrd.Doç.Dr., Dumlupınar Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya

## 1. GİRİŞ

Gümüşköy maden yatağı bir kompleks sülfid mineralleşmesidir. Bu yatakta gümüş ile birlikte kurşun, çinko, bakır, antimuan ve arsenik sülfidler ve yüksek oranda barit bulunmaktadır. Maden sahasında daha önceki araştırma ve çalışmalar sonucunda değişik oranlarda gümüş içeren beş farklı cevherleşme saptanmıştır. Gümüşköy yatağında eski madencilik faaliyetleri M.Ö. 2000 li yıllara kadar gitmektedir. Mineralojik çalışmalar gümüşün kurşun mineralleri ile doğrudan bir ilgisi olmadığını ancak sonuçta tüflerin içinde ayrı olarak dağıldığını ve kurşunla aynı mineralizasyon fazına ait olmadığını göstermektedir (Vieil, 1981; Kafkas, 1990). Mineralleşmenin boyutları doğu-batı yönünde 500 m ve kuzey-güney yönünde 1000 m ve uzun eksenini kuzey- 15°-batı yönlü elipsoidal bir görünüm sergilemektedir (Erler, 1983). Bu oluşumda tenor ortalaması 133,47 gr/ton Ag'dir. Cevher yatağının minimum kalınlığı 2,5 m ve maksimum kalınlığı yaklaşık 41 m' dir. Cevher yatağında minimum tenor 55 gr/ton, maksimum tenor ise 300 gr/ton (eski imalat paşaları hariç) civarındadır. İşletmede madencilik açık işletme yöntemi ile yapılmaktadır.

Eti Gümüş A.Ş. açık işletme maden sahasındaki rezerv ve tenor tespit çalışmaları 1983 yılında sonuçlanmış ve ortalama 194 gr/ton gümüş (Ag) tenörlü, yaklaşık 19.200.000 ton görünür rezervli cevher oluşumu tespit edilmiştir. Ayrıca değişik cevher cinslerinden alınan temsili örneklerle gümüş içeren cevherin nem oranı %6,5 olarak saptanmıştır. Bu veriler doğrultusunda 1.000.000 ton/yıl tüvenan cevherin işlenmesi ve bunun sonucunda yılda 122 ton %99,9 saflıkta metal gümüş elde edilmesi planlanmıştır (Singeç, vd., 1991).

İşletme 1987 yılında tamamlanarak faaliyete geçmiştir. Ancak üretim esnasında cevherin planlanan nem oranı olan %6,5 'dan daha fazla nem oranına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, bu yüksek nem oranından kaynaklanan problemlerin çözümüne yönelik öneriler sunulmuş ve bu önerilerin uygulamadaki sonuçları verilmiştir. Bunun için, ocakta üretilen farklı nem oranlarına sahip tüvenan cevherlerin tesise beslenmeden önce nem oranının düşürülmesine yönelik olarak uygulanan kurutma ve stoklama işlemleri irdelenmiştir. Kurutma işleminde oluşturulan stoklar ve bu stoklardan tesisin beslenmesi ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Cevherin nem oranının fazla olması, cevherin

kırma-eleme safhasında problem yaratmış ve belirlenen kapasiteye ulaşılmasını engellemiştir. Bu olumsuzluğun giderilmesi ve planlanan kapasite oranlarına ulaşılabilmesi için cevherin yüksek nem oranının düşürülmesinden sonra tesise beslenmesinin gerekliliği ortaya çıkmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda cevherin nem oranının düşürülmesi için cevherin hazırlama tesisine beslenmeden önce oluşturulan stok sahasında serilerek kurutulduktan sonra tesise beslenmesinin bir ara çözüm olabileceği düşünülmüş ve uygulanmaya başlanmıştır. Bu sayede, cevherin yüksek nem oranından dolayı kırıcılarda ortaya çıkan sorun büyük oranda giderilmiş ve tesis verimliliği artarak normal kapasiteye ulaşmıştır.

Cevherin stok sahasında serilerek kurutulması işleminden sonra, bir kısmı tesise hemen beslenmekte kalan kısmı ise ocaklarda kazının yapılmadığı kış aylarında tesisin beslenmesi için yaz aylarında serilip kurutularak stoklanmaktadır.

Cevher ocakta kazılırken, hem istenen nem oranlarının sağlanabilmesi ve tenor balansının ayarlanabilmesi ve hem de sağlıklı bir ocak gelişimi için cevher kalite kontrolünün sağlanmasına dönük olarak kazılmaktadır. Bunun için de ocakta üretilen farklı özelliklerdeki cevherin rezerv ve lokasyonlarına göre üretimi gerçekleştirilmektedir.

Kış aylarında tesiste kullanılmak üzere hazırlanan bu stokların üzerinin örtülmesi gerekmektedir. Bu sayede kurutulmuş cevher dış ortam neminden korunmuş olmaktadır. Bunun için ilk önceleri branda ve daha sonraları kalın naylonlar kullanılmıştır. Ancak bu uygulamaların bazı dezavantajlarından dolayı vazgeçilerek bunların yerine stokların üzeri 15-20 cm. kalınlığında cevherin bir yantaşı (tabantaşı) olan şist ile kaplanmaya başlanmıştır. Bu uygulamanın da dezavantajları olmasına rağmen naylonla göre daha avantajlı olduğu görülmüş ve bu uygulamaya devam edilmiştir. Sonradan ocakta kazılan cevher öncelikle basamaklarda bir ön serme ve kurutma işleminden geçirilerek esas stok sahasına taşınmaya ve orada serilip kurutulup, stoklanmaya başlanmıştır.

## 2. ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI

Çalışma alanı, Kütahya il merkezinin batısında, Kütahya-Tavşanlı karayolu üzerindedir. İklim şartları bakımından, karasal iklim ile Ege iklimi arasındaki geçiş kuşağındadır. Yıllık ortalama

yağış 49,052 kg/m , ortalama sıcaklık 10,34 C'dir. Yağışın mevsimlere göre dağılım oranı kış aylarında %33, ilkbaharda %29, yaz aylarında %5, sonbaharda ise %31'i bulmaktadır. Son dört yılın bölge iklim istatistikleri aşağıda verilmiştir (DİE, 2001);

Ortalama (yıllık) sıcaklık	10,6 °C
En yüksek sıcaklık	38,8 °C
Ortalama nem	%67
Yağış miktarı (yüksekliği)	564,7 mm
Yağışlı gün sayısı (yıllık)	117,3
Karla örtülü gün sayısı(yıllık)	30,8
Donlu gün sayısı(yıllık)	92

Bu şartlarda yılda ortalama 6-7 ay üretim yapılması mümkün olmaktadır.

### 3. KURUTMA İŞLEMLERİ

Üretilen tüvenan cevherin ortalama nem oranı %15-30 civarındadır. Limonit-mangan zonlarında ise bu oran lokal olarak %35 'lere kadar yükselmektedir. Kazılmış cevheri sisteme beslerken nem oranının %10 'un altına düşürülmesi gerekmektedir. Bu da tüvenan cevherin, özel olarak ayrılan ve düzenlenen cevher stok sahasına serilerek dozerle ters yüz (tilt) edilip kurutulmasıyla sağlanmaktadır (Şekil 1). Tüm bu işlemlere 'cevherin kurutulması' denilmektedir. Üretimin limonit-mangan zonlarında ağırlıklı yapılması durumunda serme kurutma süresi diğer zonlara göre daha uzun olacağından, o yıllık üretim programını yetiştirmekte güçlükler çıkabileceğinden dolayı limonit-mangan zonunun belirli limitlerde tutulmasına dikkat edilmektedir (maksimum %15).

Bölgedeki iklim koşullarının uygunluk durumuna göre mayıs ve ekim ayları arasında 6 ay süreyle üretim yapılabilmektedir. Eğer hava şartları elverişli olursa üretim süresi 6,5 ya da 7 aya çıkabilmekte ve nisan-ekim ayları arasında üretim yapılabilmektedir. Cevher kurutulması işlemi ise, en yüksek sıcaklıkların aylara göre dağılımından dolayı haziran-eylül ayları arasında dört ay süreyle yapılabilmektedir.

Kurutma işlemleri için üretimden gelen yaş cevher, öncelikle stok sahasında kurutma alanı olarak ayrılmış yerlere boşluklu olarak öbekler halinde dökülmektedir. Bu yığınlar daha sonra dozerlerle önce düzlenmekte ve inceltilmektedir. Daha sonra dozerin bıçak ucu ile üçgen prizmalar oluşturulmaktadır. Bu işleme "tilt" denilmektedir (Şekil 1). Yaklaşık 30 cm.

kalınlığında tilt edilmiş cevher, nem oranına bağlı olarak 1-3 gün içinde toplanacak kuruluğa getirilir. Bu süre cevherin serme kalınlığına ve ayrıca güneşin etkisine bağlıdır. Kalınlık arttıkça ters yüz etme işlemi sayısı artmaktadır. Bu işlem, kalınlık yaklaşık 30 cm iken bir kez, yaklaşık 40 cm civarında ise iki kez uygulanmaktadır. İkinci ters-yüz işleminin birinciye dik doğrultuda yapılması ise daha fazla malzemenin yer değiştirmesini sağlamaktadır. Yaklaşık 100 kamyon yaş cevherin düzenlenmesi bir adet dozer ile (Cat-D8L) yaklaşık iki saatte yapılabilmektedir. Düzeltilecek cevher ise yaklaşık iki saatte tilt edilmektedir. Cevher bundan sonra bir gün kurumaya bırakılmaktadır. İkinci gün iki saatte tekrar ters yüz edilmektedir. Kurutulan cevher yaklaşık 1,5 saatte dozerle toparlanabilmektedir. Toplam 7,5 saatlik bir çalışma ile yaklaşık 2600 ton yaş cevherin kurutulması tamamlanabilmektedir. Serili halde kurumuş cevhere yağmur yağması durumunda ekstra kurutma işlemi yapılmaktadır. Kurutulmuş malzemenin taşınması da ek taşıma masrafı gerektirmektedir.

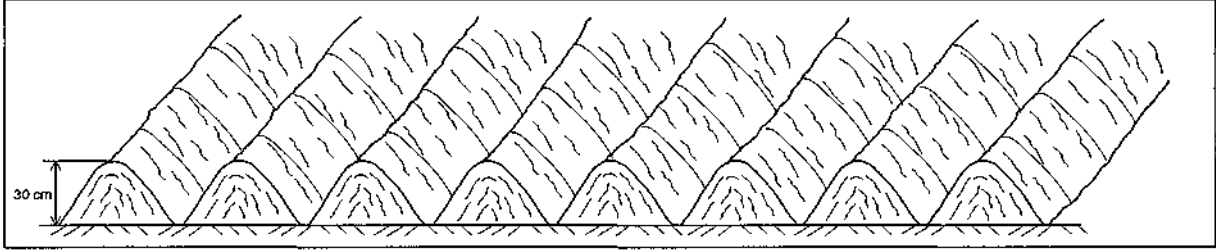
Kış şartlarında kurutulmuş cevherin nemi bakımından bir problem çıkmaması amacıyla stokların üzerinin örtülmesinin uygun olacağı düşünülmüştür. Bunun için önceleri stokların üzeri branda ile örtülmüş ancak brandanın rüzgardan kolayca uçması nedeniyle bundan vazgeçilmiştir. Daha sonra stokların üzeri naylon ile örtülmeye başlanmıştır. Bu amaçla kullanılan plastiğin boyutu ve özellikleri;

Kalınlık	3 mm
Çift en	8 m
Ağırlık	1200 gr/m
Rulo boyu	75 m
Rulo ağırlığı	90 kg.

Daha sonra naylon kaplama uygulamasından da vazgeçilerek stokların üzerine yaklaşık 20 cm kalınlığında şist serilmeye başlanmıştır. Naylon uygulamasının şiste göre dezavantajları (bu dezavantajlar aynı zamanda naylondan vazgeçilme nedenleridir);

Naylon uygulamasında izolasyon zayıf kalmıştır. Kurutulmuş stok cevherinin nem miktarı, naylon uygulamasıyla tam olarak korunamamış ve %1-2 artmıştır. Bunun en belirgin nedeni, naylonun stok üzerinde sabitleşmesi için taşlarla bastırılması esnasında yırtılması ve buralardan nem almasıdır.

Naylonun stok üzerine uygulanması uzun



Şekil 1. Yaklaşık 30 cm kalınlığında tilt edilmiş cevherin görünüşü.

zaman almakta olup daha zahmetlidir.

Naylon uygulamasının maliyeti daha yüksektir. Naylon için uygulama maliyeti yaklaşık 1 \$/m<sup>2</sup> iken, bu rakam şistte 0,7 \$/m<sup>2</sup> ye düşmektedir. Burada şistin maliyet unsurları içerisinde şistin ocaktan nakledilmesi ve serilmesi sayılabilir.

Naylonun dezavantajlarından dolayı cevherin taban kayacı olan şistin, sıvı geçirimsizliğinin düşük olması nedeniyle, izolasyon için cevherin üzerine bir örtü tabakası olarak kullanılabileceği düşünülmüştür. Uygulamada; üretilen tüvenan cevher ortalama %1Q nem içerecek şekilde kurutulduktan sonra, üzeri 15-20 cm kalınlığında bir şist tabakasıyla örtülmektedir. Bu uygulamanın avantajları aşağıda sıralanmıştır;

Şist, ocakta cevherin taban kayacı olarak bulunduğu için naylon gibi ek bir satın alma maliyeti yoktur. Sadece ocaktan stokun üzerine nakliye ve yayma maliyeti vardır.

Şistin nem oranı %15-20 civarında olduğundan ek bir kurutma işlemi yapılmamaktadır. Ayrıca cevherin üzerine serildiğinden hava ile teması nedeniyle var olan nem değeri de düşmektedir.

Kamyonlarla ocaktan stok sahasına getirilen şist, kamyonun damperini kaldırması suretiyle direkt olarak stok üzerine dökülmekte ve şevlerine doğru kepçeyle yayılmaktadır. Bu örtme işlemi zaman ve emek açısından naylonla nazaran daha avantajlıdır. Şist, stok sahasına yaklaşık 1200-1500 m. mesafeden getirilmekte ve bir sezonda yaklaşık 20.000 ton şist kullanılmaktadır.

Şist taban kayacı olduğu için, içerisindeki gümüş tenörü 0-20 gr/ton Ag arasında değişen oranlardadır. Bu durum, şist miktarı örtü olarak diğer tüvenan cevher ile fazla karıştırıldığında cevher tenorunun düşmesine neden

olabilmektedir. Bu durum bir yönüyle de avantajdır. Çünkü yükleme yapılan ayna, yağışlar sonucunda ıslanıp nemi arttığından stokun üzeri şist ile örtüldüğünde, fabrikaya bu şist ile cevher karıştırılarak beslendiğinden, şistin sağladığı bir nevi kayganlıktan dolayı bunkerlerden geçiş kolaylaşmaktadır. Yüksek tenörlü cevherlerle (eski imalat paşaları) bu şistlerin paçal yapılması durumunda, eski imalat paşalarının tenörleri oldukça yüksek olduğundan, ortalama tenor 180-200 gr/ton'a karşılık gelecek şekilde şistlerin miktarları da arttırılabilmektedir.

#### 4. STOK ÇALIŞMALARI

Taban kayacı olan şistler, cevher ile uygun oranda karıştırıldığında, öğütme kapasitesinin arttığı gözlenmiştir. Bu nedenle önceleri uygun tenörlü şistlerin üretimine yönelik çalışmalar yapılmış ve harman cevher stoku dışında şist ve pasa cevher karışımından oluşturulan karışık stok oluşturulmaya başlanmıştır. Bu stok, bir kat pasa, bir kat şist üst üste olacak şekilde hazırlanmaktadır. Stoğun yaklaşık %55'ini pasa cevher ve %45'ini şist oluşturmaktadır. Stokun tabanında pasa cevher olduğu halde, en üst katta ise şist bulunmaktadır. Şist ile pasa cevherin paçal yapılarak beslenmesi, kırıcılarda geçişi arttırdığı gibi, aynı zamanda bu besleme şekli şistin tenorunun çok düşük olması nedeni ile istenen tenor balansının sağlanmasına da yardımcı olmaktadır. Ancak bu uygulama ocağın cevher kalite dağılım dengesini bozmaya başladığından daha sonra bu uygulamadan vazgeçilmiştir.

Üretilen cevherin kurutularak beslenmesinin kırma-eleme verimliliğini yükselttiği gözlenmiştir. Bu şekilde yapılan besleme rejimi ile gümüş üretim kapasitesinin arttırıldığı belirlenmiştir. Üretim artışına paralel olarak, cevherin kurutulması için gerekli olan alanın arttırılması çalışmaları yapılmıştır. Cevherin kurutularak fabrikaya beslenmesi yanında, tenor balansına da dikkat edilmektedir.

Stok yeri seçiminde dikkat edilen öncelikler ise şöylece sıralanabilir:

Üretim yapılan basamaklardan ulaşımın kolaylıkla sağlanabileceği ve üretim sahası ile stok sahası arasındaki mesafenin fazla olmayacağı bir yer seçilmektedir. Üretim sahasındaki basamak yolları ve stok sahasındaki tali yollar, ana maden yolu ile birbirlerine bağlanmışlardır. Tali yolların ana yola uzaklıkları kısa tutulmuştur. Ayrıca ana maden yolu, iki ağır iş kamyonunun rahatlıkla geçebileceği genişlikte düzenlenmektedir.

Stok yeri, fabrikanın ilk ünitesi olan kırma-eleme ünitesi 1. bunkerine en fazla 200 m. uzaklıkta düz bir zemin üzerindedir. Stok sahasının bunker ile hemen hemen aynı kotta ve yakın mesafede olması stoklardan kısa sürede ve düzenli olarak cevher beslenmesini sağlamaktadır.

Stok yeri olarak su gelirin olmadığı, bünyesinde su geliri bulunmayan formasyonların yer aldığı arazi seçilmektedir. Tüvenan cevherin kurutma işlemiyle nemi düşürüldükten sonra tesise beslenebildiği için stok zemininin kuru olması önem kazanmaktadır.

Stok sahası, üretimden gelen yaş cevheri sermek için serme-kurutma alanları ile kuruyan cevherlerin stoklandığı stok alanlarını içine alacak genişliktedir. Yine bu sahada aynı anda ağır iş kamyonları, loderler ve dozerler rahatlıkla manevra yapabilmektedir. Bir taraftan bir loder ve iki kamyon ile kuru stoklardan kırıcılara cevher beslenirken, diğer tarafından kuru cevher yığınları arasında kalan ya da sahadaki diğer boş serme-kurutma alanlarına ağır iş kamyonları ile üretimden gelen yaş cevher serilmektedir. Bu alan içerisinde en az iki gün önce üretimden gelen ve inceltme, tilt ve ters yüz işlemleri sonucu kuruyan serili cevherler yine dozer ile toplanmaktadır. Ayrıca stoklar arası yolların tasfiyesinde grayder çalışmaktadır. Bu çalışmaların tümünün yapılabilmesi için 60000-80000 m<sup>2</sup> arazi yeterli olmaktadır.

Tüvenan cevherin ortalama nem oranı %15-30 iken fabrikaya beslenen cevher nem oranı ise %10'u geçmemektedir. Bu durumda, cevher kurutulduktan sonra sisteme verilebilmektedir. Üretim yapılan her vardiyada, serme alanlarına serilen yığınlardan dörtlleme usulü ile nem ve tenor kontrolü amacıyla birer adet üretim örneği

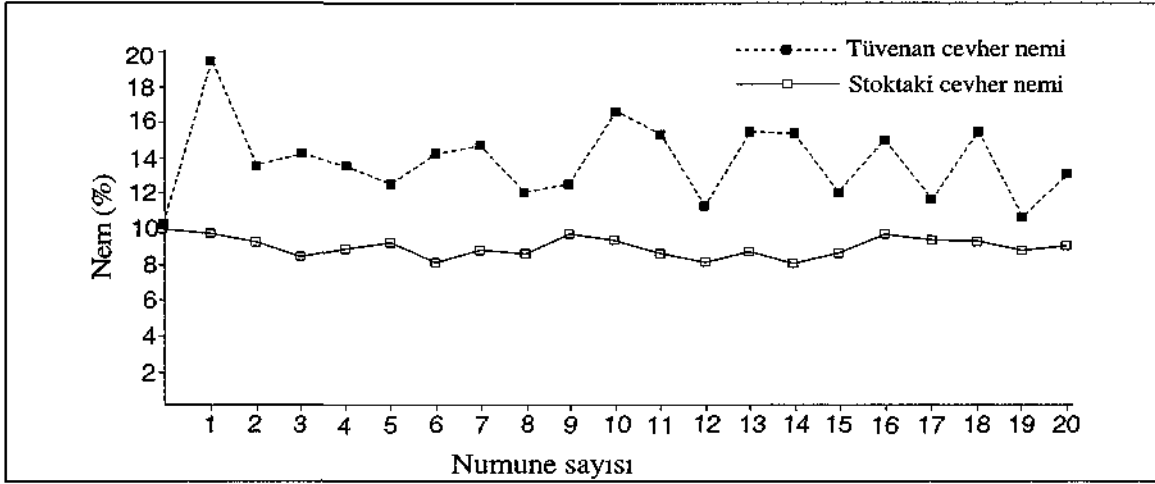
alınmaktadır. Bir günde iki vardiya üretim yapılmakta ve her vardiyanın kamyon sayıları ve nemleri itibarı ile geometrik ortalamaları alınarak günlük ortalama nem belirlenmektedir. Kış aylarında kullanılmak üzere üzeri örtülen 2 adet stok; stok A (190x50 m ve 6-9 m yüksekliğinde) ve stok B (300x50 m ve 6-15 m yüksekliğinde) olmak üzere yaklaşık 250.000 ton kurutulmuş kışlık stok hazırlanmaktadır. Bu stokların üzerinde 10'ar m aralıklarla tenor kontrolü amacıyla drill master 25 (DM 25) çalıştırılmakta ve alınan örneklerin nem analizleri yapılmaktadır. Ayrıca stoklardan kırıcılara cevher beslenirken, kırma-eleme 1. bunkerinden her vardiya nem için örnek alınmaktadır. Bu durumda tüvenan cevheri belirten üretim örneği, kuru cevheri temsil eden DM 25 örneği ve kırıcılara beslenen cevher örneği olmak üzere nem amacıyla üç çeşit örnek alınmaktadır. Tüvenan cevherin kurutulup stoklandıktan sonra fabrikaya beslenmesi esnasında geçen üç evrede cevher neminin değişimi araştırılmıştır. Değişik tarihlerdeki üretimlere ait, DM 25 ve kırıcı örneklerinin nem değerleri Şekil 2 ve Şekil 3'de görülmektedir.

Şekil 2 ve Şekil 3'de görüldüğü gibi üretim örneklerinin nem değerleri kurutulmuş cevhere nazaran daha fazladır. Kış aylarında kırıcı besleme çalışması yapıldığı halde, kırıcı ile DM 25'in nem değerleri arasında 1-2 puanlık fark olduğu gözlenmektedir. Bu işlemlerin sonucunda, kurutulup stoklanan ve üzeri şistle örtülen stoklarda, kış şartlarında nem açısından sorun çıkmadığı ve bu cevherlerin sisteme beslenmesiyle de üretim artışının sağlandığı saptanmıştır.

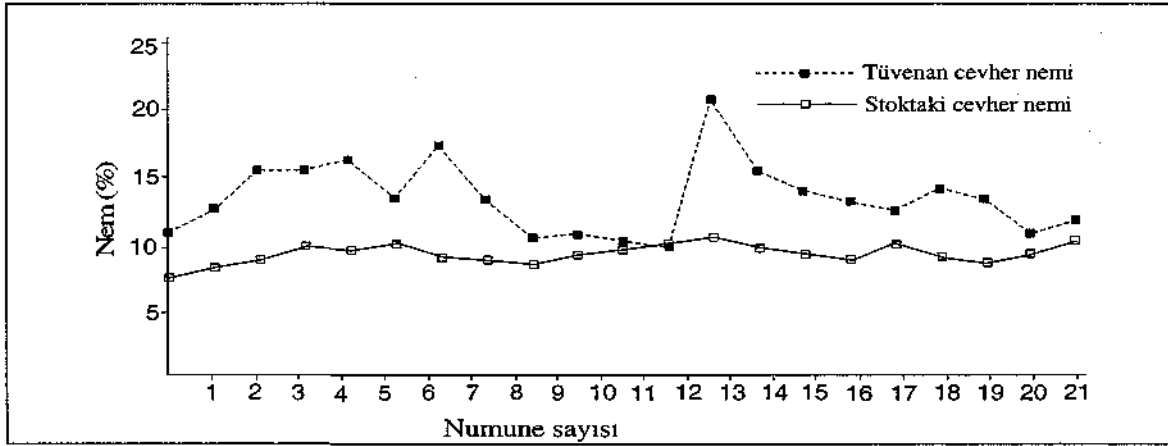
Kurutulan cevherin bir kısmı fabrikaya verilmekte, kalanı ise kış aylarında kullanılmak amacıyla oluşturulan stoklara aktarılmaktadır.

Kurutma ağırlıklı üretim çalışmaları esnasında cevher yatağının yaklaşık %25-30'u civarında 20-100 cm boyutunda sert kayaç içermesi sorun oluşturmaktadır. Bu durum, stok sahasında kurutma alanlarının daralmasına sebep olmaktadır. Bu durumda taşın kurutulması mümkün olmayacağına göre, ince taneli yaş cevherin kurutulması önem kazanmaktadır. Bu amaca yönelik olarak, üretim sahasında yukarıda bahsedilen tane boyutundaki taş cevherler ayırt edilerek, kurutma sahasına sadece ince taneli (20 cm ve daha küçük) cevher serilmektedir.

Stoklarda serme ve havalandırma, kurutma işlemlerinde dozer kullanılmakta ve kolaylık sağlamaktadır. Dozerin stoklarda kullanılmasının



Şekil 2 .Tüvenan cevher ile stok A'dan alınan örneklerdeki nem değişimi



Şekil 3:Tüvenan cevher ile stok B'den alınan örneklerdeki nem değişimi

gerekliği, ocaktaki tüvenan cevherin gevşetilmesinin patlatma metoduyla yapılmasını ön plana çıkarmıştır. Bu nedenle cevherin gevşetilmesinde genellikle delme-patlatma metodu uygulanmaktadır. Delme-patlatma metodu ile daha kısa sürede daha fazla miktarda cevher üretime hazırlanabilmektedir.

#### 4.1. Tenor Ayarlama Çalışmaları

Stok oluşturulurken ortalama tenorunun, liç ünitesinin istediği ortalama tenor olan yaklaşık 190 gr/ton Ag olarak ayarlanması gerekmektedir. Üretim yapılan basamaklardan alınan örneklerde, cevher tenörü kısa mesafelerde bile büyük farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle stok A üzerinde 10'ar m aralıklarla DM.25 ile 22 adet delik delinmiştir. Her delikten tenor kontrolü amacıyla her 5 m. de bir olmak üzere 2 - 3 adet

örnek alınmıştır. 12 m lik delikten 5, 5, 2 m olmak üzere üç adet; 6 m'lik delikten 3,3 m olmak üzere iki adet örnek alınmıştır. Her deliğin ortalama tenörü, tenor değerleri ile delik metrajlarının toplamına bölünmesi ile ağırlıklı olarak hesaplanmıştır.

Stoğun ortalama tenorunu hesaplamada kolaylık sağlaması amacıyla, Stok A birbirlerine 10'ar m uzaklıkta 15 bölgeye ayrılmıştır (Çizelge 1). 15. bölge stoğun girişi olup, burada kamyonların çıkabileceği bir rampa yapılmış ve rampanın bittiği yerde düz bir zeminde bir adet delik delinmiştir. 1. bölge stoğun bittiği yer olduğu için her ikisi de diğer bölgelere en az 25 m. uzaklıktadır. Delikler şaş beş sistemine göre delindiği için bir bölgede bir tane, diğer bölgede 2 tane drill master deliğine rastlanmaktadır. Bu nedenle bölgeye tek tenor değeri düşüyorsa, bu

değer o bölgenin temsili tenor değeri olarak kabul edilmektedir (örnek, 1. bölge). Bir bölgeye birden fazla tenor değeri düşüyorsa ve deliklerin kesit düzlemlerine uzaklıkları eşit ise bu bölgede tenor ortalaması aritmetik olarak hesaplanmıştır (örnek, 6. bölge). Bir bölgede birden fazla tenor değeri olup, drill master deliklerinin kesit düzlemlerine uzaklıkları farklı ise, bu bölgede tenor ortalaması geometrik olarak hesaplanmıştır (örnek, 6. bölge). 6. bölge, 11. ve 12. kesitler arasında olup, 9 ve 10 numaralı, drill master deliklerini içine almıştır. Bu bölge için ortalama tenor ( $T_{ort}$ );

347,20 m<sup>2</sup> (12. bölge kesit alanı)  
178,50 gr/ton Ag (9. delik tenörü)  
325,55 m<sup>2</sup> (11. bölge kesit alanı)  
175,00 gr/ton Ag (10. delik tenörü)

$$T_{ort}(\text{OrtXenör}) = \frac{347,20 * (178,50) + 325,55 * (175,00)}{347,20 + 325,55}$$

$$= 176,80 \text{ g/ton}$$

Ag bulunur.

Çizelge 1. Bölgeler ve Ortalama Tenörleri

Bölge No	Ortalama Tenor (g/ton Ag)	Bölge	Ortalama Tenor (g/ton Ag)
1	128,83	9	175,00
2	160,15	10	138,79
3	288,08	11	101,50
4	202,25	12	126,75
5	174,08	13	105,00
6	176,80	14	117,75
7	180,00	15	168,50
8	158,00		

Çizelge 1' de görüldüğü gibi sadece 3. ve 4. bölgelerde tenor ortalamaları istenen tenor değerinin (190 gr/ton Ag) üzerinde bir değere sahip olduğundan, eski imalat paşası ile tenor balansı yapılmamıştır. Diğer bölgelerin tenor balanslarında ise 460 gr/ton Ag tenörlü cevher olan eski imalat paşası kullanılmıştır. Örneğin 1. bölgenin ortalama tenörü 128,83 gr/ton Ag olup, bu değer istenen tenorun altında olduğundan, eski imalat paşası ile tenor balansı yapılması gerekmektedir. Bunun için;  
1. bölgenin cevher kütlesi;

$$M=V*d$$

(1)

M, cevher kütlesi, ton  
V, cevher hacmi, m<sup>3</sup>  
D, cevher yoğunluğu, ton/ m<sup>3</sup>  
Buna göre,

$$V=4989,43 \text{ m}^3 \quad (1. \text{ bölge hacmi})$$

$$d=2,5 \text{ ton/ m}^3$$

$$M=4989,43 * 2,5 = 12473,58 \text{ ton.}$$

$$T_{ort}=128,83 \text{ gr/ton Ag.}$$

1. bölgenin tenor ortalamasını 190 gr/ton Ag' e yükseltmek için aşağıdaki denklem kurulur;

$$T_{ort} * M + M_e * T_e = T * (M + M_e) \quad (2)$$

Burada,

ML 1. bölge kütlesi,  
T<sub>1</sub>, 1. bölge tenörü,  
M<sub>e</sub>, eski imalat paşası ilave kütlesi  
T<sub>e</sub>, eski imalat paşası tenörü  
T, karışımın istenen tenorudur.

Buna göre;

$$M_i = 12473,58 \text{ ton}$$

$$T_i = 128,83 \text{ g/ton Ag}$$

$$M_e = x \text{ ton}$$

$$T_e = 460 \text{ g/ton Ag alınır};$$

$$T_{ort} = \frac{12473,58 * (128,83) + x * (460)}{12473,58 + x} = 190,$$

$$x = 2832,99 \text{ ton olarak bulunur.}$$

Bir kamyon 22 ton kuru cevher taşıyabileceğine göre;

$$2832,99 / 22 = 128,77 = 129 \text{ kamyon bulunur.}$$

Bunun anlamı 129 kamyon, 460 gr/ton Ag tenörlü eski imalat paşası 1. bölgeye ilave edildiğinde bu bölgenin tenor balansı sağlanmış olur. Bu işlemler diğer tüm bölgeler için tekrarlanır ve tüm bölgelerin sonuç olarak stok alanı tenor balansı yapılmış olur.

#### 4.2. Stok Miktarının Hesaplanması

Stok A'nın 1/500 ölçekli planı üzerinde 18 adet kesit alınmış ve kesit alanları planimetre ile hesaplanmıştır. Bu değerler Çizelge 2'de verilmektedir.

Çizelge 2 . 18 Adet Kesite Ait Alan Ölçüleri

Kesit No	Kesit Alanı (m <sup>2</sup> )	Kesit No	Kesit Alanı (m <sup>2</sup> )
1	0	10	306,10
2	32,11	11	325,55
3	93,69	12	347,20
4	118,80	13	367,52
5	144,79	14	386,98
6	179,00	15	382,67
7	231,17	16	394,01
8	265,02	17	283,02
9	284,53	18	0

İki kesit alanının ortalaması, iki kesit arasındaki mesafe ile çarpılarak hacim hesaplanmıştır.

$$V = h \cdot (s_1 + s_2) / 2 \quad (3)$$

S<sub>1</sub>=1. kesit alanı (m<sup>2</sup>),

S<sub>2</sub>=2. kesit alanı (m<sup>2</sup>),

h ise S<sub>1</sub> ve S<sub>2</sub> kesitleri arasındaki mesafedir.

(3) bağıntısı ile 18 kesit için ayrı ayrı hacim hesaplanmıştır. Buna göre Stok A'nın toplam hacmi XV = 41614,23 m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur.

Stok A'nın tonajı ise;

$$M = d \cdot IV = 2,5 \cdot 41614,23 = 104035,58 \text{ ton}$$

hesaplanmıştır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 5.1. Sonuçlar

Üretilen cevherin kurutularak fabrikaya beslenmesinde ve stoklanmasında verim artışı elde edilmiştir. Çünkü cevherin kurutularak nem miktarının düşürülmesi sayesinde, hem kırma-elemeden geçiş miktarının, hem de yıllık üretilen metal gümüş miktarının arttığı görülmüştür. Bu yöntemin daha da yaygınlaştırılması amacıyla bu yönde çalışmalara ve araştırmalara ağırlık verilmiştir.

Stoklar, cevher cinslerine göre değil, nemi en fazla %10 ve 190 gr/ton Ag olacak şekilde planlanmaktadır. Proses kapasitesinin yüksek olmasından dolayı selektif madencilik uygulaması tercih edilmemektedir.

Stoklardaki kurutma alanları dışında, basamaklarda da serme-kurutma işlemleri yapılmak suretiyle; üretim sırasında serme-kurutma alanları yönünden sıkışma önlenmektedir.

Stokların boyutları, üzerlerinin tamamen şistle kaplanması açısından kolaylık sağlamaktadır. Stokların belirli aralıklarla ve birbirlerine paralel sıralar halinde oluşturulması, stoklar arası yolların kapanmasını önlemekte ve stok aralarına üretimden gelen yaş cevherlerin serilmesini temin etmektedir.

### 5.2. Öneriler

İnce taneli cevher ile iri taşlı cevheri ayırabilecek bir elek sayesinde, hem taş cevher stok sahasına girmeyecek hem de kurutma alanları daralmayacaktır.

Stoklardaki kurutma alanları dışında basamaklardaki serme kurutma işlemlerine devam edilmesi uygun olacaktır.

Stokların uzunluğunun 150-200 m., genişliğinin en fazla 50 m. ve yüksekliğinin en çok 12 m. olması, üzerlerinin ve şevlerinin tamamen şistle örtülmesi açısından kolaylık sağlayacaktır.

Stokların belirli aralıklarla ve birbirlerine paralel sıralar oluşturulması, stoklar arası yolların kapanmasını önleyecek ve stok aralarına üretimden gelen yaş cevherlerin serilmesini temin edecektir.

## KAYNAKLAR

DİE, 2001; "Devlet İstatistik Enstitüsü Türkiye İstatistikleri", Eskişehir.

Eler, A., Ünan, O., Lünel, T., Geven, A., Akgün, H., 1983; "Kütahya-Gümüşköy Maden Yatağının Gümüş Tenörü Sonuçlarının Değerlendirilmesi", ODTÜ Jeoloji-Jeofizik Araştırma Merkezi Proje No:82-04-08-00-01.

Kafkas, M.A., 1990; "Cevher Mikroskopisi Kurs Notları", Etibank 100.Yıl Gümüş Madeni İşi., Kütahya.

Singeç, M., Günay, H., Kayhan, İ.K., Alpergun, G., Özyazgan, Z., Kafkas, A. ve Karacaoğlu, F., 1991; "Etibank 100.Yıl Gümüş Madeni İşletmeleri Müessesesi Müdürlüğü Aktepe Anayatağı Rezerv Hesabı ve 5 Yıllık Açık İşletme Projesi", Ankara.

Vıçıl, M., 1981; "Aktepe Yöresi'ndeki Mineral Parajenezi" Doktora Tezi, 1981.