

KALIN MASİF SULFİD YATAKLARDA KESME/DOLDURMA ÜRETİM YÖNTEMİ TASARIMI VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ

DESIGN AND APPLICATION OF CUT AND FILL MINING METHOD ON THICK MASSIVE SULPHIDE DEPOSITS

Müfit ERDİL (*)

Anahtar Sözcükler. Kesme - Doldurma Üretim Yöntemi, Masif Sulfid Yatakları

ÖZET

Kesme/doldurma üretim yönteminin, cevherleşme şekline uygun olarak değişik bir uygulaması olan bu çalışmada, cevher yatağı alttan yukarı doğru dilimler halinde üretilmektedir. Kalın ve şekil itibarıyla yumru tip masif sülfid yataklarda uygulanan bu yöntem, ekonomik açıdan olduğu kadar, iş güvenliği ve çalışma kolaylığı açısından da alternatif yöntemlere göre önemli üstünlüklere sahiptir.

ABSTRACT

This paper describes the application of the modified cut and fill mining being underhand on thick, egg shaped, massive sulphide deposits. The underhand method is applied horizontal levels which are developed from bottom to the top having extracted the ore at the bottom, backfilling operation is carried out from successive upper level. The method is relatively simple and economical as opposed to other methods those can be applied on similar massive sulphide deposits.

Maden Mühendisi, Demir Export A.Ş

TÜRKİYE XIII. MADENCİLİK KONGRESİ, 1993

1. GİRİŞ

Türkiye'nin en önemli maden yataklarını oluşturan Doğu Pontid'lerdeki masif sülfid kompleks Cu, Zn, Pb cevherleşmeleri genel özellikleri açısından büyük benzerlikler içerisindedir. Doğu Karadeniz'e yayılmış olan bu yataklardan bazıları açık işletme yöntemleri ile üretilmektedir. Günümüzde yeraltı üretim yöntemlerinin uygulanmakta olduğu Harşit -Köprübaşı (Zn-Pb), Harköy (Zn-Pb), Killik (Cu-Zn) ve Lahanos (Cu-Zn) yatakları ise 1980'li yıllardan itibaren Demir Export A.Ş. tarafından mekanize olarak işletilmektedir. Kendine özgü ağır madencilik şartlarına sahip olan bu masif sülfid yataklardan Harşit-Köprübaşı ve Harköy, şekil itibarıyla birbirine benzeyen, kaim (> 15 m.) ve yumru tip adeselerdir. Küçük ölçekli madencilğe uygun bu iki yatakta, kesme doldurma yeraltı madencilik yöntemi, ekonomik bir tasarım ile modern ve mekanize olarak uygulama alanı bulmuştur. Bu bildiride örnek olarak verilen iki yataktaki tasarım ve uygulama tamamen cevherleşme koşullarına bağlı olup, uzun bir deneyim sonucunda oluşturulmuştur. Aşağıda bu üretim yönteminin bağlı olduğu koşullar tanımlanmaktadır.

2. JEOLOJİ

Yeraltı madencilik çalışmalarının sürdürüldüğü bu yataklar, Doğu Pontid'lerin orta kesiminde yer almaktadır. Bu alan ve yakın çevresi üst kretase yaşlı volkano sedimanter kayalar ile eski taraça malzemesinden oluşmaktadır. Bir volkanik yay ürünü olan volkanik kayalar, bazalttan riyolite kadar değişim göstermektedir.

Cevherleşme alanında, tabanda dasitik türler, bunların üzerinde yine dasit kökenli tüf, tüfit, kumtaşı birimi bulunmaktadır. En üstte ise sıkışmamış dere yatağı malzemesi (teras) yer alır. Yataklar dasitik türlerdeki antiklinal-dom, senklinal-çanak yapılarıyla yakından ilişkili olarak oluşmuştur (Şekil.1).

Üretim yönteminin kolayca uyarlanabildiği Harşit-Köprübaşı ve Harköy maden yatakları, ağsal saçınımlı (Stokvork) ve masif tip olarak oluşmuştur. Bu cevherlerin başlıca ekonomik mineralleri sfalerit, galenit, kalkopirit, tennatit, tetrahedrit; gang mineralleri de pirit, barit, kuvars ve kil minerallerinden oluşmuştur.

3. TAVAN ve TABAN TAŞI ÖZELLİKLERİ

Cevherleşmenin tavan taşı senklinal yapıya uygun olarak tabakalı kumtaşı, tüf, tüfit'lerden oluşmaktadır. Bu yapı adesinin kenarlarında bulunan yüksek düzeyde

alterasyon geçirmiş dasitik türler ile tabandaki dasitik tüflere göre kendini tutabilen özelliktedir. Dasitik tüfler ise çok zayıf mekanik özelliklere sahiptir. Örneğin, su ve hava temasında şişme ve dökülmeler meydana gelmektedir.

ÇİZELGE : Kaya mukavemet değerleri.

Tabakalı kumtaşı, tuf, tüfit.....	850 kg/cm ²
Stokvork cevher.....	1100kg/cm ²
Dasitik tuf.....	450kg/cm ²

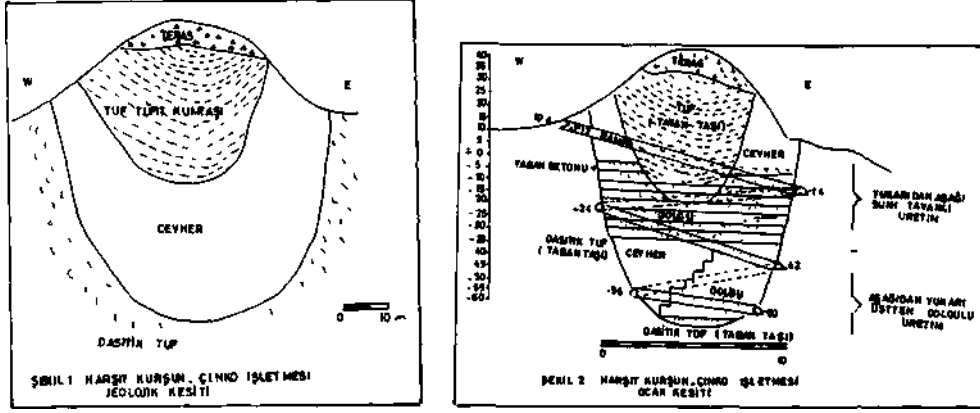
Cevher kütlesi ise yer yer kil ara kesmelerine rağmen kendini tutabilen sağlam karakterdedir. Özellikle yatağın ağsal saçmımlı (Stokvork) bölümleri kuvarsit nedeniyle oldukça sert ve sağlamdır.

Yukarıda tanımlanan cevherleşme ve yan kayaç özellikleri, volkanosedimenter kayaçların genel karakterini yansıtmaktadır. Bunlar yeraltında büyük açıklıklara izin vermeyen ve zaman içerisinde küçük boşlukların dahi deformasyona uğradığı zayıf kaya mekaniği özelliklerine sahiptir. Cevherleşme etrafındaki şiddetli alterasyon üretim esnasında iş güvenliğini tehdit eden boyuttadır. Bu petrografik ve mekanik özellikler kesme/doldurma yönteminin uygulanmasını zorunlu hale getirmektedir.

4. KESME/DOLDURMA ÜRETİM YÖNTEMİNİN UYGULANIŞI

Yataklara topoğrafya'ya uygun olarak sürülen rampa, düz galeri veya kuyu ile şıldıktan sonra, kot olarak her beş metrede aşağıdan yukarı doğru yatay katlar açtırılır. Tipik kat oluşumları şekil (2) de görüldüğü gibi cevher sınırına uyumlu yaklaşık % 12 ortalama eğimli rampadan sağlanır. Raysız m&hinize madenciliğın kolayca uyarlanabildiğı bu yataklarda, yatay kat içi hazırlık yol *m* cevherleşmenin sınırına kadar ulaştırılır. Günlük üretimin ortalama 150-200 ton kadar olduğı bu küçük ölçekli işletmelerde kat içi yollar, kullanılan LHD yükleyicilerin ölçü ve dönüşlerine uygun olarak taban genişliğı 4 metre yüksekliğı 2.5 metre olarak açılmaktadır. Şekil (3) de görüldüğü gibi, kat ara yollar arasında kalan üretim panolan 4 metrelik dilimler halinde odalara bölünür. 4 x 8 x 5 m. ebatlarında dikdörtgenler prizması halindeki odaların üretimine başlanmadan önce, bir üst katın ana ve ara kat içi yollarının açılması gerekir. Açılan bu üst katta dikkat edilmesi gereken nokta, kat içi ara yolların, bir alt kattaki odaların tam üzerine denk getirilerek dik yönde geçilmesidir. Sistematik üretim için asgari gerekli olan bu iki katın hazırlanmasını takiben, odaların üretimine başlanabilir. İşletme ekonomisine

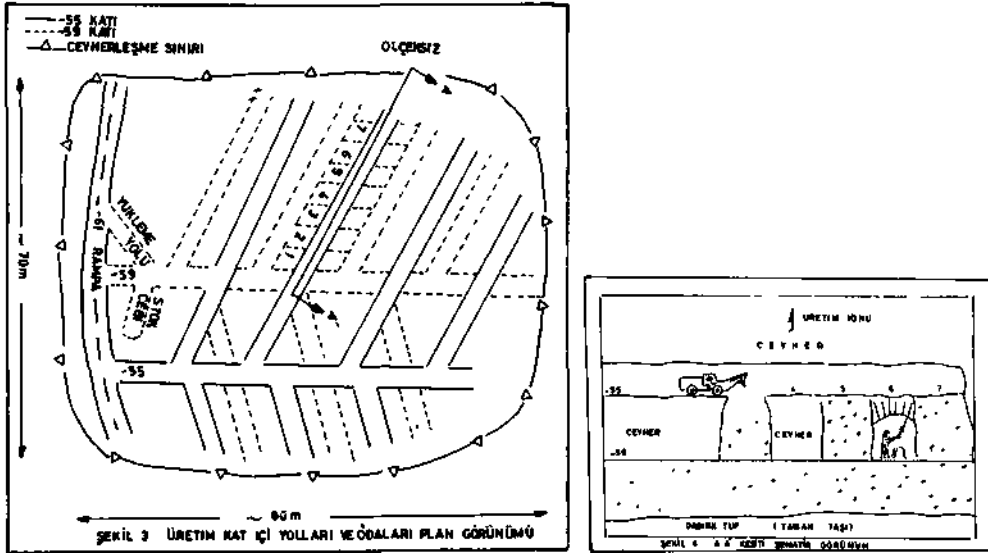
uygun olarak seçilen jumbo delici veya sehpalı el tabancaları ile herhangi bir odanın (genellikle cevher sınırından içe doğru) yükseklik olarak ilk 2.5 m.lik bölümü bir ara yoldan diğerine düz sürülen baca ile delme patlatma uygulanarak alınır. Aynı odanın ikinci kademede, üstte kalan 2.5 m.lik kısmı tavan atımları ile üretilir. Bu tavan atımları sonucu oda, üst katın ara yoluna açılmış olur.



Odalarda delme patlatma sonucunda elde edilen cevher LHD yükleyiciler tarafından alınarak, kat girişindeki stok ceplerine veya doğrudan yükleme noktasından yeraltı kamyonlarına yüklenir. Üretimi tamamlanan odanın her iki tarafına dolgu işlemine hazırlık olarak ahşap barikatlar kurular. Daha sonraki işlem uygun mesafedeki dolgu malzeme istasyonundan LHD yükleyiciler tarafından alınan 50 doz çimentolu dolgu malzemesinin (dere çakılı), üst katın ara yolundan üretimi tamamlanan odaya doldurulmasıdır (Şekil.4) Üst kattan, alt katın doldurulması son derece hızlı ve kolaylıkla gerçekleştirilmektedir. Dolgu işleminin son kısımlarında dolgu malzemesinin nispeten daha akışkan hazırlanarak kullanılması sayesinde odanın sağ ve solunda kalan üst boşluklar kolayca doldurulabilmektedir. Yine aynı panonun odaları, dolgunun kurumasını beklemeden bir oda topuk bırakılarak üretilebilmektedir. Dört-beş günlük kuruma süreci sonunda ise, dolgusu tamamlanan odanın yam başındaki odalarda kolaylıkla üretilebilir. Bu çalışmada dolgunun cevhere karışması (dilution) % 5'i aşmamaktadır.

7. TAHKİMAT

Cevherleşme dışındaki formasyonun oldukça zayıf karakterde altere zonlar içermesi, cevherleşme dışından sürülen ana nakliye yollarının, çelik hasır takviyeli püskürtme beton (shot-crete) ile kaplanmasını zorunlu kılmaktadır. Zaman içerisinde beton kaplanmayan yüzeyler su ve hava ile birlikte kabarma ve dökülmelere neden olmaktadır. Cevher kütlelerinin yan kayalara göre, özellikle ağsal



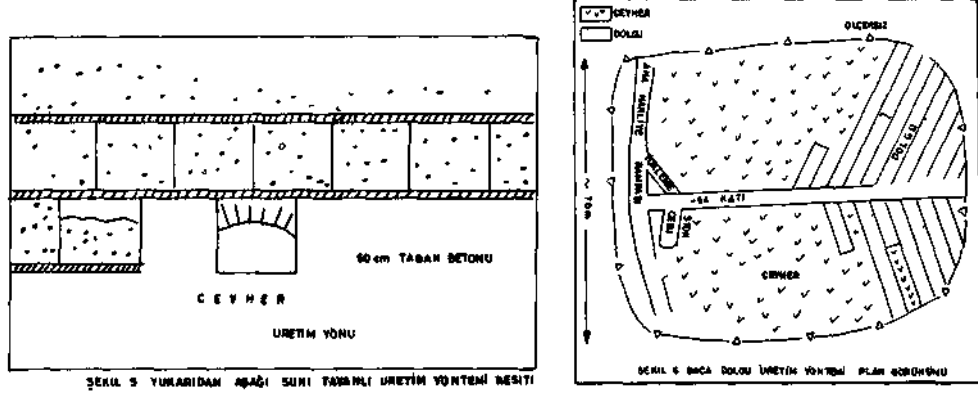
sağmımlı bölümleri daha sert ve kendini tutabilen yapıdadır. Ancak cevherleşme içerisindeki ikincil kil bandları, çatlaklar ve dayk gibi yapılar stabilitenin bozulmasıyla hareketlenmektedir. Alttan yukarı doğru yapılan üretim esnasında en büyük problem maksimum % 1 oranındaki tasman olarak ortaya çıkmaktadır. Oturmanın etkisi, ocak içerisinde kemerleşme (arching effect) nedeniyle yer yer çatlama ve kırılmalar olarak görülmektedir. Bu etkileri en alt düzeye indirmek için üretim, cevher kalınlığı boyunca her katı belli oranlarda, kademeli olarak üreterek gerçekleştirilmelidir. Şekil (2) de görüldüğü gibi kademeli üretim, yaklaşık 45 derecelik şev açısıyla ana nakliye yolundan cevherleşme sınırına kadar bir çok katı belirli oranlarda üreterek yapılmaktadır. Kat içi yollarda ise kavrama ve dökülmelere karşı tahkimat olarak kaya saplamaları (rock bolts) hasır ile birlikte kullanılmaktadır.

6. ALTERNATİF KESME/DOLDURMA YÖNTEMLERİ

Yukarıda açıklanan üstten dolgulu aşağıdan yukarı kesme doldurma yöntemine alternatif olarak, bahse konu ocaklarda, yukarıdan aşağı (overhand) suni tavanlı kesme/doldurma yöntemiyle, aşağıdan yukarı baca/dolgu (drift and fill) yöntemleri de uygulanmıştır. Daha önce uygulanan yöntemlerden yukarıdan aşağı suni tavanlı kesme/doldurma yöntemi, cevherleşme tabanına ulaşamadığından bir zorunluk olarak uygulama alan bulmuştur. Bu yöntemde üretim katları ana nakliye yolu olan aynı rampadan, kot olarak her beş metrede bir yatay olarak açılmakta, katın dizaynı üstten dolgulu yöntemle aynı şekilde gerçekleştirilmektedir. Farklılık, üretime önce bir üst katta başlanması ve bu katın üretimi tamamlandıktan sonra bir alt kata geçilmesidir.

Dolgu işlemine başlanmadan önce dolgu yapılacak odanın zemini 60 cm. kalınlığında çelik haşır Mon ile kaplanmakta ve bunun üzeri LHD kepeçler, fırlatma bandı ve insan gücü kullanılarak doldurulmaktadır. (Şekil.5) Tabana atılan beton bir alt katın suni tavanını oluşturmaktadır.

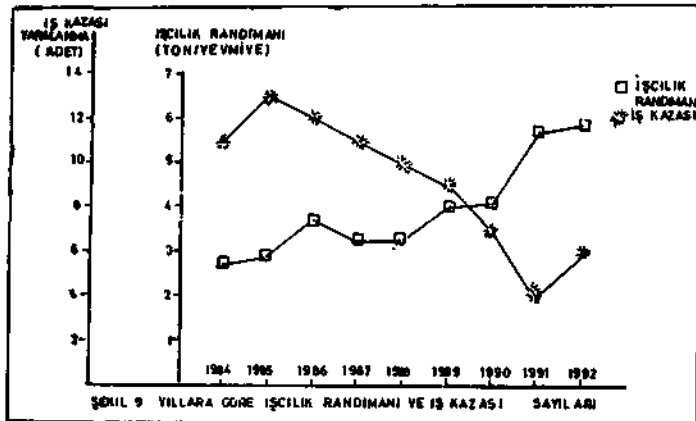
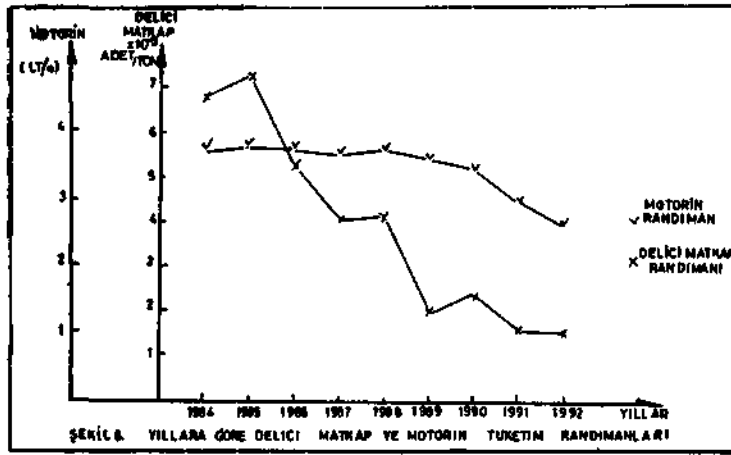
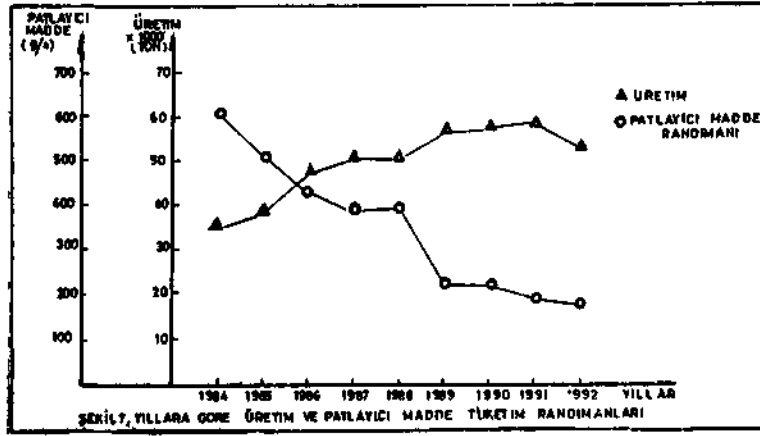
Aşağıdan yukarıya uygulanan diğer yöntem olan baca/dolgu da ise, diğer yöntemlerin genel kat hazırlama prensiplerine uyularak hazırlanan kat içinde açılan baca odalar, cevher sınırına ulaşıldıktan sonra kepeç, insan ve fırlatma bandı (slinger belt) yoluyla doldurulmaktadır. (Şekil.6) Aynı sistem ile kat üretiminin tamamlanmasını takiben bir üst kat üretilmeye başlanır.



7. EKONOMİK KARŞILAŞTIRMALAR VE SONUÇ

Suni tavanlı yukarıdan aşağı ve baca/dolgu olarak açıklanan alternatif kesme doldurma yöntemlerine göre, aşağıdan yukarıya üstten doldurmalı yöntem, Demir Export A.Ş. ye ait Doğu Karadeniz'deki Harşit ve Harköy yeraltı maden işletmelerinde 1988 yılından beri uygulanmaktadır. Bu yöntem işletmelerin ekonomilerinde daha önceki emek yoğun yöntemlere göre büyük tasarruf sağlamıştır. Öncelikle işçilik ve ana girdi tüketim malzemelerinde önemli ölçüde düşüş sağlamıştır. Üretim sistematik bir hız ve artışa kavuşmuş, iş güvenliği daha iyi şartlara ulaştırılmıştır. Herhangi bir makina ekipman yatırım gerektirmeden değiştirilen yöntem sonucunda ortaya çıkan tasarruf, metal fiyatlarının dünya genelinde düşmesiyle meydana gelen ekonomik krize bir ölçüde fayda sağlamıştır.

Üstten dolgulu üretim yönteminin, üretim verimliliği ve üretilen cevher basma yapılan tüketimler açısından sağladığı katkılar istatistiksel verilerde açıkça izlenebilmektedir. Harşit İşletmesine ait üretim ve üretime harcanan belli başlı bir kaç ana kalemin tüketim randımanları (Şekil.7) ve (8) de görülmektedir. 1988 yılından itibaren üretim yönteminin uygulanmaya başlaması ve zaman içerisinde daha sağlıklı yerleştirilmesi üretimi artırmış, tüketim randımanlarını düşürmüştür.



Şekil (9) da ise işçi başına sağlanan üretim ile işletmede meydana gelen iş kazaları sayısı göstergeleri çarpıcıdır.

Yöntem benzer işletme olan Harköy'de 1992 yılı başından itibaren aynı basan ile uygulanmaktadır. Her iki işletmede sağlanan üretim kolaylığı ve daha rahat çalışma şartları, bu işletmelere geometrik olarak benzer yumru tipteki kalın, hertürlü cevher yataklarında da yöntemin uygulanmasını mümkün kılmaktadır.

8. KAYNAKLAR

ALTUN, Y. 1990; Giresun-Görece ve Tirebolu (Doğu Karadeniz) yöresindeki renkli metal yataklarının karşılaştırmalı cevher mineralojileri ve kökenleri, doktora tezi Bizim Büro basımevi

DEMİR EXPORT A.Ş.; Harşit Çinko-Kurşun İşletmesi İstatistik raporları, Arşiv

GRANHOLM, S. 1983; Mining with Backfill (Proceedings of the international symposium on mining with backfill/Lulea/7-9 June 1983) A.A. Balkema, Rotterdam.

AIME; Underground Mining Methods Handbook