

Jalore Madenlerinin $20 \text{ Fe}_3 \text{ O}_4$ Cevheri Halinde Konsantrasyonu ve Pelletlenmesi

«World Mining, Şubat 1971 den*

İlhan ÇETİNKAYA*

Prof. L. K. OLIVER**

«Jones and Laughlin Mining Company Ltd» e ait olup, «Jones and Laughlin Steel (çelik) Corporation» tarafından işletilen «Adams Madeni», Canada'nın Boston Township Iron Range bölümünde 5 300 acre'lık özel bir arazidir. Maden yaklaşık olarak Kirkland Lake ile Onatrio'nun 7 mil güney doğusu ve Toronto'nun 400 mil kuzeyinde yer alır. Bütün sene boyunca çalışan ve direk yükleme, sevk işlemi yapan Adams Madeni, Ontario'nun başta gelen pellet demir cevheri ihracatçısıdır. Senede 1 100 000 ton yüksek vasıflı pellet, Pittsburgh, Aliquippa, Pennsylvania, Cleveland, ve Ohio'daki J L demir tesislerine gönderilmektedir. Kırılmış pelletler (chips) ise, «sinter strand»+2 tesislerinin hammaddesi olarak Aliquippaya sevk edilir.

- 1 — 1 acre=40.47
2 — Sinter strand=ince materyali pelletler haline getiren alet.

SAHANIN TARİHİ :

Boston Township Iron Range ilk olarak 1902 de keşfedildi. Fakat Dominion Gulf Company'nin madencilikteki esaslı kolaylıklarının ve elmas sondajcılığının başladığı 20. asrın ortalarına kadar, bazı ekonomik ve teknik sebeplerden dolayı istihsal çalışması yapılamadı. Jones Laughlin 1954 de bir maden ruhsatı olarak araştırma programına devam etti ve iki sene sonra da 99 senelik bir kontratla araziye kiraladı.

Jalore Mining Company Ltd. ile J L's Canada Araştırma Şirketi, 1954 ten 1962 ye kadar araştırmaya devam ettiler. Aynı za-

man içinde gerek kendileri, gerek başka özel şirketler, cevherin mümkün olabilecek işletme metodları üzerinde araştırmalar yaptılar.

1 Şubat 1962 de, Kirkland Lake'de tespit edilen en soğuk günlerden birinde (sıfırın altında 62") J L, madeni işletmeye başlayacaklarını ilân ettiler. 1962 baharında iki cevher yatağı istihsal için işletmeye açıldı. J L'nin Pittsburgh'daki fırınlarına ilk sevkiyat 1964 Aralık ayında yapıldı. 1965 te 750 000 ton pellet istihsal edildi. 1966 da 985 000 ton'luk istihsal ile düşülen kapasiteye ulaşıldı. Geçtiğimiz senelerde düşünülen 1 000 000 tonluk istihsal kapasitesinin üzerine çıkılmış bulunuyor. 1. Numaralı tablo da son senelerdeki istihsal durumu göstermiştir.

TABLO : 1

Adams Madenin 1965-1969 yıllarındaki sevkiyatı

Sene	İstihsal (Ton)
1965	750 000
1966	985 000
1967	1090 000
1968	1104 000
1969	1098 000
Düşünülen kapasite	1 000 000

JEOLOJİ; TABAKALI DEMİR FORMASYONU:

Admas Madeni cevher yatakları, Boston Township'in kuzey yansında, kabaca 6 mil-

* Jeoloji Mühendisi, MTA.

** Adams Madeni Maden Müh. Jones and Laughlin Mining Company Ltd., Kirkland Lake, Ontario, CANADA.

lik bir yay şeklinde uzanan Alt Prekambrian demir Wmasyonu içerisinde görünür. (Şekil : 1). Bantlı, chertli, Keewatin tipi demir formasyonu aglomeralar, tüfler ve lavlar arasına yerleşmiştir. Siyenit, lamprofir ve kısmen genç diyabaz daykları demir formasyonu içerisinde entrüse olmuştur. Genel olarak hafif yatım olup, bilhassa cevherin büyük kısmının bulunduğu Township'in doğu yakasında kıvrılmalar görülür.

Demir cevheri, bütün uzanımı boyunca dar ve kesikli olduğu halde, kıvrımlı ve faylı bölgelerde epeyce geniştir. Öyle ki, bu bölgelerde, 8 âdet cevher yatağının, açık işletme metodu ile işletilmesi plânlanmıştır. Cevher yataklarının genişlikleri 60 m. ile 215 m. uzunlukları ise 300 m ile 900 m. arasında değişmektedir. Rezervlerin 30 000 000 tonluk bir pellet konsantresi civarında olduğu tahmin edilmektedir.

Cevher yatakları oldukça karışık bir yapıya sahiptir. Kontaklar çok düzensiz olup, çoğu zaman fayların etkisi olmaksızın ters yerleşmiştir. Tabakalar çok belirliden, belirsiz kadar değişim gösterir ve çoğunlukla bükülmüş (contorted) haldedir.

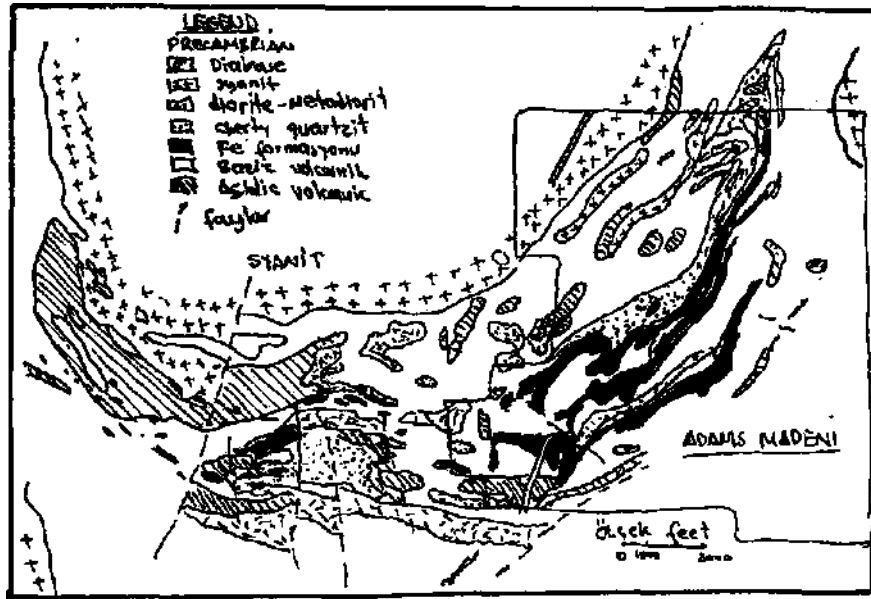
Cevher değişik silika tabakaları ve magnetitden müteşekkil, ince taneli düzgün tabakalanmış demir formasyonu şeklinde te-

zahür eder. Tane büyüklüğü genellikle 1.0 milimetreden küçük olup, bazen şekerimsi bir doku görülebilir. Tabakaların kalınlıkları değişiktir. Chert tabakaları ince laminalar veya 3-10cm. lik masif tabakalar halinde görülür. Manyetik tabakalar ortalama 1-1,5 cm kalınlığında olup, 2,5 cm. yi nadiren geçerler.

Hematit, sık sık manyetit tabakaları arasında, küçük düzgün olmayan lensler ve kalın belirli tabakalar halinde bulunur. Hematite her zaman chert tabakalarının kırmızımsıtrak olduğu yerlerde rastlanır.

Demir formasyonu içerisinde bulunan diğer mineraller şunlardır; kırmızımsıtrak garnet (genel olarak iyi tenörlü cevher ile beraber), tremolit, aktinolit, mavimsi amphibol (çoğu zaman massif tabakalar halinde, dissemine magnetit ile beraber veya yalnız) ve pirit (her zaman chlorit ile beraber).

Cevher tenörü ortalama olarak % 20 manyetik demirdir. Bütün cevher yataklarındaki demir formasyonu, tenor ve cevher hazırlama özellikleri belirli değişiklikler gösterir. Gerek cevher, gerekse pasa (cevher dışındaki materyal) oldukça sert ve aşındırıcıdır.



Şekil: 1 - ADAMS MADENİNİN VE BOSTON TOWNSHIP İRON RANJİNE JEYOLOJİK HARİTASI

MAKSİMUM CEVHER ÇIKARIMI İÇİN İSLETME PLANI :

Adams Madeninde kullanılacak metod, çıkarılan her bir ton cevherin kendisini finanse etmesine ihtiyaç gösterir. Biz istihsal masraflarının altında bir fiyatla satılacak cevheri çıkartmayız. Şayet ocağın genişletilmesi ile çıkartılabilecek bir cevher şeridi varsa ve kârımız bu cevheri almak için işlediğimiz paşanın atılmasında harcanan parayı karşılamıyorsa, bu ocağın bu kısmı ekonomik değil! deyip, bırakırız. İlk adım cevherin ve paşanın çıkartılması için bir fiyat tayini yapmaktır. Bu fiyat hesaplanırken aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulur; İdarî vergiler, arazinin esas sahibine ödenecek kira, tahribat, yer değiştirme, v.s. Böylece her bir ton cevherin, tenörüne göre kâr veya zarar getireceğini tesbit edecek formül çıkarılır.

Bu rakamlar ocağın ekonomisini tayin etmede kullanılır. Sondaj bölümlerinde, duvarlarının eğimleri daha evvelden tesbit edilen bir ocak açılır. Bu ocakta tabanın genişliği minimum olacaktır. Ocak duvarları üzerinde, en üst noktadan ocak tabanının ortasına olan mesafe ölçülür. Böylece ekonomik formülü kullanırsak her ton için kâr veya zarar katsayısını ocak duvarlarının materyali içerisindeki bu çizgisel uzaklığıyla çarpabiliriz. Sonra her ocak eğimi için toplam kâr veya zarar hesaplanır. Bu rakam sıfır olduğunda, o bölümün değeri, diğer bölümlere bağlı olur. Bu durumda ocak duvarlarının içeriye doğru mu yoksa dışa doğru mu taşınması lâzım geldiği bulunur. Şayet hesaplar zarar gösteriyorsa çoğaltılmasına karar verilir. Şayet bir taraf kâr, diğer taraf zarar gösteriyorsa, ocak kâr gösteren tarafa doğru kaydırılır. Bu kaydırma işlemi sıfır limitine gelinceye kadar devam eder. Bu limitte en uç noktadaki en pahalıya mal olan cevher ile, ocak tabanı bir miktarda kârla beraber kendini finanse etmelidir.

Aynı metod cevher yataklarının hepsi için tatbik edilir. Bu limit içinde ocağın yollarını ve platformlarını da yapabiliriz. Ocak planlaması bütün bölümlerde sıfır limiti içe-

risinde maximum işe yarar derinlik sağlar. Bu derinlik ekonomik sıfır limitinin gösterdiği derinlik ile aynı olmayabilir.

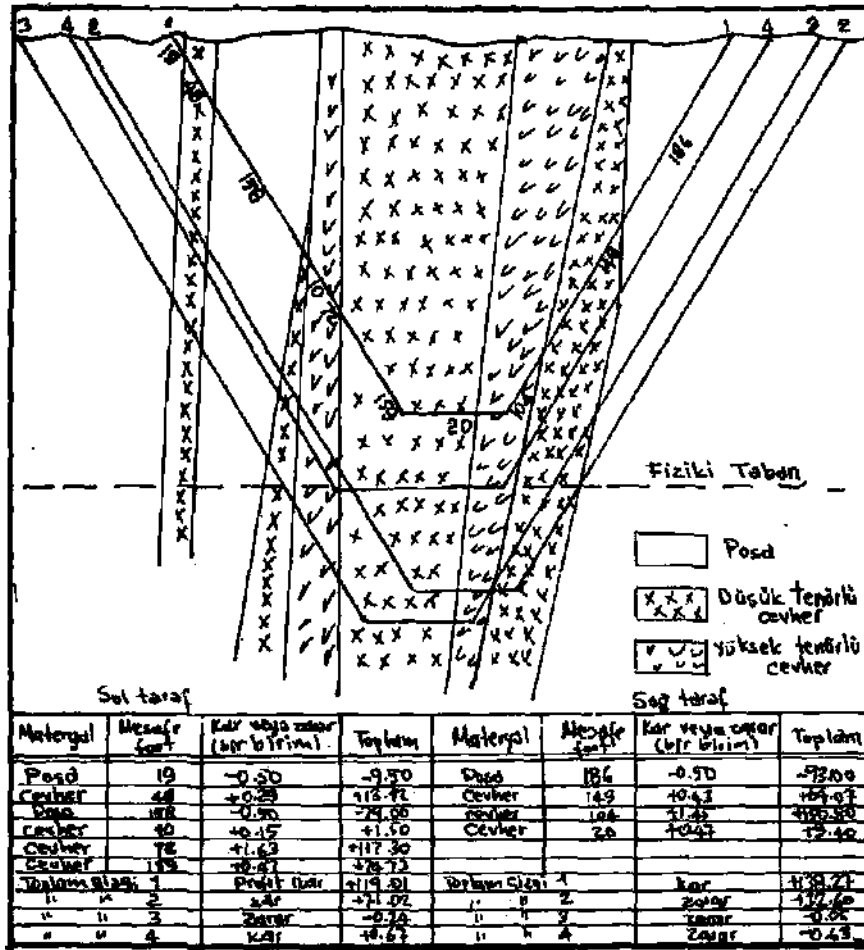
Bu durumda metod yeni bir sıfır limiti hesabına ihtiyaç duyar. Şayet pratik (fiziki) ocak derinliği, ekonomik limitin belirttiği kadar değilse daha da derine gidebiliriz. Ancak bu bizi daha derinden çıkartacağımız cevherin kârından bir eksiltmeye götürür ki, o da bizim genel zıyanımız olur.

Sabit tutulan 'aban (kenarların içeriye veya dışarıya ilerlemesi bizi derine götürmeyeceğinden) hesaplara katılmaz. Böylece yan duvarların içeriye veya dışarıya ilerletilmesiyle İstenilen seviye ayarlanmış olur. Ancak duvarlar arasındaki mesafe minimum çalışma mesafesinin altına düşerse, yeniden bir derinlik ayarlaması yapılabilir. Bazı hallerde, sıfır limitinin tabanı fiziksel İmkânların yarattığı derinlik kadar olmayabilir. Burada İstenilen derinliğe İnişte, ekstra materyalin taşınması ücretleri, diğer bir bölümdeki sıfır limiti derinliğini nerisi I meşindeki kârla karşılaştırılmalıdır

Cevher yatırımının ocak duvarı eğiminden az olduğu yerlerde limit pek tabî ki cevher /atımının altındadır. Sıfır limitinin ayarlanmasından sonra, tekrar esas plâna döner, küçük bir takım ayarlamalar da yapıp, ocağın son plânı hazırlanır.

Şimdi cevher ve pasa tonajını, toplam gelir ve kârımızdan hesaplamamız mümkün olabilir. Maksimum potansiyeli olan bir ocak plânladığımızda, tesis ve gerekli alet hesapları' kapandığından, ocağın genişletilmesi ve gerekli alet hesapları kapandığından, ocağın genişletilmesi veya derinleştirilmesine hak kazanabiliriz. Fakat bunlar daha da ileride düşünülmesi gereken noktalar. Bu plânın doğruluğu büyük ölçüde ekonomik hesaplara ve projenin durumuna bağlıdır.

2 Numaralı şekil, tipik bir bölümde sıfır limit çizgisinin yerleşmesini göstermektedir. Bu şekle göre bir numaralı çizgi her iki yanda da kâr getirir. İki numaralı çizgi, sol yanda kâr, sağ yanda zarar göstermektedir. Öyleyse ocak sol tarafa doğru kaydırılmalıdır.



Şekil 2: SIFIR LİMİTİNİN TAYINI
"2" Numaralı çizginin zahası ocak limiti alınmıştır.

Üç numaralı çizgi ocağın kaydırılmasından sonra, her iki tarafta da sıfır kâr gösterir. Böylece bu bizim en son ekonomik limitimizdir. Ocağın üç numaralı ve izah edilen diğer çizgilerin sınırları içerisine yerleştirirken, fiziki tabanı kesik çizgilerle belirtilmiş şekilde buluruz. Şimdi ocak tabanı maksimumu sabitleştigiğine göre, kenarların pratik cevher çıkarma genişlik limitini aşip işi zorlaştırması hali haricinde, tabanı ekonomik hesaplarımızda kullanamayız. Bu durumda 4 numaralı çizgi sıfıra doğru bir denge kurar ve bu bizim ocak limitimiz olur.

CEVHER ÇIKARMA KİŞİN DA DEVAM EDER :

Tesis ihtiyaçlarını karşılayabilmek için her gün 11 000 ton ham cevher ve 8000 ton pasa çıkarılmaktadır. İstihsalin şimdiki bölümün-

de karışım için kullanılan cevher tesisin 300 m. batısı ve 450 m. güney batısında yer alan Güney ve Merkez ocaklarından çıkarılmaktadır. Kuzey ocaklarının geliştirilmesine başlanmış olup, pek yakında üç ocaktan alınan cevherin karışımı mümkün olacaktır.

Maden araçlarının seçiminde aşağıdaki faktörler göz önüne alınmıştır;

- 1) Cevherin çok sert ve aşındırıcı olması.
- 2) Ocakların büyüklüğü ile alakalı İstihsal hacmi ve cevher karışımı ihtiyacı,
- 3) Sene içinde ağır kış şartları.

Ocak plânını 12.20 m. lik kesilmelerle, 18.75 m. lik emniyet kademelerini ihtiva eder. Her üçüncü kesimde 12.20 m. lik tesirli bir kademe meydana gelmektedir. Taşıma eğim-

leri % 10 olarak hesaplanmıştır. Yol genişlikleri, 13-15 m, lik çalışma imkanı olan 24 m. olarak tesbit edilmiştir. Cevher yataklarının ekonomik işletilme derinlikleri T85 m. olarak tahmin edilmektedir.

Ocak duvarlarının eğimleri genel olarak 57° olacaktır. Ölçekli olarak yapılan iki istihsal ocağı maketleri taşıma yollarının cevher ve paşanın dinamitenle yerlerinin tayininde yardımcı olmuştur. Bu madenlerin ocak plânlarından yapılacak değişiklikler için de faydalı olacağı düşünülmüştür.

Jet piercing sondajları da dahil bir çok sondaj çeşidi, penetrasyon testlerinde kullanılmaktadır. Rotary (Donen) sondajları cevher ve pasa için seçilmiştir. Çünkü her ikisinde çok servettir. Rotary sondajı pasa kaya içerisinde saatte 7.32 m. (24 feet) lik bir ilerleme kapasitesine sahiptir. Ortalama olarak 97/8 inch'lik tungusten-Carbide uçlu bir tricone matkap, cevher ve pasa kaya karışımı içerisinde 230 m. (750 feet) lik delme kapasitesine ulanmaktadır. (Matkabın kutlanılma zamanı) Adams madenindeki bütün rotary sondajları su enjeksiyonuna çevrilmiştir. Delikler etrafındaki tozu kontrol eden bu suyun etkisiyle matkapların delme kapasitesi 260 m. (850 feet) den 184 m. (571 feet'e) düşmektedir.

Matkabın hayatı, bir takım dışarı değişikliklerden sonra 228 m. (747) feet'e kadar arttırılmıştır. Kaya platformlarını yenileme programında 6 1/2 inç'lik matkabı olan 1060. A tandematik (bir biri arkasına darbe vuralabilen) percüsyon sondajlarından 3 adet kullanılmıştır. Bu sondajlardan bir tanesi halen duvarların kuvvetlendirilmesinde kullanılmaktadır.

Basıncılı hava duvar kontrolünde kullanılıyor. 0.90 m. ile 1.50 m. lik, 6.4 cm. lik (çapı) delik açabilen tabancalar bu işe elverişli kılınmıştır. Delikler kaya çatlaklarından istifade için ocağa doğru eğimli açılır. Bir alt seviyede plânlanmış yol ve setleri varsa, o bölgedeki bütün delikler elimine edilir.

Deliklerin ortalama derinlikleri 13.70 m. olup, bunun 1.50 m. si tabaka altı deliktir.

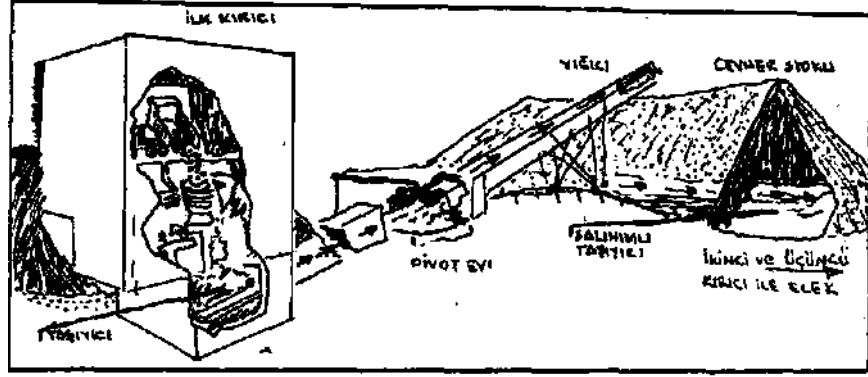
Cevher ve pasa kaya atımları (patlatmaları) 15-20 deliklik, 4 sıradan ibarettir. Deliklerin arası cevherde 6.25-6.55 m. pasa kaya içerisinde ise 6.85 m. ile 7.90 m. olmalıdır (maksimum). Alt yükler için slurry patlayıcıları (200-220 kg), üst yük içinde 3.60 m. lik ANFO kullanılmaktadır. Sulu delikler tulumba ile boşaltıldıktan sonra önce alt yük, sonra bir ara madde, ve en üstte de ANFO konur. Alt yük ve üst yük ayrı ayrı deliklere konabilir. Bir atımda patlatılan cevher ve kaya miktarı 130 000 tondur.

İstihsal için 4.584 m³ lük bıçakları bulunan 5 adet elektrik kürek kullanılmaktadır. Karıştırma mecburiyeti olduğundan kamyonlar iki ayrı kürekten yüklenirler. Her küreğe 4 veya 5 kamyon düşmektedir. Kürüyücü dişlerin iş kapasitesi, diş başına 7 000 ton olup, aşındıklarında değiştirilirler. Bütün kürekler otomatik yağlayıcı ile donatılmıştır. Kış mevsiminde olabilecek arızaları önlemek veya minimum'a indirmek gayesiyle kepçeler kullanılmadan önce biraz ısıtılır.

Kamyon filosu 14 adet dingilli 45 tonluk, 3 adet tek dingilli 50 tonluk kamyonlardan kurulu olup, hepsi kış çalışmaları için hazırlanmıştır. Cevher ve pasa kayanın aşındırıcı etkisine karşılık, damperlerin tabanı ve kenarları aşınmaya dayanıklı çelik bantlarla donatılmıştır. Bu çelik bantları değiştirmede geçen zamanı minimuma indirmek için Huck somunları kullanılmaktadır. Umum! ihtiyaçlar için 3.20 m. lik, dizel güçlü bir kürek bütün teçhizatı ile hazır vaziyettedir. Cevher çıkarma işine verilmiş üç grayder, iki lastik tekerlekli dozer, 5 crawler tipi traktör, 5.50 m. Ük kepçesi olan iki adet önden yükleyici bulunmaktadır.

KIRMA VE ELEME :

Ham cevher, açık ocaklardan, birinci kırma tesisine taşınır ve 600 beygir gücünde bir motorla çalışan 54X74 inçlik dönen kırma makinasına dökülür. Kırma makinası, bir saatte 1 600 tonluk cevheri eksî 7 inçlik (7 inçin altı) cevher haline getirir. (Şekil No: 3) 1.37 m. ile 3.10 m. lik bir besleyici, kırma makinasının altındaki 90 tonluk ambar-



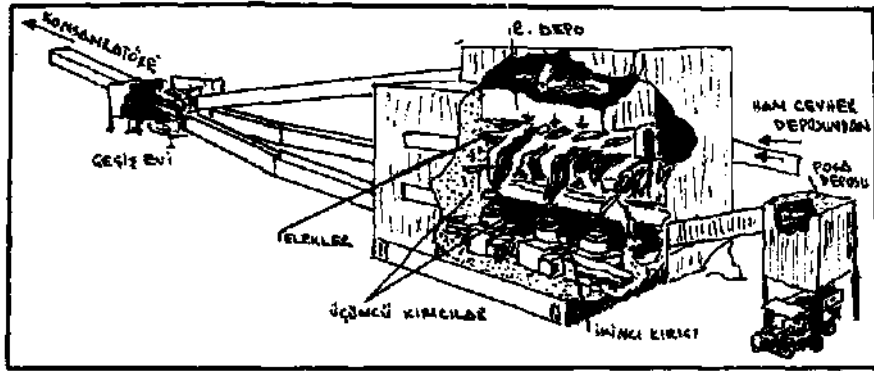
ŞEKİL 3 . İLK KIRMA, AÇIK CEVHER YIĞINI VE TAŞIMA SİSTEMİ

dan aldığı cevheri, 1.22 m. lik konveyora verir. Konveyordan stacker (yığın aleti) e gelen cevher, stacker vastasıyla 12 000 tonluk açık depoya stok edilir. Stacker yığını traverse ederek *karıştırabilir*. Bu sırada yüksek tenörlü cevher yığınının bir yanına, düşük tenörlü cevher ise diğer yanına gelebilir. Karıştırma işlemi ise, ihtiyaca göre cevherin iki taraftan da alınmasıyla yapılabilir.

Cevher birinci kırılma yığınından, 3X3 metrelik beton tünel içerisine yerleştirilmiş, 7 adet 90 cm. lik salımlı besleyici ile alınır. Cevherin ikinci kırma tesisine geliş kapasitesi saatte 800 tondur. (Şekil No: 4) Materyel % 16-17 sinin defedildiği manyetik ayırıcıya gelir. Defedilen materyalin % 60'ı dayk materyali, % 36'sı pasa kaya karışımı, % 4'ü de zayıf demir formasyonundan müteşekkildir. Ayırıcı 1.52 m. çapında ve 1.83 m. genişliğinde elektromanyetik bir silindir-

den ibarettir. Gücü silindir yüzeyinden iki cm. ötede 1 200 gauss'tur. Manyetik demir «recovery» işi % 98.4 oranında tutulduğunda, ham cevher tenörü de % 3.5 oranında bir *artma* gösterir. Bu ayına bu işte kullanılan en iyi ayırıcı olarak bilinmektedir.

Nianyetik olmayan materyal ayırıcıdan alır, bir pasa deposuna geçirilir. Oradan da kamyonlarla boş arazilere dökülür. Ayırıcıdan alınan manyetik kısım 2.15 m. lik 350 Beygir güçlü kırıcıya verilir, ve 2 1/2 inchlik materyal haline getirilir. Materyal bu ikinci kırılmadan sonra, 4 adet 1.80X3.50 m. lik, salımlı elekeler gelir. Elek aralığı 5/8 inch olup, elek üstü materyali, 2 adet 2.15 m. lük 350 Beygir güçlü, kısa başlıklı konik kırıcıya geçer. Bu *kırıcılar* eleklerle kapalı bir sistemde çalışırlar. Elek altı, -5/8 inchlik materyal ise altı adet 3 000 tonluk depoama silosuna gider ve orada konsantrasyon işlemi görür.



ŞEKİL: 4 . İKİNCİ VE ÜÇÜNCÜ KIRMA BÖLÜMLERİ

KONSANTRATÖR :

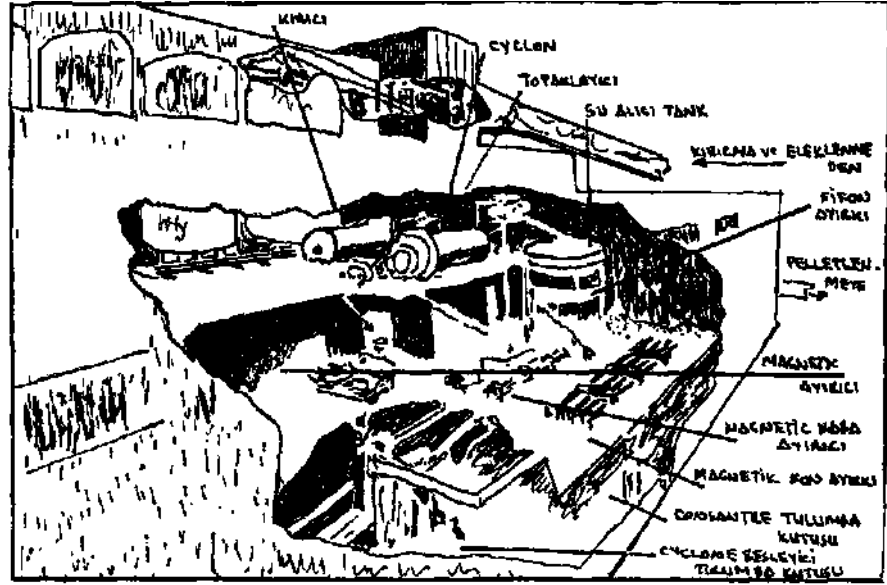
Adams Madenin konsantrasyon tesisleri, üç adet Öğütme ve konsantre etme devresinden müteşekkildir. Açıklık için, bu devrelerden sadece bir tanesi burada izah edilecek. (Şekil No: 5).

Her devrenin önündeki İki beton silodan alınan cevher, 8 Meksika taşıyıcısı vasıtasıyla.

TABLO II

Adams Madeninde Kuru Ayıklama Metallurjisi

İstihsal % si	
Magnetik Fe : Feed	20.2
Konsatre	23.7
Posa	2.1
Def ağırlığı	16.3
Magnetik Fe recorerv	98.4



ŞEKİL 5 ÖĞÜTME VE MAGNETİK AYIRMA BÖLÜMÜ

saatte 160 ton kapasiteli 1250 Beygir gücünde 3.5mx5.50 m. lik bir öğütücüye gelir. Öğütücünün kritik hızı, % 62 dir 11.30 cm. lik Öğütücünün israfı verilen her ton için 1.7 pound'dur, Bu öğütücülerden % 90 oranında, -10 meshlik materyal çıkar ve bu materyal 36 inch (91.4 cm.) çapında, 72 inch (1.83 m.) genişliğinde üçlü magnetik ayırıcının iki ağızına gelir. Bütün silindirler 5 kuptuplu olup, 1000 gauss'luk kapasiteye sahiptir.

Konsantrasyonun % 23.7 den, % 40.7 lik magnetik demir devyesine erişmesi sırasında, verilen materyalin hemen hemen % 44 ü, % 95.5 lik bir manyetik demir recovery'inde elmine edilir Tablo : III).

TABLO III

Adams Madeninde Nemli Ayıklama Metallurjisi

İstihsal % si	
Magnetik Fe : Feed	23.7
Konsatre	40.7
Kalıntı	2.3
Ağırlık Recorerv	56.8
Magnetik Fe recorerv	95.5

Ayıklayıcıda kî konsantre, 325 meshlik, 10 adet 12 inch (30.5 cm.) lik siklonların ağızlarına gider. Siklonda havaya kalkamayan ma-

leryal, yer çekimi etkisi ile 13X18 foot (3.90X5.40 m.) lik, 2000 beygir güçlü öğütücüye gider. Bu öğütücünün kritik hızı % 75 olup, 1 1/2 inch (3./ cm.) lik madeni döküm çubukların *israft ise, tesise* verien her bir ton materyal için 1.5 pound (0.680 kg) dur. Bu öğütücüden çıkan materyal, 36 inch (91.4 cm.) çapında 72 inch (1. 83 m.) genişliğinde 5 adet ters akımlı, sürejji düzelticiye gelir. Silindirler 4 kutuplu olup, 750 gaussluk güce sahiptir. Bu kaba konsantre l-ekrar *siklon* devresine tulumba edilir. Ve orada ayıklayıcı konsantresi ile birleşir. Siklonla kapalı devre halinde çalışan Öğütücü ve kaba ayırıcı ile, ayıklayıcı konsantresi 325 meshlik siklonda uçuncaya kadar değersizdir. % 92 si,-325 mesh olan bu üst materyal, yer çekimi vasıtasıyla 18 foot (5.45 m.) lik su çıkarma tankı içerisindeki 1 100 gausluk magnetik plâkadan geçer. Burada kurutmanın ikinci safhasında % 99 manyetik demir recoverisinde % 61 manyetik demir bulunan bir konsantre meydana gelir. Bu işlem 18 foot (5.45) lik ayırıcı sifonda olur. Konsantre yer çekimi etkisi ile 30 inch (76.2 cm.) çapında ve 72 inch (1.82 m.) genişliğinde, üçlü manyetik ayırıcının ağızlarına gelir. Silindirler 5 kutuplu olup, 500 gaussluk güce sahiptir. Bu bölümden % 63.9 eriyebilen demir ihtiva eden konsantre istihsal edilir. İnce bölümdeki kaba ayırıcılar, kurutucu tanklar, sifon ayırıcılar ve son ayırıcılar da % 97.8 lik manyetik demir recoveryisinde % 55-60 lik bir manyetik demir konsantresine erişilir.

Konsantrasyonun son işlemi, kationik bir yüzdürme sisteminde olur. Son ayırıcılardan alınan konsantre, 12 yüzdürme tankına tulumba edilir. Yüzdürme işlemi bir toplayıcı ve petrol köpürtücü vasıtasıyla yürütülür. Yüzmeyen materyal tekrar öğütücüye gönderilir. Yüzen materyal ise % 67.0 eriyebilen demir konsantresine ulaşmış olur. Son tesis ağırlığı % 30.1, manyetik demir recoveryisi ise % 91.0dir. (Tablo IV).

Kaba ayırıcılarda, son ayırıcılarda ve kurutma tanklarında kafan pasa dar bîr kanal vasıtasıyla konsantratörden 240 m. uzaklıkta, 85 m. çaplı yoğunlaştırıcıya gelir. Çamurun çökmesini sağlamak için yoğunlaştırıcı-

TABLO: IV.

Adams Madeninde Toplam Konsantratör Metallurgisi

İstihsal % si	
Manyetik Fe : Feed	23.7
Konsantre	66.4
İlave kalıntı	3.2
Eriyebilen Fe :	
Konsantre	66.8
Ağırlık recoveryisi	32.4
Manyetik Fe recoveryisi	90.8

r/ın içine yünümsü madde atılır. Kalın, ıslak manyetik ayırıcı paşası 9.60 m. lik hydro ayırıcıya akar. Hydro-ayırıcı da üst materyal ince pasa kanalına, alt materyal ile beraber paşanın döküldüğü araziye tulumba edilir. Yaklaşık olarak kullanılan suyun % 88 i yoğunlaştırıcıya tesisleinden alınır. Tesislerde bir dakikada 26 000 U.S. galon (100 500 litre) suya ihtiyaç vardır.

PELETLEME TESİSLERİ :

Adams Madeninde tesis edilen Allis- Chalmers Grate kiln tipi toplama sistemi, Kanada'da ilk tatbik edilen sistemdir. Filtre işlemi pelletleme için çok mühim olduğundan, filtre tesisi, pelletleme tesisinin içerisinde yerleştirilmiştir. Yüzdürme tesisindeki konsantre (yüzey alanı 1800 cm²/gr) 17.75 m. lik bir yoğunlaştırıcıya tulumba edilir. Altta kalan sıvı cevher (kî % 55-60 katıdır) bir miknatisiyet gidericiye ve dağıtıcıya gönderilir. Bu dağıtıcı 2.02 m. lik altı filtrenin 10 diskinin her dört ağızını besler. % 9.8 ile % 10.2 nem ihtiva eden filtre katısı, bir konveyora verilir ve bu konveyo akıcı bir oluk kanaliyle pelletleme tesisini besler. Filtre katısı çok ıslak olduğu zaman veya pelletleme tesisinde bir *arsıza* meydana geldiğinde, bu oluk değişik bir yöne çalıştırılır ve materyali, açık depoya ileten bir konveyöre verir. Bu, depo edilen materyal sonra tekrar ıslatılır ve 17.60 m. lik yoğunlaştırıcıya verilir.

Filtreden çıkan materyal, akan materyal miktarının ölçüldüğü bir konveyöre gelir ve *orada her bir ton* konsantreye 8 ile 10 kg bentonit karıştırılır. Bir karıştırıcıdan geçen bentonit ve konsantre karışımı 3 adet 1 000 tonluk depoya taşınır. Materyal bu depolar-

dan sabit bir şekilde alınır ve ikinci karıştırıcıya gelir. Oradan da üç adet 30 tonluk günlük depolarda sürülür ve bu depolar topraklama kanallarını besler. Bu günlerde depolar devamlı dolu bulunmaktadır. Bir üst materyal oluşu ve konveyör sistemi gelen konsantrenin bir kısmını geriye 1 000 tonluk depolara taşır. Bu sistem bentonitin iyi karışmasını ve nerh oranını sabitleşmesini sağlamak için kurulmuştur. Depolar dolu olduğunda bu sistemin bir devri 20 saat almaktadır.

Topaklama (pelletleme) silindir sistemi 9.10 m. uzunluğunda 3.05 m. çapında üç adet silindir ihtiva eder. Bu silindirler 4.44 cm: 30.48 cm eğim ile yerleştirilmişlerdir. Bir dakikada 13 defa dönmektedirler. Günlük depolarda alınan konsantre cevher, yeşil topakların % 10.0-10.5 lik bir nem alması için, topaklama silindirinden önce tekrar karıştırma sisteminden geçer. Silindirlerden çıkan topaklar 3/8 inch'lik bir elekten geçirilir. Alt materyal tekrar geriye gönderilir ve bunlar sonraki topaklar için çekirdek vazifesi görürler.

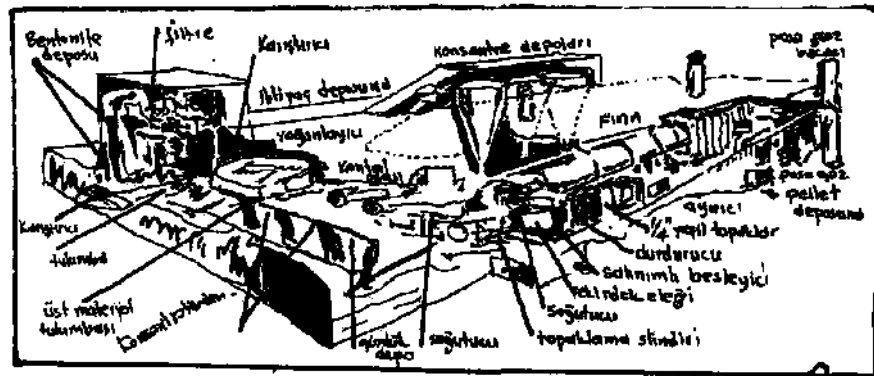
Düzgün bir şekilde birleştirilmiş bu topaklar, her elekten saatte 60 tonluk bir akışla geçerler ve konveyör vasıtasıyla sertleştirme fırınına taşınırlar. Taşınma sırasında topakların kırılmasını minimuma indirmek için, konveyorda manyetik başlıklı makaralar kullanılmıştır. Bu makaraların esas görevi, geçiş noktalarındaki düşüş ve kaymaların hızını azaltmaktır. Topaklamanın kalitesini kontrol için, topaklar 45 - 50 cm lik yükseklikten yere bırakılır ve kırılmadan kaç defa

düşebildikleri tesbit edilir. Genellikle topaklar 12 ilâ 14 düşüğe kadar dayanabilmektedir.

Karşılıklı bir konveyör yeşil topakları 4.60 m. genişliğinde bir konveydra, oda 4.65 m. genişliğinde 24.66 m. lik bir taşıma ızgarasına nakleder. Pişirmenin birinci safhasında yeşil topaklar 316° C'a kadar ısıtılırlar. İkinci safhada 1850 F kadar ısıtılan topakların bulunduğu ızgaraların 5/8 alanı kurutma safhasında, (316° C), 3/8 alanı da ikinci ısıtma safhasında kullanılır. Isıtılan topaklar ki % 80 hematite dönüşmüştür, daha sonra 5.10 m. çapında ve 34.5 uzunluğunda dönen fırında pişirilir. Isı fırın çıkışından allnan tabii gazın yakılması ile temin edilir. Fırında pişen pelletier, 12 m. çapında, 2.10 m. genişliğinde bir soğutucuya düşerler. Soğutma işlemi iki safhada olur. Soğutmanın birinci safhasında, pelletlerin ısıttığı hava alınarak tekrar kurutma fırınına verilir. Soğutmanın ikinci safhasında taşınma emniyeti bakımından lüzumlu sıcaklığa kadar soğutulurlar. Soğutucu, pelletleri dışarıya sevk etmek için iki sisteme sahiptir. Normal akışta salınımlı bir besleyici pelletleri dışarıya atar. Bu sistem çalışmadığı zaman, tencere besleyici adlı ikinci bir sistem çalıştırılır. Böylece gecikmeler de önlenmiş olur.

Bu topaklama sistemi yüksek kaliteli pellet istihsal eder ve Adams Madeninde bir «long ton*» pellet istihsalı için 625 000 BTU kullanılmaktadır.

* —1 lonk ton = 1016 kg.



ŞEKİL : 6 . PELLETLEME TESİSLERİ

Kurutmanın ikinci safhası için iki adet 51 m³/dakikalık 400° C kapasiteli iki fırın kurutma İşlemi içinse 7 362 m³/dakikalık, 97° C kapasiteli bir yelpaze kullanılmaktadır. Bütün bu yelpaze motorları direk olarak 700 Beygir gücündeki, 720 tur/dakikalık motorlara bağlıdır. Soğutma işlemi, her birisi dakikada 25 m³ kapasiteli yelpaze (vantilatör) ile yapılır.

PELLETİLERİN TRENLE SEVKİYATI :

Soğutucudan çıkan pelletier, bir tren yolu tüneli üzerine yerleştirilmiş 15 000 ton kapasiteli açık depoya gelir. İstihsal 1/4 inçlik (0.63 cm) bir elekte elenir ve -1/4 lük alt materyal 800 tonluk beton s)oda toplanır. + 1/4 İnç'lik üst materyal bir konveyör vasıtasıyla, 45° eğimli oluğa, oradan da depoya iletilir. 5.40 m. çapında ve 84 m. uzunluğunda ki beton tünel, vagonlara direk yükleme işlemi yapar. Bu tüne! elek altı ince pelletlerin silosu ile, elek üstü pelletlerin cepciklerinin altında yer alır. Trenler saatte 1/2 millik bir hızla *tünelden* geçerken, sistem her bîr dakikada bir vagonu doldurur. Pelletier bu yükleme sisteminde tarttırılar. Depolar, ikinci vagon gelinceye kadar otomatikman tekrar doldurulurlar. Normal trenler 95 pellet vagonu ve 5 ince materyal vagonu taşırlar. İki günde bir 7 200 long tonluk sevkiyat yapılmaktadır. Tren, pelletier! *madenden* 702 mil Ötede, Pittsburg, Aliquipa, Pennsylvania, Cleveland ve Ohio'daki J L's Çelik tesislerine taşır. Sevkiyat 4 ayri tren yolu ile yapılır. Ontario Northland Demiryolu, Horth Bay'a Ontario'ya; Canadian National Demiryolu Black Rock'a, New York'a, Pen Central, Youngstown'a, Ohioya buradan da Pittsburgh ve Lake Eric Demiryolu treni Çelik Tesislerine götürür. Bu *tren* yolu, dünyada demir cevheri taşıyan en uzun tren yolu olarak bilinmektedir.

Bahsedilen depolama ve yükleme işlemi 1964 ten beri çalışmaktadır. Şimdiye kadar 5 000 000 ton pellet, yani 63 000 ton cevher elden geçmiştir. Çabuk yükleme ve tartı tesisleri üe sevkiyat istediğimiz seviyeye ulaşmıştır. 5 ve 6 numaralı tablolar, Adams Madeninden sevkedilen pelletlerin ortalama fiziksel ve kimyasal analizlerini göstermektedir.

TABLO : V.
Adams Madenindeki Pelletlerin kimyasal analizi

İçindekiler	Yüzdesi %
Eriyik Fe	64.92
SiO ₂	6.20
Mn	0.09
P	0.017
Al ₂ O ₃	0.18
CaO	0.25
MnO	0.48
Su (nem)	0.27

Adams Madenindeki Pelletlerin fiziksel analizi

Büyükük	Toplam ağırlık yüzdesi
+ 5/8 inch	0.9
+ 1/2 inch	17.4
+ 3/8 inch	87.6
+ 1/4 inch	96.9
+ 1/4 inch	3.1
Bulk yoğunluğu	136 Pound/cu.ft
Tumble index + 1/4 inch	94.3
Tumble index -30 M	2.4
Q index	91.3

Maden çıkarımında çalışan personelin miktarı aşağıda gösterilmiştir :

Ocakta çalışanlar	— 82
Tesiste çalışanlar	— 67
Mekanik kısım	—146
Elektrik	— 20
işçi	— 93
Toplam	—408

BİBLİYOGRAFYA :

- Geology of Adams Mine*, F, Dubuc.
 CXM. Transactions, volume LXIX pp. 67. 72, F. J. West.
 CXM. Annual Geral Meeting, Toronto, March 1965.
 Plant features at the Adams Mine W. F. Ooper
 C.I.M, Annual General Meeting-, Toronto, Marco 1965.
 Felletizin Plant at the Adams Mine, George E. Goode and Neil J. Sullivan
 C.I.M. Transactions, volume LXX, 1967. pp. 323-326.