

MADEN YATAKLARININ ARANMASI VE AÇIK İŞLETMELERDE FİZİBİLİTE ÇALIŞMALARI

TURHAN ARMUTCU Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Ankara
SERAP CİNGÖZ Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Ankara
NEVAL AYDIN Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Ankara

Bir mineral yatağının ekonomik olarak işletilmesinin olanaklılığını araştırmak amacıyla yapılan çalışmalara fizibilite çalışmaları denir. Bilindiği üzere metal ihtiyacımızı karşılamak için düşük tenörlü cevherlerin işletilmesi gerektiğinden, fizibilite çalışmaları günümüzde, daha çok önem kazanmıştır. Düşük tenörlü yatakların işlenmesi çok yeni ve değişik işlemler ve büyük yatırımlar gerektirmektedir. Şekil 1 de, A.B.D. de, 1890 yılından beri işlenmekte olan bakır cevherlerindeki tenör değişimi gösterilmiştir. (Brinckeroff, 1972 Lowel 1970). Şekil 2 de ise tipik düşük tenörlü bir açık işletme için uygulanabilecek bir fizibilite çalışmasının basitleştirilmiş modeli görülmektedir (Kennedy ve Wade 1972). Bu yazıda, teknik ayrıntılara inilmemekle beraber fizibilite çalışmalarının kritik noktaları incelenmiş, güvenilir bir sonuç elde etmek için gerekli olan, iyi işliyen ve denetimli bir fizibilite çalışması için ilgililere yol gösterebilecek önerilerde bulunulmuştur.

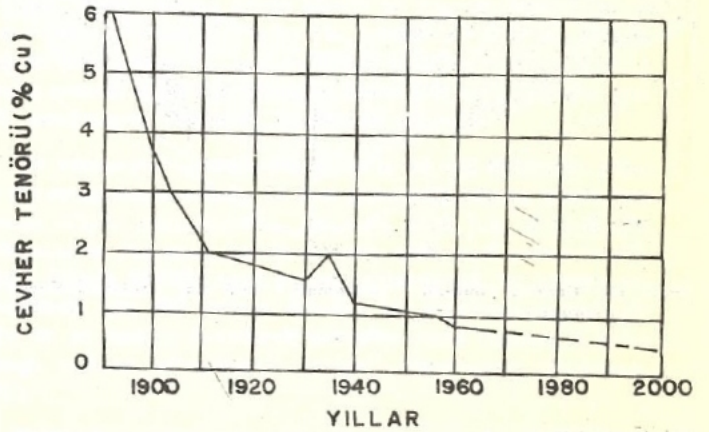
ARAMA ÇALIŞMALARI

Ekonomik parametrelere dayanan iyi planlanmış bir maden arama programı, cevher ne kadar zengin olursa olsun, ekonomik olmayan yataklar için zaman ve para israfını önler.

Örneğin, tipik bir maden arama programı aşağıdaki kriterlere göre yapılabilir:

- Madenin aranmasında jeolojisi uygun olmayan alanlar,
- Yerleşim ve çalışma koşulları yönünden uygun olmayan alanlar,
- Karayolu, demiryolu ve deniz taşımasına uygun olmayan veya çok büyük yatırımları gerektiren alanlar arama dışı bırakılabilir.

Bu durumda araştırma alanı ekonomik, jeolojik ve madencilik değişkenlerine göre daraltılmış olacaktır. Bu kriterlere göre elimine edilen alanlarda bulunan potansiyel yatakların, çok yüksek tenör, kolay zenginleştirme ve madencilik gibi, yukarıda sözü edilen dezavantajları karşılayabilecek önemli özelliklerinin bulunması gerekir.



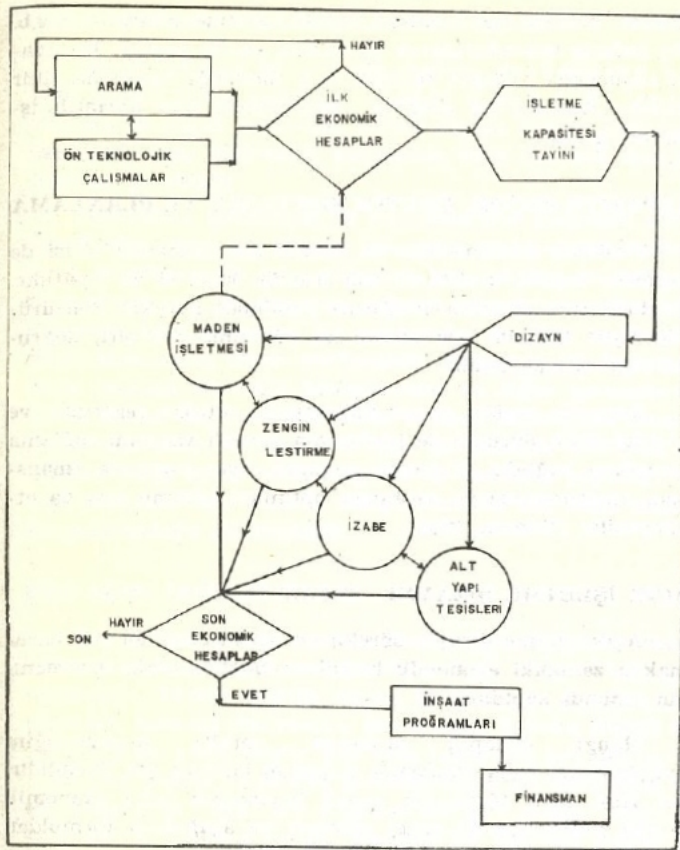
Şekil 1: A.B.D. de 1890 yılından beri işlenmekte olan bakır cevherlerindeki tenör değişimi, 1930 yıllarından sonra sürekli bir düşme izlenmektedir. (Annual average metal prices 1905-1971, E/M.J. Mart 1972)

TOPOĞRAFYA, JEOLJİ, JEOKİMYA, JEOFİZİK ÇALIŞMALARI

Arama yapan jeolog, kendi işinin fizibilite çalışmalarına temel olacak en önemli veriyi oluşturduğunu ve genel maden ekonomisi bilgisinin de, arama sahaları içinde ümit verici olanların seçimi için gerekli olduğunu bilmelidir.

Başlangıçta maden aranacak sahanın topografyasının iyi incelenmesi gerekli olup, hava fotoğrafları ile topografik haritalar yatağın analiz ve geliştirme döneminde kullanılır. Ayrıca nirengi noktaları iyi saptanmalıdır. Eğer bu yollar izlenirse, fizibilite çalışmaları başladıktan sonra yapılacak ayrıntılı topografya çalışmaları yatırımı en düşük düzeyde olur.

Yüzey jeoloji haritaları tam olarak yapılmalıdır. Arama yapan jeolog, yüzey jeolojisi ile ilgili verilerin genel jeolojik ve minerolojik yorumlardan başka şev açısı hesaplamalarında



Şekil 2: Tipik bir açık işletme için, arama kademesinden finansman çalışmalarına kadar olan fizibilite çalışmalarının akım şeması görülmektedir. (Kennedy ve Wade 1972.)

ve temel çalışmalarında da kullanıldığını her zaman hatırlanmalıdır.

Jeokimya doğal maddelerin (kaya, toprak, dere çökeli v.b.) yeraltı suyu, akarsular, bitki ve hava gibi kimyasal özelliklerinin ölçülmesi ve bu ölçümlerin, maden araması yapılan bölgede bulunabilecek her hangi bir cevherleşme ile bağlantısının bilimsel yöntemlerle saptanması şeklinde tanımlanabilir.

Maden arama çalışmalarında Jeokimyasal prospeksiyon, ucuz ve süratli uygulanabilir olması nedeniyle, önemli bir yer tutar ve kullanılabilir diğer maden arama yöntemleri içinde öncelikle yer alır. (Ş. Dericci, sözlü görüşme)

Jeofizik prospeksiyon yöntemleri, bilindiği gibi, jeofizik yöntemleri, jeolojik sorunların çözümüne uygulamaktır. Jeolojik sorunlar, tüm olarak bilimsel bir özellik taşıyabilir veya ekonomik bir sonuç elde etme amacını güder. Amaç, ister bilimsel, ister ekonomik olsun, jeofizik, jeolojik sorunların çözümünde kullanılan ucuz yöntemlerin başında yer alır.

Jeofizik aramalarıyla, uygun yöntemler seçildiği, seçilen yöntemler başarıyla uygulandığı ve iyi değerlendirme yapıldığı takdirde, yeraltının yapısı, mineral yatağının konumu, mineralizasyonun yayılımı ve yüzeyden olan derinliği konularında güvenilir bilgiler elde etmek olanaklıdır.

Jeofizik çalışmalar, daima jeolojik çalışmalardan sonra ve sondajlı aramalara geçilmeden önce yapılmalı ve böylece çok daha pahalı bir işlem olan sondaj işleminin, daha isabetli planlanmasına yardımcı olmalıdır. (Çelik, sözlü görüşme)

Bir maden arama programı, yukarıda kısaca sözedilen yöntemlerden, sağlayacakları bilgi, yöntemlerin uygulanmasındaki maliyetler, arama faaliyetinin kapsamı dikkate alınarak yapılmalı ve uygulanmalıdır.

SONDAJ ÇALIŞMALARI

Bütün sondaj yerlerinin, saha ile ilgili, eldeki jeoloji, jeokimya ve jeofizik çalışmalarının ışığında dikkatli olarak saptanması gereklidir. Sondaj aletleri ve sondaj çapı çok iyi seçilmelidir.

Sondajlardan elde edilen sonuçların anında analizi, arama programına zamanında etki eder, daha sonraki sondajların yerlerinin saptanmasına yardımcı olur ve fizibilite çalışmaları için ilk istatistik verileri oluşturur.

ÖRNEK ALMA

Genellikle jeologlar ve maden mühendisleri karot analiz sonuçlarını çok kesin ve duyarlı sonuçlar olarak kabul etme eğilimindedirler. Ancak unutulmamalıdır ki, sağlıklı analiz sonuçları,

- Sondajlardan örnek alma yönteminin arazinin yapısına uygun olması,
- Karot ve çökel örneklerinin dikkatli olarak alınması ve hazırlanması,
- Kullanılan uygun analiz yöntemleri, sonucunda elde edilebilirler.

Ayrıca analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde karot randımanı da göz önünde bulundurulmalı değerlendirilmedeki hata sınırları belirlenmeye çalışılmalıdır. (Pierre 1968, A. Kunt, sözlü görüşme)

REZERV HESAPLARI

Rezerv hesapları, madencilik projelerinin temelini oluşturduğundan, fizibilite çalışmalarında ilk araştırılacak konulardan biridir. Arama safhasından sonra, cevher yatağının mineralizasyonu, jeolojik yapısı ve tonajı hakkında daha geniş bilgi edinmek için, daha fazla sondaj yapmak gerekir. Bunun içinde sondaj arasındaki optimum aralık göz önünde bulundurulmalıdır. Aramanın herhangi bir kademesinde, fazla sondaj yapmakla elde edilen bilgi artışı en az olur. Aynı zamanda 20-30 yıl daha işletilmeyecek maden bölümleri için yapılacak sık sondajlar, fizibilite açısından fazla değer taşımazlar. Yatağı iyi tanımak için yeterli sayıda sondaj yapılmalıdır ve yalnız ilk 5-10 yıl içinde işlenecek bölümler için ayrıntılı çalışmalar gereklidir. Daha sonraki yıllarda, üretilecek olan bölümler için gerekli sondajlar, üretim başladıktan sonra daha ucuz maliyetle yapılabilir.

Yatağı daha iyi tanımak ve daha çok bilgi edinmek için istatistik yöntemler de uygulanabilir. (Açıkgöz 1975). Trend analizi, tenör ve rezerv hesaplamalarından başka, rezerv tonajını artırmak için gerekli aramalara da yol gösterebilir (Hazan ve Meyer, 1958; Mackenzie ve Schwelinus 1973).

Ancak, istatistik hesapların, yalnız yol göstermek bakımından değer taşıdıklarını hatırdan çıkarmamak gerekir. (Koch ve Link, 1970, 1971)

TEKNOLOJİK ÖN DENEYLER

Karot yazıları üzerinde yapılan teknolojik ön çalışmalar cevherin karakteristiklerinin kaba hatlarıyla da olsa belirlenmesi açısından çok önemlidir.

Bu aşamada yapılan teknolojik çalışmaları bir genelleme ile;

- Yararlanılabilir, rezerv tayinine yönelik çalışmalar,
- Proses tayinine veya başka bir deyişle cevherin karakteristiklerinin saptanmasına ışık tutacak çalışmalar, diye tanımlamak olanaklıdır.

Bu çalışmalar sonucunda, maden yatağı içindeki tenör dağılımları ile cevherleşmedeki kazanılabilir minerallerin durumları, belli yaklaşım limitleri içinde saptanabilir. Ayrıca arama çalışmalarına paralel olarak sürdürülen bu araştırmalar, gerek arama, gerekse ekonomik değerlendirme çalışmalarının daha sağlıklı yürütülmesi için gerekli verilerin eldesini sağlayacaktır.

Özellikle proses tayinine ışık tutmaya yönelik teknolojik ön çalışmaların bir anlam taşıyabilmesi ve ekonomik ön değerlendirme çalışmalarının sağlıklı verilere dayandırılabilmesi için, ön teknolojik çalışmaların, maden işletmeciliği ile ilişkiye düşmeyen temsili örnekler üzerinde yürütülmesi zorunludur. Bu örnekler ön teknolojik değerlendirme çalışmalarını sırasında sondajlardan elde edilecek örnekler olabilir.

Ön teknolojik çalışmalar için en az 300-400 kg. örnek gereklidir (A. Kurt, sözlü görüşme).

İLK EKONOMİK HESAPLAMALAR

Arama safhasından ve laboratuvar ölçeğinde teknolojik ön deneylerin yapılmasından sonra ilk ekonomik hesaplamalar için ana bilgiler elde edilmiş olur. Maden ocağı, zenginleştirme ve izabe tesisleri için genel bir dizayn yapılır; metal

fiatları, makina ve donatım fiyatları, işletme maliyetleri v.b. göz önünde bulundurularak ekonomik analiz yapılır. Bu analiz sonucunda yatağın rantabl olup olmadığı hakkında fikir edinilir. Rantabl ise aşağıda belirtileceği gibi ayrıntılı işlemlere geçilir.

KAPASİTE SEÇİMİ, ÜRETİM KONTROLU VE PLANLAMA

Fizibilite incelemesinin en önemli kısımlarından birisi de kapasite seçimi, üretilecek son ürünün kalitesi ve fiyatıdır. Bu konularda ayrıntılı araştırma yapılması gerekir. Son ürünün fiyat tahmini için kullanılan yöntemlerden biri, doğrusal regresyon modelidir.

Kapasite seçimi, pazar ihtiyacının, yatağın rezervine ve işletilebilirlik durumu ile işletmenin gerekli yatırımı sağlama olanlığına bağlıdır. Kapasite seçimini, aynı zamanda finansman araştırmalarında saptanan optimum işletme hızı da etkileyebilir (Yılmaz, 1968).

AÇIK İŞLETME DIZAYNI

Açık işletme dizaynı sürekli bir işlem olup, en son basamak o zamanki ekonomik koşullara bağlı olarak, işletmenin sonunda saptanır.

Hangi dekapaj oranında yeraltı madenciliğini uygulamanın daha ekonomik olacağını bulmak çok önemlidir. Bu oran, açık işletmenin kapalı işletmeden daha ekonomik olarak yapılabileceği sınırı gösterir ve aşağıdaki formülden hesaplanır (Armutcu ve Kayadelen, 1974);

$$\text{Açık işletmeden kapalı işletmeye geçiş Dekapaj Oranı} = \frac{\left[\text{Kapalı işletmede ton cevher maliyeti} \right] - \left[\text{Açık işletmede ton cevher maliyeti} \right]}{\left[\text{ton başına dekapaj maliyeti} \right]}$$

İkinci dekapaj oranı, ekonomik limitte olan dekapaj oranı olup, son basamak için kullanılır. Bu oran da dekapaj geo-

metrisini belirli bir kâr sınırı içinde tutar ve aşağıdaki formüldeki gibi hesaplanır (Merrill ve Rausch, 1968; Stubbins, 1968).

$$\text{Açık işletme dış sınırı tesbit dekapaj oranı} = \frac{\left[\text{Ton başına kazanılabilen değer} \right] - \left[\text{Ton başına cevher üretim maliyeti} \right] + \left[\text{Ton başına elde edilebilir minimum kâr} \right]}{\left[\text{Ton başına dekapaj maliyeti} \right]}$$

AÇIK İŞLETME MAKİNALARININ SEÇİMİ

Büyük bir açık işletme için maden makinalarının maliyeti, toplam proje tutarının %20-30 u kadarı. Bu nedenle, olanaklı en düşük maliyetle, yeterli sayıda üretim ünitelerini sağlamak için, makinalar alınmadan önce dikkatli hesaplar yapmak gereklidir.

Dizaynları, işletmenin ilk kademelerinde programı etkileyeceğinden, yeni bir işletme için yeni makinaların kullanılması önerilmez. En iyi yollardan biri, doğru ve kullanışlı bilgi almak çok zor olmasına rağmen, olanaklıysa diğer işletmelerden bilgi almaktır. En az sayıda makina ve donatım satın alınmasına önem verilmelidir. Üretim ilk kademelerinde yapılan istatistik hesaplamalar ve diğer işletmelerden örnek alınan uygulamalar, ilerde makina satın alma tutumunun gelişmesine yol açar. Bir çok işletmelerde istatistik hesaplara fazla önem verilmediği ve az harcama yapıldığı, bakım masraflarının yüksek olduğu yerlerde bile fazla makina bulundurulduğu görülmüştür.

ŞEV AÇISI İNCELEMELERİ

Son birkaç yıldaki çalışmalarla, şev açısının dekapaj ekonomisinde, eski yıllara göre daha fazla etkili olduğu gösterilmiştir. Düşük tenörlü birçok işletmelerde yapılan araştırmalar, dekapaj dizaynında, şev açısının üçüncü önemli kriter olduğunu göstermiştir. Şev açısı hesaplamaları için gerekli bilgiler, arama ve sondaj kademelerinde toplanmalıdır. Derin dekapajlar için şev açısının her bir derece değişimi, 70 x 10⁶ TL. — 120 x 10⁶ TL. arasında bir maliyet değişimine yol açabilir (Şekil 3; Kennedy ve Wade; 1972 Piteau, 1972).

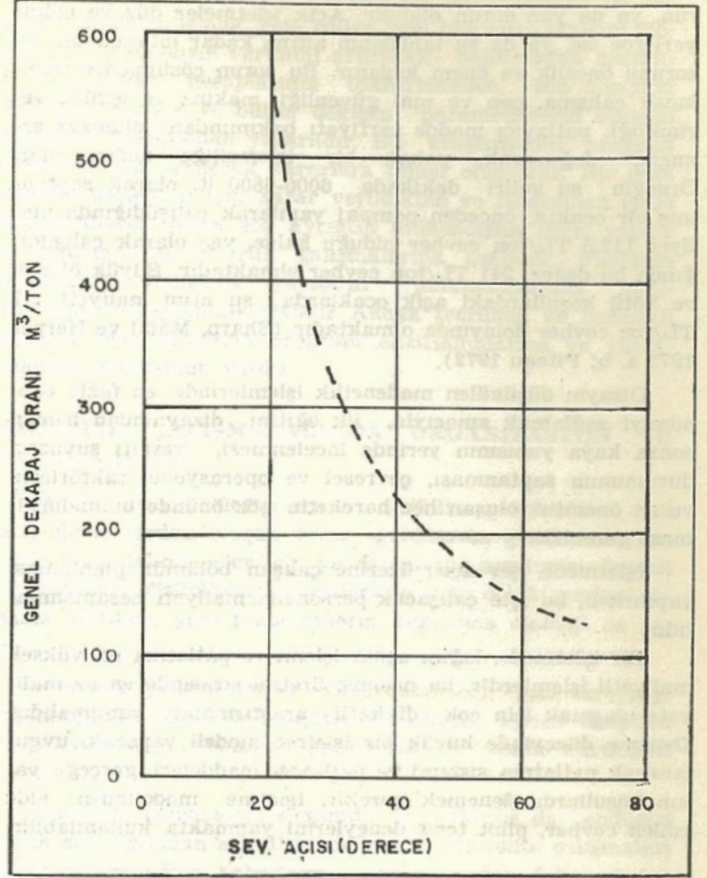
Tönör hesaplamaları için yüzbinlerce, hatta milyonlarca TL harcamanın yanısıra, küçük bir değişimi bile projenin ekonomisinde büyük zararlara yol açan şev açısı için yalnız bir kaç bin TL harcamak yeterli değildir. Şev açısının iyi hesaplanmaması sonucu basamakların çökmesi de ayrıca büyük zararlara yol açacaktır. Bugün, gerçeklere yakın olarak ve kabul edilebilir doğrulukta şev açısı hesaplaması için yeterli geniş bilgi ve tecrübe bulunmaktadır (Kennedy ve Wade, 1972).

Şev açısı hesaplamaları, limit kavramına dayanmaktadır. Buna göre ideal koşullarda, işletmenin bitişinden bir gün sonra dekapaj duvarlarının çökmesi gerekecektir. Şev açısı dizaynı, arazi çalışmalarını, laboratuvar çalışmalarını ve yer denetim programı ile ilgili kuramsal hesaplamaları kapsar. Kaya yapısı, su tablası durumu ve patlamanın etkisi üzerinde özellikle durulmalıdır (Merrill ve Rausch, 1968, Stubbins 1968).

Çatlaklı, kırıklı ve tabakalı formasyonların dengesi, yapısal bozukluklardan etkilenir. Bu nedenle, hesaplanan şev açısının doğruluğu, büyük ölçüde yapısal jeoloji araştırmalarına bağlıdır. (S. İnceefe, sözlü görüşme).

Yeraltı suyu, şev açısını bir kaç yönden etkiler. Eğer su tablası potansiyel kayma yüzeyinin üstünde ise, kaymaya direnç gösteren sürtünme bileşeni, su basıncının etkisiyle küçülür. Bu gibi durumlarda su basıncı için şev açısı % 20-35 oranında büyütülür.

(1) Hasançelebi (Malatya - Hekimhan) demir madeni yatağı işletme, zenginleştirme ve peletleme tesisleri ön fizibilite etüdü M.T.A. Özet raporu.



Şekil 3: Genel dekapaj oranı, şev açısının fonksiyonu olarak görülmektedir (Kennedy ve Wade, 1972).

Patlama da, duvarların dayanıklılığını bir yönden etkiler. Kaya yapısındaki kesme kuvvetleri, sismik kuvvetler ile artar, kaya içinde açıklıklar ve yeni kırıklar oluşur. Açılmış olan çatlaklara yeraltı suyu dolar ve fazla patlatma, eğimlerin oluşmasına yol açar. Kayaların dayanıklılık katsayıları, formasyonların cinsine ve suların PH'ına bağlı olarak 1/4 - 1/3 oranında düşer (Sharp, Maini ve Harper 1972 a, b; Stewart ve Melver 1969).

Dekapajın geometrisi de eğimlerin dayanıklılığını etkiler. Dairesel bir dekapaj dizaynı en dayanıklı olanıdır. Çünkü daire çevresindeki teğetsel basınçlar, iyi bir kemer etkisi yaratırlar. Bu nedenle, dekapaj dizaynında olanaklar çerçevesinde içeriye doğru olan çıkıntılardan kaçınılmalıdır (Stewart ve Melver, 1969).

HİDROJEOLOJİK İNCELEMELER

Maden aramaları ve sondajların yapımı sırasında; Bölgenin topografyası, yağışlar, kar erimeleri, buharlaşma, seller, Bölgesel su kaynakları, akarsu rejimleri, yakındaki derin kuzuların su durumu, kayaların litolojisi, geçirgenlikleri, su yüklenme kapasiteleri ile benzer formasyonların durumu, öncelikle incelenmesi gereken konulardır (Black, 1964 a, b,c).

Ele alınacak işletmenin yapısına göre su sorunu, ana sorun, ya da yan sorun olabilir. Açık işletmeler düz ve çukur yerlerde ise, ya da su tablasının altına kadar inilecek ise, su sorunu öncelik ve önem kazanır. Bu sorun çözülmeden yapılacak çalışma, can ve mal güvenliği, makina ve işgücü verimliliği, patlayıcı madde sarfiyatı bakımından olumsuz sonuçlar doğurarak, pahalı bir işlemciliğe neden olur. Örneğin su geliri dakikada 6000-6800 lt. olarak saptanmış bir ocakta, önceden pompaj yapılarak çalışıldığında maliyet 112.5 TL/ton cevher olduğu halde, yağ olarak çalışıldığında bu değer, 241 TL/ton cevher olmaktadır. Büyük ölçekli ve kötü koşullardaki açık ocaklarda su atım maliyeti, 2.7 TL/ton cevher dolayında olmaktadır (Sharp, Maini ve Herper 1972 a, b; Piteau 1972).

Dizaynı düşünülen madencilik işlemlerinde, en fazla ekonomiyi sağlamak amacıyla, ilk eğitim dizaynından hemen sonra kaya yapısının yerinde incelenmesi, yeraltı suyunun durumunun saptanması, çevresel ve operasyonel faktörlerin ve en önemlisi oluşan her hareketin göz önünde bulundurulması gereklidir.

İşletmede, gev açısı üzerine çalışan bölümün planlaması yapılırken, bu işte çalışacak personelin maliyeti hesaplanmalıdır.

Bir işletmede, lağım açma işlemi ve patlatma en yüksek maliyetli işlemlerdir, bu nedenle üretim sırasında en az maliyete ulaşmak için çok dikkatli araştırmalar yapılmalıdır. Deneme düzeyinde küçük bir işletme modeli yaparak, uygulanacak patlatma sistemi ve patlayıcı maddeleri, gerçeğe yakın koşullarda denemek gerekir. İşletme modelinden elde edilen cevher, pilot tesis deneylerini yapmakta kullanılabilir.

PILOT TESİS ÇALIŞMALARI

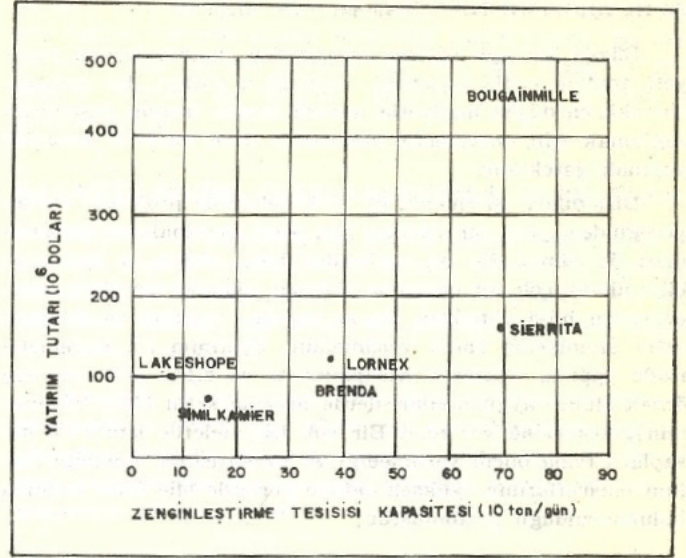
Bir maden projesi için endüstriyel uygulamaya yönelik ekonomik analize geçilmeden, sürdürülen ön teknolojik değerlendirmeler sonucunda ortaya çıkarılan proses akım şemasının, pilot tesis diye tanımlanan, endüstriyel uygulamanın küçültülmüş bir modelinde irdelenmesi zorunlu olabilir.

Pilot tesis çalışmalarında kullanılacak örnekler sağlıklı bir şekilde endüstriyel uygulamada kullanılacak cevheri simgelemelidir. Bu nedenle, deneyler için maden yatağından, olanaklar çerçevesinde onu simgeleyen yarma, kuyu ve galeri örnekleri alınmalı ve çalışmaları bunlarla sürdürmelidir.

Belirtilen örnek alma yöntemlerinden hangisinin uygulanması gerektiği, üzerinde çalışılan maden yatağının cinsi, konumu, büyüklük ve cevher dağılımının tenör ve mineralojik yapı bakımından homojenliğine göre değişebilir. Örneğin damar kalınlığı az olan cevherleşmelerde, konuma göre galeriler, kuyular ve ikincil galerilerle aramalar yapılabilir. Galeriler kuyulardan daha ucuzdur ve yamaçlarda genellikle galeri yöntemi uygulanır. Mostra veren cevherleşmelerde ise, yarmalar en uygun yöntem olabilir.

Pilot tesis çalışmalarına yönelik kapsamlı teknolojik çalışmalar en az 5-6 tonluk örnekler üzerinde yapılmalıdır (A. Kunt, sözlü görüşme).

Pilot tesis çalışmaları, kurulacak tesisin bir modeli olduğundan, araştırma safhasının en önemli basamaklarından biridir. Bazı durumlarda, zaman ve paradan tasarruf amacı ile pilot tesis kurulmamış, fakat daha sonra oluşan teknolojik sorunların çözümü daha pahalıya mal olmuştur. Bir tesis kurulmadan önce, pilot tesis deney verilerine dayanan dikkatli hesaplamalar yapılmalıdır.



Şekil 4: Zenginleştirme tesisi kapasitesine bağlı olarak bazı işletmelerdeki yatırım tutarı (Kennedy ve Wade, 1972).

ZENGİNLEŞTİRME TESİSİ VE ARTIK SAHASI

Hem laboratuvar, hem de pilot tesis çapında yapılan çalışmalar, zenginleştirme tesisi dizaynının temelini oluşturur. Fizibilite çalışmalarının tamamlanması için, zenginleştirme ve izabe tesislerinin ayrıntılı dizayn ve maliyet hesaplarının yapılması gerekir (Cochran, 1969).

Burada, fizibilite çalışmalarının bu bölümü üzerinde ayrıntıya inilmeyecektir; Ancak bugünün madenciligi düşük tenörlü geniş yataklara yöneldiğinden ve büyük çapta yatırımlar yapıldığından, fizibilite çalışmalarının zenginleştirme ve izabe tesisi bölümleri büyük önem taşır (Şekil-4).

Artık sorununa gelince, düşük olması nedeniyle düşük tenörlü yatakların işletilmesi sırasında, çok büyük artıklar oluşmaktadır. İnsan sağlığı ve çevre kirliliği düşünüldüğünde, tonlarca artığın atılması önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Artığın atılması için birçok seçenekler olabilir ve olanaklara göre bunlar geliştirilmelidir. Kıyıya yakın olan tesislerde artık denize dökülebilir. Bu durumda deniz dibinde canlıların yaşayamadığı bir tabaka oluşur.

Artıkların stok şeklinde biriktirilmesi daha olağandır. Yalnız stok dizaynının çok iyi yapılması gerekir. Stokların yapımı, geniş bilgi ve tecrübe ister. Artık stoklarının geniş ölçüde mühendislik bilgi ve tecrübesine gerek gösterdiği düşünülmeyen yapılan bazı stoklar yıkılmışlardır (Cochrau, 19060).

ALT YAPI VE YARDIMCI TESİSLER

İşletmenin tümüne, enerji ve su temini, yol bağlantıları için dikkatli araştırmalar gereklidir. Sosyal tesislerle ilgili diğer alt yapı hizmetleri için maliyet hesapları yapılmalıdır.

Sosyal tesisler yapılırken işçilerin sosyolojik ve psikolojik durumları da gözünde bulundurulmalıdır. Yerleşme yerlerine yakın olan işletmelerde, işçilerin kaldıkları yerler de istinlak edilip, kendi evlerinde kalmaları, böylece işçilerle ilgili birçok sorunun ortadan kalkması sağlanabilir.

Konsantrenin taşınma işleminin karayolu, demiryolu veya deniz yolu ile olacağı, çalışmanın ilk kademelerinde düşünülmelidir. Gerekli deneyler yapılarak taşınacak malzemenin ne şekilde, hangi olanaklarla taşınabileceği saptanmalıdır.

Yapılan bir maden işletmesinin çevreye etkisi iyi bilinmektedir. Bu yüzden çevre incelenmesi için gereken zaman biraz daha uzatılabilir. Bu konuda toplanan bilgiler, fizibilite çalışmalarında, ilk gözönünde bulundurulması gereken verilerdir.

FINANSMAN HESAPLAMALARI

Fizibilite çalışmalarından elde edilen sonuçların analizi için, bazı finansman araştırma yöntemleri, özellikle paranın zamanla değer değişimini dikkate alan yöntemler tavsiye edilir. Yatırımın, sağlanması gereken dört esas finansman kriteri vardır.

Bunlar;

- Yatırım, en az geri ödeme süresini vermelidir,
- Yıllık maliyet en az olmalıdır,
- Yatırımın faiz haddi en çok olmalıdır,
- İlerideki kararların şimdiki değeri en çok olmalıdır (Brown, 1970; Pfeider ve Freyberger, 1969).

Finansman araştırmalarında, sonuçların tutarlı olup olmadığını bulmak amacıyla, iki veya daha çok yöntem uygulanır ve sonuçlar karşılaştırılır. Aşağıda en çok uygulanan iki finansman yöntemi verilmiştir. (Mc Lean, 1963);

1 — İndirgenmiş nakit akım yöntemi:

Bu yöntem, dizayn sırasında bulunmuş seçenekleri denemek ve sıralamak için kullanılır. Yatırımın ömrü eşit zamanlara bölünür, geri ödeme süresi hesaplanır. Bu yöntemle kârlılık durumu, vergilendirme, paranın zamanla değeri ve faiz gözönünde bulundurulur; Fakat toplam kârlılık durumu dikkate alınmaz.

2 — Şimdiki değer yöntemi:

Bu yöntem indirgenmiş nakit akım yöntemine çok benzer, yalnız indirgeme faktörü uygulanır. Bu yöntemde, gelecekteki kârın şimdiki değeri ile yatırımın şimdiki değerini karşılaştırma olanağı vardır.

İlk finansman çalışmaları tamamlandıktan ve yukarıda sözedilen dört esas finansman kriteri sağlandıktan sonra, yatağın ayrıntılı dizayn işlemlerinin yapıp yapılmıyacağı hakkında karar verilir. İşte tam bu noktada yatak ekonomik bulunursa, artık maden, cevher olarak adlandırılabilir.

Fizibilite çalışmaları için gerekli bütün giderlerin maliyet hesapları yapıldığında, ayrıntılı bir finansman araştırma-

sı yapılmış olur. Fizibilite çalışmaları, araştırmalar ile bir devre halinde çalışmak, elde edilen yeni bilgilerin etkisini ölçmek ve çalışmaların verimini artırmak bakımından önemlidir. Finansman hesaplarının tekrarlanması, son dizaynın kârlılığını ölçmek ve bütün değişen parametrelerin etkisini saptamak bakımından yararlıdır. Bu araştırmalar, projenin ilerlemesi için verilecek kararlara temel oluşturur. Bir defa projenin ilerlemesi için karar verildikten ve finansman işleri düzenlendikten sonra son ayrıntılı mühendislik işleri yapılır ve yapılar için hazırlık çalışmalarına başlanır. Fizibilite çalışmaları sırasında yapıların planlanmasında maliyet düşük hesaplanmış olabilir Ancak tecrübeli ve becerikli kişilerin veya ekiplerin program hazırlamalarına ve yürütmelerine gereksinim vardır.

FİZİBİLİTE ÇALIŞMALARINDA ORGANİZASYON VE KOORDİNASYON

Birçok maden işletmelerinin fizibilite çalışmaları için ilgili elemanlardan oluşan proje gruplarına gereksinim duyulur. İlgili teknik işler için yeterli zaman ayrılması, önemli bir noktadır. Fizibilite incelemeleri ile ilgili elde edilen veriler zamanla arttıkça, yeni teknolojilerin uygulama olanağı da artar.

Fizibilite çalışmalarının başarılabilmesi için, bir proje başkanlığında bilgili ve konuya ilgi duyan, ayrıca disiplinli çalışmasını bilen elemanlardan oluşan bir ekibin kurulması gereklidir.

Fizibilite çalışmaları sırasında haberleşme de endüstri de sık sık rastlanan sorunlardan biridir. Fizibilite çalışmaları içinde ortaya çıkan haberleşme sorunlarından doğan zarar, milyonlarca lirayı bulabilir. Ekte çalışan her eleman mümkün olduğu kadar bir diğerinin ne iş yaptığını bilmelidir.

Proje başkanının görevi, projenin genel akışını idare etmek, yol göstermek, zamanı ayarlamak ve hepsinden önemlisi iyi ilişkilerin kurulmasını sağlamaktır.

Zaman ve para kaybını önlemek amacıyla fizibilite maliyeti kontrol edilmelidir. Tasarruf amacıyla bazı çalışmaların veya projenin bazı kısımlarının iptali, ilerde bir çok sorunun ortaya çıkmasına yol açar. Örneğin, bazı işletmeler pilot çalışması yapmadan tesis kurmuşlar ve teknolojik sorunların bulunduğu üretim başladıktan sonra anlaşmıştır. Bu hiçbir zaman hiçbir çalışmanın iptal edilemeyeceği demek değildir. Yalnız iptal edilecek faaliyetin önemine bağlı olarak karar verilmelidir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Açıkgöz, H., 1975, Maden yatakları rezervlerinin hesaplanmasında bilgisayardan yararlanılması. M.T.A. Enst. Rap.
- Armutcu, T. ve Kayadelen, M., 1974, Bakır Madeninin aranması ve madenciliği. Madencilik Derg., Özel s., 21-24.
- Black, R. A. L., 1964 a, Economic and Engineering design problems in open pit mining 1. Economic aspects of open-pit mining: Mine Quar. Eng., Ocak s., 66-74.
- Black, R. A. L., 1964 b, Economic and Engineering design problems in open pit mining 2. Technical and geological factors in slope stability: Mine Quar. Eng., Şubat s., 66-74.
- Black, R. A. L., 1964 c, Economic and Engineering design problems in open pit mining 3. Techniques of slope and bench design: analysis of major slopes: Mine Quar. Eng., Mart s., 112-120.
- Brinckerhoff, C.M., 1972, Copper in a changing world: Min. Eng., Mart s., 46-48.

- Brown, G.A., 1970, the evaluation of risk in mining ventures: Men. sci., Ekim s., 1165-1171.
- Cochran, W., 1969, Grace mine iron ore waste disposal system and estimated costs: Bur. Mines I. C. 8435.
- Hazan, S. W. Jr. ve Meyer, W., 1958, Using probability models as a basis for making decisions during mineral deposit evaluation: U. S. Bur. Mines R. I. 6778.
- Kennedy, B. A. ve Wode, E. J., 1972, Feasibility studies for large open pit mines: World Min., Ağustos s. 70-77.
- Koch, G. S. Jr. ve Link, R. F., 1971, Statistical analysis of geological data: v. 2. J. Wiley and Sons, Inc.
- Lowell, J. D., 1970, Copper resources in 1970: Trans. Soc. Min. Eng., Haziran s.

Mackenzie, B. W. ve Schwellnus, J. E. G., 1973, Tonnage-grade estimation for mineral deposits and assesment of ore reserves: Proc. U. N. Interreg. Semin. Applic. Advan. Min. Tech., 4-34
 Mc Lean, J. G., 1963, How to evaluate new capital investments: New decision-making tools for menagers, MQ 624, 165-185.
 Merrill, R. ve Rausch, D., 1968, Slope stability: Surf. Min., 773-790
 Pfeider, E. P. ve Freyberger, C., 1969, Effect of different financing methods on the profitability of mining investments: Dec. Digit. Compert. Min. Indus., 255-274.
 Pierre, G., 1968, Theory and practice of sampling broken ores: Can Inst. Min. Metal., Spec. v, 9, 5-10.
 Piteau, D. R., 1972, Engineering geology considerations and approach in assessing the stability of rock slopes: CIM Bull, Mart s., 53 60.

Sharp, J. C., Maini, Y.N.T. ve Harper, T. R., 1972 a. Influence of groundwater on the stability of rock masses.
 1 — Hydraulics within rock masses: Inst. Min. Metal., Ocak s., 13-20. Sharp, T. C., Maini, Y. N. T. ve Harper, T. R., 1972 b. Influence of groundwater on the stability of rock masses.
 2 — Drainage systems for increasing the stability of slopes: Inst. Min. Metal., Mart s., 118-120.
 Stewart, R. M. ve Melver, B. N., 1969, The role of slope stability in the economics desing and operation of open pit mines: Stabty in open pit mining.
 Stubbins, J., 1968, Dewatering and flood control: Surf. Min., 750-761.
 Yılmaz, Y., 1968, Kapasite seçimi: D. Y. B. Rep.

güneybatı pirene'lerdeki bir filiş havzasında geniş boyutlu kayma⁽¹⁾

ALİ KOÇYİĞİT Fen Fakültesi Jeoloji Bölümü, Ankara

ÖZ:

Güneybatı Pirene'lerin Eosen filişindeki biçim değiştirmiş kayma çökeli levhaları (slump sheets), doğrultuları boyunca 16 km yi geçen bir boyutta yüzülemektedirler. Bu levhaların kalınlıkları 100 m yi geçmekte olup, hacimleri ise 10 km³ tür. Levhalar, büyük bir olasılıkla depremlerin başlattığı çekim kaymaları sonucunda oluşmuşlardır. Kayma taşınmasının hızları, türbid akıntının taşıma hızı kadar yüksek olabilmektedir. Kayma yönleri, bölgesel eski yamaçların değişmez belirteçleridir. Kayma levhaları özel bir çökme ortamını yansıtmaz, fakat büyük bir olasılıkla, filiş havzasının sismik sistemini (aralıklarla oluşan, büyük magnitudü depremler) gösterir.

GİRİŞ

Eskiden, filiş havzalarındaki kayma ile ilgili merakın çoğu, kayma çökellerinin, tektonik sıkıştırılmalarla biçim değişimine uğramış katmalardan nasıl ayırtılabileceği ortak savında toplanmaktaydı (Helwig, 1970). Türbid akıntılarının, filiş katmanlarının bir çökeli-

me mekanizması olarak kabul edilme-si, kaymadaki meraki ve kaymanın, türbid akıntıları oluşturmadaki rolünü artırmıştır (Dott, 1963; Morgenstern, 1967). Bu yöntemin inandırabilirliğine karşı görüşler önerilmekte ise de (Bailey, 1967; Hubert, 1968), bugün kayma yönleri, eski yamaçları saptamada yine de kullanılmaktadır.

Burada incelenen Eosen yaşlı kayma çökeli levhaları, doğrultuları boyunca 16 km yi geçen uzun yüzleklere nedeniyle çok ilginçtirler. Levhaların kalınlıkları, birkaç desimetreden 100 m ye değin değişmektedir (Levha I). Çalışmanın amaçları: 1) Büyük yanal uzunluğa sahip, birkaç farklı kayma çökeli levhasının yapısal oluşumunu belgelerle kanıtlamak; 2) Onların yerleşme mekaniklerini yorumlamak ve 3) kayma yönlerinin paleocoğrafik önemini değerlendirmektir. Burada, Slumping, Slump ve Slump sheet gibi terimler, aşağıdaki anlamda kullanılmaktadır. Slumping: Çekim nedeniyle oluşmuş kaymayla, çökellerin biçim değiştirmesi olup, esnek, sünümlü (plastic) ve başlangıçta akıcı (viscous) devinimleri

(hareketleri) içerebilir. Slump: Kayma işleyleri sonucu oluşan çökeldir. Slump sheet: Yanal uzunluğu, kalınlığından önemli keretede (derecede) büyük olan kayma çökeldir.

ÇALIŞMA SAHASI

Güneybatı Pirene'lerin Eosen filiş serisi, Pirene'lerin Paleozoyik yaşlı ek-senel çekirdeğinin güney kenarı boyunca, dar bir havzada oluşmuştur. Doğuda, çökellemeyle yaşlı bir yükselim olarak yorumlanan bir antiklinal karşısında kamalanan filiş, batıda marnlı bir seriye dereceli geçiş gösterir. Üst Kretase ve Paleosen yaşlı, sıg denizel kireçtaşları ve dolotaşlarından (dolomitlerden) sonra oluşan filiş, Üst Eosen yaşlı, sıg denizel mavi marnlar izler. Mavi marnlar, Oligo-Miyosen yaşlı, kıtasal molasin kumtaşları ve çakıllıtaşlarına geçiş gösterir. Filişin kalınlığı 3500 ile 4500 m arasında, çökelleme süresi ise 6 Ma olarak kestirilmiştir (ten Haff ve diğerleri, 1971; Mutti ve diğerleri, 1972). Çalışma sahası, filiş serisinin doğu yarısını içermektedir (Şekil 1).

Filiş, dereceli kalkarenit ve marntaşlarının ardalanmasından oluşur. Böl-

(1) N. A. RUBKE'nin Journal of the Geological Society, vol. 132, 1976, pp. 121-130'daki "Largescale slumping in a flysch basin, southwestern Pyrenees" adlı yazısından ALİ KOÇYİĞİT tarafından çevrilmiştir.