

TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14-18/2/1977.dsi salonu/ankara

MADEN REZERVLERİ
EVİRİMİNİN OPTİMİZASYONU
İLE İLGİLİ YÖNTEMLER
VE GÖRÜŞLER

TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

MADEN REZERVLERİ EVRİMİNİN OPTİMİZASYONU İLE İLGİLİ YÖNTEMLER VE GÖRÜŞLER

Dr. Müh. P. VLM>, Matematikçi D. ZORILESCU

Modern üretim araçlarının gelişmesi ve çağdaş teknik - bilimsel devrim, yararlı yeni mineral birikimleri bulmak üzere, jeolojide ve madencilikte olduğu kadar, işletme ve değerlendirme teknolojisinde de önemli değişikliklerin yapılmasını gerektirmiştir.

Bir yatağın metalik potansiyelinin ulusal ekonomi yararına devreye girebilmesi, laboratuvarında ve arazide yapılacak karmaşık jeolojik araştırmaları ve değerlendirmeleri gerektirir; bu çalışmalar da çok büyük harcamalarla gerçekleşir. Bunun için de büyük sorunun ivedilikle, çözülmesi zorunludur ve özellikle :

— Jeolojik numune alınacak ve araştırma ile inceleme yapılacak en uygun, en rasyonel alanların ve adacıkların saptanması; böylece en az masrafla, gerçeğe mümkün olduğu kadar yakın bir jeolojik bilgi sağlanması,

— Arama evresinde yapılan ve kaçınılması olanaksız tahmin yanlışları ile birlikte, cevher ve metal rezervlerinin tahmini ve dolayısıyla yapılan tahminlerin belirginliği ve kesinliğinin saptanması,

— Teknolojik parametreleri ve ekonomik konjonktürü gözönünde bulunduracak, yatağın ekonomik potansiyelinin değerlendirilmesi,

— Program ve fiili üretim miktarlarının optimize edilmesi, bu zorunlukların başında yer almaktadır.

Bu incelemenin amacı, Romanya'nın birkaç maden yatağına uygulanan çeşitli çalışma yöntem ve ilkelerini göstermektedir.

Sorunun karmaşıklığı açık biçimde göz önünde olduğu için, bu yöntemler hakkında fazla ayrıntılı bilgi verecek durumda değiliz. Söz konusu yöntemlerin ayrıntıları ve uygulamalarından sağlanan pratik sonuçlar ise, bu raporun bibliyografya'sında gösterilmiş olan bilimsel dergilerde yayınlanmıştır.

1 — Numune Alınacak ve İnceleme Arama Yapılacak Olan Rasyonel Avcılık Saptanması :

Numune alınacak ve inceleme arama yapılacak olan rasyonel avcılık iki gereksinime cevap vermelidir :

— Hoş görülebilir bir hata sınırı içinde kalan gerekli bilgiyi sağlayacak,

— Ekonomik olacaktır.

Aramalarımızda iki yöntem grubundan yararlanılmıştır. Birinci grubun amacı hem ortalama parametreleri (ortalama tenörler veya kalınlıklar) sabit tutmak' hem de bilgi entropisi yardımıyla 'belirlenen bilgi miktarını saptamaktadır. İkinci yöntem grubu, bazı mineralize zonların bulunması olasılıklarının saptanmasına dayanmaktadır; bu zonların inceleme araştırma adacıları belirli ve eşit mesafelerle saptanmıştır. Bu olasılıkların saptanması, 1777 den beri bilinen ve bir geometrik olasılık problemi haline gelen, Buffon iğnesi isimli problemin genişletilmesinden ibarettir. Eşit aralıkları K olmak üzere numune alınan bir arama adacığının X parametresiyle (tenör ya da kalınlık) araştırmalar yaptığımızı varsayalım. Eşit aralık K ne kadar küçük ise, ortalama değer X de o kadar gerçek ortalama değere yakındır. Başlangıç adacığında, $2K, 3K... nK$ eşit aralıklar için bir aralıklar serisi yapılırsa hesaba alınan parametrenin bir seri ortalama değerleri olan $X_1, X_2, ... X_n$ elde edilecektir. Bundan başka, el-

de edilen adacıklara tekabül eden verilerin katlarının S_1, S_2, \dots, S_n dağılımları da hesaplanabilir.

Dağılım analizinin (4,9) şu varsayımı doğrulayabilen testleri vardır : $X_1 \ll X_2$ ve $S^1 \ll S_2^2$.

Farklar önemsiz ise, K ve $2K$ eşit aralıklarının adacıkları aynı gerçek parametrelerin tahminini gösterirler ve bu nedenle her iki adacık eşdeğerdir (eşit aralık K ile araştırma yapmak gerekmez). Diğer eşit aralıklar olan $3K, 4K, \dots$ için analize devam edilir ve seçilen kriter bakımından, başlangıç adacığının eşdeğeri olan son adacık saptanır. Bu eşit aralık optimum eşit aralık olacak ve bir optimalite kriteri oluşturacaktır, çünkü yatak niteliğini sabit tutan bütün adacıklar arasında, hoşgörülebilir hata sınırı içinde, en ekonomik olanı budur.

Bilgi miktarının saklanma yöntemi bilgi entropisinin hesaplanmasından ibarettir; bunu, $K, 2K, 3K, \dots, nK$ eşit aralıklarının adacıkları ile elde edilen her veri topluluğu için Shannon (6) tanımlamıştır.

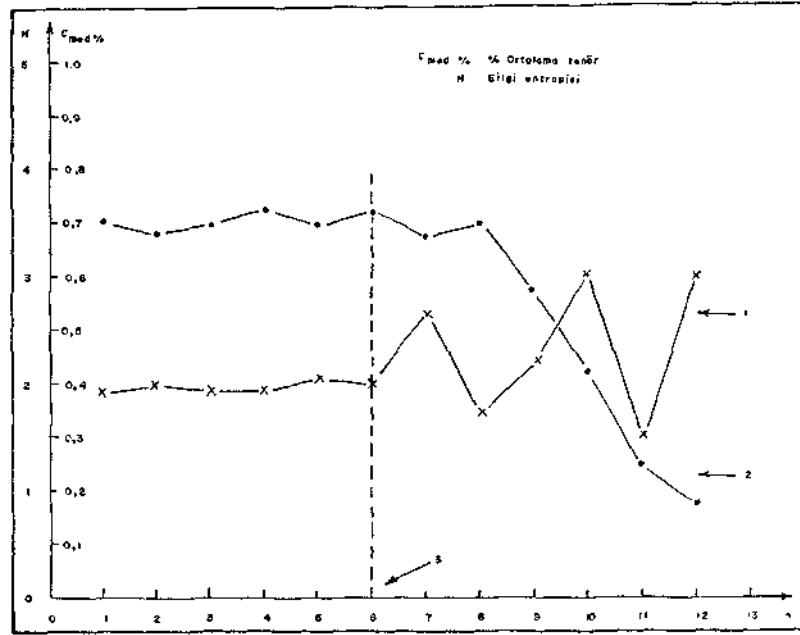
$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

Buradaki P_i değer olasılıklarını, ya da parametre X (tenor ya da kalınlık) değerlerinin sınıf olasılıklarını temsil eder.

Bu olasılıklar, belirli bir eşit aralığı olan bir adacık için, parametre X değerlerinin rölatif dağılıma frekansını hesaba katarak değerlendirilmiştir.

Optimum adacık olarak; bilgi entropisi, bundan önceki adacıkların entropisine hissedilir derecede eşit olan adacık seçilecektir.

Optimum adacıkların seçiminde her iki yöntemde de (sabit ortalamalar yöntemi ile bilgi entropisi yöntemi) yararlanılması tavsiye olunur. Ortalama tenörü ve bilgi entropisini sabit olarak tutan adacık seçilecektir (Şekil 1).



SEKIL : 1- Ortalama tenörün y⁰ bilgi entropisinin , eşit aralık ve araştırma cdacifimin fontcmyonu otarak dsğiştirir
 1- Ortalama tenör eğrisi
 2- Bilgi entropisi eğrisi
 3-Optimum eşit aralık

2 — Jeostatik ve Simplasyon Yöntemleriyle Cevher ve Metal Rezervlerinin Tahmini :

Gerçeğe mümkün olduğu kadar yakın üretim kapasitesini ve fiili işletme programlarını saptamak gerekliliği; rezervlerin tahmini için, yatakların özelliğini olduğu kadar istikşaf adacığının geometrisini de hesaba katan yöntemlerin uygulanmasını zorunlu kılar.

Tahmin yaparken kaçınılmaz hataların da bilinmesi gerekir. Bu hatalar hem çalışılan geometrik hacminin hem de mineralize yüzey ve hacimlerin aranmasıyla elde edilen bilgilerin ekstrapolasyonundan (aşın değer) ileri gelir.

Bu amaçla, özellikle G. Matheron'un (3) yayınlarından iyi bilinen jeostatik yöntemler, dünya çapında, 'zorunlu olarak uygulanmaktadır. Biz de, rezervlerin tahmininde, jeostatik yöntemleri kullandık. Günümüzde, bu yöntemin uygulanması genelleştirilerek dikkate değer sonuçlar sağlanmıştır. Tümü bakımından, bir yatağın ya da bir mineralize zonanın, yerel tahmini (jeolojik- pano ya da işletme panosu) kadar global tahmini de gözönünde bulundurulur. Jeostatik yöntemler iyi bilindiğinden, burada sadece elde edilen pratik sonuçlar hakkında birkaç düşüncemizi sunmakla yetineceğiz.

Tahminlerin çeşitli fiziksel ve kimyasal değişiklik faktörlerini saptadıktan sonra, mutlak hata, rölatif hata, presizyon derecesi hesaplanır; bu dia, ortalamayı (rölatif hatanın farkı % 100'e Kadar) gerçekleştirmek için minimum oran olarak saptanmıştır, çünkü emniyet aralığı, büyük bir olasılıkla (% 95), gerçek ortalamayı içine alır.

Her pano, seviye ya da maden yatağı için elde edilen presizyon dereceleri, istikşaf aramalan kadar, parametrelerin (tenor ve kalınlık) değişikliklerine de bağımlıdır. Böylece, inceden inceye istikşaf edilen panolardaki parametrelerin büyük değişikliği nedeniyle, zayıf presizyonlar arzedilebilir, ya da bunun tam terside görülebilir. Bu nedenle, rezervlerin kategoriler halinde sınıflandırılabilmesi için, kabul edilebilir presizyon dereceleri de hesaba katılacaktır.

Sağlanan pratik sonuçların analizi; aramaların uygulandığı adacığın ,önemli sayıda pano için yetersiz olduğunu gösterir; şu anlamda ki % 50 den düşük presizyon dereceleri elde edilir. İstikşafalara devam edilip edilmeyeceğini, ya da bu olayları bir alt kategoriye geçirmek gerekip gerekmediğini kararlaştırmak üzere, bu olaylar ayrı ayrı analiz edilecektir. Bir hesap birim (pano) ile ya da birçok panodan oluşan bir seviye, zon ya da yatak ile ilgilendiğimiz zaman, genellikle daha da büyük yanlışlıklarla karşılaşabiliriz. Bu anlamda

yerel tahmin (pano) global tahminden ayırd edilir. Fiili üretim programlanması yapılırken, ya da yeni üretim kapasiteleri aranırken, bu iki görüşü göz önünde bulundurmak gerekir.

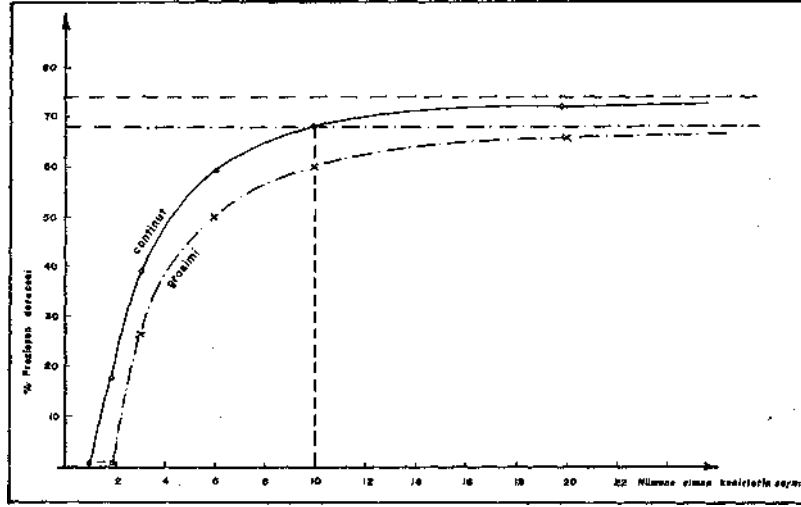
Belirli bir istikşaf adacığı global tahmini için, oldukça yüksek bir prezisyon derecesi sağlayabilir (bu da genellikle meydana gelir). Örneğın, rezervın tümü için % 90 dan yüksek prezisyon dereceleri sağlayan pratik olaylar olmuş- oysaki bu rezervde % 50 den düşük prezisyon dereceleri veren panolar da görülmüştür.

Belirli istikşaf derecesini de katarak, prezisyon derecesinin değışirliğinin incelenmesiyle, örneğın istikşaf larla ya da numunelerin enine kesitleriyle, istikşaf çalışmalarının yönetilmesi konusunda yararlı bilgi sağlanabilir. Böyle bir inceleme ayrı ayrı her pano için de yapılabilir.

Önceleri numunelerin sürekli olarak mineralizasyonun yatay düzleminde alınmasının, olağın üstü hallerde yapılan bir iş olduğu samlmıştır (çok sayıda numune kesiti). Böyle bir durumda, kesitin fiziksel ve kimyasal değışiklik faktörü (numunelerle yapılan çizgilerin tahmini için çizginin fiziksel ve kimyasal faktör değışikliğı) hiç yoktur ve global hata ancak etki hacminin ekstrapolasyonundan ileri gelir.

Böylece, çalışmalarını yatay düzlemde çoğaltarak, prezisyonun maksimum derecesi sağlanabilir. Analiden geçen bir olayın gösterdiğine göre, sağlanan maksimum prezisyon çevherin niteliğı için (ortalama tenor) % 74, niceliğı içinde % 68 olmuştur. Prezisyon derecesinin bu sınırların üstünden kalması, istikşaf derecesinin başka bir doğrultuda (düşey) artmasıyla, ya da ekstrapolasyonun bu aynı doğrultuda azalmasıyla sağlanabilir. Şekil 2 de, istikşaf derecesine göre, prezisyon derecesinin değışim eğrisi görülmektedir (numunelerin enine kesitlerinin 1, 2, 3, 6, 10- 20 varyantları).

Prezisyon dereceleri % 95 bir sonuç olasılığı için saptanmıştır.



Şekil - 2 Precizyon $D\&mcM/n$, İstikpafl Daessinin Fonksiyonu Olarak Dışgiml

Numune kesitine kadar prezisyon hissedilir biçimde artar, bundan sonra cevherin niteliği için % 68 ile % 74 arasında ve nicelik içinde % 60 ile % 68 arasında değişir. % 100'e kadar prezisyon farkı düşey doğrultudaki ekstrapolasyondan ileri gelir. Buna benzer analizler, gerçekleşmekte olan arama çalışmalarına yön vermek konusunda çok yararlıdır.

Aşağıda, rezervlerle ilgili yeni bir tahmin yönteminin ilkelerini, gerçeğin simülasyon yöntemini göstereceğiz (5, 11).

Bu düşüncenin çıkış noktası şudur : herhangi bir bilgi dağılımına göre hesaplanan tek ve ortalama değerli rezervlerin hesaplanmasında (hacim ağırlığı, mineralize yüzey, mineralizasyon kalınlığı, yararlı elementlerin tenörü) gözümünde tutulan parametrelerin, tahmin edilenden çok farklı değerleri olabilir. Gerçek değerler bilinemez, fakat kabullenilebilir bir prezisyonla, gerçeğin bulunabileceği minimum ve maksimum sınırları çizilebilir ya da gerçek değerlerin bulunduğu değerlerin dağılımı saptanabilir. Örneğin, bir pannonun gerçek mineralize yüzeyi, istikşaf çalışmaların yapıl-

dığı alanda değil minimum değer S_{\min} ile maksimum değer S_{\max} arasında bulunabilir.

Minimum, yüzeyin yaygınlığını saptamak ve maksimum korelasyon yapısını değerlendirmek üzere, ya yarı-varyogram ya da korelogram yöntemlerinden birinden yararlanılabilir.

Maksimum yüzey istikşafı yapılan düzeyler arasında bulunan alandır.

Şunu da gözönünde bulundurmak gerekir ki; mineralize zonun gerçek ortalama kalınlığı, nispeten az sayıda yapılan araştırma çalışması (bir pano için 2-3 çalışma) sonucunda saptanan alanın sınırları dışında bulunabilir. Kendi tecrübesine ve çalışılan pano bölgesindeki tektonik bilgisine dayanarak jeolog mümkün kalınlık aralarını takdir edecek, yani mineralleşmiş pano bölgesindeki mümkün kalınlık dağılımlarını değerlendirecektir.

Mineralize alanların tahmininde ve kalınlıklarında uygulanan bu yöntemden başka, tektonik sorunlar da söz konusu olabilir; bunlar çoğunlukla bilinir, fakat mineralize panoya geometriyi uygulamak gibi bugün kullanılan usülle nicelendirme olanağı yoktur.

Jeostatik yöntemler de bu duruma elverişli değildir, çünkü bunlar belirli bir panoya belirli bir yorumun sonucu olan bir geometri ile uygulanır.

Belirli bir durum için, en iyi ortalama tahminleri ve tahmin hatalarını jeostatik tayin eder, fakat yorum hatalarını ya da işletme sırasında rastlanabilen tektonik arızaları göz önünde bulundurmaz.

Ortalama hacmin ağırlığı ve yararlı elementlerin ortalama tenörü, ancak bilinmez bir gerçeğin tek rakamları ile değerlendirilebilir. İstikşafı sağlanan bilgiler yardımı ile hem gerçek ortalamaların emniyet aralıkları ,hem de gerçeğin mümkün değerlerinin dağılımı daha prezisyonlu olarak takdir edilir.

Rezerv tahmin sorununun ne biçimde sunulduğu göz önüne alınırsa, bu sorun gerçeğin bir simülasyon modeli ile çözülebilir.

Simülasyon yöntemlerinin, bazı değer sağlamağa elverişli teknikleri vardır; bu değerler ya belirli sınırlar arasında ya da bilinen istatistik dağılımla bulunur. Burada bu tekniklerden söz etmeyeceğiz çünkü tümü uzmanlık yayınlarında vardır (2,5).

Simülasyonun her iterasyonu, gerçeğin önceden saptanmış sınırları arasında bulunan bir mineralize alanı gösteren değerler meydana getirecektir. Bunun mümkün kalınlıklar dağılımının ortalama kalınlığı h_i , mümkün gerçeğin minimum ile maksimum sınırları arasındaki ortalama hacminin ağırlığı p_i ve mümkün ortalama tenor dağılımının ortalama tenörü C_i dir.

Gerekli değerler sağlamak amacıyla, belirli değerler arasında uniform dağılan ve rastlantıya bağlı olmayan bazı değerler meydana getirmek için yöntemlerden yararlanılacağı gibi, dağılım yasaları bilinen ve rastlantıya bağlı olmayan değerler meydana getiren yöntemlerden de yararlanılacaktır.

Her iterasyon için gerçeğin mümkün değerlerinin bir vektörü $(p_i, S_i, \bar{C}_i, h_i, C_i) = 1, 2, \dots, n$, bundan sonra da şu tahminler elde edilecektir.

$$R_i = p_i S_i h_i \text{ cevher rezervleri için}$$

$$Q_i = R_i C_i \text{ metal rezervleri için}$$

Cevher ve metal gerçek rezervinin simule «n» değerleri ile bir istatistik analiz yapılabilir. Analizin amacı R_i ve Q_i parametre dağılım yasalarını saptamak olduğu kadar R ve Q ortalama değerlerini \hat{R} ve \hat{Q} dağılımlarını, hataları ve prezisyon derecelerini de saptamaktır.

$$\text{Ortalama tenorun en iyi tahminleri şunlardır : } C = \frac{Q}{R}$$

Şu halde, pek az çalışmalarla istikşaf edilen her pano için, simülasyonla, gerçeği temsil edebilen pek çok durumlarla karşılaşılabilir. Bundan sonra, bu verilere dayanarak, rezervlerin niteliği ve niceliği tahmin edilebilir ve yapılan tahminlerin prezisyon derecesi saptanabilir.

3 — Fiyat Konjonktürüne, Değerlendirmeye ve Teknik **Ekonomik** Paramjetreiere Göre Yatakların Ekonomik Potansiyelinin **Tahmini** :

Orantılı ve ahenkli bir gelişmeyi hedef tutan plânlı ekonomide, metalojenik birimlerle, jeolojik yapılarla ve idarî birimlerle, bütün ülkenin doğal kaynak potansiyelimi (rezervler + belirtiler) aşamalarla tanımak kesinlikle gereklidir. Bu potansiyelin bilinmesi, maden ham maddelerine sahip her ülkenin çıkarlarına ve özelliklerine, en kusursuz biçimde cevap veren bir ekonomi ve maden politikası izlemek için zorunludur. Kanımıza göre, bu politika şunları göz önünde bulunduracaktır :

— Daha önce denenmiş tüketici gereksinmelerine uyarak, emtia üretiminin yapısında olagelen değişikliklere göre şu ya da bu madene verilecek önceliğin tâyini;

— Jeolojik arama ve geliştirme alanında yapılan yeni gerçekleştirmeler, yönelmeler ve bu teknik için gerekli modern aygıtlar;

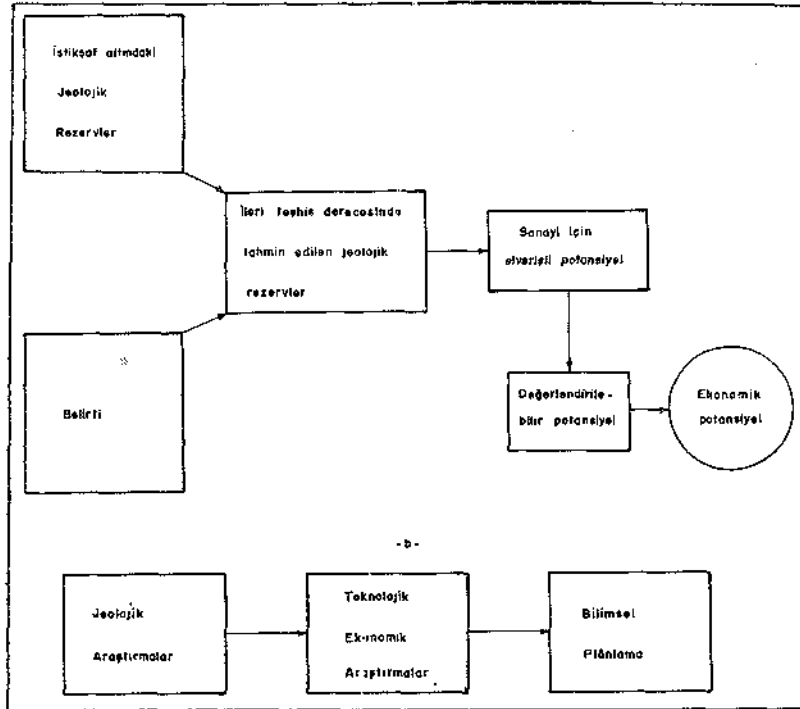
— Tüketicilerin talep ettiği değerlendirilebilen ürünü elde etmek için yataklarda bulunan yararlı elementlerin çıkartımında uygulanan teknolojik ilerlemeler;

— • Ulusal ekonominin gereksinmelerini sağlamak için, ithal ile yerli mallar arasındaki korelasyon.

Ekonomi ve maden politikasını hazırlamak konusunda alınacak kararların optimizasyonu için maden kaynağı sanayii potansiyelini mümkün olduğu kadar kesinlikle değerlendirmek gerekir. Bu değerlendirme bilinen jeolojik rezervlere ve belirtilere dayanacaktır. Bu sanayii potansiyelini en yüksek bir kesinlikle değerlendirebilmek için izlenecek esas

şudur : Jeolojik kaynakları sanayi potansiyeli haline dönüştürmek, bundan sonra değerlendirme ve ekonomik potansiyeller haline dönüştürmek işlemleri için, katsayılar en kursosuz kesinlikle saptanacaktır.

Şekil 3 te potansiyelin değerlendirme seyrinin şeması gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, çeşitli bilgi ve belirti (birinci aşama) dereceleri olmak üzere, araştırılması yapılan jeolojik rezervlerin çeşitli dönüşüm katsayılarının değeri, jeoloji ve maden çalışmaları ile gerçekleşen araştırma derecesine özellikle bağlıdır. Değer 0 ile 0,9 arasında değişebilir. Böylece, sağlam bilgilere dayanarak, jeolojik rezervlerin güvenilir bir tahmini sağlanır (Kısım 1 ve 2 ye bakınız).



Şekil 3 - Jeolojik Rezerv Potansiyelinin Değerlendirilmesindeki Akım Şeması

Değerlendirmenin ikinci aşamasında, sanayiye elverişli rezerv potansiyeli olarak tahmin edilen jeolojik rezervlerin

niceliksel ve niteliksel dönüşüm katsayıları t yın edilir. Katsayının değeri, her Őeyden önce, uygulanan maden işletme yöntemi ile harmanlama ve mineralleŐme yapısına bağlıdır. Bu değer fazlasıyla değişebilir, genellikle 0,85 ile 2,5 arasında bir fark gösterir. Niteliksel katsayının değerine gelince, bu seyrelme derecesini, bir de tahmin edilen jeolojik rezervin çıkartma süreci sırasında olagelen cevher kayıplarını hesaba katarak hesaplanır. Kompleks cevherler için niteliksel katsayıların değeri genellikle birden azdır, 0,7 ile 1 arasında değişir.

Cevher hazırlama s resindeki metallerin çıkartım endekslerini uygulayarak, tâyin edilen ve sanayiye elverişli rezervlerin potansiyelinden,  c nc  aŐamada, değer kazanılabilen metallerin potansiyeli hesaplanır. Böylece; yatakları, mineral birikimlerini cevher tiplerini (polimetalik, bakır, altın, demir vb.), çalışma aŐamalarını (değerlendirme, jeolojik ve teknolojik işletme ya da arama halinde), metalojenik ve idarî birimleri belirtmek suretiyle, ülkenin metal potansiyeli açıkça anlaŐılır. En sonunda, metallerin bu niceliksel potansiyeli, dördüncü aŐamada, ekonomik potansiyel biçiminde belirir, bu da cari ve öngörülen i  ve dıŐ fiyatları esas tutarak hesaplanır.

Problemin karmaŐıklıęını ve hesap hacminin büyüklüğünü gözönünde bulundurarak, potansiyellerin tümünün (jeolojik, sanayie elverişli, değerlenebilen ve ekonomik) değerlendirilmesi ancak yeni hesap tekniklerini kullanarak gerçekleŐtirilebilir (Hesap makinemiz Romen kökenli FELIX markalıdır).

Değerlendirmenin tümündeki maden kaynaklarının bu analizinden sağlanan pratik sonuçlar, Şu en büyük  c noktaı hedef tutmaktadır.

— Jeolojik araştırma ve geliştirme eyleminin optimizasyonu ve karar etkisinin çoğalması;

—  ncelikleri ve değerlendirme stratejisini (7) saptayabilmek için teknolojik ve ekonomik aramalara y n verilmesi;

— Fiili maden üretim plânlamasına gelince burada plânlama devresinde kabullenilebilir derecede araştırılan jeolojik rezervlerden ileri gelen ve sanayiye elverişli olan potansiyel hesaba katılır. Öngörülen plânlama gerçekleşebilir çünkü araştırılmış jeolojik rezervlere ve belirtilere dayanarak değerlendirilebilen sanayiye elverişli rezervlerin tümü potansiyel olarak bilinir.

4 — Fiili ve Program Üretim Miktarlarının Optimizasyonu YÖHtemleri :

Son yıllarda, işletme halinde olan yatakların sanayiye elverişli olup olmadığını inceleme hazırlıklarından sonra, üretimi bilimsel biçimde plânlamak için, giderek daha modern matematik yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemleri uygulamanın amacı füll ve program üretim miktarlarının optimizasyonunu oluşturmaktadır.

Bu amaçla, panoların ya da bir yatağın seviyelerini, optimum bir düzenle nasıl işletilebildiğini göstermek üzere, ilk iş olarak lineer programlama modeli hazırlanır. Burada sözü edilen yatakların her panosundan çıkarılacak maden miktarları saptanır. Bir daralma ve sınırlama sistemine uyarak optimum programın gerçekleşmesi öngörülür. Bu sistemin uygulanmasını, hem plânın gerekleri ve hem de yatağın geometrisi ve teknik koşulları zorunlu kılar.

Yararlanılan Optimizasyonu Kriteri şu olabilir :

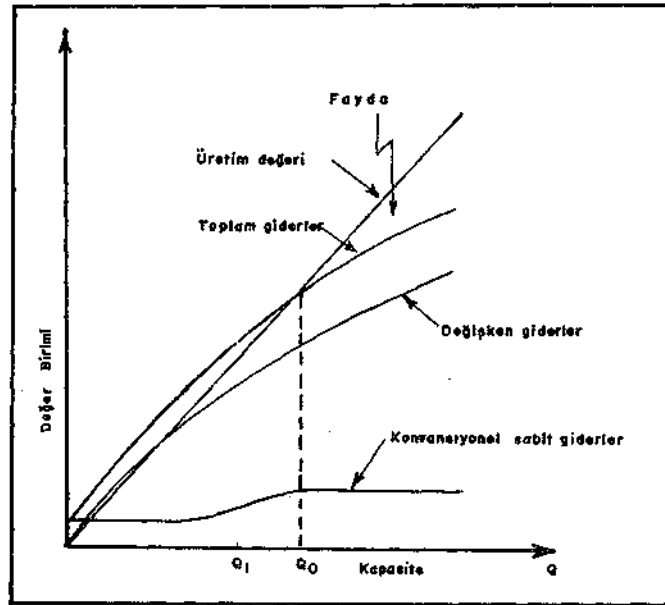
- Minimum işletme maliyeti;
- Üretim konsantrasyonunun maksimumu ile, teknik bakımdan ideal duruma mümkün olduğu kadar yaklaşan, panoların işletme sırasının tâyini;
- Çıkarılan cevher tonu başına düşün maksimum ekonomik değer.

Her panoya ait cevher tonunun değeri; ya bugünkü fiyatları göz önünde bulundurup ekonomik değer olarak, ya kapatılmış metalin yararlanma değeri (sanayide) olarak, ya da mübadele değeri olarak saptanabilir.

Hesaplama yöntemi ve algoritması bibliyografya'da ayrıntılı olarak gösterilmiştir (8, 9).

Üretim kapasitelerini, cevherin rantabilitesini ve bunların değişim belirtisini saptamak amacıyla, orijinal bir model hazırlanmıştır. Bu hazırlama, işletme maliyetlerinin öngörülen değişimine ve metal tonu başına düşen değere dayanarak yapılmıştır.

Bu amaçla, aşağıda gösterilen biçimde (Şekil - 4) bir fonksiyon saptanmıştır (1, 10) :



Şekil : 4 - Üretim Değerinin ve Giderlerin Değişimi

$$C_{ct} = a + bQ(1 - e^{-cQ^a})$$

Üretim; Q kapasitesine göre itibarî olarak, sabit giderlerin değişimi ve aşağıdaki parabolik fonksiyon için;

$$C_v = dQ^{1/2} \quad \text{ve}$$

değişimi ve aşağıdaki parabolik fonksiyon için;

a, b, c, d, n parametreleri bilinen matematik yöntemlerle, birkaç gözlem verisine dayanarak saptanmıştır.

Giderlerin toplamı şu formülle hesaplanmıştır :

$$C_T(Q) = a + BQ + dQ^{1/2} - bQe^{-cQ^n}$$

Sonuç olarak, aşağıdaki rezervin tükenmesine kadar şu toplam fayda çıkar :

$$B_T = vQT - C_T(Q)T$$

Buradaki v çıkarılan bir tonun satış fiyatını, $T = \frac{R}{Q}$ ise

rezerv (R) in işletme süresini gösterir.

Marjinal rantabilite, faydası sıfır olan bir üretim kapasitesi olarak saptanmıştır.

$$B_T(Q) = 0$$

Değerleri gerçek kılmak için bir faktör esas alınabilir.

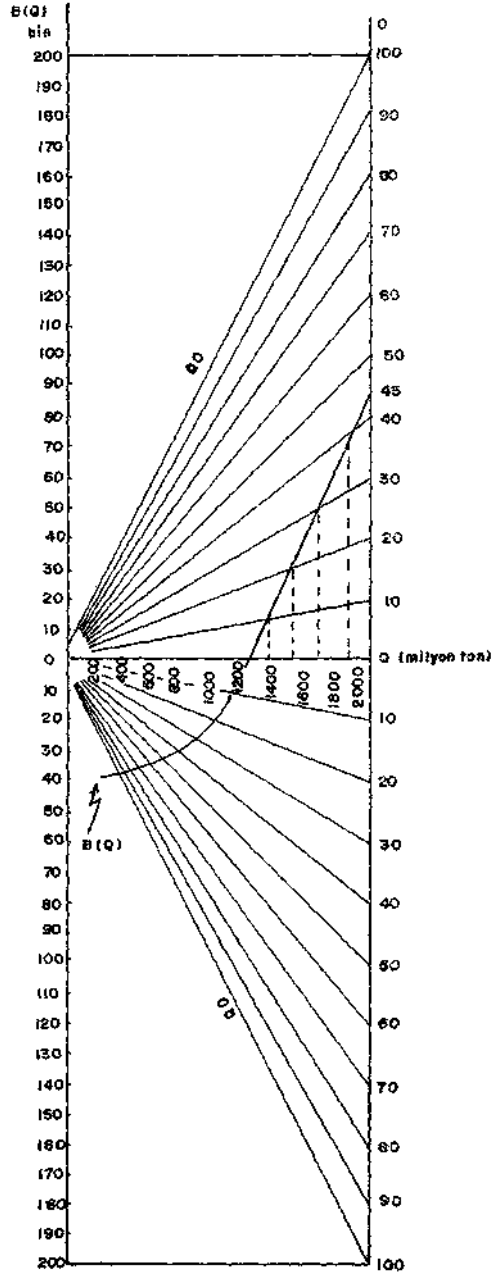
Üretilen bir ton değerinin «t» anında öngörülebilir değişiklikler d_v , dc_v ve dc_{cf} ile işaretlenirse, ton başına düşen değişken giderler, bir de buna tekabül eden itibarî sabit giderler ve $D = -dv + dc_v + dc_{cf}$ «t» anında öngörülen değişikliğin toplamı temsil ediyorsa, o zaman gerçekleşecek fayda şuna uygun olacaktır :

$$B'(Q) = B(Q) - Q.D.$$

Yeni marjinal rantabiliteyi $B'(Q) = 0$, yani $B(Q) = QD$ bağıntısı verecektir.

Bu nedenle, marjinal rantabiliteyi eğrinin $B(Q)$ doğru çizgi $Q.D$ ile kesişmesi tâyin edecektir.

Şekil - 5 te bir levha gösterilmiştir; burada, belirli bir anda, rantabilite marjini öngörmek olanağı vardır. Bunlar da, ton başına düşmesi öngörülen değer değişikliklerine ve değişken gider kategorilerine göre ayarlanmıştır.



ŞEKİL : 3 - Rantobilif® Morjininin Değişim Afcayı

Levhanın işınsal doğruları $Q \times D$ ürünlerini ,eğri ise fayda grafiğinin $B(Q)$ yi temsil eder; o-o yatay doğrusu üretim Q kapasite değerlerini gösterir. $Q.D.$ doğruları ile eğri $B(Q)$ arasındaki kesişme noktaları $B(Q) = Q.D.$ koşuluna tekabül eder. Sonuç olarak, bu noktaların absisi, bir toplam değişiklik Dye tekabül eden marjinal rantabiliteyi gösterir. $D = 0$ için aktüel marjinal rantabilite bulunur.

Böyle bir hevha; rantabilite marjininim üretim, belirti ve değişiklik kapasitelerinin analizi için yararlı bir araçtır ve bu raporun konusunu oluşturan gelecekteki madien işletmesinin gelişmesiyle ilgili kararları optimum duruma getirmek için etkili sonuçlar oluşturacaktır.

B I B L I Y O G R A F Y A

1. Duma S., Zorilescu D. : Prognose resurselor de materai prime minerale. Ed. Technica, Bucureștd, 1975.
2. Mammersley J. M. : Hondscomib D.C. Monte Carlo Method Londra, 1964.
3. Matheron G. : «Traité de géostatistique Appliquée», Vol. I, et II, Mémoires du Bureau de Recherdhasgéologiques et minières nr. 14, 1962.
4. Miller L. Robert, Kohn J.S. : Statistical Analysis in the Geoloigical Sciences. John Willey and Sons. Inc., 1962.
5. Sacuiu I., Zorillscu D. : Numere aleatoare; apldcatii în économie, industrie și studiul fenomenelor naturale. Ed. Acad. RSR (sous presse, 1977).
6. Shannon C E. : A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal 27, (1947).
7. Vlad P., Luca Al. M., Tomoiv. L, Zorilescu D. : The optime intervals of control for the characteristic parameters of the integrated process (extraction, foeneficiation metallurgy) for a rational development of the mineral resources. VI-e Congres International minier. Madrid Espagne, 1970.
8. Vlad P., Zorilescu D. : Modèle général de développement en perspective de l'industrie minière. VIII-e Congres International minier, Lima-Peru ,1974.
9. Zorilescu T>. : Metode matematace de analiza si decăzne în géologie si minerit. Ed. Tehnioa, Bucureștd, 1972.
10. Zorilescu D. : Prognosa varratiei pragurilor de rentabilitate aie exploitante- miniere .Rev. Min. nr. 4, 1974.
11. Zorilescu D. : Model general de estimiare a zacamd'ntelor de suibstanite minerale solide prin sfcnulare. Rev. Min. nr. 11, 1976.