

Rezervlerin Sınıflandırılması ve Kesit Metodu İle Rezerv Hesapları Üzerine Not

İlhan Mollamustafaoğlu (*)

1. GİRİŞ

Bir maden yatağının değeri, öncelikle ihtiva ettiği cevher rezervi ve kalitesi ile ölçülür. Bu nedenle rezerv hesaplarının yapılması çok titiz çalışmayı gerektiren bir iştir. Maden yatağının rezervi şahıslara göre değişen rakamlar değildir. Rezerv kategorilerine göre kabul edilen hata nispeti belirlidir ve iki değişik hesap arasındaki fark, bu hata nispetinin üzerinde ise hesaplardan biri mutlaka yanlıştır.

Esasen, mevcut verilere göre hesaplanan rezervin, hangi kategoriye alınabileceği bilindiği takdirde; kabul edilen hata nispetinin üstünde, farklı sonuçların çıkmıyacağı'da aşikârdır. Her rezerv kategorisi için gerekli verilerin ortaya konması ve hesaplarda bu kriterlere uyulması zorunludur.

Rezerv hesapları, basit çarpma işlemleri ile hacim, tona] ve tenorun bulunması olarak düşünülemez. Rezervler bütün veriler değerlendirilerek değişik bir kaç metotla hesaplanmalı ve özellikle görünür rezerv, işletmecinin cevheri avucunun içinde hissedecek şekilde ortaya konmalıdır.

Bu yazıda rezervlerin sınıflandırılması ve kategorilere ayrılmasında esas olan kıstaslara kısaca değinildikten sonra en çok uygulama alanı bulan «Kesit Metodu» ile rezerv hesapları üzerinde durulacaktır.

2. REZERVLERİN SINIFLANDIRILMASI

Cevher rezervleri, şimdiye dek alışla gelmiş ayırmaya göre teknik - ekonomik yönden önce iki grup altında toplanmaktadır.

1 — Potansiyel Rezervler

2 — İşletilebilir Rezervler

Potansiyel rezervler, ancak gelecekte ekonomik olarak yararlanılabilecek rezervler şeklinde ifade edilmektedir. İşletilebilir rezervler de, halen mevcut ekonomik şartlara göre istifade edilebilir rezervler olarak kabul edilmektedir.

(*) Jeo. Yük. Müh., Etlbank

Ancak işletilebilir rezervlerin tam olarak bulunması, işletme projelerinin yapılmasından sonra mümkün olacağından, bu safhadan önce hesaplanan rezervlerin hangi gruba dahil edilebileceği anlaşılammaktadır. Diğer bir deyimle aramaları tamamlanmış ve henüz işletme projesi yapılmamış bir maden yatağının hesaplanan rezervine ne ad verilebileceği bilinmemektedir. Potansiyel rezerv olarak kabul edilemez, çünkü hesaplanan rezervin büyük bir kısmı ekonomik olarak işletilebilecektir, yani işletilebilir rezervi de ihtiva etmektedir. Bütünüyle de işletilebilir rezerv değildir, çünkü işletme projesi yapıldıktan sonra bir kısmı ekonomik nedenlerle (derinlik, kalınlık, tenorun düşüklüğü v.b. nedenlerle) atılacaktır.

Rezervlerin değişik anlamda yapılacak bir ayırımı ile, sınıflandırmada bu belirsizliği ortadan kaldırma kmümkündür.

1. Jeolojik Rezervler

2. Faydalı Rezervler

Jeolojik rezervler, bir maden yatağının ihtiva ettiği faydalı komponentlerin tümü olarak tanımlanabilir. Ekonomik ve teknolojik şartlar söz konusu edilmeksizin maden yatağının toplam cevher potansiyelini ifade eder.

Faydalı rezerv, mevcut ekonomik ve teknolojik şartlara göre jeolojik rezervlerden işletme esasındaki kayıplar ve işletilemeyecek kısımlar çıkarıldıktan sonra geriye kalan rezervlerdir.

Kısaca maden sahalarında aramalar tamamlandıktan sonra hesaplanacak rezerv, jeolojik rezerv; işletme projesi hazırlandıktan sonra bulunacak rezerv de faydalı rezerv olarak ifade edilebilir.

Bu sınıflandırma şekli ile rezerv hesapları konusunda aramacılarla işletmeciler arasındaki iş bölümü de kendiliğinden ortaya çıkmaktadır.

3. REZERV KATEGORİLERİ

Önce iki gruba ayrılan rezervler, aynı adları taşıyan dört kategori altında incelenirler. Ayrıca jeolojik rezervlere «Prognostik» mahiyette beşinci bir kategori eklenmiştir.

Maden yatakları Rezervleri :

Jeolojik Rezervler :

- Görünür Rezerv (a)
- Muhtemel Rezerv (b)
- Belirtili Mümkün Rezerv (Cj)
- Tahmini Mümkün Rezerv (c₂)
- Prognostik Rezerv (d)

Faydalı Rezervler :

- Görünür Rezerv (A)
- Muhtemel Rezerv (B)
- Belirtili Mümkün Rezerv (Cj)
- Tahmini Mümkün Rezerv (c₂)

Almanya				İngiltere - Amerika	Rusya	
GDMB* nin 1959 daki teklifi	Hata nispeti	Emniyet nispeti	1930'lardan 1945'e kadar	1955'den beri	1958'den beri	1941'den 1958'e kadar
A Görünür	% 10	% 90	Görünür	(Proved)	A ₁ , A ₂	A ₁
B Muhtemel	% 20	% 70 - 90	Muhtemel	(measured)	B ₁ , C ₁	A ₂
C₁ Bellirtili	% 30	% 50 - 70	Mümkün	(indicated)	C ₂	B
C₂ Tahmini	% 30	% 30 - 50			D	C ₁
D Prognostik	—	% 10 - 30				

* GDMB : GesellschaH Deutscher Metallhütten und Bergleute

Rezervlerin kategorilere ayrılmasında en önemli unsur mevcut verilerin hangi kategori için yeterli olduğunun tesbitidir. Bunun için her maden yatağının kendisine has özelliklerinin de dikkate alınması gerekir.

Maden yatakları jeolojik özelliklere göre :

- a) Düzenli yataklar
 - b) Düzensiz yataklar
- olmak üzere iki gruba ayrılabilir.

Düzenli yataklar, süreklilik gösteren, arızasız yapıya sahip ve mineral muhtevası homojen olan yataklardır. Bir kaç yüz metre veya daha fazla uzanan filonlar, bir kaç bin m² alan kaplayan mineral muhtevası değişmeyen sedimanter yataklar, büyük ölçülere ulaşan magmatojen yataklar bu gruba girerler.

Orta ve küçük ölçüde pegmatitler ile mercer şeklinde zuhurlarda olduğu gibi küçük rezervli, kesintili cevherleşmelerde düzensiz yataklar grubuna dahil edilirler.

Yatakların düzenli veya düzensiz oluşlarına göre aramaların sıklığı ve buna bağlı olarak rezerv kategorilerine ayırım esasları tesbit edilir.

3.1. Görünür Rezervler

1 — Cevherleşme, yeraltı madencilik çalışmaları ile dört taraftan veya en az üç taraftan ortaya çıkarılmıştır. Sondajla arama yapılmışsa elde edilen neticeler galerilerle kontrol edilmiş ve sondajlarda da % 70 in üzerinde karot randımanı elde edilmiştir.

(Bazı yazarlar yalnız sondajla yapılan aramaların görünür rezervler için yeterli olamayacağı görüşündedirler, özellikle düzensiz metalik yataklarda görünür rezerv tesbiti için yeraltı madencilik çalışmalarının da mutlaka yapılması gerektiği kabul

edilmektedir, örneğin; Türkiye'de Zamanti Çinko - Kurşun yatakları)

2 — Cevherin kalitesi, muhtevadaki değişiklikler ile faydalı ve zararlı komponentlerin ortalama değerleri tam olarak bilinmektedir. Cevherin teknolojik özelliklerine göre (Cevher hazırlama) endüstriyel problemler çözülmüştür.

3 — Madencilik işletme şartları bütünüyle bilinmekte ve buna göre işletme projeleri hazırlanmış bulunmaktadır.

Görünür rezervler için kabul edilebilecek arama sıklığı

	Düzenli Ytk.	Düzensiz Ytk.
Doğrultu boyunca İşletme imalâtı	400-100 m	100-25 m
Eğitim boyunca işletme imalâtı	200-50 m	50 -10 m
Sondaj	200-50 m	50-10 m

3.2. Muhtemel Rezervler

1 — Cevher yatağı yapılan aramalarla üç taraftan veya en az iki taraftan sınırlandırılmıştır. Dört tarafı bilinen fakat arama sıklığı bakımından görünür rezerv kategorisine dahil edilemeyen rezervlerde muhtemel rezerv kategorisine dahil edilir.

2 — Cevher kalitesi tam olarak bilinmektedir.

3 — Madencilik işletme esasları tesbit edilmiştir. Yalnız sondajlarla arama yapılmış düzenli yataklarda karot yüzdesi asgari % 50 olmalı ve kırıntı numunelerinde değerlendirilmelidir. Düzensiz yataklarda karot yüzdesi % 70 den az olursa muhtemel rezerv verilemez, belirtili mümkün rezerv (C,) kategorisine almak gerekir

Muhtemel rezervler için kabul edilebilecek arama sıklığı

	Düzenli Ytk.	Düzensiz Ytk.
Doğrultu boyunca İşletme imalâtı	800-200 m	200-50 m
Eğitim boyunca İşletme imalâtı	400-100 m	100-25 m
Sondaj ağı	400-100 m	100-15 m

3.3. Belirtili Mümkün Rezervler

1 — Cevher yatağı en az bir taraftan tesbit edilmiş veya iki üç taraftan ortaya çıkarılmış olmasına rağmen arama sıklığı muhtemel rezerv kategorisine alınmasına yeterli değildir.

2 — Cevher kalitesi genel durumu ile tesbit edilmiştir.

3 — İşletme esasları yaklaşık olarak bilinmektedir.

4 — Ewelve aranan ve kısmen işletilmiş maden yataklarında madenin çökmüş olması veya dokümanların yeterli olmaması halinde de belirtili mümkün rezervler söz konusudur. Düzenli yataklarda 1600-400 m, düzensiz yataklarda 400 - 100 m aralıklarla yapılan aramalar, belirtili mümkün rezervlerin tesbitini sağlarlar.

3.4. Tahmini Mümkün Rezervler

1 — Madencilik arama çalışmaları ancak münferit noktalara intişar etmekte, cevher kalitesi hakkındaki bilgiler de belirli numunelere dayanmaktadır.

2 — Detay jeolojik ve metolojenik haritalarla cevherleşme uzantısı ve tekrarlanma ihtimalleri ortaya konmuştur.

3 — Emniyetli jeofizik endikasyonlar veya jeoşimik verilerle cevherleşmenin varlığı mümkün görülmektedir.

3.5. Prognostik - Rezervler

Jeolojik ve metalojenik imkânlar yoluyla varlığı kabul edilen yatakların, rezervleridir.

4. KESİT METODU İLE REZERV HESAPLARI

Mevcut yayınlardan rezerv hesapları için 20 nin üzerinde değişik metodun varlığı bilinmektedir. Prokofjew'in bir istatistiğine göre Rusya'da 1947 ile 1951 yılları arasında hesapların % 96 stnda kesit, dört köşe jeolojik bloklar ve istihsal blokları metodu kullanılmıştır. Diğer ülkelerde de en fazla bu metodlar uygulama alanı bulmaktadır.

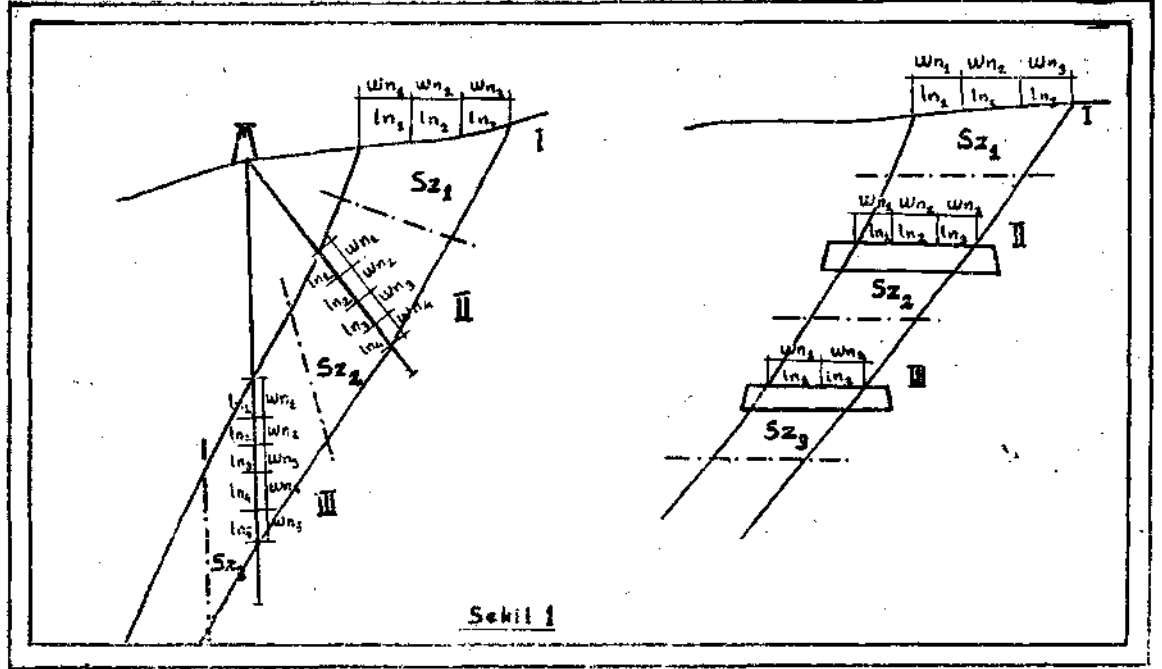
Gerçekten, hemen hemen bütün maden yataklarının rezerv hesaplarının yapılmasına; kesit, jeolojik bloklar ve istihsal blokları metodları kâfi gelmektedir.

Bu metodlar içinde de «Kesit Metodu» nun ayrı bir uygulama kolaylığı ve emniyeti vardır. Aşağıda kesit metodu ile rezerv hesaplarında yapılan işlemler ve kullanılan tablolar açıklanmaktadır.

4.1. REZERV HESAPLARI İŞLEMLERİ

Kesitlerin her biri üzerinde önce cevher zonlarının ortalama tenörü bulunur. Bunun için şu işlem yapılır. (Şekli 1)

Cevher zonlarına ait,
Numunelerin uzunlukları : $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ (m)
Kimyasal analiz sonuçları (tenor) : $W_{n1}, W_{n2}, W_{n3}, \dots, W_{nn}$ (%)



Sekil 1

Cevher zonu ortalama tenörü :

$$\frac{ln_1 \times Wn_1 + ln_2 \times Wn_2 + \dots + ln_n \times Wn_n}{ln_1 + ln_2 + \dots + ln_n} = \sum (ln \times Wn) / \sum ln = Wz$$

Kullanılacak Tablo

Kesit No.	Cevher Zonu No.	Numune No.	Analiz sonuçları (tenör) % Wn	Numune uzunlukları ln (m)	ln x Wn	Cevher Zonu Ort. Tenörü $\sum (ln \times Wn) / \sum ln$ Wz
1	I		Wn ₁	ln ₁	ln ₁ x Wn ₁	Wz
			Wn ₂	ln ₂	ln ₂ x Wn ₂	
Wn _n	ln _n		ln _n x Wn _n			
				$\sum ln$	$\sum (ln \times Wn)$	
	II					

I, II cevher zonları; Wn₁, Wn₂, ... analiz sonuçları (tenör);

ln₁, ln₂ numune uzunlukları; Sz₁, Sz₂ ... cevher zonları rezerv alanları.

Cevher zonlarının ortalama tenörleri bulunduğundan sonra kesitlerin ortalama tenörü hesaplanır. Bunun için cevher zonlarının rezerv alanları ölçülür ve her kesitin tüm cevherli alanının ortalama tenörü

nörü aşağıdaki işlemle bulunur.

Cevher zonları ort. tenörü : Wz₁, Wz₂, ... Wz_n

Cevher zonları rezerv alanları : Sz₁, Sz₂, ... Sz_n
(Her rezerv kategorisi için ayrı ayrı)

Kesit ortalama tenörü :

$$\frac{Sz_1 \times Wz_1 + Sz_2 \times Wz_2 + \dots + Sz_n \times Wz_n}{Sz_1 + Sz_2 + \dots + Sz_n} = \sum (Sz \times Wz) / \sum Sz = Wk$$

Kullanılacak Tablo :

Kesit No	Cevher Zonu No	Cevher zonu Rezerv alanı Sz (m ²)	Cevher zonu Ort. Tenörü % Wz	Sz x Wz	Kesit Ort. Tenörü $\frac{\sum(Sz \times Wz)}{\sum Sz} = Wk$
1	I	Sz ₁	Wz ₁	Sz ₁ x Wz ₁	
	II	Sz ₂	Wz ₂	Sz ₂ x Wz ₂	
	N	Sz _n	Wz _n	Sz _n x Wz _n	
	$\sum Sz$		$\sum (Sz \times Wz)$		
2					

Kesitlerin rezerv alanları ve ortalama tenörleri bilindiğine göre toplam rezerv miktarı ve ortalama tenörü aşağıdaki işlemle hesaplanır.

Kesit rezerv alanları : Sk₁, Sk₂, ... Sk_n (m²)

Kesit ortalama tenörleri : Wk₁, Wk₂, Wk₃, ... Wk_n (%)

Kesit tesir mesafeleri : L₁, L₂, L₃ ... L_n (m) (Şekil 2)

Cevher özgül ağırlığı : d (gr/cm³)

Kesit rezerv miktarları :

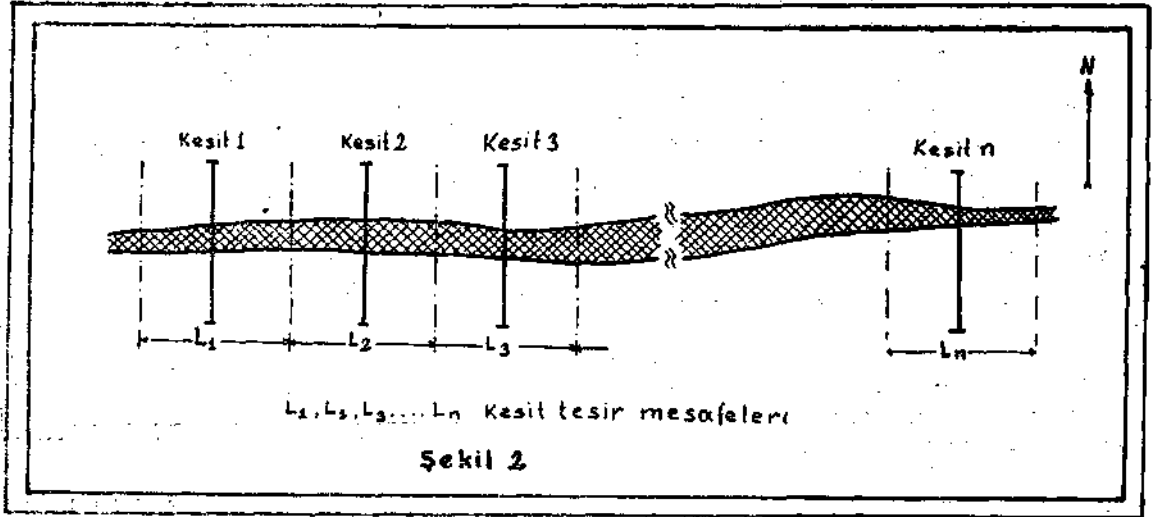
$$Sk_1 \times L_1 \times d = Rk_1, Sk_2 \times L_2 \times d = Rk_2 \dots$$

$$Sk_n \times L_n \times d = Rk_n \text{ (ton)}$$

Toplam rezerv miktarı ortalama tenörü :

$$Rk_1 \times Wk_1 + Rk_2 \times Wk_2 + \dots + Rk_n \times Wk_n /$$

$$Rk_1 + Rk_2 + \dots + Rk_n = \frac{\sum(Rk \times Wk)}{\sum Rk} = W$$



Kullanılacak Tablo

Kesit No.	Kesit Rezerv alanı S_k (m ²)	Kesit Ort. Tenörü W_k (%)	Kesit Tenör mesafesi L (m)	Cevher Özgü Ağırlığı d (gr/cm ³)	Kesit Rezerv Miktarı $S_k \times L \times d = R_k$ (ton)	$R_k \times W_k$	Toplam Rezerv Ort. Tenörü $\Sigma (R_k \times W_k) / \Sigma R_k = W$
1	S_{k_1}	W_{k_1}	L_1	d	$S_{k_1} \times L_1 \times d = R_{k_1}$	$R_{k_1} \times W_{k_1}$	
2	S_{k_2}	W_{k_2}	L_2	d	$S_{k_2} \times L_2 \times d = R_{k_2}$	$R_{k_2} \times W_{k_2}$	
3	S_{k_3}	W_{k_3}	L_3	d	$S_{k_3} \times L_3 \times d = R_{k_3}$	$R_{k_3} \times W_{k_3}$	
N	S_{k_n}	W_{k_n}	L_n	d	$S_{k_n} \times L_n \times d = R_{k_n}$	$R_{k_n} \times W_{k_n}$	
					$\Sigma (S_k \times L \times d) = \Sigma R_k$	$\Sigma (R_k \times W_k)$	

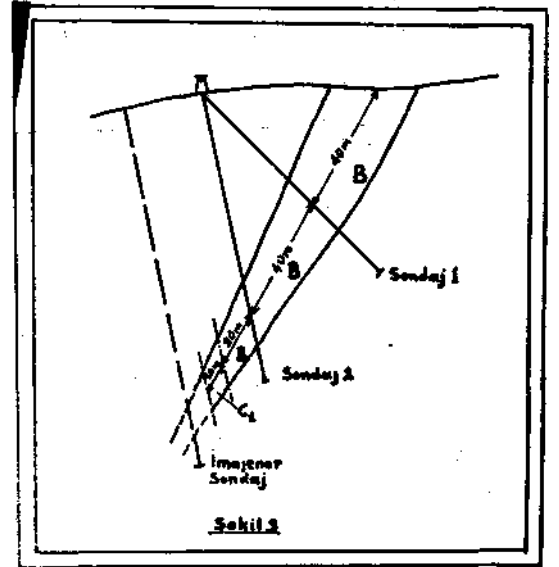
4.2. KESİT METODUNDA REZERV KATEGORİLERİNİ AYIRIM ESASLARI

Rezerv kategorilerinin ayrımı, her kategori için gerekli koşullar dikkate alınarak yapılır, öncelikle yatağın özelliğine göre hangi rezerv kategorisi için arama sıklığının ne kadar olması gerektiği tesbit edilmelidir, örneğin, düzensiz yataklarda görünür rezerv için doğrultu boyunca işletme imalatı sıklığı 25 - 100 m oranında olabilmektedir. Aramaların başlangıcında yatağın tesbit edilen özelliğine göre (tenör değişikliği, incelleme ve genişlemeler vb. özellikler) arama sıklığının 25 - 100 m arasında hangisinin olması gerektiği bulunur ve aramalar bu sıklığa göre devam ettirilir.

Arama sıklığı ve diğer koşulların uygunluklarına göre kesitler üzerinde rezerv kategorilerinin ayırımına gidilir. Bu işlem sırasında muhtemel ve belirtili mümkün rezervlerin derinliğine tesirlerinin tesbiti önemlidir, örneğin eğim boyunca 40 m aralıklarla sondajlı arama yapılan düzensiz bir yatakta muhtemel ve belirtili mümkün rezerv için tesir derinliği ne olmalıdır?

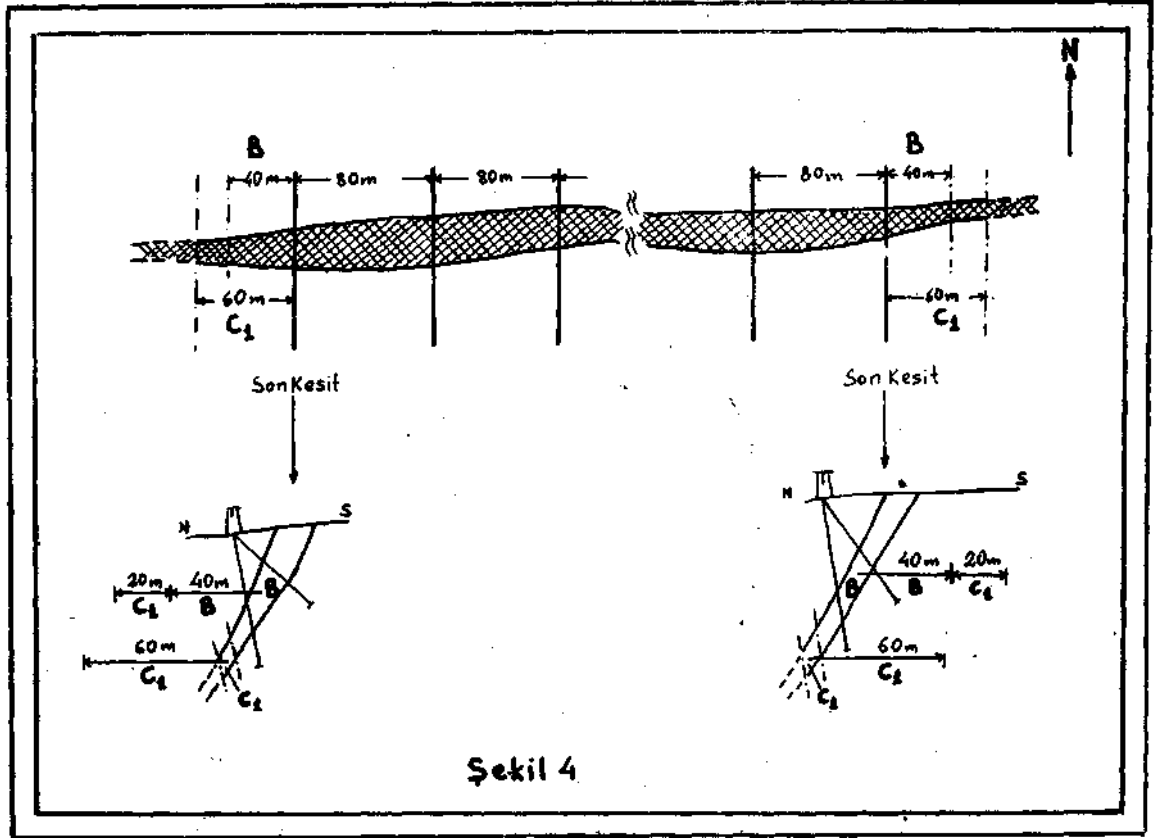
Şekil 3 de 1 ve 2 No. lu sondajlarla kesilen cevherleşme eğim boyunca arama sıklığı yönünden muhtemel rezerv (B) kategorisine alınmıştır. 2 No. lu sondajdan sonra B rezervi için alınacak derinlik, cevherin belirli aralıklarla (örneğin bu yatakta 40 m) tesbit edilmesi esasına göre bulunur.

2 No. lu sondajdan sonra cevherin 40 m daha derinliğini kontrol eden ve fakat cevherleşme tesbit edilemeyen bir sondajın (imajener) varlığı kabul



edilir. Bu durumda cevherleşme en fazla 40 m ve en az 20 m daha derinliğine devam etmektedir. Böylece muhtemel rezerv derinliği için arama sıklığının yarısı olan 20 m nin emniyetli olarak kabul edilebileceği anlaşılır. Belirtili mümkün rezerv içinde muhtemel rezerv derinliğinin yarısı (10 m) yine emniyetli olarak alınabilir.

Muhtemel ve belirtili mümkün rezervlerin doğrultu boyunca devam ettirilme esaslarında, yukarıda açıklanan düşünce tarzına göre bulunur, örneğin,



Şekil 4

doğrultu boyunca 80 m aralıklarla arama yapılmış bir yatakta muhtemel ve belirtili mümkün rezervler için tesir mesafeleri ne olmalıdır?

Şekil 4 de doğrultu boyunca 80 m aralıklarla arama yapılmış filon tipinde bir yatak görülmektedir. Her iki uçtaki son kesitte bulunan rezerv alanlarının tesir mesafeleri arama sıklığına bağlı olarak alınmalıdır. Son kesitten dışı doğru 80 m daha uzakta cevherleşme tesbit edilemeyen bir kesitin varlığı farz edilir. Bu durum da cevherleşme doğ-

rultu boyunca en fazla 80 m, en az 40 m daha devam etmektedir. Böylece muhtemel rezerv için 40 m ilk tesir mesafesinin emniyetle alınabileceği ortaya çıkar. Belirtili mümkün rezervin tesir mesafesi de $40\text{ m} + 20\text{ m} = 60\text{ m}$ olarak yine emniyetle kabul edilebilir.

Görünür rezervin tarifi icabı sınırları kesinlikle belirlidir. Bu nedenle görünür rezerv için gerek eğim boyunca tesir derinliği, gerekse doğrultu boyunca tesir mesafesi alınması söz konusu değildir.

REFERANSLAR

1. BLONDEL, F. and LASKY, S. G. : Minerals Reserves and Mineral Resources. Econ. Geol. 51, No. 7 (1956)
2. REF, H. : Untersuchung und zuverlässigkeit der Bewertung von Lagerstätten nutzbarer Rohstoffe und Ableitung einer erweiterten klassifikation der vorraete. Z. angew. Geol. 2, 4, S. 166 - 179 (1956)
3. ZESCHKE, G. : Prospektion und feldmaessige Beurteilung von Lagerstätten. Springer Verlag Wien S. 158-178 (1964)
4. Eine Klassifikation der Lagerstätten Vorraete, empfohlen von Lagerstätten Ausschuss der Gesellschaft Deutscher Metallhütten und Bergleute. Erzmetall 12, 2, (1959)

En Etkili Reklam Vasıtası
1800 ü Aşkın Maden Mühendisi ve Madenciye Hitap
Eden Madencilik Dergisidir.

ÜYELERİMİZE DUYURU

ODA AİDATLARINI ÖDEMİYEN ÜYELERİMİZİN SAYISI HER GEÇEN GÜN ARTMAKTADIR. AYRICA BAZI ÜYELERİMİZDE ADRES BİLDİRMEKLE AİDAT İŞİNİ ZORLAŞTIRMADIRLAR.

ÜYELERİMİZDEN AİDATLARINI EN KISA ZAMANDA VE MUNTAZAMAN ÖDEMELERİNİ RİCA EDERİZ. AKSİ HALDE KANUN VE TÜZÜK HÜKÜMLERİ UYARINCA HAREKET EDECEĞİMİZİ BİLDİRİRİZ.

**SAYGILARIMIZLA,
YÖNETİM KURULU**

Metal ve Maden Haberleri
Haftalık olarak maden
borsalarını izleyebileceğiniz tek dergidir.