

Açık Ocuk Geometrisi İçin Bazı Genel Formüller

(Some General Formulae For the Geometry of Open - Cast Mines)

H.J. STUCKE*

ÖZET

Bu yazıda, açık maden ocaklarının değerlendirilmesinde, açık ocak geometrisinin analizi için hangi formüllerin ve yaklaşımların yararlı olabileceklerine ilişkin öneriler getirilmektedir.

Enstantane (instantaneous) örtü kazı oranının hesaplanmasında «alanların oranı» kuralının uygulanması, ve çevre uzunluğunun fonksiyonu olarak alan ve hacim formülleri geliştirilmiştir.

Ayrıca, açık maden ocaklarında «Ekonomik Taban Seviyesi» nin belirlenmesi için bir yöntem anlatılmaktadır.

1. GİRİŞ

Bugün artık «bonanza tipi»** yeni cevher yatakları çok ender olup cevher yatakları genellikle şu iki gruptan birine girerler :

- Marjinal durumlar,
- Potansiyel olarak kârlı; fakat uzaklık, derinlik, karmaşıklık, vb. gibi nedenlerle çok fazla yatırım gerektiren cevher yatakları.

(*) Müessese Müdürü, Associated Mines (Malaya) SdD. Bdn.

(**) Yüksek tenörlü ve çok karlı cevher yatakları için kullanılan bir deyimdir. C.Jf.

Birinci *durumâa* kâr *marlmm* az olması, ikinci durumda ise yatırım tutarının çok fazla olması nedeniyle; her İki durumda da, yatırımdan önce ayrıntılı değerlendirme gerekmektedir.

Bu yazının amacına yönelik olarak, cevher yataklarının ayrıntılı değerlendirilme İşlemlerini üç aşamaya ayırmamız uygun olacaktır.

A) Cevher yatağının belirlenmesi : Fizibilite çalışmalarının birkaç aşamasını ve maden İşletmesinin ilk etüdlerini gerektirebilmesine karşın bu, temel olarak bir jeolojik işlemdir. Cevher yatağının ayrıntılı plan ve kesitlerinin ve cevherin çizelgelerle (bir başka deyişle, cevher yatağının konum ve değer olarak) anlatımı tamamlandıktan sonra, bu aşamanın sona erdiği kabul edilir.

B) Maden ekonomisi : Bu aşama, maden işletme yöntemlerinin araştırılmasını, cevher ve pasa hacimlerinin hesaplanmasını, işletme maliyetini, İşletme kârını, Ömrünü vb. içerir. Kısaca, konunun mail yönden değerlendirilmesi için gerekli rakam ve etmenlerin belirlenmesidir. Bir ya *da* daha fazla maden İşletme planının ve bunların herbirine ilişkin nakit akımlarının saptanması işlemlerinin tamamlanması İle, bu aşamanın sona erdiği kabul edilir.

C) Mall Değerlendirme : Bir Önceki aşamada (B aşaması) ortaya konan nakit akım. (Iarj inin yatırımcı tarafından değerlendirilme aşamasıdır. Bu aşamada finansman yöntemi, kredi olanakları, yerel katılımcılar, halkın katılımı, siyasal riskler, uzun dönemli enflasyonist etkenler v.b. gündeme gelecektir.

Bu üç aşama, üç uzmanın belirli işlevlerine karşılık gelmektedir :

Jeolog —A aşaması

Maden mühendisi — B aşaması

Mail ânalist — C aşaması

Değerlendirme işlemlerinin üç aşaması düz bir sırayı izlemek durumunda değildir. Başlangıçtaki arama döneminde elde edilen sınırlı verilerle bu üç aşama kabaca geçilebilir ve zamanla daha fazla veri elde edildikçe, bu üç aşamadaki İşlemler artan duyarlıklarda yinelenir. Aynı şekilde, üç aşamanın her biri asıl olarak, bu üç uzmandan biri tarafından yürütülmekle beraber, yine da iç içe geçen çalışma alanları vardır. Bu yazı B aşaması İçin geçerli olup, cevher yatağının bütünüyle tanımlanmış olduğu ve maden ekonomisinin ele alınması gerektiği varsayılmaktadır.

2. MADEN DEĞERLENDİRMESİNİN KİMİ TARTIŞMALI ÖZELLİKLERİNE BİR BAKIŞ

2.1. Cevher Tanımı

Bu yazıda «cevher», şimdi yâ da öngörülebilir bir gelecekte, kârlı olarak işletilme olasılığı bulunan, mineral taşıyıcı bütün malzemeleri anlatmak için kullanılmıştır. Cevheri, «kârlı olarak işletilebilen mineral taşıyıcı malzemeler» olarak tanımlamak, gerçekçi olmamaktadır. Çünkü, bu tanıma göre, bugün cevher olmayan yarın cevher olabilir; ya da bir kuruluş için cevher olan, söz gelimi daha yüksek İ.N.A. (indirgenmiş nakit akımı) dönüşü isteyen bir başka kuruluş için cevher olmayabilir; ya da yüzeyde cevher olan 400 ft («130 m) derinlikte cevher olmayabilir. Önceki tanım, genelde kullanılan tanıma uymaktadır; fakat yine

de bu, cevherlerin kârlı ya da kârlı olmayan rezervler ayırımında kullanılan tek tanım değildir.

2.2. Cevher Yatağının Betimlenmesi (Tasviri)

Geniş kullanımı ve dik sondajların uygunluğu nedeniyle, yüzeydeki ya da yüzeye yakın cevher yatağının genel olarak düşey kesitlerle betimlendiği bilinirken; bunun yanında açık ocak değerlendirilmesinde düşey kesitlerden, cevher yatağının plan görünüşü ya da yatay kesitlerinin çizilmesinin de önemli olduğu düşünülmektedir.

2.3. Değerlendirmenin aşamaları

Değerlendirmenin üç aşamasını birbirinden ayıran sınırlar bozan belirsizleşmektedir. Fakat ayırım girişiminin avantajı, her bir aşama sonuçlarının —ki bunlar bir sonraki aşamanın verilerini oluşturmaktadır— net olarak belirlenmesidir. Böylece tüm değerlendirme her bir işlemi, her zaman el altında olur; ve bunların görece güvenilirliği ve birinin diğeri üzerindeki etkisi, gözden kaçırılmamış olur.

Koşullar, bu ayırımın, mantıksal görünümünden biraz daha fazla olmasını sağlasa bile değerlendirmede, yetersiz verilerle eskimiş tekniklerin kullanımı ve mali değerlendirme belirli bir ölçütüne sıkı sıkıya bağlı kalma gibi yaygın hatalardan ikisine düşmekten kaçınmada yardımcı olur.

2.4. Bilgisayarlar

Ne girdi verilerini ve ne de bilgisayarda gerçekleştirilen matematiksel işlemleri anlamayanlarca, bilgisayar sonuçlarının, yorumsuz olarak kabul edilmesi, bilgisayar çağının bir tehlikesidir. Bilgisayar sonuçlarını kullananların bir çoğu bu gruptadır; ve bu durum İletişimde tehlikeli bir boşluk oluşturmaktadır.

Bu durum, değerlendirme işlemlerinin aşamalarına ayrılmasına ve B aşaması hesaplamaları için basit yaklaşımlar bulunması gereğine bir neden oluşturmaktadır.

Bu söylenenler, bilgisayar kullanımına karşı bir görüş olmayıp, üç aşamadan herhangi birinde aşağıdaki koşullarda bilgisayar kullanılması için bir yorumdur :

(a) istenilen yanıt için, gerekli olan girdi verilerinin yeteri kadar arıtıldığı zaman;

(b) bilgisayarda gerçekleştirilecek matematiksel işlemlerin iyice tanımlandığı zaman;

ayrıca, 3 aşamadan ikisi ya da tamamı birleşik ise, girdi verilerin görece güvenilirliğini sağlamak amacıyla gerekli hazırlık çalışmalarının yapıldığı zaman.

2.5. Örtü Kazı

Açık maden ocağının oluşturulmasında, mümkün olan her yerde, «iki aşama» sistemi kullanılması önerilir. Bu sistemde, kesin nihai şev açısından (açılardan) bağımsız olarak, açık ocağın yüzeydeki nihai sınırları, önce, yaklaşık olarak hesaplanır. Cevher kazısı başladığında, örtü tabakasının kazılması, yüzeydeki bu sınırlara doğru ilerler; Ve nihai güvenli açının altında olduğu bilinen ve kullanılan ekipmanın büyüklüğüne ve tipine kolaylıkla uyarlanan bir açılı ile, ocağın şevleri oluşturulur. Daha sonraları, ocağın ömrü boyunca, nihai şev açılı bilindiğinde, ocağın şevleri bu açılıya kadar dikleştirilir.

Bu sistemin avantajları şunlardır :

(a) Uygun inceleme, ve deneylerin yapılabilmesinden Önce girişilecek şev açılarının öngörülmesi çabalarının, çıkmaza saptanmasını önler. Bu deney ve incelemeler aylar ve hatta yıllar alabilir.

(b) Madenin ilk birkaç yılında bosit ve güvenli madencilik olanağı sağlar.

(c) Ocağın, nihai şev açısı ile durmak zorunda kalacağı süreyi azaltır. Şevlerin kayması, bir oranda zamana bağımlı olduğu için, bu bir avanta! olabilmektedir.

Bu işletme politikasının çoğu durumda uygulanmadığı kabul edilmektedir; fakat, mümkün olan her yerde kullanılması yine de önerilir.

3. YAKLAŞIMLARIN ÖNEMİ

'B' aşamasının başlangıcında, verilenler yalnız cevher yatağının plan ve kesitleri, ve ilgili çizelgeler olduğundan, maden mühendisi, büyük olasılıkla yanıt veremeyeceği en azından iki soruyla karşı karşıyadır ;

(a) Ocağı hangi derinliğe kadar oluşturacaktır?

(b) Ocağın şevleri için güvenli açılar ne olacaktır?

Bir ocağın hacim hesaplan gelirleri; maliyeti vb. de içerecek şekilde hazırlanması, oduka fazla adam • gün çalışması gerektirebilmektedir.' Bu tür çalışmalarda* uygun gibi görülen ocak sayısı da fazla olmakta ve bunlardan denenen her bir ocak, eşdeğer miktarda iş gerektirmesidir. Bu işin bir tehlikesi vardır; bu da maden mühendisinin — en iyisi olmayacak— bir seri sonuç üretip ve sonra bunu C aşamasına aktarabilmesidir.

İlk başta yapılan belirli yaklaşımlar ve kaba değerlendirmeler, sonradan daha duyarlı çalışmalar için, en uygun seçenekleri ayıklamada son derece yararlı olabilmektedirler.

«B» aşamasındaki hesaplamalar, madenin işletilmesi sırasında daha fazla veri elde edildikçe, programların ve İleriye dönük tahminlerin revizyonunda gerekebilmektedir. Bu yazının amacı, ayrıntılı çizimlere en az yer vererek, B aşamasındaki kimi temel kavramlar için formüller ve yaklaşımlar sağlamaktır. Söz konusu kavramlar şunlardır :

(a) Enstantane örtü kazı oranı (R),

(b) Ocağın yüzeydeki nihai ekonomik uzanımı,

(c) Ekonomik taban seviyesi,

(d) Toplam pasa hacmi

4. EKONOMİK ÖRTÜ KAZI ORANININ HESAPLANMASI

R_E (Ekonomik örtü kazı oranı), kazanılabilen cevherin değeri ve/veya çeşitli maliyet etmenlerinin fonksiyonudur.

Bütün bu etmenler, genellikle, bir açık ocağın ilk planlama evresinde, uygun bir doğruluk derecesiyle hesaplanabilmektedir.^{v2}

Bu nedenle, biz R 'yi verilen bir cevher bloku için biliniyor olarak kabul edeceğiz. Ocak geometrisinin hesaplanmasında yaşamsal öneme sahip olmasına karşın, R_B 'nin kendisinin, ocak geometrisinin bir fonksiyonu olmadığını hatırlamak önemlidir.

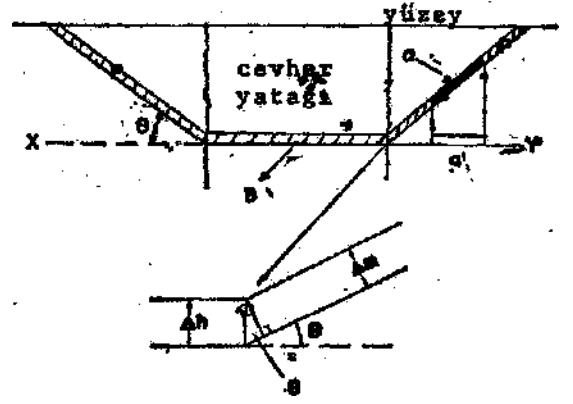
5. ENSTANTANE ÖRTÜ KAZI ORANININ HESAPLANMASI

5.1. Genel

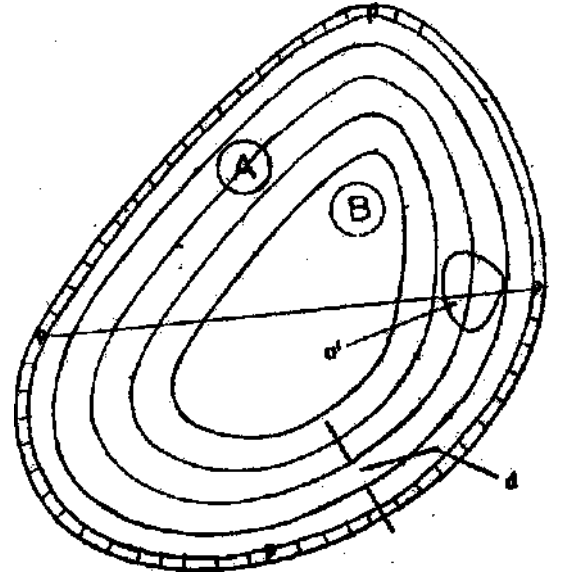
Enstantane örtü kazı oranı, R , bütünüyle ocak geometrisinin bir fonksiyonudur. Oldukça küçük iki hacim (incremental volume) arasındaki oran olması nedeniyle, hesaplanması can sıkıcı olabilmektedir. R 'nin hesaplanması için «alanların oranı» kuralı kaynak 1, 2 ve 3'de anlatılmıştır. Bu kural, zamandan büyük oranda tasarruf sağlayabilmektedir; ve bu nedenle, uygulanmasını ve uygulanmasını kısıtlayan etmenleri genel olarak incelemede yarar vardır.

5.2. Kanıtlama

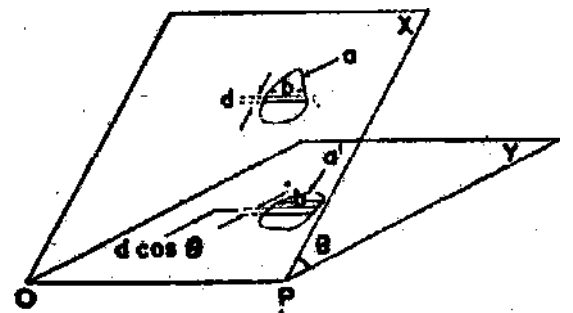
Şekil 1 ve 2 bir açık ocağın plan ve kesit görünüşüdür. Burada Enstantane örtü kazı oranı, ince pasa dilim hacmi P 'nin, ince cevher dilim hacmi B 'ye oranıdır.



Şekil 1. Bir açık ocağın Mr kesiti simgeleyen diyagram.



Şekil 2. Bir açık ocağın planını simgeleyen diyagram.



Şekil 3. «Alanların Oranı» kuralının türetilmesi.

Şekil 3, birbiriyle s acısıyla kesişen X ve Y düzlemlerini göstermektedir.

a, X düzleminin bir elementidir, a'nın, OP kesişme doğrusuna paralel ince dilimlere bölündüğünü varsayalım, b ve a, X düzlemindeki bu dilimlerden birinin boyu ve eni ise, bunların Y düzlemindeki izdüşümleri b ve $b \cos \theta$ 'dur. Bunun izdüşüm alanı ise $b d \cos \theta$ olur.

a elementinin izdüşüm alanı da $S = b d \cos \theta = \cos \theta \times b d = a \cos \theta$ olacaktır; ve buna a' diyelim ($a' = a \cos \theta$).

Şimdi de a' elementinin. Şekil 1'deki ince pasa dilimi P'nin -bir parçası olduğunu varsayalım. Bunun hacmi a Am'dir. Burada, Am dilim kalınlığıdır.

Öte yandan, cevher diliminin kalınlığı Ah olarak kabul edilirse; $A_m = A h \cos \theta$ olacaktır. Bu nedenle, pasa elementinin hacmi $= a A h \cos \theta = a \cos \theta A h = a' A h$ olarak bulunur.

Burada a', daha Önce belirtildiği gibi, elementin izdüşüm alanıdır. Bütün pasa diliminin hacmi ise

$$= 2 a' A h = A h^2 a' = A h \cdot A \text{ olur.}$$

Burada A, Şekil 2'de gösterildiği gibi, pasa dilimi P'nin izdüşüm plan alanıdır; öyleyse :

$$\begin{array}{l} \text{pasa diliminin hacmi} \quad A h \cdot A \quad A \\ \text{cevher diliminin hacmi} \quad A h \cdot B \quad B \\ \text{olacaktır.} \end{array}$$

Burada B, cevher dilimi B'nin izdüşüm plan alanını ifade eder.

Bu yüzden, Şekil 1 ve 2'de gösterilen cevher yatağı için R, kazılacak pasa (örtü) ile cevherin plan alanlarının oranına eşittir. Bu ilişki, basitlik ve hesaplamada kolaylık gibi Önemli özelliklere sahiptir. Çünkü küçük dilim hacimlerinin hesaplanması korunç derecede can sıkıcı olabilirken, alanlar kolaylıkla bulunmaktadır.

5.3. Uyarlanması vs Sınırlayan Etmenler

Yukarıda anlatılan genel kanıtlama, $A_m = A h \cos \theta$ eşitliğini gerektirmektedir; ve bu da yalnız, cevher yatağının kenarlarının dik olması durumunda geçerlidir.

Fakat yine de, yaklaşık olarak sabit plan alanı veren, dalımlı cevher yataktan için de — Örneğin, düzgün olmayan ve eğimli olsalar bile, cevher yatağının kenarlarının yaklaşık olarak paralel olması durumunda — formülün geçerli olduğu kolaylıkla gösterilebilir.

Eğer cevher yatağının plan alanı, derinliğe bağlı olarak düzenli bir artış ya da eksiliş gösteriyorsa —örneğin, cevher yatağının kenarları paralel değilse— bu durumda, aşağıdaki düzeltmenin yapılmasıyla formül kullanılabilir :

$$R = R' (1 - k) \quad (1)$$

Burada :

R = Gerçek enstantane örtü kazı oranı,
R' = Görünen enstantane örtü kazı oranı («alanların oranı» kuralından bulunur.)

k = düzeltme faktörü.

k'ye örnekler :

(a) cevher yatağının eksenini dik, kenarları derinliğe bağlı olarak simetrik biçimde birbirine yaklaşıyorsa :

$$k = \frac{\cot \alpha}{\cot \theta} \quad (2)$$

Burada :

a = cevher yatağının kenarlarının eğimi
 θ = ocağın şev açısı

(b) Eğimli, uzanımı fazla, derinleştikçe daralan bir cevher yatağı ise :

$$k = \frac{\cot \alpha - \cot \theta}{2 \cot \theta} \quad (3)$$

Burada, a ve θ taban ve tavan taşları kontaklarının eğimi ve θ ocağın şev açısıdır.

Bu gibi durumlarda R'nin 6'dan bağımsız olmadığını, fakat «alanların oranı» kuralının aşağıdaki koşullarda halen kullanılabilirliğini vurgulamak gerekir :

(I) Eğer 9 biliniyorsa, bir düzeltme faktörü ile,

{II} Eğer (a)'daki durumda a büyük ise (kenarlar dike çok yakın- ise) ya da (b)deki durumda a = p ise (kenarlar paralele çok yakın ise) bir yaklaşım olarak, düzeltme faktörü olmaksızın,

(ili) Eğer 0 kabul edilebilir bir dar aralık içinde biliniyorsa, bir yaklaşım olarak, bir düzeltme faktörü ile.

Bu ilişkilerin kullanılabilmesi için, ocağın şev açıları sabit olmak zorunda değildir; ocak derinleştikçe şev açıları değişebilir, ya da ocağın bir kenarından diğer kenarına değişiklik gösterebilir. Yukarıda anlatılan sınırlamalar içerisinde, şevlerin değişiklik göstermesine karşın, bu ilişki iyi sonuçlar verecektir.

5.4. tartışma

Gerektiğinde bir düzeltme faktörü eklenmesiyle, «alanların oranı» kuralı çok çeşitli cevher yatakları için uygulanabilir. Yukarıdaki önerilerin her durum için geçerli olduğu söylenemez; fakat yine de, şekilleri çok basit olanlar dışında, bütün cevher yatakları için aşağıdaki yaklaşımlar önerilir:

- r— Cevher yatağına yaklaşık olarak uyan bir geometrik şekil seç
- Belirli bir h derinliğine kadar olan cevher ve paşa hacimlerini, matematiksel olarak ifade et;
- Bu ifadelerin h'ye göre differansiyeli al;
- Birini diğerine bölerek, R_{yf} ifade eden bir eşitlik bul;
- Aynı yöntemle, plan alanları ifadelerinden R''nü ifade eden bir eşitlik çıkar.

— R ve R''nü karşılaştır ve gerekli ise, bir düzeltme faktörü bul.

Türetilen ifadeler, çoğu durumda, yukarıda verilenlere uyacaktır. Fakat ne de olsa,

R'nin R' cinsinden ifadesini elde etmekle kazanılacak avantajlar, bir ifade için harcanacak çabaya ve biraz da zamana fazlasıyla değerlidir.

e. EKONOMİK YÜZEY ALANININ HESABI

6.1. Boyut

Şekil 1 ve 2'ye yeniden başvuralım ve yapılacak kazının toplam plan alanının C olduğunu varsayalım.

Bu durumda :

$$\begin{array}{r} C = A + B \\ - \quad A \quad C - B \\ \quad B \sim B \end{array}$$

$C = a B (R + 1)$ olacaktır.

C'nin maksimum ekonomik değeri, bu ifadede $R = R_E$ konarak bulunur.

$$C_B = B (R_B + 1) \quad \{4\}$$

Yalnız cevher planlarını ve R_E değeri(ler)ini kullanarak (4) nolu formül ile, belirli bir cevher alanı için ekonomik olabilecek ocağın maksimum yüzey alanını hesaplamak olasıdır. Sabit kesitler veren bir cevher yatağı için bu formül, şev açısından bağımsız olarak, ocağın nihai yüzey alanını verecektir.*

Eğer, cevher yatağının şekli düzenli değil ise; B, derinlik ile değişecektir. Fakat yine de, söz konusu derinlik aralığı içerisinde, B için cevher yatağının ortalama bir plan alanını kabul ederek, akla uygun bir tahmin genellikle yapılabilir.

Daha sonra belirli bir duyarlılıkta, bilinen RE ve B'nin yardımı ile, madenin İlk planlama evresinde bile, ocağın nihai yüzey alanı (C_E) hesaplanabilir.

6.2. Konum

Dik bir cevher yatağında, alanın bilinmesinden sonra yüzey sınırının konumu sabit tutulur.

Eğimli bir cevher yatağında, kınının konumu, derinlikle ilişkili ve şev acısının fonksiyonu olduğundan, derinliğe bağlı olarak değişir. Hesaplar bu yüzden, dik cevherde olduğu kadar keşin değildir; fakat yine de önemlidir. Şev açısı için olası görünen aralığın en üst ve en alt sınırlarını seçerek, Cs'nin her iki alanı için de iki ayrı sınırı çizilebilir; ve başlangıçtaki işletme sınırı, bu ikisinin bileşimj olur.

6.3. Bu Bilgilerin Önemi

- Nihai şev açısı kesin olarak bilinmezden önce, tesisleri çok uzaklara yerleştirme ve böylece taşıma maliyetinin artmasına neden olma, ya da diğer yandan, kinli tesisleri çok yakına yerleştirerek sonradan bunları yeniden taşıma maliyeti ile karşı karşıya gelme korkusu olmadan yüzey yerleşiminin planlanması olanağını sağlar.
- Üretim öncesindeki örtü kazının planlanması için, çok sayıda veri sağlar; ve normal olarak örtü kütlelerinin bulunduğu en üst basamaklarda, önceden belirlenmiş sınırlara kadar güvenli olarak ilerlenebileceği bilineceğinden, örtü kazının başlamasına yeşil ışık yakar. Bu bilgi, pasa kazısının iki ya da daha fazla dönemde yapıldığı durumlarda, özel bir önem kazanır (yukarıda örtü kazı başlığı altında tartışıldı).

(*) Türkçe'de karşılığı olmayan «re-entrant angle» ve «re-entrant curvesdeyimlerinin karşılığı olarak «ikincil aç» ve «ikincil eğri» deyimleri kullanılmıştır. Bu deyimlerin anlamı metin içerisinde anlatılmış ve Şekil 4'te gösterilmiştir. ÇN.

c) Çok büyük cevher yataklarında, üst kotlardaki bir basamakta, yantaşa gereğinden fazla ilerlemekle söz konusu olacak para kaybı, korkunç rakamlara ulaşacaktır; tersine, nihai sınır tahmininde fazla tutucu olmak da, toplam örtü kazı işinde oldukça eksik tahminde bulunulmuş olmakla sonuçlanacaktır.

d) (4) nolu eşitlik, bir açık ocağın ekonomik taban seviyesinin belirlenmesinde de önem kazanmaktadır (Bu konu ileride anlatılacaktır.)

7. PLAN ALANLARININ HESAPLANMASI

7.1. Giriş

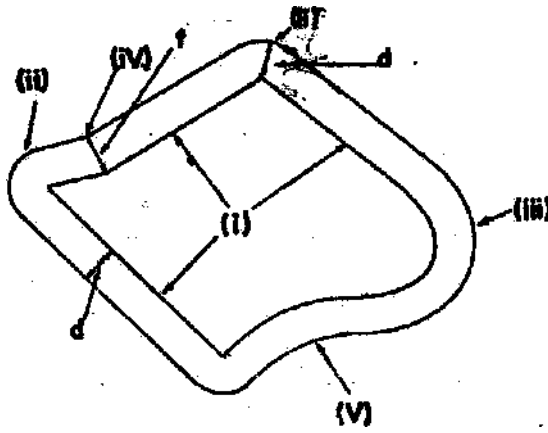
Bir ocağın plan alanı, ocak tabanının büyüklük ve şeklinin; genel şev açısının; ve derinliğinin bir fonksiyonudur.

Şekli 2, bir açık ocağı plan olarak göstermektedir. Şekildeki çizgiler, birbirinden sabit uzaklıkta bulunan çeşitli basamaktan belirtmektedir.

Her basamağın nihai sınırının şekil ve konumu, hemen altındaki basamağın —gelecekteki— nihai konumu tarafından belirlenir. Bu nedenle biz, en üstten aşağı doğru kazmamıza karşın, ocağı, tabandan yukarı doğru tasarlarız.

Eğer, tamamlanmış basamaklar arasındaki uzaklık d ise, her bir basamağı Öyle yerleştiririz ki; kendisi ile kendisinin altındaki basamağın nihai konumu arasındaki —normal ya da radyal olarak ölçülen— uzaklık, hiç bir zaman d 'den küçük olamaz. Altındaki basamağın ikincil bir açı yada eğri (re-entrant angle or re-entrant curve)* oluşturmaması koşuluyla —örneğin her zaman dışbükey kalması koşuluyla— bir üstündeki basamağı tam tamına d uzaklığında yerleştirebiliriz.

Bu durum Şekil 4'de gösterilmiştir. Bu şekilde aşağıdaki özellikler görülebilir :

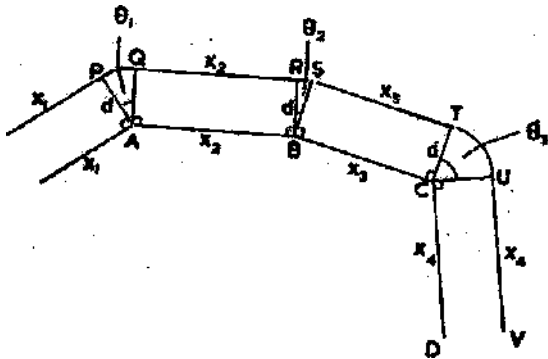


Şekil 4. İdealize edilmiş basamak tasarımını gösteren diyagram.

(i) İçteki basamağın çevresi düz çizgi ise, dıştaki basamağın çevresi (sınırı) de düz çizgidir.

(ii) İlk düz çizgi parçasının ikincil bir açı oluşturmaksızın kesiştiği yerlerde, dıştaki basamak, iki düz çizginin kesişme noktasını merkez kabul eden ve yarıçapı «d» olan bir çemberin yayı görünümünü alır.

(iii) İçteki çevrenin dışbükey bir eğri olduğu yerlerde, dıştaki çevre içtekinin paralel bir eğri görünümünü alır; bu eğrinin herhangi bir noktası, içteki eğri ile aynı merkeze sahip olur; fakat yarıçapı, içteki eğrininkinden «d» kadar fazla olur.



Şekil 5. İçteki çevrenin dokuz parçalarından oluştuğunda çevresel alan formülünün türetilmesi.

(iv) İçteki çevrede, iki düz çizgi parçasının, ikincil bir açı oluşturduğu yerlerde içteki ve dıştaki iki kesişme noktası arasındaki uzaklık d'den büyük olur ($f > d$).

(v) İçteki çevrede ikincil bir eğri parçasının (re-entrant curved section) olduğu yerlerde, dıştaki çevrenin yayının yarıçapı, içteki çevreninkinden daha küçük olur.

7.2. İçteki Çevrenin Düz Doğrulardan Oluştugu Yerler

Şekil S'de içteki çevrenin, uzunluktan $X_1, X_2, X_3, X_4, \dots$ olan m kenarlı ABCD... poligonu olduğunu ve ikincil bir açı oluşturmadığını varsayalım. Eğer PQRSTUV..., ABCD.../den «d» kadar uzaklıktaki dış çevre ise, iki çevre arasındaki «cb» alanı aşağıdaki gibi tanımlanabilir :

$$b = dx_1 + dx_2 + dx_3 + \dots - d \sum_{i=1}^m \theta_i - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \theta_i^2$$

$$(PQ + \frac{1}{2} \theta_1 + \dots + cPfe + \dots - H - tPe)$$

Burada, $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_m$; şekilde gösterilen artık dış açılardır.

Bu durumda :

$$b = Sdx + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \theta_i^2$$

$$= dSx + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \theta_i^2 \text{ olur.}$$

Fakat; $\theta =$ poligonun dış açısı — n olduğundan

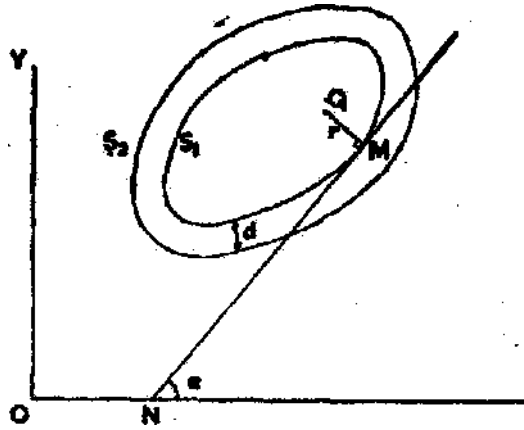
$$2\pi = \text{dış açılar toplamı} - m\pi$$

$$= 2\pi - m\pi$$

aynı şekilde, $Sx = p$ (içteki çevrenin uzunluğu) olduğundan

$$b = dp + \frac{1}{2} d \sum_{i=1}^m \theta_i^2$$

$$= d (p + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \theta_i^2) \quad (6)$$



Şekil 6. İçteki çevrenin eğrilerden oluştuğu durumda «evresel alan f ormnianOn turetilmesl.

7.3. içteki Çevrenin Eğrilerden Oluştugu Durumlar

Şekil 6'da, ikincil bir oluşumu bulunmayan, «d» kadar uzağında, dıştaki kapalı çevre ile kuşatılmış bulunan kapalı bir çevre gösterilmiştir. MN, m noktasındaki teğet; OX ve OY referans eksenleri; Q, m noktasındaki yayın merkezi; r, m noktasındaki yayın yarıçapı; ve e, teğet ile OX eksenini arasındaki açıdır.

Tanım gereği; $r = \frac{AS}{Ae}$ (burada, s yayın

uzunluğunu ifade eder) ve

$$S = J' r Ae \quad \text{dir.}$$

Eğer, p (içteki çevre) = S_1

ve $S_a =$ dıştaki çevre ise :

$$S_1 = J r Ae \quad \text{ve}$$

$$S_a = J' (r + d) Ae \quad \text{olur.}$$

Buradan,

$$S_3 = S r Ae - f S d Ae = S t + d J^* Ae \quad \text{bulunur.}$$

Bunun, bütün içteki çevre için entegralini alırsak;

$$S_2 = S_1 + d \int_0^{2\pi} J^* Ae = S_1 + 2 e f od \quad \text{olur.}$$

İki çevre arasındaki alan = b

$$b = \text{ortalama çevre} \times d$$

$$\begin{aligned} & \frac{S_1 + S_a}{2} d \\ & \frac{S_1 + S_1 + 2 - rtd}{2} d \\ & = d (S_1 + Ttd) \\ & = d (p + i\çd) \end{aligned} \quad (5)$$

7.4. Hem Eğri ve Hem de Doğru İçeren Çevreler

Yukarıdaki her iki durumda da, $b = \text{ortalama çevre} \times d = (p + rcd) d$ 'dir. ve İkincil oluşumlar içermeyen herhangi bir kapalı şekil, ister düz doğrulardan, isterse eğri bölümlerden ya da her ikisinin karışımından oluşsun, bu ilişkinin geçerli olduğu kolaylıkla görülebilir, r'nin sonsuz olduğu durumlar (düz bölümleri), olağan dışı (ekstrem) durumlardır.

7.5. İkincil Oluşumlar

Bu bölümün girişinde (iv) ve (v) notu paragraflarda, plan alanlarının hesaplamalarında belirtildiği gibi, ikincil oluşumlar (re-entrants), (5) nolu eşitliğin çıkarılmasına temel olan verilere uymazlar; şöyle ki, dıştaki çevre, içtekenden «d» kadar uzakta olmalı ve yayının yarıçapı, içteki çevreninkinden «d» kadar fazla olmalıdır. Sonuç olarak, (5) nolu eşitliğin, ikincil oluşumların var olduğu yerlerde uygulanması beklenemez; ve şekil 4'de (iv) nolu durum, $f > d$ olduğundan, bunu açıkça göstermektedir. Bir açık ocağın ikincil oluşumlar içeren bir bölümündeki şevlerin, tasarım şevlerinden daha yatık olması, bunun uygulamadaki gösterimidir.

7.6. özet

Eğer, yukarıdaki hesaplamalarda anılan içteki çevreler, herhangi bir açık ocağın N basamağını gösteriyorsa — bu çevrede ikincil oluşumların bulunmaması koşuluyla — aşağıdaki formüller uygulanabilir.

$$b = a \cdot d \cdot (p + T \cdot \cos \alpha) \quad (5)$$

$$A = D \cdot (p + i \cdot r \cdot D) \quad (6)$$

$$C = B + D \cdot (p + i \cdot t \cdot D) \quad (7)$$

$$R = \frac{A}{B} = \frac{D \cdot (p + i \cdot u \cdot D)}{B} \quad (7)$$

Burada ;

$b = N$ seviyesindeki cevherin üstünü açmak için $(N - 1)$ seviyesinde yapılması gerekli en az örtü kazı alanı.

$d =$ Birbirini izleyen seviyelerdeki nihai pasa aynaları arasındaki yatay uzaklık.

p es N seviyesindeki cevherin çevre uzunluğu.

$A = N$ seviyesindeki cevherin üstünü açmak için kazılması gerekli toplam paşanın plan alanı.

$D = N$ seviyesindeki cevherin çevresi ile, ocağın yüzeydeki dış çevresi arasındaki yatay uzaklık.

$C =$ Ocağın yüzeydeki minimum toplam alanı.

$B = N$ seviyesindeki cevherin alanı.

$R = N$ seviyesindeki cevher için enstantane örtü kazı oranı.

$H = N$ seviyesindeki cevherin yüzeyden derinliği. -

$O =$ Ocağın şev açısı.

$n =$ Yüzeyden, N . seviyesine kadar olan basamak sayısı.

Bu formüller, bu bölümün girişinde anlatıldığı gibi, seviyelerin tasarlanmasındaki örtü (pasa) kazı alanlarının en az olmasını konu edinirler. Bu gereken miktarlara ek olarak fazladan pasa kaldırıldığında (örneğin, düz basamaklar ve acılı köşelerin maliyetinin, ek pasa kazı maliyetinden fazla olduğu zamanlarda), bu formüller tam doğru olmayacaklardır; fa-

kat yine de, yararlı yaklaşımlar olabileceklerdir. Bu gibi durumlarda, eşdeğer doğruluktaki düzeltilmiş formüllerin geliştirilmesi de olasıdır.

Şev açısı 6 ve ayna aralığı d 'nin. ocak boyunca sabit olmadığı durumlarda, formüllerin geçerliliğinin sınanması gerekmektedir. O derinlikle değişebilir (örneğin, değişik katmanlarda değişik şev açısı olabilir); bu gibi durumda formül geçerlidir ve D . aşağıdaki eşitliklerden bulunabilir :

$$D = H_1 \cot \alpha_1 + H_2 \cot \alpha_2 + H_3 \cot \alpha_3 \dots$$

$$D = n \cdot d + h_a \cdot d_2 + h_s \cdot d_3 \dots$$

Burada; H_1, H_2, \dots vb. katmanların dik yüksekliği ya da kalınlığıdır; $\alpha_1, \alpha_2, \dots$ vb. ocağın ilgili katmanlarındaki şev açılarıdır; d_i ve n_x , çeşitli katmanlardaki basamak aralığı ve basamak sayısıdır.

8 , aynı düzlemde, ocağın bir bölümünden diğer bir bölümüne değişebilmektedir. Bu durumda, formüller tam doğru olmayacaktır; fakat, eğer $\cot \alpha$ 'yı değişik şev açılarının ağırlıklı ortalamaları olarak alırsak, doğruya yakın yaklaşımlar bulunacaktır. Örneğin;

$$\cot \alpha = \frac{S \cdot \cot \alpha}{Z \cdot q}$$

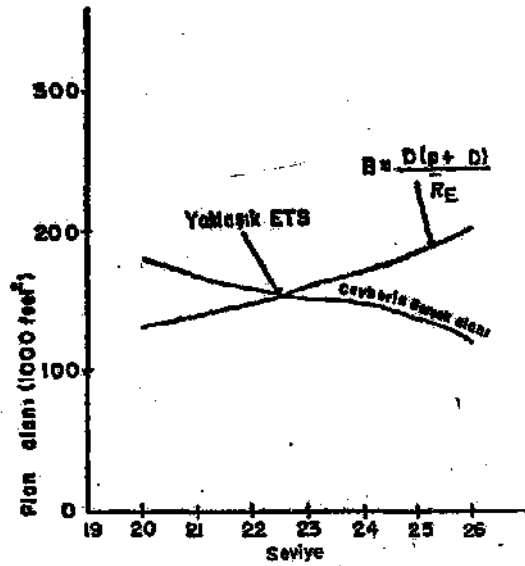
Burada; 6 , şev açılarından birisidir; ve q ise, daha önce belirtildiği gibi, N seviyesinde ölçülen, O 'nın geçerli olduğu çevrenin uzunluğudur.

$$l \cdot q = p \quad (N \text{ seviyesindeki çevrenin uzunluğu})$$

B ve p , cevher rezervi planlarından (yatay kesitlerden Ç.N.) ölçülebilir ve yukarıdaki sınırlamalarla karşı karşıyadır; (6) nolu formülde d ve O 'nın seçilen herhangi bir değeri için, herhangi bir cevherin işletilebilmesinde gerekli nihai ocak alanının hesaplanmasına olanak tanır. Aynı veriler kullanılarak, (7) nolu formül yardımıyla, herhangi bir basamaktaki enstantane örtü kazı oranı hesaplanabilir.

Belirli koşullarda (örneğin» cevher yatağının kenarları dik ve yüzey yatay ise), (4) ve (6) nolu eşitliklerin bileşimi —bir alan ve bir çevre ölçülmesinin dışında herhangi bir ayrıntılı çizim yapmaksızın— bir açık ocak tasarımı için komple bir çözüm verebilir.

(6) notu formül, ayrıca, madenin ekonomik taban seviyesinin belirlenmesinde de kullanılır.



Şekil 7. Ekonomik taban seviyesinin grafiksel olarak belirlenmesi.

8. EKONOMİK TABAN SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ

Ekonomik taban seviyesi, ya da ETS burada, pasa kazı işleminin en ait seviyesini belirtmek için kullanılmıştır; genellikle, bu seviyenin altında «taban eşinmesi», (plg - rooting) ile ek cevher kazanılabilir.

(4) ve (6) nolu formüller, ekonomik-taban seviyesinin belirlenmesini sağlarlar. Ekonomik taban seviyesi için, (4) nolu formüldeki C_E ile (6) nolu formüldeki C_Y eşitlersek :

$$B(R_b + 1) = B + D(p + tD)$$

ya da.

$$B = \frac{D(p + tD)}{RE} \quad (8)$$

ETS'nin belirlenmesinde çizelge ya da grafik yöntemleri uygulanabilmektedir. Aşağıdaki paragraflarda, konuyla ilgili kimi örnekler verilmektedir

Çizelge I'de, bir açık maden ocağındaki çeşitli cevher yatakları için, ilk yaklaşımlar gösterilmektedir. Dördüncü kolonda maksimum ocak alanı $4C_E$), çeşitli seviye* iere göre (4) nolu formülden hesaplanmıştır. Beşinci kolonda da, çeşitli seviyeleri işletebilmek için gerekli ocak alanları gösterilmiştir. (6) notu formülün geliştirilmesinden Önceki zamanlarda, her seviyedeki cevher çevresine (sınırına) $D = Cote$ kadar uzaklıkta ocak yüzey çevresi çizilir; ve kapladığı alan, planimetre ile ölçülürdü. Daha sonraları, gelecekteki herhangi bir denemede kullanmak üzere, çeşitli seviye ve şev açısının değişik kombinasyonlarının çok sayıda yinelenmesi gibi zaman alan böylesine basit bir işlemden kurtulmak için, (6) nolu formül özellikle geliştirilmiştir. Beşinci kolondaki rakamın, dördüncü kolondaki rakamdan küçük olduğu seviyeler ekonomik, tersi durumda ise ekonomik değil demektir ETS, İki rakamın eşit olduğu seviyedir. Şekli 7, Çizelge I'deki 2 nolu cevher yatağı için, ETS'nin grafik yöntemiyle çözümünü göstermektedir. Burada yaklaşık ETS, iki eğrinin kesiştiği noktadır. Bu eğrilerden biri, cevherin gerçek alanı ; diğeri de, (8) nolu formülden hesaplanan ya da çizim ile belirlenen B'dir.

Çizelge II, daha karmaşık bir cevher yatağı için 60 ft aralıklı seviyeler kullanarak, ETS'nin ilk yaklaşımını göstermektedir. R', cevher yatağı planlarından ölçülen a'nın yaklaşık değerleri ve 8'nin tahmini değerlerini kullanarak, (1) ve (2) nolu formüllerden hesaplanmıştır. B kolondaki değerler, cevher yatağının derinlikle birlikte nasıl bir hızla İnceldiğinin göstermektedir, C kolonundaki değerler 270 ft ite 330 ft seviyelerinin arasındaki bir

noktanın altındaki cevherlerin, fazladan bir pasa kazısına gerek duyulmadan kazanılabileceğini göstermektedir. Cevher yatağının düzensizliği nedeniyle, birinci yaklaşımdan sonra, 270 ft dolaylarında daha duyarlı hesaplamalar yapılmasının uygun olduğu düşünüldü. Bu yöredeki 15 ft uzaklıktaki her üç seviye için, cevher yatağı planlarından Şekil 8'de gösterilen bir kopye hazırlandı ve «ortalama çevre» elle çizildi. Daha sonra, Şekil 9'daki N seviyesi için cota'nfn ortalama değeri

x'in ortalama değeri

h

Şekil 8'deki taralı alan

ortalama çevre. h

olarak hesaplandı.

Cevher sınırlarındaki ikincil oluşumlar (re - entrants) nedeniyle, hesaplamanın bu aşamasında (6) nolu formül yeterli olmaktadır; ve C (N seviyesindeki cevherin işletilmesi için gerekli ocağın yüzey alanı) ortalama çevreden, $D = nh \cot \hat{O}$ kadar uzaklıktaki çevrenin çizilmesi ve aradaki alanı pknimetre ile ölçerek, grafik yöntemiyle bulunmuştur.

Çizetge 1. Bir Acık Maden Ocağında, Çeşitli Cevher Yataktan İçin Saptanan Ekonomik Taban Seviyeleri

Cevher yatağı ve Basamak No.	Cevher «lanı (10* ft*) B	1+B _R	Maks. ekonomik ocak atarı 110*tt*) B tt+R _p >	Gereken ocak alanı	Dtif ü n celer
Cevher yatağı No. 1					
12	79	13,8	1,09)		
13	52	13,8	0,72 !	0,72	Yaklaşık ETS
14	39	13,8	0,54)		
15	28	13,8	0,39	0,82	
Cevher yatağı No. 2					
20	181	13,6	2,46	1,85	
22	158	13,4	2,12	1,99	
23	157	13,2	2,07	2,11	Yaklaşık ETS
24	149	13,0	1,94	2,20	
26	120	13,0	1,56	2,59	
Cev.Yat No.,3/4					
14	390	7,8	3,04	1,62	
Cevher yatağı No. 3					
15	122	7,8	0,95	0,83	Yaklaşık ETS
16	94	7,8	0,73		
Cevher yatağı No. 4					
16	139	7,8	1,08	0,95	
18	186	7,8	1,45	1,33	-
20	226	7,8	1,76	1,47	Yaklaşık ETS
23	247	7,8	1,93	1,66	
26	276	7,8	2,15	2,49	

Çizelge 2. Bir Komptoks Cevher Yatağının ETS'nin ilk Yaklaşımı.

Yüzeyden derinlikt	β	R'	B	$\frac{C_F}{B(R+1)}$	$\frac{C}{B+D}$ (P+TCD)	Düşünceler
210	6,98	11.6	57.1	720	536	Yaklaşık ETS
270	6,41	9.6	38,0	403	428	
330	6,95	8.8	21.7	213	355	Fazladan Orta kazı yapılmaksızın kazanılan cevher
390	6,93	8,1	9,0	82	336	
450	6,91	7,7	7.4	64	383	

Şekil 8'de gösterilen sınırlar cevherle birlikte pasa da içerdiği için, sonradan bir düzeltme gerekmiştir. B (N seviyesindeki cevher alanı) aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır :

$$B = \text{(N — 1) ve N seviyeleri arasındaki cevher hacmi}$$



Çekil 8. Eğimin ortalama acunun tahmini.

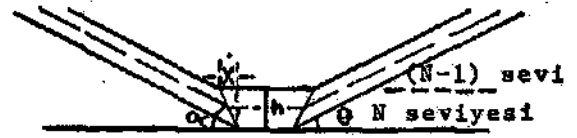
Burada anılan cevher hacmi, değerlendirilmenin başlangıçtaki A aşaması olarak adlandırılan, cevher yatağının tanımlanması döneminde hazırlanan cevherle ilgili çizelgelerden kolaylıkla bulunabilir.

B, C ve $\cot \alpha$ 'nın, yukarıdaki gibi kabul edilebilir doğruluktaki değerlerini bulduktan sonra, daha öncekilerde olduğu gibi, C_E

hesaplanarak ve C ile kıyaslanarak nihai ETS belirlenmiştir.

Çizelge III'te, formüller ve işlemler özetlenmiştir. Bu yatağın karmaşıklığı nedeniyle fazladan işlemler gerekmesine karşın tüm ETS çözümleri, çizim yönteminde daha az zaman almıştır. Ayrıca, şev açılan 8'deki değişiklikler de çalışmalarda uygun biçimde dikkate alınabilir.

İkinci hesaplamaların da, birincideki ve sonradan yapılan ayrıntılı çizim ve hesaplamalarda bulunan sonuçların aynısını vermiş olması ilginçtir.



Şekil 9. Eğimin ortalama açısının tahmini.

9. PASA HACİMLERİNİN HESAPLANMASI

(5) nolu formül şöyle yazılabilir :

$$w = d (p - Htd)$$

Burada; w, = Bir seviye altındaki cevheri açığa çıkartmak için, yapılması gereken pasa kazısının minimum plan alanı.

w₁ olarak gösterilen plan alanının cevher hacmi karşılığı olan W₁ şöyle yazılabilir :

$$W_1 = d (p + i \cdot d) h$$

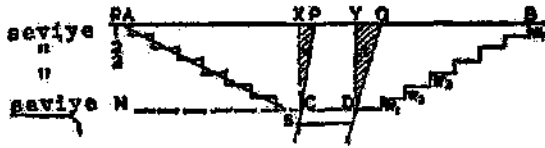
Eğer, W₂, W₃, ..., W_m bunun üstünde bulunan diğer seviyelerdeki pasa hacimleri ise :

$$W_2 = 2d (p + 7t \cdot 2d) h$$

$$W_3 = 3d (p + H_s \cdot 3d) h$$

$$W_n = nd (p + T_c \cdot n \cdot d) h \text{ olur.}$$

Eğer taban seviyesini, n'ncl seviye olarak kabul edersek, W₁, n'ncl seviyedeki pasa ve W_n de, en üst seviyedeki pasa miktarı olur (Bak Şekil 10).



Şekil 10. Örtü kamayı gösteren diyagram.

Eğer, W=N seviyesine kadar olan toplam pasa ise :

$$W = \sum_{i=1}^n d (p + i \cdot d) h$$

$$= pdh \sum_{i=1}^n i + i \cdot r d^3 h \sum_{i=1}^n i^3$$

$$= pdh \frac{n(n+1)}{2} + \frac{r d^3 h}{6} n(n+1)(2n+1)$$

$$W = pdhL - Hcd^3hM \quad (9)$$

Burada :

$$L = \frac{n(n+1)}{2}$$

$$M = \frac{n\{n+1\}(2n+1)}{6}$$

p, d ve h ise daha önce tanımlanmıştı.

n'nin çeşitli değerleri için L ve M'nin sayısal değerleri aşağıdaki gibidir :

n	L	M	n	L	M
1	1	1	10	55	385
2	3	5	11	66	506
3	6	14	12	78	650
4	10	30	13	91	819
5	15	55	14	105	1015
6	21	91	15	120	1240
7	28	140	20	210	2870
8	36	204	25	325	5525
9	45	285	30	465	9455

Şekil 10'daki RS doğrusunu esas almış, kenarları düz, idealize edilmiş bir ocağa prizmoidat formül uygulanarak da (9) nolu formül elde edilebilir. Bu durumda, formüldeki M, ihmal edilebilir bir farkla;

$$\frac{n(2n^2 + 3n + 1)}{6} \text{ yerine}$$

$$\frac{n\{2n^2 + 3n + 1 - \frac{1}{2}\}}{6} \text{ olur.}$$

İkincil oluşumlar (ikincil açılar ve eğriler), minimum pasa ve şev açısındaki değişiklikler nedeniyle (5) nolu formüle gelen kısıtlamalar, (9) nolu formül için de geçerlidir. Bunlara ek olarak ayrıca, cevher yatağının plan alanı derinlikle sabit olmadıkça, formül tam doğru sonuç vermemektedir. Bunun etkisi Şekil 10'da gösterilmektedir. (9) nolu formül, N seviyesine kadar olan paşanın hacmini APC ve BQD olarak vereceğine, AXC ve BYD olarak vermektedir. Oluşan hata, (Bnh - V_h) düzeltme faktörünün eklenmesiyle, kolaylıkla giderilebilir.

Burada; Bnh, XYDC hacminin, bizim daha önceki terminolojimiz cinsinden ifadesi,

Çizelge III. Ekonomik Taban Seviyesi (ETS) Çözümlemesi

$$p = V - m - t - i$$

$$R_H = \frac{P}{w}$$

$$\text{cota} = \frac{AA}{fh}$$

$$K = \frac{\text{cota}}{\text{cote}}$$

$$R' = \frac{R^*}{1-K}$$

$$B = \frac{h}{h}$$

$$C_E = B\{R' + 1\hat{t}$$

$$D = H \cot \theta$$

$$C = B' + D(p + rD)$$

(İstenirse çizerek de bulunabilir)

$$C_E = \text{Maksimum ekonomik ocak alanı}$$

$$C = \text{Gereken ocak alanı}$$

$$\text{ETS'de } C_E = C$$

VELİLER

V = N seviyesindeki 1 yd³ cevherin satış değeri.

m = N seviyesindeki 1 yd³ cevherin kazı maliyeti

t = İşleme maliyeti/yd³

g = Genel giderler ve yönetim giderleri/yd³

w = Örtü kazı maliyeti/yd³

0 = Ocak şev açısı

H = N seviyesinin, yüzeyden derinliği

B' = N seviyesinin alanı

p = N seviyesinin çevre uzunluğu

Q_N = (N-1) ve N seviyeleri arasındaki cevherin hacmi

h = seviyeler arası uzaklık

AA = (W-1) ve N seviyelerinin plan alanları arasındaki fark

f = (N-1) ve N seviyeleri arasındaki ortalama çevrenin uzunluğu

BULUNANLAR

p = Kâr ve paşanın kaldırılmasına ayrılacak marj.

R = Ekonomik örtü kazı oram.

a = N seviyesinde cevher yatağının ortalama eğimi.

K = Düzeltme faktörü

\bar{R} = Paşanın plan alanı

\bar{R} = Cevherin plan alanı

B = N seviyesinde cevherin alanı

D = N seviyesindeki çevre ile, ocağın yüzeydeki çevresinin arasındaki plan uzaklığı

ve V_n de, N seviyesine kadar olan cevherin hacmi, yani PQDC'dir. B, n ve h bilinmektedir; ve V_n ise, değerlendirmenin A aşamasında cevher yatağı ile ilgili olarak hazırlanan verilerden bulunabilmelidir.

Bu kısıtlama ve uyarlamalarla (9) nolu formül, herhangi bir ocağın herhangi bir derinliğine kadar olan yaklaşık pasa hacmi hesaplamasında, en temel verileri kullanarak, hızlı bir işlem olanağı sağlar.

10. SONUÇ

Bu yazıdaki formüllerin çıkartılmasına temel olan iki ana dayanak şunlardır :

- Genellikle bilinenden çok daha fazla uygulama alanına sahip olduğu gösterilen «alanların oranı» kuralı.
- Bir çevresel alanı, çevre uzunluğu cinsinden tanımlayan (5) nolu formül.

Bütün hesaplamalar boyunca istenen konu, izdüşülmüş plan alanlarının önemidir. Kimi formüllerin basitliği, bunların karmaşık cevher yataklarına pratik uygulanmasını engelliyor izlenimi verebilir. Ayrıca, formüller için verilen sınırlamalar, bunların uygulama alanlarını daraltıyor izlenimi verebilir; ve açıklanan çeşitli düzeltmeler ile değişiklikler, can sıkıcı olarak gözükabilir.

Her cevher yatağının bu yöntemlerle çözümlenebileceği iddia edilmemekle birlikte yine de, yazarların deneyimleri şunu göstermiştir ki; formüller genellikle şu ya da bu şekilde uygulanabilir ve çeşitli yaklaşımların doğruluk derecesi genellikle yerinden fazladır.

Değişen koşullara göre formüllerin yeniden düzenlenmesi için yukarıda anlatılan işlemler, çalışma yönteminin bir örneği olarak görülmelidir; diğer koşullara uyacak düzenlemeler ise ayrıca yapılabilir. Düzenlemelerin kendisi, çizelge ile yd da mini bilgisayarla hesaplamaya uygun bir dizi basit işlemlerdir. Eğer böylesi bir dü-

zenleme ile bir cevher yatağına uyacak iki temel formül geliştirilebilirse, planlamada yararlı bir araç efe geçirilmiş sayılmalıdır.

Değerlendirilmesi gereken yalnızca bir veri kümesinin olduğu durumlarda, formüllerden hesaplama ile çizimlerden Ölçme arasında, hız ve uygunluk açısından çok fazla fark yoktur. Değerlendirilmesi gereken verilerin çok fazla çeşitli olduğu durumlarda, formüllerden hesaplama hızlı sistematik yöntemlere daha fazla uyarlanabilir.

Anlatılan formüller ve yöntemler, iki giriş paragrafında ifade edilen görüşlerde —ki bunların kimileri belki de tartışılabilir — en yüksek değerine ulaşır. Daha geniş anlamda bir değerlendirmenin farklı sorunları içermesi durumlarında bile, formüllerin pratik yararları olması beklenebilir.

Bu sempozyumdaki konuşmacılardan Jennings, Plewman, Steffen ve diğerlerinin başarıyla kanıtladıkları gibi bu tür teknikler, açık maden ocaklarının değerlendirilmesine derinlik ve perspektif ekleyebilmektedirler ve çeşitli etmenlerin birbiriyle olan ilişkilerinin anlaşılabilmesinde yardımcı olurlar. Bütün bunlar da sonuçların güvenilirliklerinin incelenmesinde ve daha sonraki nihai değerlendirmeye gönderilen veriler, aslında ulaşılabilecek en iyi veriler olduğundan emin olmada yararlı olurlar.

KAYNAKLAR

- LOFTUS, W.KB., STUCKE, H. J, and RANKIN, D; 'Mining and treatment plant practice at the Finsch Mine, De Beers Consolidated Mines, Limited.' J. S. Afr. Inst. Min. Metal, 69,8, march, 1969.
- PLEWMAN, R. P. 'The basic economics of open pit mines' Aynı sempozyum (Bu sayıdaki ikinci yazı. Ç.N.).
- STEFFEN, O. K. N., HOLT, W. and SYMONS, V. R. 'Optimizing open pit geometry and operational procedure : Aynı sempozyum (Bu sayıdaki beşinci yazı Ç.N.).