

Volfram Madeni Yeraltı Cevher Üretiminde Uygulanmakta Olan Kazı Yöntemi

Dr. Halil KÖSE (*)
Dr. Ahmet DEMİRCİ (**)

ÖZET

Bu yazıda, arakath kazı yöntemi, önce genel prensipleri ile, daha sonra Uludağ Volfram Madeninde uygulandığı şekli ile incelenmiştir.

Uludağ Volfram Maden yatağının büyük boyutlara ve sağlam bir yapıya sahip oluşu ve aynı zamanda proseslerin kolay mekanize edilebilmesi bu kazı yönteminin yeraltı cevher üretiminde başarı ile uygulanmasını sağlamıştır.

ABSTRACT

This essay deals with the general principles of the sublevel »toping and its application at Uludağ tungsten mine.

The massive characteristics of the mine and the possibility of mechanisation in stoping processes enable the use of this method successfully in ore production.

1. GİRİŞ

Bir maden ocağının emniyet ve ekonomi açısından başarısı, değerini saptayan özellikleri yanında, tatbik edilen kazı yöntemine de bağlıdır. Bu yüzden emniyetin artırılması, maliyetin düşürülmesi ve çalışma koşullarının sağlıklı olması için teknik gelişme paralel olarak yeni bir takım yöntemler geliştirilmiştir.

Yeraltı maden işletmeciliğindeki yan prosesler (nakliye, hazırlık, vs.) son yıllarda büyük ölçüde

mekanize edilmiş olup, kazı işlevinin deki proseslerin mekanize edilmesi üzerinde de yoğun çabalar harcanmaktadır.

Madenlerde kazı işlevinden kaynaklanan sorunların en az düzeye indirilebilmesi için kazı yönteminin seçiminde çok dikkatli ve duyarlı davranılması ve genel olarak aşağıdaki kriterlerin gözönünde bulundurulması gerekmektedir.

I. Teknik Uygulama

- Teknolojik makinaların kullanılabilmesi,
- Kazı yönteminin cevher yatağının boyutlarına uyabilmesi,
- Kazı yönteminin kayamekaniği açısından cev-

(*) Maden Yfık. Müh. Uludağ Volfram Madeni
(**) Miden Yük. Müh. Uludağ Volfram Madeni

her yatağının özellikleriyle uyabilmesi,

II. Emniyet

- Çalışma koşullarının emniyetli ve rahat olması,
- Yatağın ve kullanılan boşlukların emniyeti,
- Kullanılan malzemenin korunması,

III. İşletme Ekonomisi

- Uygun tenörlü cevher üretimi,
- Yatırım masraflarının az olması,
- Makinaların kapasitesinin en iyi randıman verecek şekilde kullanılması,
- Kazı ve yan proseslerdeki işçilik ve malzeme giderinin az olması,

IV. Ulusal Ekonomi

- Cevher kaybının mümkün olduğu kadar en az düzeyde tutulması,
- İstihdam sorununun gözönüne alınması,
- Çevre kirlenmesi ve tabiat güzelliğinin bozulmasına neden olmaması.

Yukarıda sıralanan kriterlere uyulması halinde, seçilen kazı yönteminin başarılı olması beklenir.

2. KAZI YÖNTEMİNE GENEL BAKIŞ

Arakatlı kazı yöntemine göre işletilecek cevher yatağı önce planlı bir şekilde pano ve topuklara ayrılır. Her pano bloğundaki cevher kütlesi yatay veya düşey galeriler ile dilimitre ayrılır.

Yatay yönde açılan galeriler ile arakatlar oluşturulur ve bu katlarda cevher üretimi için delme ve patlatma işlemleri yapılır. Ayrıca ah katta panodan patlatılmış olan cevheri çekebilmek için, değişik varyasyonlarla çekme noktaları hazırlanır.

Pano boşlukları arasında, tavanın göçmesini önlemek için bırakılmış olan topukların sonradan kazanılmasına veya olduğu gibi bırakılmasına ve eğer topuklar sonradan kazanılabaksa, tavanın göçertmeli veya dolgu yapılarak göçertmesiz olarak bir işlem görmesine göre, metodun bir çok değişik uygulamaları ortaya çıkar.

Yukarıda belirtilen bu kazı yönteminin başarılı ve ekonomik bir şekilde uygulanabilmesi için, genellikle aşağıda sıralanan koşulların yerine getirilmiş olması gerekmektedir.

- Cevher damar kalınlığının yeterli olması (en az 6 m),
- Cevher damar kalınlığının minimum düzeye erişmesi halinde dalım açısının 60°'den büyük olması,
- Cevherin ve yantaşın mukavemetinin yeterli olması ve çatlak fay gibi yapısal bozuklukların bulunmaması,
- Cevher hazırlama tekniğinin selektif cevher üretimini şart koşmaması.

Arakatlı kazı yöntemine göre cevher üretimi, aşağıda kısaca açıklanan üç ayrı şekilde yapılır:

2.1. YELPAZE ŞEKLİNDE DÜŞEY DELİK DELME İLE YAPILAN KAZI ŞEKLİ

Bu sistemde, arakat galerileri ya Şekil 1. a'da görüldüğü gibi panonun sınırında, ya da Şekil 1. b'de ki gibi panonun ortasında üst üste düşecek şekilde açılırlar.

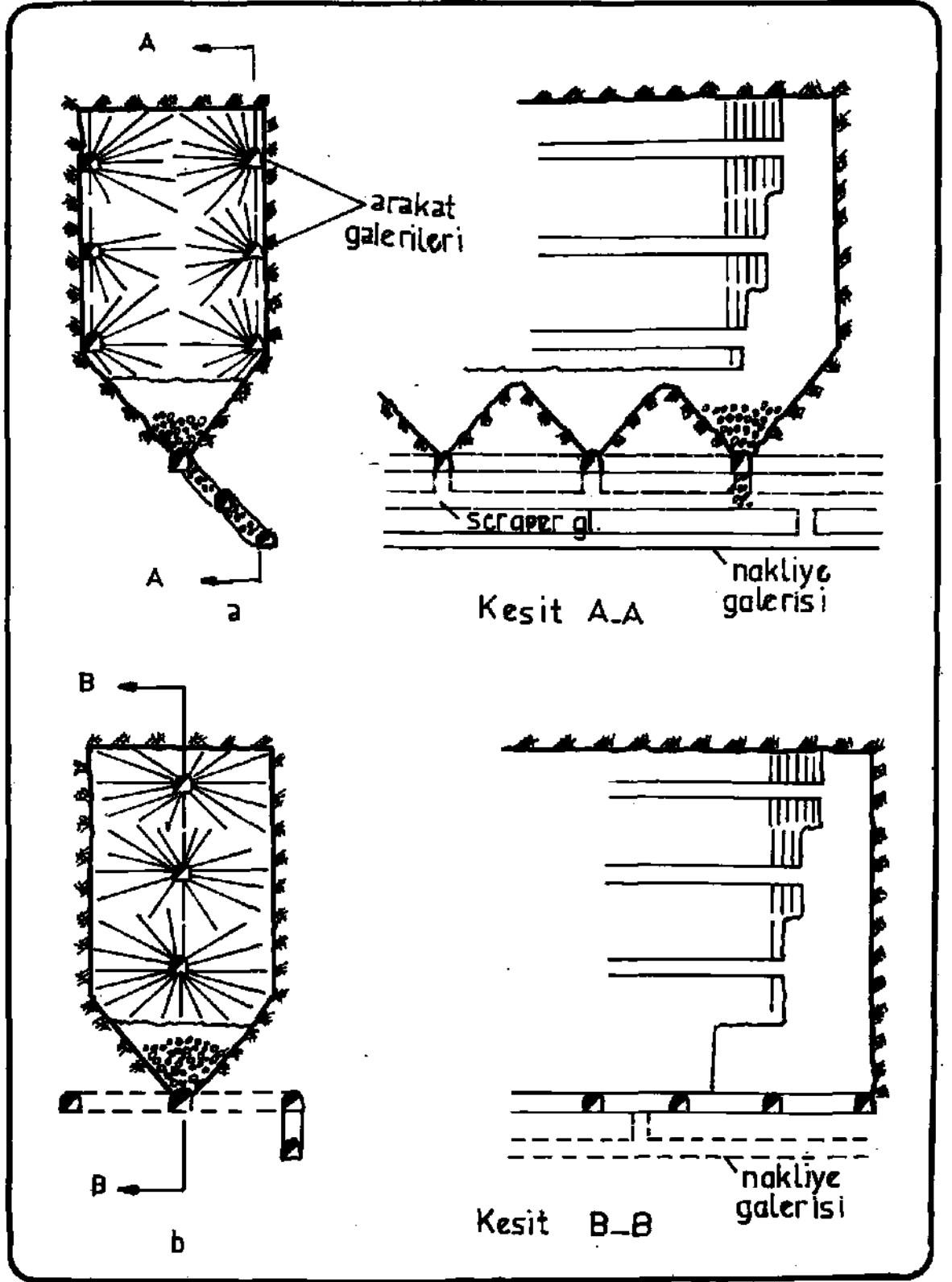
Arakat galerisi planlanan kazı boşluğunun sınırında açılırsa, delip patlatma işleminden sonra daha düzgün bir yüzey elde edilir. Bunun için cevher sınırının düzgün olması gerekir. Delik delme işlemi iki ayrı galeriden yapıldığından, daha süratli bir şekilde delme işlemi tamamlanır, ancak diğerine karşın daha fazla arakat galerisi açma zorunluluğu vardır. Şekil 1. a ve 1. b arasındaki bir diğer farkta yüklenme noktalarının yapısından kaynaklanmaktadır. Şekil 1. a'da görülen sistem, yüklenme prosesinin Scraper ile yapıldığı madenlerde uygulanır.

Alt kesme galerisine yığılan patlatılmış cevher önce çekme noktalarından soraper galerisine çekilir, oradan skraper yardımıyla ana nakliye galerisine nakledilir.

Şekil 1. b'de görülen sistem, LHD (load haul dump) nakliye sistemine göre hazırlanmıştır. Alt kesme galerisine biriken cevher, otoloderlerle yüklenme noktalarından alınarak, ya kamyonla yüklenir ya da yakındaki bir kuyuya boşaltılarak ana nakliye sistemine sevk edilir.

Adı geçen her iki varyasyonun nakliye sistemi yukarıda belirtildiği gibi ayrı olmakla beraber, kazı işlemi genelde prensip olarak değişmez.

Şekilde gösterildiği biçimde açılan nakliye ve arakat galerilerinden sonra, panonun ön ve arka cephesinde alt kesme galerisinden başlamak üzere, pa-



Şekil I a-b. Yelpeze şeklinde delik delmeyle yapılan kazı tarzı

nonun en üst anırma kadar başvuranlar açılır. ön cepheye açılmış olan başyukan, panonun tüm ön kısmını kapsayacak bir şekilde genişletilerek panonun Ön cephesi kesilir. Bu işleme ilk kesme işlemi denir. Diğer başyukan da havalandırma, ikmal ve giriş çıkış yo H arı olarak kullanılır.

Cevher üretimi için ön kesmeyi takiben alt kesme galerisinden yukarıya doğru yelpaze şeklinde delikler delinerek cevher akmasını sağlayacak bir açıda (50-60°) alt kesme İşlemi yapılır. Alt kesme 5 ile 10 m civarında ilerlediği zaman birinci ve daha sonra ikinci arakat galerilerinden açılan ring şeklindeki deliklerle kademeli bir biçimde patlatma işlemi yapılır. Panonun ön cephesindeki ilerleme Şekil 1'de görüldüğü gibi genellikle merdiven şeklinde olur.

Delikler, uzun delik delme makineleri ile açılır ve patlayıcı madde olarakda genellikle Amonyutrinirate loto rin karışımı (ANFO) kullanılır.

2.2. PARALEL ŞEKİLDE DELİK DELME İLE YAPILAN KAZI TARZI

Şekil 2'de görüldüğü gibi panonun sınırında veya ortasında, alt alta gelmek üzere arakat galerileri sü-

rülür. Bu galerilere dik bir şekilde panonun Ön cephesinde bir sınırdan diğerine kadar uzanan patlama galerileri açılır.

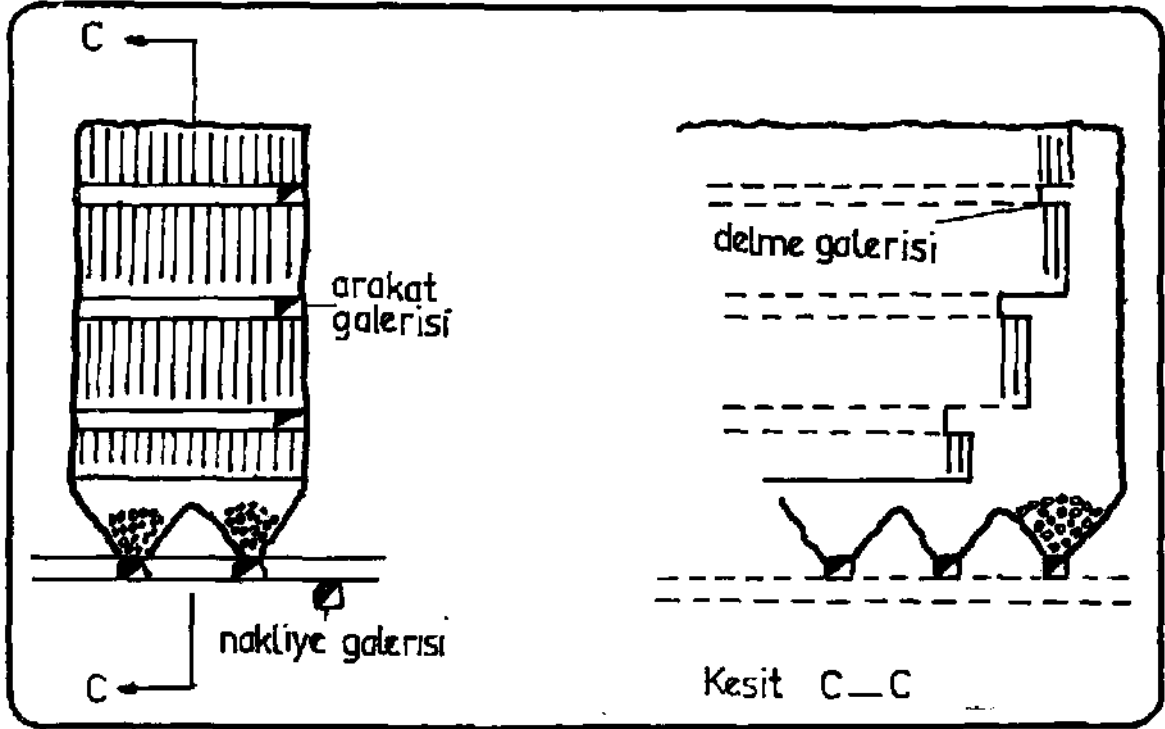
Bu galerilerden yukarıya ve aşağıya doğru birbirlerine paralel delikler 'elinerek kademeli bir şekilde patlatılır. Patlatır; .Reminder, sonra, patlatma galerileri yeniden ?-, âarak işlem tekrarlanır.

Yükleme sistemi de, ya Şekil 1. a'da görüldüğü gibi skraper taşımacılığına göre, ya da 1. b'deki gibi LHD sistemine göre dizayn edilir.

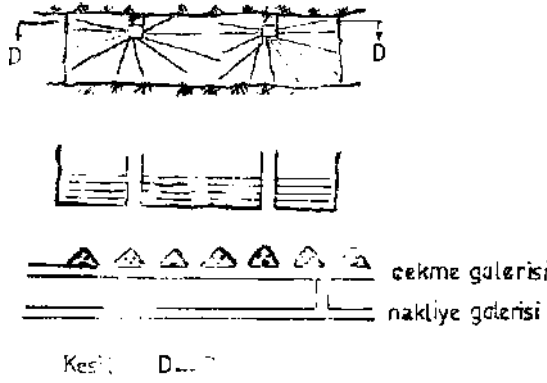
2.3. YELPAZE ŞEKİLİNDE YATAY DELİK DELME İLE YAPILAN KAZI TARZI

Bu metotta pano düşey yönde ve birbirlerine paralel şekilde açılan kuyular yardımı İle kazanılır. Alt kesme işleminin Şekil 3'deki gibi tamamlanmasından sonra, açılmış olan başyukanlardan alt kesme yüzeyine paralel yelpaze şeklinde delikler açılarak patlatılır. Cevherin ami bu varyasyonda yatay değilde düşey yönde yukarıya doğru ilerler. Yükleme sistemi ise birinci ve ikinci kazı tarzının aynıdır.

Vukanda açıklanan üç varyasyonun karşı laştırıl-



Şekil 2. Paralel şekilde delik delme ile yapılan kazı tarzı



Şekil 3. Yelpaze şeklinde yatay yönde delik delme ile yapılan kazı tarzı

masından görüleceği gibi; birinci varyasyonda bütün delikler boydan boyda dinamit ile doldurulmadığından kazanılan ton basma cevher için gereğinden fazla delik delinir. Ring şeklinde açılan deliklerin ait kısımları birbirlerine çok yakın olduğundan hepsinin alt bölümünün doldurulmasına gerek yoktur. Fakat bir ringdeki bütün delikler delme makinasının aynı pozisyonunda açılabilirdiğinden, makinanın her yeni delik için yeniden ayarlanmasına gerek kalmaz ve aynı zamanda delme ve patlatma prosesleri birbirlerinden bağımsız yapıldığından, önceden belirtilen dezavantaj nütürleşmiş olur.

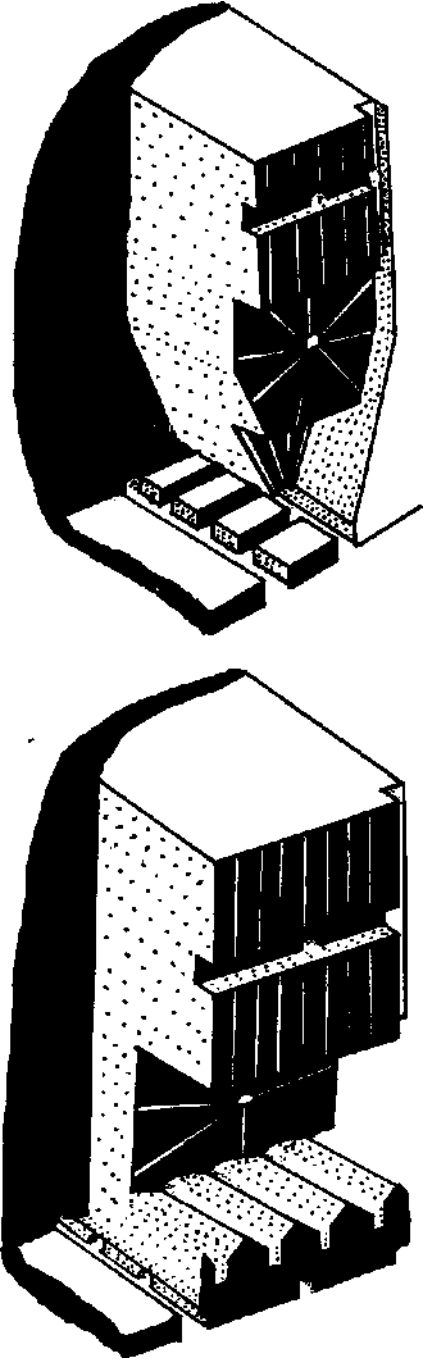
ikinci varyasyonda ton başına düşen delik miktarı az olmakla beraber, açılan patlatma galerisi miktarı artmaktadır. Ayrıca her delinecek delik için, delme makinasının yeni baştan yerleştirilmesi ve ayarlanması gerekmektedir. Ayrıca delik delme esnasında yerin dar oluşu kaza tehlikesini artırmaktadır.

Üçüncü varyasyon avantajı ve dezavantajı 1. varyasyona benzer. Bunlara ek olarak delik delmek için makinanın kuyu içinde açılan odaya yerleştirilmesi güç bir durum yaratır.

3 . ULUDAĞ VOLFRAM MADENİNDE UYGULANAN ARAKATLI KAZI YÖNTEMİ

Uludağ Volfram Madeni yeraltı işletmesinde şu anda iki ayrı bölgeden; ocağın güney doğusundaki 2120 m kotundan ve güney batısındaki 2150 m kotundan cevher kazanılmaktadır, iki bölgede arakatlı kazı yöntemi uygulanmakla beraber, cevher yükleme noktaları birbirlerinden çok farklı plan-

lanmıştır. (Şekil 4. a ve b). Bunun amacı cevher çekme noktalarının hangi sistemde daha pratik ve kullanışlı olduğunun saptanması ve buna dayanarak geleceğe yönelik planlamalarda uygun olan sistemin seçilmesidir.



Şekil 4a-b. /120 ve 2150 katında uygulanan arakatlı kazı yöntemi

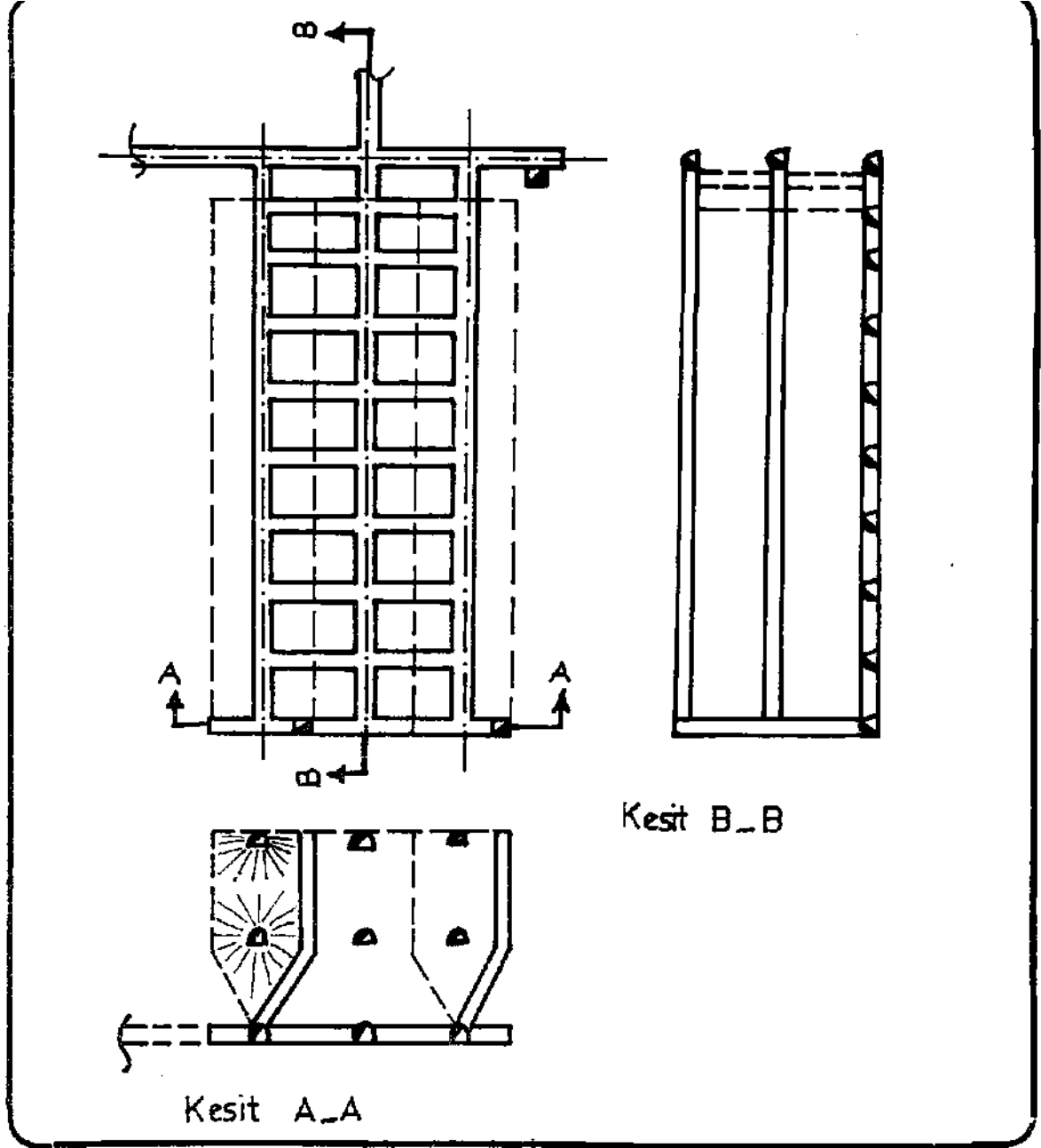
İki ayrı sisteminde temel esasları aşağıda kısaca izah edilmiştir.

3.1. 2120 m kotundaki panonun pazırlığına iki tane birbirine paralel ve aralarında 15 m mesafe bulunan galerilerin açılması ile başlamıştır. (Şekil 5).

Bu galerilerin uzunlukları 70 m'dir ve bu uzunluk panonun uzunluğuna eşittirler. Bunlardan pano-

nun tam altına düşeni alt kesme, diğeri nakliye galerisi diye adlandırılırlar.

Nakliyegalerisi ile altkesme galerisi her 15 metrede bir yükleme galerileri ile birbirlerine birleştirilmişlerdir. Alt katın hazırlığına paralel olarak, alt kesme galerisinden başlamak üzere, panonun tam ön ve arka cephesine düşecek şekilde yukarıya doğru çıkan birer başyukan yardımıyla birinci ve ikinci



Şekil 5. 2120 m katında uygulanan kazı yönteminin kesiti

arakat galerileri hazırlanmıştır. Panonun ön cephesinde açılan kuyu, panonun bütün ön kısmını kapsayacak şekilde genişletilerek ön kesme işlemi bitirilmiş olur.

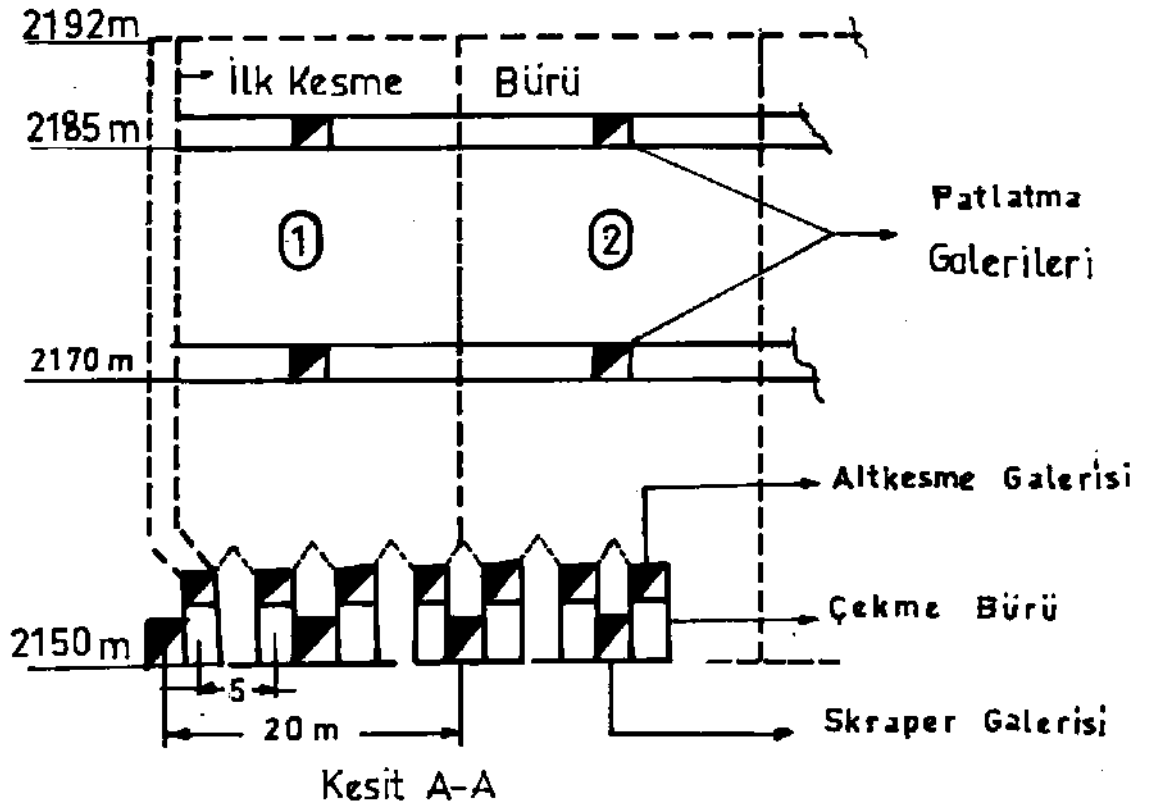
Bundan sonra cevher üretimi delme İşlemlerini takiben başlar. Alt kesme ve arakat galerilerine yerleştirilen Allmak delme makinaları ile yelpaze şeklinde delikler dePnlr ve Şekil 4. a'da görüldüğü gibi önce alt kesme, daha sonra birinci ve ikinci arakat ringleri kademeli olarak patlatılır. Patlatılarak alt kesme galerisine yığılan cevher Skrapere vasıtasıyla nakliye galerisine yerleştirilmiş olan zincirli konveyöre çekilerek oradan da panonun sonuna kadar nakledilir ve vagonlara yüklenerek konsantratore sevk edilir.

3.2. 2150 m kotundaki panonun 2120 m kotundaki panodan ayrıcalığı sadece cevher yükleme noktalarının değişikliğinden kaynaklanmaktadır. Prensip olarak i kişide aynı kazı yöntemine dahildir. 2150 m kotundaki panonun hazırlığına iki tane 100 m uzunluğunda birbirine paralel ve arala-

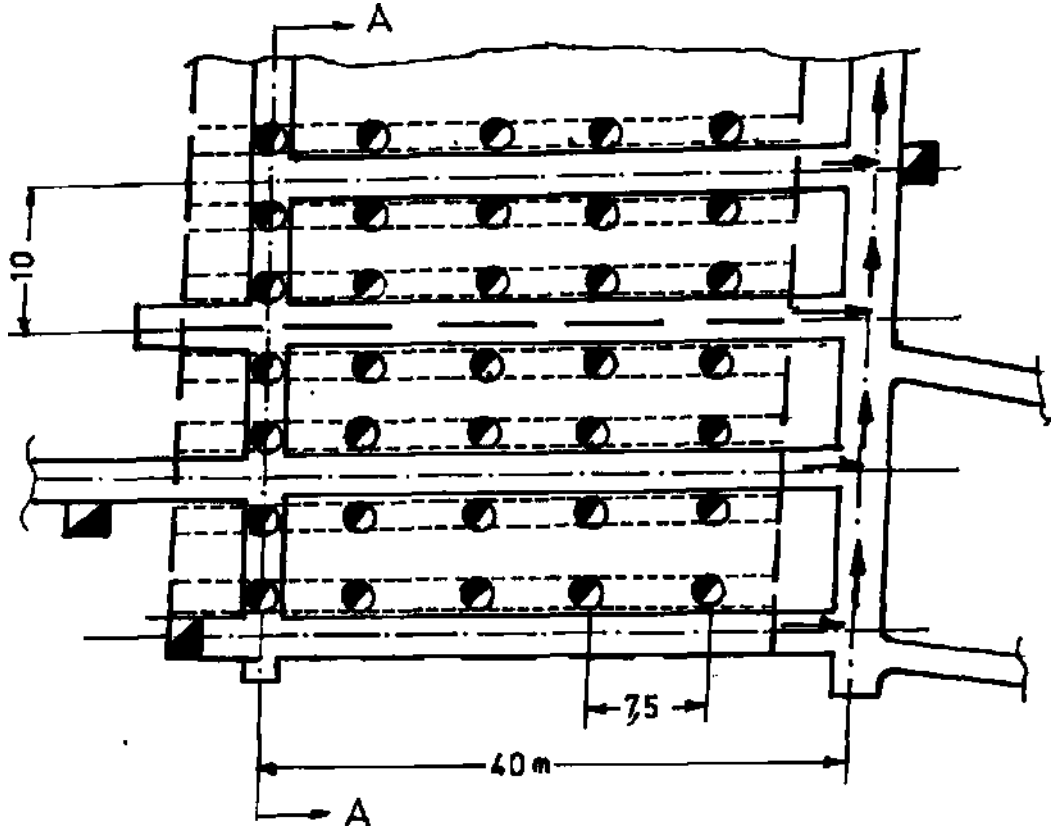
rında 40 m mesafe bulunan galerilerin açılması ile başlanmıştır. (Şekil 6).

Başında ve sonunda birbirlerine bağlanan bu galeriler, cevher ve malzeme nakliyesi ve havalandırma görevlerini üstlenirler. Yukarıda adı geçen bu galeriler 10'ar metre aralıklarla Skrapere galerileri ile birleştirilmişlerdir. Skrapere galerilerinden başlamak üzere 7,5 m aralıklarla sağ ve sol ikiye tane 3,5 m boyunda, yukarı doğru cevher çekme bürleri açılmıştır. Skrapere galerilerinin tavanından 1,5 m yukarıda çekme noktalarını birbirlerine birleştiren ve skrapere galerisine paralel bir şekilde giden alt kesme galerileri meydana getirilmişlerdir. Bu hazırlıklara paralel olarak, panonun ön ve arka cephesinde birer başyukan ile 15'er metre aralıklarla birinci ve ikinci arakat galerileri açılmıştır. Bu İşlemlerden sonra, panonun ön cephesindeki kuyu panonun bütün ön kesimini kapsayacak şekilde genişletilerek, ön kesme İşlemi tamamlanmış olur.

Kazı işlevi alt kesme ve arakat galerilerine yerleş-



Şekli 6 a. 2150 m katında uygulanan kazı yönteminin kesiti



Şekil 6 b

tirilen delme makineleri ile açılan deliklerin kademeli bir şekilde patlatılma» ile yapılır. Patlatılarak alt kesme galerisine yığılan cevher gravitasyon etkisiyle çekme hürlerinden Skraper galerisine kadar oradan da Skraper ile nakliye galerisindeki zinciri II konveyora yüklenen cevher kuyuya boşaltılarak alttan vagonlara doldurulur ve konsantratöre nakledilir.

4. ARAKATU KAZI YÖNTEMİNİN ULUDAĞ MADENİ KOŞULLARINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. AVANTAJLAR

4.1. AVANTAJLAR

1. İşçiler kazı boşluklarına girmezler, sürekli olarak galerilerde çalışırlar, bu nedenle de iş koşulları oldukça emniyetlidir.
2. Delme işlemi radyal uzun delik delme makin-

ları ile yapılmaktadır. Patlatma işlemide ilerde ANFO ile yapılacaktır. Bu prosesler mekaniksel yolla yapıldıkları için kazı randımanı yüksektir.

3. Kazı yerinde tahkimat yapılmadığından ağaç sarfiyatı hiç yoktur. Dinamit kapsül ve enerji giderleride az olduğundan kazanılan cevherin maliyeti buna bağlı olarak düşüktür.
4. Kazı ve yükleme işlemleri ayn ayn noktalardan yapıldığından proseslerden birinin aksaması diğerlerini engellemez.
5. Uludağ Volfram Madeninde etkin olan hava şartları, açık işletmenin ancak yaz aylarında çalışabilmesine olanak tanmaktadır. Bu aylarda açık ve kapalı İşletmeden üretilen cevherin miktarı konsantratörün kapasitesinden fazla olduğundan, cevherin bir kısmının silolanmaa gerekmektedir. Yerüstünde İnşa edilecek bir silonun hem maliyeti yüksek olacağından hemde teknik açıdan bir çok sorunlar (kışım nemli cevherin donması gibi) meydana geleceğinden.

yeraltındaki kazı boşlukları gerek kapasite açısından, gerekse mukavemet açısından sık) vazifesini görecek bir yapıya sahiptir. Yaz aylarında İşletmeden üretilen fazla cevher, kuyular vasıtası ile boşluklara doldurularak, kış aylarında konsantratöre verilebilir.

6. Sistem göçertmesiz olduğu için çevre bozulması açısından sorun yaratmamaktadır.

4.2. DEZAVANTAJLAR

1. Cevherin jeolojik sınırları İyi tespit edilemez ve panolar iyi planlanamazsa cevher yantaş karışmasına (cevher seyrelmesine) çok rastlanır.
2. Pano kazı İşleri tamamlandıktan sonra, topuk kazılması güçtür ve prosesler ağır ilerler.
3. Topukların kurtarılması esnasında cevherin seyrelme ve kayıp oranı yüksektir.

5. SONUÇ

Bu yazıda, yeraltı metal İşletmeciliğinde çok rastlanan ve modern bir yöntem olan arakatlı kazı, genel prensipleri ile incelenmiş ve Uludağ Volfram Madeninde uygulanmakta olan varyasyonları kısaca anlatılmıştır.

Gerek maden yatağının büyük boyutlara sahip oluşu ve gerekse yatağın ve yantaşın yapısının mukavemetli oluşu, bu kazı yönteminin Uludağ'da başarı ile uygulanması olanağını vermiştir.

Proseslerin kolay mekanize edilebilmesinden dolayı, iş randımanı yüksek, maliyeti düşük olan arakatlı kazı yönteminin iş koşullarında da yüksek bir emniyete sahip oluşu, metal madeni İşletmeciliğinin önemli bir yer atmasını sağlamıştır.

Şimdiye kadar Uludağ Volfram Madeninde elde edilen tecrübelerle dayanılarak bu metodun başarı ile uygulandığı söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Cummins, A3., Given IA SME Mining Engi-

neering Handbook, Vol 1, Society of Mining Engineers of the American Institute of Mining Metallurgical and Petroleum Engineers Inc, New York. 1973.

2. Demirci A., Untersuchungen und aufbau eines Systems zur Auswahl von Abbauverfahren, Dissertation an der Montanuniversität, Leoben-Avusturya 1978.
3. Feetweis, G.B., Ober Abbauverfahren auf Stellohenden Gängen, Anforderungen, Stand und Entwicklungsmöglichkeiten, Erzmetall H.1 S. 4148 ve H.2 S. 562.
4. Fritzsche, C.H., Bergbaukunde Band II. Springer Verlag, Berlin 1962.
5. Glimm, W., Kali- und Steinsalzbergbau Band I. VEB-Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. Leipzig. 1969.
6. Jane Pd T., Underground Mining of Hard Rock. Swedish mining mission USA 1975.
7. Köse H., Anwerdungsbedingungen, Stand und Probleme des Strebbaus als Abbauverfahren. Diplomarbeit an der Montan Universität. Leoben-Avusturya 1975.
8. Metal madenlerinde yeraltı İşletme yöntemleri, Ankara TMMOB Maden Mühendisleri Odası, 1977.
9. Peele, R., Mining Engineers Handbook, John-Wiley and Sons, Inc. New York, 1945.
10. O. Robert, S., Lewis, E.M., Elements of Mining, John Wiley and Sons Inc, New York, London, Sydney.
11. Sörkkö, P., Mining Methods in Finland, The Finminers Group, 1977.
12. J. Stoces, B., Wahl und Beurteilung von Abbauverfahren im Bergbau. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1958.