

GALERİ AÇMA MAKİNELERİ

Doç. Dr. Şinasi ESKİKAYA (*)

Özet:

Diğer bütün endüstrilerde olduğu gibi, madencilikte de daima daha iyi ve daha verimli yöntemler araştırılmaktadır. Yeraltında açılacak galerilerde mekanik kazı uygulaması da, son yıllarda çok büyük bir aşama gösteren bu tür yöntemlerden biridir. Büyük güçlü galeri açma makinelerine duyulan ihtiyaç, bilinen klâsik galeri sürme yöntemleri yanında, bu işi daha hızlı ve daha az masraflı yapmak arzusundan ileri gelmiştir. Nitekim bu tür bir makine kullanmakla elde edilecek ekonomik yarar sadece makine ile sınırlı kalmamakta, «ulaşım, havalandırma, drenaj» .. ve benzeri hususlardan dolayı da masraflarda gene önemli bir tasarruf temin edilmektedir.

Kullanılan makineleri «Tam Cephe Kazı Yapan Makineler» ve «Kollu Makineler» diye ikiye ayırmak mümkündür. Birinci gruptaki makineler daha çok inşaat endüstrisindeki tünellerin açılmasında kullanılmakta ise de, ilerde, madencilikte de kullanılmaması için hiçbir sebep yoktur. İkinci gruptaki makineler ise çoğunlukla madencilikte kullanılmaktadır. Şimdilik yayılmalarını önleyen en büyük unsur «kayaç sertliği» ile, «bir defada sürülecek düz galeri uzunluğu» dur. Birinci için üst limit 800-1000 kg/cm² olurken, ikincinin asgari değeri 600 metre civarındadır.

Ekonomik yararların yamsıra, galerileri makine ile açmanın teknik bakımdan da büyük yararları vardır. Bunlara kısaca değinmek yerinde olacaktır.

(*) I.T.Ü. Maden Fakültesi.

1 — MAKİNE İLE GALERİ SÜRMEİNİN YARARLARI

a) Bilhassa 2. Dünya Savaşından sonra ayaklardaki kazı büyük ölçüde makineleşmiş, ilerleme hızı çok artmıştır. Açılan galerilerdeki ilerleme hızının da ayak ilerleme hızı ile uyumlu olması gerekmektedir.

b) Bilhassa meskûn bölgenin altında açılacak galerilerde patlayıcı madde kullanılmamakla arazi çatlatılmamış olmaktadır.

c) Asgari şartların temin edilmesi halinde makineleyle galeri sürmek daha ekonomiktir.

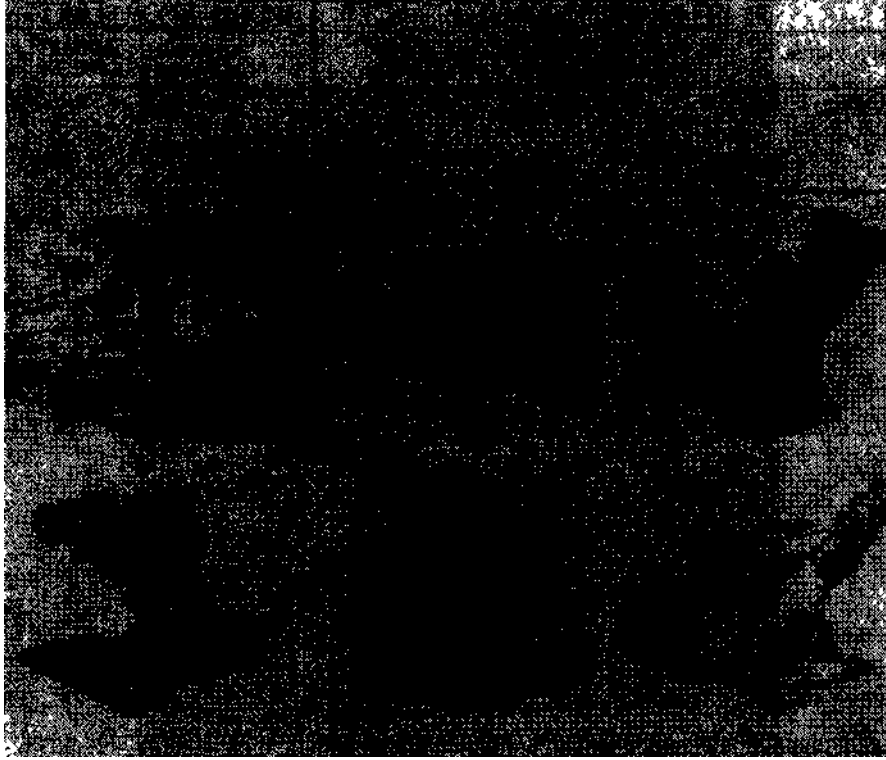
d) Galerinin kesiti çok düzgün ve çatlaksız olduğu için kazılar çok azalmakta, ayrıca tahkimat da keza çok kolay ve muntazam olarak yapılabilmektedir.

Bu yararlarına karşılık bazı sınırlamalar vardır :

- (i) Bilhassa madencilikte kullanılan makineler, basınç dayanımları 1000 km/cm^2 ye kadar olan kayalarda kullanılabilir. Sertlik arttıkça veya kayadaki kuvars miktarı fazlaştıkça ekonomiklik te giderek azalmaktadır.
- (ii) Eğer galerinin damar içinde açılıyorsa, kömürdeki ince miktarı fazla olur : Kazılan parçaların % 80'den fazlası 2.5 cm. in altındadır.
- (iii) Makineleinin, sökülmeden bir yerden diğerine taşınmaları zordur. Bu yüzden makine çalışmaya başladıktan sonra, sürülecek düz galerinin uzunluğunun, en az 600 metreden başlamak üzere, belli bir değerin üzerinde olması gerekir.

2 — GALERİ AÇMA MAKİNELERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Bu makineler genel olarak iki gruba ayrılarak incelenmektedir : Galerinin aynasını bir bütün olarak kavrayıp bir defada kazabilen makineler (Tam Cephe Kazı Yapan Makineler) ve aynayı, bir kola tesbit edilmiş nispeten küçük bir tambur ile kısım kısım kazın makineler (Kollu Makineler). Çizelge 1 ve Şekil 1'de,, bahis konusu sınıflandırma genel hatları ile verilmiştir. Bu sınıflandırmanın dışında kalan diğer bazı makineler daha vardır ki, bunlar ya ayrı ayrı yapıya sahip yeni tip makinelerdir, ya da küçük kesit açabilen veya «tarama» gayesi ile kullanılan makinelerdir. Bunlar ayrıca ele alınacaklardır.



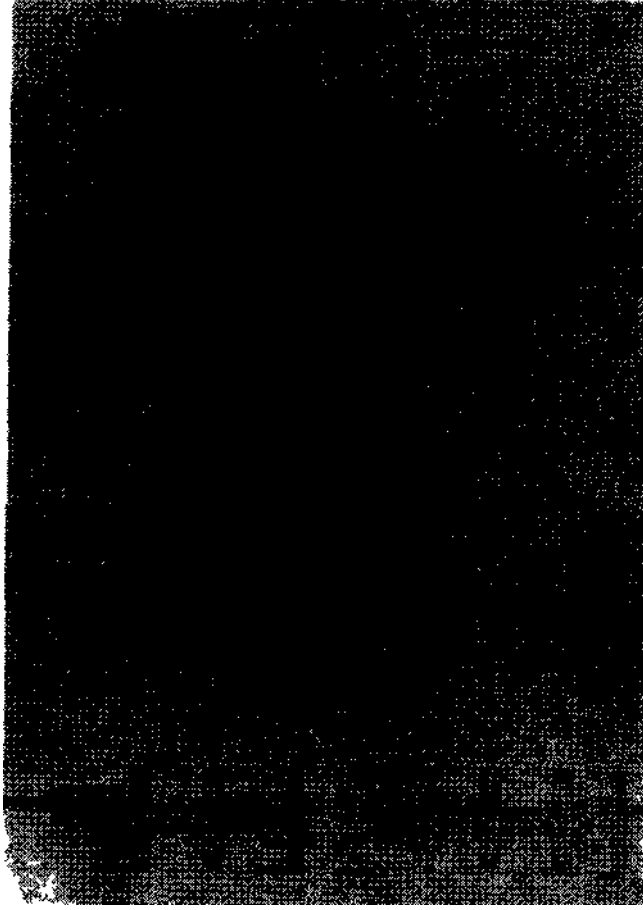
(Şidd : 1) — Galeri Açma Makinelerinin Sınıflandırılması

2.1 — Tam Cephe Kazı Yapan Makineler

2.11. Genel

Bütün tam cephe kazı yapabilen makinelerde ortak olan taraflar şunlardır : En önde kesileri taşıyan bir kesme diski vardır (Şekil : 2). Bu disk bir elektrik motoru ile dakikada 10 devir yapacak şekilde yavaş yavaş dönmekte, diske tespit edilmiş olup, kendi eksenleri etrafında serbestçe hareket edebilen kesimler yardımıyla da kayalar «öğütülerek» kazılmaktadır. Yavaş bir hızla dönmekte olan disk, devamlı olarak galeri aynasına doğru itilmektedir.

Bu makineler 1800 kg/cm^2 ye kadar olan sertlikteki taşları kesebilirler. Uygun şartlarda sınırın daha yukarıya doğru değişmesi mümkündür. Çizelge 2, bu tip makinelerden 4 ayrı modeli göstermektedir.



(Şekli : 2) — Tam Cephe Kan Yapan Bir Makine.

(Çizelge : 2) — Tam Cephe Kazı Makinelerine Ait Bazı Örnekler.

Makine Tipi	Wirtb			
	Robbins 163 -136	TBI 1-300 H TBE 300/600	Wirth TB 530/560 E	Demag TVM 54-58/60
Kesme diski çapı (m)	4.8-5.1	3.0-5.3	5.3	6.0
Ağırlık (ton)	230	200	250	365.5
Uzunluk (m)	144	130	110	146.0
Toplam güç (kW)	690	650	940	1098

Çıkan taşlar alt tarafta bulunan bir nakliye vasıtası ile arka tarafa doğru taşınmaktadır. Disk üzerindeki kanatçıklar da keza koparılan taşların üstte sabit bir oluğa aktarılmasına yardımcı olurlar.

Çizelge : 1 — GALERİ AÇMA MAKİNELERİNİN SINIFLANDIRILMASI

KOLLU MAKİNELER			TAM CEPHE KAZI YAPAN MAKİNELER					
Kol her yöne hareketli		Kol yalnız bir yöne hareketli	Birbiri yanın- da dönen iki veya daha fazla sayıda keski taşıyıcı	Galeri eksenini etrafında dönmekte olan bir tek kesme sistemi				
				Ayrı ayrı tahrik edilen çok sayıda keski taşıyıcı		Yalnız bir keski taşıyıcı		
Kesme kafası kol eksenine paralel olarak döner.	Kesme kafası kol eksenine dik olarak döner			Basit kesme prensibi	Arkadan kesme prensibi	Şilt tünel makinesi ile kombine olarak	Kızak üzerinde hareket edebilir	Galeri yan duvarına tutunarak veya bir «öndelik» vasıtasıyla ilerleme
KAZI İŞİ KAMA TİPİ VEYA KONİK KESKİLERLE								Kazı işi doner keskilerle
Demag - Nashorn Eickhoff EV 100 Dosco Miner PK 3	Alpine AM 50 Westfalia - Fuchs Westfalia - Wühlmaus	Lee - Norse - Miner - Joy Roto - Ripper Joy - Continuous Miner	Joy Twin-Bohler - Marietta - Miner - Goodman - Miner	ÖSTU	Wohlmeyer	Baade, Kinner Moodie, Mc Alpine, Caldwell firmalarının makineleri	PK - 3 PK - 8	Wirth Demag Robbins Jarva Hughes Dresser Lawrence
ÖZELLİKLE KULLANILDIĞI ENDÜSTRİ KOLU								
Maden İnşaat	Maden İnşaat	Maden	Maden	Maden	İnşaat	İNŞAAT	Maden	İNŞAAT (Maden)

2.12 Keskiler

Tam cephe kazı yapan makinelerde keskiiler büyük önem taşımaktadır. Kesilmekte olan kayaç çeşitleri ile kullanılacak keski tiplerinin bir uyum içinde olmaları gerekir. Şekil : 3'de başlıca keski çeşitleri top-



(Şekil : 3) — Galeri Açma Makinelerinde Kullanılan Keski Tiplerinden Bazıları.

- | | |
|--|--|
| QK : Yumuşak ve orta sertlikteki kayaçlar için | QC : Çok sert kayaçlar için (dionit, granit, kuvarsit, bazalt, çört v.s. gibi) |
| QH : Orta sert ve sert kayaçlar için (sert şist, sıkı kum, kireçtaşı, dolomit, kumtaşı, v.s. gibi) | Qkc : Orta sertlikteki kayaçlar için |
| Qs : Yumuşak ve orta sertlikteki kayaçlar için | |

lu olarak görülmektedir. Şekilden de anlaşılacağı gibi, kama tipi keski- le keskin yüzeyleri ile bilinen prensiplere göre kazı yaparlarken, disk ve dişli keskiiler, yüzeye bastırma kuvvetlerinden yararlanmak suretiyle kayaca girmekte ve sonra onu parçalamaktadır. Gerçi kama tipi keskiiler, kesme işlemi bakımından diğerlerine nazaran çok verimlidirler. Ancak kaya sertliği arttıkça, başta keskin yüzün çabucak körlenmesi gibi

birçok sorunlar ortaya çıkar. Bu yüzden kama tipi keskinlerin tam cephe kazı yapan makinelerde kullanılması hemen yok gibidir.

Kesme diskini aynaya iten kuvvetin kararında olması gerekir. İtme kuvveti çok fazla olursa keskinler kayaca fazlaca gireceği için gereğinden fazla sürtünme kuvvetlerine yol açar. Bu ise hem diskin dönme hızını yavaşlatır hem de aşırı aşınmalara yol açar. İtme kuvveti düşük tutulursa, bu defa da ilerleme hızı azalır ve ayrıca dalgalı yüklenmeler meydana gelir.

Galeri açma esnasında en büyük masrafı keski sarfiyatı tutar. Keski sarfiyatının geçilmekte olan formasyonlara bağlı olacağı açıktır. Çizelge 3, kayaçların cinsine göre, genellikle kullanılmakta olan keski tiplerini, çizelge 4 ise, Tam CepheKazı Yapan Makinelerin uygulanmasında bazı özellikleri ve bu arada keski sarfiyatını göstermektedir.

2.13 — Uygulama

Tam cephe kazı yapan makineler daha çok inşaat endüstrisinde, yani uzun ve düz tünellerin açılmasında kullanılırlar.

Kurulup sökülmeleri ve bir yerden diğer yere taşınmaları zor ve masraflı olduğu için bir defada açılacak tünelin oldukça uzun olması gerekir. Çizelge 5'de kurma ve sökme işinde, süre ve işçilikleri içeren tipik örnekler görülmektedir.

(Çizelge : 3) — Kayaçlar ve Genellikle Kullanılan Keskinler

Sertlik Durumu	Basınç Dayanımı (kg/cm ²)	Tipik Kayaçlar	Kullanılan Keskinler
Yumuşak	425 (azami)	Şist, Kil	Dişli keski, Disk, Kama keski
Orta	425 - 850	Dolomit, Mermer, Kumtaşı	Dişli keski, Kertili keski, Disk
Orta Sert	850 - 1800	Kireçtaşı, Gnays, Granit	Tungsten Karbid, Kertili Keski
Sert	1800	Diorit, Kuvarsit, Hornblende	Tungsten Karbid

(Çizelge : 4) — Tam Cephe Kazı Yapan Makineler İçin Bazı Veriler

Kayaç Cinsi	Basınç Dayanımı (kg/cm ²)	Keski Sarfiyatı (\$/ft ³)	Kazı Hızı (m/saat)
Killi Şist	100 - 500	3,5 - 7	3 - 5
Kalker Şist	200 - 615	4,5 - 9	2,4 - 3,9
Kumtaşı ve Şist	310 - 820	6 - 10	1,5 - 2,55
«Molasse»(*)	100 - 410	6 - 10	3 - 5
Kalker ve Dolomit	1020 - 1860	9 - 22	1,8 - 3,0
Silisli Kalkerler:			
Kuars	1860 - 2570	13 - 35	1,2 - 1,5
Kumtaşı	1020 - 2000	9 - 26	0,75 - 1,5
Kalker	500 - 1535	7 - 10	1,5 - 3,6
Granit	1535 - 3570	70 ve daha fazla	0,75 - 1,2
Gnays	1215 - 2860	26 - 70	0,9 - 1,5
Sleytli Gnays	930 - 1535	9 - 26	1,5 - 2,55

(*) Molasse : İsviçre'de, Tersier'e ait yumuşak bir kumtaşı formasyonu.

(Çizelge : 5) Tam Cephe Kazı Makinelerine Ait Kurma ve Sökme İşçilik ve Sürelerine Ait örnekler

M a k i n e T i p i	Robbins	Wirth	Wirth	Demag
A — TAŞIMA VE KURMA İÇİN				
Taşıma yola (m)	1080	1250	6680	1475
Taşıma işçiliği (yevmiye)	1350	371	491	730
Kurma süresi (gün)	27	33	30	53
Kurma işçiliği (yevmiye)	765	1218	668	1430
Kurma yeri boyutları				
Uzunluk (m)	20	7	19,7	20
Genişlik (m)	6	7,5	7	20
Yükseklik (m)	7,7	8,5	8	9,1
B — SÖKME VE GERİYE TAŞIMA İÇİN				
Dik ve yatay taşıma yolu	5350		6680	
Taşıma işçiliği (yevmiye)	135		429	
Sökme süresi (gün)	33		41	
Sökme işçiliği (yevmiye)	420		670	
Sökme yeri	Galeri		Kurma yeri	

Tam cephe kazı yapan makinelerin kesme diskleri, açılacak galeriye göre çok değişik büyüklükte olmaktadır. Bugüne kadarki ihtiyaçları karşılama da en fazla 2 ilâ 3 metre çapında diskler kullanılmış olmakla birlikte, 5.88 metre çapında diskli olan makineler de yapılmış olup, 8 metre çaplı diski olan makineler proje safhasındadır. Çizelge 6, şimdiye kadar çeşitli formasyonlarda kullanılmış makinelere ait bazı örnekleri içermektedir.

Eğer açılacak galeri çok genişse, Onu iki safhada açmak daha yararlı olmaktadır. Önce Merkezde bir pilot delik delinmekte, arkadan da gene bir tam cephe kazı makinesi sistemi ile genişletilmektedir. Şekil : 4, bu tür bir uygulamayı göstermektedir. Önce 3,50 m. çapında bir pilot delik açılmış, daha sonra birinci kademede 7.70 m ve ikinci kademede de



(Şekil : 4) — 344 m* Kesitinde Bir Galerinin İki Safhada ve Üç Kademe Halinde Açılışı.

10.46 m çapına genişletilmiştir. Bu uygulama İsviçre'de 1400 m uzunluğundaki Grienz Tünelinin açılmasında yapılmıştır. Geçilen formasyon, basınç dayanımı 590 -1260 kg/cm² arasında değişip % 20 - 36 kuvars ihtiva eden kumtaşı ve marndan oluşmakta idi.:

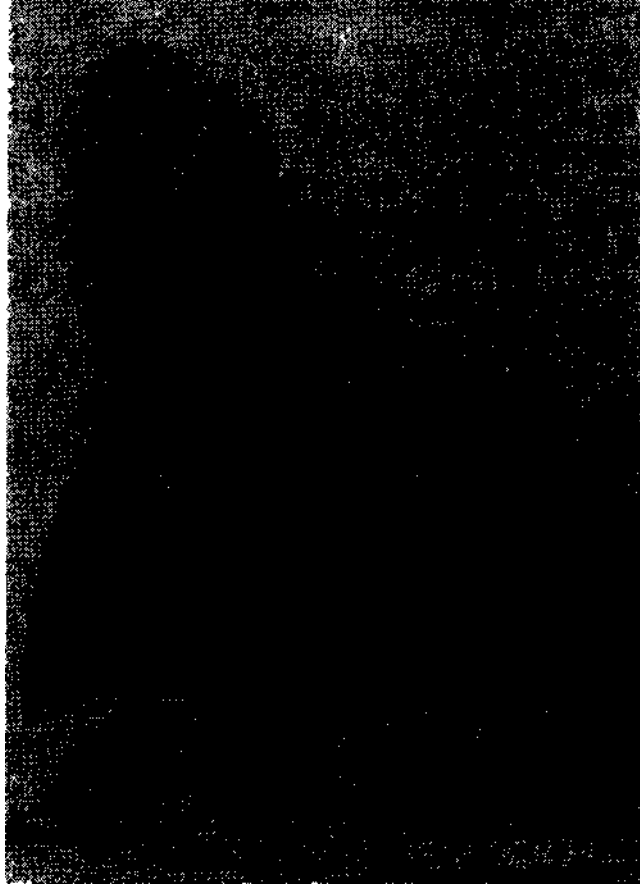
(Çizelge : 6) — Tam Cephe Kazı Makineleri Uygulamalarına Alt Birkaç Örnek

Makine Tipi	Kayaç Cinsi	Galeri Uzunluğu (m)	Galeri Çapı (m)	Makine Gücü (kW)	İlerleme Hızı (m/saat)
Demag	Yeşil kumtaşı	2900	2.10	140	5.0
»	Jura kalkerı (2000 kg/cm ²)	3285	2.14	220	16
»	Growaklı şist	300	2.30	220	5.0
	Growak (2000 kg/cm ²)	990	2.30	220	—
»	Şist ve kumtaşı (2300 kg/cm ²)	7500	3.15/2.80	375	3.2
»	Şist, kireçtaşı Kuvarsit	7000	2.40	220	3.0
»	Granit	2000	2.30	220	0.8 - 1.2
Alfred Wirth	Granit		2.14	225	0.8 - 1.0
»	Granit	Tecrübe galerisi	2.40	225	0,75
»	Granit	1145	3.00	340	0.5 - 1.4
»	Granit	415	2.14	225	0.9 - 1.1
»	Granit	1019	2.25	225	0.7 - 1.0
»	Granit	450	2.40	370	0.5 - 0.7

2.2 Kollu Makineler

Ağırlık ve güç bakımından çok değişik olabilmektedirler. Bütün tiplerde müşterek olan hususlar : «kesme tamburunu taşıyan hareketli bir kol ile onu taşıyan makine gövdesi, makinenin ilerlemesini temin eden sistem ve kazılan parçaları temizleme düzeni». (Şekil-5) de tipik bir kollu makine görülmektedir.

Kolun aşağı-yukarı hareketi hidrolik silindirler yardımıyla yapılır. Sağa sola hareketi ise kola bağlı olan üst gövdenin kendi ekseninde dönmesi sonucu temin edilir. Kesme tamburu kolun ucundadır ve kesimler bu tambura sabit olarak tesbit edilmişlerdir.



(Şekil : 5) — Kollu Galeri Açma Makinesi
(EV - 100 B)

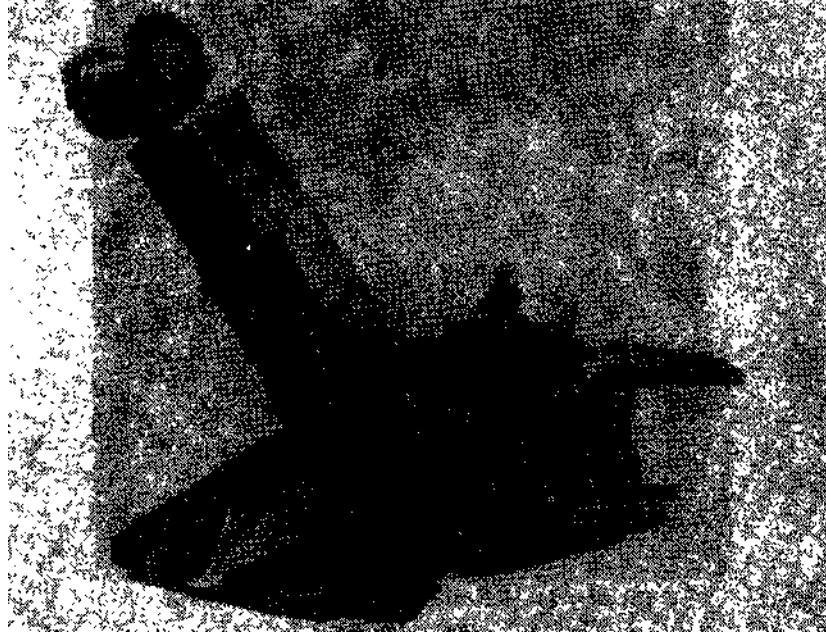
Kesme tamburunun galeri eksenine izafeten dönme yönüne göre kollu makineler de ikiye ayrılır : Eksene paralel ve eksene dik yönde dönme yapan makineler.

2.21 Eksene Paralel Tamburlu Makineler

Şekil-5'deki makine bu tipte bir makinedir, ilerleme hızlan nisbeten büyüktür. Kesme tamburuna gelen reaksiyon kuvvetleri makinenin ağırlığı ile dengelenmek zorundadır. Bu yüzden, aynı güç için, dik tamburlu makinelere nazaran daha ağır olmak mecburiyetindedirler. Kazıya başhyabilmek için aynada önce bir oyuk açmaları gerekir ki, bu da makinenin bir kızak veya palet üzerinde hareketli olması sonucunu doğurur. Galeri aynasının temiz bir şekilde eldesi için biraz fazla bir süreye ihtiyaç duyulmaktadır.

2.22 Eksene Dik Tamburlu Makineler

Hareketli kolun uç kısmına iki adet kesme tamburu galeri eksenine dik olarak tesbit edilmişlerdir. Şekil - 6'da bu tip makinelere örnek görülmektedir. Eğer kesme tamburunun yapısı ve kolun kavis merkezi doğru teşkil edilmişse durdukları yerde hareket etmeksizin düzgün bir yüzey kazabilirler. Başka bir deyişle eğer galeri daire kesitli ise, yatay ve düşey kavis merkezinin aynı yerde olması gerekir. Diğer yandan kesit çok geniş ise, düşey kavis merkezi daha öne alınır.



(Şekil : 6) — Eksene Dik Tamburlu Bir Makine
(WAV - 170)

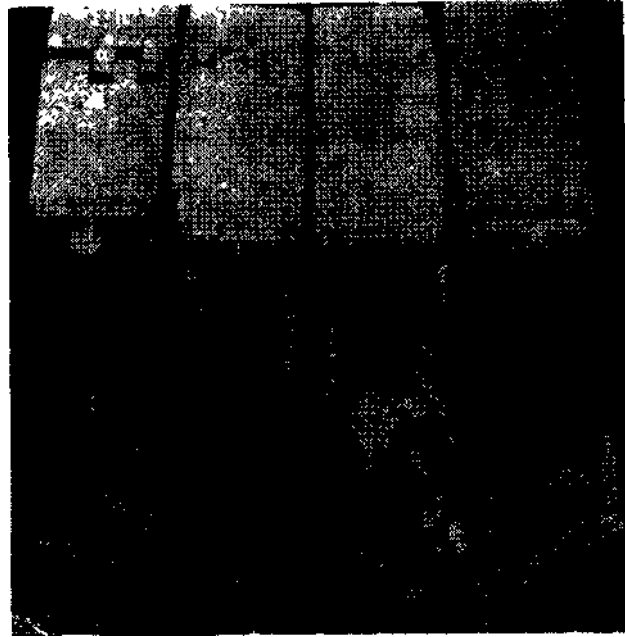
Durdukları yerde düzgün cephe açabilmeleri için her üç yönde de hareket edebilmelidirler. Bu amaca yönelik olarak bazı tiplerde, bizzat kol da uç kısmında yeniden mafsallanmıştır. Şekil : 7'de bu tip bir makine kazı yaparken görülmektedir.

2.23 Uygulama

Kollu makinelerden eksene paralel tamburlu tipler daha çeşitli ve daha yaygındır (Çizelge : 7). Avrupa madenlerinde halen 100'e yakın paralel tamburlu makine uygulamadır. Her modelin kendine has özelliği bulunmaktadır. Örneğin Şekil : 8'deki modelde, galerinin açıldığı yerde tavanı tutmak ta, gene makine bünyesinde bulunan hidrolik tahkimat üniteleri ile gerçekleştirilmektedir.



(Şekil : 7) — Eksene Dik Tamburlu Bir Başka Makine
(EV II)

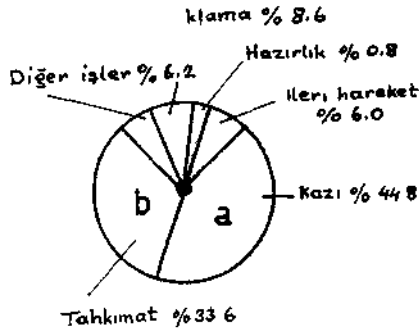


(Şekil : 8) — Tahkimat Üniteleri İle Donatılmış
Bir Kollu Makine Tipi (V52 E)

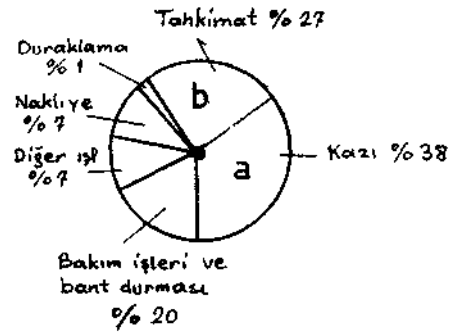
(Çizelge : 7) Kollu Makinelere Alt Bazı Örnekler

Grup	Firma - Model	Ağırlık (ton)	Kesme Tamburundaki Güç (kW)
Grup I Eksene paralel tamburlu makineler	Eickhoff - EV 100	45	100
	Eickhoff - EV 100-B	65	60
	Eickhoff- EVR-120	75	120
	Demag - VS2 E	45	80
	Demag - VS3	65	160
	Rheinstall - PK9R	30	90
	Paurat - PSV	20	50
	Dosco - MK 2A	23	67
	A. Mavor - RH 20	24	48
	A, Mavor - RH 25	27	90
Grup II Eksene dik tamburlu makineler	Westfalia - WAV 170	53	170
	Westfalia - WAV 200	70	200
	Eickhoff - EV II	33	80
	Eickhoff - EV 160	40	160
	Alpin - AM 50	21	100
Alpin - AM 100	70		

Kollu makinelerle yapılan kazılarda fiilî kazıya ayrılan zaman oldukça düşüktür. Şekil : 9'da, iki ayrı kollu makineye ait zaman diyagramı verilmiş bulunmaktadır. Tahkimata ayrılan sürenin büyük oluşu dikkati çekicidir. Bu sürenin kısaltılmasına yardımcı olmak gayesiyle hemen bütün kollu makine tiplerinde, demir tahkimatın üste gelen ağır parçasının kol yardımıyla kaldırılmasına olanak veren düzenler geliştirilmiştir.



EV100



WAV 200

(Şekil : 9) — Kollu Makinelerin Zaman Diyagramlarına Ait İki Örnek.

Ancak bu sonuçların makine modelleri arasında bir karşılaştırma gayesi ile kullanılamıyacağı unutmamak gerekir. Zira sonuçlar, birbirinden bağımsız şartların meydana getirdiği ayrı formasyon sistemlerinin ürünleridir.

3 — KAZILABİLİRLİK VE AŞINMA KATSAYISI

Kazılabilirlik ölçüsü olarak genellikle basınç dayanımı alınmaktadır. Ancak tek başına bu faktör güvenilir bir kılavuz değildir. Zira :

- a) Heterojen yapı dolayısıyla dayamm değerlerinin açık olarak istatistik! formlarda gösterilmesi gerekir. Ayrıca dayanım deneyi testlerinin yapıış şekli de sonuçları etkilemektedir. En iyi kontrol altında yapılan deneylerde bile çok büyük sapmalara rastlanabilmektedir.

(Çizelge : 8) — Kollu Makinelere Ait Bazı Özellikler

Firma Model Özellikler	Paurat PSV	Eichkhof EV 100 B	Demag VS2E	Westfalia WAV-200	Alpin AM 50
Makinenin :					
Kazı derinliği (m)	7.1	15	7.9	9	7.5
Ağırlığı (ton)	20	65	45	70	21
Uzunluğu (m)	0.6	0.6	12		03
Toplam Güç (kW)	50	120		310	100
Basınç dayanımı (kg/cm ³) :					
Devamlı çalışmada	480	750	630	700	750
Kısa süreli çalışmada	650	980	800	1200	910
Aşınma Katsayısı (kg/cm) :					
Devamlı çalışmada	0,1	0.3	0.23	0.40	0.32
Kısa süreli çalışmada	0,4	0.76	0.35	0.80	0.56
ilerleme hızı (m/gün) :					
En iyi ay ortalaması	16	12	21	13.6	12
En iyi günde	19	18	30	20	20

- b) Sadece dayanım değeri, tek başına, kayacın aşındırıcı karakterini gösterememektedir. Bu özel nitelik bazan tek başına karar unsuru olarak belirlenmektedir.

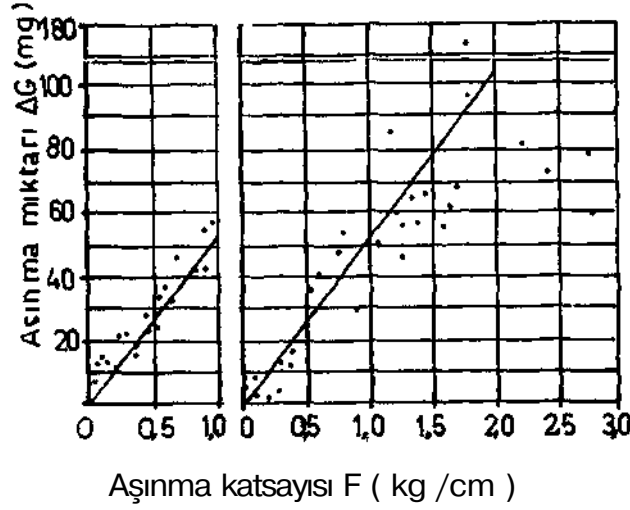
- c) Basınç dayanımının kıstas olarak alınmamasına önemli bir diğer sebep de, onun kesmenin fiziği ile ilgili olmayışdır.

Bütün bunlara rağmen, gene de basınç dayanımı en popüler kıstas olarak kullanılmaktadır. Ancak, keski sarfiyatı bakımından basınç dayanımının yanısıra aşınma katsayısını da belirlemekte büyük yarar vardır.

Aşınma katsayısı kuvars bazına göre tesbit edilmektedir. Kuvarsın aşındırıcılığı 100 kabul edilerek diğeri minerallerin aşındırıcılığı buna izafeten sıralanmaktadır. Örneğin : Feldspat : 30 - 33, Phyllosilikat : 4, Karbonat : 3 gibi. Neticede içinde çekme dayanımı ve tane büyüklüğünün de bulunduğu aşağıdaki gibi bir bağıntı ile aşınma

$$F = \frac{Q \times D \times \tau}{100}$$

katsayısı tayin edilmektedir. Burada Q aşındırıcı mineral miktarını, D kuvars taneleri çapını ve τ da taşın çekme dayanımını göstermektedir. Günümüzdeki uygulamalara göre, F nin 0,5 den daha büyük değerlere ulaşması halinde makine ile galeri açma ekonomik olmamaktadır.



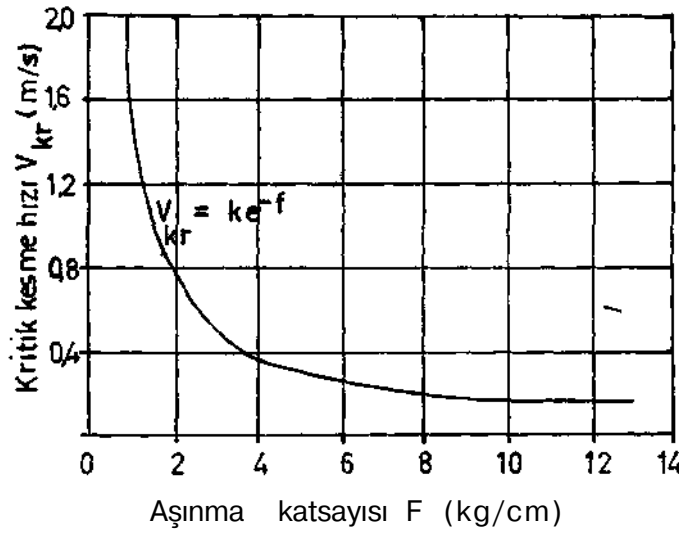
(Şekil : 10) — Aşınma Katsayısı F tie Aşınma Miktarı ΔG Arasındaki Bağıntı.

Şekil : 10'da, aşınma katsayısı ile aşınma miktarı arasındaki bağıntı görülmektedir.

Keskilerin, bir kritik hızdan sonra aşınmalarının çok çabuklaştığı görülmektedir. Bu sebeple, keskinin yapıldığı metalin cinsine ve kesilmekte olan kayacın yapısına bağlı olarak her keski veya kesme tekniği için aşılmaması gerekli bir kritik hız vardır. Bu kritik hız

$$V_k = K \cdot e^{-F}$$

bağıntısı ile belirlenmektedir. Burada k, keski geometrisi ve metalin kritik sıcaklığını belirleyen bir katsayıdır. Şekil : 11'de aşınma katsayısı ile kritik hız arasındaki bağıntı verilmiştir.

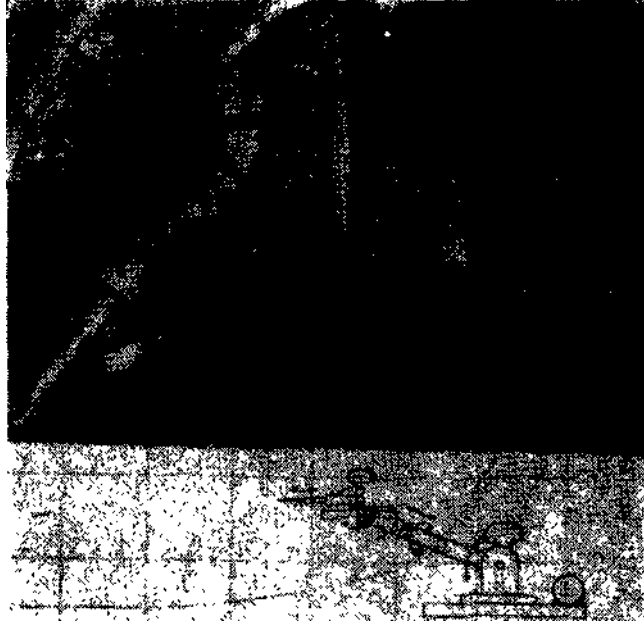


(Şekil 11) — Aşınma Katsayısı İle Kritik Hız Arasındaki Bağıntı.

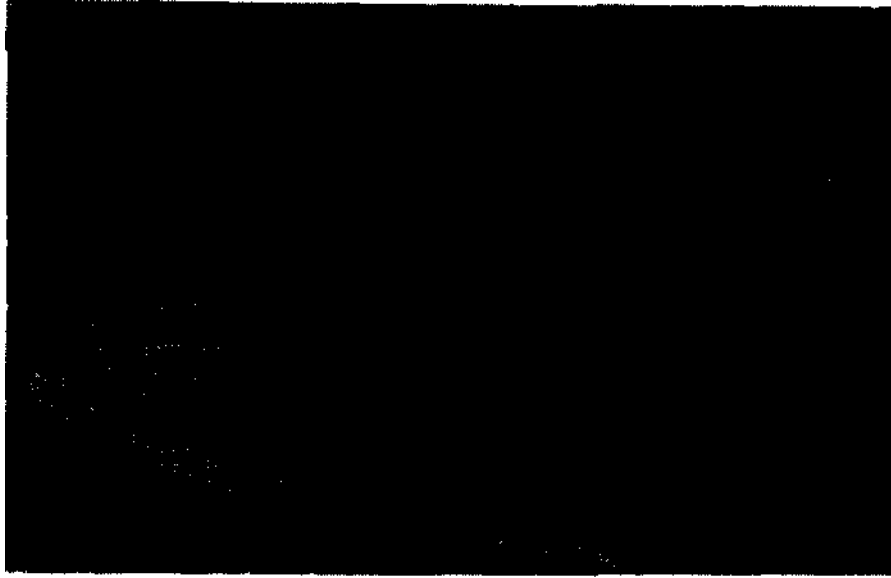
Uygulamada, devamlı çalışan keski önemli ölçüde ısınmaktadır. Keski yüzüne bir süre sonra bir ısı altında çalışması bahis konusudur. Tungsten Karbidin sertliği ise artan ısı ile çabucak düşer: Isı 400° yi geçince tungsten karbidin sertliği kuvarsın sertliğinin altına düşer. Bu yüzden kritik hız «rırlan içinde kalmak büyük önem taşımaktadır.

4 — DİĞER UYGULAMALAR

S^atada* ppüardan biraz daha değişik olarak çok çeşMi uygulamalara rastlanmaktadır. Örneğin Şekil : 12'de görülen makine, döner keski yerine «aştöplker ucu gibi sivri bir keski ile kazı yapmaktadır. Bu uç -4f 5 kgm/dakika .gibi yüksek bir enerji ile hareket etmekte ve bütün " darbe enerjisi keskinin uç kısmında konsantre hale gelmektedir.. Gerek bu yüksek .darbe enerjisi, gerekse formasyondaki zayıf bantların önceden kazılarak sert bantların kazısının kolaylaşörtlabilmesi imkânı, bu makinenin normal kollu makinelerin kazamadıp sdaha sert taşları da kazabileceği intibasını vermektedir. Şimdiye kadarki uygulama sonuçları ümit vericidir. Nitekim bu teknik Şekil -13'de de görüldüğü gibi birçok değişik konbinezonlarla yeni gelişmelere sahne olmaktadır.

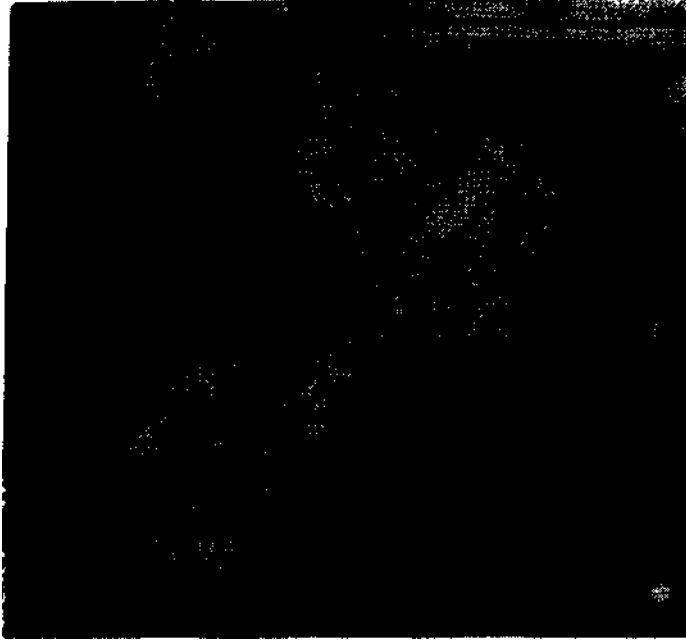


(Şekil : 12) — KAYAÇKAKAN (GuUlck Dobson Impact Ripper)



(Şekil t 13) — Darbell Uç ve Döner Kesme Tamburu Kombinezonu
(Roboter HD)

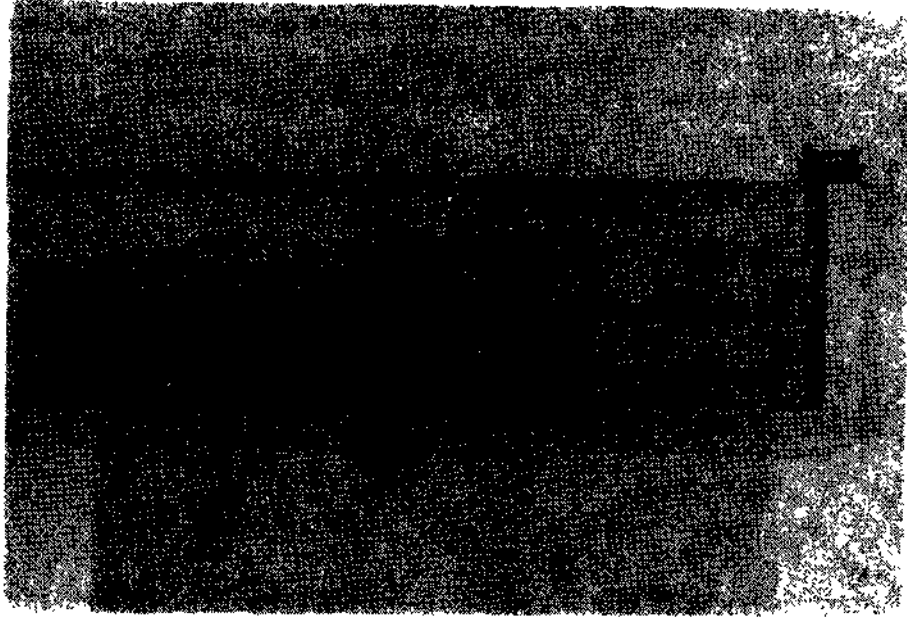
Uzun süredir yaygın olarak kullanılmakta olan bir diğer makine tipi de Şekil : 14'de görölmektedir. Hareketli kol aynı zamanda oluk görevini yapmakta ve kesme tamburu da bu zincir vasıtasıyla tahrik edilmektedir.



(Şekil : 14) — Oluklu Kesici (Fröslader)

Çok güçlü olmamakla birlikte, yumuşak formasyonların kazılmasında rahat ve pratik bir uygulama alanına sahiptirler.

Şekil 15, 16 ve 17 Köln'de yumuşak arazide açılan bir tüneli göstermektedir. En uçta oluklu kesici toprağı kazıp arkaya doğru nakletmektedir. Tünel, yuvarlak şilt tahkimat içerisindedir ve bütün şilt sistemi, herbiri 308 ton itme kuvveti verebilen 4 adet hidrolik silindirle cepheye itilmektedir. Tünel boyu uzadıkça daha büyük itme kuvvetlerine ihtiyaç hasıl olacağından, gerektiğinde ara yerlere de, çok sayıda küçük stroklu silindirler konmaktadır.



(Şekli : İS) — Yumuşak Toprakta Açılan Tünel



(Şekil : 16) — İtme Silindirlerinin Görünüşü.



(Şekil : 17) — Kuyu Ağzının Üstten Görünüşü.

5 — SONUÇ

Sonuç olarak, galeri açma makinelerinin çok geniş bir kullanma alanı olduğunu ve ilerdeki yıllarda bu teknikte büyük gelişmeler beklendiğini belirtmek yerinde olur. Bilhassa kollu makinelerde gerçekleşecek gelişmeler madencilik açısından da büyük önem taşımaktadırlar. Kollu makinelerin bugün için üst uygulama limiti olan $800 - 1000 \text{ kg/cm}^2$ lik dayanım sınırı 1500 kg/cm^2 yi geçtiği an yeraltı madenciliği büyük bir aşamaya daha kavuşmuş olacaktır.

KAYNAKLAR

- 1 — H. Fauser : **Modem Galeri Açma Makineleri Konferans, t.T.Ü. Maden Fakültesi, 1972**
- 2 — K. Gehring : **Über den Einfluss des Gebirges auf den maschineller Vortrieb.**
Dokümantasyon
- 3 — J. Sëhimazek, : **Der Einfluss des Gesteinsaufbaus auf die Schnittgerschwindigkeit und den Meisselverschleiss Von Stresken- vortriebmaschinen**
H. Knatz
Glückauf 1970, nr. 6, 274-78
- 4 — N. E. Norman, : **Economic Factors of Mechanical Rock Tunneling**
R. Stier
Mraning Engineering, June 1967, 75-78
- 5 — L. Freytag : **Streckenvortrieb mit Geräten und Einrichtungen der Westfalia Lünen**
Vortrage, Ungarn, 28.3-3.4.1977
- 6 — K. R. Haarmann, : **Das Maschinellen Auffahren von Flözstrecken**
V. Mertens
Glückauf 1974, Nr. 10, 400-405
- 7 — K. Trösten : **Stand und Entwicklung des Vollmechanischen Auffahrens Söhligen Grubenbau**
Glückauf 1970, Nr. 6, 283-288