

TÜRKİYE 6. KÖMÜR KONGRESİ
The Sixth coal congress of TURKEY

BOKLU KAZI MAKİNALAHININ TEMEL ÖZELLİKLERİ VE SEÇİMLERİ

(Boom - Tyne Cutting Machines; Fundamental Features and Selection Criteria)

Osman Zeki HEKİMOĞLU (X)

Robert G. POWELL (XX)

ÖZET

Mekanize kazı sistemlerinde gittikçe önem kazanan bumlu kazı makineleri Türkiye'de de kullanılmaya başlanmıştır. İlk yatırım masrafları yüksek olan bu makinalarda verimli bir kazı işlemi için uygun bir makina seçiminin yapılması gerekir. Piyasada çeşitli tipte makinaların bulunmasına karşın bunların seçimleri ile ilgili bazı sorunların ortaya çıktığı uygulamada gözlemlenmektedir. Bu tebliğde su ana değin elde edilen teorik ve pratik deneyimlere göre bumlu kazı makinalarının bazı temel özellikleri ve seçimleri anlatılmıştır. Ayrıca makina seçimine bir açıklık kazandırmak açısından dö-nüş eksenleri büm eksenine paralel ve dik olan kesici kafaların bir karşı-laştırılması yapılmıştır.

ABSTRACT

Boom - Tyne cutting machines increasingly becoming the principal means of mechanised drivare operations have also been employed in Turkey. On account of high initial cost, a nroper selection of these machines is of great importance for an efficient excavation. Although machines of various'tvDes available there still exist some practical problems arising from the choice of relevant machine type. This paper describes some funda-mental features and selection criterias of boom - type cutting machines, based upon theoretical and practical experiences gained to date. A compari-son of longitudinal and transverse cutting heads was, further, made in an effort to provide an insight in to this concept.

(7) Dr. Warten Yük. ^Uhendisi, TKİ OAL Müessesesi Çayırhan(Beypazarı) ANKARA
(XX) Dr. tfakına Yük. Fühendisi, Reader, The Univ. of Newcastle Upon Tyne

1. GİRİŞ

Mekanize kazı sistemi yirminci asrın son yarısından başlayarak bugüne değin çeşitli gelişmeler göstererek oldukça etkin bir düzeye ulaşmıştır. Madencilik alanında yüksek Üretim kapasitesine erişmek ve yapı endüstrisinde ise daha kısa zamanda daha du raylı tünellerin açımında uygulanan mekanize kazı sistemleri normal koşullarda diğer klasik yöntemlere oranla daha yararlı olmaktadır, özellikle bomlu kazı makinaları (BKM) çok yönlü kazabilirlik özelliklerinden dolayı uygulamada rastlanan diğer tiplere oranla daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Son zamanlarda her ne kadar daha ağır ve güçlü BKM ları imal edilmişse de bu tip ma ki na lar sert kayaçların kazımında ekonomik olamamakta ve dolayısıyla belirli bir kesme sınırında bulunmaktadırlar. En son geliştirilen yüksek basınçlı su yardımıyla (High pressure water jet assistance) yapılan kesme yöntemi kademeli olarak BKM larına uygulanmakta ve bu şekilde elde edilen hidromekanik kesme yönteminin sert kesme koşullarında çok daha etkin olduğu çeşitli uygulamalarla kanıtlanmıştır. Ancak bu kesme yönteminin etkinliğine karşın verimliliği henüz istenilen düzeyde olmadığından mekanik kesme yönteminin güncelliğini daha uzun bir süreye dek koruyacağı açıktır.

BKM ları kazı koşullarına göre değişik tip ve kapasitede olup, kazılabilirliği zor olan kayaçlara doğru güç ve ağırlıklarındaki artışa paralel olarak maliyetleride artmaktadır. Bu nedenle ekonomik bir kazı işlini İçin uygun makinanın seçilmesi çok önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Söz konusu ma ki na lar kesme kapasitelerine göre hafif, orta ve ağır şeklinde sınıflandırılırken, piyasada benzer kapasitede kazı yapabilen ancak kesme kapasitelerinin işlevleri farklı olan makinalarda vardır. Bunların birbirlerine göre avantaj ve dezavantajlarının olmasına karşın, çoğu imalatçı firmalar bu iki tipten yalnız birinin Üretimini yapıp yine o tipin Üstü- olduğunu ifade etmektedirler. Makina tipinin yanısıra bir kazı İşleminde ekipman ve kazılan malzemenin nakliyatı, kazı yapılan yerin tahkimatı, havalandırılması ve drenajı gibi faktörlerinde makina seçiminde göz önüne alınması gerekir.

Türkiyede gerek madencilik ve gerekse İnşaat sektöründe son zamanlarda mekanize kazı'ya göre bir yönelme gelişmektedir. Şu ana değin gerçekleştirilen makina seçimi genellikle imalatçı firmaların önerileri doğrultusunda yapılmıştır. İmalatçı firmaların önerileri kuşkusuz bugüne değin elde edilen

pratik deneyim birikimlerin« dayanmaktadır. Buna karşın uygulamada makina seçiminin bazı durumlarda sağlıksız olduğu gözlenmektedir. Bu durum imalatçı firmaya bne sürülen makinanın Üstünlüğü İfadesinin yanısıra kullanımında makina konusunda yetersiz bilgilerle karşı karşıya olma durumunda etkilenmektedir. İlk yatırım maliyeti oldukça yüksek olan BKM'nin seçiminde bunlara alt çeşitli özelliklerin mutlaka bilinmesi gereklidir.

bu tebliğde yazarların elde ettiği teorik ve pratik deneyimlerin ışığında BKM'nin yapıları, performansları ve seçimlerini etkileyen faktörler anlatılarak «ivasında bulunan makine tipleri sergilenmiş ve özellikle bom eksenine dik ve bom eksenine paralel yönde dönen kesici kafaların bir karşılaştırılması yapılmıştır».

2. BOMLI KAZI MAKİNALARININ MEKANİZE KAZI SİSTEMLERİNDEKİ YERİ

Tırmal kazı kullarımda mekanize kazı sisteminin alışlagelen delme ve patlatma yöntemine olan üstünlükleri zamanımızda artık anlaşılmalıdır. Tünelcilik alanıyla ilk sıralarda tam cephe kazı makineleri (TKNO) daha yaygın olarak kullanılmaktaydı. Her ne kadar bu türdeki makinelerle klasik kazı yöntemi« oranla daha verimli çalışmalar elde edilebiliyorsa da, ekonomik kullanım açısından TKM'le zamanımızda BKM'leri kadar yaygın olarak kullanılmamıştır. Mekanize edilmiş kazı sisteminde gerek ilk yatırım maliyetinin azlığından ve gerekse kullanışlı olmalarından ötürü en çok BKM'ler tercih edilmektedir. Örneğin delme patlatma ile tünel kesiti etrafında oluşan fazla kırılmaların neden olduğu tahkimat maliyeti, 3 km. lik bir tüneli kazmak için kullanılan bir BKM'nin maliyetine eşit olabilmektedir (1).

Tablo 1 de delme patlatma, BKM'le ve TKM'leri ile yapılan kazıların bir karşılaştırılması görülmektedir. Tablodan da anlaşılacağı gibi BKM'leri daha avantajlı olmaktadır. Bu tür makinelerde arından açılan yere hemen tahkimat yapılabilen, bakım ve onarım için makinanın her tarafına ulaşmak kolay olmaktadır. Böylece BKM'lerinde makineden yararlanma oranı % 40 ile % 60 değerine çıkabilmektedir. Bu tür üstünlüklerine karşın BKM'lerinin aşağıda belirtildiği gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır:

(1) 14°-20° den fazla eğimlerde verimli olarak çalışamazlar.

(2) Kazı kapasiteleri sınırlı olup çok sert ve aşındırıcı kayalar için ekonomik delillerdir.

TABLO 1 UÇ AYRI KAZI YÖNTEMİNİN 3-4 m. ÇAPLI QAL İLEHDE KARŞILAŞTIR HJUSI (1) .

ÖZELLİKLER	DEĞER VE PATLAMA	BOMBU KAZI MAKİNALARI	TAN OKYAP KAZI MAKİNALARI
31 Yüzyıl Makinesi	D-5	K-4	Y-5
1,1 m - 1,5 m arası	Yüksek	Düşük	Orta Oranında
İşletme hızları (m ³ saatte 100 tonluk toprak (İnjektörle))	en az mullarla	50	70
	Çok faylı çeşitlerde	50	35
Montaj	Firikardan tesile çıkışı	1 Ay	3 Ay
	Yükseklik makası	2 Hafta	3 Hafta
	Kapasite (Döner)	Kısıtlıdır Yüksek	Genellikle gücü çapa kadarında
	Vites (Döner) Akışı	Kısıtlıdır Yavaş	50 ila 60 m hızla çalışır
	Çalışma hızı	BOMBU çeşitleri	40 m hızla çalışır
Güç (kW)	BOMBU çeşitleri	Genellikle BOMBU çeşitleri	100-200 kW arasıdır
Güç (HP)	BOMBU çeşitleri	BOMBU çeşitleri	100-200 kW arasıdır
Uygulanabilir	BOMBU çeşitleri	Kayama sertlik ve elastisitesine bağlı	BOMBU çeşitleri
Mücadele Uygulanabilir	Mücadele Kısıtlıdır	Mücadele Kısıtlıdır	Mücadele Kısıtlıdır
Güç (kW) içindeki diğer makinalar	Yüksek	Düşük	Düşük
Güç (HP) içindeki diğer makinalar	Yüksek	Düşük	Düşük
Kirane ve ruhsatına ulaşabilen kapasite	İyi	İyi	Orta-Düşük düzeyde
Yapısal	Miktarı	Yüksek olabilir	En az
	Yapılan yer	Kirane	AFIN
Tipi	Her tip	Her tip	BOMBU çeşitleri olarak kullanılır ve bazı makineler ile her iki yönünde çalışır
Faaliyet hızı	Genel olarak çalışır	Genel olarak çalışır	Her makinenin hızı diğer ve BOMBU çeşitleri ile diğer makinalara göre değişir
Kayma stabilitesinin çalışmaya etkisi	Ana bir etki yoktur	Ana bir etki yoktur	Çok etkilidir
Güç tüketiminin değişkenliği	Genellikle azdır	Çok değişkendir	Bazılarında yüksek dalgalı güç tüketimi olabilir

MAKINA VE KAZI İLE İLGİLİ FAKTÖRLER

KAZI DEĞERLERİ	YERLİ DEĞERLER	YERLİ DEĞERLER
		ASİDİLİK
		DURUMSİZLİK
		KARŞI KAZI
YERLİ DEĞERLER	YERLİ DEĞERLER	ASİDİLİK
		DURUMSİZLİK
		KARŞI KAZI
		YERLİ DEĞERLER
YERLİ DEĞERLER	YERLİ DEĞERLER	ASİDİLİK
		DURUMSİZLİK
		KARŞI KAZI
		YERLİ DEĞERLER

MAKINA VE KAZI İLE İLGİLİ FAKTÖRLER

KAZI DEĞERLERİ	YERLİ DEĞERLER	YERLİ DEĞERLER
		ASİDİLİK
		DURUMSİZLİK
		KARŞI KAZI
YERLİ DEĞERLER	YERLİ DEĞERLER	ASİDİLİK
		DURUMSİZLİK
		KARŞI KAZI
		YERLİ DEĞERLER
YERLİ DEĞERLER	YERLİ DEĞERLER	ASİDİLİK
		DURUMSİZLİK
		KARŞI KAZI
		YERLİ DEĞERLER

- (3) Şart kesme koşulları için dizayn edilen ağır ve güçlü makinaların maliyeti TCKM larinkine yaklaşmakta, montajları ve sökülmeleri güç ve zaman e-
lilci olmaktadır.

3. BOMLU KAZI MAKİNALAKININ TARİHÇESİ

Bu tür makinalar uygulamada Kısmi Cepheli Galeri Açma Makineleri (Partial Face Tunnelling Machinas) Bomlu Galeri Açma Makinaları (Boom Type Tunneling Machines)' Galarî Açma Makinaları (Roadheaders)' ve 'Seçimli Kazı Makineleri (Selective Cutting Machines)* olarak bilinirler. Galeri açmanın yanı sıra Üretim »maçlı olarakta kullanıldıklarından dolayı bu tebliğde Bomlu Kazı Makinaları (**BKM**) terimi tercih edilmiştir.

İlk **BKM** sı 1950 lerde Macaristanda yapılan ve Macar kömür madenlerinde kullanılan hafif tipli F2 makinesidir (2). Bu makins 11«, dönme eksenleri bom eksenine dik olan ve 37,3 kW lık bir elektrik motorla tahrik edilen bir kaslıci kafa çifti il« tak eksenli basınç dayanımı an fazla 40 M a olan kömür ve yumuşak kayaların kazımı mümkün olabilmekteydi. 1950 lerin sonuna doğru bu makinaların F4 ve F5 tipleri yapıldı. 1960 lı yıllarda İse Sovyetler Birliğinde bu makine ile aynı kapasitede ancak kesici kafanın dönme eksenine paralel olan PK3 tipi yapıldı. Her İki makinanın yürüyüş ünitesi paletli tipte olup, F4 lerde yükleme ünitesi yengeç kollu İken, PK3 lerde ise maklnayı çevreleyen ve tek zincirli paletlerden oluşan bir sistemden oluşmaktaydı.

Batı Avrupada kullanılan İlk **BKM** 1961 de İngiliz Kömür İşletmelerince Sovyetler Birliğinden İthal edilen PK3 makinalarıdır. Daha sonra İngiliz Maden Araştırma ve Geliştirme Kuruluşunda bu maklnalara benzer tipte ve kapasitede olan sırasıyla MK1, WK2 ve HKA makinaları yapıldı. Aynı sıralarda Dosco Firmasınınca Sovyet Pk3 Ün daha güçlü, modeli olan ve yürüyüş sisteminin elektrikden «lektrohidrolik sisteme dönüştürüldüğü Dosco Galeri Kazıcı ve Yükleyici (DRCL)' makinası İmal edildi. Bunun yanısıra Anderson Boyes-Firmasınınca 1960 ve 1970 lerde RH1 ve RHID makinaları imal edildi.

1960 larda Batı Avrupanın diğer ülkelerinde **BKM** lan pek yaygın değildi. Almanya-da kullanılan birkaç DRCL pek verimli olamadı. 1970 lerin başından sonra Alman Firmaları Demag, Eickhoff, Paurat, Westfalia LUnan ve daha sonra Salzgitter; Avusturyanın Voest Alpine Firmalarınınca bir seri **BKM** lan imal edildi.

BM nın ekonomik va kullanışlı olduklarının anlaşılmasından sonra daha şart koşullarda kullanılabilmeleri İçin ağır va güçlü makinaların yapımına gidilmektedir. Günümüzde kullanılan ağır va yüksek kapasiteli makinaların kesici kafa motorunun gücü 300 kw'a aşarken ağırlıklarında 100 tonun Üzerine çıkabilmektedir, İppiterek kömür madenlerinde kullanılan BM nın yıllara göre kapasite artışı Sakil 1 de verilmiştir. Bunun yanısıra bugüne değin piyasada rastlanan BM nın tipleri ve özellikleri Tablo - 2 de verilmiştir (7).

4. BOMLU KAZI MAKİNALARININ YAPISI VB ÖZELLİKLERİ

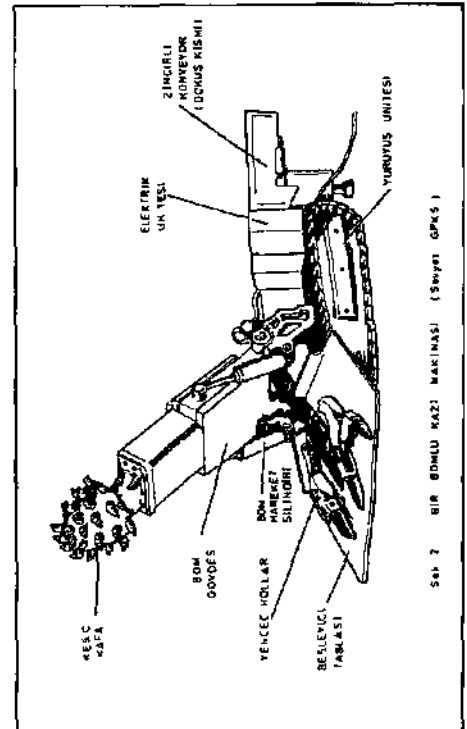
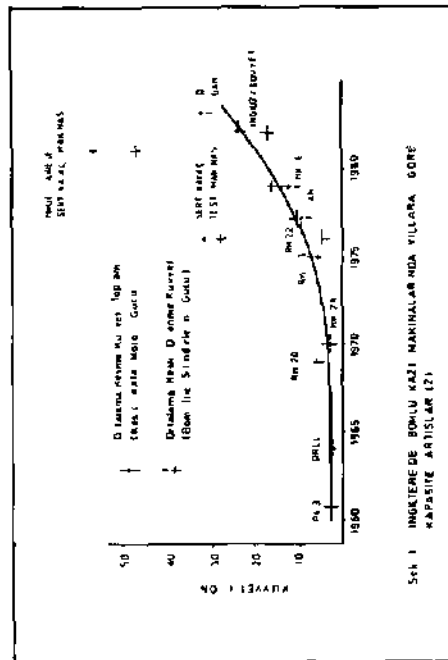
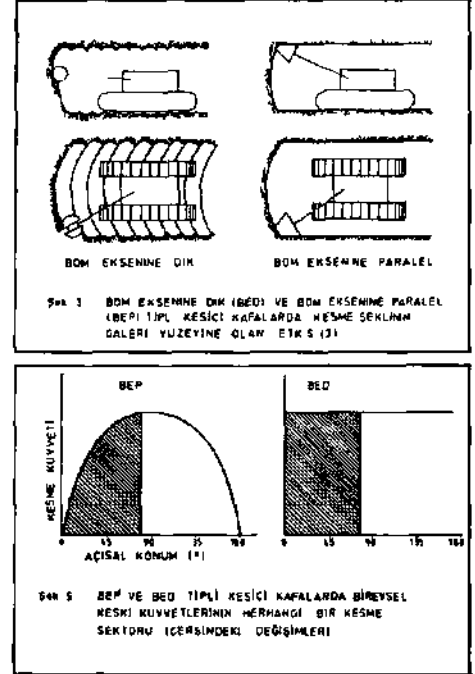
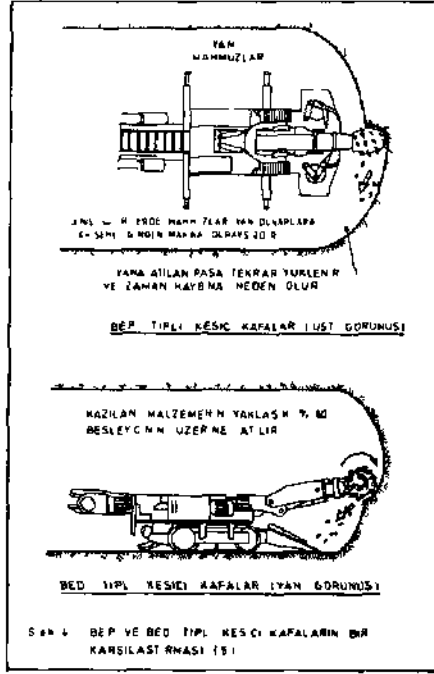
Mekanize kazı sistemlerinde kazılan malzemenin arın gerisin aktarılması kası makinası İle gerçekleştirildiğinden makina dizaynında kesici elemanların yanısıra malzemenin yüklenmesi ve taşınmasında önemli bir faktördür. Yeraltında galeri kesit alanlarının sınırlı olmasından ötürü makinenin bir yerdan başka bir çalışma yarine taşınması güçtür. Bu nedenle makina elemanları yekpare bir bütli halinde olmayıp genellikle civatarla birbirlerine bağlanan-bölmülerden oluşur. Sekil 2 de «örülügü gibi bir BM sı kabaca şu bölmülerden oluşur:

- (1) Bom ünitesi
- (2) Yürüyüş ünitesi,
- (3) Malzeme yükleme Ünitesi (Besleyici tabla ve toplayıcılar),
- (4) Malzeme aktarma Ünitesi (Zincirli ve köprü konveyör),
- (5) Hidrolik ve elektriksel aksamlar.

Bu ana Ünitelerin yanısıra seçimli olarak kullanılabilen bazı ek donanımlarda bulunur. Bunlar makinenin duraylılığına sağlayan yan mahmuzlar (Side supports, bracing Jacks), tahkimat İçin boyunduruk kaldırma yada tavan saplama tertibatları şeklindedirler.

4.1. Bom Ünitesi

Makinanın kesici kafasını ve bunlarla İlgili olan tahrik ünitelerini taşıyan bir gövdeden oluşur. Yürüyüş ünitesi üzerindeki ana gövdede bulunan bir platforma bafılanan Bom ünitesi yine gövde üzerine sabitlendirilmiş olan hidrolik silindirlere ağı-yukarı va sağa-sola hareket edebilmektedir. Bom gövdesinden anne doğru Önce, bir elektrik motoru, buna ait bir dişli kutusu va en uçta kasma işlevini gerçekleştiren kesici kafa kısmı bulunur. Bom Ünitesi kesici kafa ve bom gövdesi olmak üzere İkiye ayrılabilir.



TABLO.2 PİYASADA BULUNAN BOMLU KAZI MAKİNALARI (ALFABETİK SIRAYA GÖRE YAZILMIŞTIR).

İMALATÇI FİRMA	İDGA	KAZI KAP TİPİ	KAZI KAZI KAZI MOTOR GÜCÜ (kW)	TOTLAH KAZI KAZI GÜCÜ (kW)	MAKİNANIN EYİTLERİ (-) (Uzunluk x Geniçlik x Yükseklik)	KAZI KAZI KAZI B. YÜZLERİ (m) (Yükseklik x Geniçlik)	Y. LİSİLLİ İLİB İ FAZLA EŞİM (Derece)	Y. LİSİLLİ SİSTEMİ (X)	KAZI KAZI KAZI (m)	ZEMİN İYİLEŞTİRME (m ²)
NİPİSON STRATEJİ VE (İNGİLİZ)	RP 21	REP	92	157	8 x 7 x 2,75	4,25 x 6	14	Y.K.	25,4	120
	RP 25	REP	112	187	9,7 x 2,8 x 2	5,2 x 6	14	Y.K.	35	170
	RP 1/3	REP	90	190	10,5 x 2,5 x 2,3	5,6 x 6	14	Y.K.	37	10
	RP 1/4	REP	112	224	9,7 x 2,8 x 2,5	6 x 6	14	Y.K.	66	143
DİSC (İNGİLİZ)	IK 2A	REP	67	149	7,6 x 2,9 x 2,1	4,1 x 5,8	14	Y.K.	26	150
	SL 120	REP	82	164	11,7 x 2 x 1,7	4,3 x 4,3	14	Y.K.	26	160
	IK 2B	REP	82	194	9,7 x 3 x 2	4,3 x 5,8	14	Y.K./Y.G.	30	1,0
	LH 130A	REP	140	286	17,7 x 3 x 1,3	3,5 x 5,7	14	Y.K./Y.G.	43	160
IK 3	REP	140	297	12,5 x 4 x 2,5	5,3 x 7,6	14	Y.K./Y.G.	85,7	150	
EIGEN/ET (BATE ALMANYA)	ET-110	REP/RED	110	185	8 x 2,2 x 1,5	4,5 x 5,5	18	Y.K./Y.G.	27	13 0
	ET-160 L ET-250 L	REP	160/250	357-560	13,7 x 3,1 x 1,9	5,2 x 7,2	11	Y.G./Y.K.	66	-
	ET-160 Q ET-250 Q	REP	160/250	357-560	13,2 x 3,1 x 1,9	4,8 x 7,5	11	Y.G./Y.K.	68	-
	ET-180 K ET-250 K	REP	160/250	357-560	13,2 x 3,1 x 1,9	5,1 x 7,5	11	Y.G./Y.K.	70	-
MACHINERPORT (S. S. G. B.)	URAL-38	REP	-	50	7,8 x 1,6 x 0,7	1,8 x 1,8	15	-	9,6	70
	4 PU	REP	22,5	93	5,8 x 2,4 x 1,3	-	10	Y.K.	10,5	85
	PK-2R	REP	32	-	6,6 x 2,5 x 1,8	3,2 x 4	-	Y.K.	12,5	50
	OPK	REP	55	175	10 x 1,6 x 1,5	3,8 x 4,7	+10,-25	Y.K.	18	-
	OPK2	REP/RED	75	195	10 x 1,6 x 1,5	4,7 x 3,6	10	Y.K.	19	66
	OPK2B	REP	75	195	10 x 1,6 x 1,5	4,7 x 3,6	20	Y.K.	20	66
	OPKSH	REP	75	195	10 x 1,6 x 1,5	4,7 x 3,6	+20,-25	Y.K.	21	66
	OPKSP	REP	75	203	16 x 1,6 x 1,5	4,7 x 3,6	10	Y.K.	21,2	66
	PK 9 v	REP	93	186	2 8 x 2 2	3,9 x 5,8	+10	Y.K.	32	180
	4 PP-2	REP	105	230	10 x 1,6 x 1,5	4,5 x 6,2	10	Y.K.	40	100
MANNESMANN DEHN (B. ALMANYA)	VS 3	REP	160/200	265	-	5 x 6,9	10	Y.K.	63	150
	VS 3/2	REP/RED	160/200	300	-	5 x 6,9	11	Y.K.	75	130
	VS 4	REP/RED	130/200	300	-	4,7 x 6,8	11	Y.K.	95	300
MITSUBI (JAPONYA)	MFB-S30-13	REP	50	80	11,3 x 2,8 x 1,8	4,1 x 6,2	9,6	Y.K.	18,5	100
	MFB-6120-40	REP	60/100	145	12 x 2,8 x 1,5	4,5 x 5,2	11	Y.K.	25	120
	MFB-6125-20	REP	75/125	170	13 x 2,8 x 2,3	4,3 x 5,6	11	Y.K.	30	130
PANHAI (ALMANYA)	E 109	REP/RED	100	185	10,5 x 2,4 x 1,9	4,5 x 5,6	14	Y.K./Y.G.	44	150
	E 195	REP	170	263	11,7 x 2,7 x 1,8	4,2 x 5,2	14	Y.K./Y.G.	46	150
	E 134	REP/RED	115/170	153	12,3 x 3,1 x 2,3	4,8 x 7,2	14	Y.K.	70	170
	E 200	REP/RED	150	312	13,6 x 3,6 x 2,7	6 x 7,6	14	Y.K.	115	198
RALZITNER (ALMANYA)	STM 100	REP	100	200	8,8 x 2 x 1,4	1 x 5,2	17	Y.K.	75	130
	STM 160	REP	160	237	10,9 x 2,7 x 1,4	4,7 x 6,2	17	Y.K.	45	140
	STM 200	REP	200	330	12 x 3,1 x 2	5,3 x 7,5	17	Y.K.	65	150
	STM 300	REP	300	-	14 x 3,6 x 2,5	6,1 x 7,2	-	Y.K.	90	-
/WEST ALFIE (AVUSTURYA)	AS 50	REP	100	155	7,8 x 2 x 1,7	4 x 4,8	10	Y.K.	12	110
	AM 50	REP	100	155	7,8 x 2 x 1,7	4 x 4,8	10	Y.K.	24	130
	AM 75	REP	160	200	9,5 x 2,6 x 1,5	4,5 x 6,3	11	Y.K.	43	110
	AM 100	REP	200	275	11,5 x 3,5 x 1,9	5,5 x 7,3	11	Y.K.	85	190
WESTER (İNGİLİZ)	3000 CL	-	33	75	7,2 x 1,6 x 1,9	1 x 4,8	-	Vappoll	14	90
WESTFALIA LAMER (DUT ALMANYA)	WFCB-40	REP	37	71	7 x 1,2 x 1,6	3,8 x 3,3	35	B.2.	7	100
	WFCB-50	REP	50	95	9,1 x 1,7 x 1,3	5,5 x 3,2	-	B.2.	-	-
	DA2B-53	REP	71	101	8,9 x 1,1 x 1,1	4,3 x 4,7	-	B.2.	-	-
	LUKCB-8110	REP	90/110	197/270	10,5 x 2,3 x 1,6	4,2 x 5,8	30	B.2.	75	100
	LUKCB-8110	REP	90/110	182/202	10,3 x 2,4 x 2,2	5 x 4,9	-	B.2.	-	-
	LUKCB-1110	REP	110	202	11,8 x 2,6 x 1,3	7,2 x 5,7	35,7	B.2.	30	120
	WAV 130	REP	130	267	12,5 x 2,7 x 1,5	1,2 x 5	22	Y.K.	37	150
	WAV 150	REP	200	170	11,5 x 3,5 x 3	5,4 x 1,8	20	Y.K.	76	148
WAV 170/300	REP	300	37	13,2 x 3,7 x 4,3	7,7 x 1,1	70	Y.K.	71	160	
WAV 173	REP	300	300	11,5 x 4,2 x 3,5	7,6 x 7,1	-	Y.K.	-	-	
WAV 300	REP	300	177	13 x 4 x 2	5,4 x 6,7	22	Y.K./Y.K.	90	157	

(B) Y.K. = Yavaş Kalite, Y.K. = Tak Zineli Paletli Konveyör, Y.G. = Yavaş Çıkış, B.2. = Dış Üzerine Yerleştirilmiş Zineli Konveyör
 - İşletim o fon da bilgilerin elde edilmiş olduğu isim markettir.

4-1.1. Kesici Kafa Bölümü

Kesici kafanın makina Üzerindeki konumu ve dizayn şekli o makinaya etki-ven cegitli kuvvetlerin büyüklüğü ve etkileme yönünü tayin eder. Pratikte bulunsa kesici kafalar tek yada çift şekilde görülürler. Tek kesici kafanın dönme eksenini fcom eksenine paralel olup (Bundan böyle BEP tipli olarak söz edilecektir.) Çift kesici kafalarda iae dönme eksenini bom eksenine dikdir (Bundan böyle BED tipli olarak söz edilecektir.).Pratikte bulunan **KM** lan bu iki tinten birisi ile donatılmıştır.

Bu kesici kafaların birbirlerine göre avantaj ve dezavantajlarının bulunmasına karcın çeşitli Ülkelerdeki firmalar genellikle tek tipteki imalata yönelmekte âlrler. Örneğin İngilterede yalnızca BEP tipler görülürken Avusturyada ise BED tipler bulunmaktadır. Almanyada ise 1982 11 yıllara dek kullanılan makinaların % 65'i BSP ve % 35'i BED iken buna karsın son zamanlarda üretilen ve kullanılan makinelerin BED tipli kesici kafalara doğru yöneldiği görülmektedir. Bu iki tipten birinin kesin olarak üstün olduğunu söylemek güçtür. Ancak sert kesme koşullarında BED tipli kesici kafaların daha etkin olduğu pratikte bilinmektedir.

Menzel ve Frenyo (3) tarafından; bu iki tip kesici kafa arasında bazı belirgin avantaj ve dezavantajların bulunmasından Ötürü niteliksel bir üstünlüğün ortaya konulamadığı belirtilmektedir. Ancak kesici kafa tipinin geometrisinden etürU Sakil 3 de görüldüğü gibi BEP tipli kesici kafalarla daha düzgün tünel yüzeyleri ortaya çıkmakta ve böylece tahkimat maliyeti düşmektedir. Buna karşılık BED kesici kabalarda makinanın yatay yöndeki stabilités! çok iyi olurken, BEP tipli kesici kabalarda İse düşük olan yatay stablllitenin arttırılması için ek olarak yan silindirlerin (Mahmuzlar) kullanıldığı belirtilmektedir (3).

Kleinert (4) bir dizi deneylerden sonra BEP ve BED keaici kafalar arasında aşağıdaki temel farkların olduğunu tanımlamaktadır:

- (1) BED tipli kesici kafalarla sert kayaçlar daha rahat kazılabilmektedir.
- (2) BED tipli kesici kafalarda keskinin dizilim şekli BEP tiptekilerine oranla daha karmaşık olup en küçük bir dizayn hatası ile kazı önemli ölçüde verimsizleşir ve keski sarfiyatı çok artar.
- (3) BED kesici kabalarda verimli bir kazı performansı boradaki kaldırma kuvvetlerine bağlı olurken BEP tiplerde ise BSİİ kesici kuvvet kafanın dönme hareketiyle saplanmaktadır.

(4) BEP tipli kesici kafalar arın içersindeki kesme konumlarını rahatlıkla koruyabilirler. Buna karsın BED tiplerde ise kesici kuvvetin kaldırma kuvvetine bağlı olması ve kayaçla temas yüzeyinin az olmasından c'türÜ arına ve yanlara doğru kazma işlemleri daha hassas kontrol gerektirir.

(S) BED tipli kesici kafaların boyutlarından ötürü verimsiz bir kesme hareketinden verimli bir kesme performansına geçiş arasında çok hassas bir den^e bulunmaktadır.

Kogelman (5) tarafından ise BEP kesici kafalarda yanlardan etkiyen kesme kuvvetinin dengelenmesinde makinenin ahırlısından yararlanılamadığı ve böylece yan mahmuzların kullanılmak zorunda kalındığı ve bununda z»man kaybına vol açtığı belirtilmektedir. Oeni<; tünellerde ise yan mahmuzların tı'nel duvarlarına ula-samayısı açısından BEP tipli kesici kafaların uygun olmadıki savunulmaktadır. Buna kar^ılıkBEP tiplerin kesici kafa ça-olarının küçük olmasından ötürü seçimli kazıya daha uygun olduğu ifade edilmektedir. BEP tipli kesici kafalarda arından kesilen malzeme yan tarafa doğru atılırken BED tiplerde ise kazılan malzeme hemen makinanın önüne atılmakta ve yüklemdeki zaman kayıpları önlenmektedir. Bu nedenle eşit kesme kapasite koşullarında BED tipli kesici kabalar % 30 oranında daha fazla üretim veya ilerleme yapabildikleri gibi # 20 - 25 oranında ise daha hafif ağırlıkta olma avantajlarına sahip olduğu beHrtllmektedir(Şekil 4).

Yazarların su ana değin BEP tipli kesici kafalar ile yaptığı teorik ve pratik araqtirmaların sonuçlarına gör« bu iki tip kesici kafa arasında aşığıdaki eribi bir karsı'astıma yapılabilir:

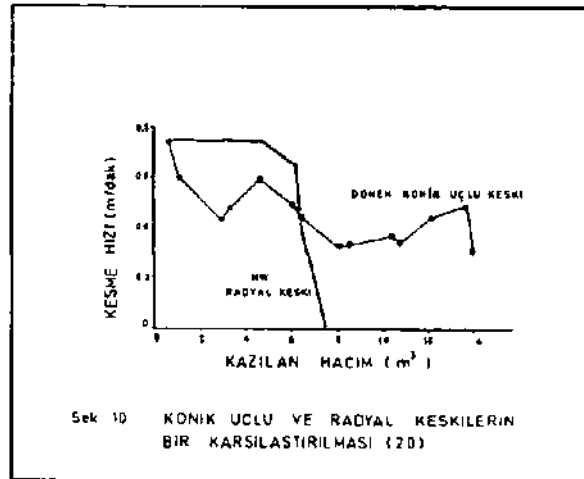
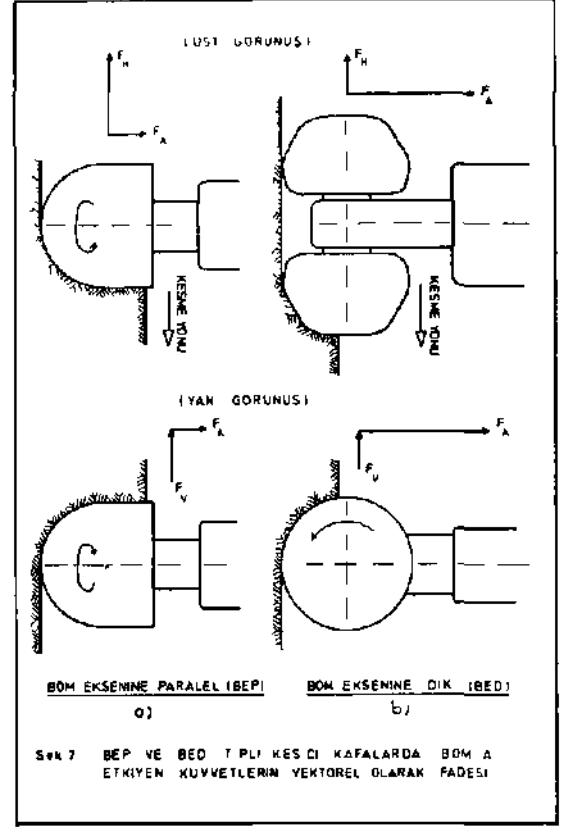
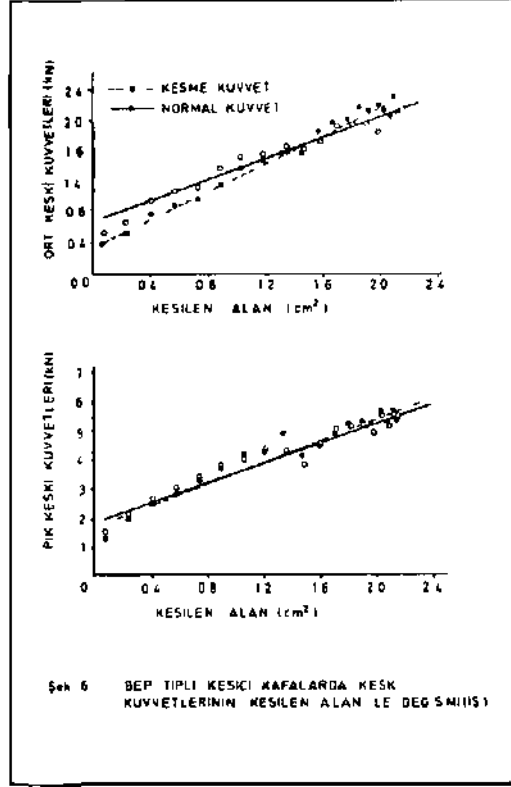
(i) Kinematik özellikler: Her iki tip kesici kafada kF3me şekillerine göre bireysel keski kuvvetlerinin büyüklümü farklıdır. BEP tiplerde keski ortama sıfır derinlikte girdiklerinden başlangıçta sıfır olan kesme kuvvetleri, dönü hareketi yaklaşık 90 dereceye vardđında en yüksek değerine ulaşırlar. Yani keski kuvvetleri kafanın bir dönüşü sırasında devamlı değişmektedir (°ekil 5). Bu nedenle kesme ortamına giren ve ortamı terketmekte olan keski kuvvetleri devamlı değiştii"inden tek ve dingil kuvvetlerindeki titreşimlerde artar Bu artı" derecesi kuskusuz keski kafa Üzerindeki dizilimlerine bağlıdır.

BED kesici kafalarda ise bireysel keski kuvvetlerinin demişimi uygulanan kesme yöntemine göre farklı olmaktadır- EŞer kesme sırasında bom aşığı ve yukarı

yönlere doğru hareket ediyorsa (Bu yöntem BKM larında pek uygulanmaz) keski kuvvetleri derişimi BEP tiplerde olduğu gibidir. Buna karşın kesme işlemi bmm sap ve sol yönlere doğru hareketi ile gerçekleşiyorsa (Pratikte en çok uygulanan kazı sistemidir) keski kesme derinliği herhangi bir kesme sektörü için sabit olduğundan keski kuvvetlerime normal olarak devamlı sabit kalır. Böylece tork ve dingil kuvvetlerindeki titreşimler az düzeyde oluşur. Bu nedenden dolayıdır ki BED tipli kesici kafalarla donatılan BKM lan uygulamada daha az titreşimli olarak bilinirler.

Keski kuvvetleri genellikle kesilen alan ile orantılı olduğundan her iki tip için de kesici kafanın geometrisine bağlıdır. Yazarlar tarafından laboratuvarında simule edilmiş küresel şekilli bir kesici kafaya alt keski kuvvetleri "ekil 6 da gösterilmiştir. Buna göre BEP tipli küresel şekilli bir kesici kafada makinadan arına doğru gidildikçe kesme alanı ve kesme yarıçapları azaldığından bireysel tork ve keski kuvvetleri de aynı şekilde azalmaktadır. BED tipli küresel şekilli kafalarda ise arın kısmında, daha fazla alan süpürüldüğünden dolayı kuvvet dağılımı farklı olarak ortaya çıkar. Böylece makinadan arına doğru gidildikçe bireysel keski kuvvetleri artma eğiliminde iken, kesme yarıçaplarının azalmasından dolayı tork deleri keski boyunca yaklaşık olarak sabit kalma eğilimindedir. Böylece BED kesici kafalarda kesme sırasında daha az tork titreşimi oluşur.

2. Dinamik Özellikler: Her iki tip kesici kabada oluşan dingil kuvvetlerinin büyüklüğü ve etkiye yönleri kesici kafanın dizayna, geometrisine ve uygulanan kesme yöntemine bağlıdır. Sekil 7 a'da görüldüğü gibi BEP tipli bir kesici kafaya kesme doğrultusunda yatay olarak (P_{Tf}), bu doğrultuya düşey olarak (F_{y}) ve bu iki kuvvetin oluşturduğu düzleme dik olarak etkiyen (Eksenel, F_{x}) dingil kuvvetleri bulunur, bunların büyüklükleri uygulanan kesme yöntemi ile kesici kafanın geometrisine bağlıdır. BEP tipli kesici kafalarda en çok 'yukarıya kesme' yöntemi uygulanır. Bu nedenle burada $F_{y} > F_{x}$ olup P_{Tf} değeri ise kesici kafa konik düzleme dik olması koşuluyla) artar. Ancak pratikte kullanılan kesici kafa şekilleri göz önüne alındığında $F_{y} > F_{x}$ durumu görülür. Bu nedenle bina etkiyen bileşke kuvvetin yönü F_{y} ye daha yakındır. Makinada bulunan yatay itme kuvvetinin büyüklüğü makinanın ağırlığı ile ilişkilidir. Bu nedenle BEP kesici kafalarla donatılmış BKM nm sert kesme koşullarına uygun olması için güç ve ağırlıkları artırılırken yatay kuvvetin büyüklüğünden dolayı çoğu kez yan mahmuz kullanma gereğinde ortaya çıkar.



BTD tipli kesici kafalarda ise *dingil* kuvvetlerinin *buyUklUğu* ve yönleri n vf via nan Vesme yöntemine ballıdır. En çok uyrulanan kesme şekli olan saÇ ve sol yönlere do^ru kesme hareketi sırasında bñma etkiyen kuvvet bileşenleri ^ekil 7.b'de rnrülmektedir. REP tipli kafaların dinamik konumu go'z önüne alın-dılında burada oludan bileşke kuvvetinin F. ve F bilecenlerinin oluşturduğu d'İzleme yakın olduPu söylenebilir. Bunlarda makinanın afırlığı İle dengölene-bıldİFinden makına BEP tiplerde olduSu gibi yana dorru hareketlerinde zorlan-maz. Bu durum böylece BED tipli kesici kafalar için önemli bir avantaj oluş-turur.

O) Kazı hareketi açısından : BEP tipli kesici kafalarla arında istenildiği an istenilen yerin anında kazılması mümkündür. BED tiplerde ise bu mümkün ol-mayıp istenilen herhangi bir yerin kazısı için belli bir kesme kademelerinden recisi p-erektir. Uygulamada renellikle kazı işlemine önce yumuşak malzeme-lerden ballanarak sonra sert malzemelere doğru gidilir. Çok katmanlı arınlar-da ise bu sert ve yumuşak formasyonlar bazen iç içe geçmiş olabilirler. Bu du-rumda yapılması gereken seçimli kazı için BEP tipli kesici kafalar çok daha uygundur. Bunların yanısıra tahkimat için gerekli direk niplerinin kazılmasın-da ve daha düzgün tünel yüzeylerinin elde edilmesinde BEP tipli kesici kafala-rın da^e etkin ve verimli olduğu da yazarların tecrübeleri arasındadır.

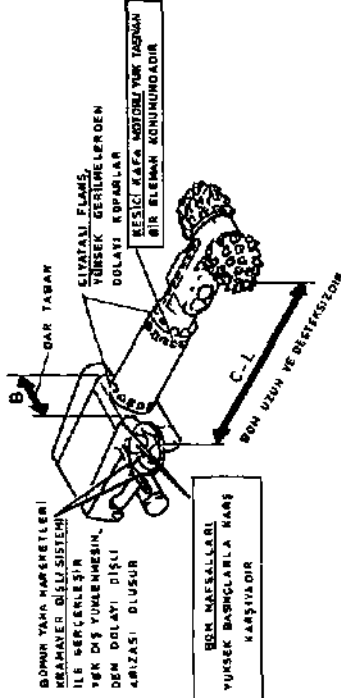
4.1.2. Bom Gövdesi

Bom gHvdesl kesici kafanın hareketini ve bu hareketten doğan kuvvetleri karşılayan bölümlerden oluşur. En arkada bomu makina gevdesindeki platforma baSlavan hareket pistonları ve bunların önünde kesici kafanın tahribini sağ-ıdan bir elektrik motoru ve aktarma organları bulunur.

Bom elemanlarının verleşim düzeni makinanın yumuşak yada sert kesme ko-şullarına olan uygunlusuna göre derişir. Şekil 8 de görüldüğü gibi yumuşak kesme kt-gulları için dizayn edilen bom gövdesinde btütün üniteler birbirleriyle doörudan temas halindedirler. Bu nedenle kesme sırasında oludan kuvvetler ma-kina gövdesine aktarılırken diğer bom üniteleri gibi elektrik motoruda dolay-sız oarak bu yüklerin etkisi altındadır. Böyle bir bomun maliyeti ucuz olup oldukça yumuşak malzemelerin kasımına uygundur. Ancak orta sertlikteki malzemelerin kazıranda bu bom uzunlurunun tahkim edilmeyişinden ÖtürU titre-şimler oluşur. Bu tür bomlar ile orta sertlikteki malzemelerin kazımı sırasın-

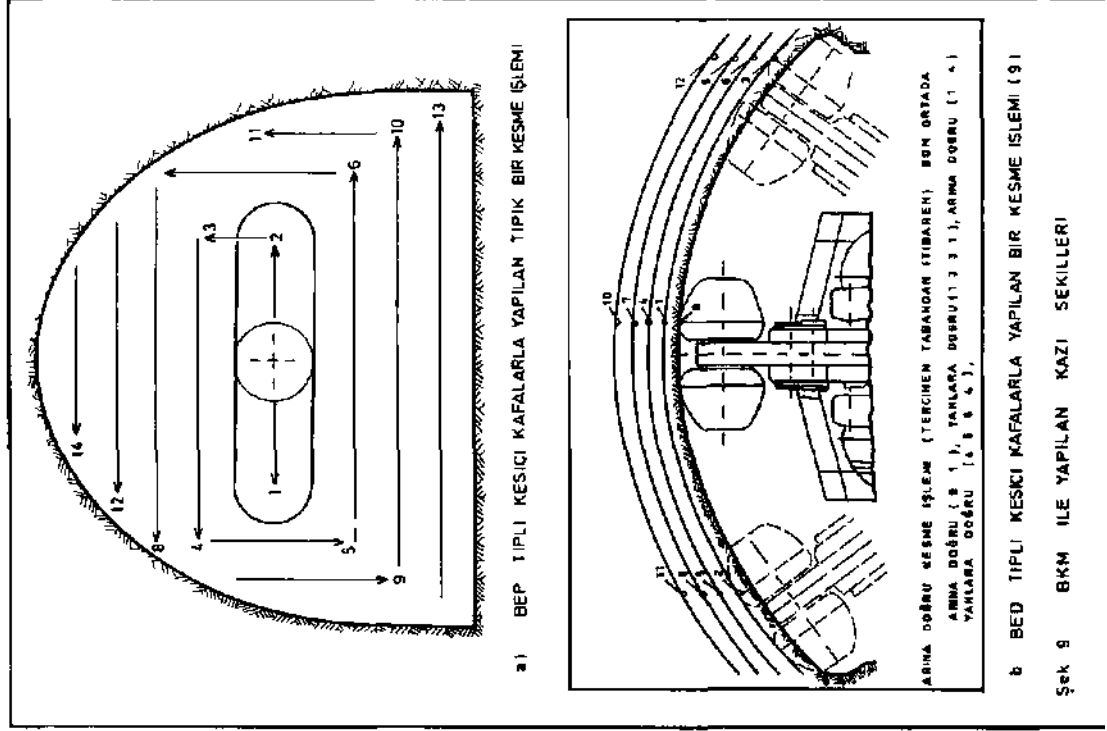
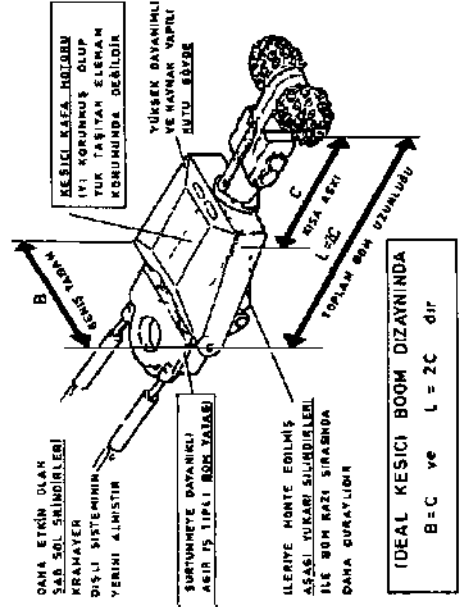
YUMUŞAK KAYAÇ BOMU

SERT KAYALARDA YITİŞİM OLUŞTURARAK
KESİCİ ÜÇ SARPINATI VE BAĞIM MASRAFLARININ ARTIKMASINA
NEDEN OLUR



SERT KAYAÇ BOMU

YITİŞİMSİZ KESME İLE DANA AZ SARPINATI VE BAĞIM MASRAFLARI; ELDE EDİLMİŞK.
FEDİR



İda kesici uç sarfiyatının arttığını ve daha fazla bakım gerektirdiği gözlemlenmiştir. Orta ve sert kesme koşullarına göre dizayn edilen bom ise Çekil . 8 de verilmiştir. Burada, yatay itme gücünü arttırmak için bom platformu üzerinde bulunan taban geniş tutulup bir kutu haline getirilerek tork ve dingil kuvvetlerine karşı tahkim edilmiştir. Böylece bir kutu içersine giren elektrik motoru yüklerden etkilenen bir bölüm olmaktan çıkmıştır. Bu tür bom tipinde kullanılan elektrik motorları standart maden amaçlı motorlar olup yumuşak tip- li bomlarda kullanılan ve özel amaçla imal edilen motorlardan daha ucuz ve daha kullanışlı olduğu belirtilmektedir(5).

4.2. Yürüyüş Ünitesi

Dairesel bir gilye içersinde kazı yapabilen makinelerin dışına? BKM larj renellikle ya paletli yada lastik tekerlekli yürüyüş Üniteleriyle donatılmış- tır. Ancak makina pratikinde paletli yürüyüş sistemi en yaygın olanıdır.

Yürüyüş ünitesi ço#u kez gerek makinanın yanlış kullanılmasından ve gerek- se dizayn ^eklerinden dolayı ençok tamir ve bakım gerektiren kısımlardan birisi- dir, makinanın normal yürüyüşününün yanısıra 3rına doğru kesme hareketini de ger- çekleştirir. Arına doğru kazı sırasında kesici kafadaki tüm kesimler aktif ola- rak birarada kesme vaptı^mdan, yürüyüş hızına ve kesici ka^a geometrisine bap- lı olarak makina ve yürüyüş ünitesi en çok bu hareket sırasında yüksek kesme 'kuvvetlerine maruz kalır. Pratikte yürüyüş ünitesinin aşağıdaki özelliklerde olması istenir (5):

!1) İVakinanın zemine uy^uladığını basıncın d'sük olması : Yumuşak ve sulu zemin- lerde makinanın batması söz konusudur. Bu nedenle makinadaki toplam ağırlı~ın zemin üzerinde daha geniş alanlara yayılmasını sağlamak için özellikle ağır makinalarda palet boyi'tları geniş tutulur.

(2) Makinanın normal yürüyüş hızınının yüksek olması : Bu durumda gereksiz boş- ta hareket zamanı azalır ve geniş tünellerde daha seri manevra hareketi elde edilerek, tabanda kalan kazılmış malzemenin temizlenmesi daha verimli olarak lyapılır- Uygulamada bulunan makinelerin normal yürüyüş hızı 10 m/dakika civa- rındadır.

Daha ^nceki makinelerde "Piyano-menteşeli" tipteki paletler kullanılmak- tayı. Ancak bunların ç~k sık arıza göstermelerinden ötürü yeni imal edilen

BKM ında "Caterpillar" tipli paletler kullanılmaktadır. Bu tip paletlerde devamlı bir "adlanma sistemi bulunup palet bağlantıları sok etkilere karşı daha dayanıklı olmaktadır. Bunun yanı sıra kırıntılı ve aşındırıcı zeminlerde daha iyi bir virüme ve tırmanma Özelliğine sahiptirler.

d.3. Malzeme Yükleme ünitesi

Makinenin en ön kısmında olup aynı zamanda en geniş kıyımını oluşturur. Tek bir marmardan oluşabildiği gibi galerilerde yükjeme kapasitesini arttırmak için yan taraflara bağlanan ek parçalarla genişlikleri arttırılabilir. Yükleme ünitesinin verimli çalışması kazı randımanında önemli ölçüde arttırır. Bir yükleme Ünitesi temel olarak besleyici tablası ve bunun üzerine yerleştirilen toplayıcı Ünitelerden oluşur. Pratikte rastlanan toplayıcılar tek yada çift zincirli paletler, yıldız çarklar ve yengeç kolları şeklinde görülür. Yengeç kollar kaba ve iri malzemelere uygun olurken yıldız çarklar ise nisbeten İnce malzemelerin yüklenmesinde kullanılır(Şekil 2). Zincirli paletlerin ise her iki koldada kullanıldığı pratikte görülür.

Bazı **BKM** rında besleyici tablası yan taraflara doğru hareket eden tiptedir (örneğin bazı Sovyet ve Alman makinalarında). Böylece yan taraflarda biriken malzemenin yüklenmesi daha kolaylaşır. Bazı makinalarda ise besleyici tablası olmayıp yükleme kesici kafa yardımıyla dolaysız olarak bom Üzerinde bulunan bir zincirli konveyörle yapılmaktadır (Örneğin westfalia Luchs ve Dach tipli makinaları)» Böylece uygulamada sık sık arızalarla karşılaşman besleyici tablasının elimine edilmesi bir avantaj olup, makinenin manevra yeteneğinde artmış olur.

4.4. Malzeme Aktarıma ünitesi

Makina önünden toplanan kırılmış malzemeler önce makina' -İçersindeki bir zincirli konveyöre daha sonrada köprü konveyör olarak tanımlanan bir bant konveyöre verilerek arın gerisine taşınır, özellikle kamyon İle malzeme nakliyatının «apıldığı geniş galerilerde köprü konveyörü pek kullanılmayıp zincirli konveyör ile doğrudan boşaltma yapmak mümkündür.

İlk yapılan **BKM** rında üst kısımda bulunan ve makinayı çevreleyen tsk zincirli paletlerle, kazılmış malzeme ön taraftan alınarak köprü konveyöre verilmekteydi. Böylece yükleme ve aktarma işlemi aynı anda gerçekleşmektedir. Bunun

vamsıra bu tin yüklene sisteminde mekina yükseklimi düşürülerek alırlık merkezide indirilebilir. Ancak bu durumda makinedeki di^ar aksamların dah? dar bir boşlukta toplanmasına neden olduğundan tamir ve bakam işlevlerini güçleştirirler.

Pratikteki makinalarda malzeme aktarılmasının daha çok mafcina içersinden eeçen zincirli konveyörlerle yapıldipi görülür. Burada malzemenin konveyöre yüklendiği kısım kapalı bir geçişten yapıldığından, bu bofaz açıklığı belli irilikteki malzemelerin geçişini sınırlar. Ancak **BKM** rında kazılan malzeme genellikle küçük taneli olduğundan bu durum arından kütle halinde kopan malzemeler için söz konusudur.

Köprü konveyörün konumu ana taşıyıcı sisteme bağlıdır. Eğer arın gerisindeki ana taşıyıcı bir bant konveyör ise köprü konveyör bu bantlı taşıyıcı üzerinde hareket edecek şekilde dizayn edilir. Bu durumda ya tavanda bulunan bir monoraya yada ana taşıyıcı üzerindeki bir platform üzerinde kayacak şekilde yerle ^tirilir.

4.5. Hidrolik ve Elektriksel Üniteler

BKM anda diper kazı makinalarında olduru eibi kesici kafa elektrik olarak tahrik olunurken boşun hareketi ise Mdrollk olarak eağlanır. itâ ki na da ki gücün büyük Kısmı kesme işlemine harcandığından kesici kafa motor gücll en büyük olacak seçilir, ilikleme ve aktarma üniteleri hidrolik yada elektrik tahriklidirler.

Hidrolik talirik sistemi için dşha Önce kullanılan yüksek basınçlı pompa-, lar terkeflderek bunların yarine düşük basınçlı (Enfazla yaklaşık 140 bar) dişli pompalar kullanılmaktadır. 8u ana de.öin elde edilen pratik deneyimler düşük basınçlı dişli pompaların kir ve tortu gibi maddelere ka«şı daha dayanıklı olduğunu ve daha az hidrolik sıvı filtrasyonu gerektirdiğini ortaya koymaktadır (fi). Bunun vanısıra bu düşük basınçlı sistemlerde yanmaya karşı dayanıklı Suva? emülsiyonu gibi hidrolik akışkanların kullanımına doğru bir ffgilim bulunmaktadır. DÜsUk basınçlı sistemlerde ekipmanlar daha güvenilir olup az bakım gerektirirler ve yüksek basınca oranla daha uzun Ömürlüdürler (5).

5. BOMLU KAZI MAKİNALARININ KESME ŞEKİLLERİ

Bir **BKM** nın kesme sekli kullanılan kesici kafanın dönme ekseninin BEP yada BED olmasına göre değişir. Makinaya etkiyen kuvvetler kesici kafanın hareketinden

kaynaklandığından, kesme sırasında kesici kafanın istenilen konumda kesmesi eerekir, tersi durumda makinanın ömrü azalarak imletme maliyeti artar. Kesme hareketinin kontrolü tamamen operatörlerin yeteneğine bağlıdır. Bu nedenle operatörlerin eMtimî çok Önemlidir. Ancak bazı koşullar operatör hakimiyetlinde yenmektedir, örneğin kayaç ve kesici uç durumuna baplı olarak çok sık c-lunan esiri ±oz operatörün r 'rüş alanını kıptatarak kesme hareketinin rözenmesini enrellsr. Bu nedenle son zamanlarda bilgisayar kontrollü kazı sistemleri uyarlanmasına sreçilmiştir ve oldukça olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Bunlardan in^ilteredeZKD Instruments Firmasınca geliştirilen (ZED-MINER) sistemler ile ayrıca Almanyada Eickhoff va Paurat BKM ında kullanılan otomatik profilleme ve doğrultu verme sistemleriyle önemli aşamalar kaydedildiği bildirilmektedir (7,8,9). Bu sistemlerde bilgisayara verilen toplam kesme derinli*i ve arında izlenecek yön gibi bilgiler doğrultusunda kazı yapılır ve ar pHrînmesede kesici ka-fanm konumu bir akran Üzerinden İzlenebilmektedir.

5.1. Bom eksenine Paralel Kesici Kafalarla Yapılan K«sme İşlemi

Bu tür kesici kafalarla önce arına doğru plrilir ve sonra yanlara ve aşapı-vukarı do&ru kesme yapılır. Kesici kafanın kinematik özellikleri gözetilerek kesme hareketi ya kapalı kesme yada yukarı.veya aşarı kesme şeklinde yapı3ır{9 Kapalı kesm«, titreşimin az ancak güç çekişinin fazla olduğu bir yöntemdir. Yukarı dotfru kesme işleminde boma etkiyen yatay dingil kuvveti (P.) dUşey dingil (P,,) kuvvetinden dabs fazladır. Yani bomdakl yatay itme silindirlerine daha fazla yük atkir. AşaSıya kesme konumunda ise $SL > F$ durumu BÖZ konusu olduğunda silindirlere etkiyen kuvvetin bileşkesi düşey yönde olma eMlimde olur ve bom yatay vb'ndaki hareketi doğrultusundan sapar ve özellikle hafif ve orta kapasiteli makinelerde yatay itme silindirlerinin bükülmesi durumu ortaya çıkar. Ayrıca bu tür kesme yönteminde keski ortama en büyük kesme derinlisinde /erdiklerinden keski kırılmaları oluşur ve bu nedenle pratikte daha çok yukarıya kesme şekli kullanılır.

Yukarda belirtilen.özellikler gözönüne alındığında BEP tipli kesici kafalar ile yapılan kesme işlemi Şekil 9 a'da gösterilmiştir. Galerinin her iki yanının eşit olarak kazılmasını saplamak amacıyla makina. kendi eksenini galeri eksenini ile çakışacak şekilde galerinin ortasına getirilir. Bom eksenini de arman merkezine do»ru getirildikten sonra bu konumda arına doğru kesme yapılır. İstenilen derinlice ulaşıldığında seklideki gibi yanlara ve aşası-yukarı do*ru kesme vanılır. Makina pratiğinde kesmeyi kolaylaştırmak amacıyla normal olarak ön-

es yumuşak, sonra sert yeri rln kazamı yapılır. Bomun sınır değerlerinde arına do^ru kazı yapmak silindirlerin zarar görmesine neden olur.

5.2. Bom Eksenine Dik Kesici Kafalarla Yapılan Kesme İşlemi

Kesici kafanın makina Üzerindeki konumunun farklı olusundan ötürU uygulan kesme yöntemi BBP tiplerden farklıdır. Sekil 9 b'de görüldüğü gibi arına doğru kesme işlemi hemen yapılamayıp belli kademelerden geçişi gerektirmektedir- Bu tamamlandıktan sonra arının taranması bomun yalnızca sağ ve sol yön- lere olan hareketiyle gerçekleşmektedir.

6. BOMID KAZI MAKİNALARININ SEÇİMLERİNİ VE PERFORMANSLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

BKM nın seçimlerini ve performanslarını etkileyen faktörler Tablo 2 de gösterilmiştir. Bunlara alt bazı özellikler aşağıda açıklanmıştır.

6.1. Kayaç ve Makina ile İlgili Faktörler

Bir BKM nm seçiminde kayaç özelliklerinin rolü tartışılmayacak derecede önemlidir. Kayaçların kesilebilirliM konusunda çoğu kez tek eksenli basma ve çekme dayanımlarının gözetildiği bilinmektedir. Bu tür mekanik özellikler bazen avnı yapıda olan bir kayaç grubunun kesilebilirimi konusunda tek başlarına bir fikir verebilirsede eenel anlamda yetersiz kaldıkları saptanmıştır (11). Kayaçların kesilebilirliklerinin yanısıra kesici uç tipi için aşındırıcılık l özelliklerinde göz önüne alınması gerekir. Keskiner aşındıkları zaman ilk , keskin konumlarına orakla daha fazla kesme kuvveti gerektirdiklerinden raakina- yi oldukça zorlarlar. Kayaç içersindeki kuvars miktarı aşınmayı etkileyen an bfiytk faktördür.

Kaya-çların kesilebilirliklerinin tahmini konusunda yapılan çalışmalar ara- sında en etkin olanı kayacın özgUl enerjisini hesaba katan yöntemdir (1,11). Burada laboratuvar koşullarında yapılan kesme deneyleri ile kayaçların özgül enar.lisi (Birim m kşvacı kesmek için harcanan enerji, Mj olarak) belirlenerek, yerinde, yaralan çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırılarak bir bağıntı elde edilmiştir. Böylece özgül enerjilere göre bir kesilebilirlik sınıflandırılması varılarak uygun.makinanın seçimi ile birlikte aynı zamanda kesici uç sarfiyatının tahminide yaklaşık olarak yapılabilmektedir. Bu konuda ayrıntılı çalışmalar İvar olduğundan (1,1?) bu tebliğde ayrıca değinilmemiştir. Yukarda tanımlanan

kesilebilirlik deneyleri genellikle tıkkız kayaçlar Üzerinde yapıldığından zor kesme koşullarını tanımlamaktadırlar. Ancak kayaçlar genellikle kırık ve çatlaklar İçerdiklerinden uygulamada kazı İşleminin kolaylaşması söz konusu olgubilir.

Kayeç özelliklerinin yanısıra daha iyi bir kazı performansı İçin iyi bir makina dizaynı ve boyutu kuşkusuz çok önemlidir. Burada makina bulunan toplam kurucu *fiiç* ve alırlık makinenin sınıflandırılmasını *tayin* eder. BEP tipli kesici kafalarla donatılmış **BKM** mda hafif makinalar 25 ton ve orta tipler 40 ton civarında iken ağır tipler ise 70 tonun Üzerinde olmaktadır. Makinalarda kurulu toplam gUç hafif makinalarda 150 kW ve orta tiplerde 200 kW civarında iken ağır tiplerde İse 300 ÜWm Üzerinde olmaktadır. BED tipli kesici kafalı makinalarda İse yukarda verilen ağırlık ve güç değerleri daha az olarak ortaya çıkmaktadır.

BKM anda bugüne değin elde edilen teknolojik gelişmelerde en çok makina nın mekanik aksamlarının dikkate alındığı gözlenmektedir. Makina ile kayaç arasında bir geçiş znu oluşturan kesici kafa üzerinde ba2i temel araştırmaların dışında ne yazık ki halen Önemli bir araştırma yapılmamıştır. Son zamanlarda bu konunun Öneminin anlaşılmasından sonra İngiliz Kömür Kurumunca keşici kafa dizaynı konusunda bir bilgisayar programı hazırlanarak imalatçı firmaların bu proSramda belirtilen tanımlamalara göre kesici kafa dizaynını geliştirilmeleri İstenmektedir (13). Her ne kadar bununla bazı aşamalar elde edilmişse de halen ciddi sorunlar bulunmaktadır.

Türkyede TKİ ye bağlı OAL Müessesesinde 4 adet Sovyet Pk9r 3 adet Dose Mk2A ve 5 adet Dosco Mk2B galeri açma makinaları üzerinde yapılan performans geliştirme çalışmaları sırasında kesici kafa dizaynının bir kazı çalışmasını ne Ölçüde etkilediSi açık bir şekilde kanıtlanmıştır, ^aknaların orijinal kesici kafa dizaynı terkedilip yine OAL de yazar tarafından yeni geliştirile bir tekniğin uygulanması İle kesici uç sarfiyatında % 70'e varan bir indirim sağlanmış ve makinadan kaynaklanan arızalarda Önemli Ölçüde düşüşler elde edilmiştir (14,15). Bunların yaraşıra by kesici kafalar ile makinanın orijinal kesici kafalarına göre % 30 daha az gUç çekişi elde edilmiş ve daha rahat kesme koşulları kazanılmıştır. Ayrıca kesici kafa Üzerindeki keski yuvalarının ömrü çok daha fazla artarak galeri ilerlemelerindeki temel duruşlar azaltılmıştır (16)-

6.2. Makina Dışındaki Faktörler

Bir kazı işleminde makinanın kapasitesinin yeterli oluşu o kazı sisteminin verimli olacak anlamına gelmez. Örneğin bir galeri açma işleminde kazılan verin tahkimata ve havalandırılması, ekipman ve kazılan malzemenin taşınması, drena-1 ye işgücü planlaması ilerlemeyi etkileyen en önemli faktörlerdir. Bunlar içersinde en çok zaman alıcı işlem tahkimattır. Kayacın yumuşak ve kırık zonlardan oluşması maklna için bir avantaj oluştururken tahkimat için dezavantajlı olarak bilinir, diğer bir ifadeyle kazılabilirlik ile tahkimat birbirleriyle ters orantılıdır, İngilterede mekanize galeri açma sistemlerinde elde edilen verilere göre galerilerde kullanılabilir yararlı zamanın % 28,15 i kesme ve vüklemeye harcanırken % 28,4 U ise tahkimata ayrılmaktadır (17). Yani pratikte BKM ndan yeteri kadar yararlanamama sorunu vardır, tahkimatın kazı işlemini aksatmaması için bazı durumlarda kalkan (Shield) kullanılmakta İse bu daha çöfe dairesel kesitli galerilerde başarılı olmaktadır. Her nekadar bazı imalatçı firmalar kemer şeklindeki galerilerde de kalkan kullanımına gitmişlensede bu konuda henüz önemli bir sonuç ortaya çıkmamıştır.

6.3. Bomlu Kazı Makinalarında İşletme Maliyeti

Yazarların oratik deneyimlerine göre BKM ında devamlı harcanmalarından ötürü en Önemli işletme maliyetini kesici uçlar oluşturmaktadır. Bunların yanısıre makinadaki hidrolik sistemlerle ilgili çeşitli türde keçeler, hortumlar ve pistonlar ile makine elemanlarını birbirlerine bağlayan civatalar sık sık değiştirilen kısımları oluşturur. Bunlardan sonra ise besleyici tablasının üst kısmı, vengeç kollar veya yıldız çarklar, zincirli konveyör plakaları gibi kesilen malzemeyle devamlı temastan ötürü aşınan elemanlarında sık sık değiştiği gözlenir (18).

Kesici uçlar makinaya etkiyen kuvvetlerle ilişkili olduğu kadar maliyet ile fle yakından ilgilidir. Özellikle sert ve aşındırıcı formasyonlarda kesici uç maliyeti hassas bir engel olarak ortaya çıkabilir. Genellikle yumuşak formasyonlarda radyal tipli keskiiler kullanılırken sert formasyonlarda İse ileri hamleli konik keskiiler kullanılır (19). Bunun nedeni konik keskiilerin daha uzun ömürlü olmasından İleri gelmektedir. Şekil 10'da dayanıklı olan Hf tipli bir radyal keski ile konik uçlu keskinin karşılaştırılması görülmektedir (20). Başlangıçta radyal keskiilerin kesme hızı daha yüksek olmaktadır. Ancak 6.4 m lük bir kazı yaptıktan sonra kullanılmaz duruma gelmektedirler.

Buna karşın konik uçlu keskiiler ise normal kasma hızını sürdürerek yaklaşık 15 m lük bir kazıyı gerçekleştirdikten sonra kullanılmaz duruma gelmektedirler. Yani konik uçlu keskiilerin ömrü radyal keskiilere oranla burada iki kat daha fazla olarak ortaya çıkmaktadır-

Radyal ve ileri hamleli konik uçlu keskiilerin kullanma sınırı kayacın aşındırıcılık ve sertlik özelliklerine göre değişir. Radyal keskiiler tek eksenli basma dayanımı 60 MPa olan kayalara dek sınırlanırken, konik uçlu keskiiler ise çok aşındırıcı olmaması koşulu ile 120 MPa dayanımındaki kayalara dek ekonomik sınırını koruyabilir.

7 « SONUÇLAR

Bomlu kazı makinaları diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de kılınım alanları bulmaya başlamıştır. Bu makinaların ilk yatırım masrafları yuksak olduğundan seçimlerinin gerçekçi olarak yapılması gerekir. Bunun için imalatçı firmaların önerilerinden çok bu konuda yapılmış çalışmaların gözetilmesi gerekir. İmalatçı firmalarca verilen kesme sınırına pratikte pek ulaşılamadığıda saptanan olgular arasındadır.

TKİ Kurumuna bağlı OAL (Beypazarı) Müessesesinde bulunan çeşitli tipteki bomlu kazı makinalarından elde edilen pratik sonuçlar hafif tipli makinaların ekonomik olarak tek eksenli basınç dayanımı en fazla (50-60 MPa olan kayalara dek uygulanabileceğini ifade etmektedir. Bu tip makinalar ile eğer kayaç çok aşındırıcı değil ise radyal uçların kullanılması uygun olabilir. Orta kapasiteli BKM ise ileri hamleli konik keskiilerin kullanılması koşulu ile tek eksenli basınç *âyaniwj en fazla 80 -S5 MPa* civarında olan kayalara uygun olabilir. Bu tip makinalar ile daha sert kayaçlar fiziksel olarak kesilebilir ancak ekonomik olmaz. Ağır tipli makinalar ile normal koşullarda 120 MPa a'dek kayaçların kesilebileceği ve makinanın kapasitesinin artırılması halinde (Örneğin, ağırlığının 100 tonun üzerine ve kesici kafa motorunun 300 kw a çıkarılması ile) ise bu dererin 150 MPa a dek çıkabileceği belirtilmektedir(5). Ancak ağır tipli makinalardaki bu kapasite artışı maliyeti oldukça arttırarak tam cephe kazı makinalarının maliyetine erişmeye ne^en olur.

Burada belirtilmesi gereken önemli bir konu ise makina seçicinde kayacın tek eksenli basınç dayanımının tek hasına yeterli olamayacağıdır. Yukarıda verilen dererler ise yalnızca kaba bir yaklaşım amacını tasıymaktadır. Makina seçiminde kayaçların keşilebilirlik ve aşındırıcılık özelliklerinin

mutlaka saptanması gerekir. Bu konuda Üniversite ve benzeri kuruluşlarla bir ilişki kurulmasının yararı büyük olabilir.

Seçilecek makinanın kesici kafa tipinin bom eksenine paralel yada dik olmasıâa günümüzde tartışması sürdürülen bir konudur. Her ne kadar BEP tipli makina imalatçılara bu tipin daha iyi olduğu gortışündeler ise BED tipli makinalann uygulamada sert kasma koşullarına daha uygun olduğu ise bilinen bir perçektir. Bunun yanısıra dairesel kazı yapabilen BEP tipli makinalarda kalkan kullanımından dolayı kesme kapasitesinin artışı beklenabilir.

KOT . Bu yazıda anlatılan bütün görlişler yazarlara aittir.

KAYNAKLAR

1. McFEAT-SMITH,I and POWELL, R.J., The Selection and Application of Roadheaders for Rock Tunnelling. Rapid Excavation and Tunnelling Conf., Atlanta Georgia, 1979 .
2. Seminar on "ater Assisted Roadheaders for Rock Excavation, Pittsburgh, PA, May 1982 .
3. MENZEL, W. and ^RENYO,P., Selective Cut Roadheading Machines with Longitudinal and Transverse Cutting Heads, Glückauf+Translation, 117(1981), Nr. 5 .
4. KLEINEM,H.V. , New Test-bed Results for Cutting Heads on Selective-cut Heading Machines, Gluckauf+Translation, 118(1982) , Nr.9 .
5. KOGELMANñ,f.J., Increased Productivity Through Boom-Typa Continuous Einers, S.A. Mining florid, August 1982 .
6. Tunnelling by Machine, Mining Magazine, June 1982, pp. 469-487 .
7. CHAD VICK,J.R., Special Report : Continuous Miners and Roadheaders, World Mining, September 1983, pp. 41-50 .
8. Roadheaders and Vater Jet Cutting, Vorld Mining Equipment, February, 1987, pp. 30-36 .
9. SCHNEIDER,H. , Kişisel Görüşmeler, Atlas Copco-Eickhoff,B. Almanya, 1987.
10. HEKİt'OĞLU.O.Z., Galeri Açma Makinalarmda Kesici Kafa Geometrisinin Makinanın Performanslarına Olan Etkileri, Türkiye 5. Kömur Kongresi, Mayıs 1986 .

11. POWELL,R.J. and PYCROFT.A.S., Rock Machineability Studies for the Assesment of Selective Tunnelling Machine Performance. 21 st. National Rock Mach. Symposium, U.S.A., Miss., 1980, pp. 149-158 .
12. McPEAT-SMITH.I. and FOV/ELL.R.J., Correlation of Rock Pronerties with the Cutting Performance of Tunnelling Machines. Proc. Conf. Rock Engineering, Univ. of Newcastle Upon Tyne, 1977, pp. 581-602 .
13. HOLT,P.B»» MORRIS,C.J. and OvZEN.R.J., Desk Top Computers for Design Work. The Mining Engineer, April 1984, pp. 485-489 .
14. HBKİMOĞLUJ.O.Z., OAL da Çalışan Pk9r GAM in Kesici Kafa Dizaynlarının Değiştirilmesi Üzerine Rapor. TKİ OAL Müessesesi, ğustos, 1985 .
15. HEKİMOĞLU,O.Z., Studies in the Excavation of Selected Rock Materials with Mechanical Tools. Ph.D Thesis, Univ. of Newcastle Upon Tyne, England, May 1984 .
- 16.HEKİM0Ğ1U,O.Z. ve TATAR,Ç., OAL Mliessesesindeki GAM nin Performanslarına İncelenmesi, (Yayınlanacak) .
17. Mechanised Support Setting. British Coal H3TD Tunnelling Pro,jeet, March 1987 .
18. REKİM0äLU,O.Z.,, OAL de çalışan Dosco Mk2A GAM ına Ait.Yedek farca Burumu ve Bunun Dosco Mk2B ile Olan İlişkisi Üzerine Rapor. TKİ OAL Müessesesi, Nisan 1985.
19. TOVELL ,R.J., HEKİM0C-LU,O.Z., ALTINOLUK,S., Drag Tools Employed on Shearer Drums and Roadheaders. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 10. Kongresi, Ankara, Mayıs 1987 .
20. HURT,K.G. and MacANDREff,K.M_M Cutting Efficiency and Lifa of Rock -Cutting Picks. Mining Science and Technology, 2(1985) 139-151 .
21. FOtfBLL,R.J.,and JOHNSON,S.T, Rock Classification for Rapid Excavation Systems. Symposium on Strata Mechanics, Univ. of Newcastle upon Tyne, April 1982, pp. 241-245 .