

TÜRKİYE 6. KÖMÜR KONGRESİ

The Sixth Coal congress of TURKEY

DOLDUR-TAŞI-BOŞALT (DTB) ARAÇLARI VE MADENCİLİKTEKİ UYGULAMALAR

LOAD-HAUL-DUMP MACHINES (LHD) AND APPLICATION IN MINING

Şinasi ESKİKAYA*

Cengiz KUZU**

ÖZET

Madencilikte, yeraltında kazılan mineral ve kayaları yükleme, taşıma ve tumba etmek daima zahmetli ve masraflı bir olay olmuştur. 1975 yılında bütün dünya madenlerini kapsayan bir anket-araştırma, kömür dışı madenlerde, yeraltında yükleme ve taşıma işinde büyük ölçüde lastik tekerlekli araçların kullanıldığını ortaya koymuştur. Bu konuda Doldur-Taşı-Boşalt (DTB) araçlarının, özellikle büyük üretimli madenlerde ilk sıraları aldığı görülmektedir. Gerçekten de DTB araçları çeyrek asırdır kömür dışı maden ocaklarında yükleme ve taşıma işlerinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Artık son yıllarda, önceleri çalışmalarının çok zor veya hatta imkânsız olduğu denilen yerlerde de uygulama imkânı bulmuşlardır. Buna grızulu kömür ocakları da dahildir. DTB araçlarının kömür ocaklarında kullanılmaya başlamaları ile, bu araçların uygulama alanı çok büyük ölçüde genişlemiş olmaktadır.

ABSTRACT

Loading, carrying and dumping ore and rock in underground mines is one of the most arduous tasks to be undertaken by wheeled vehicles. A survey published in 1975 estimates that 75 % of all non-coal underground mines uses trackless loading and haulage methods. Load-Haul-Dump units (LHD) seem to be leading the field, especially in high-tonnage operations. In fact, LHD machines have for more than two decades carried out such work, especially in mines employing caving, stoping, open stoping, cut-and-fill or room and pillar methods. In recent years, on the other hand, LHDs have found new applications in types of mining where their use was at first difficult or even impossible. These include also coal and gassy mines. Possibility of LHD application in coal mines means an opening a huge commençai market for free steered vehicles such as load-haul-dump machines.

(*) Prof.Dr., t.T.Ü. Maden Fak., Maden Müh. Böl., İSTANBUL

(**) Maden Müh., I.T.Ü. Maden Fak., Maden Müh. Böl., İSTANBUL

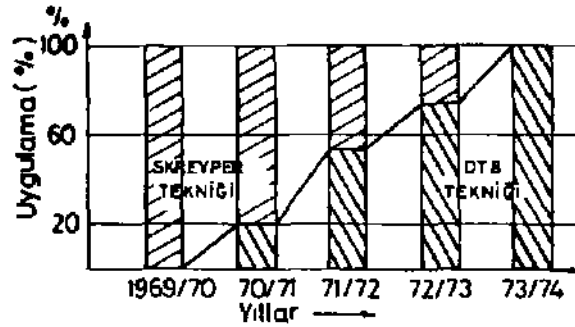
GİRİŞ

Batı ülkeleri yayınlarında LHD kısaltılmış ismiyle tanınan lâstik tekerlekli araçlar, yerüstünde çok geniş bir uygulama alanı bulunan tekerlekli yükleyicilerin yeraltı şartlarına uydurulmuş şekilleridir. Madencilik sektörüne girişleri 1950 yıllarına rastlarsa da, geniş bir şekilde kullanılmaya başlanması 1960 dan sonradır. 1975 de, kömür dışı yeraltı maden ocaklarında 6000 kadar olan makine sayısının bugün 10 000'in üzerine çıktığı tahmin edilmektedir.

LHD kısaltması "Doldur-Taşı-Boşalt" anlamına gelen "Load-Haul-Dump" kelimelerinin baş harfleri alınarak yapılmıştır. Aynı esinlemeyle bu makinelere, Türkçe kelimelerin baş harfleri kullanılarak DTB araçları denilecektir.

Yapılan araştırmalar, yılda 150 000 tondan fazla üretimi olan hemen bütün kömür dışı madenlerde DTB makineleri kullanıldığını göstermektedir. Kömür ocaklarına ise yeni yeni girmeye başlamışlardır.

Madencilikte çoğu defa en büyük masraf kalemi "yükleme ve nakliye" olaylarında yoğunlaştığı için, bu işi sağlayacak güçlü makinelerin yapılması hususundaki gayretler giderek bugünkü DTB makinelerini ortaya çıkarmıştır. Uygulama çok çabuk genişlemiş ve meselâ, bazı yerlerde 4-5 yıl içinde skreyper tekniğini tamamen devreden çıkarmıştır (Şekil-1).



Şekil-1.: DTB Tekniğindeki Bir Gelişme Örneği.

1. YAPISAL ÖZELLİKLER

Dünyada kullanılmakta olan en küçük DTB aracı "CT 500HE Microscoop" olup, 22 kw gücünde bir elektrik motoru ile çalışmakta ve 600 kg yuk taşıma kapasitesine sahip bulunmaktadır. Em 80 cm, yüksekliği 110 cm'dir. Diğer küçük makinelere örnek olarak, 2.4 ton taşıma kapasiteli ve 1.24 m genişlikteki Schopf L62, 2.4 ton taşıma kapasiteli ve 1.42 m genişlikteki MANN-GHH LF-2H ve Toro 150 modelleri zikredilebilir. Çizelge-1'de, dar yapılı DTB araçlarına ait bazı teknik özellikler görülmektedir.

Çizelge-1.: Dar Yapılı DTB Araçları.

Firma ve Model	Kepçe kapasitesi (m ³)	Motor Gücü CBG	Çalışma Ağırlığı (ton)	Standart kepçe genişliği (m)	Yükseklik (m)	Kopama kuvveti CkN	Dönme yarıçapı (m)	Hız km/h
EIMCO 911	0.78	38.5D	4.5	1.22	1.73	35	2.8	8
EQUIPMENT MINIER CT500HE CT1700	0.60 0.75	30E 43D	3.0 4.7	0.80 1.27	1.10 1.71	31 37	2.5 3.9	9
JARVIS CLARK								
JS-100 JS-100E	0.76 0.76	52D 40E	6.1 6.3	1.22 3.22	1.93 1.93	46 46	3.9 4.2	9.6 8.1
SCHOPF L62	0.8	67D	5.6	1.2	1.7	45	4.2	18
WAGNER EHST-1A HST-1A	0.76 0.76	40E 52D	5.8 5.1	1.22 1.20	1.83 1.83	38 37.5	3.25 3.25	9.7 12.0

D = Dizel; E= Elektrik.

Hemen bütün DTB araçları dört teker tahriklidir. Genellikle tasarımlar, 200-300 metrelik mesafeler içinde çalışmak üzere yapılır. **Ancak** çalışma menzillerinin 1000 m'ye çıktığı durumlar da vardır. 1 ton taşıma kapasitesinden 15 tona kadar, çok değişik modelleri bulunmaktadır (Şekil-2 ve Çizelge-2). Özellikle çok küçük metal madenlerinin dar ve alçak galerilerinde kullanılmak üzere, bazı modellerde yükseklik ve genişlik alabildiğine küçülmüştür.

Çizelge- 2.i Standart DTB Araçları.

Firma ve Model	Kepçe Kapasitesi (m ³)	Motor Gücü (BG)	Boş Araç Ağırlığı (ton)	Standart Kepçe Genişliği (m)	Yükseklik (m)	Koparma Kuvveti (KN)	Dönme Yarıçapı (m)	Max. hız (km/h)	Mafsal derecesi (C°)
WAGNER									
ST1.3A	1,0	52	5.0	1.37	1.68	33	3.7	13.2	90
ST2 D	1.5	77	10.9	1.55	1.98	56.5	4.7	18.5	81
5T2 D(S)	1.53	100	11.2	1.55	1.98	60	4.7	18.3	81
ST3.5	2.7	136	14.5	1.83	1.73	75.5	5.4	20.1	85
ST3.5(S)	2.7	150	14.5	1.83	1.73	75.5	5.4	19.3	85
ST5 A	3.8	185	19.6	2.45	2.11	109	6.3	29.5	85
ST5 A(S)	3.8	146	20.1	2.45	2.11	138	6.3	21.9	85
ST5 B	3.8	185	20.8	2.14	2.14	113	6.1	29.3	80
ST5 B(S)	3.8	150	22.5	2.51	1.98	130	6.5	19.8	85
ST5 H	3.8	185	19.5	2.23	2.29	103.5	5.9	30.0	85
ST8 A	6.1	224	30.2	2.48	2.24	164	6.6	26.6	85
5T10 A	6.2	269	31.4	3.05	2.39	178	7.1	26.9	85
SF13	9.9	375	45.0	3.05	2.54	258	7.6	23.0	85
ST13 (S)	9.9	355	45.7	3.05	2.54	258	7.6	24.8	85
MAN-GHH									
LF-2H	1.0	56	5.1	1.40	1.85	59	3.37	8.1	86
LF-4.1	2.0	88	11.5	1.68	1.66	112	4.70	19.3	84
LF-6	4.6	172	22.6	3.32	1.40	132	7.20	27.0	80
LF-7.2	4.0	182	21.1	2.60	1.70	160	6.93	29.0	80
LF-7.3	3.8	182	21.3	2.20	1.90	170	6.40	29.0	80
LF-9	6.5	237	29.4	3.38	1.82	158	7.50	30.0	80
LF-12	6.0	273	31.0	2.60	2.25	203	7.60	29.4	80
LF-15	10.0	365	48.0	3.10	2.40	200	8.50	34.4	80
EIMCO									
802 H	0.77	2x20	5.0	1.66	1.68	36	3.5	6.0	Rijit
911-31	1.17	52	5.5	1.52	1.73	36	2.8	8.0	90
912 B	1.72	77	10.0	1.52	2.13	54	4.19	9.6	90
912 D	1.72	85/10t	8.6	1.68	1.68	68	2.92	24.0	90
913 D	2.30	100	12.7	1.68	1.98	80	5.15	16.0	90
913-31	2.30	110	14.5	2.18	1.73	80	5.2	16.0	90
915 E	5.35	150	20.4	2.74	1.83	130	7.1	16.0	90
918	8.5	277	30.4	2.80	2.50	190	4.42	24.0	90
919	6.89	270	29.9	2.44	2.50	200	6.6	24.0	90
920 C	7.65	400	42.6	3.05	2.30	270	7.6	28.0	80
EQUIPMEN1 MINIER									
CT 2500	1.52	86	10.2	1.60	1.83	75	4.6	20.0	84
CT 3500	1.95	137	11.7	1.80	1.83	75	4.7	20.0	84
CT 6000	3.8	180	12.0	2.50	2.00	157	6.17	30.0	84
CT 8000	4.45	230	22.7	2.80	2.20	210	6.5	32.0	84
CT 1000G	6.00	230	28.6	2.80	2.20	198	6.6	34.0	84
CT 12000	7.1	280	32.7	2.80	2.44	262	7.0	26.5	84
CT 15000	5.7-10.7	280	45.6	3.12	2.50	390	7.8	28.0	84

10 yıl önce bütün dünyada 100'dan fazla metal madenini kapsayan bir anketten alınan sonuçlara göre, ortalama kepçe kapasitesi büyüdükçe üretim kapasitesi ve randımanın da buna paralel olarak arttığı tespit edilmiştir. Ankete gelen cevaplara göre çalışma mesafesi ile meyil arasında bir ilişki bulunamamış, ancak uygulamadaki DTB lerin yarıdan fazlasının % 10-20 arasındaki maksimum meyillerde çalıştıkları anlaşılmıştır.

İki tekerlekten tahrik olan araçların azami 1:9 meyilde çalışmalarına karşılık dört tekerden tahrik olan DTB araçları 1:6 meyilde ekonomik olarak çalışabilmektedirler. Anket sonuçlarına göre :

DTB Nakliye Mesafesi :

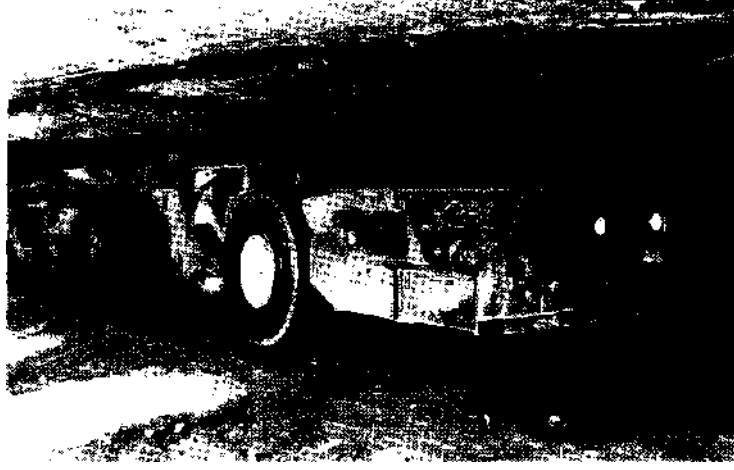
<u>Tipik</u>	<u>Azami</u>	<u>Optimum</u>
15-700 m	30-1500 m	20-500 m

DTB Çalışma Meyili :

Meyil (%) :	0-4	5-9	10-20	21-25	26-30
Ocak sayısı :	18	8	48	5	2

Görüldüğü gibi uygulamada çalışma mesafesi optimum 20-500 m arasında yer alırken, makinelerin hemen üçte ikisine yakını K 10-20 meyilde çalışmaktadır. Şekil-3'de, alçak bir yolda çalışmakta olan bir DTB aracı görülmektedir.

Hemen bütün DTB araçları ortadan mafsallı olup çok dar yarıçaplı kurbaları veya dönemeçleri dahi dönebilme yeteneklerine sahiptirler. Sürücünün yeri iki lastiğin arasında, ancak yarıdan biraz geride bulunur. Böylece hem kepçe yüklemesini görmekte, hem de nispeten emniyetli bir bölgede bulunmaktadır. Keza her iki yöndeki harekette yolu iyi görebilmesi için, sürücü oturuşu gidiş-geliş istikametine nazaran yan durumdadır (Şekil-4). Sürücünün oturduğu yerde rahat olması, makineyi kullanmak için kullanacağı pedal veya el kontrol aletlerine kolayca ulaşabilmesi, oturduğu zaman gövdesinin tamamen makine profili içinde kalması.-sürücü yerinde aranan özelliklerden bazılarıdır. Bazı hallerde sürücü yerinin üzerinde, taş düşme ve benzeri olaylardan sürücüyü korumak üzere bir üst kapak bulunur (Şekil-3). Eğer makinenin yükleme yapmak için girdiği yerde



Şekil-3.: Sürücü Yeri Üzerinde Koruyucu Kapak Bulunan Bir DTB Aracı.

tehlike riski büyükse, böyle durumlarda makineleri uzaktan kumanda ile de hareket ettirmek ve yükleme yaptırmak mümkündür. Azami sinyal mesafesi 100 m olarak tespit edilmekte, aracın görüş alanı içinde olmadığı durumlarda TV kamerası da kullanılabilir.

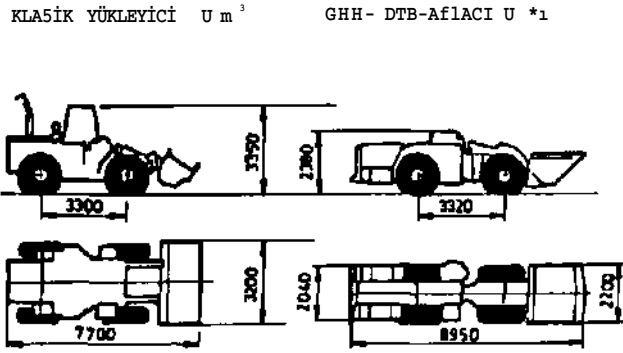
Sürücü yerleri bazı hallerde kapalı olmakta, hatta şartlar gerektiriyorsa klima düzeni dahi bulunmaktadır.



Şekil-4.: Geriye Doğru Hareket Etmekte Olan Bir DTB Aracı.

Yeraltı şartları, makinelerin iki boyutunda alabildiğince küçültme yapılması sonucunu doğurmuştur. Ancak uzunluk diğer iki boyut kadar kısıtlama altında değildir. Buna rağmen boyutlar ve makine ağırlığı ile kepçe kapasitesi arasında belli bir uyumun olması gerekir. Gereğinden büyük makine "zemin ve tahkimat problemi" doğurur.

Çizelge-1 ve Çizelge-2 de görülen makinelerin boyutlarına ait önemli olabilecek bilgiler verilmiş bulunmaktadır. Şekil-5'de ise, klasik bir yükleyici ile bir OTB aracının boyut bakımından mukayeseli görünüşü yer almıştır.



Şekil-5.: Klasik Yükleyici Makine ile Aynı Kapasitedeki Bir DTB Aracı

2. TAHRİK SİSTEMLERİ

DTB araçlarında elektrik motorlarının kullanılması giderek artmaktadır. Elektrikli tahrikin avantajları kısaca şöyle özetlenebilir :

- Egzos gazı ile ocak havası kirletilmediği için, havalandırma problemi dizelli araçlara nazaran daha az Önemlidir.
- Dizel motorla mukayese edildiğinde, elektrik motorlarının verimi daha büyüktür.
- Çoğu ülkede enerji sarfiyatı da elektrikli motorlarda daha düşüktür (İngilterede % 40 nispetinde). Bir fikir vermek üzere: Bir madende 132 kw lık motorla çalışan bir DTB aracının sarfettiği enerji saatte 78 kwh ola-

rak ölçülmüştür.

d) İşletme ve bakım masrafları da daha düşüktür. Dizel motorunun bakım masrafları normal hâlde % 15 civarındadır. Buna karşılık elektrikli DTB araçlarında elektrik kablo sunan gelen bir masraf vardır ki, o durumda 1.5 dolar tutmaktadır. İyi bir kablo 2000 saat kadar bir ömre sahiptir.

e) Elektrikli DTB araçlarında yakıt masrafı da nispeten azdır.

f) Gürültü seviyesi daha düşüktür.

Elektrik motorlu DTB araçlarının dezavantajlarına gelince kısaca şöyle özetlenebilir :

a) Hareket yeteneği dizel motorlulara nazaran daha kısıtlıdır.

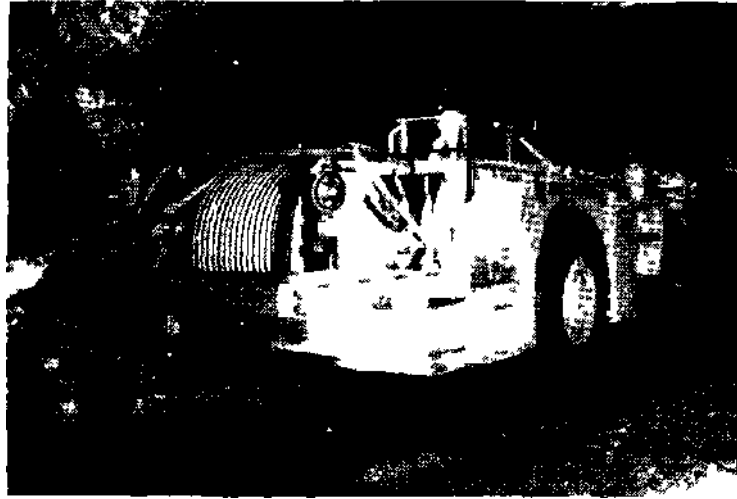
b) Hareket menzili, kablo dolayısıyla azami bir değerle sınırlıdır.

c) Kablo sarılması ve sürüklenme dolayısıyla, dizeller kadar hız yapamamaktadırlar.

d) Köşelerden geçerken kablunun aşınmaması ve kopmaması için özel dikkat gerekir.

e) Meyillerde dizellerin tırmanma yeteneği daha iyidir.

Şekil-6.'de elektrikli bir DTB aracı ve kablo tamburu görülmektedir.



Şekil-6 : Elektrik Motorlu Bir DTB Aracı.

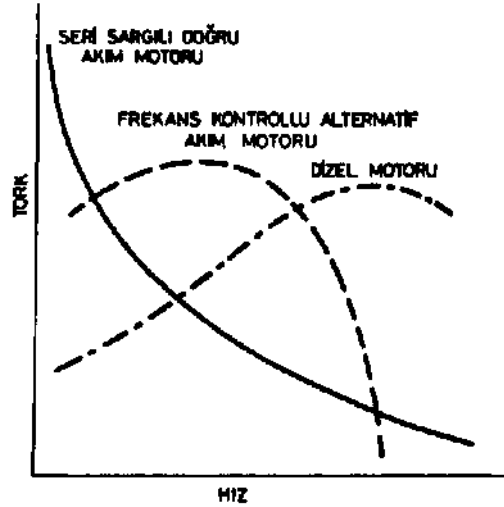
Elektrik motorlu DTB'lerin mayısı 3-4 yıl önce % 15 kadardı. Bunları Batı Almanya, İsveç, Güney Afrika'daki gibi çok sıkı emniyet kurulları dolay-

sıyla dizelli OTB'lenn kullanılmıdsının mümkün olıııııııı ocaklarda daha çok uygulama imkânı bulmaktadırlar.

Dizel tahriklerin çoğunluğu hava soğutmalıdır. Gene emniyet kurallarının gerektirdiği ocaklarda su soğutmalı motorlar kullanılır.

Komur ocaklarında kullanılan bütün motorlar antıgrızotör düzenine sahip olmak zorundadırlar.

Elektrik motorların da hız/tork karakteristikleri dizellerinkinden tamamen farklıdır. Alternatif akım motorları, düşük hızlarda dizel motorlardan daha yüksek tork verirler (Şekil-7). bu husus DTB araçları için önemlidir, zira yığın halindeki cevhere kepçenin girebilmesi için yüksek tork gereklidir. Diğer yandan en iyi kontrol sen sargılı doğru akım

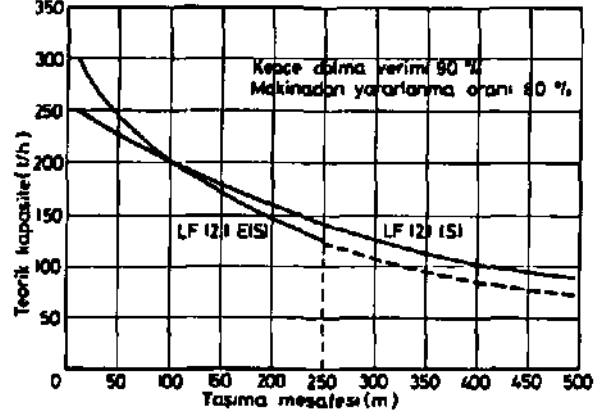


Şekil-7.: Elektrik ve Dizel Motorlarına Ait Hız-Tork Karakteristikleri.

motorları ile elde edilmektedir. Bu motorlar, Şekil-7'de de görüldüğü gibi düşük hızda yüksek torkdan yüksek hızda düşük torka çok yumuşak bir geçiş temin etmektedirler.

Şekil- 8'de, 8.5 m kepçe hacimli bir DTB aracının elektrikli ve dizelli modellerine ait kapasite eğrileri görülmektedir. Şekilden de anlaşılacağı gibi 100 m'den daha kısa mesafede yükleme ve hızlanmadaki avantajından dolayı elektrikli DTB kapasitesi daha büyüktür. Taşıma mesafesi-

nın 100 m'yı geçmesi halinde, yüksek hızından dolayı dizelli DTB avantajlı duruma geçmektedir.



Şekil- 8.: 8.5 m Kepçe Kapasiteli Elektrikli ve Dizelli DTB Araçlarının, Mesafeye Bağlı Olarak Kapasite Eğrileri

3. DTB Araçları Lastikleri

DTB araçlarının en önemli masraf kalemlerinden biri de lastiklerle ilgilidir. Çizelge-3'den de anlaşılacağı gibi lastik boyutu büyüdükçe, yani diğer bir deyişle DTB yuk kapasitesi arttıkça, lastik ömrü de artmaktadır. Bunun muhtemel sebeplen: büyük makinelerin çalışacağı yolların yüzeyleri daha bakımlı tutulmakta, büyük kapasiteler için daha güçlü motorlar kullanılmakta ve bu da daha az aşırı yüklenmeye yol açmaktadır.

Çizelge-3.: DTB Araçlarında Kullanılan Lastiklerin Boyutları ve Ömürleri.

Lastik Boyutu	Ocak Sayısı	Lastik Omru (saat)	Ortalama Kepçe Kapasitesi (yd ³)
750 x 15	4	23Q-6280 K	1.5 yd 'e kadar
815 x 15	2	200-800	
900 x 10			
1200 x 24	21	100-7000 K	2-3
1300 x 25	2	500-800	
1400 x 25	2	1000-1200	
1600 x 25	8	400-1800 K	4-5
1800 x 25	26	400-5000 K	
2080 x 25	2	570-1200	
2650 x 25	5	376-1000 K	8-10
2950 x 29	3	500-1000 K	

K- Lastiğin "kaplama" suretiyle yenilenmesi

Lastik ömrü üzerinde "kötü yol yüzeyi, ıslak şartlar, lastik basıncının uygun olmaması ve galen yanlarında yeten kadar açıklık bulunmaması" gibi hususlar önemli rol oynar. Bazen 8 defaya kadar kaplama yapılmakta ve 7000 saate kadar varan ömür elde edilmektedir.

Zincir kullanmanın lastik ömrünü arttırdığı hususunda uygulamada yerleşmiş bir inanç yoktur.

Ocak planı, kayaç tipi ve diğer şartlara bağlı olarak değişecek olan lastik masrafının ton maliyete % 10-20 nispetinde intikal ettiği söylenebilir. Ancak böyle bir kıstas yanıltıcı olabilir. Lastik masrafını çalışma saati bazına göre düşünmek daha güvenilir bir ölçüdür. Çalışma saati başına 1- 4 \$ lastik masrafı genel anlamda oldukça isabetli bir yaklaşımdır. Herhalıkârda lastik masrafı DTB uygulamasında en önemli masraf kalemlerinden biridir.

4. YOL DURUMU

Gerek lastik ömrü gerekse meyil çıkma ve vasıta hızı üzerinde, yolun durumu birinci derecede rol oynamaktadır. Maden ocaklarında zeminler yumuşak kilden sert kumtaşına veya daha sert kayalıklara kadar çok çeşitli değişiklikler gösterebilirler. Uçaklardaki su zemini yumuşatabilir ve bozabilir ki bu da lâstik tekerlekli bir araç için büyük problem demektir. Çizelge-4 bir lastik tekerlekli aracın çeşitli zeminlerde hareket etmesi halinde lastik batma derinliğini ve spesifik dönme direncini göstermektedir.

Çizelge-4.: Çeşitli Zeminlerde Lastik Batma Derinliği ve Spesifik Dönme Direnci.

Zemin Cinsi ve Yol Durumu	Lastik Batma 'Derinliği (cm)	Döme direnci Kats.	
		Lastik	Zincir
Beton veya asfalt yol(kuru)		20	
5sert ve düz makadan yol(gevşek malezeme yok)	2	30	
Çımenli tabii zemin	5	40	20
Kullanılmış eski, toprak yol	5	45	30
Oldukça yumuşak veya çukurlu, toprak yol	10	70	40
Çukurlu kis veya kumlu zemin		120	60
Eski, yumuşak, toprak yol	20	160	70
Şistli, akıcı kumlu zemin	20	250	100
Derin çukurlu eski yol,yapışkan ıslak zemin	20	300	120
10 cm kalınlığında gevşek kar		50	30
Sert buz		25	20

Aracın üzerinde yürüdüğü zeminin iyileştirilmesi açısından uygulanabilecek değişik stabilizasyon teknikleri vardır. Aşağıda, İngiltere Milli Kömür Kurumunun bu tekniklerle ilgili yaptığı deney ve elde ettiği sonuçlara kısaca değinilecektir.

a) Mekanik Stabilizasyon

En pratik ve ucuz teknik budur. Eğer zemin yeteri kadar sağlam ise, onu 200 mm derinlikte kazıp sonra sıkıştırmak, amaca uygun bir yol elde etmek için yeterli olmaktadır. Eğer zemin çok sağlam değilse, ince ve kalın agrégat getirip yola yaymak ve sıkıştırmak suretiyle de gene aynı sonuç elde edilebilmektedir.

b) Çimento ile Stabilizasyon

Eğer zemin sertleştirmeyi gerektirecek kadar yumuşaksa, 200 mm kazıldıktan sonra çimento dökülür ve % 5-15 nispetinde olmak üzere zemin malzemesiyle karıştırılır. Sonra su ilave edilerek zemin düzlenir ve sıkıştırılır. Pratikte bu iş, Önce yüzeye çimentonun sepilerek yayılması sonra da mekanik olarak (meselâ bir taban kaldırıcı makine ile) 200 mm derinliğe kadar kazılması suretiyle yapılmaktadır.

c) Kireç Stabilizasyonu

Yukardaki metotta olduğu gibidir, ancak çimento yerine sönmemiş kireç kullanılmaktadır. Kireçleme sert ve granular malzemede daha az etkili olup killi zeminlerde iyi sonuç vermektedir.

d) Asfalt Stabilizasyonu

Sık kullanılmamakla birlikte, zemini 150 mm kadar kazdıktan sonra üzerine asfalt döküp sıkıştırmak yoluyla da sağlam zemin elde edilebilmektedir. Güney Fransa maden ocaklarında kireçtaşı zemin üzerine önceden hazırlanmış asfaltlı yol malzemesi dökülerek çok iyi bir yol yüzeyi elde edilmiştir. Metod, ancak zeminin kuru olması halinde iyi sonuç vermektedir.

e) Anhidrit Stabilizasyonu

6 mm'nin altına kırılmış anhidritler % 1 reaktif bir madde ve % 8 su ile karıştırılarak, önceden hazırlanmış yol yüzeyine 150 mm kalınlığında yayılmakta ve sıkıştırılmaktadır. Bu işlemden 24 saat sonra yol araç geçişine hazır durumdadır. Bu metod jips maden ocaklarında yol yüzeyi

hazırlığında büyük ölçüde kullanılmaktadır.

f) Beton Bloklar

Bunlar önceden hazırlanmış 2.5x2.5x0.15 m ebadında beton bloklardır. 2.0x1.25x0.115 m ebadında hazırlanmış olanları da vardır. İngiltere'de High Moor ocağında kullanılmış ve iyi sonuç alınmıştır. 1:6 meyilindeki yolda, beton blokların kaymaması için zemin önce 50 mm kadar kazılarak hazırlanmış ve iki şeritli yol halinde beton bloklar yola döşenmiştir.

g) Beton Stabilizasyonu

Trafiğin ağır olduğu ve yolun uzun yıllar kullanılacağı hallerde, en iyi metod yolu betonlamaktır. Beton yol kalınlığı trafik yüküne göre değişir. Sulu ocaklarda da en iyi sonuçlar beton yol ile alınmaktadır.

Tabii zeminin, yol olarak kullanılmak üzere hazırlama masrafı 1 olarak kabul edildiğinde, sert agrégat yayıp sıkıştırma ile elde edilecek yolun maliyeti 8.34, betonlama maliyeti 14.63 ve asfaltlama maliyeti ise 16.71 olmaktadır.

5. KÖMÜR OCAKLARINDA UYGULAMA

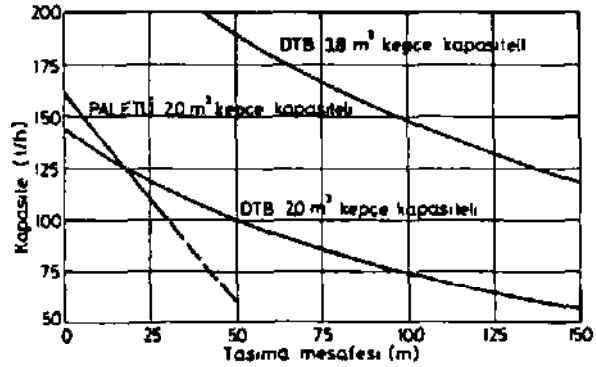
Metal madenleri için geliştirilmiş olan DTB araçları, ufak bazı değişikliklerle kömür madenciliğinde de kullanılmaktadır. Tekerlekli araçlardan, mineral taşımacılığı yanısıra, insan ve malzeme naklinde de istifade edilmektedir. Bugün tam mekanize bir ayağın donanımının değeri 8-10 milyon dolar civarındadır ve hızlı ilerlemeden dolayı, ayakların ömrü çoğu defa 1 yıldan az olmaktadır. Bunun anlamı, böylesine pahalı donanımı bir noktaya bağlanmış şekilde ölü olarak tutmamak için, mümkün olan en kısa sürede yeni ayağa taşınması gerektiğidir. Yaklaşık 3000 ton ağırlığındaki bu tür donanımı, özel yapılı tekerlekli araçlarla bir ayaktan diğerine 100 saat içinde taşımak mümkün olabilmektedir.

Damar kalınlığının 2 metreye yakın *olması* halinde ayakdonanımının yerleştirilmesinde fazla bir sorun yoktur. Aksi halde, ya ayak havesi tavan kesilerek yükseltilir (Şekil- 9) , veya have bir galeri gibi dairevi açılır (Şekil-10). Her iki halde de gerek yürüyen tahkimat üniteleri gerekse zın-

değiştirebilmektedir. Yanı araç, ya DTB aracı, ya fork-lift, ya ağır parça yüklerini taşıyacak platformlu bir vasıta veya daha değişik bir amaca hizmet edebilecek şekle gelebilmektedir. Bu makinelerin en kuçuğu MP60, 1 m genişliğinde olup 2 ton yuk taşıyabilecek kapasitedir. Bu çok amaçlı kullanma olanağının, bu tur araçların uygulama alanlarını çok daha genişleteceğinde şüphe yoktur.

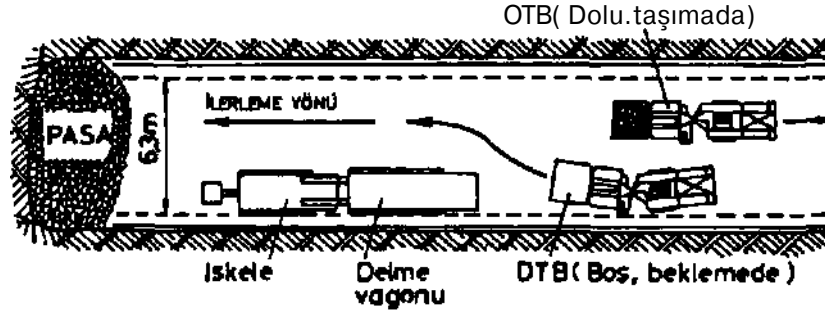
6. GALERİ SÜRME

Galen sürmede yükleyici olarak kullanılan paletli araçların hem hareket kabiliyetleri çok düşüktür hem de kepçe kapasiteleri 2.5 m dolaylarında sınırlanmıştır. Aynı kepçe kapasiteli bir DTB aracı ile mukayese edildiğinde (Şekil-11), daha büyük bir kaideye sahip oldukları için, özellikle yumuşak zeminlerde paletli yükleyici daha avantajlıdır. Normal zeminlerde kapasiteler hemen hemen eşittir. Taşıma mesafesinin 20 m'yı geçmesi halinde, DTB aracının ne ölçüde avantajlı olduğu Şekil-11'den anlaşılmaktadır.



Şekil-11.: Paletli Yükleyici ile DTB Araçlarının Taşıma Mesafesine Bağlı Olarak kapasite Mukayeseleri.

Galen sürmede 2 DTB aracının kullanılması halinde, büyük avantaj elde edilmektedir. Şekil-12'de şematik olarak görülen Batı Almanya'da 1250 m uzunluğundaki galen 41 m kesitinde olup, bir atımda 140 m pasa çıkmakta, bu pasa 480 dakikada yüklenip 150 m mesafedeki tumba yerine taşınmaktadır. Aylık ilerleme 42 m'dir ve DTB araçları günde 6 saat çalışmaktadır.



Şekil-12.: Bir Komur Ocağında Galeri Sürmede İki DTB Aracının Bir Arada Kullanılması.

7. SONUÇLAR

DTB Araçları madencilğe yeni girmekle beraber, kullanıldıkları yerlerde büyük bir ekonomi sağlamaktadırlar. Bir yandan makine yapıları yeraltı şartlarına uydurulurken, bir yandan da yeraltı yapıları ve hatta üretim sistemleri DTB araçlarının kullanılabilceği şekilde değiştirilmektedir. Elektrikli DTB sayısı giderek artmakta, keza komur madenciliğinde de her geçen gün daha büyük bir uygulama alanı bulmaktadırlar.

Bu açıdan bakıldığında Zongudak Havzasında da, DTB araçları için ekonomik uygulama koşullarının olup olmadığı incelemeye değer bir nitelik kazanmaktadır.

KAYNAKLAR

1. -.Trends in Trackless Mining, Mining Magazine, February 1975, pp.105-115.
2. GHH- Eimco, Schopf, Wagner ve diğer firmalara ait kataloglar.
3. NORTHARD, J.E., Trackless Transport, Colliery Guardian Annual Review August 1979, pp. 429-437.
4. MARX, K.W., Gleislosfahrzeuge im Steinkohlenbergbau, Glückauf 122 (1986) Nr. 18, pp. 1187-1194.
5. REUTHER, E.U., KELM, U., Stand der Technik im Matenaltransport unter Tage und Zukunftaussichten, Glückauf 123 (1987) Nr.16, pp.1009-1013.
6. PHANNENSTIEL, K., Gleislostechnik im Steinkohlenbergbau, Fortentwicklung der Bergtechnik, Statusreport, pp. 219-228.
7. -, LHD Technology, World Mining Equipment, January 1986, pp. 30-34.

