

ELİ Eynez Bölgesi M2 Marnının Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Mekanize Kazı Bakımından İncelenmesi

Investigation in to Physical and Mechanical Properties of M2 Marl of ELI Eynez Region with Particular Reference to Mechanised Excavation

Hanifi ÇOPUR (*)
Şinasi ESKİKAYA (**)

ÖZET

BU çalışmada, yerinde ve laboratuvarında yapılan bazı deneyler yardımıyla, E.L.I. Eynez Bölgesi M2 marnının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Laboratuvar deneyleri gözönünde bulundurularak, M2 marnının mekanize kazı bakımından basınç dayanımına göre bir sınıflaması yapılmıştır. Daha sonra, M2 marnının mekanize kazısına uygun gelen açma makineleri seçimi için genel önerilerde bulunulmuştur.

ABSTRACT

In this study, some physical and mechanical properties of M2 marl of E.L.I. Eynez Region are determined by means of some in-situ and laboratory experiments. By taking into account the laboratory experiments, M2 marl is classified according to compressive strength from the mechanised excavation point of view. Then, some general proposals are given for the suitable roadway drage machines in order to excavate M2 marl mechanically.

(*) Araş.Gör., Maden Yuk. Muh., I.T.U. Maden Fak., Maden Muh.Bl., 1ST.

(**) Prof.Dr., Maden Yuk. Muh., I.T.U. Maden Fak., Maden Muh.Bl., 1ST.

1. GİRİŞ

Mekanize yeraltı kazısı, kayacı galeri açma makineleri ile çeşitli keskiner yardımcıyla mekanik olarak kesip parçalama esasına dayanan bir kazı yöntemidir. Günümüzde madencilik ve inşaat sektöründe gittikçe artan yeraltı kazısı ihtiyacı, mekanize kazıya yönelmeyi zorunlu kılmaktadır.

Galeri açma makineleri, çeşitli kayalarda farklı performans gösterirler. Bu makinelerin uygun seçilebilmesi ve performanslarının kazı öncesinde tahmin edilebilmesi için kazılacak kayaçların kazılabilirlikleri, dolayısı ile bazı fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmelidir.

E.L.İ. Eyz Bölge Müdürlüğü yeraltı ocaklarında, tam mekanize linyit üretimi amaçlanmaktadır. Daha fazla bir üretim için hazırlık işlen de daha hızlı olmalıdır. Bu nedenle bölgede şu anda delme + patlatma yöntemi ile yapılmakta olan hazırlık galerisi kazılarının tam mekanize yapılması konusunun incelenmesi gerekmektedir.

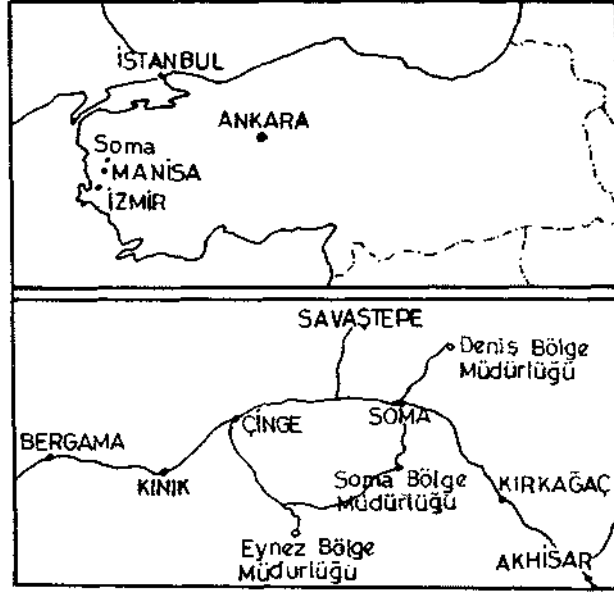
Bu çalışmada, Eyz Bölgesi yeraltı ocağındaki ana hazırlık galerilerinde kazılan M2 marnının fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla ocakta Schmidt çekici deneyleri yapılmış ve numuneler alınmıştır. Alman numuneler üzerinde laboratuvarında tek eksenli basınç dayanımı, elastisite modülü, endirek çekme (Brazilian), nokta yükleme, koni delici, darbe dayanım, cerchar sertlik ve cerchar aşındırıcılık deneyleri yapılmıştır. Ayrıca, doğal birim hacim ağırlık ölçümleri ve mikroskop altında ince kesit incelemeleri yapılmıştır. Daha sonra, M2 marnı, bu fiziksel ve mekanik özellikleri gözönünde bulundurularak basınç dayanımına göre, mekanize kazı bakımından sınıflandırılmıştır. Son olarak M2 marnının mekanize kazısına uygun galeri açma makinesi seçimi için genel öneriler sunulmuştur.

2. E.L.İ. EYNEZ BÖLGESİ'NİN TANITILMASI

2.1. Genel Bilgiler

T.K.I. Kurumu Genel Müdürlüğü'ne bağlı müesseseselerden biri olan E.L.I. Müessesesi, Ege Bölgesi'nin yakıt ihtiyacını ve Soma'da kurulu bulunan 704 MW gücündeki termik santral ile inşaat halindeki 330 MW güçlü yeni termik santralin yakıt ihtiyacını karşılamak amacıyla linyit üretim faaliyetlerini sürdürmektedir.

E.L.I. Müessesesi, Manisa ilının Soma ilçesi merkezindedir. Müessesenin Soma, Deniz ve Eynez isimli üç üretim bölgesi vardır. Eynez Bölgesi, Soma'nın güney-batısında yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Eynez Bölgesi'nin Yer Haritası.

1986 yılında, Eynez I.I. 234 no.lu ruhsat sahası sınırları içinde Eynez I isimli proje hazırlanmış olup yatırımlar sürdürülmektedir (1). Eynez I projesinin amacı, + 340 ile + 460 kotları arasındaki 17 milyon ton linyit kömürü rezervinin 700.000 ton/yıl üretim kapasitesiyle üretilmesini sağlamaktır. Tam mekanizasyon ile üretimin 1.500.000 ton/yıl düzeyine çıkarılması için, aynı projenin revizesi devam etmektedir. Bölge güneyinde devam eden kömürler için Eynez II ismiyle yeni bir işletme projesi üzerinde çalışmalar başlatılmıştır.

Eynez Bölgesi'nin toplam rezervi 195.064.000 ton olarak belirtilmiştir (2). Bunun 185.150.000 ton'u yeraltı yöntemleriyle ve 9.914.000 ton'u açık işletme yöntemleriyle işletilebilecek miktardır. Rezervin 82.400.000 ton'u görünür ve 102.750.000 ton'u muhtemel + mümkün rezervdir.

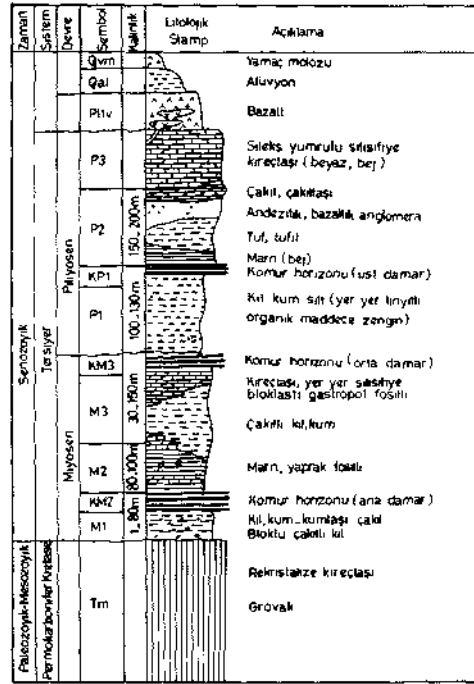
2.2. Bölgenin Jeolojisi

Soma linyit havzası Neojen yaşlı olup, ekonomik önemi olan linyit damarları Orta ve Üst Miosen ile Pliosen'de oluşmuştur. Neojen serileri, Paleozoik veya Mesozoik temel üzerine diskordansla oturmaktadır. Soma havzasının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti Şekil 2'de görülmektedir.

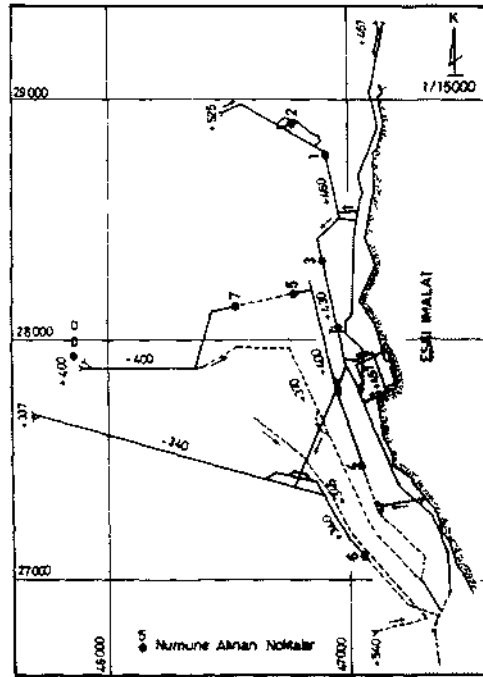
Eynez'de yalnızca marn horizonunun alt seviyesinde oluşmuş olan KM2 alt linyit damarı işletilmektedir. Kömür damarının eğimi 10-25° arasında değişmekte olup, damar kalınlığı 30 m'ye kadar çıkmaktadır. Bölgede tektonizma fazla olup, faylar normal, büyük bir kısmı doğrultu yönünde maskalama faylardır. Fay atımları 10-60 m. arasındadır.

2.3. Hazırlık işleri

Mevcut işletme sisteminde ana hazırlık galerileri, KM2 linyit damarının tavanındaki M2 marnı içinde sürülmektedir. Taştaki galeri kesitleri 14, 10 ve 8 m² dir. Galeriler delme + patlatma yöntemi ile sürülmekte ve



Şekil 2. Senozoyik Formasyonlarının Stratigrafik Birliği



Şekil 3. Numune Alınan Yerlerin Oyak Planında Gösterilmesi

3 adet Deilmann Haniel elektrohidrolik delici yükleyici (513 M42, M45, M47) ile 3 adet Eimco elektrohidrolik yükleyiciler kullanılmaktadır. Ayrıca, Orta Anadolu Linyitleri (O.A.L.) Müessesesi'nden getirilen 1 adet Dosco Mk2A galeri açma makinesi de kullanılmaktadır. Ancak bu makine, delme + patlatma ile gevşetilmiş ortamda çalıştırılmaktadır. Hazırlık faaliyet raporları incelendiğinde, 1990 yılının ilk 6 ay'ı için bölgede galeri sürmedeki kazı randımanlarının ortalama $1.85 + 0.19$ m /yev ile $9.23 + 0.97$ m /vard olduğu görülmüştür (3).

3. M2 MARNI'NIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

3.1. Numunelerin Alınışı ve M2 Marnının Tanımlanması

Numuneler, sürülmekte olan galeri aynalarından ve sürülmüş galerilerin yanduvvarlarından alınmıştır. Yanduvvarlardan numune alınırken, havayla temas ederek özellikleri değişmiş olan üst yüzeyler kazılarak temizlenmiştir. **Alınan** numuneler torbalanarak saklanmıştır. Şekil 3'de numune alınan yerler, ocak planı üzerinde gösterilmiştir. Çizelge 1'de numune alınan yerler hakkında bazı bilgiler yer almaktadır.

KM2 linyit serisinin üzerinde yeralan M2 marnı, yaklaşık 100 m. kalınlıktadır. Litolojik bakımdan muntazam ve homojen oluşumludur. Taze yüzeyleri açık yeşilimsi-gri, ayrıştığında açık bir renk alan M2 marnı orta-kalm tabakalıdır. Bazı seviyelerde yaprak ve bitki izlerine rastlanması en belirgin özelliğidir. Bu seviyelerde, ince plaketlere ayrılabilir. M2 serisinin alt sınırı linyitli killerden kesin olarak ayrılabilmesine rağmen, üst sınır kireçtaşlarından kesin olarak ayrılmamaktadır.

Çizelge 1. Numunelerin Alındığı Yerlerle ilgili Bazı Bilgiler

Numune No.	Alınış Tarihi	Kot	Açıklamalar
1	29.8.1990	+ 460	460 Kat Lağımı
2	29.8.1990	+ 460	460 Kat Lağımı
3	31.8.1990	+ 430	430 Kat Lağımı
4	5.9.1990	+ 400	400 Güney Baca (Sürülüyor)
5	5.9.1990	+ 400	400 Kuzey İçeri Baca (Sürülüyor)
6	6.9.1990	+ 340	340 Güney Baca
7	6.9.1990	+ 400	400 Kuzey Dışarı Baca(Sürülüyor)

3.2. Deneyler ve Sonuçlara

Ocak içerisinde Schmidt çekici deneyleri yapılmıştır. Laboratuvarda numunelerin doğal nemlerini kaybetmeleri önlenerek yapılan deneyler ise şunlardır;

- Mikroskop altında ince kesitlerin incelenmesi,
- Doğal birim hacim ağırlık ölçümleri,
- Tek eksenli basınç dayanımı ve elastisite modülü deneyleri,
- Endirek çekme (Brazilian) deneyleri,
- Nokta yükleme deneyleri,
- Koni delici deneyleri,
- Darbe dayanım deneyleri,
- Cerchar sertlik deneyleri,
- Cerchar aşındırıcılık deneyleri.

Çizelge 2'de yapılan deneylerin sonuçları toplu halde verilmiştir (4). Tabakalı yapı gösteren numunelere ait verilen sonuçlar, tabakalanmaya dik yönde yapılan deneylere aittir.

Çizelge 2. E.L.I. Eynez Bölgesi M2 Marnına Ait Deneylerin Toplu Halde Sonuçları (4).

Numara No.	Yoğunluk (g/cm ³)	Başlangıç Dayanımı (MPa)	Sıcaklık Elasti- siteme Modülü (MPa)	Şekme (MPa)	Mohta Yık İndeksi (MPa)	Koni Belirli İndeksi	Derbe Dayanım Değeri	Cerohar Sertlik Değeri	Cerohar Açın- dırıcılık Değeri	Schmidt Çekiçi Değeri	Microskop İle İnce Kesit Gözlemleri
1	2,30	54,3	4484	2,34	3,80	2,07	70,8	19,0	0	52,4	Düşük enerjili ortamda gökeliç, çok küçük mikroorganizmalı kili; biyoskirit. Esas olarak silt ve pirit var.
2	2,43	75,9	3940	2,35	8,25	3,22	78,9	Belincedi	0	58,6	Mikrokrystalin karbonat çanuru ve bol mikroorganizma içeren kili biyoskirit. Özellikle karbonat minerallerinden oluşmuş. Silt % 1-2 oranında.
3	2,33	69,0	6334	1,36	3,58	2,00	73,0	14,2	0	55,0	Mikroorganizma ve kili kiltayı. Silt % 1-2 oranında.
4	2,55	92,2	7453	1,64	4,55	2,03	74,5	38,6	0	57,0	Seyrek fosilli karbonat çanurlu kiltayı. Az pirit, eser silt vardır.
5	1,93	31,7	2059	1,29	3,01	2,47	72,1	7,2	0	57,8	Silt bantlı, az fosil kiltayı. Az karbonat var. Demir oksitten oluşmuş.
6	-	-	-	-	4,24	2,51	73,1	28,2	0	57,6	Fosil kiltayı, karbonatlı kiltayı. Az silt ve eser silt vardır.
7	2,37	90,7	7625	1,62	6,32	2,44	76,2	32,6	0	59,0	Az fosil kiltayı, karbonatlı kiltayı. Esas silt çanur.

4. DENEY SONUÇLARININ MEKANİZE KAZI BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Göre M2 Marnının Sınıflandırılması

Numune hakkında birçok bilgiyi yansıtması nedeniyle, M2 marnının sınıflandırılmasında basınç dayanımı değeri esas alınmıştır. Çizelge 3'de kayaçların basınç dayanımlarına göre bir sınıflaması yer almaktadır (5). Çizelge 4, Laboratuvarda yapılan deneylere göre M2 marnının sınıflandırılmasını göstermektedir. Çizelge 4'de, tüm laboratuvar deneylerinin sonuçları, daha önce yapılmış olan çalışmalar gözönüne alınarak basınç dayanımı değerine dönüştürülmüştür (4). Görüldüğü gibi M2 marnının basınç dayanımı 50-100 MPa arasındadır, ortalama basınç dayanımı ise 80 MPa'dır ve dolayısıyla ile "orta sert" kayaçlar sınıfına girmektedir.

Çizelge 3. Basınç Dayanımlarına Göre Kayaçların Sınıflandırılması (5).

Sınıf	Basınç Dayanımı (MPa)	Tipik Kayaç
Yumuşak	< 50	Şeyi, Kömür, Kumtaşı
Orta sert	50 - 100	Kireçtaşı, Gnays
Sert	100 - 200	Granit, Kuvarsit
Çok sert	> 200	Hornblend

Çizelge 4. E.L.I. Eynez Bölgesi M2 Marnının Basınç Dayanımı Değerlerine Göre Sınıflandırılması

Deneyler	Alt ve Üst Değerler	Ortalama	Eşdeğer Basınç Dayanımı (MPa)	Kayaç Sınıfı
Basınç Dayanımı Değeri	31.7-92.7 MPa	73 MPa	73	Orta Sert
Nokta Yük Değeri	3.03-8.25 MPa	4.42 MPa	97	Orta Sert
Koni Delici İndeksi	2.00-3.22	2.32	85	Orta Sert
Cerchar Sertlik İndeksi	7.2-38.6	23.5	90	Orta Sert
Darbe Dayanım Değeri	70.8-78.9	73.8	54	Orta Sert
GENEL ORTALAMA			80	Orta Sert

(x) Alt ve üst değerler çıkarılarak aritmetik ortalama hesaplanmıştır.

4.2. Galeri Açma Makinesi Seçimi

Günümüzde kollu galeri açma makineleri çeşitli kriterlere göre sınıflandırılmaktadır. Fakat Tüm makine üreticilerinin kabul ettikleri ortak bir sınıflandırma yoktur. Genellikle ağırlıklarına ve kesici kafalarının tipine göre sınıflandırılmaktadır.

Atlas Copco-Eickhoff firmasının bir pazar analizi sonucu oluşturduğu ağırlığa göre bir sınıflandırma Çizelge 5'de yer almaktadır (6).

Çizelge 5. Kollu Makinelerin Ağırlığa Göre Sınıflandırılması (6)

Sınıf	Ağırlık (Ton)	
0	< 20	Hafif
I	20 - 30	
II	30 - 50	Orta
III	50 - 75	
IV	> 75	Ağır

Şimdiye kadar üretilen kollu makinelerin % 65-75'min I sınıfına girdiği bildirilmektedir. I sınıfı makinelerin kazı hızları, basınç dayanımı 40-60 MPa olan kayalarda 25 m/gün'den fazladır. Hem madencilik hem de inşaat sektöründe kullanılmaktadırlar.

II ve III sınıfındaki makineler, hem madencilik hem de inşaat sektöründe kullanılmaktadırlar. III sınıfı makineler, tuz, potas, fosfat, boksit, alçıtaşı, kireçtaşı ve diğer yumuşak minerallerin kazısında yüksek verimle çalışırlar.

IV sınıfı makineler, en son gelişen ağır makinelerdir ve genellikle inşaat sektöründe kullanılırlar. Basınç dayanımı 150 MPa'a kadar olan kayalarda kazı yapabilirler, fakat genel olarak 100 MPa daha emniyetli bir sınırdır.

Ağırlığa ve kurulu güce göre yapılan diğer bir sınıflandırma Çizelge 6'da yer almaktadır (7). Yapılan bir çalışmada, İngiltere'de bulunan kollu galeri açma makinelerinin toplam güçlerinin 86-625 kW arasında değiştiği bildirilmiştir (8). Yine aynı çalışmada kollu makinelerin kesici kafa güçlerinin 30-100 kW, ağırlıklarının 21.5-80 ton, ekonomik olarak kazı yapabilecekleri kayaç basıncının 60-100 MPa arasında değiştiği bildirilmiştir (8).

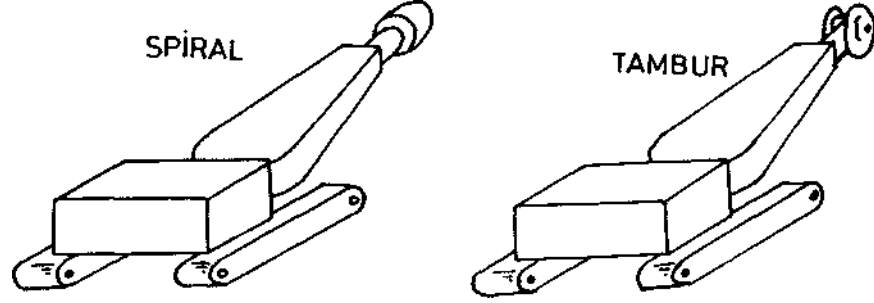
Çizelge 6. Kollu Makinelerin Ağırlığı ve Kurulu Güce Göre Sınıflandırılması (7).

Boyut (Sınıf)	Ağırlık (Ton)	Kurulu Güç (kW)
Ağır	> 80	> 300
Orta	40 - 80	150 - 300
Hafif	25 - 40	100 - 149
Çok Hafif	< 25	< 100

Pratikte kollu galeri açma makineleri kesici kafa tipine göre sınıflandırılırken, kesici kafaların bum eksenine göre dönüş yönleri esas alınmaktadır. Buna göre kollu makineler genel olarak iki grupta toplanmaktadır:

- a) Dönme eksenini bum eksenine paralel olan makineler (spiral tip)
- b) Dönme eksenini bum eksenine dik olan makineler (tambur tipi)

Spiral tip makinelerde, bum ucunda 1 adet kesici kafa, tambur tipi makinelerde ise 2 adet kesici kafa bulunmaktadır (Şekil 4). Bu iki makine tipinden birinin kesin olarak üstün olduğunu söylemenin bugün için güç olduğu bildirilmektedir (9). Hemen bütün önemli koşulların aynı olduğu bir uygulamada, her iki tip makinenin kazı hızları ve keskilere gelen kuvvetler de aynı iken, tambur tipi makinelerle basınç dayanımı 130 MPa' a kadar olan tüm kayalarda kazı yapılabildiği, buna karşılık spiral tip makinelerle daha yumuşak kayalarda, örneğin basınç dayanımı 60 MPa' a kadar olan kayalarda, daha yüksek kazı hızına ulaşılabildiği görülmüştür (6).



Şekil 4. Spiral ve Tambur Tipi Kollu Makineler

Çizelge 4 gözönüne alındığında, Eynez Bölgesi M2 marnının basınç dayanımının 50-100 MPa arasında değiştiği, ortalamanın ise 80 MPa olduğu ve aşındırıcı bir kayaç olmadığı görülmektedir (4). Ayrıca, Eynez Bölgesi için RQD (Rock Quality Designation) değerinin % 80-95 arasında olduğu anlaşılmaktadır (10). Bunlarla birlikte yukarıdaki kollu galeri açma makineleri hakkındaki bilgiler de gözönüne alındığında, M2 marnının kazısı için Çizelge 5'e göre II veya III sınıfı orta ağırlıktaki makineler kullanılabilir. Özellikle ağırlığı 50 ton civarında olan makineler kullanılabilir. Madencilikte 50 ton'dan ağır makineler, boyutlarının büyük olması nedeniyle pek kullanılmazlar. Kesici kafa tipi olarak ise hem spiral tip hem de tambur tipi makineler kullanılabilir. Kesici kafa tipine karar verilirken makine fiyatları, net kazı hızları ve çeşitli uygulamalar gözönünde bulundurulmaktadır.

Çizelge 6'ya göre orta ağırlıkta olan kollu makinelere ait bazı örnekler Çizelge 7'de yer almaktadır (7).

Çizelge 7. Orta Ağırlıktaki Bazı Kollu Makineler (7).

Spiral Tip Kesici Kafa (Kesici Kafa Gücü-kW)	Tambur Tipi Kesici Kafa (Kesici Kafa Gücü-kkl)
ETE 300 L (298)	Westfalia Lünen WAV 178/300 (205-300)
Dosco TB 300 (224, 298)	Eickhoff ET 300 (300)
Paurat E 200 (148, 298)	ETE 300 Q (298)
Dosco Mk 3 (268)	Paurat E 200 (149, 298)
Paurat E 134 (230)	Paurat E 134 (230)
Mitsui Miiki S 200 (110/200)	Voest Alpine AM 100-250 D (224)
Dosco LH 1300 (186)	Voest Alpine AM 75-200 P (200)
Paurat E 195 (170)	Westfalia Lünen WAV 178/200 (200)
ETE 160 L (160)	Eickhoff ET 200 (200)
Eickhoff ET 160 (160)	Paurat E 195 (170)
Eimco TM 110 (150)	ETE 160 Q K (160)
Eimco TM 60 (150)	Voest Alpine AM 75-160 D (160)
	Eickhoff ET 160 (160)

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, yerinde ve laboratuvarında yapılan bazı deneyler ile E.L.İ. Eynez Bölgesi M2 marnının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. M2 marnı, bulunan bu özelliklerine göre mekanize kazı bakımından sınıflandırılmıştır. Daha sonra, M2 marnının mekanize kazısına uygun galeri açma makineleri seçimi için genel önerilerde bulunulmuştur.

M2 marnı mekanize kazı bakımından sınıflandırılırken "basınç dayanımı" esas alınmıştır. Bulunan tüm deney sonuçları, eşdeğer basınç dayanımı değerine dönüştürülmüştür. Buna göre, M2 marnının basınç dayanımının 50-100 MPa arasında olduğu, ortalama basınç dayanımının 80 MPa olduğu ve dolayısı ile "orta sert" kayalar sınıfına girdiği görülmüştür.

Buna göre, M2 marnının kazısında, kazılabilirlik ve galeri kesit büyüklüğü birlikte dikkate alındığında, ağırlığı 50 ton civarında olan, spiral veya tambur tipi kesici kafalı kollu makinelerin kullanılabilceği söylenebilir.

RQD değeri % 80-95 arasında olan Eynez M2 marnının, hemen hemen masif bir kayaç olduğu söylenebilir. Masif kayaçlarda kazılabilirlik tahmini için kullanılan en önemli değerlerden biri "spesifik kesme enerjisi" değeridir. Bu çalışma kısıtlı bir zaman içerisinde yapıldığından, M2 marnının spesifik kesme enerjisinin tayini için gereken kesme deneylen yapılamamıştır. M2 marnının, kollu galeri açma makineleri ile kazılması düşünülürse, kullanılacak makinenin seçiminde ve performans tahmininde bu husus gözönünde bulundurularak kesme deneyleri de yapılmalıdır.

TEŞEKKÜR : Çalışmalar esnasında sağladıkları yardımlar için E.L.İ. Müessesesine ve Eynez Bölge Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Eynez I Projesi, E.L.İ. Müessesesi, Soma, 1986.
2. ATASAYAR, M., T.K.İ. Kurumu, E.L.İ. Müessesesi Linyit Üretim Faaliyetleri, Madencilik, Cilt 9, Mart 1990, ss.5-16.
3. Eynez Yeraltı Bölümü Hazırlık Faaliyetleri Raporları, 1990.
4. ÇOPUR, H., E.L.İ., Eynez Bölgesi Kayaçların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Mekanize Kazı Bakımından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Şubat 1991.
5. BİLGİN, N., İnşaat ve Maden Mühendisleri İçin Uygulamalı Kazı Mekaniği, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1989.
6. SCHNEIDER, H., Criteria For Selecting a Boom Type Roadheader, Mining Magazine, Sep. 1988, pp. 183-187.
7. BRAYBROOKE, J.C., The State of the Art of Rock Cuttability and Ripability Prediction, Fifth Australia -New Zealand Conference on Geomechanics, Sydney, 22-23 August 1988.
8. WHITTAKER, B.N., FRITH, R.C., Tunnelling-Design, Stability and Construction, Published by The Institution of Mining and Metallurgy, London, 1990.
9. HEKİMOĞLU, O.Z., FOWEL, R.J., Bulmuş Kazı Makinelerinin Temel Özellikleri ve Seçimleri, Türkiye 6. Kömür Kongresi, Cilt 1, Zonguldak, Mayıs 1988, ss. 29-52.
10. DOKTAN, M. ve Diğerleri, E.L.İ. Soma Bölgesi Yeraltı Ocaklarında Tavan Saplamalarının Uygulanabilirliği, Türkiye 5. Kömür Kongresi, Zonguldak, Mayıs 1986, ss. 223-240.