

Kömür Damarlarının Kazılabilirlik Yönünden Sınıflandırılması ve ELİ Darkale Ocağında Sabaalı Ayak Uygulaması Örneği

The Cuttability Classification of Coal Seams and an Example to a Mechanical Plough Application in ELI Darkale Coal Mine

Nuh BİLGİN (*)
Huw R. PHILLIPS (**)
Naciye YAVUZ (***)

OZET

Bu çalışmada „ilk olarak kömür damarlarının mekanik dayanımlarım ve kazılabilirlik özelliklerini etkileyen faktörler kısaca tanıtılmış, I.T.Ü. ve Güney Afrika Witwatersrand üniversitelerinde kazanılan deneyimler ışığında E.L.I Darkale ve Eynez ocaklarındaki kömür damarlarının yerindeki dayanımları ve alman numuneler üzerinde yapılan mekanik deneylerin sonuçları değerlendirilmiştir. Nihayette, mekanik dayanım değerleri arasındaki istatistiksel ilişkiler araştırılarak, Darkale ocağındaki sabanlı kazının uygulamasının kritiği yapılmıştır.

ABSTRACT

In this article the factors affecting the mechanical strength and cuttability of coal seams are first briefly summarized. Later, owing to the experiences gained in the Mining Engineering Departments of Istanbul Technical University and the University of Witwatersrand, S.A, the cuttability characteristics and the mechanical test results of coal samples taken from Darkale and Eynez Coal Mines of E.L.I are given. The statistical relationships between mechanical strength of coal samples are investigated and the application of a mechanical plough in Darkale is reevaluated in this respect.

(*) Prof.Dr.,İTÜ Maden Fakültesi
(**) Prof.Dr..Witwatersrand üniversitesi.Maden Müh.Bölümü Başkanı.Güney Afrika
(***)İTÜ Maden Fakültesi

1. GİRİŞ

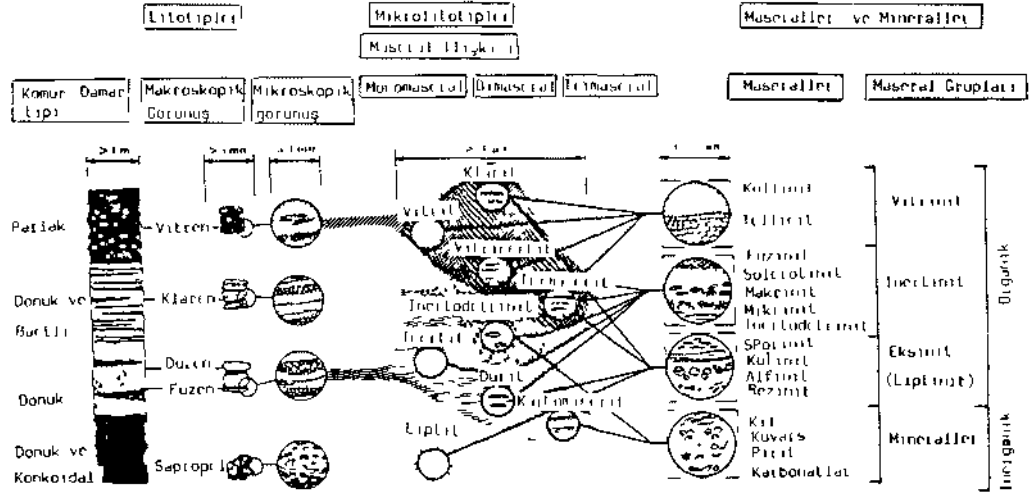
Bugün Türkiye Kömür Madenciliği, artan maliyetler ve daha ucuza elde edilebilen ithal kömür karşısında adeta bir yaşam savaşı vermektedir. Bu savaştan galip çıkması, kömür üretiminin daha ucuz, hızlı ve rantabl bir şekilde yapılmasına bağlı olacaktır. Bu tür üretimin vazgeçilmez unsurlarından biri ise mekanizasyondur. Bu da, ancak kömür damarlarının tüm özelliklerinin çok iyi bilinmesiyle gerçekleşebilir, önce, damara hakim çatlak ve klivaj sistemlerinin nasıl geliştiği, damarın mekanik dayanım ve kazılabilirlik karakteristiklerinin nasıl değiştiği ve bu değerlere hangi duyarlılıkla güvenebileceği bilinmelidir. İşte bu tebliğde, ilk olarak Darkale ve Eyz Ocaklarındaki kömür damarlarının kazılabilirliğini etkileyen tüm faktörler tanıtılmakta ve nihayetle Darkale Ocağındaki bir sabanlı mekanize kazı uygulamasının kritiği yapılmaktadır. Yazarlar bu değerlendirmelerin başka ocaklardaki uygulamalara da ışık tutacağı düşüncesindedirler.

2. KÖMÜR DAMARLARININ MEKANİK DAYANIMLARI VE KAZILABİLİRLİK ÖZELLİKLERİNİ ETKİLİYEN FAKTÖRLER

2.1. Kömürdeki Litotiplerin Dayanım ve Kırılma özellikleri

Bu konuyu iyi anlayabilmek için kömürün petrografik özelliklerinden kısaca bahsetmekte yarar vardır. Kömürün içersindeki mikroskopik organik parçalara maseral adı verilir, inorganik parçalar ise minerallerdir. Maseraller ve mineraller değişik oranlarda beraber bulunarak mikroskopik bantları oluşturur, bunlar mikrolitotiplerdir. Gözle görülen bantları oluşturan mikrolitotiplere litotip adı verilmiştir, bunlar kömür damarının mekanik özelliğini belirler. Organik parçalar veya maseraller 3 gruba ayrılır, bunlar vitrinit eksinit ve inertinittir. Litotipler dört değişik tipte bulunur, bunlar vitren, klaren, düren ve füzendir. Bütün bu terimler Şekil 1 de şematize edilmiştir (1,2,3).

Litotiplerin arasında füzene en kolay kazılanıdır. Füzene göre vitren iki misli, klaren Uç misli, düren ise yedi misli daha fazla kazı enerjisi gerektirmektedir. Continunus Miner'larla yapılan bir kazıda



Şekil 1- Kömür Petrolü (fisi) ile ilgili Bazı Terimlerin Açıklaması (3)

Çizelge 1- Litotiplerin Dayanım ve Kırılma Özellikleri (3).

Tanım	Vitren	Klaren	Düren	Fuzen
Özellik	Parlak, cam parlaklığı	Parlak, yarı parlak, tamınalı bantlar	Mat, koyu gri-siyah masif kompakt, donuk yapı.	Düz, lifli, parlak dikdörtgen mercerler
Kırılma özelliği	kırılgan, kubik blok, sivri parçalar	Yarı kırılgan	inelastik, sert kırılmaya dayanıklı	Kırılgan yumak kolaylıkla toz olur
Başlıca mikrolitotipler	VITRİT KLARİT	KLARİT VITRİNERTİT TRİNASERİT DÜRİT	DÜRİT İNERTİT SÖMİFOZİT İNERTODETRİT KARBONİNERTİT	FOZİT SÖMİFOZİT
Başlıca meseraller	VITRİNİT	KARIŞIK	İNERTİNİT (Fuzinit dahil değil)	İNERTİNİT (sadece fuzinit)
İzafi kırılma-ölçülülük	2	3	8	1
Yoğunluk	1.3-1.4	1.3-1.5	1.5-1.7	1.0-1.25
Basınç dayanımı σ_c (MPa)	1-7	7-18	20-40	1-15
Jeramic sınıf- laması	Yumuşak Vitren	Yarı sert Klaren+vitren Kompozitleri+ klaren ve düren	Sert Düren Seyilli kömür	Çok yumuşak Fuzen
Klivaaj	Muntazam yoğun	Gayri muntazam	Hemen hemen hiç yok	Açık çatlaklar
Karot tanımı	Genelde parçalanmış	Disk ve yarı Diskler	Silindirik korotlar yükseklik, çaptan daha fazla	Kırıntılar

sert bir düren kömür damarının kazısı için kırılğan olan klarene nazaran kırk defa daha fazla enerji harcanmıştır. Genelde vitren, klaren, düren ve füzen kömür damarı içersinde ayrı bantlar veya grift halde bulunur. Bunlar kırılğanlık, yoğunluk ve basınç dayanımları yönünden birbirlerinden çok farklıdır (3).

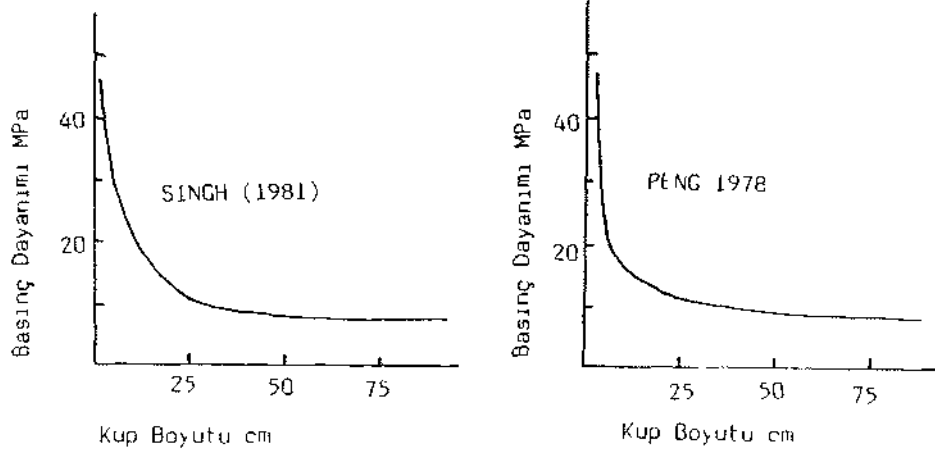
A.B.D'lerinde kazılmış kömür yığınlarının içersinde bulunan serbest maseral gruplanmn arasındaki fark işletme yöntemlerinin değişikliğine bağlanmıştır. Continuous Miner ile kazılan kömürdeki serbest maseral oranlarının delme patlatma yöntemiyle elde edilen kömürdeki serbest maseral oranlarına göre fazla oluşu kazı yöntemindeki farklılıktan olmuştur. Kesici yükleyici ve continuous miner'lar ile kazıda toz kömür oranı fazla olmaktadır, bu kısım ise çoğunlukla vitren ve füzendir, bunların bir miktarı üretim esnasında ve taşıma sırasında kaybolur. Vitren ise kömürün en değerli ve koklaşmaya en müsait olan kısmıdır. Bu nedenle kömürün fazla ufalanması istenmez.

Litotiplerin dayanım ve kırılma özellikleri aşağıdaki Çizelge 1'de verilmiştir (3).

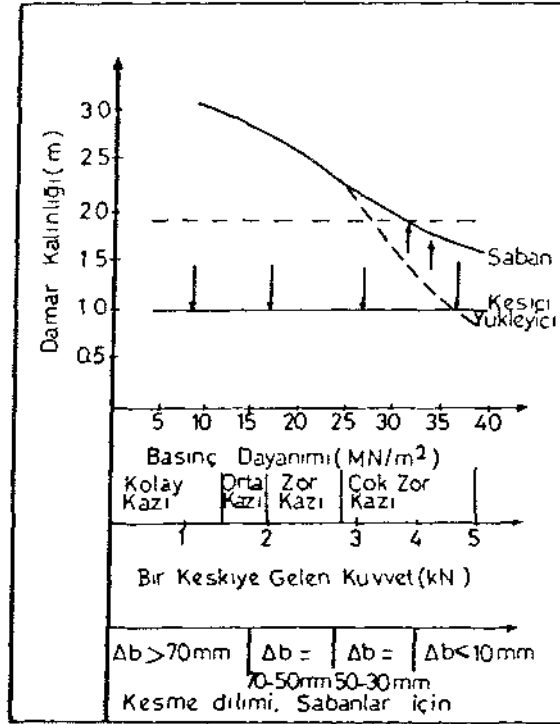
2.2, Kömürün Mekanik Dayanımı

Mekanik dayanımın belirlenmesinde en çok kullanılan değer basınç dayanımıdır. İçerdiği değişik Özellikteki litotiplerden ve mevcut jeolojik süreksizliklerden, kömürden karot alınması haylice zor olmakta ve bu nedenle deney için kübik numuneler tercih edilmektedir. Burada önemle üzerinde durulması gereken husus küp boyutlarının küçülmesiyle basınç dayanımın da küçülmekte ve 50 cm'den sonra sabit bir değere ulaşmakta olduğudur (4,5), Şekil 2. Bu nedenle basınç dayanımı değerleri verilirken muhakkak deneyin hangi boyuttaki numuneler üzerinde yapıldığı da verilmelidir. Genelde, hazırlanmasındaki kolaylık nedeniyle 25 mm veya 50 mm'lik numuneler tercih edilmektedir. Çizelge 2 de 25 mm ve 50 mm boyutlarındaki numunelerin basınç dayanım değerleri arasındaki oran verilmektedir.

Şekil 3'de kömürün basınç dayanımına göre, kesici yükleyici ve kömür sabanları için bir kazılabilirlik sınıflaması verilmiştir (7,8). (50 mm'lik küp numuneler için).



Şekil 2. Basınç Dayanımının Numune Boyutu ile Değişimi (4,5)



Şekil 3. Kesici Yukleyici ve Sabanın Kullanma Şartları (7,8)

Çizelge 2. 25 mm ve 50 mm boyutlarındaki numunelerin basınç dayanım değerleri arasındaki oran

Araştırmacılar	σ_c 25 mm/50 mm
Evans 1966, Bernsly Hards (6)	1.20
Evans 1966, Deep Duffryn (6)	1.35
Singh 1981 (4)	1.50
Peng 1978 (5)	1.40

Buna göre kömürün basınç dayanımı 12 MPa'nın altında ise kömür kolay kazılabilir, 12 MPa ile 17 MPa'lık bir dayanım grubu içersinde kömür orta derecede kazılabilir sınıfa girmekte, 17 ile 25 MPa'lık bir değerde ise kömür zor kazılabilmektedir. Bu değerlere göre kesici yükleyiciler, kömür sabanlarına göre dahasert kömürlerde kazı yapabilmektedir ve bunlar için uygulanabilir alt damar kalınlık sınırı 1 m'dir. Kömür sabanları ise kömür dayanımına karşı daha duyarlıdır. Kömür sertleştikçe sabanlar için uygulanabilir damar kalınlığı 3 m'den 1 m'ye kadar inmekte ve kömürün basınç dayanımına göre, bir seferde kesilebilecek kömür dilimi kalınlığı 70 mm ile 10 mm arasında değişmektedir. Yine Şekil 3'den görüldüğü gibi bir tek keskiye gelen kesme kuvveti kolay kazılabilir kömür sınıfında 1 kN iken çok zor kazılabilir grupta ise 3 ile 5 kN arasında olabilmektedir.

Bir önceki kısımda da görüldüğü gibi kömürün homojen bir yapısı yoktur ve petrografik yönden çok karmaşık bir yapıdadır. Bu nedenle bir kömür damarının mümkün olduğu kadar değişik yerlerinden numune alınır ve bunlar çok sayıda mekanik deneylere tabi tutulur. Bu deneyler, yerinde yapılan Schmidth çekici deneyi, laboratuvarında yapılan nokta yük dayanımı, darbe dayanımı, koni delici ve Cerchar sertliği deneyleri gibi benzer deneylerdir. Bu deneyler hakkında değişik kaynaklarda geniş açıklayıcı bilgiler vardır (9, 10, 11). Kömürün yerindeki dayanımına göre bir sınıflama yapılırsa Schmidt çekici değerleri 45'den büyük ise damar aşırı sert, 45 ile 40 arasında ise çok sert, 40 ile 30 arasında sert, 30 ile 20 arasında ise orta sert, 20 den küçük ise kömür yumuşak olarak adlandırılabilir. Parça dayanımlarına göre sınıflamada, darbe dayanımı 75'den büyük ise damar aşırı

sert, 75 ile 70 arasında çok sert, 60 ile 40 arasında orta sert, 40'dan yumuşak ise kömür damarı yumuşak gruba girer. Bu durumda numunelerin darbe dayanımı değerlerinin koni delici değerleri açısından karşılıkları 75-($l_s=1,4; l_w=2,1$); 70-($l_s=1,3; l_w=1,9$); 60-($l_s=1,1; l_w=1,65$); 40-($l_s=0,7; l_w=1,1$)'dir (12).

3. ÇALIŞMA YAPILAN SAHALARIN TANITILMASI

Kömür damarlarının kazılabilirlik yönünden etüdü amaçlı çalışma Darkale ve Eynez yeraltı Ocaklarında yapılmıştır, ilk olarak genel bir bilgi verilmekte , sonra bu ocakların tanıtımına geçilmektedir.

3.1. Bölgenin Genel Tanıtımı

Ege Linyitleri işletmesi Soma Bölgesi, Manisa ili sınırları içinde olup Soma ilçesi'nin 5 km güneyindedir. E.L.I Soma Bölgesi, bugünkü ortalama 6.10^6 ton/yıllık üretimiyle T.K.İ Kurumu üretiminin %15'ini gerçekleştirmektedir. Bugün müessese üretiminin %20'si yeraltı madenciliğinden %80'i ise açık ocak madenciliğinden karşılanmaktadır (13). Kömür rezervinin %40'ı 4000 Kcal/kg ısı değere sahiptir. Yüksek ısı değere sahip Eynez İşletmesi kömürleri daha çok ev-konut yakıtı olarak kullanılmakta, Darkale kömürleri ise düşük ısı değere sahip olması nedeni ile Soma A ve Soma B termik santralına verilmektedir.

Havzanın sedimanlanm karasal neojen ile kuarterner oluşuklar teşkil etmektedir. Temelde paleozozik grovak ve mezozoik kireçtaşı an bulunmaktadır. Bu seriler üzerine diskordan olarak yayılım gösteren plioosen ve miosen yaşlı neojen kömürlü seriler oturmaktadır. KM 1-2 ana linyit damarı alt miosen yaşlıdır, taban killeri üzerinde yer alır ve kalınlığı 1-30 m arasında değişir, sert, parlak ve siyah bir yapısı vardır (14, 15).

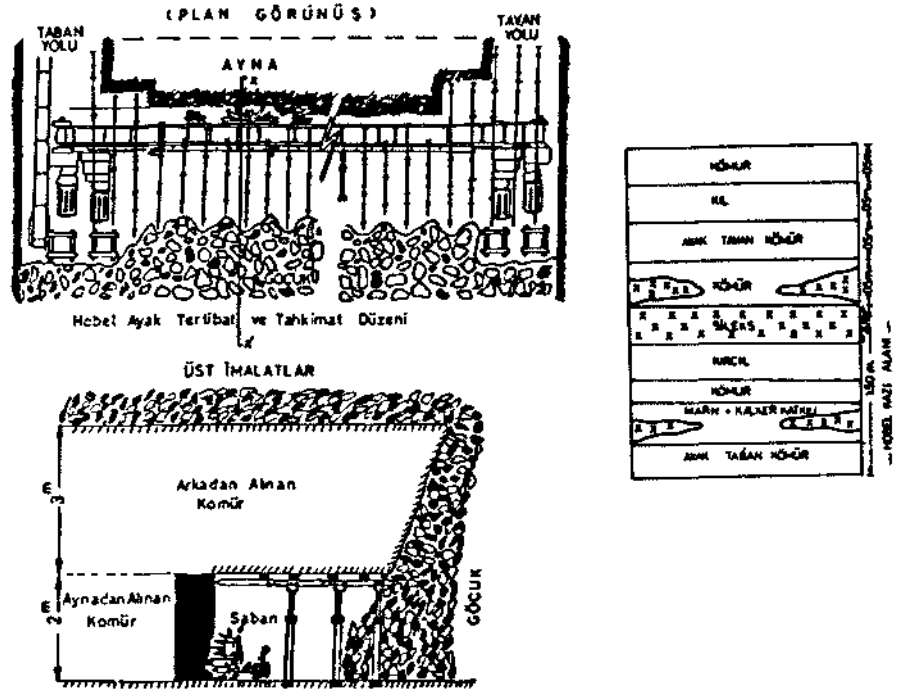
3.2. Darkale Yeraltı Ocağı

Darkale yeraltı ocağında doğrultu boyunca yatay dilimli geri dönüşümü geçirilmeli uzun ayak sistemi kullanılmaktadır (13). Damar kalınlığı 7-20 m, damar meyili 5° - 20° kuzey, damar doğrultusu ise doğu-

batı istikametindedir. Bu çalışmanın gerçekleştirildiği Ağustos 1991 tarihinde Darkale'de biri klasik diğeri de pilot çapta saban kazıclılı bir mekanize ayakda kömür istihsalı yapılmaktaydı, tebliğin konusu olduğu için sabanlı mekanize ayaktan detaylı bahsedilecektir.

3.2.1. Darkale Yeraltı Ocağı, Sabanlı Mekanize Ayak

D.A.L İşletmesi müessesinde daha önceki yıllarda kullanılmış bir saban E.L.I müessesesi tarafından getirilmiş ve Darkale ocağı +256/285 ayakta, Mart 1991 tarihinde faaliyete geçirilmiştir. Ayağın plan ve kesit görünüşleri ile tipik bir damar stampı Şekil 4'de verilmektedir.



Şekil 4. Mekanize Sabanlı Ayağın Plan ve Kesit Görünüşü Damar Stampı

Ayak uzunluğu 60 m'dir, tavan taşı kısmen kil katmanlı kömürden oluşmaktadır, 2 m'lik bir kömür arım sabanlı ayaktan alınmakta, üsteki 3 m'lik kısım ise ortadan göçertilmektedir. Göçertilen bu kısım ise bir sonra teşekkül ettirilecek bir alt seviyedeki ayaktan alınacaktır. Ayak boyunca hidrolik direkler kullanılmıştır. Kömür oldukça sert yapıda parlak ve kırçıl tabir edilen kil bantlı kömür seviyelerinden oluşmuştur, arada çok sert sileks bantları olduğu için, sabanın kazısı sırasında stabilité problemleri çıkmakta ve saban yumuşak kısma doğru tırmanmaktadır. Bu nedenle arın zaman zaman patlayıcı madde ile gevşetilmektedir, keza ayak arkasının göçertilmesi için yine patlayıcı maddeden yararlanılmaktadır. Darkale'de kullanılan Westfalia Lünen firması tarafından imal edilmiş kopancı tipindeki sabanın teknik özellikleri aşağıdaki gibidir.

Sabahın hızı : 0,8 m/sn

Kesme derinliđi: 5 cm

Minimum, maksimum yükseklik: 125-155 cm

Motor tahrik gücü : 2 x 55 kw/h

Oluk hızı : 1.2 m/sn

11 Mart ile 30 Eylül 1991 tarihlerinde gerçekleşen kazı performans değerleri Çizelge 3'de verilmiştir, özetlenecek olursa bu süre zarfında günlük kazı miktarı ortalama 74,5 ton olarak gerçekleşmiştir, ayak içi randımanı ise 1,73 ton/yevmiyedir. Kazı randımanının düşük oluşunun nedenlerinin kritiği bir sonraki bölümde yapılacaktır,

3.3. Eynez Yeraltı Ocağı

Eynez Yeraltı Ocağı'nın Stragrafik yapısı Darkale ocağı ile aynıdır. Artan kömür talebini karşılamak üzere 1986 yılında +340 ile +460 kotları arasında yer alan 17.10" ton linyit kömürünün üretilmesi için 700 000 tüvenan ton/yıl üretim kapasiteli Eynez I projesi hazırlanmıştır. Proje 1.5 milyon ton/yıllık bir üretim için tekrar revize edilmiş ve kesici yükleyicili tam bir mekanize ayağın pilot çapta uygulamasına geçilmiştir. Mekanize üretime geçişin denenmesi amacıyla doğrudan boyuncaca ilerleyecek olan bir uzunayak panosu 1989 yılında hazırlanarak 19

Çizelge 3. Sabanlı Ayakta Üretim Performansı

ÇALIŞMA DÖNEMİ	AYAK BOYU (m)	İLERLEME (m)	HARCANAN YEMİYE SAYISI	ÜRETİM (TON)	RANDİMAN (TON/İYEV)	İŞ GÜNÜ (GÜN)	GÜNLÜK İLERLEME RANDİMANI O/GÜN	TERTİP YAPILAN GÜN SAYISI	TERTİP YAPILAN GÜNE GÖRE İLERL.RAN. O/GÜN	KULLANILAN DİNAMİT (Kg)	BİRİM DİNAMİT SARFI Gr/Ton	KULLANILAN KAPSÜL (ADET)	KAPSÜL SARFI (Ad/Ton)
11-31 Mart	60	3.63	790	650	0.287	21	17.28	19	19.11	70.5	107.798	298	0.455
01-30 Nisan	60	4.00	731	720	0.984	24	16.67	19	21.05	266.5	370.986	953	1.323
01-31 Mayıs	60	8.00	977	1440	1.474	50	26.67	27	29.63	499.5	347.135	1682	1.168
01-30 Haziran	60	14.60	1233	2628	2.131	25	58.40	24	60.83	481.8	259.418	2224	0.846
01-31 Temmuz	60	18.00	1563	3240	2.073	31	58.06	30	60.00	1050.9	324.352	3397	1.048
01-31 Ağustos	60	14.50	1492	2610	1.749	29	50.00	17	85.29	938.9	359.722	2885	0.905
01-30 Eylül	60	18.78	1397	2862	2.049	30	52.50	25	63.00	962	300.630	2866	0.999
TOPLAM	60	78.48	8193	14.150	1.729	190	41.31	161	48.75	4460.5	315.230	14305	1.011

Şubat 1990 tarihinde üretime başlanmıştır. Sözkonusu ayakta ayna kazısı E>ckhoff firması tarafından imal edilen ESA-60-L tipi tek tamburiu bir kesici yükleyici ile başlamıştır. Ayak arkasının göçertilmesi sırasında, tavanın yaklaşık 2 m altında bulunan silisli kömür bantımn yüksek dayanımlı olması nedeniyle, zaman zaman problemle de karşılaşmış ve ayak arkasının kendiliğinden göçmediği durumlarda sistematik olarak dinamit atılarak göçertilme yapılmıştır (16). Bugün karşılaşılan problemlerden bu sistemden vazgeçilmiştir ve halen üretim klasik ayaklardan sağlanmaktadır.

4. YERİNDE YAPILAN ÇALIŞMALAR, NUMUNELERİN ALINMASI VE DENEY SONUÇLARI

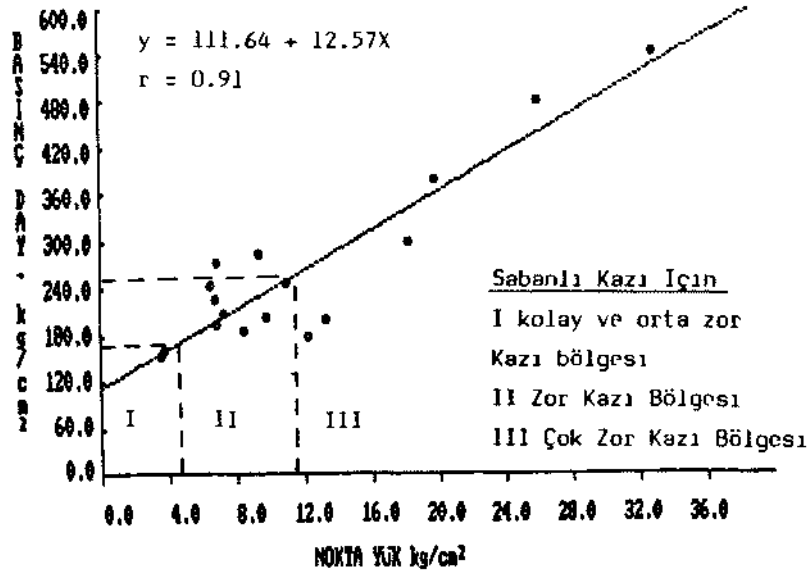
Darkale ve Eynez Yeraltı Ocaklarındaki kömür damarlarının mekanik özelliklerini tespit etmek amacıyla, Eynez'de +457 ayaktan Darkale'de +285 giriş 102 bacadan ve +285 sabanlı ayağın değişik metrelerinden ve seviyelerden sistematik olarak kömür ve arakesme numuneleri alınmış ve bunlar üzerinde bir seri mekanik deney yapılmıştır. Yerindeki dayanım ölçümlerinde N tipi Schmidt çekici kullanılarak her noktaya 10 vuruş uygulanmış ve değer olarak son vuruşların ortalaması alınmıştır. Basınç dayanımı için 5 cm boyutlarında küb numuneler hazırlanmış ve her deney en az 4 defa tekrar edilmiştir. Nokta yük dayanımı 5 x 5 x 10 cm'lik prizmatik numuneler üzerinde yapılmıştır. Darba dayanımı ve koni delici deneyleri için kaynak 9 ve 10'da belirtilen standart yöntemleri kullanılmış, Cerchar sertlik deneyi için ise test yöntemi modifiye edilmiştir (11). Bu yeni yöntemde tepe açısı 90° olan DİN 6039 normunda 8 mm'lik bir delici uç, 500 devir/dak'da dönen sütünlü bir matkatla, 20 kg'lık bir kuvvet altında numune üzerine bastırılmakta ve 1 cm'lik deliğin delinmesi için geçen süre sertlik değeri olarak alınmaktadır. Tüm deney sonuçları Çizelge 4, 5 ve 6'da özetlenmiştir. (10 kg/cm² yaklaşık 1 MPa'dır).

Çizelge 4- Eynez + 457 Ayak'dan Alınan Numunelerin Test Sonuçları

Numunenin Al. Yer (m)	Basınç Day. (kg/cm ²)	Nok Yük Day. (kg/cm ²)	Darbe Dayanımı	Koni Delici (1w)	Cerchar Sertliği (sn)
5	543±120	33±7,5	83±0,2	4,5±0,9	132
15	378±80	27,6±7,9	77±0,8	-	132
25	203±25	9,8±4,3	69±1,2	3,4±0,1	53
35	-	3,6±1,4	76±3,8	2,5±0,6	75
45	246±19	11,7±4,9	75±0,2	2,3±1,1	24±1,5
Kı1	-	-	-	0,3±0,05	2,3±0,5

5. KÖMÜR NUMUNELERİNİN MEKANİK DAYANIM DEĞERLERİ ARASINDAKİ İSTATİSTİKSEL İLİŞKİLER VE SONUÇLARIN KAZILABİLİRLİK YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Şekil 4, 5 ve 6'dan görüldüğü gibi kömürün basınç dayanım değeri ile en iyi korelasyonu, nokta yük dayanım, Cerchar sertliği ve koni delici değerleri vermiştir. Bu değişkenler için korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0.91$; $r=0.86$ ve $r=0.86$ dır. Schmidt çekici ve darbe dayanım değerlerinin daha üniversal bir değerlendirmesi için değişik kaynaklardan alınan test deney sonuçlarından da yararlanılmıştır (6, 12, 17, 18). Şekil 7 ve 8'den de görüldüğü gibi bu değişkenlerle basınç dayanımı arasındaki ilişki diğerlerinde olduğu kadar iyi değildir. Bu da Schmidt çekici değerlerinin kömürün iç süreksizlerinden daha fazla etkilenmesinden, darbe dayanımının ise bunun tam aksine küçük parçaların dayanımlarını daha iyi yansıttığından kaynaklanmaktadır. 5 cm boyutundaki küp numune ise ne feolojik süreksizlikleri tam olarak ne de parça dayanımını iyi bir şekilde temsil etmektedir. Bu nedenle çok sayıda değişik deneyin bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir. Şekil 3'deki sınıflama esas alındığında, basınç dayanımı 120 kg/cm^2 (12 MPa)'ye kadar olan kömür damarlarının sabanlı kazı için kolay kazılabilir gruba girdiği, bu değer $120\text{-}170 \text{ kg/cm}^2$ arasında ise orta dereceli kazı Tabilir



Şekil 4. Basınç Dayanımının Nokta Yük Dayanımı ile Değişimi

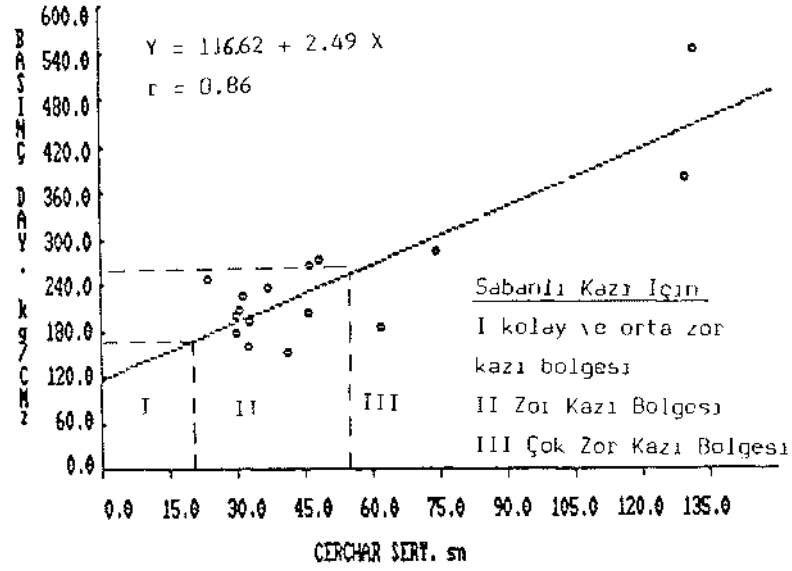
Çizelge 5. Darbale + 285, 102 No.lu Bıçkın Altın Numunelerinin Test Sonuçları

Numunenin Alandığı Yer - m -	Schmidt Okuması - R -	Basmaç Dayanımı - kg/cm ² -	Nokta Yük Dayanımı - kg/cm ² -	Darbe Dayanımı - J -	Koni Delici - Iv -	Cerchar Sertliği - Sn -
1.	40	202 ± 130	13 ± 3.5	78 ± 0.1	2.8 ± 0.6	30
6.			7.2 ± 1.4	76 ± 0.3	1.37 ± 0.5	32
10.	41		11.3 ± 2.7	74.6 ± 1.2	4.1 ± 1.7	38
12.	42		3.8 ± 0.5	79 ± 1.6	4.3 ± 4.8	55
18.	42	177 ± 12.5	12 ± 2.4	76 ± 0.4	1.8 ± 0.6	30
20.	27	207 ± 54	7.3 ± 2.1	76 ± 1.3	2.5 ± 0.6	30.7
74.	33		-	76 ± 0.0	1.1 ± 0.5	41.5
30.	48	194 ± 53	6.9 ± 0.9	77 ± 2.8	2.6 ± 0.9	33
36.	31	272 ± 107	6.9 ± 3.2	78 ± 0.03	3.2 ± 0.7	49
40.	38	225 ± 84	6.8 ± 1.5	79 ± 1.3		32
42. (aallı)	38	108 ± 16	-	67 ± 3.6	1.7 ± 0.4	11.3

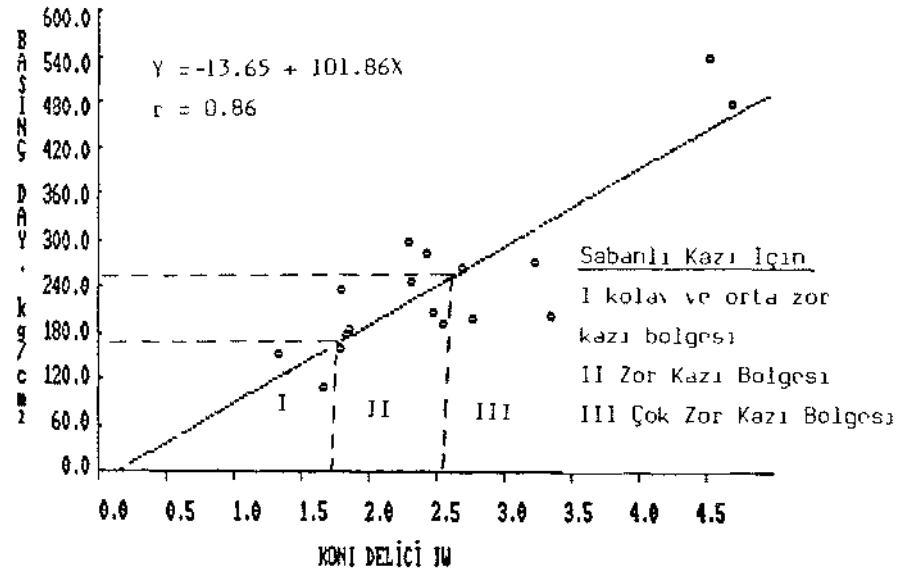
Çizelge 6. Darbale + 285 Sahneli Aykırı Altın Numunelerinin Test Sonuçları

Numunenin Alandığı Yer - m -	Schmidt Okuması - R -	Basmaç Dayanımı - kg/cm ² -	Nokta Yük Dayanımı - kg/cm ² -	Darbe Dayanımı - J -	Koni Delici - Iv -	Cerchar Sertliği - Sn -
1. n Tv	-	-	9.0 ± 2.0	76.2 ± 1.3	1.74 ± 0.99	40.0
1. n Tz	-	-	9.6 ± 2.0	73.8 ± 0.7	1.56 ± 0.9	35.0
20. n Tv	479	345.0	26 ± 4.0	84.7 ± 1.6	4.7 ± 1.0	61.3
20. n Tz	32	105 ± 32.0	8.5 ± 3.4	79 ± 0.8	1.86 ± 0.5	62.0
30. n Tv	32	265 ± 126.0	6.5 ± 2.8	80 ± 1.4	2.69 ± 0.6	46.3
30. n Tz	34	153 ± 58.0	3.6 ± 3.6	70.7 ± 0.3	1.33 ± 0.3	41.3
40. n Tv		283 ± 54.0	9.4 ± 9.4	77.0 ± 1.2	2.43 ± 1.4	48.5
40. n Tz	40	159 ± 34.0	3.8 ± 1.8	67.6 ± 0.8	1.79 ± 0.7	32.5
50. n Tv	42		8.7 ± 0.0	84.0 ± 0.0	2.7 ± 2.1	-
50. n Tz	32	237 ± 33.0	-	76.3 ± 0.7	1.8 ± 0.3	37.0
60. n Tv	37		12.5 ± 3.6	78.6 ± 0.4	1.4 ± 0.3	58.0
60. n Tz		300 ± 12	18 ± 2.3	76.8 ± 0.5	2.3 ± 1.5	
1. n Kaynaktaşı	-	-	30.3 ± 1.4	-	3.2 ± [1]	92.0
30. n Kaynaktaşı	-	-	67.8 ± 9.5	86 ± 1.0	11.9 ± 3.1	200
60. n Kaynaktaşı	-	-	42.6 ± 12.8	84.2 ± 1.9	1.9 ± 1.3	107.0
Ara Teses Elavesi K31 (Araç ort.)	18	-	4.7 ± 0.7	67 ± 0.1	0.74 ± 0.05	3.0

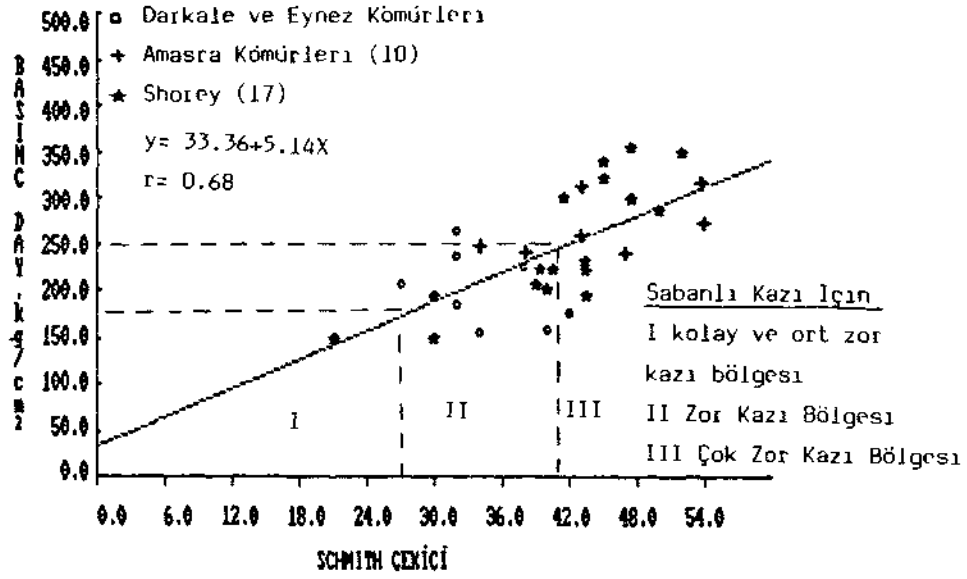
1. Tavan Komuru
2. Taban Komuru



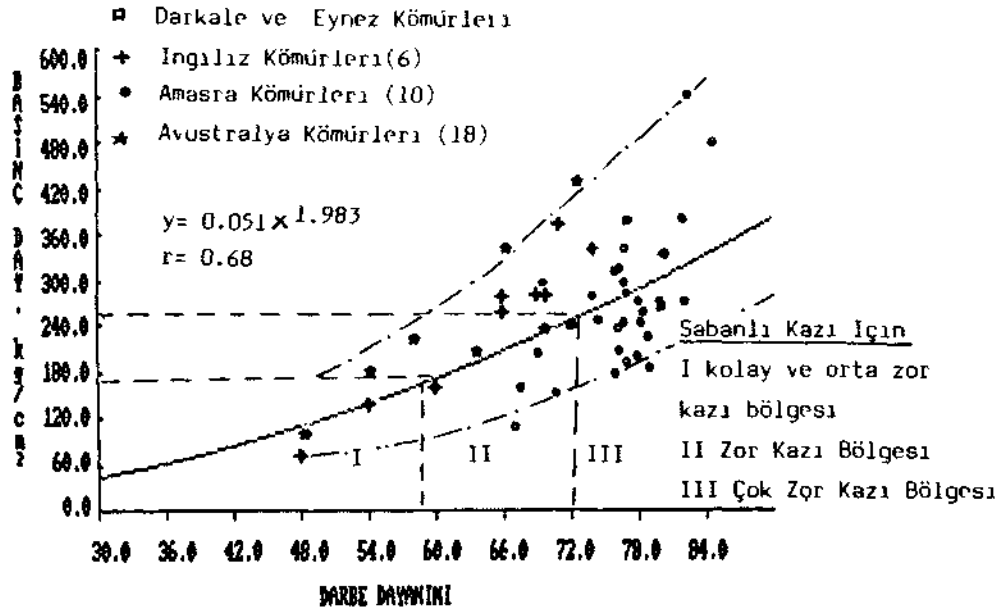
Şekil 5. Basınç Dayanımının Cerchar Sertliği ile Değişimi



Şekil 6. Basınç Dayanımının Koni Delici Değeri ile Değişimi



Şekil 7. Basınç Dayanımının Schmidt Çekici Değeri ile Değişimi



Şekil 8. Basınç Dayanımının Darbe Dayanım Değeri ile Değişimi

gruba, 170-250 kg/cm² arasında zor kazılabilir gruba, basınç dayanımı 250 kg/cm²'den büyük ise kömür damarı çok zor kazılabilir grubuna girdiği söylenebilir. Bu kriterler çerçevesinde Şekil 4, 5, 6, 7 ve 8 değişik kazılabilirlik gruplarına ayrılmıştır. Bu şekillerden de anlaşılacağı gibi Darkale ve Eynez kömürlerinin sabanlı kazı açısından zor ve çok zor kazılabilir gruba girdiği kolaylıkla söylenebilir. Çizelge 7 yukarıda verilen kriterler ve istatistiksel ilişkiler ışığında, kömür damarlarının sabanlı kazı yönünden bir kazılabilirlik sınıflamasını vermektedir. Mekanize kazıda kazıcı cihazın stabilitesi açısından

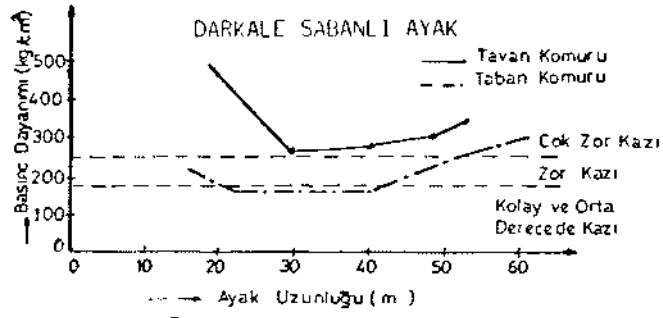
Çizelge 7- Değişik Dayanım Testlerine Göre Kömür Damarlarının Sabanlı Kazı Yönünden Sınıflandırılması

Dayanım Testleri	Kolay	Orta Dereceli Zor Kazı	Zor Kazı	Çok Zor Kazı
Basınç dayanımı kg/cm ² *	<120	120-170	170-250	> 250
Nokta yük dayanımı kg/cm ²	<3.5	3.5-4.5	4.6-11	> 11
Cerchar sertliği, sn	<15	15 -21	21-54	> 54
Koni delici lw	<1.5	1.5-1.8	1.8-2.6	> 2.6
Schmidt çekici, N tipi	<27	20 -27	27-42	> 42
Darbe dayanımı	<45	45-58	58-72	> 72

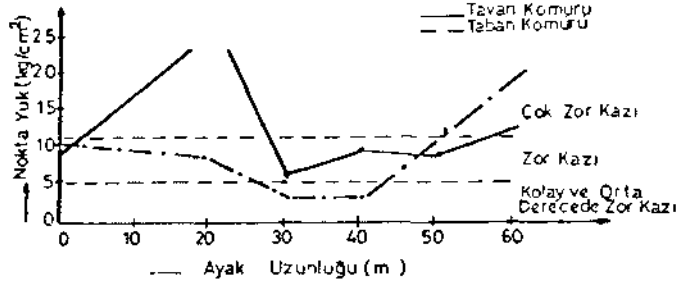
*10 kg/W=1 MPa

kesilen kömür damarının mekanik dayanımının tabandan tavana kadar minimum sınırlar içerisinde değişmesi çok önemlidir. Aksi takdirde kazıcı cihaz yumuşak zona doğru bir tırmanış gösterir. Nitekim Darkale sabanlı ayakta bu durum söz konusu olmuştur. Şekil 9, 10, 11 ve 12'den de görüldüğü gibi tavan seviyesindeki kömür çok zor kazı grubuna girmesine karşın, taban seviyesindeki kömür, tüm mekanik test sonuçları göz önüne alındığında, zor kazı sınıfına, yer yer de kolay ve orta dereceli kazı sınıfına girmektedir. Kömür damarlarının kazılabilirliğini etkileyen diğer bir hususta ara kesmelerin kalınlık ve dayanımlarındaki farklılıktır. Darkale'deki sabanlı ayakta kaynaşmalarının basınç dayanım değerleri yer yer 1000-1500 kg/cm²'lik değerlere ulaşmıştır.

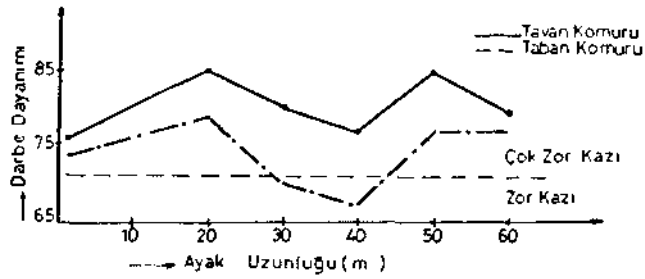
Şekil 13 değişik yerli ve yabancı kömürlerin darbe dayanımlarının



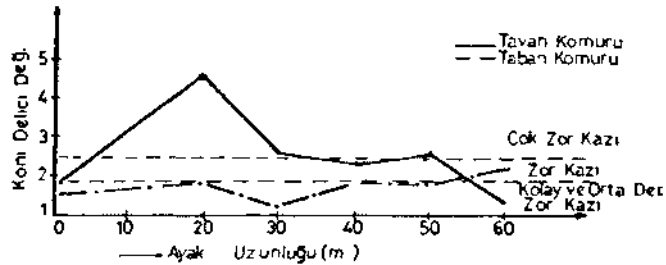
Şekil 9 Basıncı Dayanımının Ayak Boyuna Göre Değişimi



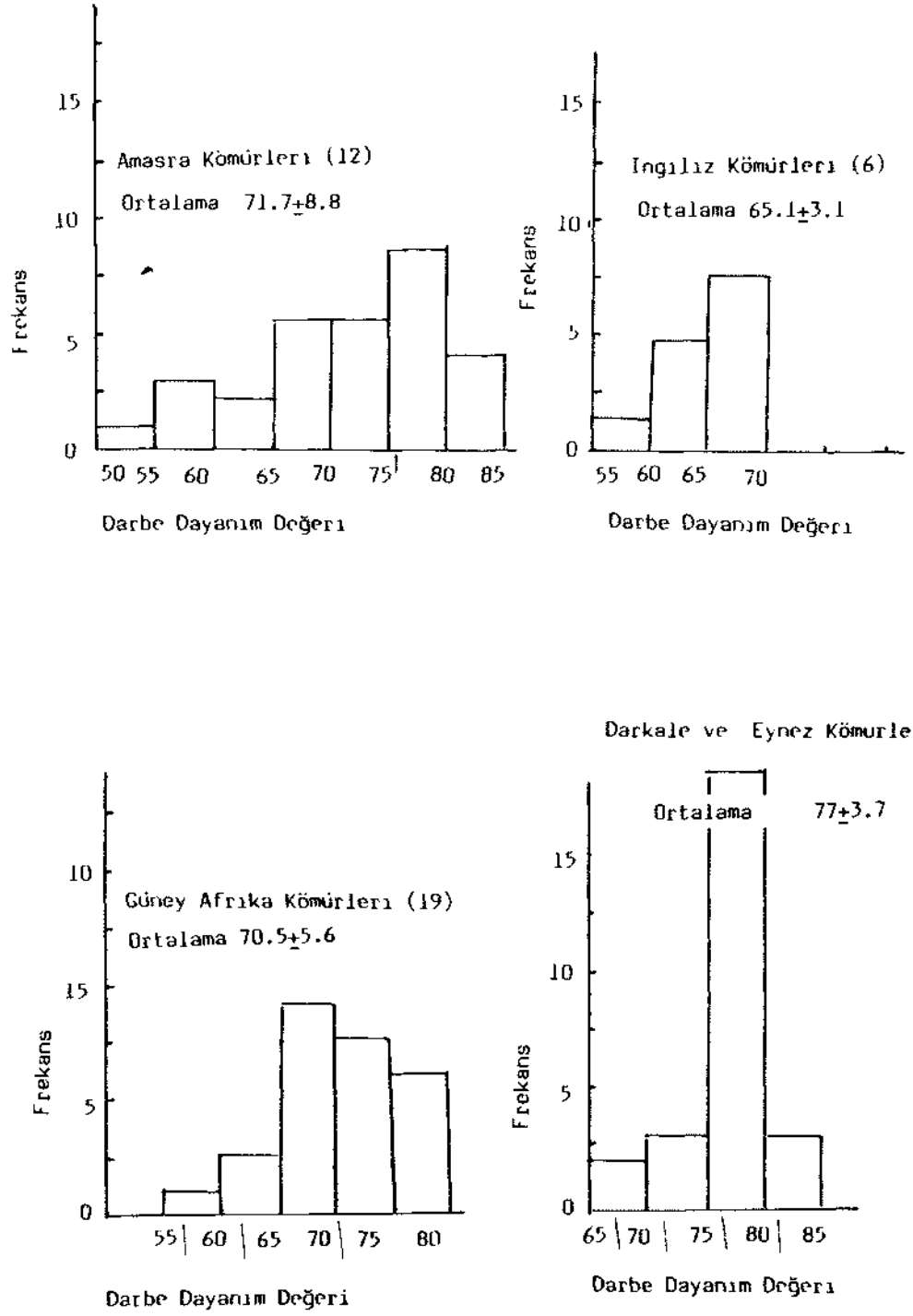
Şekil 10 Nokta Yük Dayanımının Ayak Boyuna Göre Değişimi



Şekil 11 Darbe Dayanımının Ayak Boyuna Göre Değişimi



Şekil 12 Koni Delici Değerinin Ayak Boyuna Göre Değişimi



Şekil 13. Değişik Ülkelerdeki Kömürlerin Darbe Dayanım Değerlerinin Frekans Eğrileri (6,12,19).

ortalama değerlerini ve değişim aralıklarım vermektedir. Darkale ve Eynez kömürlerinin ortalama darbe dayanım değerleri 77, Amasra kömürlerinin 72, İngiliz kömürlerinin 65 ve Güney Afrika kömürlerinin 71 dir. İngiltere ve Güney Afrika kömürleri Çizelge 7'ye göre sabanlı kazı için zor kazı grubuna girmektedir. Nitekim bu ülkelerde sabanlı kazı hemen hemen yok gibidir, İngiliz kömür ocaklarında kesici yükleyicili, Güney Afrika kömür ocaklarında ise Continuous Miner'lı kazı hakimdir. Bugün 60'a yakın Continuous Miner Güney Afrika kömür ocaklarında çalışmakta ve makine başına 400 t/vardiya'lık bir verim sağlanmaktadır. Benzer dayanım özellikleri arz eden Türk kömürleri içinde bu makinenin uygulanabilirliği araştırılmalıdır.

Yukarıda bahsedilen tüm hususlar Darkale kömür ocağındaki sabanlı ayağın aleyhine gözükmektedir. Kömür damarlarında ara kesmeler, kömürün yer yer zor ve çok zor kazılabilir gruba girmesi, bu uygulamanın kısmen başarısız olmasına neden olmuştur.

SONUÇLAR

E.L.I, Darkale ve Eynez yeraltı ocaklarında yerinde yapılan çalışmalar ve laboratuvar deneyleri sonucunda, alınan kömür numunelerinin mekanik dayanım değerleri tespit edilmiş, değerler arasında istatistiksel ilişkiler araştırılmıştır. Darkale +265/285 sabanlı ayaktaki kömür damarının tavan seviyesinin mekanik dayanımı taban seviyesine göre oldukça yüksektir. Bu da kömürün arkadan geçertilmesi için neden zaman zaman lağım atılması gerektiğini izah etmektedir. Elde edilen sonuçlar, bazı yabancı araştırmacıların sonuçları ile birleştirilerek üniversal bir kazılabilirlik sınıflamasına gidilmiştir. Bu sınıflamaya göre Darkale ve Eynez kömürlerinin genelde, sabanlı çok zor ve zor kazılabilir gruba girmektedir. Ayrıca yer yer basınç dayanımları 1000-1500 kg/cm ye ulaşan ara kesmeler mekanize kazıyı zorlaştırmaktadır. Bütün, bu hususlar Darkale'deki sabanlı uygulamanın başarısızlığını izah etmektedir. Güney Afrika kömürleriyle benzer dayanım özellikleri gösteren Türk kömürleri için Continuous Miner'ların uygulanabilirliği ivedilikle araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. MACGREGOR,I.M., BAKER,D.R., A Preliminary Investigation of Predictors of the Cutting Forces for Some South African Coals, J.S.Afr.Inst.Min.Metall.,Vol.85, ND.8,Aug. 1985. pp. 259-272.
2. FALCON,R., HAM.A.J., The Characteristics of Southern African Coals, J.S.Afr.Inst.Min.Metall., Vol.88,No.5,May 1988, pp.145-161.
3. FALCON,L.M.»FALCON,R.M.S., The Petrographic Composition of Southern African Coals in Relation to Friability, Hardness and Abrasive Indices, J.S.Afr.Inst.Min.Metall., Vol.87,No.10, Oct. 1987, pp. 323-336.
4. SINGH., Strength of Rock, Physical Properties of Rocks and Minerals, McGraw Hill, Newyork, 1981, Vol.2, p.83-121.
5. PENG,S.S., Coal Mine Ground Control, Wiles Press, Newyork 1978
6. EVANS,I., POMEROY.C.O., The Strength, Fracture and Workability of Coal, Pergamon Press, 1966, London, p. 256
7. HENKEL,E.H., German Coal Winning Technology, World Mining Equipment, October 1984, pp. 72-74.
8. WILD,H.W., Longwall Mining Methods in West Germany, International Mining, April 1984, pp. 13-16.
9. BİLGİN,N., inşaat ve Maden Mühendisleri İçin Uygulamalı Kazı Mekaniği, Birsen Kitabevi, 1989, s.192
10. BİLGİN,N., SHAHRIAR.K., Kayaçların ve Kömür Damarlarının Bazı Mekanik özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Dolaylı Yöntemlerin Değerlendirilmesi, 1. Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumu, Ankara, 13-15 Ekim 1986, s. 127-137.

11. CERMANT., Investigation Into the Application of Cerchar Hardness and Abrasivity Tests in Different Rock Formations of Amasra Coal-field and Eyüp Turne!, M.Sc Thesis, I.T.O. Institute of Technology and Science, July 1988, p. 90.
12. BİLGİN.N., AKGON.S.I., SHAHRIÄR, K., Amasra Karbonifer Havzasında ki Damarların Mekanik Dayanımları Açısından Sınıflandırılması, Türkiye 6. Kömür Kongresi Zonguldak, 23-27 Mayıs 1988, s. 411-425.
13. İNCİ.Y.S., DERİN.A., E.L.t. Soma işletmesi Darkale Yeraltı Ocağında İşletme Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Türkiye Madencilik ve Bilimsel Teknik Kongresi, 13-16 Mayıs 1991 Ankara, s.117-131.
14. ÜZBİRSEL.A., DERİN,A., E.L.î Soma Bölgesi Yeraltı Ocaklarında Kalın Kömür Damarı üretiminde Karşılaşılan Güçlükler ve Ocak Yangınları ile Mücadele Yöntemleri, Türkiye 5. Kömür Kongresi, 5-9 Mayıs 1986, Zonguldak, s. 51-59.
15. DOKTAN,M., İNCİ.Y.S., AYDAN,ö., SZEKt,A., KAWAMOTO, E.L.î Soma Bölgesi Yeraltı Ocaklarında Tavan Sağlamalarının Uygulanabilirliği, Türkiye 5. Kömür Kongresi, 5-9 Mayıs 1986 Zonguldak, s.223-229.
16. ONVER.B., ÇETİNER,R., NAMLITÜRK.C., YALMAN,0.1., E.L.Î Eynez Yeraltı Ocağında Mekanizasyon Uygulaması. Türkiye Madencilik ve Bilimsel Teknik Kongresi 13-16 Mayıs 1991, Ankara, s. 99-116.
17. SHOREY,P.R., Schmidt Hammer Rebund Data for Estimations of Large Scale in Situ Coal Strength. Int.J.Rock Mech.Min.Sci. and Geomech. Abstr. Vol.21,No.1, 1984, pp. 39-42
18. ROXBOROUGH.F.F., SEN.G.C, Breaking Coal and Rock, Australisan Coal Mining Practice, the Australisan Inst, of Min. and Metall, 1986, pp.130-147
19. GRANT,I.L., WHYTE.R.J., A Summary of Results Obtained During the First Part of a Field Survey to Investigate Coal Seam Cutting Properties, C.O.M. Research Report No.8181, 1981, pp.75

