

Dragline Uygulamalarında Fırsat Maliyeti ve Demir Export A.Ş. Kangal Kömür İşletmesi'nde Bir Uygulama

H.A. Ünal & İ. Koç

Demir Export A.Ş., Kangal Kömür İşletmesi, Sivas, Türkiye

ÖZET: Kamyon-ekskavator (konvansiyonel) ve dragline yöntemlerinin aynı anda kullanıldığı açık maden ocaklarında, yapılan işletme maliyeti analizleri; dragline lehine önemli bir fark ortaya çıkarmaktadır. Bu işletme projelerinin hazırlanması sırasında dragline ile yapılacak kazı miktarını maksimum düzeye getirmek için bazı özel çalışmalar yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada her bir ocak ve her bir dragline için farklı olan maksimum iş miktarı ile gerçekte yapılan iş miktarı ve bu ikisi arasındaki farktan doğan fırsat maliyeti incelenmiştir. Bu fırsat maliyetini azaltmak için yapılması gerekenler; madencilik çalışmalarının işletme aşamasında irdelenmiş, Demir Export A.Ş. Kangal Kömür İşletmesinin bu konudaki çalışmaları ile örneklendirilmiştir.

ABSTRACT: Operating cost analysis between conventional and dragline operation methods shows that dragline operations are much cheaper than conventional operations in open pit mines in which these two operations are employed at the same time. Therefore, during coal mine planning, special studies are required to maximize the stripping to be done by dragline. In this study, the opportunity cost arisen from the difference between the maximum and actual dragline stripping amounts for each pit and each dragline is outlined. The factors necessary to reduce this opportunity cost are evaluated during mine operation activities and studies made in Kangal Coal Mine of Demir Export A.Ş. are given as an example.

1 GİRİŞ

Dragline bulunan açık ocaklarda dekapaj çalışmaları genellikle kamyon-ekskavator yöntemi ve dragline yöntemi ile beraber yürütülmektedir. Her iki çalışma yöntemi birbirinden çalışma prensipleri, çalışma koşulları, yapılan işin nitelikleri ve çalışma koşullarına uyma esneklikleri açısından karşılaştırılmayacak kadar farklıdır.

Dragline, çalışma prensibi gereği ocağın en alt kademelerinde cevherin (kömür gibi yataklanmış cevherlerde) hemen üstündeki dekapajın kaldırılmasında kullanılır. Dragline çalışma prensibi olarak 0 derece eğime sahip bir çalışma platformuna ihtiyaç duyar. Bundan dolayı kömür gibi yataklanmış cevherlerde çalışmak gerekir. Dragline döküm sahası olarak bir önceki çalıştığı cevheri üretilmiş dilimin boşluğunu kullanır. Bu zorunlu iç döküm dragline ile cevher üretim operasyonunun birbirini ile koordineli planlanmasını gerektirir.

Dragline 'nın çalışacağı yöntem sahanın jeolojik ve jeofizik durumu, dekapaj malzemesinin özellikleri, sahada bulunan dragline'mn teknik

özellikleri, ocağın cevher üretim kapasitesi ve dragline'mn ocak işletme planlamasındaki yeri gibi bir çok faktörden etkilenir.

Kamyon ekskavator yöntemi ise her çalışma koşuluna teknik olarak uygulanma şansı olan oldukça esnek bir yöntem olma özelliği ile dragline çalışmasından ayrılır.

2 DRAGLINE FIRSAT MALİYETİ

İşletme maliyetleri açısından kıyaslandığında dragline çalışma yönteminin belirgin avantajları ortaya çıkar.

Dragline ile dekapaj malzemesi makinanın çalışma yarıçapına bağlı olarak 30-200 m uzağa taşınırken, konvansiyonel yöntemde bu uzaklık 3000 m nin üzerindeki mesafelere kadar artabilir (Yapılan iş ve harcanan enerji olarak belirgin fark vardır).

Dragline yanında yalnızca bir dozer ile beraber çalışmakta iken, konvansiyonel çalışmada dozerler, greyderler, ekskavator (elektrikli veya dizel) ve kamyon gurubu bulunur. Bu durum makine

kapasiteleri ne olursa olsun, yapılacak bir metreküp dekapaja karşı gelecek mazot ve yağ sarfiyatını, yedek parça giderlerini ve personel giderlerini konvansiyonel çalışma aleyhine bozar.

Bu durum bir metreküp kazı için oluşan işletme maliyeti açısından her iki method arasında dragline çalışması lehine büyük bir fark ortaya çıkarır. Dragline çalışmasında %20 tekrar kazı yapıldığı halde Ekskavator-Kamyon yöntemine göre %40 daha ucuz olduğu bilinmektedir. (Parlak 1988) Bu görüş ile bir metreküp kazı için konvansiyonel çalışma sırasında oluşan işletme maliyetinin (KİM) yine bir metreküp kazı için dragline çalışmasında oluşan işletme maliyetinin (DİM) yaklaşık iki katına ulaştığı genel olarak kabul edilmekle birlikte bu oran (k/d) her iki yönteminde işletme maliyetini birlikte veya ayrı ayrı etkileyecek aşağıdaki faktörlerden etkilenecektir.

Bu faktörler; ocak sahasının bulunduğu coğrafi konum, dekapaj malzemesinin özellikleri (kabarma faktörü, yoğunluğu, sertliği, yığın yoğunluğu ve yığın malzemenin eğimi v.b.), sahanın jeolojik ve jeofizik özellikleri (Üst örtü malzemesinin cinsi, yapısı, yataklanması, faylanma, katlanma v.b.), maden planlanması (şev duraylılıkları, genel ocak eğimi, döküm sahası uzaklıkları, çevre ile ilgili düzenlemeler, üretim kapasiteleri v.b.), iklim şartları v.b. şeklinde sayılabilir. Ancak dragline ve konvansiyonel kazı çalışmalarını aynı anda yapan her işletmede bu oran (k/d) ayrı ayrı hesaplanabilir.

$$k/d = KİM/DİM - 2 \quad (1)$$

Dragline'mn maksimum yapabileceği kazı miktarı (DK) ile fiilen yaptığı kazı miktarı (FK) arasındaki fark toplam işletme maliyetine (TİM) hep bu oranla (k/d) çarpılarak girer. İşte maden işletmelerinde ortaya çıkan bu maliyete, dragline'mn maksimum kapasitesinde kullanılmamasından gelen fırsat maliyeti denir. Dekapaj faaliyetlerinde yalnızca konvansiyonel yöntem ve dragline kullanılan ocaklarda yapılması planlanan toplam kazı (TK) dragline kazısı (DK) ve konvansiyonel kazının (KK) toplamıdır. Böylece toplam işletme maliyeti (TİM) ve dragline fırsat maliyeti (DFM) aşağıdaki gibi formüle edilebilir.

Dragline maksimum kazı miktarına ulaştığında ;
FK= DK ise

$$TİM_1 = KİM*KK + DİM*DK \quad (2)$$

Aksi hakle ;
FK < DK ise

$$TİM_2 = KİM*KK + DİM*(FK + ((DK-FK)* k/d)) \quad (3)$$

Dragline fırsat maliyeti ise ;
DFM= TİM₂ - TİM₁

50

$$DFM = DİM*((FK + ((DK-FK)* k/d)) - DK) \quad (4)$$

3 DRAGLINE FIRSAT MALİYETİNİN AZALTILMASI

Yukarıda bahsedildiği gibi bir metreküp kazı için konvansiyonel çalışma sırasında oluşan işletme maliyetinin (KİM) yine bir metreküp kazı için dragline çalışmasında oluşan işletme maliyetine (DİM) oranı k/d genellikle işletme şartlarına bağlı olarak 2 ile 5 arasında bir değişkenlik gösterir. Dragline fırsat maliyetini düşürmek için eşitlik (4) incelenirse; ayrı ayrı dragline ve konvansiyonel işletme maliyetlerinin düşürülmesi dışında alınması gereken en önemli önlemin (DK-FK) farkının azaltılması, yani dragline'mn yapabileceği maksimum iş miktarına yaklaştırılması gerektiği anlaşılır. Bu ise her şeyden önce dragline'mn maksimum yapabileceği kazının objektif gözle belirlenmesi demektir. Dragline'mn yapabileceği maksimum iş belirlendikten sonra farkın nerelerden kaynaklandığı belirlenebilir. Bunlar arasında ;

- Dragline'mn çalışma yöntemi
- Yönteme bağlı olarak tekrar kazı miktarı
- Dragline'mn yıllık çalışma planı ve süresi
- Dragline zaman verimliliği
- Mekanik ve elektrik olarak emreamadelik
- Dragline çalışma verimliliği
- Dragline operatör verimliliği

sayılabilir. Bu ana konular üzerinde yapılacak iyileştirmeler ile DK-FK farkı azaltılmaya çalışılır. Dragline'mn yapabileceği maksimum kazıyı belirleme ve gereken iyileştirmelerin yapılması tamamen üzerinde çalışılan açık işletme ve onun özel şartlarına bağlıdır. Bundan sonraki bölümde Demir Export A.Ş. Kangal Kömür İşletmesinde bu konuda yapılan çalışmalar verilecektir.

4 UYGULAMA

Bu çalışma Demir Export A.Ş. Kangal Kömür İşletmesinde yapılmış sonuçta k/d = 3,5 olarak bulunmuştur. Bu değer dragline fırsat maliyeti (DFM) formülüne (4) konulduğunda DFM aşağıdaki gibi oluşmuştur.

$$DFM = 3,5 * (DK-FK) * DİM$$

Bu dragline tarafından yapılamayan kazı miktarının, konvansiyonel yöntemlerle yapılmasının bir metreküp için oluşan dragline işletme maliyetinin 3,5 katına mal olduğunu gösterir.

4.3.2 Basit yana kazı sistemi (1)

Axa örtü dekapajı ile başlayan dragline çalışmaları 1994 yılında ara örtü malzemesinin sağlamlığı göz önüne alınarak yine ara örtüde Basit yana kazı yöntemi ile devam etmiş, 45 metrelik dilimlerde tekrar kazı yapılmaksızın çalışılmıştır. Bu arada 45-50 metrelik üst örtü dekapajı konvansiyonel sistemle yapılmıştır.

Bu yöntemde üst damar kömürü alındıktan sonra dragline, ortalama 19 m kalınlığındaki ara örtü tabakasının üzerine oturur (Şekil 2). Dragline ara örtü tabakasını alt damar kömürüne ulaşana kadar kazdıktan sonra, 90° derece dönüş yaparak daha önce kazılan yan dilim boşluğuna paşayı boşaltır. Bu uygulama ara örtü tabakasının sağlam, homojen ve heyelan tehlikesi olmaması ile uygulama alanı bulmuştur. Dragline harmanlarının şev açısı 36° dir. Tekrar kazısız bu yöntem ile çalışılırken dragline için kapasite fazlalığı görülmüş ve alt damar kömürünün de dragline ile alınıp üst damarın yanına atılması kararı verilmiştir. Bu şekilde hem kömürün daha iyi harmanlanması sağlanmış ve hemde dragline çukuru bir an önce boşaltıldığı için üretimde rahatlamalar sağlanmıştır. 1995 yılına kadar bu yöntem ile çalışılmıştır. Ancak bu yıla kadar Kangal Termik Santralının ihtiyacına göre yapılan yıllık 2.500.000-3.500.000 ton Tuk kömür üretimleri nedeni ile dragline dekapaj miktarı 3.500.000 m³ seviyelerinde kalmış ve dragline'nın kapasite fazlalığı devam etmiştir (Çizelge 3). Bu ise 5.000.000 m³ göre bir fırsat maliyeti çıkarmaktadır. $DFM = 3,5 * (5.000.000 - 3.500.000) * DİM$

4.3.3 Çok basamaklı çalışma sistemi

Kangal Kömür İşletmesinde, basit yana kazı sisteminde dragline'm yapacağı iş miktarının artırılmasına yönelik çalışmalardan sonra yeni yöntemlerin araştırılmasına gidilmiştir. Bu

yöntemlerden biri birden fazla basamakta çalışma sistemi olan, İki kademeli iki geçişli çalışma sistemi'dir. Bu yöntemle dragline tarafından açılacak her ton kömür için dragline'nın daha fazla dekapaj yapması hedeflenmiştir (Şekil 3). Bu yöntemle;

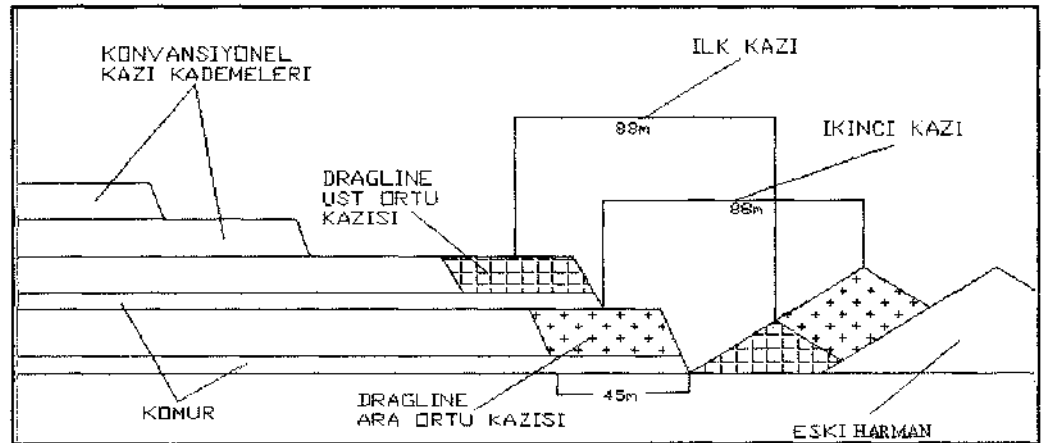
- Dragline her bir geçişinde sadece bir basamağın kazısını yapar
- Devamlı bulunduğu kotun altında kazı yapar.
- Tekrar kazı miktarı azalır,
- Dönüş açısı maksimum 90° dir.

Bu yöntem 4 adımda tamamlanır. İlk adımda üst örtü kademesinin kazısı yapılır ve bir önce açılan dilim boşluğuna boşaltılır. Bu adımda dragline'm verimliliği, tekrar kazı yapıyor olmamasından ve dragline'nın kendi kotunun altında çalışmasından dolayı yüksektir.

Üst damar kömürünün kazılması konvansiyonel olarak yapılır. Dragline üst örtü kademe kazı hızının fazla olmasından ve hemen ara örtü kazısına başlayacağından dolayı, kömür kazısının dragline arkasından paralel olarak ilerlemesi sağlanmalıdır.

Üçüncü adım, ara örtü kademesinin kazılmasıdır. Dragline dilim başında oturacağı yerde rahat dönüş yapabilmesi için üst örtü basamağının 20 m ilerisinden ara örtü dilimi kılavuz sınırı planlanmıştır ve dragline bu kılavuz sınırına oturarak kazısına başlar ve kazdığı malzemeyi bir önceki adımda kazılan üst örtü malzemesinin arkasına yığar. Bu adımda malzeme dragline ile kolayca kazıldığı için patlatma ihtiyacı yoktur.

Dördüncü adımda, alt kömür damarının üretilmesi ise bu kömürün üzeri dragline ile açıldıktan sonra konvansiyonel yöntem ile yapılır. Dragline tekrar birinci adımdan kazıya başlayacağı ve malzemeyi atacak çukurun hazır olması gerektiğinden dolayı bu çalışma dragline ile paralel gitmelidir.



Şekil 3. Çok basamaklı çalışma sistemi.

4.3.4 Üst kazılı çift basamaklı çalışma sistemi

Üst örtü malzemesi yarı geçirken killerden oluştuğu için 3 yıl süren susuzlaştırma çalışmaları başarısız olmuş, malzemede bulunan su bünyeden tamamen atılamamıştır. Bu nedenle çamur yapıda diyebileceğimiz üst örtü malzemesinin harman tarafında duraylılığı sağlanamamış ve ara örtü malzemesinin duraylılığı olmayan üst örtü malzemesinin arkasına yığılması sonucu heyelanlar oluşmuş ve giderek bu yöntemde çalışmak mümkün olmamıştır.

Sonuçta 1997 yılında, üst kazılı çift basamaklı çalışma sistemi uygulamasına geçilmiştir. Bu sistemde dragline üst damar kömür üzerindeki 17,3 m yüksekliğindeki üst örtü basamağı ve 19 m yüksekliğindeki ara örtü tabakasında kazı çalışmalarını yapar.

Çizelge 1. İşletme parametreleri.

Model	8050-41A
Bom uzunluğu (metre)	99,1
işletme yarıçapı (metre)	88,4
Maksimum boşaltma Yüksekliği (metre)	42,7
Kepçe kapasitesi (yrd3)	65
Planlanan Parametreler	
Üst Örtü Kalınlığı (metre)	17,3
Ara Örtü Kalınlığı (metre)	19
Kömür Kalınlıkları (metre)	
Üst Kömür	10,9
Alt Kömür	7,2
Basamak Şev Açıları (°)	
Kömür Daman Basamakları (°)	65
Üst Örtü Dekapaj Basamakları (°)	75
Ara Örtü Basamağı (°)	82
Ara Örtü Harmanı (°)	36
Üst Örtü Harmanı (°)	33

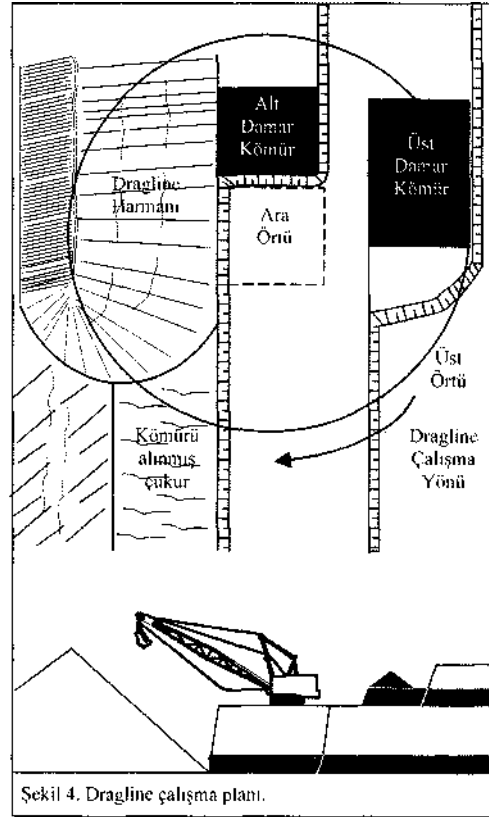
Üst örtü tabakasının çamur ve duraysız bir yapıda olması sonucu dragline harmanında, ara örtü malzemesi harman duraylılığını maksimumda tutmaya yönelik set görevini görür. Böylece harman tarafında olabilecek heyelanların önüne geçilmesini sağlamıştır. Dragline'a ait teknik veriler Çizelge 1 de gösterilmektedir. Şekil 4 ve 5 de üst kazılı çift basamaklı çalışma sisteminin plan ve kesit görünüşü gösterilmektedir. Yıllık proje çalışmalarında dragline için alt damar ve üst damar kömür ile ara örtü, üst örtü tabakalarında 45 m genişliğinde birbirine paralel seri dilimler oluşturulur. Dragline'ın çalışacağı pano boyu yaklaşık 0,8 - 1 km uzunluğundadır. Bu uzunluk boyunca dragline'ın üzerinde çalışacağı ara örtü tabakası tamamen yatay olmayıp, senklinal bir yapı içermektedir. Üst kazıyı

mümkün kılmak amacıyla pano boyunca yürüyeceği alanda düz bir çalışma zemini oluşturmak için 5 m kalınlığında bir yürüme zemini (pad) hazırlanır.

Önce 45 metre genişliğindeki dilim sınırına gelerek (pozisyon 1) 6 - 7 m genişliğinde kılavuz dilimini (key cut) açar. Kılavuz diliminden çıkan malzeme ve bir önceki kazıdaki yürüme zemin (pad) malzemesi, dragline'ın arka tarafına, bir sonraki çalışma zemininin oluşturulması için atılır ve dozerle zemin düzeltilir. Atılan bu malzemelerin zemin hazırlığı için fazla gelmesi durumunda kaymaya karşı set görevini yapacak Buckwall (B-1) harmanı oluşturulur.

Dragline daha sonra, pozisyon 2'ye yürür, sırayla yine önceki yürüme zemin (pad) malzemesini ve takiben ara örtü malzemesini kazar. Bu malzeme ile Şekil 5'de (B-2) olarak gösterilen ve ana Buckwall olarak adlandırılan harman oluşturulur. Ara Örtü malzemesi alt damar kömür üzeri açılana kadar kazıldıktan sonra dragline Pozisyon-2 'den üst örtü kademesinin malzemesini yukardan aşağıya doğru tabakalar halinde kazar.

Öncelikle ÜÖ-1 olarak adlandırılan üst örtü tabakası kazılır ve harman tarafında dragline'in ulaşabileceği maksimum uzaklığa (88,4 m) boşaltılır. Dragline üst örtü kazısını yaptıktan sonra



Şekil 4. Dragline çalışma planı.

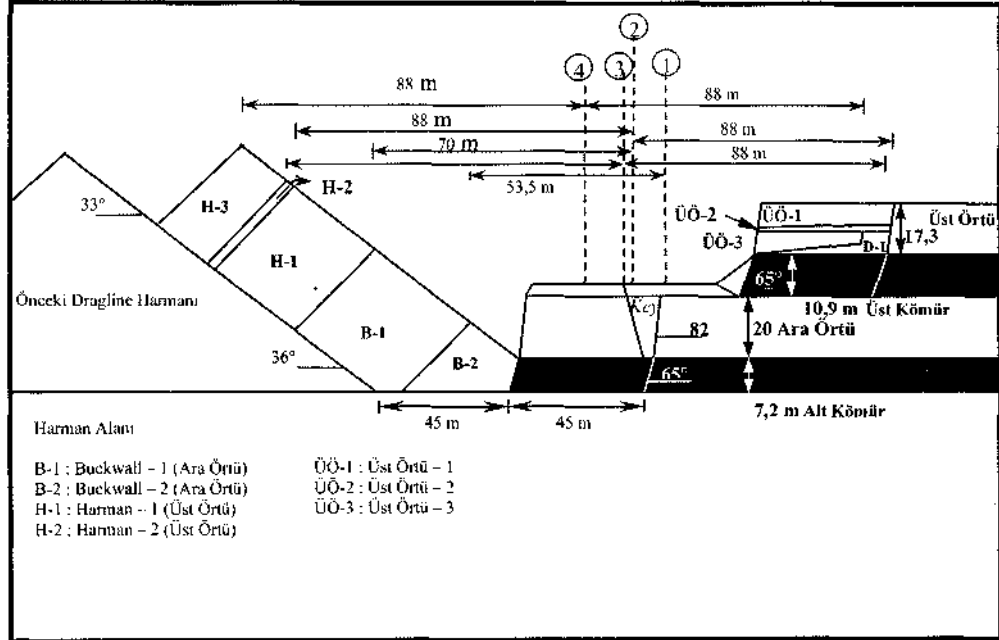
harman tarafına 180° dönüş yaparak kovasını boşaltır ve geri dönüş hareketine başlar. Kangal Kömür İşletmesinde Şekil 4'de görüldüğü gibi dragline kendi eksenini etrafında dönüş periyodu boyunca hiç duruş yapmadan 360° dönerek dönüşünü tamamlar. Kovayı harman üzerinde havada iken boşaltır ve durmadan dönüşüne devam eder. Bu çalışma yöntemi ile boşaltma ve dönüş hareket süresi kısalmış, geri dönüş hareketi hızlanır. ÜÖ-1 alındıktan sonra dragline Pozisyon-3'e yürür ve ÜÖ-2 olarak adlandırılan kısmı kazar ve yine maksimum ulaşabileceği mesafeye (88,4 m) malzemeyi 360° dönerek boşaltır. Dragline Pozisyon-3'de ÜÖ-2 tabakasını kazdıktan sonra Pozisyon-4'e yürür ve burdan ÜÖ-4 tabakasını yine harman tarafında ulaşacağı maksimum mesafeye 360° dönerek boşaltır.

Üst örtü kazısı yapıldıktan üst damar kömür üzeri açılmış durumdadır. Dragline pozisyon 4 de iken daha önce üzerini açtığı alt damar kömürü kazarak üzeri açılmış olan üst damar kömür üzerine yığar.

Buradan ekskavatör kamyon sistemi ile kömürün nakliyesi sağlanır. Kalorifik değer olarak üst damar kömür alt ısı değeri alt damar kömüre göre yüksek olması nedeni ile bu şekilde yapılan bir karışımla ortalama kömür alt ısı değeri sağlanır.

Alt ve üst kömür yüklemesi dragline'in çalışma alanı dışında kaldığı pozisyonlarda dragline üst örtü kazısını 360° ve saat ilerleme yönünde dönüş hareketini yaparken kovayı havada iken harman üzerine boşaltır, daha sonra üzeri açık olan alt damar kömür üzerine gelir ve bir kova kömür yükleyip yine saat yönünde dönüş yaparak üst damar kömür üzerine kömürü yığar. Bu şekilde tam bir periyot dönüşünde iki faaliyeti birden gerçekleştirir. Bu şekilde yapılan çalışma, bir dönüş periyodunda iki kez kazı gerçekleştirme anlamına gelen, "double dig" olarak adlandırılır (Şekil 4).

Dragline bir sonraki yürüme zeminini hazırlamak için yapacağı dolgu işlemi tekrar kazı (rehandle)'ya neden olur. Toplam ara örtü ve üst örtü kazısının %10 oranında tekrar kazısı fiili çalışma



Şekil 5. Kangal Kömür İşletmesi, üst kazılı çift basamaklı dragline çalışma sistemi kesiti.

Çizelge 2. Dragline çalışma özelliklerine ilişkin ayrıntılar.

Model	8050-41A				
Boom Uzunluğu (m)	99,10				
Çalışma Yarıçapı (m)	88,40				
Maksimum Döküm Yüksekliği (m)	42,70				
Taban (tub) Çapı (m)	17,70				
Kuyruk Mesafesi (m)	14,50				
Kepçe Kapasitesi (yd3)	65,00				
Çalışılan Alan	Ust Örtü	Ara Örtü	Rehandle	Kömür	
Doldurma Faktörü	0,85	0,95	0,95	0,90	
Kabarma Faktörü	0,83	0,82	0,82	0,80	
Kepçe Faktörü	0,71	0,78	0,78	0,72	
Fiili Kepçe Kapasitesi (m ³)	35,04	38,69	38,69	35,76	
Çalışılan Kısım	Ust Örtü	Ara Örtü	Rehandle	Kömür	Ortalama
Dönüş Periyodu (saniye)					
Yükleme	15,00 -	8,00	8,00	13,00	11,09
Kaldırma	12,00	11,70	15,00	12,00	12,13
Dönüş	34,00	27,00	27,00	25,00	29,17
Döküm	3,00	3,00	3,00	6,00	3,40
Geri Dönüş	34,00	27,00	27,00	25,00	29,17
Dönüş Periyodu (saniye)	86,00	65,00	65,00	69,00	72,82
iş verimliliği	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Kapasite (m ³ /saat) (Takvim Saat)	732	1.069	1.069	931	903
Günlük Kapasite (m ³ /gün)	17.570	25.668	25.668	22.348	21.675
Yıllık Çalışma Süresi (365x24)	8.760				
Planlı Duruşlar (45x24)	1.080				
Planlanan Çalışma Süresi (Takvim-saat)	3.347	2.665	595	1.074	7.680
Zaman Faktörü (20.25/24)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Mekanik ve Elektrik Bulunurluk	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Planlanan Çalışma Süresi (Makina-saat)	2.457	1.956	437	788	5.638
Kapasite (m ³ /saat) Makina Saati	997	1.457	1.457	1.269	1.230
Yapılacak iş (m ³)	2.450.000	2.850.000	636.000	1.000.000	6.936.000
Yıllık Kapasite (m ³ /yıl)	6.936.000				

Çizelge 3. Yıllar itibarıyla dragline çalışmasına ilişkin ayrıntılar.

YILLAR	UST ORTU		KOMUR KAZISI	TEKRAR KAZI	DEKAPAJ KAZISI	ÇALIŞMA SAAT	BİRİKİMLİ SAAT
	m ³	m ³					
1991		1.458.000		450.000	1.458.000	1.641	1.641
1992		3.591.000		1.080.000	3.591.000	3.475	5.116
1993		3.740.000		1.120.000	3.740.000	4.203	9.319
1994		2.790.000	925.000		2.790.000	2.979	12.298
1995		2.800.000	1.000.000		2.800.000	3.088	15.386
1996		3.250.000	1.115.000		3.250.000	3.126	18.512
1997	2.380.000	1.915.000	1.430.000	477.000	4.295.000	5.287	23.799
1998	2.440.000	2.690.000	1.170.000	570.000	5.130.000	6.023	29.822
1999	2.070.000	3.015.000	1.300.000	565.000	5.085.000	6.015	35.837
2000	1.145.000	4.555.000	1.090.000	1.015.000	5.700.000	6.373	42.210
Toplam	8.035.000	29.804.000	8.030.000	5,277.000	37.839.000	42.210	

neticesinde elde edilmiştir. Dragline'ın bu çalışma sistemindeki kapasite rakamları alt ve üst damar kömür ile ara ve üst örtüde farklı farklı hesaplanmıştır. Bu farklılıklar dönüş periyodu, malzemenin kabarma ve kovanın dolma faktöründen ileri gelmektedir.

Bu yöntem ile beraber dragline'nın işletme verimliliği ve zaman verimliliği ile ilgili ciddi çalışmalar yapılmıştır. Günde 9,5 saatlik iki vardiya halinde başlayan dragline çalışmalarında zaman verimliliği 17,5/24 iken 8'er saatlik 3 vardiya çalışması durumunda çalışma verimliliği 20,25/24 olmuştur. Bu dönem makina yılda 5750 saat çalışma imkanı bulmuş ve yılda ortalama 6.650.000 m³ kazı yapabilmektedir. 6.650.000 m³ kazının yaklaşık 5.000.000 m³ 'ü tekrar ve kömür kazıları hariç doğrudan yapılan dekapajdır (Çizelge 2).

Bu yöntemde dragline ara örtüde daha verimli çalışmıştır. Çünkü 90°'lik dönüş açısı ve kendi kotunun altında yaptığı kazılar kepçe dönüş sürelerini azaltmıştır.

4.3.5 Basit Yana Kazı Sistemi (II)

Dragline bu çalışma yöntemi ile tek basamakta çalışmakta ve sadece kendi bulunduğu kotun altında ara örtü tabakasında kazı yapmaktadır. Bu yöntemde yukarıda sözü edildiği gibi dragline kendi kotunun altında çalıştığından ve kısa dönüş sürelerinden dolayı maksimum kapasitesine ulaşır. Uygun dilim genişliklerinde ise, tekrar kazı ihtiyacı olmadan çalışılabilir. Bu yöntem daha önce uygulanmış ancak kömür üretiminin düşüklüğünden dolayı dragline için yeterli iş yaratılmamış idi. 2000 yılı mayıs ayında Kangal Termik Santralinin 3. Ünitesinin devreye girmesi ve kömür üretimini %50 artırmış olması nedeni ile bu yöntemin tekrar uygulanabilmesine fırsat doğmuştur. 2000 yılı bahar aylarından bu yana dragline bu yöntem ile çalışmaktadır. 2001 yılı dragline için planlanan tekrar kazı miktarı 1.369.740 m³ ve yapılacak dekapaj miktarı ise (DK) 7.099.503 m³ olacaktır.

Bir önceki yıla göre %23 daha fazla dragline dekapajı planlanmıştır. Bunun nedeni bir önceki yıl DFM analizi sonucu gerçekleştirilen tekrar kazının azaltılması çalışmaları ve 70 yd3 olarak yenilenen dragline kovanının getireceği avantajlardır.

5 SONUÇLAR

Bir açık işletmenin ilk projesi yapılırken eldeki verilere göre planlama yapılır ve şartlara en uygun dragline o saha için seçilmeye çalışır. Ancak

özellikle daha önce hiç çalışılmamış bakir sahalarda için öngörülen dragline çalışma yöntemleri, gerek uygulama safhasında gerek zaman ve işletme şartlarının değişimi nedeniyle ilerleyen yıllarında iyileştirmelere gereksinim duyar. Bu bildiri ile açıklanmaya çalışılan dragline fırsat maliyeti (DFM), dragline ve konvansiyonel yöntemlerle çalışılan açık işletmelerde, dragline çalışmalarının iyileştirilmesi için maden mühendislerine gerekli ekonomik gerekçeleri (gücü) sağlamaktadır. (DFM) dragline çalışan işletmelerin büyüklüğüne bağlı olarak bir yıl için milyon dolarlarla ifade edilebilecek rakamlara ulaşabilir. Demir Export A.Ş. Kangal Kömür İşletmesinde 1991 yılında başlayan ve ilk öngörülen yöntemler ile yıllık 1.500.000 m³ tekrar kazı ve 3.000.000 m³ dekapaj gerçekleştiren dragline çalışmaları, yukarıda anlatılan çizgide ve dragline fırsat maliyeti düşüncesi ile 2001 yılında 1.500.000 m³ tekrar kazı ve 7.000.000 m³ direk dekapaj yapma durumuna gelmiştir. (Çizelge 3)

Dragline ile 2001 yılında bazı dilimlerde kömür kazısı öngörülmüştür. Bu ise kayda değer bir tekrar kazı demektir. Dragline'nın tekrar kazı yapmaksızın ara örtüde basit yana kazı sistemi ile çalışması durumunda ve zaman kullanma faktörü üzerinde yapılacak iyileştirmeler ile beraber, dragline 'in yıllık tekrar kazı miktarı 1.000.000 m³ olmak üzere dekapaj miktarının 9.000.000 m³ lere çıkarılması mümkün görülmektedir. Bu ise şu andaki dragline fırsat maliyetini (DFM) şöyle göstermektedir.

$$DFM = DİM * 3,5 (9.000.000 - 7.000.000)$$

Bu durumda yapılacak, yukarıda bahsedildiği gibi dragline için ara örtüde tekrar kazısız iş yaratmak ve zaman kullanımını 20,25/24 oranından 23/24 'e taşımaktır. Bunu yapmak için gerekli güç ve ekonomik gerekçe ise dragline fırsat maliyetinin (DFM) kendisidir.

KAYNAKLAR

- Humphrey, J. D., 1990. *The fundamentals of the dragline*, Ohio, USA. Marion division-dresser ind. Inc.
- Kangal four year mine plan. 1997. Harrisburg, Pennsylvania USA. Skelly and loy, inc.
- Parlak, T., 1988 Kömür açık işletmeciliğinde uygulamalı örtü kazı yöntemleri, Bursa, Marmara linyitleri işletme müessesesi.
- Dörter, L., Şirin Y., 1977, Sivas-Kangal-Kalburçayın Kömür Yatağı 4.200.000 ton/yıl kapasiteli açık işletme projesi, TKİ.
- Hettinger, D. & Lumley G., 1999 Using data analysis to improve dragline productivity, *Coal Age*.