

## **İKİLİ DRAGLINE SİSTEMLERİNDE DRAGLINE EŞZAMANLANMASINA YÖNELİK BİR YAKLAŞIM**

### **AN APPROACH TOWARDS SYNCHRONIZING TANDEM DRAGLINE SYSTEMS**

**Bülent ERDEM**, *Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Müh. Böl., 58140 Sivas*  
**Neş'e ÇELEBİ**, *ODTÜ, Maden MühBöl., 06531 Ankara*  
**A. Günhan PAŞAMEHMETOĞLU**, *Atılım Üniversitesi, Müh.Fak, Ankara*

#### **ÖZET**

İkili dragline sistemlerinde görülen önemli bir problem dragline'lann üretim kapasitelerinin eşleştirilmesidir. Bu çalışmada ikili dragline sistemlerinde dragline'lar arasında varolan bağımlılık mekanizmasından bahsedilmiş ve sistemde görülebilecek potansiyel problemler anlatılmıştır. Verimli bir operasyonun temel göstergeleri olarak dragline'lann doğrusal ilerleme hızları ve örtükazı maliyetleri belirlenmiştir. Eşzamanlı bir ikili dragline sistemi seçmek için önerilen karar kriterleri ve geliştirilen mekanizma sunulmuş ve ikili sistemleri simüle etmek için de kullanılmıştır. Simülasyon modeli örtükazı işleminde bir dragline sisteminin kullanıldığı sanal bir madende test edilmiştir.

#### **ABSTRACT**

An important problem associated with tandem dragline systems is that of matching the productive capability of individual draglines in the combination. In this paper a dependence mechanism among draglines in a tandem system is described and possible consequential problems are defined. The rate of linear advance and the cost of stripping are determined as two major indications for an efficient operation. The proposed decision criteria and the underlying mechanism to select a synchronous couple are introduced and used in simulating tandem dragline systems. The developed model is tested on a hypothetical strip mine where a tandem dragline system is used.

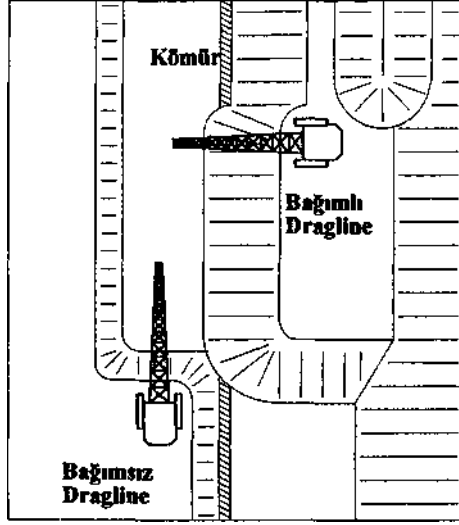
## 1. GİRİŞ

Örtükazı işlemlerinde kullanılan dragline'ların kazı kapasiteleri ve boyutları sınırlı olduğundan belli bir örtükazı kalınlığından sonra malzemeyi yeterli uzaklığa dökemezler. Kömür damarlarının tek bir dragline tarafından kazılamayacak kadar derinde olduğu böyle durumlarda, aynı ocakta bir dragline çifti (ikilisi) kullanılabilir. Ancak birden fazla ekipmanın kullanıldığı örtükazı sistemlerinin karmaşık örtükazı metodlarının uygulanmasını gerektirdiği de unutulmamalıdır. Böylece birden fazla büyük kapasiteli örtükazı binmi ve uygulanacak metodun karmaşıklığı operasyonların planlanmasını güçleştirir. Bunların yanında, büyük kapasiteli bir örtükazı filosu kullanıldığında, birimler üzerlerine atanan kısımların kazılmasında birbirlerine bağımlı olacaklar ve herhangi birisinin durduğu durumlarda bu birime bağımlı olan üniteler de durmak zorunda kalacaklardır. Bu yüzden her bir dragline'a atanan iş yükünün aynı olmaması birimlerin etkileşmesine ve sistemin ilerleme hızının en yavaş olan birime göre ayarlanmasına yol açacaktır. Ancak operasyonların sürekliliği örtükazı birimlerinin üretim kapasitelerinin eşleştirilmesiyle sağlanabilir. Bu da, her bir birime uygun hacimde bloklar atılarak veya her bir blok için uygun kapasitede birimler seçerek sağlanabilir. Bu çalışmanın konusu ikinci durum ile ilgilidir.

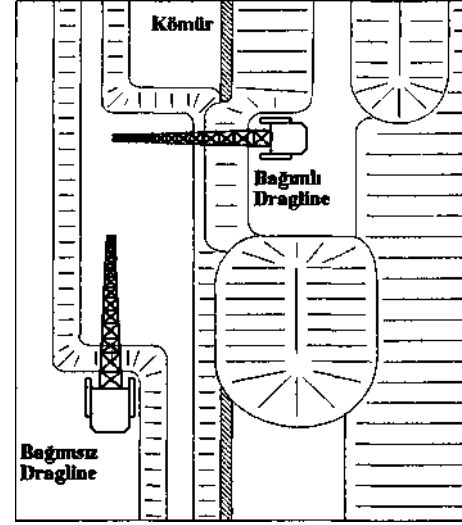
## 2. SİSTEM TANIMI

ikili dragline simülasyonu üzerine yoğun çalışma yapılmamıştır. Fluor Utah, Inc. ve Bonner and Moore, Inc. (1977) uzatılmış alt basamak metodunda tandem dragline simülasyonu yapmışlardır. Geliştirilen modelde, her tandem sistemdeki dragline'lardan bir tanesi bağımsız dragline olarak belirlenir ve sistemin ilerleme hızını belirler, bağımlı dragline olarak adlandırılan diğeri ise bu hızda ilerlemek durumundadır. Burada bağımlı dragline bağımsız dragline'm hızında ilerleyebilmek için ondan daha hızlı olmak durumundadır. Öte yandan, Niemann-Delius ve Thiels (1988) ana ekipmanlarını döner kepçeli ekskavator, dökücü (cross-pit stacker) ve dragline'm oluşturduğu bir açık işletmeyi simüle etmişlerdir. Simülasyon tüm ekipmanların ortak veya ayrı çalıştığı durumlarda yapılabilmekte ve her bir ekipman için geçen süreler belirlenmektedir. Bu da, simülasyon sonrasında her bir ekipmanın hangi zamanda ocağın neresinde veya birbirlerine göre nerede olduğunun belirlenebilmesine izin vermektedir. Böylece örtükazı esnasında makinaların birbirlerine tehlikeli şekilde yaklaşması gibi kritik durumların önceden belirlenmesi mümkün olabileceği belirtilmektedir, incelenen çalışmalar sürekli bir örtükazı işlemi için kazı ekipmanlarının kapasitelerinin eşleştirilmesi gerekliliğine işaret etmektedir. Kötü eşleştirilen üniteler ile operasyonların yavaşlaması örtükazı maliyetinin artışına yansımaktadır. Daha önceki çalışmalarda bu bakış açısının eksikliği bu çalışmada ikili dragline sistemlerindeki birimlerin eşzamanlandırılmasının araştırılmasına yol açmıştır. Operasyonların ardıl olarak gerçekleştirildiği mühendisliğin diğer dallarında olduğu gibi madencilikte de belli bir işleme başlamak için bir önceki işlemin bitmesi gereken bir bağımlılık mekanizmasından söz edilebilir, örtükazı operasyonlarında bu, ikili dragline sistemlerinin kullanıldığı belirli metodlarda geçerlidir. Burada, dragline'lardan birisi bağımsız diğeri de bağımlı olarak adlandırılır. Bağımsız dragline çalıştığı basamakta ilerlemeye karşı bir engelin bulunmadığı makinadır. ikili dragline sistemlerinde iki yöntem uygulanır. Birinci yöntemde bağımsız dragline dilim üzerinde, bağımlı dragline ise bağımsız dragline'm aktardığı yığın üzerinde çalışır. Bağımlı dragline yığını üzerinde

çalışabilmesi için yığın üzerinin önceden düzeltilip seviyelendirilmesi gerekir (Şekil 1) (Anon, 1977). Alt basamak oluşması halinde, bağımlı dragline aynı zamanda kömürün üzerini açmak zorundadır (Şekil 2) (Anon, 1993). İkinci yöntemde üst örtü iki basamak halinde alınır (Anon, 1993) Bağımsız dragline üst basamakta bağımlı dragline alt basamakta çalışır. Bağımlı dragline yalnız alt basamağı aldığı gibi (Şekil 3), genişletilmiş dilim üzerinde hem alt basamağı, hemde bağımsız dragline'in döktüğü yığını alarak çalışabilir (Şekil 4).



Şekil 1. Geri çekimli metotta bağımsız ve bağımlı dragline'lar



Şekil 2. İki basamakta geri çekimli metotta bağımsız ve bağımlı dragline'lar

## 2.1 İkili Dragline Sistemlerinde Dragline Eşleşme Problemleri

Dragline'lar arasında bağımlılık kötü eşleşmiş ve eşzamanlanmamış bir sistem oluşturma tehlikesinin sinyalini verir. Burada eşzamanlama örtükazı birimlerinin doğrusal ilerleme hızlarındaki yakınlık olarak tanımlanabilir ve doğrusal ilerleme hızları eşit olan birimlerden kurulu bir tandem sistem eşzamanlanmış denebilir. Doğrusal ilerleme hızı ise verilen bir süre içinde dilimin uzun eksen boyunca katedilen mesafedir, iki dragline beraber çalıştığında iki durum ortaya çıkabilir:

A. Bağımsız dragline'in ilerleme hızı bağımlı dragline'dan yüksektir. Bu koşulda iki durum oluşabilir:

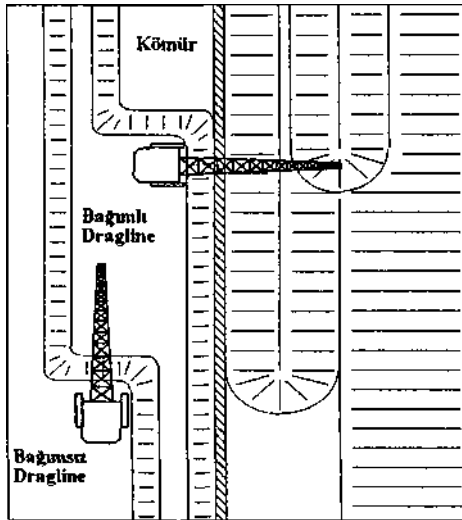
1. Bağımsız dragline'in doğrusal ilerleme hızı çok yüksektir ve kendisine atanan bloğu verilen süreden çok önce, bağımlı dragline ise atanan bloğu verilen süre içinde bitirir. Gerekli pasa miktarı gerçekleştirilse de, bağımsız dragline'in nihai bekleme süresi fazla olduğundan örtükazı maliyetinin yüksek olması beklenir.
2. Bağımsız dragline'in doğrusal ilerleme hızı normaldir ve kendisine atanan bloğu verilen süre içinde bitirir. Bağımlı dragline ise daha yavaş ilerlediğinden atanan

bloğu verilen süre içinde bitiremez. Dolayısıyla gerekli pasa miktarı gerçekleştirilemez.

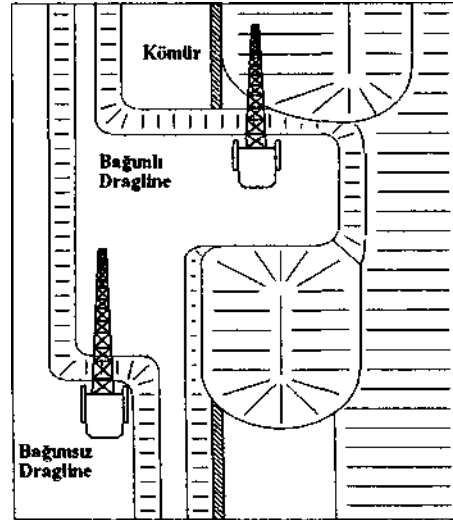
3. Bağımsız dragline'in doğrusal ilerleme hızı kendisine atanan bloğu verilen süre içinde bitirmek için düşüktür. Her iki dragline da kendilerine atanan blokları verilen süre içinde bitiremez. Dolayısıyla gerekli pasa miktarı gerçekleştirilemez.
4. Her iki dragline'in doğrusal ilerleme hızları normaldir ve atanan blokları verilen süre içinde bitirirler. Gerekli pasa miktarı gerçekleştirilir ve örtükazı maliyetinin normal olması beklenir.

B. Bağımlı dragline'in ilerleme hızı bağımsız dragline'dan yüksektir. Bu koşulda da iki durum oluşabilir

1. Bağımsız dragline'in doğrusal ilerleme hızı düşük olsa da, gerekli pasa miktarı verilen süre içinde gerçekleştirilir. Bu aşağıdaki şekilde olabilir:
  - a. Her iki dragline'in doğrusal ilerleme hızları normaldir ve atanan blokları verilen süre içinde bitirirler. Gerekli pasa miktarı gerçekleştirilir ve örtükazı maliyetinin makul sınırlar arasında olması beklenir.
  - b. Her iki dragline'in doğrusal ilerleme hızları çok yüksektir ve atanan blokları verilen süreden çok önce bitirirler. Gerekli pasa miktarı gerçekleştirilse de, nihai bekleme süreleri fazla olduğundan örtükazı maliyetinin yüksek olması beklenir.
2. Bağımlı dragline'in doğrusal ilerleme hızı düşüktür ve kazı işini zamanında tamamlayamaz.



Şekil 3. İki basamakta direk yana döküm metodunda bağımsız ve bağımlı dragline'ler



Şekil 4. Genişletilmiş alt basamak metodunda bağımsız ve bağımlı dragline'ler

## 2.2 İkili Sistem Eşleşmesi İçin Geliştirilen Model

Bu çalışma ile eşzamanlı ikili dragline sistemi seçen bir model geliştirmek amaçlanmıştır. Model birim zamanda bir tandem sistemi simüle edebilmekte ve sistemin başarılı olabilmesi için birimlerin verilen süre içinde kendilerine atanan blokları bitirmesi gerekmektedir.

### 2.2.1 Amaç Fonksiyonları

Modelin iki amacı vardır. Birincisi en az bekleme süresine, ikincisi ise en düşük örtükazı maliyetine sahip bir tandem dragline sistemi bulmaktır.

1. Bir ikili sistemde üç tür bekleme süresinden bahsedilebilir Bunlardan birincisi bağımsız, diğer ikisi ise bağımlı dragline'a aittir

- a. Bağımsız dragline'in nihai bekleme süresi: Bağımsız dragline'in kepçe kapasitesi gerekenden yüksek olursa, kendisine atanan bloğu verilenden daha kısa bir sürede bitirecek ve kalan zamanı da bekleme ile geçirecektir. Bekleme süresi ne kadar yüksek olursa, o dragline o kadar kötü bir alternatif demektir. Yüksek kapasiteli bir dragline'in fiyatı da yüksek olacağından, bu kendisini yüksek örtükazı maliyeti olarak yansıtabilir. Bu yüzden, bu fonksiyonun amacı nihai bekleme süresini en aza indirecek optimum bir bağımsız dragline seçmek olarak belirlenmiştir (Eşitlik 1).

$$\text{Min} \left\{ t_{b\bar{g}s_{nihai,k}} \right\} \quad k=1,2, \dots, l \quad [1]$$

$t_{b\bar{g}s_{nihai,k}}$  : k tandem kombinasyondaki bağımsız dragline'in verilen süre içinde kendisine atanan bloğu bitirdikten sonra nihai bekleme için harcadığı süre (san)

k : tandem kombinasyonu belirten rakam

l : toplam tandem dragline sistem adedi

- b. Bağımlı dragline'in örtükazı esnasında bekleme süresi Bağımlı bir dragline'in örtükazı için harcadığı süre bağımsız dragline'dan az ise, ona yaklaşacaktır. Bağımlı dragline, bu durumda, aralarında bağımsız dragline'in ilerlemesi ile belli bir mesafe sağlanıncaya kadar bekleyecek ve bu "güvenlik mesafesi"ne ulaşılması için geçen süre de bağımlı dragline'in örtükazı esnasında beklemesi olarak kaydedilecektir (Eşitlik 2).

$$t_{b\bar{g}l_{oper}} = \sum_{i=1}^n t_{b\bar{g}l_{setoper_i}} \quad [2]$$

$t_{b\bar{g}l_{oper}}$  : bağımlı dragline'in verilen süre içinde kendisine atanan blokta çalışırken bağımsız dragline' beklemek için harcadığı süre (san)

$$t_{bgl\_setoper} = (t_{bgs\_setkaz} - t_{bgl\_setkaz})$$

n • bağımlı dragline'in örtükazı esnasında bağımsız dragline'ı beklediği set adedi

$t_{bgs\_setkaz}$  : bağımsız dragline'in bir set kazısı için harcadığı süre (san)

$t_{bgl\_setkaz}$  : bağımlı dragline'in bir set kazısı için harcadığı süre (san)

Eşzamanlı bir tandem dragline sisteminde birimlerin doğrusal ilerleme hızları aynı olmalıdır. Bu şekilde her iki birim de blokları süratle kazabilirler. Diğer taraftan, kötü eşleştirilen sistemlerde ise, birimlerin ilerleme hızları aynı olmayacağından tüm sistemin verimliliğinin düşeceği kesindir. Bu yüzden, ikinci amaç fonksiyonu örtükazı esnasında bekleme süresi en düşük olan bağımlı dragline'i seçmek olacaktır (Eşitlik 3).

$$\text{Min } \{ t_{bgl\_operk} \} \quad [3]$$

- c. Bağımlı dragline'in nihai bekleme süresi: Yüksek kapasiteli bağımlı bir dragline kendisine atanan bloğun örtükazı işlemini bitirdikten sonra kalan süreyi beklemekle geçirecek ve bu süre kapasitedeki artışla doğru orantılı olarak artacaktır. Bu durum verimsiz bir işletme anlamına gelmektedir. Geliştirilen model, üçüncü fonksiyon ile nihai bekleme süresi en düşük olan bir bağımlı dragline seçmeyi amaçlamıştır (Eşitlik 4).

$$\text{Min } \{ t_{bgl\_nihai} \} \quad [4]$$

$t_{bgl\_nihai}$  : bağımlı dragline'in verilen süre içinde kendisine atanan bloğu bitirdikten sonra nihai bekleme için harcadığı süre (san)

2. Örtükazı maliyetinin en aza indirgenmesi bir tandem sistemdeki birimlerin bekleme sürelerinin de en aza indirgenmesi ile mümkün olabilir. Modeldeki ilk amaçla ilişkili olan ikinci amaç ile tandem sistemlerin sınıflandırılması sağlanmaktadır (Eşitlik 5).

$$C_{Tk} = \frac{C_{bgs_k} + C_{bgl_k}}{V_{pasa}} \quad [5]$$

$$V_{pasa} = V_{bgs\_pasa} + V_{bgl\_pasa}$$

$C_T$  : örtükazı maliyeti (USD/m<sup>3</sup>)

$C_{bgs}$  : bağımsız dragline'in belirli bir periyod için toplam yatırım ve işletme maliyeti (USD)

$C_{bgl}$  : bağımlı dragline'in belirli bir periyod için toplam yatırım ve işletme maliyeti (USD)

$V_{pasa}$  : tandem sistemin belirli bir periyod içinde kazması gereken yerinde pasa miktar

- $V_{b\ddot{g}s_{pasa}}$  : bağımsız dragline'm belirli bir periyod içinde kazması gereken yerinde pasa miktarı ( $m^3$ )
- $V_{b\ddot{g}l_{pasa}}$  : bağımlı dragline'in belirli bir periyod içinde kazması gereken yerinde pasa miktarı ( $m^3$ )

### 2.2.2 Kısıtlar

Yukarıda belirtilen amaç fonksiyonları iki fonksiyon ile kısıtlanmıştır Bunlar;

- a. Tandem dragline sistemleri, başarılı alternatifler olarak tanımlanmadan önce, kendilerine atanan blokların kazısını bitirmek durumundadırlar

$$V_{Y_{b\ddot{g}s_k}} \geq V_{b\ddot{g}s_{pasa_k}}$$

$$V_{Y_{b\ddot{g}l_k}} \geq V_{b\ddot{g}l_{pasa_k}}$$

$V_{Y_{b\ddot{g}s}}$  : bağımsız dragline tarafından belirli bir periyod içinde yapılan örtükazı miktarı ( $m^3$ )

$V_{Y_{b\ddot{g}l}}$  : bağımlı dragline tarafından belirli bir periyod içinde yapılan örtükazı miktarı ( $m^3$ )

- b. ikili dragline sistemlerinde, birimler arasında bağımlı dragline çalışma seviyesinin düzenlenmesi ve birbirlerine tehlikeli şekilde yaklaşmalarının önlenmesi amacıyla belli bir mesafe bulundurulmalıdır (Anon, 1977). Modelde, birimler arasında bağımsız dragline'm bir seferde kazdığı set uzunluğunun üç katı kadar bir güvenlik mesafesi bırakılmakta (Eşitlik 6) ve bağımlı dragline'in bağımsız dragline'a bu mesafeden daha fazla yaklaşmasına izin verilmemektedir. Bağımlı dragline, ancak bağımsız dragline üç set ilerledikten sonra örtükazı işlemine başlayabilir ve geçen süre bu ünitenin örtükazı esnasında harcanan bekleme süresine eklenir. Görülebileceği gibi, eşzamanlı sistemlerde bile, bu ilk üç set için harcanan süre yüzünden bağımlı dragline'm bir miktar bekleme süresi olacaktır.

$$d_{gk} = 3 * L_{b\ddot{g}s_{set_k}} \quad [6]$$

$d_g$  : bağımsız ve bağımlı dragline'lar arasında bırakılan güvenlik mesafesi, m

$L_{b\ddot{g}s_{set}}$  : bağımsız dragline'in kazdığı bir set uzunluğu, m

### 3.İKİLİ DRAGLINE SİSTEM SEÇİMİ

Geliştirilen metod örtükazı işlemlerinin uzatılmış alt basamak metodunda bir tandem dragline sisteminin kullanıldığı sanal bir yerüstü işletmesinde test edilmiştir Burada bağımsız dragline üst basamaktaki malzemeyi kazıp boş ocağa dökerken, bağımlı dragline ise alt basamağın uzatılması yardımıyla hem basamaktaki malzemeyi kazmakta hem de tekrar kazı yapmaktadır (Şekil 4). Sanal işletme ile ilgili bilgiler Çizelge 1'de, simülasyona giren dragline'lar ile ilgili bilgiler ise Çizelge 2'de verilmektedir.

Dragline'lar yaklaşık 260 birime ait bilgilerin bulunduğu bir veri tabanından alınmıştır. Genişletilmiş alt basamak modeli her birimin hem bağımsız hem de bağımlı olarak

çalışabilmesine izin verdiği için başlangıçta 4900 tandem sistem üretilmiştir (70\*70). Ancak bu sistemlerin simüle edilebilmeleri öncelikle geometrik kısıtlan sağlamalarına bağlı olduğundan, 276 ikili sistem simülasyona girmiş ve bunların arasından da 180 sistem gerekli pasa hacmini verilen süre içerisinde kazabilmişlerdir.

Bağımlı dragline'lann örtükazı esnasında bağımsız dragline'lan bekleme sürenin verilen sürenin (yıllık çalışma süresi) yüzdesi olarak Şekil 5'de verilmiştir. Burada her eğri belirli bir bağımsız dragline'ı ve üzerindeki noktalar da bu dragline ile tandem sistem oluşturan bağımlı dragline'lann örtükazı esnasında bekleme sürelerini yüzde olarak göstermektedir.

Çizelge 1. Sanal işletme ile ilgili bilgiler

Pasa kalınlığı	45 m
Kömür kalınlığı	5 m
Şev açısı	60°
Kömür şev açısı	60°
Yığın açısı	38°
Kabarma faktörü	30 %
Simulasyon süresi	8,760 saat (1yıl)
Yıllık çalışma süresi	7,000 saat
İstenen kömür üretimi	2,600,0001
örtükazı miktar	17,333,333 m <sup>3</sup>

Çizelge 2. Dragline'lann temel boyutlan

Grup	Dragline Numarası	Kepçe kapasitesi (m <sup>3</sup> )	Çalışma yarıçapı (m)
I	#1.#8	20-33	68-92
II	#9.#14	26-32	77-94
III	#15.#20	32-37	77-94
IV	#21.#27	36-43	77-93
V	#28.#34	44-56	83-100
VI	#35.#46	44-74	91-115
VII	#47.#58	64-83	92-116
VIII	#59.#70	80-96	97-121

Her eğri üzerinde, bağımlı dragline'lann kepçe kapasitesi arttıkça bekleme süreleri de artmaktadır. Bu da, yüksek kapasiteli bir bağımlı dragline'in örtükazıyı daha çabuk bitireceğini ve aynı bağımsız dragline'ı daha uzun süre bekleyeceğini göstermektedir.

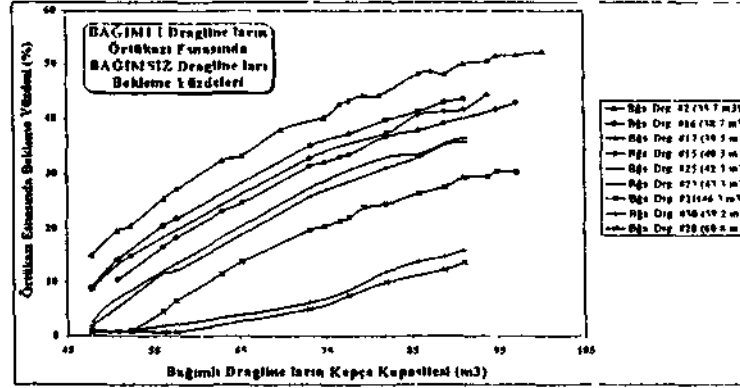
Ayrıca, belirli bir bağımlı dragline için örtükazı esnasında bekleme süresinin bağımsız dragline'in kepçe kapasitesi ile ters ilişkili olduğu ortaya çıkmaktadır. Burada, yüksek kapasiteli bağımsız bir dragline bir set malzeme kazısım düşük kapasiteli olandan daha çabuk bitireceğinden daha hızlı ilerleyecek ve bağımlı dragline'in da hızlı ilerlemesine olanak tanıyacaktır.

Bağımlı dragline'lann örtükazı sonrasındaki nihai bekleme süreleri ise verilen sürenin yüzdesi olarak Şekil 6'da verilmiştir.

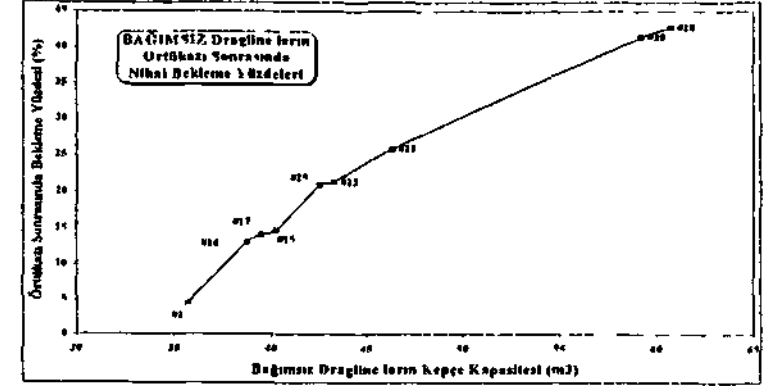
Şekil 7'de belirli bir tandem sistemdeki bağımsız dragline'lann örtükazı sonrasındaki nihai bekleme sürenin verilen sürenin yüzdesi olarak gösterilmiştir. Tahmin edileceği üzere, nihai bekleme süresi kepçe kapasitesi ile doğru orantılıdır.

İkili dragline sistemlerinin örtükazı maliyetleri Şekil 8'de verilmektedir. Göüleceği üzere bekleme süreleri düşük olan sistemlerin örtükazı maliyetleride düşüktür.

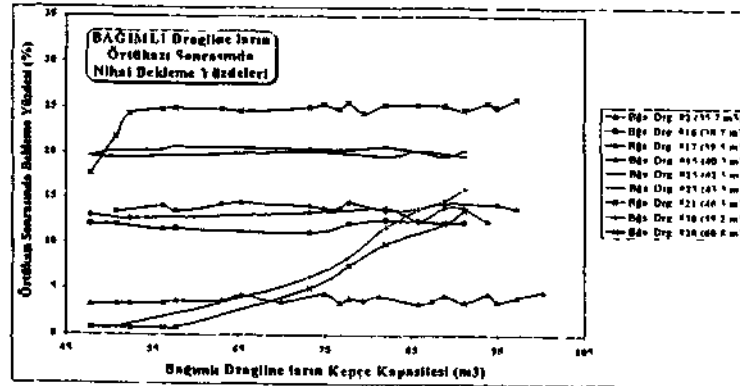




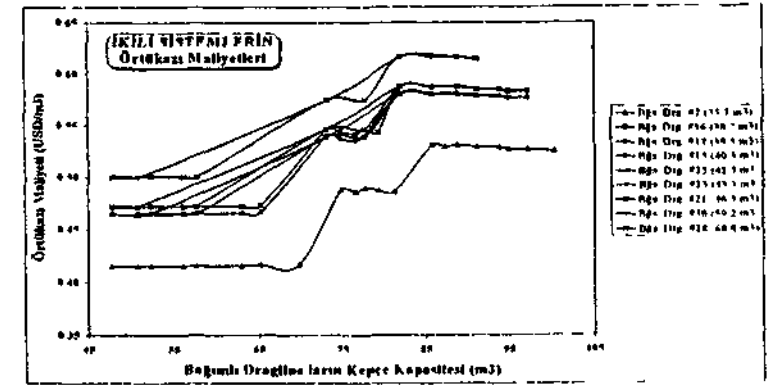
Şekil 5 Bağımlı dragline'ların ortakızı esasında bekleme yüzdeleri



Şekil 7 Bağımsız dragline'ların ortakızı sonrasında bekleme yüzdeleri



Şekil 6 Bağımlı dragline ların ortakızı sonrasında bekleme yüzdeleri



Şekil 8 İkili sistemlerin ortakızı maliyetleri

Üretim simülasyonunun yapılması ve örtükazı maliyetlerinin belirlenmesinden sonra, modelin amaç fonksiyonlarını sağlayan optimum ikili dragline kombinasyonuna ait bilgiler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3 Model amaç fonksiyonlarının sonuçları

İkili dragline sistem no	<b><i>m</i></b>	1
Bağımsız dragline no	<b>(#)</b>	1
Bağımlı dragline no	<b>(#)</b>	44
Bağımlı dragline örtükazı esnasında bekleme	<b>(%)</b>	14.92
Bağımlı dragline nihai bekleme	<b>(%)</b>	3 18
Bağımsız dragline nihai bekleme	<b>(%)</b>	4.69
Örtükazı maliyeti	<b>(USD/m<sup>3</sup>)</b>	0 41481

#### 4. SONUÇ

Bağımlı dragline'lann ikili dragline sistemlerinin verimliliği üzerinde büyük etkileri vardır. Bağımsız dragline'lann koşulsuz olarak ilerledikleri düşünüldüğünde, sistemin eşzamanlanmasına ancak bağımlı dragline'in ilerleme hızı bağımsız dragline'a eşit olduğunda ulaşılabilir. Bir ikili sistemin eşzamanlanma göstergeleri her iki dragline'ın da bekleme yüzdeleridir. Ancak birbirlerinden ayrı olarak değerlendirilmeleri yanlış sistem seçimine yol açabileceğinden, bu göstergeler bir bütün olarak irdelenmelidir

#### 5. KAYNAKLAR

**Anon**, (1977), *Surface Mining Supervisory Training Program*, Bucyrus-Ene Company, South Milwaukee, Wisconsin, USA, 224 p

Anon, (1993), *The Fundamentals of the Dragline*, Marion Division of INDRESCO Inc, 28p, Marion, Ohio, USA, 28 p.

**Fluor Utah, Inc. and Bonner and Moore Associates, Inc.**, (1977), *Economics of Large-Scale Surface Coal Mining Using Simulation Models: User's Manual for Dragline Stripping Micromodels*, Final Report, Vol. 14, National Technical Information Service (NTIS), U.S. Dept. of Commerce, Springfield, VA, USA, 246 p.

**Niemann-Delius, C. and Thiels, W.**, (1988), Planning and Scheduling by Mine Equipment and Mine Simulation Programs for Combined Cross Pit Spreader (XPS) and Dragline Operations, *Computer Applications in the Mineral Industry*, eds. Fytas, K. Collins, J.L. and Singhai R.K., Balkema, Rotterdam, pp. 369-372