

Açık İşletmelerde Bilgisayar Destekli Kamyon Sevk ve Atama Sistemleri ve Dünyadaki Uygulamaları

*Computer Aided Truck Dispatching Systems in Open Pit Mines and
World Applications*

**Erkin NASUF (*)
CENGİZ KIRMANLI (**)**

OZET

Kamyon sevk ve atama sistemleri bir çok madende, madencilik işlemlerini geliştirmek ve kar artırmak için kullanılan ileri teknoloji uygulamalarından biridir.

Bu yazıda, sistemin kısa bir tanıtımı yapılmış ve kullanımı anlatılmıştır. Ayrıca dünyada kullanılan kamyon sevk ve atama sistemleri açıklanmaya çalışılmış, ve bu sistemi kullanan şirketlerdeki üretim artışı verilmiştir.

ABSTRACT

Truck dispatching systems are one of the high technology used in many mining companies to improve operations and profits.

In this paper very brief introduction of the system is made and the use of the systems is explained. The truck dispatching systems used around the world are also tried to be explained and productivity increases of the mines in which these systems are used are given.

1. GİRİŞ

Açık işletmelerde kamyon nakliyatı yaygın olarak kullanılan bir taşıma sistemidir. İşletmenin derinliği ve örtü kazı oranı arttıkça kullanılan ekipman sayısı ve buna bağlı olarak yatırımlar da artacağından Kamyon-Kepçe sisteminin verimli bir şekilde çalışması maliyetlerde gözle görülür bir iyileşmeye neden olacaktır. Kamyon nakliyatının kontrol edilmesi iki şekilde olabilir. Bunlardan birincisi her bir kepçe için belirli sayıda kamyon tahsis edilmesi ve ikincisi her bir kamyonu ihtiyaç duyulan yere atamaktır.

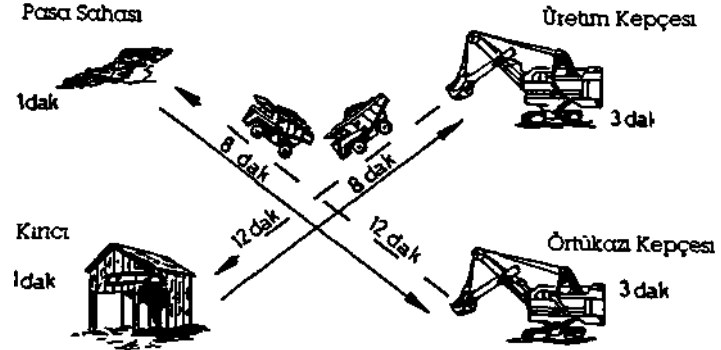
Kamyon-kepçe sayısının az olduğu küçük işletmelerde her bir kepçeye sabit sayıda kamyon tahsis edilmektedir. Büyük ölçekli madenlerde ise hem sahanın büyüklüğü hem de kullanılan ekipmanın farklı kapasitelerde olmasından dolayı kamyonların en verimli bir şekilde ve ihtiyaç duyulan yerlerde kullanılması gerekmektedir. Bunun sağlanması ise kamyonların ayn ayn ihtiyaç duyulan yerlere sevk edilmeleriyle mümkün olabilmektedir.

2. KAMYON SEVK VE ATAMA SİSTEMİ

İşletmelerde kamyonlar genellikle vardiya başında tertip edilmekte olup kamyon arızası, kepçenin arızalanıp kamyonların boş kalması, beklenmedik olaylar vb. aksaklıklar olduğunda kamyonlar farklı kepçelere atanmaktadır. Bütün madenin tek bir noktadan görülebildiği durumlarda bir ya da birkaç gözlemci kamyonları UHF radyo sistemiyle gerekli yerlere atayabilir. Ancak, büyük madenlerde bütün madencilik faaliyetlerini bir noktadan görmek çok zor olduğundan gözlemsel kontrol yeterli olmamakta ve bilgisayar destekli kontrol sistemlerinin kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır.

Kamyon sevk ve atama sisteminde esas amaç kamyon ölü zamanını azaltmak ve kamyon kullanımını artırmaktır. Üretim ve örtü kazıda çalışan birer kepçe ve kamyonu ele alarak konuyu basitleştirirsek Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiş olan sistem elde edilir. Her bir kepçeye sadece bir kamyon atandığında 20 dakı-

ka kamyon gidiş dönüş süresi 3 dakikalık doldurma ve 1 dakikalık boşaltma süresi için örtü kazıda $24/3=8$ adet kamyon gerekmektedir. Aynı şekilde, üretim için de 8 adet kamyon gerekmektedir. Böylece iki kepçe için toplam 16 adet kamyon gerekmektedir.

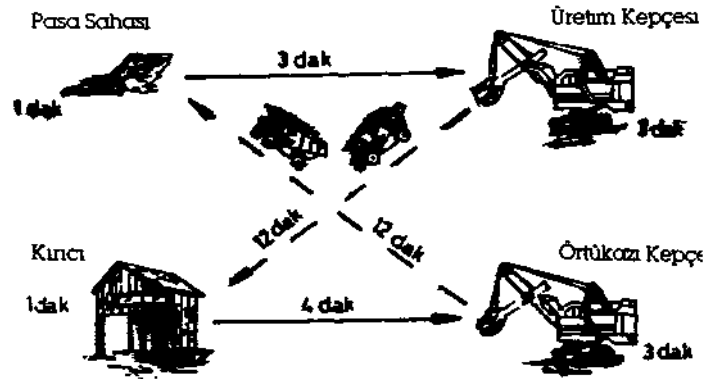


Cevher çevrim süresi = 24 dak
En yüksek doldurma/boşaltma süresi = 3 dak
Cevher Kamyonu sayısı = 8

Örtü kazı çevrim süresi = 24 dak
En yüksek doldurma/boşaltma süresi = 3 dak
Örtü kazı kamyonu sayısı = 8

Toplam kamyon ihtiyacı = 16 adet

Şekil 1. Klasik kamyon-kepçe sistemine göre kamyon ihtiyacı (Chironis, 1985)



Atanmış çevrim süresi = 39 dak
En yüksek doldurma/boşaltma süresi = 3 dak

Kamyon sayısı = 13 adet

Toplam Kamyon ihtiyacı = 19 adet

Şekil 2. Kamyon sevk ve atama sistemine göre kamyon ihtiyacı (Crüronis;1985)

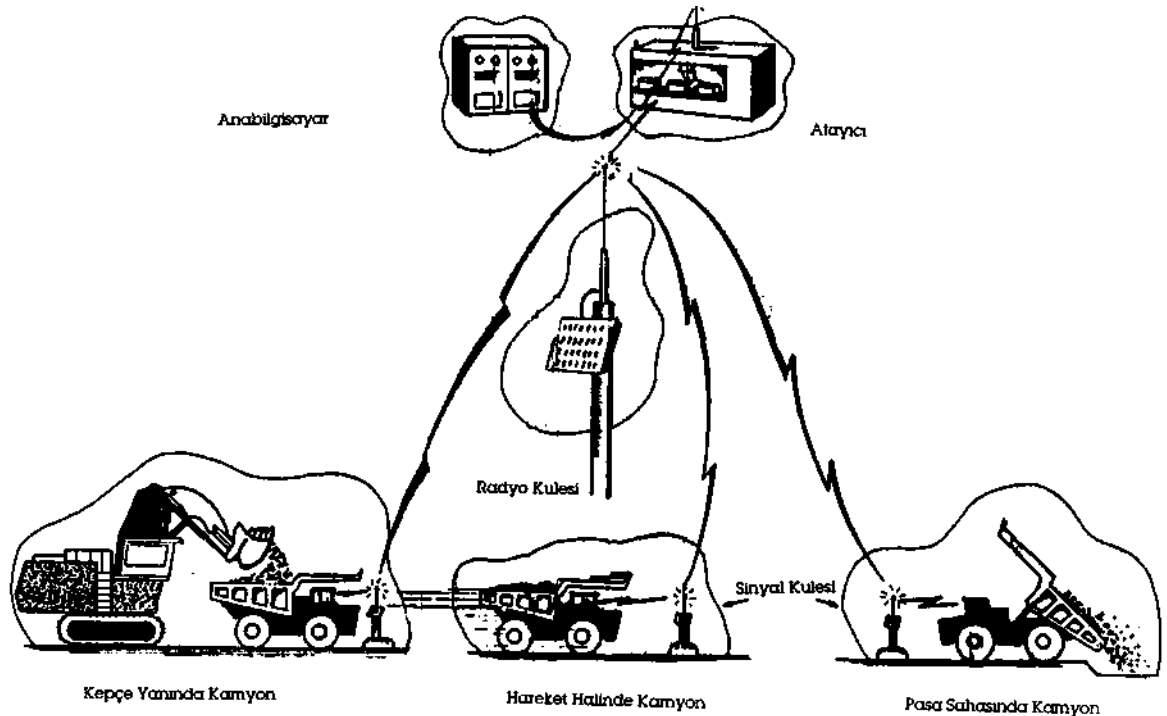
Buna karşılık üretimde kullanılan kamyon kınıcından sonra en yakınındaki örtü kazı kepçesine atanırsa, çevrim süresi toplam olarak 39 dakika olmakta ve kamyon sayısı $39/3=13$ olarak elde edilmiştir (Şekil 2). Buradan aynı kamyonun hem örtü kazı hem de üretim faaliyetinde çalıştırılması durumunda daha az kamyon gerektiği açıkça görülmektedir. Böylece kamyon sevk ve atama sistemleri sayesinde hem maliyetlerde azalma hem de verimli çalışma sağlanabilmektedir.

Kamyon sevk ve atama sistemlerinin kullanıldığı madenlerde kepçe ve kamyon sayılarının fazla olması durumunda her bir ekipman için en kısa yol seçimi ve uygun atamanın yapılabilmesi ve ayrıca bütün bu işlemlerin en kısa sürede gerçekleştirilebilmesi için bilgisayar kullanımına ihtiyaç vardır (Chironis; 1985).

3. KAMYON SEVK VE ATAMA SİSTEMİNİN ÇALIŞMASI

3.1. Sistem ile ilgili Donanımlar

Kamyon sevk ve atama sistemi belirli yan donanımlar ile birlikte çalışmaktadır. Bu donanımlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Şekil 3) (Pearse;1991).



Şekil 3. Kamyon sevk ve atama sisteminin şematik görünümü

3.1.1. Ana merkez

Ana merkez, içinde bir ya da birkaç atayıcı görevli bulunan ve işletmeyi yüksek bir yerden gören kontrol merkezidir. Bu merkezle bilgisayar sistemini oluşturan bölüm monitörler vasıtasıyla bağlantılıdır. Görevli personel bu monitörlerden o anda işletmede olan bütün olayları izleyebilmekte ve gerektiğinde müdahale edebilmektedirler.

3.1.2. Haberleşme teçhizatı

Ana bilgisayar, kamyonlar ve kepçeler arasındaki iletişim, bir radyo kulesi ve atayıcı vasıtasıyla sağlanmaktadır. Radyo kulesi tüm işletmeye hakim bir noktaya kurulduğunda, bütün haberleşme kesiksiz olarak sağanabilir.

3.1.3. Sinyal kulesi

İşletmede önemli kavşak noktalarına, paşa sahasına, kırıcı yakınma konulan bu cihazlar kamyonlarla sinyal alışverişini sağlamak ve bu sinyalleri radyo kulesi vasıtasıyla ana bilgisayara iletmektedir. Bu cihazlar uygun yerlerde alternatif akımla beslenebildikleri gibi pille ya da güneş enerjisi ile de çalıştırılmaktadır. Cihazlar ilerleyen madencilik faaliyetlerine bağlı olarak

madencilik

kızaklı ya da sabit olabilmektedir.

3.1.4. Diğer ekipmanlar

Kesintisiz bir enerji kaynağı, UHF FM radyo, her bir kepçe ve kamyonu monte edilen kontrol panelleri sistemi oluşturan diğer elemanlardır,

3.2. Sistemin çalıştırılması

Vardiya başında kepecelere atanmış olan kamyonlar doldurulduktan sonra kepeğin yanından ayrıldığını kabin içine monte edilmiş olan kontrol paneli vasıtasıyla bildirir. Kamyonun bu işlem için verdiği sinyal, sinyal kuleleri tarafından haberleşme kulesi vasıtasıyla ana bilgisayara aktarılır. Kamyon ayrılırken kepçe operatörü de benzer şekilde kabindeki kontrol paneli ile kamyonu yüklenen yükün cinsini, kamyonun yanından ayrıldığını ve kamyon ihtiyacını ana bilgisayara bildirir.

Kamyon pasa sahasına ya da kamyona geldiğini sisteme, boşaltma işlemini bitirdikten sonra şoför hazır olduğunu aynı şekilde ana bilgisayara bildirir. Sistem, bütün bu bilgileri değerlendirip kamyonların gideceği güzergahı ve yeri hesaplayarak kamyonun gideceği en uygun kepeciyi, güzergah boyunca yerleştirilmiş olan sinyal kuleleri de, yanından geçen bütün kamyonlarla sinyal alışverişini yaparak bunu ana bilgisayara bildirmektedir. Böylece sistem, kamyonun herhangi bir anda nerede olduğunu tespit etmekte ve kamyon yanlış bir yere gittiğinde onu uyarabilmektedir. Kamyon, kepeğin yanına yerleştirilmiş olan sinyal kulesinin yanından geçerken, kamyonun kepeceye vardığı sisteme bildirilir. Sistem daha sonra kamyonun dolduğunu ve yükün cinsi ile ilgili bilgileri aldıktan sonra kamyonu gideceği yeri bildirir. Ayrıca şoför yol boyunca oluşan herhangi bir aksaklık ya da gecikmeyi özel kodlarla kontrol panelinden sisteme aktarmakta ve böylece anında müdahale imkanı sağlanmaktadır. Sistemin çalışması iletişimin ve kontrolün sağlanması Şekil 3'de şematik olarak gösterilmiştir.

Yukarıdaki işlemlere ek olarak günümüz maden makinalarında bulu-

nan yükün otomatik olarak belirlenmesi, motor performansları, yakıt ve aşırı çalışma kontrolleri gibi ölçümlerin yapıldığı mikro bilgisayar tabanlı veri toplama sistemlerinden elde edilen sinyaller de aynı sinyal kuleleri tarafından sisteme aktarılarak veri bankalarının oluşturulması sağlanmakta, ekipman kontrol edilmekte ve detaylı analizlerin grafiksel olarak raporlanabilme imkanı sağlanmaktadır. Kamyon sevk ve atama sistemlerinin çalışması sırasında atayıcıya sağladığı imkanlar ve sistemin özellikleri 4. bölümde detaylı olarak verilmiştir.

4. ÇEŞİTLİ KAMYON SEVK VE ATAMA SİSTEMLERİ

4.1. Modüler Madencilik Sistemi

Sistem dünyada en çok kullanım alanına sahip olup, dinamik programlama algoritması kullanılarak hazırlanmıştır. (Modular Mining System;....,1994). Sistemin kullanıcıya sağladığı yararları, ana başlıklar altında şu şekilde sıralayabiliriz:

- **Madenin yönetimi:** Bütün madencilik faaliyetleri sistem tarafından kontrol edilir.

- **En yüksek üretim:** Nakliye yollarının optimizasyonu ve uygun atama ile kamyon kullanımının artırılması.

- **Genel raporlama :** Detaylı üretim raporları; ekipman ve operatör performans raporları; ekipman ya da filo kullanım istatistikleri vb. raporlar istenen zaman aralığı için elde edilir.

- **Toplam zaman raporlaması:** Her bir kepçe ya da kamyon için gerçek zaman ya da toplam zaman hesaplamaları verilir.

- **Tenor raporları:** Aynalardaki tenor; kına ya da stok sahasındaki ortalama tenor hesaplamaları verilir.

- **Bakım raporları:** Kullanılan makinalara ait bakım çizelge, periyot ve en uygun bakım zamanı hesaplama raporları; kamyonların lastik tekerlek kullanımı ve bakımlarıyla ilgili veri raporları.

- **Gecikme ve arıza raporları:** Kamyonların ve kepeçelerin arızalanması, arızadan çıkması durumunda ya da

oluşan beklenmedik gecikmelerde sistem atayıcıya ne yapması gerektiğini sorar ya da otomatik olarak gerekli atamaları yapar. Sistem, bakım raporları, t-km/kullanım süresi raporları vb. raporları atayıcıya verir.

- **Üretim raporları:** Atayıcı/vardiya sırasında ya da sonrasında üretimi değiştirmek için sisteme elle veri girer.

- **Trend analiz:** Sistem, daha önce toplamış olduğu verileri kullanarak ileriye dönük maden modelini oluşturmaktadır.

- **Simulasyon:** Yerinde yapılan incelemelerde elde edilen gerçek zaman verilerine bağlı olarak yapılmaktadır.

- **Madencilik verimleri:** Sistem bütün nakliyat faaliyetlerini ve ekipmanların çalışmalarını analiz ederek işletme için uygun değerlerde olup olmadığını kontrol eder. Maliyet ve verimlilik analizlerini verir.

- **Grafik gösterimler:** Nakliye yolları, ekipmanların bulunduğu yerler ve istatistik verileri ekranlardan renkli ve grafiksel olarak elde edilir.

Ana hatları yukarıda özetlenmiş olan sistemin çalışması sırasında atayıcıya sağladığı avantajlar ve sistemin özelliklerine daha detaylı bakmak gereklidir. Bunları da şu şekilde sıralayabiliriz:

- Kamyon ataması sistem tarafından otomatik olarak yapılır.

- Kamyonlar; atayıcı sistem tarafından istenilen yer ve kepeklere elle atanabilir.

- Nakliyat kamyonu ve kepekle filolana bağlı olarak optimize edilir. Kepeğin tek ya da çift yönlü kazı yapmasına göre kamyon ataması otomatik olarak yapılır.

- Atayıcı bazı nakliye yollarını tek yönlü hale getirebilmekte ya da tamamen kapatılarak kamyonların, madenin başka bölümlerine geçmesini önleyebilmektedir.

- İşletme çok sayıda ocak ya da pano dan oluşuyorsa, kamyonlar buralara sürekli olarak atanabilmektedirler.

- Operatörler manuel ya da otomatik olarak da atanabilmekte ve ayrıca bütün ekipman operatörleri incelenerek herhangi bir operatörün performansı

gözlenebilmektedir.

- Kamyonların yağlama, yakıt alma vb. ihtiyaçları çalışma saati ve performans incelemelerine göre otomatik olarak yapılarak bakım çizelgeleri oluşturulmakta, patlatma sonucu oluşan arıza ve gecikmeler de gözlenebilmektedir.

- Yemek molası, vardiya değişimi, diğer beklemler otomatik olarak verilmekte, her bir operatör için eşit süreli mola düzenlenmesi yapılabilmektedir.

- Stok sahasında ya da kmcıda farklı tenor ve malzeme gelişine bağlı olarak harmanlama yapılabilmekte, böylece stok sahasındaki yeniden kaza en aza indirilmektedir.

- Ekipman atayıcı tarafından belirli tenor ya da malzeme kazısı için öncelikli olarak kullanılabilir. Atayıcı ayrıca elle, kamyonları belirli kepeklere ya da kepekleri belirli kazılara sürekli olarak atayabilmekte ya da bu işten alabilmektedir.

- Sistem kendisine ulaşan bütün bilgileri incelemekte, kontrol etmekte ve eğer hatalı bilgi girişi varsa bunu atayıcıya raporlanmakta ya da sesli ikazda bulunabilmektedir.

- Sistemin özelliğinin en önemlilerinden birini de kamyon acil ikaz sistemleri oluşturmaktadır. Kamyonlara monte edilen cihazlarla aşırı hız, aşırı yük, motor performansları vb. çalışma koşulları sürekli olarak kontrol edilerek kamyonların arızalanması önceden önlenabilmekte ya da en aza indirilmektedir.

- Sistem topladığı verilerle veri bankasını oluşturarak bunları saklamakta ya da raporlayabilmektedir.

- Sistem kullanım dili olarak İngilizce yanı sıra İspanyolca, Fransızca, Almanca, Yunanca gibi dillere de uyumludur.

4.2. Üretim Gözlem ve Kontrol Sistemi

Bu sistem 150 ya da daha fazla kamyonun bulunduğu yerlerde kullanılabilir. Wenco tarafından geliştirilmiş olan sistemin ana yapısını hareketli veri terminalleri oluşturmaktadır. Gözlemci özellikle geceleri çok az ışıkta bile okunmaya uygun ekrana sahip olan terminallerin monte edildiği arabalarla maddede gezilmektedir. Sinyal Içulelerinin

Çizelge 1. Dünyada Kamyon Sevk ve Atama Sistemi Kullanan Bazı İşletmeler (Modüler Mining System).

İşletme	Yer	Cevher	Verim artışı (<%)
Barrick Goldstrike	Nevada, USA	Altın	15 ,
Bong Mining Company	Liberya	Demir	10 -
Bougainville Copper	Papua Yeni Gine	Bakır	13
Chino Mines Company	New Mexico	Bakır	13
El Cerrejon Zone Norte	Kolombiya	Kömür	13
Empire Iron Mine	Michigan, USA	Demir	10
Iron Ore Co. of Canada	Newfoundland	Demir	23
LTV Steel Mining Company	Minnesota.USA	Demir	10
Morenci Mining Company	Arizona.USA	Bakır	10
Phelps Dodge, Tyrone	New Mexico	Bakır	11
Plabora Mining Company	Güney Afrika	Bakır	7
Quintette Coal	British Columbia	Kömür	10
Tilden Mining Company	Michigan, USA	Demir	10

lityum pillerle çalışması temin edilmiştir. Sistem ilk olarak işletim sistemi IBM uyumlu donanımlara da uyarlanmıştır. Sistemde hazırlanan raporlar başka bilgisayar sistemlerine de aktarılabilmektedir ve herhangi bir anda yapılabilmektedir (Pearse,1991).

4.3. PC-Nakliyat

Sistem 30 kamyon ve 9 kepçe kapasiteye kadar çalışabilmekte fakat işletme tam olarak simgelenemiyorsa 5 ayrı işletme varmış gibi işlem yapabilmektedir(Pearse,1991).

Sistemde bir kepçe için nakliyat süresi belirlenmiş olan kamyonlar ekranda alt alta görüntülenmektedir. Kamyon, gecikme süresini doldurursa bu toplam negatif süre olarak belirlenmekte ve sistem nakliye süresinin ortalamasını alarak güncellenmektedir. Her bir kamyonun kepçeye atanmasından sonra, sistem ekskavator doldurma süresini vererek sonraki kamyonu yükleme süresi en az olan kepçeye atamaktadır.

5. DÜNYADAKİ UYGULAMALAR

Kamyon sevk ve atama sistemi dünyada geniş bir kullanım alanına sa-

hiptir. Özellikle Amerika'daki açık işletmelerde sistem oldukça iyi verim artışları göstermiştir. Dünyada bu sistemi kullanan bazı işletmelerin yerleri ve uygulamaları sonucu elde edilen verim artışları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelgeden de görüldüğü gibi sistemin kullanılmasıyla her bir kamyon ve kepçenin verim artışı % 7 - 23 arasında değişmektedir(Zaburunov, 1988; ;1991b). Çeşitli işletmelerdeki verim artışları kullanılan kamyon ve kepçe sayısı ile orantılandığında sistem kullanılmaya başlandıktan sonra kamyon sayısında % 10'a varan azalma bakım sürelerini artırmakta ve ekipmanın kullanım ömrünü uzatmaktadır.

6. SONUÇLAR

Açık işletmelerde kamyon sevk ve atama sistemlerinin kullanılmasıyla elde edilen avantajları şu şekilde verebiliriz:

- Kamyonların km olarak aldıkları yol kısaltılmakta ve ömürleri artmaktadır.
- Cevher kalitesi seçimli kazının sağlanması ile kontrol edilebilmektedir.
- Delme ve nakliye oranları, bakım ve

arızalar otomatik olarak kaydedilmektedir.

- Ekipman için en uygun yakıt alma, bakım zamanı ve yeri bilgisayar tarafından belirlenebilmektedir

- İkaz sistemi ile ekipmanlardaki arıza oluşumu önlenmektedir.

- Kamyon ve kepçe sayılarındaki değişimler simule edilmektedir.

- Belirli bir anda üretim, örtükazı ile ilgili raporlama yapılabilmektedir.

- Üretim arttığı ve maliyetler azaldığı için işletmenin kan ve verimi artmaktadır.

Bilgisayar destekli sistemlerin pahalı görünmelerine rağmen günümüzde yaklaşık 2 milyon dolar değere sahip bir kamyonun tasarruf edilmesi ya da aynı kamyon sayısında üretimin artırılması, yapılan yatırımın en kısa sürede geri dönmesini sağlaması açısından önemlidir.

KAYNAKLAR

.....1991a "Goldstrike to become largest North American gold producer", E&MJ, No: 192: March, pp.3-11.

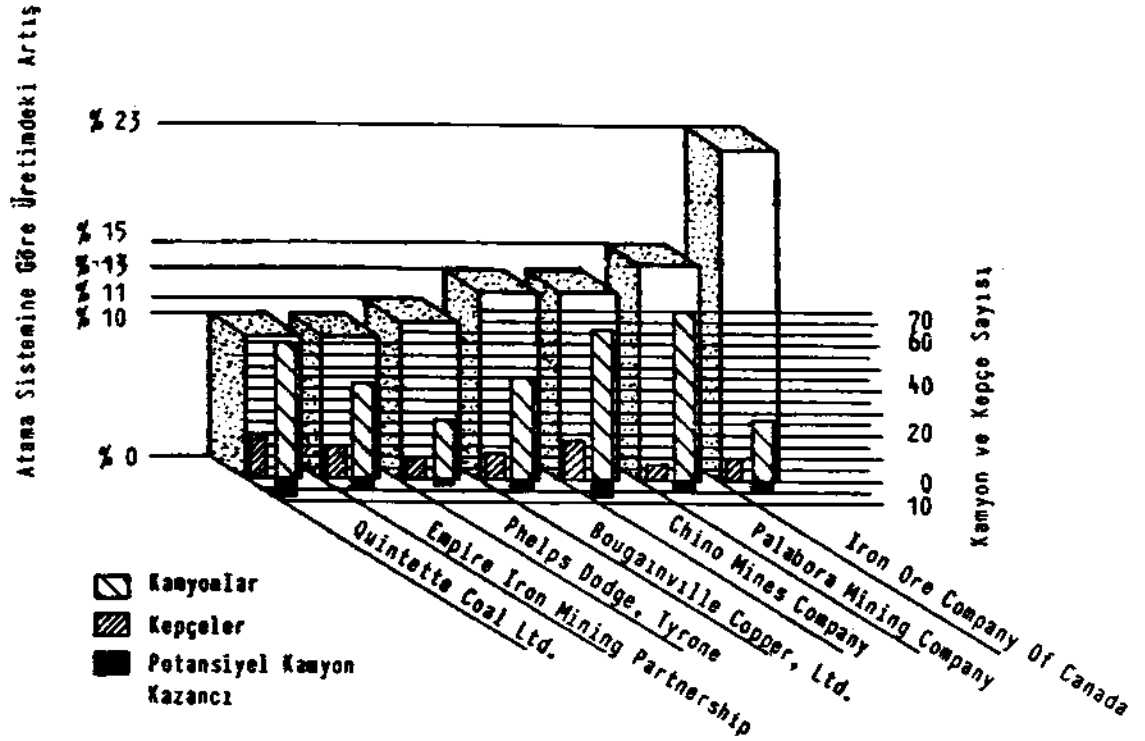
.....1991b; "IN FOCUS DISPATCHING, The Official Version: Modular's Dispatch", World Mining Equipment, vol., 15, No 4, April, pp.16-20.

CHRONIS, N.P., 1985; "Computer Monitors and Controls all Truck-Shovel Operations", Coal Age, Mach, pp. 50-55

Modular Mining Systems; Dispatch, Catalog

PEARSE, G., 1991; "Maximizing Load and Haul Efficiencies" Mining Magazine, August, pp.81-86.

ZABURUNOV, S.A. 1988; "Yes, Quintette is alive and producing in northern Canada, Coal, August, pp. 42-28



Sekil 4 Klasik sisteme göre kamyon sevk ve atama sistemindeki verim artışı (Modular Mining System)

DÜŞÜNÜN

**TANITIMINIZ İÇİN
30 YILI AŞKIN BİR SÜREDİR
SEKTÖRÜMÜZE HİZMET VEREN
MADENCİLİK DERGİSİ
VAR...**

SEÇİN