

RAILSİM BENZETİM PROGRAMININ ZONGULDAK MERKEZ LAWARI RAY ULAŞIM SİSTEMİNE UYCULANMASI

Erkin NASUF*
Süha NİZAMOĞLU*
Nurettin KALAFAT**

ÖZET

Günümüz işletmelerinde ray ulaşım sistemlerinin planlanması ve işletilmesinde geleneksel yöntemler artık mühendislere yeterli yardım sağlayamamakta ve zaman zaman mühendis vereceği kararın doğruluğundan kesinlikle emin olamamaktadır.

Bu karmaşık ulaşım problemleri ve verilen karara göre yapılan yatırımların verimli olma zorunlukları araştırmacıları ve mühendisleri yeni yaklaşımlar aramaya yöneltmiştir. Bunlardan birisi de öteden beri bilinen matematik modelleri konuya uygun biçimde programlayarak bilgisayarda çözümlenebilen benzetim programlarını kullanmaktadır.

Konumuz olan RAILSİM ray ulaşım benzetim programı 1968 senesinde Virginia Politeknik Enstitüsünde geliştirilmiş ve IBM 7040 bilgisayarı için FORTRAN IV dilinde yazılmıştır. Bu yöntemin ilk uygulaması Zonguldak Merkez Lavvarı kömür ulaşım sistemine yapılmıştır.

* . Dr. Maden Yüksek Mühendisi, Maden Fakültesi, i Tu., istanbul

** Makina Mühendisi, EKİ Yöneylem Araştırma Müdürlüğü, Zonguldak

SUMMARY

The problems encountered in the operation and design of rail haulage systems can be quite complex. Some of the problems are impossible to solve by conventional methods/A computer program has been developed at the Virginia Polytechnic Institute to provide solutions to such problems.

In this article the VPI—OCR Rail—Haulage Simulator (RAILSIM) Program is described briefly and it's application to the rail haulage system lying between Zonguldak Central coal preparation plant and Kozlu, Asma, Çaydamar loading stations is explained

As conclusions, it is found that RAILSIM program can be succesfully applied for this hind of transportation problems.

Finally in this particular case three locomotives is found tobe sufficient for the rail haulage system of Zonguldak.

1. RAILSIM PROGRAMININ TANITILMASI

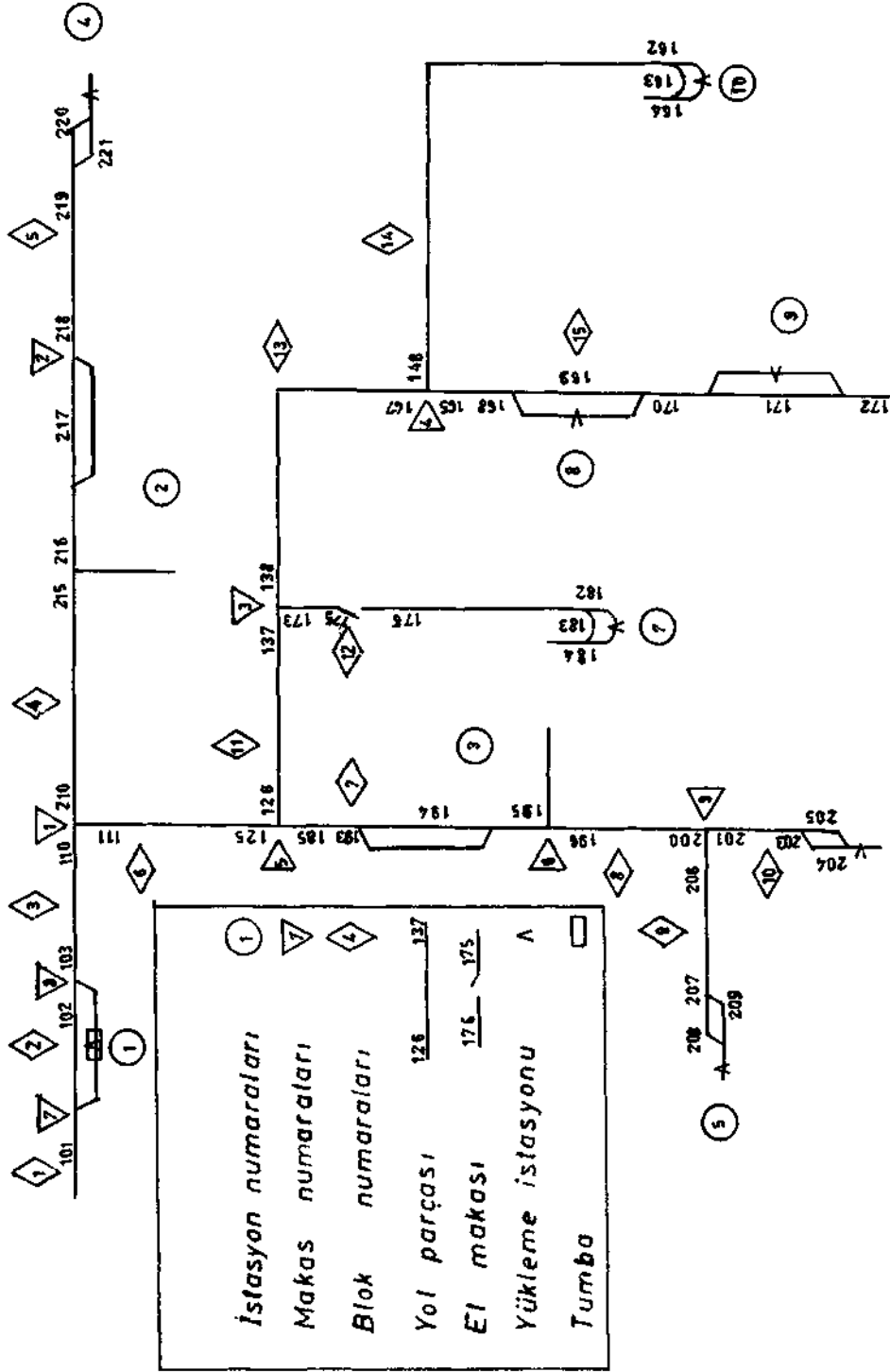
RAILSIM programı, gerçekte aynı zamanda olan olayları, benzetim sürecinde incelemek için, olay olay zamanda sıralama yöntemini kullanır. Bu yöntem, belirli bir At zaman adımımda ulaşım sistemindeki tüm olayları inceleyip gerekli kararları vermek daha sonra takibeden At zaman adımına geçmek şeklinde açıklanabilir.

Bu program çeşitli noktalardan nakledilen tüm yükün yalnız bir tek boşaltma yerine götürülen ray ulaşım sistemlerine uygulanır. Bu ön koşul sağlandıktan sonra benzetim programı çok çeşitli seçenekleri denemeye açıktır. Şekil. 1'de teorik genel bir nakliyat şeması verilmiştir.

Bu şemada görüldüğü gibi program birden fazla yükleme istasyonundan yükleme benzetimi yapabilmektedir. Bu noktalardan alınan dolu vagonların doğrudan doğruya tumbaya ya da bir ara toplama istasyonuna götürme benzetimi, çeşitli istasyonların manevra özelliklerine göre sağlanmaktadır. Ulaşım şebekesindeki istasyonlar ve tipleri, makaslar, güzergahlar gibi yerler özel kodlama yöntemiyle programa verilmektedir.

Program işçilik süreleri, vagonların dolma ve boşalmaları gibi olayların benzetimini verilen istatistiksel dağılımlardan ve rastsal sayı örnekleme ilkesine göre yapmaktadır.

RAILSIM ray ulaşım benzetim programı bir ulaşım sisteminde uygulanabilecek her türlü seçeneği kabul etmekte, bu seçeneklerin irdelenmesini yapıp sonuçları verebilmektedir. Sonuçların sağlıklı olması verilerin doğru ve tam toplanmasına ve gerektiği gibi hazırlanmasına bağlıdır. Benzetim ile çözümleme üç aşamada gerçekleştirilir.



Şekil 1: RAILSIM için tipik demiryolu ağı şeması

- a) Hazırlanan verilerle programın hatasız çalıştırılması
- b) Veriler seviyesinde yapılan küçük değişiklikler ile programın verdiği sonuçların gerçek sonuçlara yaklaştırılması
- c) Aranılan çözüm için mevcut problemin çeşitli seçeneklerinin denenmesi.

2. VERİ TOPLAMA VE HAZIRLAMA

RAILSIM benzetim programının sağlıklı işlemesi ve verdiği sonuçların mühendisin alacağı kararlara en iyi desteği sağlaması için programın istediği verileri eksiksiz ve gerçeğe en yakın şekliyle toplamak gerekmektedir. Elde olmayan nedenlerle bulunamayan bazı veriler, örneğin rayların tutma katsayısı gibi, programın kendisine deneme yanılma yolu ile hesap ettirilebilir.

Programa gerekli veriler dört ana grupta toplanabilir. Bunlar:

- a) Ulaşım şebekesi ile ilgili veriler,
- b) Üretim ile ilgili veriler,
- c) Kullanılan araçların teknik özellikleri ve sayıları ile ilgili veriler,
- d) Benzetilmesi istenen vardiya veya vardiyaların vardiya başı durumları, vardiya süresince yapılan işçilik süreleri ve örneğin lokomotif atamaları gibi çalışma sistemi ile ilgili verilerdir.

2.1. ULAŞIM ŞEBEKESİ İLE İLGİLİ VERİLER

Benzetilecek ulaşım şebekesinin içerdiği tüm yolların eğimleri ve eğrilik yarıçapları ölçekli bir plân üzerine işlenmelidir. Yol şebekesi önce eğim değişimlerine göre parçalara ayrılmalı daha sonra bir kısmı eğrilik gösteren parçalar eğri ve düz olarak iki kısma bölünmelidir. Böylece belirlenen her yol parçasının komşu parçalara göre değişik bir eğim ve varsa bir eğrilik yarıçapı olur. Bundan başka yol parçalarının uzunlukları, tutma katsayıları ve üzerinde izin verilen en fazla emniyetli hızlar belirlenmelidir.

Şebeke ile ilgili diğer hazırlıklar ise yükleme, boşaltma ve varsa ara toplama istasyonlarının boşlar ve dolular kollarının ve diğer manevra yollarının uzunluklarının belirlenmesidir.

2.2. ÜRETİM İLE İLGİLİ VERİLER

Bu verilerin hazırlanması için, üretimin vardiya içindeki yayılışını, ardarda 6-9 vardiya boyunca gözlemek yeterlidir. Bu gözlemler vardiyanın çalışma süresini eşit olan veya olmayan fakat genel olarak 60 dakikayı geçmeyen sürelerle bölerek, bu süreler içinde üretilen cevherin miktarı saptanarak yapılır.

ölçüler, yükleme yerinde bir silo varsa, bu siloya tumba edilen araba sayısı veya siloya cevher dökme band debisi olarak yapılabildiği gibi, silonun altında dolan arabaların sayılarının zaman dilimleri içinde dağılımları olarak da yapılabilir.

Bu gözlemler, ortalama vardiya üretiminin miktarını ve standart sapmasını ve tüm yükleme istasyonları için bir tek olan üretim eğrisini belirlemek için yeterlidir.

Maden üretim eğrisinin çizilmesi için aşağıdaki yol uygulanır. Her yükleme istasyonu için ardarda 6 vardiya gözlemlendiğini ve üç yükleme istasyonu olduğunu kabul edersek:

- Her zaman dilimine düşen ($3 \times 6 = 18$) değerlerin ortalaması hesaplanır,
- Bu değerler ve bunların toplamı kullanılarak

$$100 \cdot \frac{\Delta U}{U_T} \cdot \frac{1}{t}$$

ΔU = zaman dilimindeki üretim (ton)

U_T = toplam üretim (ton)

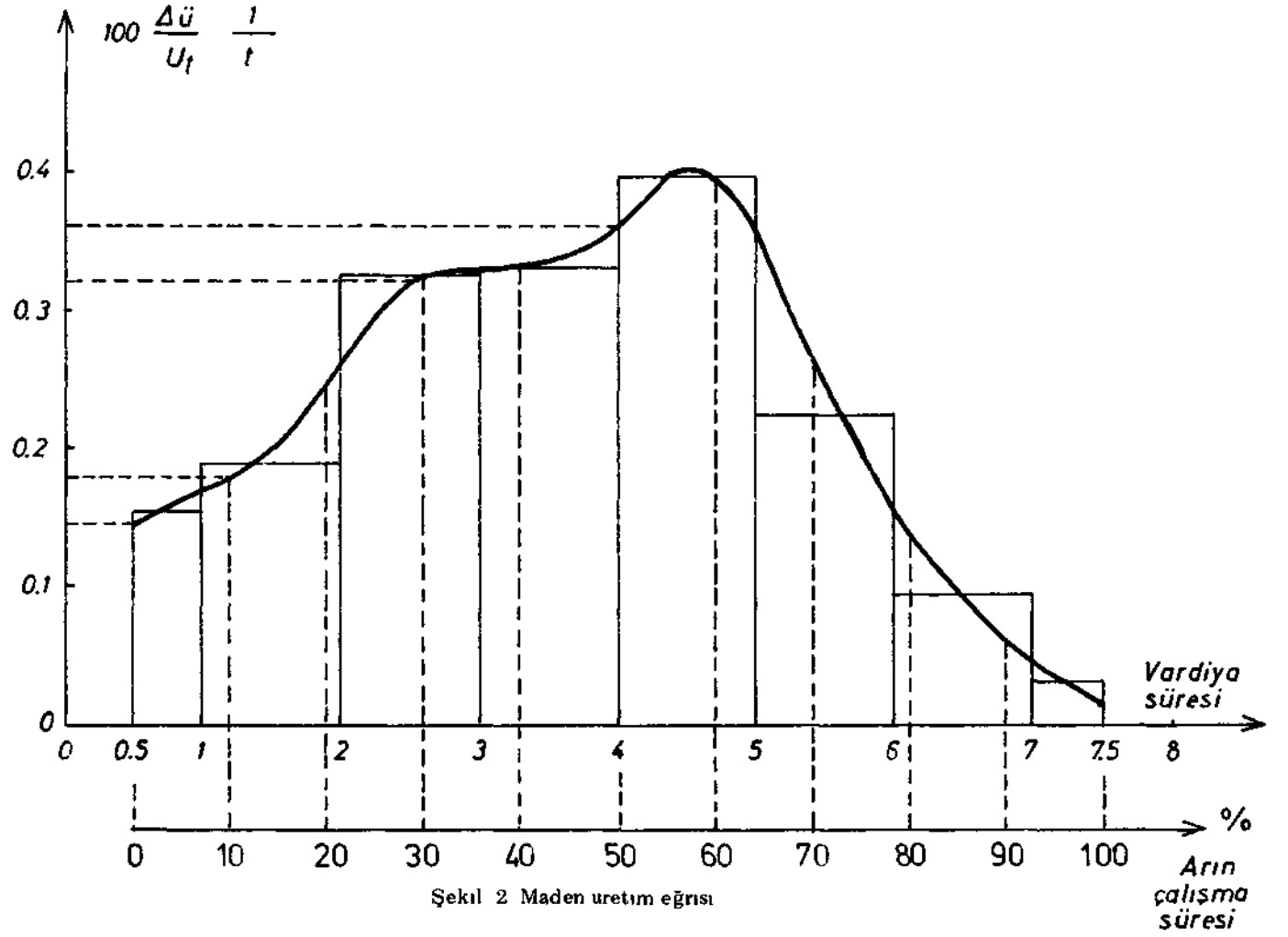
t = zaman dilimi süresi (dak.)

formülüne göre, her zaman dilimi için, dakika başına üretilen toplam tonayfi yüzdesi bulunur.

- Bu yüzdeler, absisi zaman dilimlerinin toplamı, ordinatı ise yüzdelerin kendileri olarak milimetrik kağıda histogram şeklinde taşınırlar ve bu histograma en uygun eğri çizilir (Şekil 2).
- Daha sonra absis, sıfır ile son değer arasında 10 eşit parçaya ayrılır ve bu noktalara karşı gelen (0-100) 11 ordinat değeri maden üretim eğrisi değerleri olarak grafikten okunur (Şekil 2).

ÖRNEK:

iki yükleme istasyonu için yapılan üç vardiyalık gözlem sonuçları aşağıdaki tabloda olsun.



TABLO *

ZAMAN DİLİMİ	DİLİM SÜRESİ (dk)	1. İSTASYON			2. İSTASYON		
		1. VARDİYA (t)	2. VARDİYA (t)	3. VARDİYA (t)	1. VARDİYA (t)	2. VARDİYA (t)	3. VARDİYA (t)
1	30*	-	50	25	100	80	-
2	60	125	200	150	75	80	-
3	60	200	170	250	120	140	200
4	60	190	190	85	200	250	180
5	60	250	200	170	180	300	210
6	60	180	160	50	90	125	150
7	60	50	75	-	50	85	50
8	30	25	-	-	25	-	50
TOPLAM	420	1020	1045	730	840	1060	840

* Vardiya ların yarım saat geç başladığı ve yarım saat erken bitirildiği kabul edilmiştir.

Birinci İstasyon İçin:

Ortalama Üretim

$$\bar{U}_V = \frac{2795}{3} = 931,67 \approx 932 \text{ ton}$$

standart sapma

$$s = \sqrt{\frac{2665925 - 3 \times 868624}{3 - 1}} = 173,28 \approx 173 \text{ ton.}$$

İkinci İstasyon İçin:

Ortalama Üretim

$$\bar{U}_V = \frac{2740}{3} = 913,33 \approx 913 \text{ ton}$$

$$s = \sqrt{\frac{2534800 - 3 \times 833569}{3 - 1}} = 130,56 \approx 131 \text{ ton}$$

olarak hesaplanır.

Üretim eğrisinin çizilmesi için önce zaman dilimlerine düşen üretimlerin ortalama lan hesaplanır. Bu değer örneğin birinci dilim için:

$$\frac{0 + 50 + 25 + 100 + 80 + 0}{6} = \frac{255}{6} = 42,5 \text{ ton'dur.}$$

böylece 1–8 dilimleri için sırası ile ortalama değerler hesaplanıp,

$100 \cdot \frac{\Delta U}{\bar{U}_T} \cdot \frac{1}{t}$ formülü uygulanarak:

$$1. \quad 255/6 = 42,50 \text{ ton} \quad 100 \cdot \frac{42,5}{922,81} \cdot \frac{1}{30} = 0,154$$

$$2. \quad 630/6 = 105,00 \text{ ''} \quad = 0,190$$

$$3. \quad 1080/6 = 180,00 \text{ ''} \quad = 0,325$$

$$4. \quad 1095/6 = 182,5 \text{ ''} \quad 100 \cdot \frac{182,5}{922,81} \cdot \frac{1}{60} = 0,330$$

5.	1310/6	=218,66 "		=0,395
6.	755/6	=125,83	"	=0,227
7.	310/6	=51.66 "		=0,093
8.	100/6	=16,66 "	$100 \cdot \frac{16,66}{922,81} \cdot \frac{1}{30}$	=0,30

tablonun son sütunundaki değerler elde edilir.

Bu değerler şekil 2'de görüldüğü gibi histogram şeklinde milimetrik kağıda taşınıp üretim eğrisi çizildikten sonra, grafik olarak aşağıdaki üretim eğrisi değerleri okunur.

Bunlar:

0,145; 0,180; 0,250; 0,320; 0,330; 0,360; 0,390; 0,225; 0,135; 0,110; 0,15 dir. Programa verilecek bu son değerlerdir.

Maden üretim eğrisi, üretimin, vardiyanın herhangi bir anında, debisini ve vardiya süresince debi değişimlerini gösterir.

2.3. KULLANILAN ARAÇLARIN TEKNİK ÖZELLİK VE SAYILARI İLE İLGİLİ VERİLER

- Vagon boyu (foot cinsinden)
- Vagon boş ağırlığı (ton cinsinden)
- Vagonun harekete karşı direnci (lb/ton)
- Yüklü katarın emniyetli durma mesafesi (foot cinsinden)
- Kullanılan tumba tipi
 - a— Vagonların itilerek sokulduğu (kod 1)
 - b- Vagonların çekilerek " (kod 2)
 - c— Vagonların alt kapağını açan (kod 3)
- Vagonun taşıdığı ortalama yük (ton)
- Lokomotifin sürtünme katsayısı (lb/ton)
- Lokomotifin fren tipi (mekanik veya dinamik)
- Lokomotifin ağırlığı (ton)
- Yardımcı fren vagonu varsa ağırlığı (ton)
- Vagonlarda fren için kızak kullanılıyorsa kızafli tekerleklerin toplam tekerlek sayısına oranı.
- Dakikada tumba edilen ortalama araba sayısı ve standart sapması.

2.4. BENZETİLMESİ İSTENEN VARDİYA YA DA VARDİYALARIN VARDİYA BAŞI DURUMLARI, VARDİYA SÜRESİNCE YAPILAN İŞÇİLİKLER VE ÇALIŞMA SİSTEMİ İLE İLGİLİ VERİLER

— Acil hizmet seviyesi: Bu büyüklük yükleme istasyonuna tanınan boş araba kapasitesi ile kalan boşlar sayısı farkının, tanınan boş araba kapasitesine oranıdır, örneğin istasyona 16 boş arabalık kapasite tanınmış olsun ve vardiyanın herhangi bir anında 4 boş araba kaldığını düşünelim. Bu halde oran:

$$\frac{16-4}{16} = 0,80 \text{ ya da } \% 80 \text{ olur.}$$

Acil hizmet seviyesi diye verilecek sayı bu sayı ile karşılaştırılıp, programda, bu istasyona acil boş vagon servisinin gerekli olup olmadığına karar verilir, örneğin verilen sayı 81 veya üzerinde ise acil hizmet gerekmez. 80 veya altında ise acil hizmet götürülür. Bu tür hizmet seviyesi, istasyonun vagon doldurma hızına, söz konusu istasyona yapılan sefer süresine ve tanınan boşlar kapasitesine göre, tanımlanabilir.

— **Benzetimi istenen vardiya sayısı,**

— İlk yükleme istasyonunun numarası: Tumba istasyonu her zaman 1 numarası alır. Onu izleyen numaralar genellikle yükleme yapılmayan ara toplama istasyonlarına verilir. Bundan sonra gelen numaralar ise yükleme istasyonlarına verilir.

örneğin:

- 1— Tumba veya lawar silosu,
- 2— Ara toplama istasyonu,
- 3— Ara toplama istasyonu,
- 4— Asma yükleme silosu,
- 5— Kozlu yükleme silosu,
- 6— Çaydamar yükleme silosu.

Lawar 50 tonluk nakliyat şebekesinde ara toplama istasyonu yoktur. Bu durumda verilen numaralar gene 1, 4, 5, 6 olabilir. Bunun hiçbir sakıncası olmadığı gibi, ileride çeşitli seçenekleri denerken böyle bir seçenek için yer öngörülmüş olması açısından yararlıdır. Verilen örnekte ilk yükleme istasyonu numarası 4'tür.

— **Ana yol lokomotiflerinden birincisinin numarası:**

Program iki tür lokomotif tanımaktadır. Birincisi yükleme istasyonundan aldıkları vagonları bir ara toplama istasyonuna bırakıp oradan geriye boş vagon götürenler,

ikincisi ise ara toplama istasyonlarından veya yükleme yerlerinden aldıkları doluları doğrudan tumbaya götürüp, oradan geriye boş vagon götürenler. Bunlar ana yol, lokomotifleri de denir. La war örneğinde tüm lokomotifler ana yol lokomotifi olduklarından 1 sayısı kullanılmıştır.

— **İstasyonların boş ve dolu araba kapasitesi:**

Bu sayılar istasyonun boş veya dolu vagonlar kolları uzunluklarının vagon uzunluğuna bölümünden elde edilen sayıları aşmamalıdır. Ote yandan tanınan boş ve dolu kapasiteleri yükleme istasyonlarının üretimleri ile orantılı olmalı ve vardiya başında o istasyonda bulunan boş ve dolu vagonlar toplamını aşmamalıdır.

— **İstasyondan tumba dahil) hareket edecek katarlarda bulunması istenen en az ve en fazla araba sayısı:**

Program sefer teptiplerinde bu sınırlara —vardiya sonu zorunlu hareketin dışında uyar. Vardiya sonunda tüm lokomotifler vardiyaya başladıkları yerlere dönerler. Verilen en fazla ve en az araba sayısı birbirine eşit olursa her katarlarda vardiya sonu dönüşü dışında o kadar sayıda vagon bulunur. Burada da, gene, en fazla katar sayısının, vardiya başına istasyonda bulunan boş ve dolu vagonlar toplamını aşmaması istenmektedir.

— Çeşitli istasyonlarda, vardiya başı sıfırına dakika kabul edilerek fiili işin başladığı ve bittiği dakikalar, örneğin 15 ve 465.

— Hizmet vermeme seviyesi:

Program, istasyonun üretimine ve burada tanımlanan değere göre, istasyona sefer düzenler ya da düzenlemez; yani istasyonu kapatır ya da kapatmaz. Örneğin bu değerlerin yeri boş bırakılır yani sıfır yazılırsa bu istasyona her koşul altında sefer düzenlenir. 99 sayısı ise, program kullananın o istasyonu kapattığını gösterir, yani hizmet vermeme seviyesi en yüksektir. Arada verilen değerlere göre ise, program üretimine göre hesap yapar ve istasyonu kapatır veya kapatmaz. Herhangi bir değer verilmezse program her istasyon için ayrı ayrı hizmet vermeme seviyesini kendi hesaplar. Örneğin 6 vardiyalık bir benzetim de belirli bir istasyon ya da istasyonlarda **5.** vardiyalarda üretim durmakta ise, bu 99 kodu, üçüncü vardiyaya ait kartta yer alır.

— Yükleme istasyonlarında silo altına boş çekmede ve silonun altından dolu çekmede harcanan el işi süreleri ve standart sapmaları.

— Tumbaya çekilen dolu arabalar ve tumbadan alınan boş arabalar için harcanan el işi süreleri ve standart sapmaları.

— Lokomotifin vardiyaya başladığı istasyonun numarası.

— Lokomotif, işi bırakma dakikasına ek olarak, seferini tamamlayabilsin diye, verilen fazla zaman, birkaç dakikayı geçmemelidir.

— Lokomotifin, sefer başına hizmet verdiği istasyon sayısı,

— Lokomotifin, acil hizmet servisi yapıp yapmadığı, başlangıç yerinden en az ve en fazla kaç araba ile hareket edeceği, değişik türde hizmet verip vermediği ve boş arabaları önüne katarak götürüp götürmediği.

3. ZONGULDAK MERKEZ LAVVARI RAY ULAŞIM SİSTEMİNİN BENZETİMİ

Lawar 50 tonluk ray ulaşım sisteminde toplam üç yükleme istasyonu —Kozlu, Asma ve Çaydamar— ve bir boşaltma istasyonu —Merkez lavvari silosu— bulunmaktadır. Bu dört istasyon arasında kömür nakliyatından başka Asma ve Çaydamar istasyonlarından lavvari yönüne ve Kozlu istasyonundan da sahile taş nakliyatı yapılmaktadır. Ayrıca Merkez lavvari ve DDY istasyonu arasında vagon değişimi bağı bulunmaktadır.

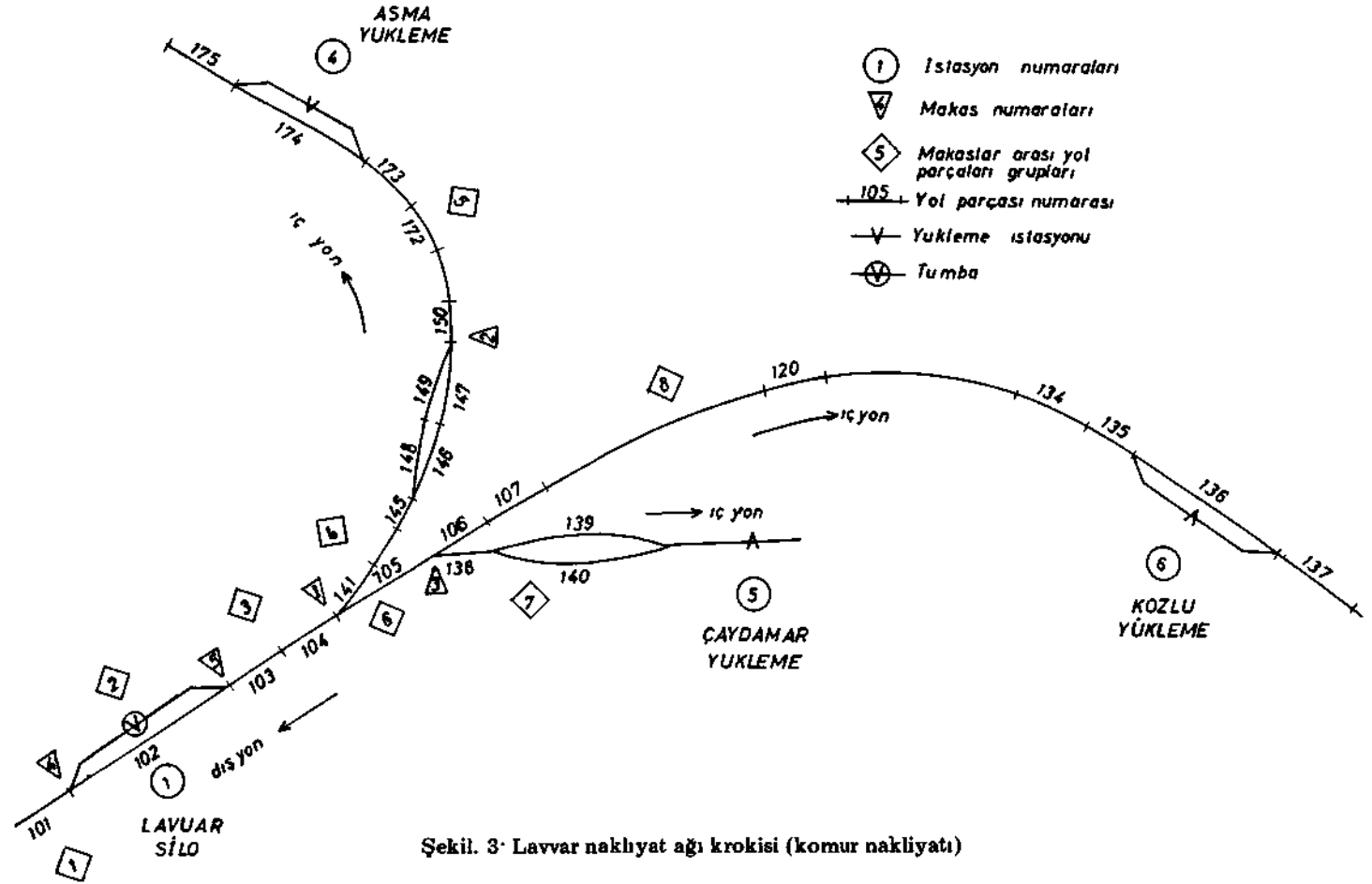
Yapılan ilk uygulamada yalnızca kömür nakliyatı gözönüne alınmıştır. Zira RAIL-SİM programının gerçek uygulama alanı budur. Bu yapıldıktan sonra elde edilen sonuçların ışığı altında ulaşım mühendisinin katkısı ile diğer ulaşım bağları planlanmalı ya da kısmen programa yaptırılmalıdır. Bu son aşamada mühendisin hayal gücü ve programa hakimiyetinin önemi çok büyüktür.

Kozlu, Asma ve Çaydamar istasyonlarının lawar silosuna olan ray ulaşım bağlantıları şeması Şekil. 3'de verilmiştir. Burada sistemin, programın çalışmasına uygun şekilde numaralandırılması da görülmektedir.

Uygulamada kömür nakliyatı için 80 vagon alınmış ve önceleri 6 lokomotif kullanılmıştır. Lokomotiflerin iş randımanlarının çok düşük olduğu ve birinin hiç kullanılmadığı görülünce benzetim daha sonra 4 lokomotif ile yapılmıştır. 4 ncü lokomotif işe Kozlu'dan gelen yüklü kataraya bayır süresince yardımcı lokomotif olarak görev yaptığı kabul edilmiştir. Kozlu ve Asmadan gelen yüklü kataralarda 9 Çaydamar'dan gelenlerde ise 4 vagon olması koşulu konmuştur. Lawar silosundan hareket eden katarlarda ise 10-12 boş vagon bulunabilmektedir.

3.1. BENZETİM SONUÇLARI

Yukarıda açıklanan koşullarda yapılan benzetim sonuçlarından üç örnek aşağıya alınmıştır. Her örnekte birisi lokomotif kullanımını, diğeri ise istasyon etkinliklerini gösteren iki çizelge bulunmaktadır.



Birinci örneği oluşturan çözümlemede ulaşım sisteminde ikisi 104 tonluk (çift bağlanmış iki 52 tonluk lokomotif) diğerleri 52 tonluk olmak üzere 6 lokomotif bulunduğu kabul edilmiştir. Asma, Çaydamar ve Kozlu yükleme yerlerine gelen üretim miktarı sırasıyla ortalama olarak 1700 ± 120 ton, 500 ± 60 ton ve 1800 ± 120 ton alınmış yine bu istasyonlardan sırasıyla 9.5,9 vagonluk dolu katar hareketine izin verilmiştir. 1a numaralı lokomotif etkinlikleri çizelgesinde görülmektedir ki, 2 adet lokomotif hiç kullanılmamış ve yedek olarak bekletilmiştir. 3 no.lu lokomotifin tumbada bekleme süresi yüksek olmuş ve dolayısıyla kullanımı düşük bulunmuştur. Bu sonuç sistemde 3 lokomotif kullanılmasının yeterli olabileceği görüşüne yol açmaktadır. Verilen örnekte bir vardiyada taşınan yükün 4250 ton olduğu ve bunun içinde Asma istasyonuna 3, Çaydamar'a 2 ve Kozlu istasyonuna 4 sefer düzenlenmesi gerektiği görülmüştür (Çizelge 1b).

İkinci örnek çözümlemede sistemde biri 104 tonluk ikisi 52 tonluk üç lokomotif kullanılmıştır. Bunlardan 104 tonluk lokomotif yalnız Kozlu yükleme istasyonuna atanmıştır. Gerçekte Kozlu'dan 9 dolu vagonla hareket eden yüklü bir katarla tünel girişine kadar bir ikinci 52 tonluk lokomotif meyil için yardım etmektedir. Bu olay Kozluya 104 tonluk lokomotifin atanması ile benzetilebilmiştir. Program bu çift lokomotifi Lavvar silosuna kadar götürmektedir. Fakat kullanıcı lokomotiflerden birinin geri döndüğünü kabul edebilir.

Üretim miktarları ve katar vagon sayıları bir önceki örneğin aynı kabul edilmiştir. Bu durumda Kozlu'ya 3 Çayda mar'a 1, ve Asmaya 3 sefer tertip edilip toplam 3240 ton taşınabilmiştir (Çizelge 2a - 2b). Çizelge 2 a da lokomotiflerin tumba ve yükleme yerlerinde bekleme sürelerinin bir hayli yüksek olduğu görülmektedir. Bu gözlem ulaşım işinin iki lokomotif ile sağlanabileceği olasılığını ortaya çıkarmaktadır. Verilen üçüncü örnek bu olasılığın denenmesidir.

Üçüncü örnek vardiyada sistemde 52 tonluk 2 lokomotif olduğu kabul edilmiş, Kozlu'daki, yardımcı lokomotif görevine devam ettiği halde programda gösterilmemiştir. Bunun nedeni belirli bir istasyona belirli bir lokomotifi atama zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. Böylelikle iki lokomotiften herhangi birinin Kozlu'ya gidebilme ve meyil için yardım görebilme olasılığı kazanılmaktadır.

Bu örnek vardiyada da üretim miktarları ve katar vagon sayıları diğer iki örneğin aynıdır. Görülmektedir ki, lokomotiflerin tumba ve yükleme yerlerindeki bekleme süreleri azalmış (Çizelge 3a); Kozluya 3, Çaydamar'a 1, Asma'ya 3 sefer düzenlenerek toplam 3360 ton cevher taşınabilmiştir (Çizelge 3 b). Bunun için lokomotiflerden birisi 3, diğeri ise 4 sefer yapmıştır.

ÇİZELGE 1 A
LOKOMOTİF KULLANIMI (6 Lokomotif için)

Lokomotif No.	Lokomotif Ağırlığı	Yol Suresi	Yoldaki Gereksinimler	El İş Suresi	Makazda Bekleme	Yükleme Yeri Hizmet Suresi	Tumbada Hz. Suresi	Yemek ve Diğer İşler	Tumbada Bekleme	Yüklemelerde Bekleme	Efektif İş Suresi	Vardiyada İş Suresi	Sefer Sayısı	Ortalama Sefer Suresi	Ortalama Hız	Toplam Boş Araba	Toplam Dolu Araba	Sefer Başına Boş Araba	Sefer Başına Dolu Araba	Taşıman Yük (Ton)	Yük (Ton-Mil)	Toplam Mil
1	52	87	0	0	0	17	59	0	0	276	440	479	2	81	3.7	15	19	7	9	1140	3587	10
2	104	110	0	0	0	20	92	0	65	137	426	479	3	74	4.8	18	27	6	9	1620	5927	17
3	104	38	0	0	0	20	43	0	125	220	448	479	2	51	1.7	10	10	5	5	600	496	2
4	52	94	0	0	0	15	57	0	83	191	442	479	2	83	4.0	18	18	9	9	1080	3675	10
5	52	BOŞ																				
6	52	BOŞ																				

ÇİZELGE 1 B
İSTASYON ETKİNLİKLERİ (6 Lokomotif için)

İstasyon Adı	Giden/Gelen Vagonlar	TonaJ	Kayıp Hizmet		Vardiya Sonu		Sefer Sayısı
			Ton	Zaman	Boş	Dolu	
1 Lavvar Tumbası	78	4680	0	0	23.0	11.0	9
4 Asma Yükleme	27	1668	0	0	8.2	3.8	3
5 Çaydamar Yükleme	9	590	0	0	5.2	0.8	2
6 Kozlu Yükleme	33	1994	0	0	8.8	10.2	4
TOPLAM	70	4253	0	0	22.1	14.9	9

ÇİZELGE 2 A
LOKOMOTİF KULLANIMI (4 Lokomotif için)

Lokomotif No	Lokomotif Ağırlığı	Yol Suresi	Yoldaki Gereksinimler	El İş Suresi	Makazda Bekleme	Yükleme Yeri Hizmet Suresi	Tumbada Hz. Suresi	Yemek ve Diğer İşler	Tumbada Bekleme	Yüklemelerde Bekleme	Efektif İş Suresi	Vardiyada İş Suresi	Sefer Sayısı	Ortalama Sefer Suresi	Ortalama Hız	Toplam Boş Araba	Toplam Dolu Araba	Sefer Başına Boş Araba	Sefer Başına Dolu Araba	Taşıman Yük (Ton)	Yük (Ton-Mil)	Toplam Mil
1	52	82	0	0	0	24	73	0	208	47	435	479	3	60	3.9	21	21	7	7	1260	3269	11
2	52	42	0	0	0	6	23	0	160	204	437	479	1	73	4.2	8	8	8	8	480	1510	5
3	104	111	0	0	0	26	78	0	51	176	444	479	3	72	4.9	25	25	8	8	1500	5488	17

ÇİZELGE 2 B
İSTASYON ETKİNLİKLERİ (4 Lokomotif İçin)

İstasyon Adı	Giden/Gelen Vagonlar	Tonaj	Kayıp Hizmet		Vardiya Sonu		Sefer Sayısı
			Ton	Zaman	Boş	Dolu	
1 Lavar Tumba	54	3240	0	0	26.0	11.0	7
4 Asma Yükleme	26	1617	0	0	7.7	5.3	3
5 Çaydamar Yükleme	8	480	0	0	1.9	4.1	1
6 Kozlu Yükleme	26	1591	0	0	10.6	44	3
TOPLAM	61	3688	0	0	20.2	13.8	7

ÇİZELGE 3 A
LOKOMOTİF KULLANIMI (2 Lokomotif İçin)

Lokomotif No	Lokomotif Ağırlığı	Yol Süresi	Yoldaki Çecikmeler	El İşi Süresi	Makasta Bekleme	Yükleme Yeri Hizmet Süresi	Tumbada Hiz Süresi	Yemek ve Diğer İşler	Tumbada Bekleme	Yüklemeye Bekleme	Efektif İş Süresi	Vardiyada İş Süresi	Sefer Sayısı	Ortalama Sefer Süresi	Ortalama Hiz	Toplam Boş Araba	Toplam Dolu Araba	Sefer Başına Boş Araba	Sefer Başına Dolu Araba	Taşıyan Yük (Ton)	Yük (Ton-Mil)	Toplam Mil
1	52	89	0	0	0	27	64	0	216	40	437	479	3	60	41	21	22	7	7	1320	3734	12
2	52	148	0	0	0	33	99	0	91	65	438	479	4	70	47	34	34	8	8	2040	6941	21

ÇİZELGE 3 B
İSTASYON ETKİNLİKLERİ

İstasyon Adı	Giden/Gelen Vagonlar	Tonaj	Kayıp Hizmet		Vardiya Sonu		Sefer Sayısı
			Ton	Zaman	Boş	Dolu	
1 Lawar Tumbası	56	3360	0	0	23.0	15.0	7
4 Asma Yükleme	26	1590	0	0	8.1	3.9	3
5 Çaydamar Yükleme	6	407	0	0	1.5	4.5	1
6 Kozlu Yükleme	25	1523	0	0	10.7	4.3	3
TOPLAM	58	3521	0	0	20.3	12.7	7

4. SONUÇLAR

RAILSIM Ray ulaşım benzetim programının EKİ'de Merkez Lawari ulaşım sistemine uygulanması aşağıdaki sonuçları ortaya çıkarmaktadır.

- 1 - Program çeşitli yükleme yerleri, ara toplama istasyonları ve bir tek boşaltma silosu bulunan bir sisteme başarı ile uygulanmaktadır.
- 2- Programın bazı ulaşım sistemlerindeki özel durumlara uyabilme esnekliği bulunmaktadır, örneğin aynı sistemin bir kolunda katır ile yapılan ulaşım, katırın çekme gücünden yararlanılarak hesaplanabilecek bir lokomotif ağırlığı ve hızı verilerek ve böylece hesaplanmış olan hayali lokomotif yalnız söz konusu kolda çalıştırılarak sağlanabilir.
- 3- RAILSİM Programı özellikle yeni plânlanan ulaşım sistemlerinin hesaplarında ve şebeke düzenlemesinde başarı ile kullanılabilir.
- 4- Program yalnız bir çeşit ulaşımın hesabını yapabilmektedir. Eğer sistemde örneğin pasa, malzeme ulaşımı gibi cevher ulaşımı dışında işler yapılıyorsa, bu işler ana konu olan cevher ulaşımı plânlandıktan sonra ona göre düzenlenebilir.
- 5- Zonguldak Merkez Lawari ulaşımı benzetiminde görülmüştür ki, sistemde günde yaklaşık 11000 ton cevher ulaşımı sağlamak için 2 asıl 1 yedek 3 lokomotif yeterlidir. Kozlu meyilinde yardımcı lokomotif olarak Kozlu'dan sahile pasa taşıyan lokomotiften yararlanılabilir.
- 6- Merkez Lawari ulaşım sisteminin tamamını yani cevher, pasa ulaşımını, DDY istasyonu ile vagon değişimini ve Kozlu'dan sahile taş ulaşımını plânlamak için öncelikle cevher ulaşımı çözümlenmeli ve bu çözüm temel alınarak diğerleri planlanmalıdır.

KAYNAKLAR

Buchen, E.P., Subolesski, S.C., Prelaz, I.J., Richard Lucas, J.. Computer Applications in Underground Mining Systems. Virginia Polytechnic Institute.

Birön, C, Eskikaya, Ş., Nasuf, E., Nizamoğlu, S.: RAILSİM Ray ulaşım benzetim programının Zonguldak Merkez Lavvarına Uygulanması. EKİ Otomasyon Grubu Program Kütüphanesi.

