

## TTK'NIN ANA ÜRETİM SİSTEMLERİ İÇİN GELİŞTİRİLMİŞ BÜTÜNLEŞİK KARAR MODELİ

### *INTEGRATED DECISION MODEL DEVELOPED FOR MAIN PRODUCTION SYSTEMS OF TTK*

***Gürsel YILDIRIM\****

#### ÖZET

Bu çalışmada, TTK'nın kömür madenciliğinin ana unsurlarını oluşturan istihsal (üretim), taşıma ve yıkama sistemlerinin ilişkilerine yönelik bir matematiksel model geliştirilmiştir. Müşteriden talebi ve stok fonksiyonunun da eklendiği model çalışmasından önce, yöntem bilimine ilişkin olarak dar kapsamlı bir literatür araştırılmıştır.

#### ABSTRACT

In this study, a mathematical method including the main elements of the coal-mining of TTK aimed at the relationships between, the systems which are production, transportation and washing, has been developed. A close - extensive literature has been given related to the methodology before a model - work which also added the demands of customer and the function of stock.

(\*) İşletmeci, TTK APK Daire Başkanlığı, ZONGULDAK

## 1. GİRİŞ

Kıt kaynaklar optimum kullanılabilme olanaklarının aranması, karar vermede seçenekler içinden en iyisini bulma konusundaki bilimsel yaklaşım uğraşılan, matematikçilerin özel fonksiyonların belirli koşullarda görelî en küçük ya da en büyük değerlerini araştırmaları, II. Dünya Savaşına değin süregelen ve bu uğraşlarla belirli bir bilgi birikimine ulaşılmıştır. (1)

Sistem mühendisliğinin yararlandığı analitik tekniklerin çoğu II. Dünya Savaşı sırasında askeri donanımın en verimli biçimde yerleştirilmesinde uygulandı. Karmaşık problemlerin çözümünde, sistemin grafik gösterimini veren akış şeması, alt sistemlerin arasındaki ilişkilerin oklarla gösterimi, sistem analizinin ilk aşamalarını oluşturur. Daha sayısal ileri yöntemde ise sistem bir matematiksel model olarak ele alınır ve değışken ilişkileri matematiksel denklemlerle ifade edilir.

Yöneylem Araştırması (YA) disiplini de sisteme bilimsel yaklaşımın sonucu doğmuştur. Sistem mühendisliği bilimi bağlamında ortaya çıkan YA'nın bugüne değin birçok tanımlaması yapılmıştır. Farklı mesleklere sahip kişiler bu disipline farklı bakış açıları getirdiler. YA'na; mühendislik dalı, uygulamalı matematik, sosyal bilimlerin sayısal ifadesi, vb gibi çeşitli yaklaşımlarda bulunuldu.

Bu tanımları çoğaltmak mümkün. Ancak YA'nı karakterize eden 3 temel öğenin tartışılmazlığı söz konusudur. Bunlar:

1. Bütünlük Yaklaşım (Sistem Yaklaşımı)
2. Disiplinlerarası Yaklaşım
3. Bilimsel Yöntem 'dir

Bu üç temel öğe YA'na özgünlük kazandırır. Gerçekten de YA'nın bilimsel bir disiplin niteliğine ulaşmasında kavram, kural, genelleme ve problemlere özel yaklaşım biçimi sözü edilen üç temel özellik anlam kazanmaktadır.

YA'nın, fiziksel sistemlerin tasarımında, çözümlenmesinde, sistemin hangi disiplinlerce ve hangi bilimsel yöntemlerle inceleneceğinin saptanabilmesi için belirgin yaklaşımı; sistemin şans ve risk ölçüsünü de içeren seçenek karar, strateji ve kontrollarının sonuçlarını kestirmeye yarayan bilimsel bir modelinin geliştirilmesidir. (2)

## 2. MATEMATİKSEL MODEL KAVRAMI

Model, sistemlerin yapısını ve davranış biçimlerini sözel ya da sayısal bağıntılarla temsil edilmesidir. Herhangi bir karar problemi üzerinde çalışan sistem mühendisliği ya da YA ekibinin bilimsel yöntem izlemesinin temel göstergesi geliştirilen modeldir.

Sistemin belirli koşullarda vereceği tepki saptayabilmede; model kurulması ve model üzerinde sistemin amaçlarına koşut olarak tüm değişkenlerin ilişkilerinin belirlenmesi, analizin en önemli evresini oluşturur.

v

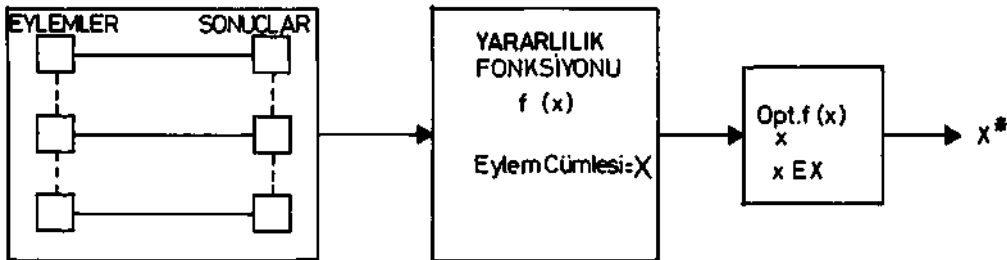
İlişkilerin matematiksel ifade edilebilmeleri, modelin çözümünden elde edilen sonucun kesinlik derecesini artırır. Problemlere uygun olarak geliştirilen farklı matematiksel yöntemlerin böylece daha çok " fiziksel - tanımlanabilir " sistemler için geçerli olacağını söylemek yanlış olmaz.

Yöntembilimine ilişkin olarak modellerin oluşum düzeylerine göre sıralanması aşağıdaki biçimdedir (1,2).

- Kapalı (Gizil) Model
- Kavramsal Model
- Mantıksal Akış Modeli
- Matematiksel Model

Sistemin modellendirilmesinde en üst düzeyi matematiksel model oluşturmaktadır. Matematiksel model, sistemin mantıksal akış modelinin simgesel (sembollerle) gösterimidir. Sistemin davranışlarını anlama, açıklama, yorumlama ve sonuçta karar vermede matematiksel modelin üstünlüğü sözkonusudur. Karşılaşılan karar problemlerinde bu karar verme işlemi matematiksel modelle sağlanmaktadır.

Karar verme işlemi aslında bir eniyileme problemine uygun bir çözüm bulma işlemine, yani verilen bir eylem cümlesi içinden belli bir gösterge ölçütünü enbüyükleyen (ya da enküçükleyen) bir veya birkaç eylemi bulmaya indirgenebilir. Eğer  $x$  verilen bir  $X$  eylem cümlesinin bir ögesi ise ve  $f_i$  de  $x$ 'e ait sonucu sayısal olarak gösteriyorsa,  $X$  içinde öyle bir  $x^*$  bulunmak isteniyorki  $f_i$  göstergesi en büyük ya da en küçük değeri alsın. Yani matematiksel olarak, bütün  $x \in X$  için  $f(x^*) > f_i$  (veya  $f_i > f(x^*) < f_i$ ). (Şekil 1) (3).



SEKİL 1. Karar Verme İşleminin Modellenmesi

Matematiksel modelleri, sistem modelinin karar vericilerce kullanım şekline göre üç başlık altında incelemek mümkündür:

- Açıklayıcı Model
- Kestirim Modeli
- Karar Modeli

Sistemin, verilen çevre koşullarında amacına uygun en iyi davranışı gösterebilmesi için uygulanacak eylemleri belirleyen matematiksel modelin 4 temel bileşeni vardır.

1. Karar Değişkenleri
2. Parametreler
3. Kısıtlar (Kısıtlayıcılar)
4. Amaç Fonksiyonu

Karar Değişkenleri; sistemin davranışını doğrudan etkileyen ve alabileceği değerler karar verici tarafından saptanan bileşenlerdir. Bunlar kontrol altına alınabilen değişkenlerdir.

Parametreler; sistemin davranışını etkileyen ve alabileceği değerlerde karar vericinin etkisi olmayan bileşenlerdir. Dolayısıyla kontrol altına alınamazlar

Kısıtlar; karar probleminde karar değişkenleri ile parametreler arasında gerçekleşmesi gereken zorunlu ilişkilere denir. İlişkiler matematik bağıntılarla eşitsizlikler şeklinde ifade edilir

Amaç Fonksiyonu; sistemin etkinlik ölçüsüdür. Karar değişkenlerinin ve parametrelerin amaç üzerindeki etkilerinin analitik olarak gösterimi amaç fonksiyonunu oluşturur

Bundan sonra sistemin karar modeli;

$X_i$  : Karar Değişkenleri (  $i = 1, 2, \dots, n$  )

$Y_j$  : Parametreler (  $j = 1, 2, \dots, m$  )

$E$  : Etkinlik ölçüsü

Eniyi (En büyük / En küçük)  $E = f(X_i, Y_j)$  şeklinde olacaktır.

Sistemin genel fonksiyonel yapısı ise, modele konu olan sistemin ilişkilerinin şematik gösterimidir. Bu gösterimde çeşitli geometrik notasyonlar (kutular, oklar v.b) kullanılır.

### 3. PROBLEMİN BELİRLENMESİ

Burada geliştirilen matematiksel model, TTK'nın madencilik faaliyetlerine ilişkin ana üretim fonksiyonlarının ilişkilerine yöneliktir. Kömür istihsalı, taşınması ve yıkama sistemlerinden oluşan Kurumun bütünlük üretim planlaması modeline stoklama fonksiyonunun da eklenmesiyle dinamik model niteliği kazandırılmıştır.

TTK'nın, üretim ve yıkama tesisleri (Lavvar) kapasitesi ile taşıma hacmindeki artışlar, ya da tükenir hammadde kaynakları ile beslenen üretim sistemlerinin değişmez yasa gereği, rezerv tüketildikçe üretimi zorlaştıran ve üretim gücünü düşüren koşulların bu üç sistemde yarattığı daralmalar, modelden yararlanmayı engellemeyecektir. Sistemin ilişkilerindeki niceliksel değişmelerin, model şablonunu etkilemesi söz konusu değildir.

Müşten sayısı ve satılabilir kömür türleri Kurumun istatistik yıllıklarından alınmıştır. Bu sayılar değişebilir.

### 4. KAVRAMSAL MODEL

#### 4 . 1 . Problem .

TTK'nın 5 istihsal merkezinden [ Armutçuk (1), Kozlu (2), Üzülmüş (3), Karadon (4), Amasra (5) ] kömürün çıkarılması; üretim merkezlerinden çıkarılan kömürün demiryolu ve / veya bant sistemi ile 4 yıkama merkezine [ Armutçuk Lavvan (1), Merkez Lavvan (2), Çatalağzı Lavvan (3), Amasra Lavvan (4) ] taşınması; yıkama merkezlerinde kömürün yıkanması ve yıkama sonrası ortaya çıkan satılabilir kömür türleri ile türler göre müşterilerin talepleri nasıl belirlenmelidir ki TOPLAM İŞLETME MALİYETİ EN KÜÇÜK olsun.

#### 4 . 2 . Karar Değişkenleri :

Hangi dönem, hangi üretim merkezinden ne kadar kömür çıkartılacak.

#### 4 . 3 Bağıl (türeme ) Değişkenler :

Devreler itibarıyla, her lavvarda, gelen kömürün yıkama sonrası ortaya çıkan türleri

#### 4 4 Varsayımlar :

- Modeldeki bütün ilişkiler ve maliyet fonksiyonları doğrusaldır.
- Stoklama alanı sınırsızdır. Dolayısıyla stok maliyetleri önemli değildir.
- Müşteri talepleri aylık dönemler olarak ifade edilmektedir ve talepler dönem içinde bölünebilir.
- Dönemsel talebin karşılanması zorunludur.
- Türlerle göre kömür fiyatları sabittir. Farklı fiyat uygulaması yoktur.
- Yıkama sonrası satılabilir kömürün müşteriye ulaştırılmasında yerinde teslim sistemi uygulanmaktadır. Dolayısıyla TTK'nın bu aşamada taşıma faaliyeti yoktur. (Burada sözü edilen, işletme maliyetini etkileyen taşıma faaliyetleridir. Kurumun yıkama sonrası müş. niye teslimde ücretli taşıma yapması analiz dışıdır.

#### 4 . 5 . Parametreler :

- Herbir istihsal merkezinin dönemlik üretim kapasitesi
- Yöntem biçimlerine göre taşıma kapasiteleri
- Herbir lavvarın dönemlik kömür yıkama kapasitesi
- Herbir istihsal merkezindeki birim kömürün üretim maliyeti
- Herbir lavvarın birim yıkama maliyeti
- Yıkama sonrası birim kömürün türlere göre dağılımı
- Dönemler itibarıyla müşterilerin kömür türlerine göre talepleri

#### 4 . 6 . Kısıtlar :

- Herbir istihsal merkezinden çıkartılacak kömür miktan o merkezin dönemlik kapasitesini aşamaz
- Kozlu (2) ve Üzülmez (3) istihsal merkezlerinden çıkan kömür Merkez Lawannda (2),diğerleri kendi lavvarlarında yıkanmakta olup, yıkanmaya giren kömür miktan lawarların dönemlik yıkama kapasitesini aşamaz.
- Kömür istihsal merkezlerinden lavvarlara taşınan kömür miktan, taşıma yöntemine göre dönemlik taşıma kapasitesini aşamaz.
- Müşteri talepleri lavvarlardan ve türlere göre karşılanacaktır. Herhangi bir kömür türüne ilişkin dönemlik müşteri talebi, lavvar sonrası o kömür türü miktanyla aynı döneme ilişkin stok miktan toplamından fazla olamaz.

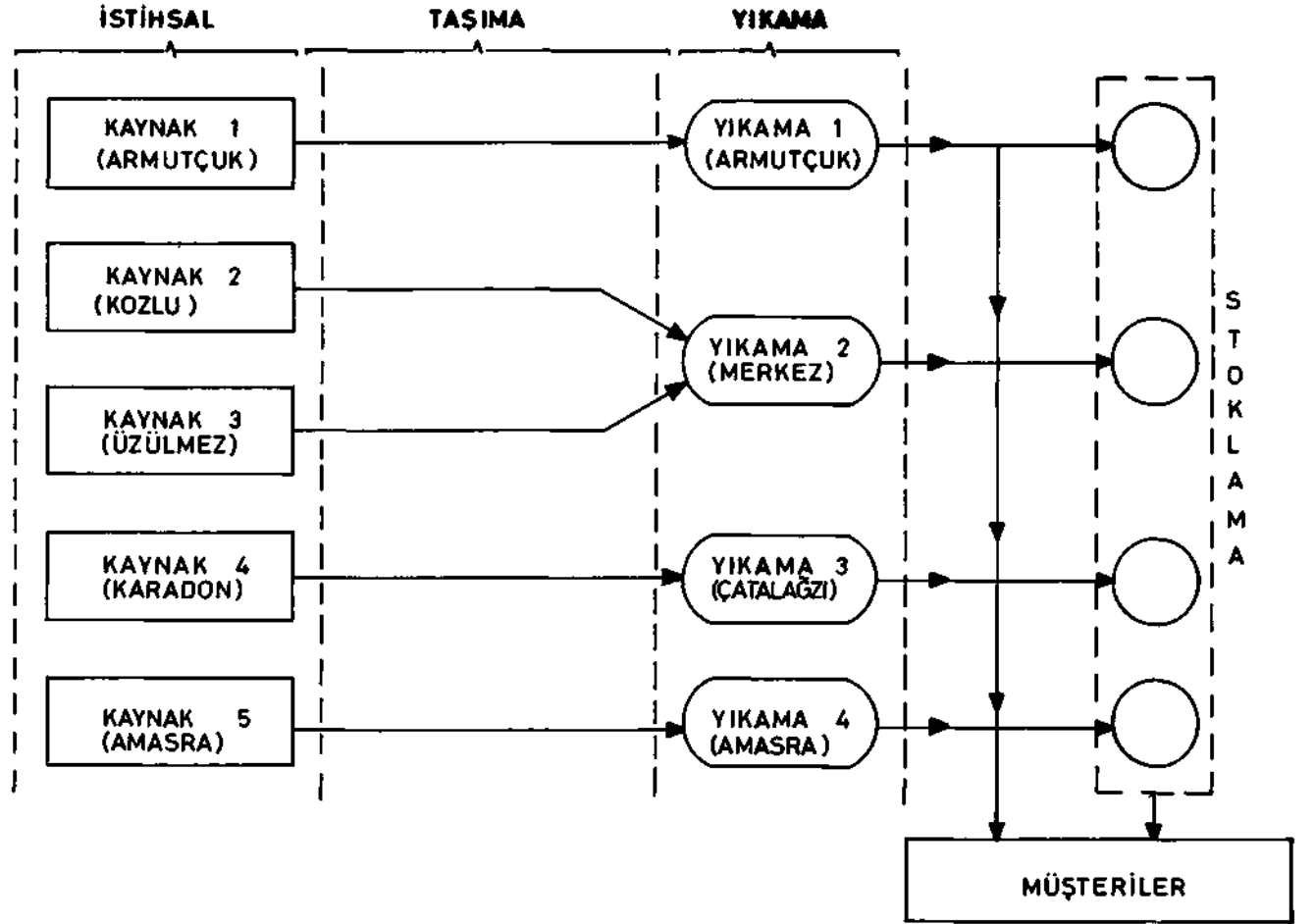
#### 4 . 6 . 1 . Stok - Talep Fonksiyonu

Belli bir kömür türüne ilişkin dönemsel stok miktan; bir önceki dönem stok miktan ile, ilgili dönemdeki üretim miktan toplamından, aynı dönemin talebi düşüldüğünde elde edilir. Ya da bir önceki dönem stok miktanyla, ilgili dönemdeki üretim miktan toplamından, ilgili dönem talebi ile dönem sonu stok miktan çıkanldığında sonuç sifira eşit olacaktır

#### 4 . 7 . Amaç Fonksiyonu :

Toplam işletme maliyetini ( üretim + taşıma + yıkama ) ENKÜÇÜKLEYEN fonksiyon

### 5 . SİSTEMİN GENEL FONKSİYONEL YAPISI ( Şekil 2 )



ŞEKİL 2. TTK Ana Üretim Sistemlerinin Fonksiyonel Yapısı



## 6 MATEMATİKSEL MODEL

### 6.1. Dizin kümeleri

$j = \{ j / j = 1,2, \dots, 12 \}$	Dönemler
$k = \{ k / k = 1,2, \dots, 5 \}$	istihsal merkezleri
$m = \{ m / m = 1,2, \dots, 4 \}$	Yıkama Merkezleri
$i = \{ i / i = 1,2, \dots, 7 \}$	Müşteriler
$l = \{ l / l = 1,2, \dots, 9 \}$	Satılabilir Kömür Türleri
$n = \{ n / n = 1, 2, 3 \}$	Taşıma Yöntemleri

T 1	: Bantla taşıma	]
2	: Demiryoluyla taşıma	
L 3	: Bantla / demiryoluyla taşıma	J

### 6.2. Model Değişkenleri :

X	: k' inci istihsal merkezinden j' inci dönemde çıkartılan kömür miktarı.
H <sub>ij</sub>	
a	: k' inci istihsal merkezinin j' inci dönem üretim kapasitesi
k <sub>j</sub>	
T	: k' inci istihsal merkezinden j' inci dönemde çıkartılan kömürün n' inci taşıma yöntemiyle taşınan miktarı.
k <sub>jn</sub>	
P	: k' inci istihsal merkezinden j' inci dönemde çıkartılan kömürün n' inci taşıma yöntemiyle taşıma kapasitesi.
k <sub>jn</sub>	
A.	: m' inci lavuarda j' inci dönemde işlem gören ( yıkanmaya giren ) kömür miktarı.
r <sub>aj</sub>	
Z	: m' inci lavuarda j' inci dönemde elde edilen l' inci kömür türü miktarı.
m <sub>jl</sub>	
Y	: m* inci lavuann j' inci dönem yıkama kapasitesi,
m <sub>j</sub>	

M<sub>ijl</sub> : l'inci müşterinin j'inci dönemde l'inci kömür türüne olan talebi

d<sub>mjl</sub> m'inci lawarda j'inci donemde l'inci kömür türünden stok miktar

a<sub>kj</sub> k'inci istihsal merkezinin j'inci donem bınm kömür çıkartma maliyeti

b<sub>kjn</sub> k'inci istihsal merkezinden j'inci donemde n'inci taşıma yönteminin bınm maliyeti

C<sub>mj</sub> m'inci la wann j'inci donem bınm yıkama maliyeti

### 6 3 Kısıtlar

$$\blacklozenge \quad X_{lj} \leq \alpha_{lj}$$

$$X_{2j} \leq \alpha_{2j}$$

$$X_{3j} \leq \alpha_{3j}$$

$$X_{4j} \leq \alpha_{4j}$$

$$X_{5j} \leq \alpha_{5j}$$

$$\blacklozenge \quad X_{lj} \leq Y_{lj}$$

$$X_{2j} + X_{3j} \leq Y_{2j}$$

$$X_{4j} \leq Y_{3j}$$

$$x_j \leq y_j \quad (j=1,2, \dots, 12) \quad (12)$$

$$\diamond \quad r_1 \leq p_1$$

$$r_2 \leq p_2 \quad (k=1,2, \dots, 4)$$

$$r_3 \leq p_3 \quad (j=1,2, \dots, 12)$$

$$\diamond \quad \sum_{i=1}^7 M_i \leq Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + \sum_{n=1}^4 d_n$$

$$\sum_{i=1}^7 M_i \leq Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + \sum_{n=1}^4 d_n$$

$$\sum_{i=1}^7 M_i \leq Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + \sum_{n=1}^4 d_n$$

$$\sum_{i=1}^7 M_i \leq Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + \sum_{n=1}^4 d_n$$

$$\sum_{i=1}^7 M_i \leq Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + \sum_{n=1}^4 d_n$$

$$\sum_{i=1}^7 M_i \leq Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + \sum_{n=1}^4 d_n$$

$$\sum_{i=1}^7 M_i \leq Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + \sum_{n=1}^4 d_n$$

$$\sum_{i=1}^7 M_i \leq Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + \sum_{n=1}^4 d_n$$

$$\sum_{i=1}^7 M_i \leq Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + \sum_{n=1}^4 d_n$$

(1-12, ...12)

#### 6.1.1. Sık - Tık Etkileşim

$$\diamond \quad \sum_{n=1}^4 d_n = \sum_{n=1}^4 d_n + \sum_{n=1}^4 Z_n - \sum_{i=1}^7 M_i \quad \text{ya da}$$

$$\sum_{n=1}^4 d_n = \sum_{n=1}^4 Z_n - \sum_{i=1}^7 M_i - \sum_{n=1}^4 d_n = 0$$

#### 6.1.2. Ayrı Etkileşim

$$1nk / = \left[ \sum_{i=1}^n (a_{1i} x_i + a_{2i} x_i + a_{3i} x_i + a_{4i} x_i + a_{5i} x_i) \right] +$$

$$\left[ \sum_{i=1}^n (b_{1i} T_i + b_{2i} T_i + b_{3i} T_i + b_{4i} T_i + b_{5i} T_i) \right] +$$

$$\begin{aligned}
& \sum_{j=1}^{12} ( b_{1j2} T_{1j2} + b_{2j2} T_{2j2} + b_{3j2} T_{3j2} + b_{4j2} T_{4j2} + b_{5j2} T_{5j2} ) + \\
& \sum_{j=1}^{12} ( b_{1j3} T_{1j3} + b_{2j3} T_{2j3} + b_{3j3} T_{3j3} + b_{4j3} T_{4j3} + b_{5j3} T_{5j3} ) ] + \\
& [ \sum_{j=1}^{12} ( c_{1j} \lambda_{1j} + c_{2j} \lambda_{2j} + c_{3j} \lambda_{3j} + c_{4j} \lambda_{4j} + c_{5j} \lambda_{5j} ) ]
\end{aligned}$$

## 7 DEĞERLENDİRME

Bu çalışma, TTK'nın problemlerinin çözümünde, alt sistemlerinin geliştirilmesinde sistem yaklaşımının, Yöneylem Araştırması disiplininin daha ağırlıklı kullanılması isteği doğrultusunda geliştirilmiştir. Çalışmanın, Kurumda bu bakış açısının giderek yaygınlaşmasında etkili olabilmesi ana temennidir.

Modelin çözümü, amaç fonksiyonu ve kısıtların doğrusal dönüşümlerle ifade edilebilmesi nedeniyle doğrusal programlama ile her zaman mümkündür. Yöneylem Araştırmasının disiplinlerarası karakteri bağlamında, böyle bir çalışmanın, konuya ilişkin uzmanlık dallarından gelen bir grupla gerçekleştirilmesi, daha nitelikli ve işlevsel bir modelin geliştirilmesini sağlayacaktır.

### KAYNAKÇA

- 1 KARA, I, Yöneylem Araştırmasının Yontembilimi, Anadolu Üniversitesi Mühendislik Fak ESKİŞEHİR, 1985
- 2 MEADOV, P, Models System and Science, Amencan Sociological Rewiew, Vol 22, No 1
- 3 BAŞAR, T, Karar Teonsı ve Yöneylem Araştırması, YA Bildiriler ' 75, YAD