

# KONFEKSİYON ÜRETİMİNDE ULAŞTIRMA MODELİ YARDIMIYLA BİRİM MALİYETLERİNİN BELİRLENMESİ

## DETERMINING THE PRODUCT COST USING THE TRANSPORTATION METHOD IN CLOTHING PRODUCTION

Prof. Dr. M. Çetin ERDOĞAN  
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü  
e-mail: m.cetin.erdoğan@ege.edu.tr

Öğr. Gör. Arzu ŞEN  
Ege Ü. Bayındır MYO

Yrd. Doç. Dr. Önder YÜCEL  
Ege Ü. Bayındır MYO

### ÖZET

Günümüzde ürün maliyeti gerek ulusal gerekse uluslararası rekabetin en önemli faktörlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu durum işletmeleri üretim kaynaklarının etkinliği ve kontrolünü artırmaya yönelik modern tekniklere yöneltmiştir. Özellikle konfeksiyon sektörü gibi yüksek rekabet ve değişken faktörlerin yoğun olduğu sektörlerde etkin üretim yöntemlerinin kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Ulaştırma modeli etkin bir üretim planı ile en uygun ürün maliyetinin belirlenmesinde yoğun olarak kullanılan bir teknik olarak üretim ve hizmet sektörlerinde önem kazanmıştır. Bu çalışmada ulaştırma modelinin metodolojisi açıklanmış ve bir konfeksiyon ürününün üretim planı ve birim maliyeti model yardımıyla belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ulaştırma Modeli, Birim Maliyet, Üretim Planı

### ABSTRACT

Product cost is one of the most important factors in terms of both national and international competition. Therefore production managers tend to use the effective management techniques for increasing the productivity. Use of effective management techniques for clothing sector which has high competition and variable factor is a basic necessity. Transportation method is used in both production and serving sectors for determining the production planning and product cost. In this study, methodology of transportation method and its application to determine the production planning and production cost for clothing product are explained.

**Key Words:** Transportation Method, Product Cost, Production Planning

Received: 22.11.2006

Accepted: 21.03.2007

### 1. GİRİŞ

İşletmede doğru ve etkin karar verme faaliyetleri büyük önem taşımaktadır. Yöneticinin, doğru karar verebilmesi için çeşitli karar verme araçlarından yararlanması gerekmektedir. Karar verme tekniklerinden biri olan doğrusal programlama, işletmecilerin yoğun olarak kullandıkları bir araç olarak bilinmektedir. Doğrusal programlama; iki veya daha fazla sayıdaki faaliyeti, sınırlı üretim kaynakları ile tamamlama olanaklarını bulmada uygulanan kantitatif bir yöntemdir (1). Karar vermede kullanılan çeşitli doğrusal programlama modelleri bulunmaktadır. Ulaştırma modeli de doğrusal programlamanın özel durumlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ulaştırma modeli; kaynaklardan hedeflere veya sunum merkezlerinden istem merkezlerine mal veya hizmet dağıtımını

yapılırken, bu dağıtım işleminin minimum maliyetle nasıl gerçekleştirilebileceğini araştıran bir doğrusal programlama tekniğidir (2). "Şebeke Akış Problemleri" olarak da isimlendirilen ulaştırma modelinde amaç; kaynaklardan hedeflere bir başka deyişle; üretim merkezlerinden dağıtım merkezlerine mallar dağıtılırken, bu dağıtım işlemini minimum maliyette gerçekleştirmektir.

Ulaştırma modeli, ilk kez bugünküne benzer fakat daha basit yapıda 1941 yılında Hitchcock tarafından petrol endüstrisinde uygulanmıştır. Sonraları Koopmans, Dantzig, Cooper ve Charnes tarafından geliştirilen ve uygulamada geçerli olan bu teknik, 1960'larda yaygınca kullanılmaya başlanmıştır (3). 1960'lı yıllardan bu yana da hem kamu hem de özel kuruluşlarda bir çok alanda kullanılmaya devam etmiştir (2).

Ulaştırma (transport) modelinin ismi, bu modelin sadece nakliyat sistemlerinde kullanıldığı düşüncesine sebep olabilmektedir. Modelin ismi, modelin konu aldığı problemlere uygunluğundan ve ilk defa F.L. Hitchcock tarafından petrol endüstrisinde nakliyat maliyetlerini minimize etmek için kullanılmasından ileri gelmektedir (2). Genellikle ulaştırma problemlerinde, firma ya da devlet kuruluşu ürünlerinin ya da yapılarının, yapım fabrikalarından birbirinden uzakta yerleşmiş depolara veya bu depolardan yine birbirinden uzakta yer almış satış ya da tüketim merkezlerine en düşük maliyette ulaştırılması sağlanarak karlılığın maksimizasyonunu gerçekleştirilmektedir (4,5). Ancak özellikle son yıllarda ulaştırma modelinin sadece nakliyat sistemleri için kullanılabilir olduğu düşüncesi hatalı bir düşünce olarak kabul edilmektedir.

Günümüzde ulaştırma modelleri birçok alanda kullanılmaktadır. Bu alanları şu şekilde sıralamak mümkün olmaktadır:

- Üretim ve tüketim merkezleri arasında en uygun mal dağıtımının belirlenmesi
- İşlerin makinelere dağıtımı
- Üretim planlaması
- Çeşitli şebeke ağı (net work) problemlerinin çözümü
- İşletmelerin kuruluş yeri seçimi
- Personelin işe yerleştirilmesi
- Tesislerin etkin yerleşimi (2, 3).

Bu çalışmada, bir konfeksiyon işletmesinde, ulaştırma modeli kullanılarak jean pantolon üretiminin planlaması yapılmış ve minimum birim maliyet hesaplanmıştır.

## 2.STANDART ULAŞTIRMA MODELİ

Ulaştırma modeli, doğrusal programlamanın özel bir şekli olduğu için, bu problemleri doğrusal programlamanın genel çözüm yöntemi olan simpleks yöntemi ile çözmek mümkün olmaktadır (5). Fakat ulaştırma problemlerini; ulaştırma algoritması, atama ve aktarma modelleri gibi tekniklerle daha az zaman ve hesaplama ile çözüme olanağı bulunmaktadır (3). Bu nedenle karar verme konusundaki bazı problemlerde simpleks tablosuna başvurulmamakta, ulaştırma modeli yardımıyla, matris yapısına göre daha hızlı ve az maliyetle çözüme ulaşılmaktadır.

Ulaştırma problemlerinin genel matematik modeli şu şekilde gösterilmektedir:

Kısıtlar:

Sunum Kısıtları;

$$\sum_{j=1}^M X_{ij} = a_i$$

$i=1,2,\dots,M$  olmak üzere (a) sunum miktarı

İstem Kısıtları;

$$\sum_{j=1}^N X_{ij} = b_j$$

$J=1,2,\dots,N$  olmak üzere (b) istem miktarı (2);

Tablo1. Ulaştırma Tablosu

İstem Merkezi	1	...	J	...	N	Sunum Miktarı
Sunum Merkez						
1	$C_{11}$	...	$C_{1J}$	...	$C_{1N}$	$a_1$
...	...	...	...	...	...	...
i	$C_{i1}$	...	$C_{iJ}$	...	$C_{iN}$	$a_i$
...	...	...	...	...	...	...
M	$C_{M1}$	...	$C_{MJ}$	...	$C_{MN}$	$a_M$
İstem Miktarı	$b_1$	...	$b_J$	...	$b_N$	$a_T = \dots$

$X_{ij}$ : i numaralı çıkış yerinden j numaralı varış yerine yollanan birim sayısını,

$C_{ij}$ : i çıkış noktasından j varış noktasına bir birim ürünün ulaşım maliyetini göstermek üzere (4);

Amaç fonksiyonu:

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N C_{ij} \cdot X_{ij} \quad (i=1,2,\dots,M)$$

$M ; J=1,2,\dots,N$ ) şeklinde gerçekteleşmektedir (2).

Ayrıca ulaştırma modelinde pozitiflik koşulu bulunmaktadır. Negatif bir sevkıyat mümkün olmayacağından  $X_{ij}$ 'lerin değeri, sıfır ya da sıfırdan büyük olacaktır (5).

Pozitiflik koşulu:  $X_{ij} \geq 0$

Genel olarak ulaştırma probleminin standart gösterimi, grafik ve denklemlerden çok "Ulaştırma Tablosu" ile yapılmaktadır (Tablo 1) (2).

## 3. ÜRETİM PROGRAMLAMASI İÇİN ULAŞTIRMA MODELİ

Periyotlara bağlı stoklu üretim için ulaştırma tablosu aşağıdaki gibidir (Tablo 2):

Stoklu üretim için oluşturulan ulaştırma tablosundaki simgelerin anlamları şu şekilde sıralanmaktadır:

C : Birim stok maliyeti

R : Normal mesai zamanındaki üretimin birim maliyeti

V: Ek mesai zamanındaki üretimin birim maliyeti

S: Fason üretimin birim maliyeti

$I_0$ : Başlangıç stok miktarı

$I_F$ : Üretim sonu stok miktarı

N: Normal mesai zarfındaki üretim miktarı

F: Ek mesai zarfındaki üretim miktarı

E: Ekstra mesai zarfındaki üretim miktarı

$D_i$ : (i)'inci periyottaki istem miktarı (2).

**Tablo 2. Stoklu Üretim İçin Ulaştırma Tablosu**

Üretim periyodu	Sunum merkezi	Üretim-satış periyodu				Üretim sonu stok miktarı	Sunum miktarı
		1	2	3	4		
$\dot{I} = 0$	Başlangıç stok miktarı	0	C	2C	3C	4C	$I_0$
$\dot{I} = 1$	Normal mesai sunum miktarı	R	R+C	R+2C	R+3C	R+4C	$N_1$
	Ek mesai sunum miktarı	V	V+C	V+2C	V+3C	V+4C	$F_1$
	Ekstra mesai sunum miktarı	S	S+C	S+2C	S+3C	S+4C	$E_1$
$\dot{I} = 2$	Normal mesai sunum miktarı	M	R	R+C	R+2C	R+3C	$N_2$
	Ek mesai sunum miktarı	M	V	V+C	V+2C	V+3C	$F_2$
	Ekstra mesai sunum miktarı	M	S	S+C	S+2C	S+3C	$E_2$
$\dot{I} = 3$	Normal mesai sunum miktarı	M	M	R	R+C	R+2C	$N_3$
	Ek mesai sunum miktarı	M	M	V	V+C	V+2C	$F_3$
	Ekstra mesai sunum miktarı	M	M	S	S+C	S+2C	$E_3$
İstem miktarı		$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	T

#### 4. ULAŞTIRMA MODELİNİN KONFEKSİYON ÜRETİMİNDE UYGULANMASI

Çalışmanın bu bölümünde, jean pantolon üretiminin yapıldığı X firmasında, ulaştırma tablosu yardımıyla 5 aylık üretim planlaması yapılmakta ve bu planlama sonucunda gerçekleşen minimum birim maliyet hesaplanmaktadır.

Aşağıda X firmasına ait işletme verileri yer almaktadır:

Ürün Grubu: Jean pantolon

Çalışan Sayısı: 200 Kişi

Makine Sayısı: 110 Adet

Kapasite: 2200 Adet / gün

Aylık Çalışma Süresi: 26 Gün

Günlük Çalışma Süresi: 540 dk

Makine Fiyatı (Ortalama): 800 YTL / Adet

Makine gücü: 0,20 kw

Su Tüketimi: 80 m<sup>3</sup> / Ay

Aylık Bakım Ücreti: 10 YTL / Makine

Amortisman: 10 Yıl

Personel Gideri: 200 000YTL /Ay

##### Malzemeler:

- Kumaş: 1,15 m/Adet

##### Yardımcı Malzemeler:

- İplik
- Fermuar
- Rivet
- Etiket

##### Birim Fiyatlar:

- Kumaş: 3 \$ / m = 4 YTL / m
- Fermuar: 1 YTL
- Diğer Toplam: 0,75 YTL
- Elektrik: 0,2YTL / kwh
- Su: 0,7 YTL / m<sup>3</sup>

Stok maliyeti, stokta tutma nedeniyle oluşan depolama, işçilik, sigorta vb. maliyetlerle, stoğa para bağlama nedeniyle kaçırılan fırsatın bileşkesi olarak düşünülmüştür (6). Bu çalışmada stok maliyeti birim maliyetin %6'sı alınarak kabul edilmiştir..

Konfeksiyon işletmesinin 5 aylık dönemde aldığı sipariş miktarları tablo 3'de gösterilmektedir.

**Tablo 3. Konfeksiyon İşletmesinin 5 Aylık Dönemde Aldığı Sipariş Miktarları**

Sipariş Dönemi (Ay)	Sipariş Miktarları
1	45000
2	75000
3	85000
4	42000
5	95000

#### 4.1 Normal Mesaili Üretimde Birim Maliyetin Hesaplanması

Malzeme Gideri: 2 200 x 26 x 4 = 228800 YTL

Yardımcı Malzeme Gideri: 2 200 x 26 x 1,75 = 100 100 YTL

Amortisman: 800 / 10 = 80 YTL / Yıl

Toplam Yıllık Amortisman: 110 x 80 = 8800 YTL / Yıl

Toplam Aylık Amortisman = 8800 / 12 = 733 YTL / Ay

Enerji – Bakım Maliyeti:

Makine gücü = 0,2 kw

Makine Günlük Elektrik Tüketimi= Makine Gücü x Günlük Çalışma Saati

Günlük Elektrik Tüketimi = 0,2 kw x 9 h = 1,8 kwh

1 kwh = 0,2 YTL

Makine Günlük Elektrik Tüketim Gideri: 1,8 kwh x 0,2 YTL/ kwh = 0,36 YTL

110 Makine İçin Toplam Günlük Elektrik Tüketimi:  $0,36 \times 110 = 39,6$  YTL

Makine Aylık Elektrik Tüketim Gideri:  $26 \times 39,6 = 792$  YTL

Aydınlanma Gideri: Toplam Makine Elektrik Giderinin % 10'u 79,2 YTL

Aylık Bakım Gideri: 10 YTL / mak x 110 = 1 100 YTL / Ay

Su Gideri:  $80 \text{ m}^3/\text{Ay} \times 0,7 \text{ YTL} / \text{m}^3 = 56$  YTL

Toplam Aylık Gider: 531660,2 YTL

Aylık Kapasite = 26 gün x 2 200 Adet /Gün = 57200 Adet

Birim Maliyet = Toplam Aylık Gider / Aylık Kapasite

Birim Maliyet =  $531 660,2 \text{ YTL} / 57 200 \text{ Adet} / \text{Gün} = 9,3 \text{ YTL} / \text{Adet}$

Stok Maliyeti (Birim Maliyetin % 6'sı) = 0,6 YTL/ Adet

#### 4.2. Ek Mesaili Çalışmada Birim Maliyetin Hesaplanması

Ek mesaili çalışmada, çalışma saati 2 saat artırılarak veriler tekrar ele alınmış ve bu şekilde ek mesaili çalışmadaki birim maliyet hesaplanmıştır.

Ek Kapasite: 450 Adet / gün

Aylık Çalışma Süresi: 26 Gün

Günlük Ek Çalışma Süresi: 120 dk

Malzeme Ek Gideri:  $450 \times 26 \times 4 = 46800$  YTL

Yardımcı Malzeme Ek Gideri:  $450 \times 26 \times 1,75 = 20475$  YTL

Günlük Elektrik Ek Tüketimi =  $0,2 \text{ kw} \times 2 \text{ h} = 0,4 \text{ kwh}$

Makine Günlük Elektrik Ek Tüketim Maliyeti:  $0,4 \text{ kwh} \times 0,2 \text{ YTL} / \text{kwh} = 0,08$  YTL

110 Makine İçin Toplam Günlük Elektrik Ek Tüketimi:  $0,08 \times 110 = 8,8$  YTL

Aylık Makine Elektrik Ek Gideri:  $26 \times 8,8 = 229$  YTL

Aydınlanma Ek Gideri: Toplam Elektrik Giderinin % 10'u 22,9 YTL

Aylık Toplam Ek Elektrik Gideri =  $229 + 22,9 = 251,9$  YTL

Ek mesaili çalışmada personel gideri olarak normal mesaili çalışmadaki personel giderinin % 45'i alınmıştır.

Personel Ek Gideri:  $200 000 \times \% 45 = 90000$  YTL /Ay

Ek Mesaide Aylık Kapasite =  $450 \times 26 = 11700$  Adet

Ek Mesaili Çalışmada Birim Maliyet= (Toplam Gider + Ek Mesai Gideri) / Aylık Kapasite + Ek Mesaideki Aylık Kapasite)

Ek Mesaili Çalışmada Birim Maliyet =  $(531 660,2 + 157526,9) / 57 200 + 11700$

Ek Mesaili Çalışmada Birim Maliyet = 10 YTL/Adet

#### 4.3 Fasonda Dikilen Malın Birim Maliyetinin Hesaplanması

Fason Dikim Ücreti = 2,5 € + % 18 KDV = 4, 75 YTL

Fason Dikilen Malın Birim Maliyeti =  $4,75 + 4 + 1,75 = 10,5$  YTL

Fason Günlük Kapasite: 1000 Adet / Gün

Fason Aylık Kapasite:  $26 \times 1000 = 26000$  Adet / Ay

#### 4.4. Problemin Ulaştırma Modeli Yardımıyla Çözümü

Problemde, beş sipariş periyodu ve her birinin de normal mesai sunum miktarı, ek mesai sunum miktarı ve fason sunum miktarı olmak üzere üç bölümü bulunmaktadır. Bu durumda problem, 16 adet sunum merkezine, 6 adet istem merkezine sahip bir taşıma problemi olarak kabul edilebilmektedir.

(İ=0) üretim periyodu olmamakla birlikte, geçen dönemden bu döneme elimizde kalan stoğu temsil etmektedir. Bu stoğun üretimin başlangıcı esnasında fabrikaya maliyeti adet başına "sıfır" olmakla birlikte, eğer diğer sipariş periyotlarında pazarlanmak üzere stoklanacak ise, her periyot için maliyeti % 6'lık bir artışla değişecektir. İkinci üretim periyodunda 0,6 YTL

(9,3YTL'nin % 6'sı), üçüncü üretim periyodunda 1,2 YTL, dördüncü üretim periyodunda 1,8 YTL ve beşinci üretim periyodunda 2,4 YTL şeklinde gerçekleşecektir. Eğer bu stok sene sonu üretim stoğu için saklanacak ise maliyeti de 3 YTL olacaktır.

(İ=1) üretim periyodunda üç alternatif üretim programı olup, üretim maliyetleri farklılık göstermektedir. Normal mesai üretim programında, üretim maliyeti adet başına 9,3YTL olarak gerçekleşmektedir. Eğer bu programda üretilen üretim miktarı diğer üretim periyotlarında pazarlanmak üzere stoklanacak ise birim maliyet her periyot için 0,6 YTL (birim maliyetin % 6'sı) artış gösterecek, ikinci üretim periyodunda 9,9 YTL, üçüncü üretim periyodunda 10,5 YTL, dördüncü üretim periyodunda 11,1 YTL ve beşinci üretim periyodunda 11,7 YTL olarak gerçekleşecektir. Eğer bu dönemde üretilen miktarın tamamı veya kısmı dönem sonunda stok olarak saklanacak ise birim maliyet 12,3 YTL'ye ulaşacaktır. Ek mesai üretim programının uygulanması kararının alınması durumunda ise birim maliyet 10 YTL olacak ve bu programda üretilen miktarın tamamı veya bir kısmı diğer üretim periyotlarında pazarlanmak üzere stoklanacak ise birim maliyet her periyot için 0,6 YTL artış gösterecektir. Bu durumda; ikinci üretim periyodunda birim maliyet 10,6 YTL, üçüncü üretim periyodunda 11,2 YTL, dördüncü üretim periyodunda 11,8 YTL, beşinci üretim periyodunda 12,4 YTL ve dönem sonu stok olarak saklanacak ise 13 YTL olarak gerçekleşecektir. İstem durumuna göre eğer sunum miktarı bahsedilen iki üretim programıyla karşılanamıyorsa, son üretim programı olan fason dikim yerlerinde üretimin eksikliği tamamlanacaktır. Fasonda dikimin birim maliyeti, 10,5 YTL olarak gerçekleşmektedir. Aynı şekilde bu programda üretilen ürünün tamamı veya bir kısmı diğer üretim periyotlarında pazarlanmak üzere stoklanacak ise maliyet her periyot için 0,6 YTL artış gösterecektir. Fasonda dikimin birim maliyeti ikinci periyotta 11,1YTL'ye, üçüncü periyotta

Tablo 4. Maliyet Katsayılarına Esas Alınacak Maliyet Tablosu

Sipariş periyodu Üretim mesailer	1	2	3	4	5	Üretim Sonu Stok Maliyetleri	
İ: 0	Başlangıç stok miktarı	0	0,6	1,2	1,8	2,4	3
İ:1	Normal mesai sunum miktarı	9,3	9,9	10,5	11,1	11,7	12,3
	Ek mesai sunum miktarı	10,0	10,6	11,2	11,8	12,4	13
	Fason sunum miktarı	10,5	M	M	M	M	13,5
İ: 2	Normal mesai sunum miktarı	M	9,3	9,9	10,5	11,1	11,7
	Ek mesai sunum miktarı	M	10,0	10,6	11,2	11,8	12,4
	Fason sunum miktarı	M	10,5	M	M	M	12,9
İ: 3	Normal mesai sunum miktarı	M	M	9,3	9,9	10,5	11,1
	Ek mesai sunum miktarı	M	M	10,0	10,6	11,2	11,8
	Fason sunum miktarı	M	M	10,5	M	M	12,3
İ: 4	Normal mesai sunum miktarı	M	M	M	9,3	9,9	10,5
	Ek mesai sunum miktarı	M	M	M	10,0	10,6	11,2
	Fason sunum miktarı	M	M	M	10,5	M	11,7
İ: 5	Normal mesai sunum miktarı	M	M	M	M	9,3	9,9
	Ek mesai sunum miktarı	M	M	M	M	10,0	10,6
	Fason Sunum Miktarı	M	M	M	M	10,5	11,1

11,7 YTL' ye, dördüncü periyotta 12,3 YTL'ye, beşinci üretim periyodunda 12,9 YTL ve dönem sonu stok olarak saklanacak ise 13,5 YTL'ye yükselecektir.

(İ=2), (İ=3), (İ=4) ve (İ=5) üretim periyotları için de birim maliyetteki artış birinci üretim periyodu gibi gerçekleşmekte, yalnızca stoklama dönemi değişmektedir. Stok yapılacak ise stoklama dönemi ikinci periyot için dörde, üçüncü periyot için üçe, dördüncü periyot için ikiye ve beşinci periyot için ise bire düşecektir.

(İ). periyotta üretilen miktar bir sonraki veya diğer periyotlarda pazarlanabilmektedir. Fakat (İ). periyotta üretilen ürün, (İ-1). periyotta pazarlanamamaktadır. Örneğin; (İ=2) periyodunda üretilen ürün, birinci üretim periyodunda pazarlanmak için stoklanamamaktadır. Ayrıca herhangi bir üretim periyodunda fasonda dikim üretim programı, üretim için seçildiyse bundaki amaç, o üretim periyodundaki siparişi tatmin etmek için olup, diğer üretim periyotlarında pazarlamak için stoklama amacıyla üretim yapılmamaktadır. Çünkü maliyet bir sonraki üretim periyodunun maliyetine göre daha fazla olmakta ve bir sonraki üretim periyodunda fabrika

atıl kalmaktadır (2). Modeldeki maliyet katsayılarına esas alınacak maliyet tablosu Tablo 4'de yer almaktadır.

#### 4.4.1 Problemin Primal Modeli

##### Amaç fonksiyonu:

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^6 C_{ij} \cdot X_{ij}$$

$$[(i=1,2,\dots,16),(j=1,2,\dots,6)]$$

$$= 0 \cdot X_{1,1} + 0,6 \cdot X_{1,2} + 1,2 \cdot X_{1,3} + 1,8 \cdot X_{1,4} + 2,4 \cdot X_{1,5} + 3 \cdot X_{1,6} + 9,3 \cdot X_{2,1} + 9,9 \cdot X_{2,2} + 10,5 \cdot X_{2,3} + 11,1 \cdot X_{2,4} + 11,7 \cdot X_{2,5} + 12,3 \cdot X_{2,6} + 10 \cdot X_{3,1} + 10,6 \cdot X_{3,2} + 11,2 \cdot X_{3,3} + 11,8 \cdot X_{3,4} + 12,4 \cdot X_{3,5} + 13 \cdot X_{3,6} + 10,5 \cdot X_{4,1} + M \cdot X_{4,2} + M \cdot X_{4,3} + M \cdot X_{4,4} + M \cdot X_{4,5} + 13,5 \cdot X_{4,6} + M \cdot X_{5,1} + 9,3 \cdot X_{5,2} + 9,9 \cdot X_{5,3} + 10,5 \cdot X_{5,4} + 11,1 \cdot X_{5,5} + 11,7 \cdot X_{5,6} + M \cdot X_{6,1} + 10,0 \cdot X_{6,2} + 10,6 \cdot X_{6,3} + 11,2 \cdot X_{6,4} + 11,8 \cdot X_{6,5} + 12,4 \cdot X_{6,6} + M \cdot X_{7,1} + 10,5 \cdot X_{7,2} + M \cdot X_{7,3} + M \cdot X_{7,4} + M \cdot X_{7,5} + 12,9 \cdot X_{7,6} + M \cdot X_{8,1} + M \cdot X_{8,2} + 9,3 \cdot X_{8,3} + 9,9 \cdot X_{8,4} + 10,5 \cdot X_{8,5} + 11,1 \cdot X_{8,6} + M \cdot X_{9,1} + M \cdot X_{9,2} + 10,0 \cdot X_{9,3} + 10,6 \cdot X_{9,4} + 11,2 \cdot X_{9,5} + 11,8 \cdot X_{9,6} + M \cdot X_{10,1} + M \cdot X_{10,2} + 10,5 \cdot X_{10,3} + M \cdot X_{10,4} + M \cdot X_{10,5} + 12,3 \cdot X_{10,6} + M \cdot X_{11,1} + M \cdot X_{11,2} + M \cdot X_{11,3} + 9,3 \cdot X_{11,4} + 9,9 \cdot X_{11,5} + 10,5 \cdot X_{11,6} + M \cdot X_{12,1} + M \cdot X_{12,2} + M \cdot X_{12,3} + 10,0 \cdot X_{12,4} + 10,6 \cdot X_{12,5} + 11,2 \cdot X_{12,6} + M \cdot X_{13,1} + M \cdot X_{13,2} + M \cdot X_{13,3} + 10,5 \cdot X_{13,4} + M \cdot X_{13,5} + 11,7 \cdot X_{13,6} + M \cdot X_{14,1} + M \cdot X_{14,2}$$

$$+ M \cdot X_{14,3} + M \cdot X_{14,4} + 9,3 \cdot X_{14,5} + 9,9 \cdot X_{14,6} + M \cdot X_{15,1} + M \cdot X_{15,2} + M \cdot X_{15,3} + M \cdot X_{15,4} + 10,0 \cdot X_{15,5} + 10,6 \cdot X_{15,6} + M \cdot X_{16,1} + M \cdot X_{16,2} + M \cdot X_{16,3} + M \cdot X_{16,4} + 10,5 \cdot X_{16,5} + 11,1 \cdot X_{16,6}$$

##### Sunum kısıtları:

$$\sum_{i=1}^{16} X_{ij} = a_i$$

$$X_{1,1} + X_{1,2} + X_{1,3} + X_{1,4} + X_{1,5} + X_{1,6} \leq 0$$

$$X_{2,1} + X_{2,2} + X_{2,3} + X_{2,4} + X_{2,5} + X_{2,6} \leq 57200$$

$$X_{3,1} + X_{3,2} + X_{3,3} + X_{3,4} + X_{3,5} + X_{3,6} \leq 11700$$

$$X_{4,1} + X_{4,6} \leq 26000$$

$$X_{5,2} + X_{5,3} + X_{5,4} + X_{5,5} + X_{5,6} \leq 57200$$

$$X_{6,2} + X_{6,3} + X_{6,4} + X_{6,5} + X_{1,6} \leq 11700$$

$$X_{7,2} + X_{7,6} \leq 26000$$

$$X_{8,3} + X_{8,4} + X_{8,5} + X_{8,6} \leq 57200$$

$$X_{9,3} + X_{9,4} + X_{9,5} + X_{9,6} \leq 11700$$

$$X_{10,3} + X_{10,5} \leq 26000$$

$$X_{11,4} + X_{11,5} + X_{11,6} \leq 57200$$

$$X_{12,4} + X_{12,5} + X_{12,6} \leq 11700$$

$$X_{13,4} + X_{13,6} \leq 26000$$

$$X_{14,5} + X_{14,6} \leq 57200$$

$$X_{15,5} + X_{15,6} \leq 11700$$

$$X_{16,5} + X_{16,6} \leq 26000$$

##### İstem kısıtları:

$$X_{1,1} + X_{2,1} + X_{3,1} + X_{4,1} \leq 45000$$

$$X_{1,2} + X_{2,2} + X_{3,2} + X_{5,2} + X_{6,2} + X_{7,2} \leq 75000$$

$$X_{1,3} + X_{2,3} + X_{3,3} + X_{5,3} + X_{6,3} + X_{8,3} + X_{9,3} + X_{10,3} \leq 85000$$

$$X_{1,4} + X_{2,4} + X_{3,4} + X_{5,4} + X_{6,4} + X_{8,4} + X_{9,4} + X_{11,4} + X_{12,4} + X_{13,4} \leq 42000$$

$$X_{1,5} + X_{2,5} + X_{3,5} +$$

$$X_{5,5} + X_{6,5} + X_{8,5} + X_{9,5} + X_{11,5} + X_{12,5} + X_{14,5} + X_{15,5} + X_{16,5} \leq 95000$$

$$X_{1,6} + X_{2,6} + X_{3,6} +$$

$$X_{4,6} + X_{5,6} + X_{6,6} + X_{7,6} + X_{8,6} + X_{9,6} +$$

$$X_{10,6} + X_{11,6} + X_{12,6} + X_{13,6} + X_{14,6} +$$

$$X_{15,6} + X_{16,6} \leq 0$$

##### Pozitiflik koşulu:

$$X_{ij} \geq 0$$

#### 4.4.2 Problemin Ulaştırma Tablosunda Gösterilmesi

İncelenen problem tablo 5'de, optimal çözümü ise tablo 6'da gösterilmektedir

**Tablo 5.** İncelenen Problemin Gösterilmesi

Üretim Periyodu	Sunum Merkezi	ÜRETİM-SATIŞ PERİYODU					Üretim Sonu Stok Miktarı	Yapay Sunum Merkezi	Sunum Miktarı
		1	2	3	4	5			
<b>i: 0</b>	Başlangıç stok miktarı	0 $X_{1,1}$	0,6 $X_{1,2}$	1,2 $X_{1,3}$	1,8 $X_{1,4}$	2,4 $X_{1,5}$	3 $X_{1,6}$	0 $X_{1,7}$	0
<b>i: 1</b>	Normal mesai sunum miktarı	9,3 $X_{2,1}$	9,9 $X_{2,2}$	10,5 $X_{2,3}$	11,1 $X_{2,4}$	11,7 $X_{2,5}$	12,3 $X_{2,6}$	0 $X_{2,7}$	57200
	Ek mesai sunum miktarı	10,0 $X_{3,1}$	10,6 $X_{3,2}$	11,2 $X_{3,3}$	11,8 $X_{3,4}$	12,4 $X_{3,5}$	13 $X_{3,6}$	0 $X_{3,8}$	11700
	Fason sunum miktarı	10,5 $X_{4,1}$	M	M	M	M	$X_{4,6}$	0 $X_{4,7}$	26000
<b>i: 2</b>	Normal mesai sunum miktarı	M	9,3 $X_{5,2}$	9,9 $X_{5,3}$	10,5 $X_{5,4}$	11,1 $X_{5,5}$	11,7 $X_{5,6}$	0 $X_{5,7}$	57200
	Ek mesai sunum miktarı	M	10,0 $X_{6,2}$	10,6 $X_{6,3}$	11,2 $X_{6,4}$	11,8 $X_{6,5}$	12,4 $X_{6,6}$	0 $X_{6,7}$	11700
	Fason sunum miktarı	M	10,5 $X_{7,2}$	11,1 M	11,7 M	12,3 M	12,9 $X_{7,6}$	0 $X_{7,7}$	26000
<b>i: 3</b>	Normal mesai sunum miktarı	M	M	9,3 $X_{8,3}$	9,9 $X_{8,4}$	10,5 $X_{8,5}$	11,1 $X_{8,6}$	0 $X_{8,7}$	57200
	Ek mesai sunum miktarı	M	M	10,0 $X_{9,3}$	10,6 $X_{9,4}$	11,2 $X_{9,5}$	11,8 $X_{9,6}$	0 $X_{9,7}$	11700
	Fason sunum miktarı	M	M	10,5 $X_{10,3}$	11,1 M	11,7 M	12,3 $X_{10,6}$	0 $X_{10,7}$	26000
<b>i: 4</b>	Normal mesai sunum miktarı	M	M	M	9,3 $X_{11,4}$	9,9 $X_{11,5}$	10,5 $X_{11,6}$	0 $X_{11,7}$	57200
	Ek mesai sunum miktarı	M	M	M	10,0 $X_{12,4}$	10,6 $X_{12,5}$	11,2 $X_{12,6}$	0 $X_{12,7}$	11700
	Fason sunum miktarı	M	M	M	10,5 $X_{13,4}$	11,1 M	11,7 $X_{13,6}$	0 $X_{13,7}$	26000
<b>i: 5</b>	Normal mesai sunum miktarı	M	M	M	M	9,3 $X_{14,5}$	9,9 $X_{14,6}$	0 $X_{14,7}$	57200
	Ek mesai sunum miktarı	M	M	M	M	10,0 $X_{15,5}$	10,6 $X_{15,6}$	0 $X_{15,7}$	11700
	Fason Sunum Miktarı	M	M	M	M	10,5 $X_{16,5}$	11,1 $X_{16,6}$	0 $X_{16,7}$	26000
<b>İstem miktarı</b>		45000	75000	85000	42000	95000	0	0 132500	474500

Tablo 6. Problemin Optimal Çözümü

Üretim periyodu	Sunum merkezi	ÜRETİM-SATIŞ PERİYODU					Üretim sonu stok miktarı	Yapay Sunum Merkezi	Sunum miktarı
		1	2	3	4	5			
İ: 0	Başlangıç stok miktarı	0	0,6	1,2	1,8	2,4	3	0	0
İ: 1	Normal mesai sunum miktarı	9,3 45000	9,9 12200	10,5	11,1	11,7	12,3	0	57200
	Ek mesai sunum miktarı	10,0	10,6	11,2	11,8	12,4	13	11700	11700
	Fason sunum miktarı	10,5	M	M	M	M	13,5	26000	26000
İ: 2	Normal mesai sunum miktarı	M	9,3 57200	9,9	10,5	11,1	11,7	0	57200
	Ek mesai sunum miktarı	M	10,0 5600	10,6	11,2	11,8	12,4	6100	11700
	Fason sunum miktarı	M	10,5 M	11,1 M	11,7 M	12,3 M	12,9	26000	26000
İ: 3	Normal mesai sunum miktarı	M	M	9,3 57200	9,9	10,5	11,1	0	57200
	Ek mesai sunum miktarı	M	M	10,0 11700	10,6	11,2	11,8	0	11700
	Fason sunum miktarı	M	M	10,5 16100	11,1	11,7	12,3	9900	26000
İ: 4	Normal mesai sunum miktarı	M	M	M	9,3 42000	9,9 15200	10,5	0	57200
	Ek mesai sunum miktarı	M	M	M	10,0	10,6	11,2	11700	11700
	Fason sunum miktarı	M	M	M	10,5	11,1 M	11,7	26000	26000
İ: 5	Normal mesai sunum miktarı	M	M	M	M	9,3 57200	9,9	0	57200
	Ek mesai sunum miktarı	M	M	M	M	10,0 11700	10,6	0	11700
	Fason Sunum Miktarı	M	M	M	M	10,5 10900	11,1	15100	26000
İstem miktarı		45000	75000	85000	42000	95000	0	132500	474500

Optimum çözüm tablosuna göre toplam üretim aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir:

$$\begin{aligned}
 X_{2,1} &= 45000 & X_{10,3} &= 16100 \\
 X_{2,2} &= 12200 & X_{11,4} &= 42000 \\
 X_{5,2} &= 57200 & X_{11,5} &= 15200 \\
 X_{6,2} &= 5600 & X_{14,5} &= 57200 \\
 X_{8,3} &= 57200 & X_{15,5} &= 11700 \\
 X_{9,3} &= 11700 & X_{16,5} &= 10900
 \end{aligned}$$

Bu şekilde yapılan üretim sonunda toplam maliyet ise şu şekilde oluşmaktadır:

$$\begin{aligned}
 \text{Toplam Maliyet} &= X_{2,1} \times 9,3 + X_{2,2} \times 9,9 \\
 &+ X_{5,2} \times 9,3 + X_{6,2} \times 10,0 + X_{8,3} \times 9,3 + \\
 &X_{9,3} \times 10,0 + X_{10,3} \times 10,5 + X_{11,4} \times 9,3 + \\
 &X_{11,5} \times 9,9 + X_{14,5} \times 9,3 + X_{15,5} \times 10,0 + \\
 &X_{16,5} \times 10,5 \\
 \text{Toplam Maliyet} &= 9,3 \times 45000 + 9,9 \times \\
 &12200 + 9,3 \times 57200 + 10,0 \times 5600 +
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &9,3 \times 57200 + 10,0 \times 11700 + 10,5 \\
 &\times 16100 + 9,3 \times 42000 + 9,9 \times 15200 + \\
 &9,3 \times 57200 + 10,0 \times 11700 + 10,5 \times \\
 &10900 = 3249740 \text{ YTL}
 \end{aligned}$$

$$\text{Birim Maliyet} = \text{Toplam Maliyet} / \text{Üretim Miktarı}$$

$$\text{Birim Maliyet} = 3249740 / 342000 = 9,5 \text{ YTL}$$

#### 4.4.3 Problemin Optimal

##### Çözümünün Yorumlanması

Problemin optimal çözüm tablosunun yorumu şu şekilde yapılabilmektedir:

- Birinci üretim periyodunda talep edilen 45000 adetlik malın tamamı normal mesai üretimi ile karşılanmaktadır. Bu nedenle bu üretim periyodunda diğer alternatif programlarda üretim yapılmasına gerek bulunmamaktadır. Ancak normal mesai üretiminde, istemden 12200 adet fazla malın ikinci periyotta kullanılmak üzere üretilmesi tavsiye edilmektedir. Bu şekilde işletmenin hem atıl kalması önlenmekte, hem de bir sonraki üretim sıkıntı yaşanmamaktadır.
- İkinci üretim periyodu için talep edilen 75000 adet malın 12200 adedi birinci üretim periyodunda üretilen stoktan alınmalı, geriye kalan 62800 adet malın 57200 adedi normal mesai üretimi ile karşılanmalı, geri kalan 5600 adedi ise normal mesai üretim programının kapasitesi yetmediğinden dolayı ek mesai üretim programı dahilinde üretilmelidir.
- Üçüncü üretim periyodunda talep edilen 85000 adet malın 57200 adedi normal mesai üretimi ile 11700 adedi ek mesai üretim programıyla karşılanmalıdır. Ancak normal mesaili ve ek mesaili üretim programlarının kapasitesi, geriye kalan 16100 adet malın üretimini karşılayamadığından istemin bu kısmı fasonda dikim üretim programıyla karşılanmalıdır.
- Dördüncü üretim periyodunda talep edilen 42000 adetlik malın tamamı normal mesai üretimi ile karşılanmaktadır. Bu nedenle bu üretim periyodunda diğer alternatif programlarda

üretim yapılmasına gerek bulunmamaktadır. Ancak normal mesai üretiminde, istemden 15200 adet fazla malın ikinci periyotta kullanılmak üzere üretilmesi tavsiye edilmektedir.

- Beşinci üretim periyodunda ise 95000 adet mal talep edilmektedir. Bu talebin 15200 adedi bir önceki üretim periyodunda üretilmelidir. Geriye kalan 79800 adet malın 57200 adedi normal mesai üretimi ile 11700 adedi ek mesai üretim programıyla karşılanmalıdır. Ancak normal mesaili ve ek mesaili üretim programlarının kapasitesi, geriye kalan 10900 adet malın üretimini karşılayamadığından istemin bu kısmı fasonda dikim üretim programıyla gerçekleştirilmelidir.
- İşletme yukarıda belirtilen üretim programına göre, 132500 m<sup>2</sup>'lik bir üretim kapasitesini kullanmamaktadır.
- Üretim planlanmasının yukarıda önerildiği gibi yapılması sonucunda hem istenilen zamanda istemi karşılamak mümkün olacak, hem de uygun birim maliyetle üretim yapılabilecektir.

#### 5. SONUÇ

Günümüzde yöneylem araştırma teknikleri üretim ve hizmet sektörlerinde oldukça yoğun olarak kullanılmaktadır. Yöneylem teknikleri içerisinde yer alan ve doğrusal programlamanın özel bir durumu olan ulaştırma modeli de, bu tekniklerin gelişmesiyle birçok sektörde kullanım alanı bulmuştur. Konfeksiyon sektöründe yaşanan uluslararası rekabet, işletmelerin mevcut kaynaklarını daha etkin kullanmasını zorunlu kılmaktadır. Bu durum konfeksiyon işletmelerinin üretim yönetimlerinde

modern yöntem ve tekniklerin daha yoğun olarak kullanılmasını gerekli hale getirmiştir. Bilindiği gibi bir işletmenin rekabet gücüne etki eden değişik faktörler vardır ve bu faktörlerin etkin yönetimi tüm işletmelerin temel ilgi noktasını oluşturmaktadır. Rekabet gücünün en önemli faktörlerinden biri olarak kabul edilen ürün maliyeti, konfeksiyon işletmelerinin önemle durduğu faktörlerin başında gelmektedir. Konfeksiyonda maliyet odaklı bir sistemin oluşturulması, tüm üretim faktörlerinin daha verimli kullanılmasını zorunlu kılacak bir üretim sisteminin de temelini teşkil etmektedir. Bu bağlamda etkin bir kaynak planlaması, dengeli ve etkin bir üretim programının oluşumunu sağlayacak ve bu oluşum mevcut kaynakların etkinliğini artırarak istenilen birim maliyetlere ulaşılmasını da olanaklı hale getirecektir. Bu kapsamda ulaştırma modeli üretim yöneticilerine üretim planlaması ve birim maliyetlerin belirlenmesinde önemli ölçülerde kolaylık sağlayacaktır.

#### 6. KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Gülerman, A., Mühendislik Ekonomisi ve İşletme Yönetimi, İzmir (Ege Üniversitesi Basımevi), 1976, s195-201.
2. www.kho.edu.tr/yayinlar/bilimdergisi/doc/2001-2/8-bilder.doc
3. Öztürk, A.; Yöneylem Araştırması, Bursa (Uludağ Üniversitesi Basımevi), 1987, s 117.
4. Akalın, S.; Yöneylem Araştırması, İzmir (Ege Üniversitesi Basımevi),1979, s 306-309.
5. Uman, N.; Ulaştırma Modeli ve Petrol Ofisinde Uygulama Denemesi; Ankara, 1974, s 30.
6. www.yaem2004.cukurova.edu.tr/ bildiriler.

---

*Bu araştırma, Bilim Kurulumuz tarafından incelendikten sonra, oylama ile saptanan iki hakemin görüşüne sunulmuştur. Her iki hakem yaptıkları incelemeler sonucunda araştırmanın bilimselliği ve sunumu olarak "Hakem Onaylı Araştırma" vasfıyla yayımlanabileceğine karar vermişlerdir.*

---