

**MODERN İŞLETME YÖNETİMİNDE MATEMATİKSEL MODELLEME TEKNİĞİ:
Yönetici Kararlarında Tamsayı Doğrusal Programlama Modelinin Kullanımı**

Ahmet ERGÜLEN*

Halim KAZAN**

ÖZET

İşletmelerde sürekli olarak kısa veya uzun süreli birtakım kararlar alınmak zorundadır. Bu kararlar küçük işletmeler için çoğunlukla stok ve fiyat politikaları ile ilgili iken büyük işletmeler içinse üretim, yatırım, finansman, stoklama, fiyat, istihdam, rekabet, ve ulaşım politikalarıyla ilgilidir. İşletme yönetimlerindeki bu kararlarda en önemli kavram belirsizlik olmuştur. Bunun için somut verileri kullanarak, problemlerin matematiksel modellerini oluşturup çözümlenmek kararlar da önemli yer tutmaktadır. Bu çalışma, bütün işletmeler için rekabetin önemli olduğu pazar faaliyetleri sırasında, ulaşım politikasıyla ilgili olan dağıtım maliyetini minimize etmeyi sağlayacak model oluşturmayı hedeflemektedir. Çalışma sonucu, işletmelerin genel finansman yapısının modeller kullanılarak daha iyi konuma geleceğini göstermektedir.

Anahtar Sözcük: Dağıtım Maliyeti, Karar Verme Teorisi, Tamsayı Doğrusal Programlama

ABSTRACT

Managers in the firms are required to make several short and long term decisions. Whilst such decisions for small firms are generally related with stocks and pricing policies, for big firms, such decisions are mostly related with production, investment, financing, stoking, pricing the stock, employment and transportation policies. The most important element of decision is uncertainty. As such, setting up mathematical models based on actual data to sort out the problems plays an important role in decision making process. The aim of this study is to set up model to minimise distribution costs related with transportation policy, which is off particular importance for the firms that are operating in the rather competitive environment. The results of this study suggest that financing structure of firms can be improved by using models.

Key Words: Distribution Costs, Decision Making Theory, Linear-Integer Programming

* Yrd.Doç. Dr. Ahmet ERGÜLEN N.Ü. İ.İ.B.F İşletme Böl. Öğretim Üyesi

** Yrd.Doç. Dr. Halim KAZAN G.Y.T.E İşletme Fak. Öğretim Üyesi

I. GİRİŞ

Bu çalışmada bütün işletmeler için rekabetin önemli olduğu pazar faaliyetleri sırasında, bir firmaya ait lojistik bölümünün dağıtım planında, firmaya tasarruf sağlayacak ve firmanın dağıtım maliyetine karşılık, ürünlere ait tablolar kullanılarak Tamsayılı Doğrusal Programlama(TDP) modeliyle ürünlerin dağıtım maliyetinin minimize edilebileceği gösterildi.

Yapılan literatür taramasında, kararların alınması ile ilgili kantitatif yöntemler bir çok çalışmada dağıtım problemleriyle ilgili olarak kullanılmıştır. Bunlardan bazıları: (Chen, M. and Wang, W., 1997) A linear programming model for integrated steel production and distribution planning, (Balakrishnan,A., Natarajan,H.P. and Pangburn, M.S., 2000) Optimizing Delivery Fees For a Network of Distributors, (Ergülen, A., 2005), "İşletmelerin Dağıtım Stratejilerinin Oluşturulması Modeli :Dağıtım Koşullarının Ağır Olduğu Türkiye deki Doğu ve Kuzey İlleri Üzerine Örnek Bir Uygulama", Ayrıca, doğrusal programlama teknikleri geniş çekiciliğe sahiptirler. Taşıma, enerji, tele iletişim ve üretimin tüm şekillerini kapsayarak, pek çok endüstride başarılı olarak kullanılmıştır. (Stapleton, Hanna, Markussen, 2003:54). Durhan ve ark. (1996:115) taşıma maliyetlerinin minimize edilmesinin, Pazar faaliyetleri sırasında, rakip firmalara karşı çeşitli fiyat stratejileri geliştirilmesi açısından önemli olduğunu ve firmanın genel finansal yapısının da daha sağlıklı yapıya ulaşmasında temel faktörlerden biri olduğunu belirtmişlerdir.

İşletmecilikte taşıma maliyetlerinin önemi bilinen bir gerçektir. Bu nedenle taşıma maliyetlerinin minimizasyonu konusunda pek çok araştırmanın yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmaların önemli bir kısmının Araç Rotalama Problemi alanında olduğu gözlenmektedir (Tarantilis, C.D. ve arkadaşları 2004).

Araç Rotalama Problemleri (ARP), coğrafi olarak dağınık merkezlere bir veya birden fazla depodan hizmet vermek üzere görevlendirilen araçların optimum dağıtım/toplama rotalarının planlanması problemleridir (Eryavuz, M. ve Gencer, C., s:139, 2001). Tüketim mallarının fabrikalardan toptancılara dağıtım sorunu, ARP için iyi ve kolay anlaşılır bir örnek problemdir. Burada fabrikalar arz merkezleri, toptancılar ise talep merkezleri durumundadır.

Literatürde yer alan çalışmalar; farklı özellikler içeren ARP problemlerinin modellenmesi, bu problemlerin optimum çözümünün araştırılmasında farklı çözüm algoritmalarının kullanılması ve gerçek hayattaki çeşitli sorunların çözümü için uygulamalar yapılması şeklindedir (Gilbert Laporte, G. ve diğerleri, 2000; Ropke, S. ve Pisinger, D., 2004)

Bu çalışmada; bir fabrikadan birden çok toptancıya farklı kapasitedeki araçlarla sürekli olarak mal taşınması probleminde, talep miktarlarının durumuna uygun bir tamsayılı doğrusal programlama modeli önerilerek, bu modelin bir firmada uygulaması yapılmıştır.

Modern İşletme Yönetiminde Matematiksel Modelleme Tekniği: Yönetici Kararlarında Tamsayılı Doğrusal Programlama Modelinin Kullanımı

II. ÖNERİLEN MODEL

Bu çalışmada önerilen model; bir fabrikadan çok sayıda toptancıya sürekli olarak mal taşıma işleminin yapıldığı ve toptancı talep miktarlarının bulanık olduğu durumlara benzer araç rotalama problemleri için kullanılabilir bir karışık tamsayılı doğrusal programlama modelidir. Önerilen model aşağıdadır:

Bugünün şartlarında değerlendirildiğinde, taşıma maliyetlerinin minimize edilmesinin, i. Dağıtımda, maliyet ve zaman esaslı, rekabet üstünlüğü sağlaması, ii. Geliştirilecek fiyat politikalarında hareket kabiliyeti veya esneklik sağlaması, iii. Lojistik ve mali planların daha sağlıklı yapılabilmesi, gibi daha birçok faydaları olacaktır.

İşletmelerde bu tür çalışmalar ancak bir ihtiyaca karşılık geldiğinde veya bir problemi çözdüğünde bir anlam ifade etmektedir. Bir başka ifade ile, mevcut durumdan varılmak istenen hedefe ulaşılması için gereken ihtiyaç(lar)ın belirlenmesidir. Çözüm, belirlenen ihtiyaçların veya problemlerin giderilmesine yönelik faaliyetlerdir.

Bu çalışmadaki, firmanın dağıtım maliyetinin minimize edilmesindeki çözümüne ait TDP modeli aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$Z_{\min} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (d_{ij} X_{ij} + r_i Y_i) \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ (m: araç türleri sayısı)}$$
$$j = 1, 2, \dots, n \text{ (n: bölge sayısı)}$$

Sefer Sayıları Kısıtı;

$$\sum_{j=1}^n (a_{ij} X_{ij} - c_i Y_i) \leq t_i \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ (m: araç türleri sayısı)}$$
$$j = 1, 2, \dots, n \text{ (n: bölge sayısı)} \quad [1]$$

Dağıtım Yapılacak Malların Yük Kısıtı;

$$\sum_{i=1}^m f_i X_{ij} \geq h_k \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ (m: araç türleri sayısı)}$$
$$j = 1, 2, \dots, n \text{ (n: bölge sayısı)}$$
$$k = 1, 2, \dots, n \text{ (n: bölgelere ait yük değerleri)} \quad [2]$$

Pozitiflik Şartı;

$$X_{ij} \geq 0 \text{ ve tamsayı, } Y_i \geq 0 \text{ ve tamsayı}$$

Burada; i : araç tipini, j : aracın sefer yapacağı bölgeyi göstermek üzere,

ERGÜLEN-KAZAN

Amaç denkleminde;

Kullanılan parametreler,

d_{ij} : i. tip aracın j bölgesine yapacağı sefer maliyetini,

r_i : i tipi bir aracı 10 günlüğüne kiralamanın maliyeti

Karar değişkenleri ise,

X_{ij} : i. tip aracın j bölgesine yapacağı sefer sayısı

Y_i : Kiralanacak i tipi bir araç sayısı

olarak ifade edilir.

[1] numaralı kısıt'ta;

Kullanılan parametreler,

a_{ij} : i. tip aracın j bölgesine bir sefer yapması gereken süresini

c_i : Kiralanacak i tipi bir aracın (10 gün zarfında) çalışma süresi

t_i : İşletmenin elindeki i tipi bir aracın (10 gün zarfında) çalışma süresi

Karar değişkenleri ise,

X_{ij} : i. tip aracın j bölgesine yapacağı sefer sayısı

Y_i : Kiralanacak i tipi bir araç sayısı

olarak ifade edilir.

[2] numaralı kısıt'ta;

Kullanılan parametreler;

f_i : i tipi bir aracın tonajı,

h_k : k bölgesine gönderilecek yük miktarlarını ,

Karar değişkenleri ise,

X_{ij} : i. tip aracın j bölgesine yapacağı sefer sayısı

Modern İşletme Yönetiminde Matematiksel Modelleme Tekniği: Yönetici Kararlarında Tamsayılı Doğrusal Programlama Modelinin Kullanımı

olarak tanımlanır.

Yukarıda verilen genel (TDP) modelde işletmenin dağıtım planına uygun ,işletmeye ait özel değerleriyle hazırlanacak planlar yapılabilir. Aynı şekilde problemi uygun diğer işletmeler için de çözüm yöntemi olarak kullanılabilir.

Bu çalışmanın önemi, Türkiye deki işletmelerin yapılan çalışmalarda üretimden, tüketime kadar olan aşamalarında bilimsel teknikler kullanarak planlama yapmaya yönelmesini sağlamaktır.

Buradaki karar probleminde, bir firmanın lojistik bölümünün dağıtım yapılan ürünlerine ait bölgelerin yük değerleri ve taşımadaki kg birim fiyatı tabloları kullanılarak firmanın dağıtım maliyetleri değişkenler şeklinde ortaya konuldu. Ayrıca firmanın dağıtım maliyetine karşılık, dağıtım yapılan ürünlere ait tablolar kullanılarak TDP modeliyle ürünlerin yeni dağıtım maliyeti belirlendi. Buradan da dağıtım maliyetleri karşılaştırılarak, dağıtım maliyetinin minimize edildiği görüldü.

III. BİR GIDA FİRMASINDA UYGULAMA

Modelin uygulaması, Adana ilindeki fabrikada üretilen bir ürünün 1.Diyarbakır, 2.Erzurum, 3.Hatay, 4.Kastamonu, 5.Malatya, 6.Mardin, 7.Mersin, 8.Samsun, 9.Sivas, 10.Tokat ve 11.Trabzon illerinde bulunan toptancılara (talep merkezleri) dağıtılması sorununun çözümü için yapılmıştır. Uygulama dönemi olarak Ocak-Aralık ayları, 10'ar günlük süreler dikkate alınmıştır. Firmanın elinde bulunan araçların özellikleri Ek.1'de; fabrikadan distribütörlere mal taşıyan bir aracın gidiş-geliş (sefer) maliyeti ve süreler Ek 2'de; distribütörlerin bu dönem içindeki talep miktarları Ek-3'de, Firmaya ait malların dağıtımını distribütörlerin buldukları yerlere yaparken istenen mallara ait sefer ücretleri de Ek 4'de verilmiştir. Ayrıca Araç tipleri ve sefer yapacakları yerlere ait değişkenlerin açıklamaları Ek-5'de verilmiştir.

Bu çalışmada önerilen model için Ek 1, Ek 2, Ek 3 ve Ek 4'deki veriler dikkate alınarak bir uygulama yapıldığında, aşağıda açık yazılımı verilen bir tamsayılı doğrusal programlama modeli ortaya çıkmaktadır:

Amaç denklemi ; Ocak-Şubat (Aylık)

ERGÜLEN-KAZAN

$$\begin{aligned} Z_{\min} = & 143598X_{11} + 296725X_{12} + 62491X_{13} + 235534X_{14} + 136994X_{15} \\ & + 143598X_{16} + 41990X_{17} + 236899X_{18} + 140920X_{19} + 182247X_{110} \\ & + 296855X_{111} + 220920X_{21} + 456500X_{22} + 96140X_{23} + 362360X_{24} \\ & + 210760X_{25} + 220920X_{26} + 64600X_{27} + 364460X_{28} + 216800X_{29} \\ & + 280380X_{210} + 456700X_{211} + 276150X_{31} + 570625X_{32} + 120175X_{33} \\ & + 452950X_{34} + 263450X_{35} + 276150X_{36} + 80750X_{37} + 455575X_{38} \\ & + 271000X_{39} + 350475X_{310} + 570875X_{311} + 130000Y_1 + 200000Y_2 \\ & + 250000Y_3 \end{aligned}$$

(1. tip aracın kapasitesi (13 ton) x Gidilecek 1. bölgenin nakliye kğ fiyatı (11046) = 143598 (Diyarbakır'a götürülen bir seferlik yük'ün firmaya fatura edilen maliyeti) olur.)

Araçların çalışma kapasitesi kısıtları;

$$\begin{aligned} 16X_{11} + 24X_{12} + 6X_{13} + 18,46X_{14} + 12X_{15} + 16X_{16} + 2,18X_{17} \\ 20X_{18} + 15X_{19} + 17,14X_{110} + 26,66X_{111} - 720Y_1 \leq 30240 \end{aligned}$$

(10gün x 24 saat = 240 saat; 14araç x 10gün x 24saat = 3360 saat)

$$\begin{aligned} 16X_{21} + 24X_{22} + 6X_{23} + 18,46X_{24} + 12X_{25} + 16X_{26} + 2,18X_{27} \\ 20X_{28} + 15X_{29} + 17,14X_{210} + 26,66X_{211} - 720Y_2 \leq 17280 \end{aligned}$$

(8araç x 10gün x 24saat = 1920 saat)

$$\begin{aligned} 16X_{31} + 24X_{32} + 6X_{33} + 18,46X_{34} + 12X_{35} + 16X_{36} + 2,18X_{37} \\ 20X_{38} + 15X_{39} + 17,14X_{310} + 26,66X_{311} - 720Y_3 \leq 6480 \end{aligned}$$

(3araç x 10gün x 24saat = 720 saat)

şeklindedir. Modelde, karar değişkenlerinin tanımlanmasında kullanılan değişkenlere göre yük; Araçların 1.10gün, 2.10gün ve 3.10gün de her bir seferde taşıdığı mal miktarıdır. Buna göre, aşağıdaki yük kısıtının oluşturulmasındaki yük ifadesi yerine, dağıtım planında Tablo 1 deki verilen yük miktarları her bir model (Her bir il için ocak ayından aralık ayına kadar, her bir ay içerisinde 1.10 gün,2.10gün ve 3.10 gün şeklinde üç model, toplam olarak yılda 3 x 12=36 model kurmak.) için ayrı ayrı kullanılmıştır.

Toptancıların talep kısıtları

**Modern İşletme Yönetiminde Matematiksel Modelleme Tekniği:
Yönetici Kararlarında Tamsayı Doğrusal Programlama Modelinin Kullanımı**

$$\begin{aligned}13X_{11} + 20X_{21} + 25X_{31} &\geq Y\ddot{u}k, 13X_{12} + 20X_{22} + 25X_{32} \geq Y\ddot{u}k \\13X_{13} + 20X_{23} + 25X_{33} &\geq Y\ddot{u}k, 13X_{14} + 20X_{24} + 25X_{34} \geq Y\ddot{u}k \\13X_{15} + 20X_{25} + 25X_{35} &\geq Y\ddot{u}k, 13X_{16} + 20X_{26} + 25X_{36} \geq Y\ddot{u}k \\13X_{17} + 20X_{27} + 25X_{37} &\geq Y\ddot{u}k, 13X_{18} + 20X_{28} + 25X_{38} \geq Y\ddot{u}k \\13X_{19} + 20X_{29} + 25X_{39} &\geq Y\ddot{u}k, 13X_{110} + 20X_{210} + 25X_{310} \geq Y\ddot{u}k \\13X_{111} + 20X_{211} + 25X_{311} &\geq Y\ddot{u}k\end{aligned}$$

şeklinde dir.

Burada oluşturulan Modelin WINQSB paket programı ile elde edilen optimum çözümlüyle dağıtım maliyetine ulaşılmış olur.

Tablo 1: Modele ait yıllık dağıtım maliyeti

Modele Ait Yıllık Toplam Maliyet	404.762,340
Modele Ait Yıllık Toplam Yük	26.164.727
Modele Ait Yıllık Toplam Sefer	1530

Tabloda yük miktarları ton olarak , maliyet ise YTL olarak alınmıştır.

Ayrıca; Firma dağıtım yaparken anlaşmayı yaptığı nakliye firmasıyla 13 Tonluk klimalı araçlar kullanmıştır. Dağıtım yapılan mallar margarin ve likit yağlar olduğu için klimalı araçlar tercih edilmiştir.

Buna göre firmanın dağıtım maliyetinin ortaya çıkarılmasında ;

1-Distribütörlere dağıtım yapılan malların, miktarlarına ait yıllık dağıtım tablosu

2-Distribütörlere dağıtım yapılan malların, her bir seferdeki kg fiyatı ve km fiyatını belirten değerler tablosu

3-Bunlara bağlı olarak distribütörlere yapılan dağıtımdaki toplam sefer sayıları tablosu oluşturulmuştur.

Tablo 2 :Firmaya Ait Yıllık Dağıtım Maliyeti

Firmaya ait Yıllık Toplam Maliyet	447.547,099
Firmaya ait Yıllık Toplam Yük	26.164.727
Firmaya ait Yıllık Toplam Sefer Sayısı	2218

Tabloda yük miktarları ton olarak , maliyet ise YTL olarak alınmıştır.

IV. SONUÇ

ERGÜLEN-KAZAN

Bu model, firmanın dağıtım sistemine alternatif model olacak şekilde oluşturulmuştur. Firmaya ait olan yıllık çözüm sonuçları ve modele ait olan yıllık çözüm sonuçları karşılaştırıldığında malların yapılan yıllık dağıtımlarında maliyet minimizasyonunun olduğu görülür.

Tablo 3: Firmaya ait dağıtım maliyeti ile modele ait dağıtım maliyeti arasındaki yıllık tasarruf miktarı

Firmaya Ait Toplam Veriler;	
Yıllık Toplam Maliyet =	447.547,099
Yıllık Toplam Yük =	26.164.727
Yıllık Toplam Sefer =	2218

Tablo 3'ün devamı

Modele Ait Toplam Veriler;	
Yıllık Toplam Maliyet =	404.762,340
Yıllık Toplam Yük =	26.164.727
Yıllık Toplam Sefer =	1530
Yıllık Toplam Tasarruf = Firmanın Yıllık Toplam Maliyeti - Modelin Yıllık Toplam Maliyeti	
=	447.547,099 – 404 762,340
=	42.784,759

Tabloda yük miktarları ton olarak , maliyet YTL olarak alınmıştır.

Tablo 3'e bakıldığında yıllık toplam tasarrufun 42.784 YTL 759 YKrş olduğu görülür. Buda modelle yapılan dağıtım maliyetinin, firmayla yapılan dağıtım maliyetine göre % 9.56 oranında daha avantajlı dağıtım yapıldığını ve sonuç olarak da, rekabetin önemli olduğu işletme faaliyetleri sırasında, işletmelerin finansman yapısını etkileyecek dağıtım maliyetinin minimize edildiğini göstermektedir.

KAYNAKÇA

Eryavuz, M. ve Gencer, C., "Araç Rotalama Problemine Ait Bir

Uygulama", Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C.6, S.1, s:139-155, 2001.

Tarantilis, C.D., G.Ioannou ve G. Prastacos, "Advanced

vehicle routing algorithms for complex operations management problems", Journal of Food Engineering, In Press, Corrected Proof, Available online 8 December 2004.

Stapleton, D.M., Hanna J.B., Markussen, D., " Marketing Strategy Optimization: Using Linear Programming to Establish an Optimal Marketing Mixture", American Business Review, 54-62. 2003.

**Modern İşletme Yönetiminde Matematiksel Modelleme Tekniği:
Yönetici Kararlarında Tamsayı Doğrusal Programlama Modelinin Kullanımı**

Balakrishnan,A.,Natarajan,H.P. and Pangburn, M.S., Optimizing Delivery Fees For a Network of Distributors 2000.

Chen, M. and Wang, W., A linear programming model for integrated steel production and distribution planning 1997

Durhan,A.C.,Sexton,J.R., American Journal of Agricultural Economics, Spatial competition uniform pricing and transportation efficiency in the California processing Vol. 78, Issue.1,p.115. 1996

Ergülen, Ahmet "İşletmelerin Dağıtım Stratejilerinin Oluşturulması Modeli: Dağıtım Koşullarının Ağır Olduğu Türkiye deki Doğu ve Kuzey İlleri Üzerine Örnek Bir Uygulama", Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Cilt 19, Sayı 1, Nisan, s.325-342.2005

Laporte, G., M. Gendreau, J.Y. Potvin ve F. Semet, "Classical and Modern Heuristics For the Vehicle Routing Problem", [International Transactions in Operational Research, Vol.7, Is.4-5, p:285-300, 2000.](#)

Ekler:

Ek 1: Firmanın elinde bulunan araçlar

Araç tipi (yük kapasitesi)	Araç tipi no: (i)	Araç sayısı	Araçların toplam çalışma kapasiteleri (saat)
13 Tonluk	1	42	30240
20 Tonluk	2	24	17280
25 Tonluk	3	9	6480

Ek 2: Fabrikadan distribütörlere mal taşıyan bir aracın gidiş-geliş

(sefer) maliyeti ve süreler

j	Toptancı bulunan iller	Fabrika ve toptancı arası uzaklık (Saat) (gidiş-geliş süresi)	Araçların sefer maliyetleri		
			13 Tonluk i=1	20 Tonluk i=2	25 Tonluk i=3
1	Diyarbakır	16	143598	220920	276150
2	Erzurum	24	296725	456500	570625
3	Hatay	6	62491	96140	120175
4	Kastamonu	18,46	235534	362360	452950
5	Malatya	12	136994	210760	263450
6	Mardin	16	143598	220920	276150
7	Mersin	2,18	41990	64600	80750
8	Samsun	20	236899	364460	455575
9	Sivas	15	140920	216800	271000
10	Tokat	17,14	182247	280380	350475
11	Trabzon	26,66	296855	456700	570875

ERGÜLEN-KAZAN

Ek 3(a-e): Toptancıların talep miktarları

Ek 3a

AYLAR	Diyarbakır				Erzurum			
	1.10	2.10	3.10	T	1.10	2.10	3.10	T
Ocak	77851	176933	217038	471.822	22109	50248	61638	133995
Şubat	40470	91978	112826	245.274	39278	89269	109503	238050
Mart	57825	131420	161208	350.452	29711	67525	82830	180066
Nisan	53958	122633	150429	327.020	39744	90326	110800	240870
Mayıs	39592	89981	110377	239.950	46606	105922	129931	282459
Haziran	60970	138568	169977	369.515	30731	69844	85675	186250
Temmuz	55564	126281	154905	336.750	18955	43080	52845	114880
Ağustos	71145	161693	198343	431.181	31612	71846	88130	191588
Eylül	89219	202770	248731	540.720	51602	117278	143861	312742
Ekim	93468	212426	260576	566.470	44837	101903	125000	271740
Kasım	93828	213245	261581	568.654	51516	117083	143622	312221
Aralık	49789	113157	138805	301.751	24009	54566	66934	145509
Toplam	783677	1781085	2184797	4.749.559	430711	978889	1200770	2610370

Ek 3b

AYLAR	Hatay				Kastamonu			
	1.10	2.10	3.10	T	1.10	2.10	3.10	T
Ocak	14687	33379	40945	89.011	10398	23633	28989	63.020
Şubat	12261	27866	34183	74.310	17785	40421	49583	107.789
Mart	15014	34123	41857	90.994	10754	24442	29982	65.178
Nisan	3409	7748	9504	20.661	13814	31395	38511	83.720
Mayıs	13272	30163	37000	80.435	9601	21821	26767	58.189
Haziran	6679	15180	18621	40.480	11609	26383	32363	70.355
Temmuz	16151	36707	45027	97.885	9695	22034	27029	58.758
Ağustos	9936	22581	27699	60.216	12251	27842	34153	74.246
Eylül	17604	40009	49078	106.691	13318	30269	37130	80.717
Ekim	17371	39480	48429	105.280	14345	32602	39991	86.938
Kasım	18539	42134	51684	112.357	15870	36067	44242	96.179
Aralık	10686	24287	29791	64764	9590	21795	26735	58120
Toplam	1556089	353657	433819	943084	1490305	338703	415476	903209

Ek 3c

AYLAR	Malatya				Mardin			
	1.10	2.10	3.10	T	1.10	2.10	3.10	T
Ocak	6599	14999	18398	39.996	61938	140768	172675	375.381
Şubat	14562	33095	40597	88.254	65142	148051	181609	394.802
Mart	17355	39443	48383	105.181	65701	149321	183166	398.188
Nisan	20437	46448	56976	123.861	81307	184788	226674	492.769
Mayıs	18884	42919	52647	114.450	89387	203153	249200	541.740

**Modern İşletme Yönetiminde Matematiksel Modelleme Tekniği:
Yönetici Kararlarında Tamsayı Doğrusal Programlama Modelinin Kullanımı**

Haziran	16733	38029	46649	101.410	85883	195188	239431	520.502
Temmuz	13126	29832	36594	79.552	75008	170473	209113	454.594
Ağustos	12635	28717	35226	76.578	73895	167942	206009	447.846
Eylül	19037	43266	53073	115.376	103900	236136	289660	629.696
Ekim	21648	49201	60353	131.202	103039	234179	287259	624.477
Kasım	19245	43739	53653	116.638	99574	226304	277600	603.478
Aralık	11233	25530	31317	68.080	84522	192096	235638	512.256
Toplam	91495	435217	533866	1160578	989295	2248398	2758035	5995729

Ek 3ç

AYLAR	Mersin				Samsun			
	1.10	2.10	3.10	T	1.10	2.10	3.10	T
Ocak	30720	69819	85645	186.184	31370	71296	87456	190.122
Şubat	48428	110063	135011	293.502	23707	53880	66092	143.679
Mart	30690	69751	85561	186.002	10516	23900	29318	63.734
Nisan	39904	90690	111246	241.840	27476	62445	76599	166.520
Mayıs	31347	71243	87392	189.982	22224	50509	61957	134.690
Haziran	32068	72881	89401	194.350	19091	43388	53223	115.702
Temmuz	38985	88603	108686	236.274	23403	53189	65245	141.837
Ağustos	34515	78444	96225	209.184	32952	74891	91866	199.709
Eylül	37886	86105	105622	229.613	29963	68097	83532	181.592
Ekim	30274	68804	84399	183.477	36606	83196	102054	221.856
Kasım	34583	78597	96412	209.592	34821	79139	97077	211.037
Aralık	29469	66976	82157	178.602	17515	39807	48830	106.152
Toplam	418869	951976	1167757	2.538.602	309644	703736	863250	1.876.630

Ek 3d

AYLAR	Sivas				Tokat			
	1.10	2.10	3.10	T	1.10	2.10	3.10	T
Ocak	26758	60815	74599	162172	30984	70418	86379	187781
Şubat	28131	63934	78425	170490	37233	84620	103801	225654
Mart	25403	57735	70822	153960	28627	65061	79808	173496
Nisan	27181	61776	75778	164735	28346	64422	79024	171792
Mayıs	22422	50959	62509	135890	26387	59970	73563	159920
Haziran	29394	66806	81948	178148	29710	67523	82828	180061
Temmuz	25891	58844	72182	156917	28999	65907	80846	175752
Ağustos	27807	63198	77523	168528	31776	72218	88588	192582
Eylül	26995	61352	75258	163605	40428	91881	112707	245016
Ekim	37256	84673	103865	225794	35765	81284	99709	216758
Kasım	36199	82270	100918	219387	31161	70820	86872	188853
Aralık	30635	69624	85405	185664	38291	87024	106749	232064
Toplam	344073	781984	959233	2085290	387705	881148	1080875	2349729

ERGÜLEN-KAZAN

Ek 3e

AYLAR	Trabzon				AYLAR	Trabzon			
	1.10 gün	2.10 gün	3.10 gün	T		1.10 gün	2.10 gün	3.10 gün	T
Ocak	7752	17618	21611	46981	Ağustos	19166	43559	53432	116157
Şubat	26153	59438	72910	158501	Eylül	15024	34145	41885	91054
Mart	12178	27678	33952	73808	Ekim	11065	25148	30848	67060
Nisan	9257	21038	25806	56101	Kasım	18666	42422	52038	113126
Mayıs	15606	35468	43507	94581	Aralık	1990	4523	5548	12061
Haziran	10052	22845	28023	60920	Toplam	157071	356980	437895	951946
Temmuz	10163	23099	28334	61596					

Değerler Ton olarak alınmıştır. Araçlar 13 Tonluk ve klimalıdır.

Ek 4(a-ç): Talep Merkezinden istenen mallara ait sefer ücretleri (Kğ. ve Km.)

Ek 4a

Diyarbakır			Erzurum			Hatay		
AYLAR	Kğ. Fiy.	Km.Fiy.	AYLAR	Kğ. Fiy.	Km.Fiy.	AYLAR	Kğ. Fiy.	Km.Fiy.
Ocak	11046	275.623	Ocak	22825	357.943	Ocak	4807	327.225
Şubat	11046	275.623	Şubat	22825	299.275	Şubat	4807	327.225
Mart	11874	296.295	Mart	24537	321.721	Mart	5168	351.767
Nisan	11874	296.295	Nisan	24537	321.721	Nisan	5168	351.767
Mayıs	11874	296.295	Mayıs	24537	321.721	Mayıs	5168	351.767
Haziran	12765	318.517	Haziran	26377	345.850	Haziran	5556	378.150
Temmuz	13722	342.406	Temmuz	28356	371.789	Temmuz	5972	406.511
Ağustos	14751	368.086	Ağustos	30482	399.673	Ağustos	6420	436.999
Eylül	14751	368.086	Eylül	30482	399.673	Eylül	6420	436.999
Ekim	14751	368.086	Ekim	30482	399.673	Ekim	6420	436.999
Kasım	15857	395.692	Kasım	32768	429.648	Kasım	6902	469.774
Aralık	15857	395.692	Aralık	32768	429.648	Aralık	6902	469.774

Ek 4b

Kastamonu			Malatya			Mardin		
AYLAR	Kğ. Fiy.	Km.Fiy.	AYLAR	Kğ. Fiy.	Km.Fiy.	AYLAR	Kğ. Fiy.	Km.Fiy.
Ocak	18118	333.618	Ocak	10538	334.146	Ocak	11046	269.418
Şubat	18118	333.618	Şubat	10538	334.146	Şubat	11046	269.418
Mart	19477	358.639	Mart	11328	359.207	Mart	11874	289.624
Nisan	19477	358.639	Nisan	11328	359.207	Nisan	11874	289.624
Mayıs	19477	358.639	Mayıs	11328	359.207	Mayıs	11874	289.624
Haziran	20938	385.537	Haziran	12178	386.148	Haziran	12765	311.346
Temmuz	22508	414.452	Temmuz	13091	415.109	Temmuz	13722	334.697
Ağustos	24196	445.536	Ağustos	14073	446.242	Ağustos	14751	359.799
Eylül	24196	445.536	Eylül	14073	446.242	Eylül	14751	359.799
Ekim	24196	445.536	Ekim	14073	446.242	Ekim	14751	359.799
Kasım	26011	478.951	Kasım	15128	479.710	Kasım	15857	386.784

**Modern İşletme Yönetiminde Matematiksel Modelleme Tekniği:
Yönetici Kararlarında Tamsayı Doğrusal Programlama Modelinin Kullanımı**

Aralık	26011	478.951	Aralık	15128	479.710	Aralık	15857	386.784
--------	-------	---------	--------	-------	---------	--------	-------	---------

Ek 4c

Mersin			Samsun			Sivas		
AYLAR			AYLAR			AYLAR		
	Kğ. Fiy.	Km.Fiy.		Kğ. Fiy.	Km.Fiy.		Kğ. Fiy.	Km.Fiy.
Ocak	3230	608.695	Ocak	18223	317.144	Ocak	10840	281.283
Şubat	3230	608.695	Şubat	18223	317.144	Şubat	10840	281.283
Mart	3472	654.347	Mart	19590	340.930	Mart	11653	302.379
Nisan	3472	654.347	Nisan	19590	340.930	Nisan	11653	302.379
Mayıs	3472	654.347	Mayıs	19590	340.930	Mayıs	11653	302.379
Haziran	3732	703.423	Haziran	21059	366.500	Haziran	12527	325.057
Temmuz	4012	756.180	Temmuz	22639	393.987	Temmuz	13466	349.437

Ek 4c'nin devamı

Mersin			Samsun			Sivas		
AYLAR			AYLAR			AYLAR		
	Kğ. Fiy.	Km.Fiy.		Kğ. Fiy.	Km.Fiy.		Kğ. Fiy.	Km.Fiy.
Ağustos	4313	812.893	Ağustos	24337	423.536	Ağustos	14476	375.644
Eylül	4313	812.893	Eylül	24337	423.536	Eylül	14476	375.644
Ekim	4313	812.893	Ekim	24337	423.536	Ekim	14476	375.644
Kasım	4636	873.860	Kasım	26162	455.301	Kasım	15562	403.817
Aralık	4636	873.860	Aralık	26162	455.301	Aralık	15562	403.817

Ek 4ç

Tokat			Trabzon		
AYLAR			AYLAR		
	Kğ. Fiy.	Km.Fiy.		Kğ. Fiy.	Km.Fiy.
Ocak	14019	299.275	Ocak	22835	305.727
Şubat	14019	299.275	Şubat	22835	305.727
Mart	15070	321.721	Mart	24548	328.657
Nisan	15070	321.721	Nisan	24548	328.657
Mayıs	15070	321.721	Mayıs	24548	328.657
Haziran	16200	345.850	Haziran	26389	353.306
Temmuz	17415	371.789	Temmuz	28368	379.804
Ağustos	18721	399.673	Ağustos	30496	408.290
Eylül	18721	399.673	Eylül	30496	408.290
Ekim	18721	399.673	Ekim	30496	408.290
Kasım	20125	429.648	Kasım	32783	438.912
Aralık	20125	429.648	Aralık	32783	438.912

Ek-5: Araç tipleri ve sefer yapacakları yerlere ait değişkenlerin açıklamaları,

Değişken

Değişkenin açıklaması

X_{11} : 13 tonluk araçların Diyarbakır'a yaptığı sefer sayıları toplamı

X_{12} : 13 tonluk araçların Erzurum'a yaptığı sefer sayıları toplamı

ERGÜLEN-KAZAN

- X_{13} : 13 tonluk araçların Hatay'a yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{14} : 13 tonluk araçların Kastamonu'ya yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{15} : 13 tonluk araçların Malatya'ya yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{16} : 13 tonluk araçların Mardin'e yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{17} : 13 tonluk araçların Mersin'e yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{18} : 13 tonluk araçların Samsun'a yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{19} : 13 tonluk araçların Sivas'a yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{110} : 13 tonluk araçların Tokat'a yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{111} : 13 tonluk araçların Trabzon'a yaptığı sefer sayıları toplamı
- Değişken Değişkenin açıklaması
- Y_1 : Kiralanacak 13 tonluk araç sayısı
- X_{21} : 20 tonluk araçların Diyarbakır'a yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{22} : 20 tonluk araçların Erzurum'a yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{23} : 20 tonluk araçların Hatay'a yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{24} : 20 tonluk araçların Kastamonu'ya yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{25} : 20 tonluk araçların Malatya'ya yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{26} : 20 tonluk araçların Mardin'e yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{27} : 20 tonluk araçların Mersin'e yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{28} : 20 tonluk araçların Samsun'a yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{29} : 20 tonluk araçların Sivas'a yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{210} : 20 tonluk araçların Tokat'a yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{211} : 20 tonluk araçların Trabzon'a yaptığı sefer sayıları toplamı
- Y_2 : Kiralanacak 20 tonluk araç sayısı
- X_{31} : 25 tonluk araçların Diyarbakır'a yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{32} : 25 tonluk araçların Erzurum'a yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{33} : 25 tonluk araçların Hatay'a yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{34} : 25 tonluk araçların Kastamonu'ya yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{35} : 25 tonluk araçların Malatya'ya yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{36} : 25 tonluk araçların Mardin'e yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{37} : 25 tonluk araçların Mersin'e yaptığı sefer sayıları toplamı
 X_{38} : 25 tonluk araçların Samsun'a yaptığı sefer sayıları toplamı

**Modern İşletme Yönetiminde Matematiksel Modelleme Tekniği:
Yönetici Kararlarında Tamsayılı Doğrusal Programlama Modelinin Kullanımı**

X_{39} : 25 tonluk araçların Sivas'a yaptığı sefer sayıları toplamı

X_{310} : 25 tonluk araçların Tokat'a yaptığı sefer sayıları toplamı

X_{311} : 25 tonluk araçların Trabzon'a yaptığı sefer sayıları toplamı

Y_3 : Kiralanacak 25 tonluk araç sayısı

şeklinde olacaktır.