TAM SAYILI DOĞRUSAL PROGRAMLAMA İLE İŞGÜCÜ PLANLAMASI VE BİR UYGULAMA

Doç. Dr. Osman Çevik [*]

ÖZET

Bu çalışmada Tokat il merkezinde faaliyet gösteren bir işletmede Tam Sayılı Doğrusal Programlama yardımıyla işletmeye minimum maliyeti sağlayacak işgücü planlaması yapılmıştır. Veriler WINQSB 1.00 paket programı yardımıyla analiz edilmiştir. Analiz sonucunda hangi vardiyada hangi personelden kaç adet çalıştırılması gerektiği belirlenmiştir.

ABSTRACT

This study was performed in a company operating in Tokat using İnteger Linear Programming. The aim of the study was to make manpower planning which would provide minimum cost the company. The data was analyzed by using WINQSB 1.00. The result of analysis helped to determine the number of employees to be worked for each rotation.

GİRİŞ

Günümüz rekabet şartlarında işletmelerin karşılaştıkları sorunlara, yeni şartlara uyum problemlerine vs. klasik usuller ile çözüm arama işlemi artık yavaş yavaş terk edilmektedir. Bu tür durumlarda yöneticilerin karar vermelerine yardımcı olan sayısal yöntemler yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmamızda bir aile işletmesi olarak faaliyet gösteren bir işletmenin, minimum maliyeti sağlayacak iş gücü planlaması yapılmaya çalışılmıştır. Çalışmada, karar değişkenleri ilgili vardiyalarda çalıştırılacak olan personel sayısını (yani kesikli değerleri) gösterdiği için programlamada Tam Sayılı Doğrusal Programlama yöntemi kullanılmıştır.

[*] Gaziosmanpaşa Üniversitesi İ.İ.B.F. İşletme Bölümü-TOKAT

Makalede önce Tam Sayılı Doğrusal Programlama tekniği hakkında kısa bilgi verilmiştir. Sonra uygulamaya konu olan işletmenin durumu tespit edilmiş ve uygun model kurulmuştur. Kurulan model WINQSB 1.00 paket programı yardımıyla çözülmüş ve elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

I. TAMSAYILI DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

İşletme sorunlarını çözmek amacıyla bir takım yöntemler geliştirilmiştir. Doğrusal programlama(DP) bu alanda en çok uygulama alanı bulan yöntemdir[1]. DP modeli hemen her türlü işletme sorunlarını çözmek için uygulanabilecek yapıda olmasına rağmen, uygulamada ortaya çıkan sonuç, ya işletmenin üretim şeklinden dolayı, ya da DP modelinin uygulandığı sorunun yapısından dolayı istenilen durumu ortaya koymayabilir. Çünkü ekonomik yaşamda her zaman girdi ve çıktıların bölünmezlik sorunları ile karşı karşıya kalınmaktadır. Bölünmezlikleri ele alınan problemlerin çözümleri de tam sayı olmalıdır. Modellerin uygulanmasında, değişkenlerin tam sayı olması şartının incelenmesi ve araştırılması durumunda kullanılacak model; Tamsayılı Doğrusal Programlama (TDP) modelidir[2]. Tamsayılı Doğrusal Programlama modeli, değişkenlerin bazısının veya hepsinin pozitif tamsayılı değer alacağını varsayan matematiksel programlama problemlerinin çözümü ile ilgilenir.

Tam Sayılı Doğrusal Programlama, değişkenlerinden bazılarının veya tamamının tam sayılı (ya da kesikli) değerler aldığı bir doğrusal programlama türüdür[3].

Doğrusal Programlama modeli ile Tamsayılı Doğrusal Programlama arasındaki fark, Doğrusal Programlama modelinde karar değişkenlerinin sıfır ve sıfırdan büyük olma koşulu aranırken, Tam

---

[1] David G. LUENBERGER,. *Linear and Nonlinear Programming*, Second Edition, Addison-Wesley Publishing Company, London, 1984, s. 14

[2] Ahmet ÖZTÜRK, *Yöneylem Araştırması*, 8. Baskı, Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa, 2002, s. 167; Şule ÖZKAN, *Kantitatif Karar Verme Teknikleri*, A.Ü. İ.İ.B.F. Araştırma Merkezi, Ders notları:120, Erzurum, 1986, s. 1

[3] Hamdy A. TAHA, *Operations Research An Introduction*, Fifth Edition, Macmillan Publishing Company, New York, 1992, s. 303; Aydın ULUCAN, *Yöneylem Araştırması (İşletmecilik Uygulamalı Bilgisayar destekli Modelleme)*, Siyasal Kitabevi, Ankara, 2004, s. 211.

Sayılı Doğrusal Programlama da değişken değerlerinin sıfıra eşit ve sıfırdan büyük tam sayı almaları şartının istenmesidir[4].

Genel olarak Tam Sayılı Doğrusal Programlama problemi sembolik olarak şöyle gösterilebilir[5];

$$\text{Maks. } Z = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j$$

$$\text{Kısıtlayıcılar } \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \leq b_i \quad i=1, 2, ...m$$

$$x_j = 0, 1, 2, ...\text{tam sayı} \quad (J = 1, 2, ...n)$$

Tam Sayılı Doğrusal Programlama modeli, değişkenlerin alacağı tam sayı değerlerine göre iki kategoride incelenir[6]. Bunlar:

1. Karışık(karma) tamsayılı programlama; n tane karar değişkeninden k tanesi için tam sayı olma koşulu, n-k tanesi için pozitif olma koşulu vardır.

2. Saf(tüm-tamamen) tamsayılı programlama : Karar değişkenlerinin tamamının tam sayı değer alması durumudur.

Saf tamsayılı modeller de tam sayılı değişkenlerin alabilecekleri değerler itibariyle ikiye ayrılırlar. Tam sayılı değişkenler, kısıtların izin verdiği ölçüde her pozitif tam sayı değeri alabiliyorsa pozitif modeller, sadece 0 ve 1 değerlerini alabiliyorlarsa sıfır-bir modeller olarak adlandırılırlar[7].

---

[4] Richard BRONSON, *Theory and Problems of Operations Research*, Schaum's Outline Series, McGraw-Hill, İnc., New York, 1982, s. 54; Öztürk, age. s. 167.

[5] Zekai YILMAZ, *Sayısal Yöntemler*, 2. Baskı, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, 1995, s. 149; Öztürk, age. s. 167.

[6] İbrahim DOĞAN, *Yöneylem Araştırması Teknikleri ve İşletme Uygulamaları*, 2. Baskı, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 1995, s. 144; David R. ANDERSON, ve diğl., *An Introduction to management Science – Quantitative Approaches to Decision Making*, Sixth Edition, West Publishing Company, New York, 1991, s. 330; Hamdy A. TAHA, Çeviren ve Uyarlayanlar: Ş. Alp BARAY- Şakir ESNAF, *Yöneylem Araştırması*, 6. Basımdan Çeviri, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 2000, s. 361.

[7] Cemal ÖZGÜVEN, *Doğrusal Programlama ve Uzantıları*, Detay Yayıncılık, Ankara, 2003, s. 194.

Tam Sayılı Doğrusal Programlama modellerinin kullanım alanlarından bazıları;

Malzeme kullanımı, sabit maliyetlerin hesabı, yığın üretim sorunları, yap-yapma kararları, gezgin satıcı problemleri, işçileri makinalara atama problemleri, kritik yol problemleri vb. şeklinde sıralanabilir.

A) TAM SAYILI DOĞRUSAL PROGRAMLAMA PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

1. Grafiksel Çözüm Yöntemi:

DP problemlerinden de bilindiği gibi grafik çözüm yöntemi en fazla üç değişken ile ilgilenildiği durumda kullanılabilen bir yöntemdir. Ancak yaygın olarak iki değişken olması durumunda kullanılmaktadır[8]. DP problemlerinde olduğu gibi kısıtlayıcı denklemler yardımıyla belirlenen uygun çözüm alanı içerisindeki tamsayılardan oluşan değerler, Tam Sayılı Doğrusal Programlama problemi için çözüm değerlerini oluştururlar. Bunlar içerisinden en uygun nokta, deneme yanılma yöntemi ile bulunur.

2. Gomory'nin kesme Düzlemi Yöntemi:

DP problemlerinin tamsayılı çözümlerini sağlayacak hesaplama yöntemi 1959 yılında R.E. Gomory tarafından geliştirilmiştir. Gomory'nin geliştirdiği hesaplama yöntemine tamsayılı algoritma veya kesme düzlemi yöntemi adı verilmiştir. Bu yöntem tüm(saf) tamsayılı programlamayı ve karışık tamsayılı programlamayı içermektedir[9]. Bu yöntemde takip edilecek aşamalar şunlardır[10];

i. Bir Tam Sayılı Doğrusal Programlama probleminde ilk aşama, eğer gerekli ise, orijinal sınırlamaları tamsayılaştırmadır. Bu, katsayılar tam olsun diye, tüm sınırların değiştirilmesi anlamına gelir.

---

[8] Mahmut TEKİN, *Sayısal Yöntemler (Bilgisayar Çözümlü Alıştırmalar)*, Güncelleştirilmiş 5. Baskı, Konya, 2004, s. 52.

[9] Öztürk, age. s. 168.

[10] Doğan, age. s. 149; Ahmet ÖZTÜRK, *Leontief Modeli ve Doğrusal Programlama*, Genişletilmiş 2. Baskı, Örnek Kitabevi, Bursa, 1986, s. 135; Bronson, age. s. 63-64.

ii. DP probleminin optimal çözüm tablosu bulunur. Eğer optimal çözüm değerleri tamsayı ise, Tam Sayılı Doğrusal Programlama problemi için çözüm elde edilmiştir. Yoksa sonraki aşamaya geçilir.

iii. Bu aşamada kesme bulunur. Bu amaçla optimal çözüm tablosundan tamsayı olmayan değişkenlerin biri seçilir ve yeni bir kısıtlama elde edilir.

İki değişkenli problemlerde Gomory kısıtlamasının özellikleri şunlardır[11];

- Elde edilen bu kısıtlamalar bir önceki uygun alandan genellikle konveks bir alan keserler.

- Kesme düzeyi uygun olmasa bile en az bir kafes noktasından geçer.

- Her kesim, bütün uygun kafes noktalarını kapsayacak daha küçük bir alana yaklaşır.

iv. Eşitlik sınırlaması (Gomory'nin kesme düzlemi) optimal çözüm tablosuna yeni bir sıra olarak eklenir. Eklenen sınırlamadaki katsayılar tüm tamsayıyı verecek şekildedir. Daha sonra yönteme DP çözüm yöntemleri uygulanarak optimal çözüm tablosu bulunur.

3. Dal Sınır Yöntemi:

TDP problemlerinin değişkenlerinin bir kısmı veya hepsi bazen üst veya alt sınırla veya hem alt hem de üst sınırla ayrı ayrı şartlanmaktadır. Bu tipteki optimizasyon problemlerinin çözümü için çok genel bir yaklaşım dal-sınır tekniğidir. Bu yöntem A.H. Land ve A.G. Doig tarafından geliştirilmiştir[12]. Bu yöntem ile minimizasyon tipli bir problem çözülürken temel mantık şöyledir[13]:

i. Tam sayılı programlama uygun çözüm alanı çok sayıda alt setlere ayrılır. Her bir alt set için sınır değeri hesaplanır. Alt ve üst sınırlardan, her bir alt set içinde çözüm değeri seçilir.

ii. Bir alt sınır (ilk alt setler arasından en küçüğü) ile alt set diğer bölümler için seçilir. Daha önce olduğu gibi alt ve üst sınırların her

[11] Demir ASLAN, *Yöneylem Araştırmaları*, İşletme Fakültesi Araştırma Enstitüsü Ders Notları, No:41, Erzurum, 1978, s. 29.

[12] Osman HALAÇ. *Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması)*, 4. Baskı, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 1995, s. 476.

[13] Anderson ve diğl., age. s. 340-341; Halaç, age. s. 476; Özgüven, age. s. 197-198.

ikisi de hesaplanır. Bölünmeye optimal çözüm bulunana kadar devam edilir. Optimal çözüm herhangi bir alt set için alt sınırdan daha büyük olamaz.

Problem maksimizasyon tipli ise, çözüm yöntemi alt ve üst sınır seçimi dışında minimizasyon tipli problem gibidir.

4. Tam Sayı Olmayan Çözümün Yuvarlanması Yöntemi:

Bu yöntemde en iyi DP çözümünde değişkenlerin kesirli değerlerini bir yukarı veya bir aşağı tam sayıya yuvarlamak suretiyle tam sayılı çözüm elde edilir. Yuvarlama yöntemi ile iyi bir tam sayılı çözüm bulunabilir. Ancak bunun en iyi tam sayılı çözüm olduğunun garantisi yoktur. Bu yöntem Tam Sayılı Doğrusal Programlama problemi çözümünde elverişli bir yöntemdir. Elverişliliği, zaman ve masraftan tasarruf nedeni ile ortaya çıkar. Sakıncası ise ulaşılan sonucun optimal tam sayı çözümünden farklı olabilmesi ve bazen de uygun çözüm olmama durumunun ortaya çıkmasıdır[14].

II. UYGULAMA

Bu bölümde Tokat il merkezinde faaliyet gösteren bir lokanta işletmesinin, Tamsayılı Doğrusal Programlama yardımıyla, işgücü planlaması yapılmıştır. Söz konusu işletme, şu an 35 çalışanı bulanan bir aile işletmesi konumundadır. İşletme, müşteriye verilen tatlı türlerini de kendi imal etmektedir. İşletmenin yöneticisi aile reisidir. Yöneticinin isteği üzerine incelediğimiz işletmenin ismi verilmemiştir.

A) PROBLEMİN TANIMI VE KISITLARI

Yaptığımız bu personel planlamasını, işletmenin başına geçme hazırlığında olan ve ailenin İşletme Bölümü mezunu oğlu istemiştir. Yeni yönetici adayına göre, işletmede, aile reisinin döneminde mesai kavramına çok dikkat edilmediği için (resmi ve gayri resmi olmak üzere) bir takım problemler ile karşılaşılmakta, ayrıca iyi bir iş gücü planlaması olmadığı için çalışanlar bazen yetersiz, bazen ise atıl kalmaktadırlar. Bu aksaklıkları gidermek için işletmeye minimum maliyeti sağlayacak ve de hizmeti aksatmayacak bir personel

---

[14] Özgüven, age. s. 196-197.

planlaması gerekmektedir. Bu amaçla işletmenin gerek şu anki yöneticisinden gerekse yeni yönetici adayından işletmeye ait bilgiler alınmıştır.

İşletme sabah saat $06^{:00}$'da açılıp gece $23^{:30}$'da kapatılmakta ve haftanın her günü çalışmaktadır.

Yönetici, tam zamanlı(8 saat) çalışanlar için saat $06^{:00}$'dan başlayıp $22^{:00}$'da bitecek şekilde üç vardiya yapılmasını istemektedir. Ancak öğle ve akşam yemekleri zamanlarında iki vardiya elemanı birlikte bulunmalıdır. Son vardiyaya gelen komi, garson ve bulaşık yıkama elemanları saat $23^{:30}$'a kadar çalışmayı sürdüreceklerdir. Vardiyalar dönüşümlü olacağından bu ilave 1,5 saatlik fazladan çalışmaya bütün komi, garson ve bulaşık yıkama elemanları katılmış olacak, fakat bu süre için ek ücret ödenmeyecektir. Baklava ustası ve baklava çalışanları sadece sabah ilk vardiyada çalışmalıdırlar.

Yarı zamanlı (4 saat çalışacak) elemanlar için, saat $10^{:00}$ ile $22^{:00}$ arasında üç vardiya oluşturulmalıdır. Ancak bunlar her vardiyada da en fazla 2 kişi olabilir ve garson olarak çalıştırılmalıdırlar.

Önceki tecrübelere göre gelen müşterilerden 15 kişiye 1 komi ve 1 garson hizmet etmelidir. Komi sayısı en fazla garson sayısı kadar olmalıdır. Her vardiyada en az bir yemek ustası bulunmalı, ancak saat 10 ile 18 arasında en az 2 yemek ustası bulunmalıdır. Her vardiyada en az iki bulaşık yıkama elemanı olmalı, ancak müşteri sayısı 100'ü aştığı zamanlarda en az 4 bulaşık yıkama elemanı bulunmalıdır. Baklava ustası 1 tane yeterlidir ama en azından 9 baklava çalışanı olmalıdır.

Çalışan elemanlara aylık net ödenecek ücretler ise şöyle olacaktır;

Yemek ustası 900 YTL, baklava ustası 800 YTL, garson 350 YTL, baklava işçisi 700 YTL, komi 300 YTL, yarı zamanlı eleman 200 YTL, bulaşık yıkama elemanı 350 YTL.

Çalışanların ücretleri modele yazılırken 1 ay 30 gün kabul edilerek günlüğe dönüştürülmüş ve kesirli çıkan rakamlar yuvarlatılarak virgülden sonra iki hane alınmıştır.

B) MODELİN KURULMASI

Yukarıda verilen bilgiler ışığında tam zamanlı çalışan komi, garson ve bulaşık yıkama elemanları için en uygun vardiya sisteminin 06-14, 12-18 ve 14-22 şeklinde olması, yemek ustaları için vardiya saatlerinin 06-14, 10-18 ve 14-22 şeklinde olması, yarı zamanlı çalışanlar için ise 10-14, 14-18 18-22 şeklinde olması uygun bulunmuştur.

Modelde kullanılacak karar değişkenleri şöyle tanımlanmıştır;

X_1: 10-14 vardiyasında çalışacak yarı zamanlı eleman sayısı,

X_2: 14-18 vardiyasında çalışacak yarı zamanlı eleman sayısı,

X_3: 18-22 vardiyasında çalışacak yarı zamanlı eleman sayısı,

X_4: 06-14 vardiyasında çalışacak komi sayısı,

X_5: 12-20 vardiyasında çalışacak komi sayısı,

X_6: 14-24 vardiyasında çalışacak komi sayısı,

X_7: 06-14 vardiyasında çalışacak garson sayısı,

X_8: 12-20 vardiyasında çalışacak garson sayısı,

X_9: 14-24 vardiyasında çalışacak garson sayısı,

X_{10}: 06-14 vardiyasında çalışacak yemek ustası sayısı,

X_{11}: 10-18 vardiyasında çalışacak yemek ustası sayısı,

X_{12}: 14-22 vardiyasında çalışacak yemek ustası sayısı,

X_{13}: 06-14 vardiyasında çalışacak bulaşık yıkama elemanı sayısı,

X_{14}: 12-20 vardiyasında çalışacak bulaşık yıkama elemanı sayısı,

X_{15}: 14-24 vardiyasında çalışacak bulaşık yıkama elemanı sayısı,

X_{16}: 06-14 vardiyasında çalışacak baklava ustası sayısı,

X_{17}: 06-14 vardiyasında çalışacak baklava yapımında çalışan eleman sayısı.

Tablo:1'de hangi saatlerde hangi vardiyaların çalıştığı, günlük olarak işletmeye gelen müşterilerin, ikişer saatlik ara ile, ortalama sayıları ve bunlardan hareketle hesaplanan gerekli garson, komi ve bulaşık yıkama elemanı sayıları gösterilmiştir (kesirli değerler bir üst değere yuvarlanmıştır).

Tablo 1. Saatler İtibariyle Vardiyaların Çalışma Durumu

Karar Değişkenleri	Saatler Vardiyalar	06–08	08–10	10–12	12–14	14–16	16–18	18–20	20–22	22–24
X1	10-14			x	x					
X2	14-18					x	x			
X3	18-22							x	x	
X4	06-14	x	x	x	x					
X5	12-20				x	x	x	x		
X6	14-24					x	x	x	x	x
X7	06-14	x	x	x	x					
X8	12-20				x	x	x	x		
X9	14-24					x	x	x	x	x
X10	06-14	x	x	x	x					
X11	10-18			x	x	x	x			
X12	14-22					x	x	x	x	
X13	06-14	x	x	x	x					
X14	12-20				x	x	x	x		
X15	14-24					x	x	x	x	x
X16	06-14	x	x	x	x					
X17	06-14	x	x	x	x					
Gelen Ort. Müşteri Sayısı		50	40	70	180	50	70	140	60	20
Garson Sayısı		4	3	5	12	4	5	10	4	2
Komi Sayısı		4	3	5	12	4	5	10	4	2
Bulaşık Yıkama Elemanı		2	2	2	4	2	2	4	2	2

Toplam maliyeti minimize edecek amaç fonksiyonu;

$$\text{Min.}Z = 6{,}67X_1 + 6{,}67X_2 + 6{,}67X_3 + 10X_4 + 10X_5 + 10X_6 + 11{,}67X_7 + 11{,}67X_8 + 11{,}67X_9 + 30X_{10} + 30X_{11} + 30X_{12} + 11{,}67X_{13} + 11{,}67X_{14} + 11{,}67X_{15} + 26{,}67X_{16} + 23{,}33X_{17}$$

Yukarıda verilenlerden ve Tablo:1'den hareketle modelin kısıtları şöyle yazılabilir;

1. $X_4 + X_7 \geq 8$ (saat 06-08 kısıtları)
2. $X_4 - X_7 \leq 0$
3. $X_{10} \geq 1$
4. $X_{13} \geq 2$
5. $X_{16} = 1$
6. $X_{17} \geq 9$
7. $X_4 + X_7 \geq 6$ (saat 08-10 kısıtları)
8. $X_4 - X_7 \leq 0$
9. $X_1 + X_4 + X_7 \geq 10$ (saat 10-12 kısıtları)
10. $- X_1 + X_4 - X_7 \leq 0$
11. $X_{10} + X_{11} \geq 2$
12. $X_1 \leq 2$
13. $X_1 + X_4 + X_5 + X_7 + X_8 \geq 24$ (saat 12-14 kısıtları)
14. $- X_1 + X_4 + X_5 - X_7 - X_8 \leq 0$
15. $X_{13} + X_{14} \geq 4$
16. $X_2 + X_5 + X_6 + X_8 + X_9 \geq 8$ (saat 14-16 kısıtları)
17. $- X_2 + X_5 + X_6 - X_8 - X_9 \leq 0$
18. $X_{11} + X_{12} \geq 2$
19. $X_{14} + X_{15} \geq 2$
20. $X_2 \leq 2$
21. $X_2 + X_5 + X_6 + X_8 + X_9 \geq 10$ (saat 16-18 kısıtları)
22. $- X_2 + X_5 + X_6 - X_8 - X_9 \leq 0$
23. $X_3 + X_5 + X_6 + X_8 + X_9 \geq 20$ (saat 18-20 kısıtları)
24. $- X_3 + X_5 + X_6 - X_8 - X_9 \leq 0$
25. $X_{12} \geq 1$
26. $X_{14} + X_{15} \geq 4$
27. $X_3 \leq 2$

28. $X_3 + X_6 + X_9 \geq 8$ (saat 20-22 kısıtları)

29. $- X_3 + X_6 - X_9 \leq 0$

30. $X_{15} \geq 2$

31. $X_6 + X_9 \geq 4$ (saat 22-24 kısıtları)

32. $X_6 - X_9 \leq 0$

33. $X_{15} \geq 1$

Pozitiflik ve tam sayı şartı;

$X_i \geq 0$ ve tam sayı, i=1,...17.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Model WINQSB 1.00 paket programı yardımıyla çözülmüş ve modelin çözüm değerleri Ek-1'deki Tablo:2'de verilmiştir.

Ek'teki Tablo:2'den de anlaşıldığı üzere, işletme personel maliyetini minimum kılmak ve hizmetleri de aksatmamak için; 10-14 ve 18-22 vardiyalarında 2'şer yarı zamanlı eleman çalıştırmalı (X_1 = 2, X_3 = 2), 14-18 vardiyasında ise yarı zamanlı eleman çalıştırılmamalıdır (X_2 = 0). 06-14 vardiyasında 5 komi, 5 garson, 1 yemek ustası, 2 bulaşık yıkama elemanı, 1 baklava ustası, 9 baklava elemanı çalıştırmalıdır (X_4 = 5, X_7 = 5, X_{10} = 1, X_{13} = 2, X_{16} = 1, X_{17} = 9). 12-20 vardiyasında 7 komi, 5 garson, 2 bulaşık yıkama elemanı çalıştırmalıdır (X_4 = 7 X_8 = 5, X_{14} = 2). 10-18 vardiyasında ise 1 yemek ustası çalıştırmalıdır (X_{11} = 1). 14-22 vardiyasında ise 2 komi, 4 garson, 1 yemek ustası ve 2 bulaşık yıkama elemanı çalıştırmalıdır (X_6 = 2, X_9 = 4, X_{12}= 1, X_{15} = 2). Bu durumda günlük minimum maliyet 726,72 YTL olacaktır.

Yapılan bu çalışma ile söz konusu işletmede personel giderlerini minimum kılacak, personelin yetersiz ya da atıl kalmasına izin verilmeyecek şekilde bir vardiya sistemi ve bu vardiyalarda çalışması gereken personel sayısı tespit edilmiştir. Yöneticiye, bu verileri dikkate aldığı taktirde daha verimli ve daha başarılı bir dönem geçireceği belirtilmiştir. Yönetici de bunu önümüzdeki günlerden itibaren uygulamaya koyacağını ifade etmiştir.

KAYNAKÇA

ANDERSON, David R., Dennis C. SWEENEY, Thomas A. WILLIAMS. *An Introduction to management Science – Quantitative Approaches to Decision Making*, Sixth Edition, West Publishing Company, New York, 1991.

ASLAN, Demir. *Yöneylem Araştırmaları*, İşletme Fakültesi Araştırma Enstitüsü Ders Notları, No:41, Erzurum, 1978.

BRONSON, Richard. *Theory and Problems of Operations Research*, Schaum's Outline Series, McGraw-Hill, İnc., New York, 1982.

DOĞAN, İbrahim. *Yöneylem Araştırması Teknikleri ve İşletme Uygulamaları*, 2. Baskı, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 1995.

HALAÇ, Osman. *Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması)*, 4. Baskı, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 1995.

LUENBERGER, David G. *Linear and Nonlinear Programming*, Second Edition, Addison-Wesley Publishing Company, London, 1984.

ÖZGÜVEN, Cemal. *Doğrusal Programlama ve Uzantıları*, Detay Yayıncılık, Ankara, 2003.

ÖZKAN, Şule. *Kantitatif Karar Verme Teknikleri*, A.Ü. İ.İ.B.F. Araştırma Merkezi, Ders notları:120, Erzurum, 1986.

ÖZTÜRK, Ahmet. *Leontief Modeli ve Doğrusal Programlama*, Genişletilmiş 2. Baskı, Örnek Kitabevi, Bursa, 1986.

ÖZTÜRK, Ahmet. *Yöneylem Araştırması*, 8. Baskı, Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa, 2002.

TAHA, Hamdy A. *Operations Research An Introduction*, Fifth Edition, Macmillan Publishing Company, New York, 1992.

TAHA, Hamdy A. Çeviren ve Uyarlayanlar: Ş. Alp BARAY- Şakir ESNAF, *Yöneylem Araştırması*, 6. Basımdan Çeviri, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 2000.

TEKİN, Mahmut. *Sayısal Yöntemler (Bilgisayar Çözümlü Alıştırmalar)*, Güncelleştirilmiş 5. baskı, Konya, 2004.

ULUCAN, Aydın. *Yöneylem Araştırması (İşletmecilik Uygulamalı Bilgisayar Destekli Modelleme)*, Siyasal Kitabevi, Ankara, 2004.

YILMAZ, Zekâi. *Sayısal Yöntemler*, 2. Baskı, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, 1995.

EK:1.

Tablo:2. Tam Sayılı Doğrusal Programlama Modelinin Çözüm Değerleri

	Karar Değişken	Çözüm Değeri	Birim Maliyetler c(j)	Toplam Katkı	İndirgenmiş Maliyet	Temel Durum	Kabul Edilebilir Min. c(j)	Kabul Edilebilir Max. c(j)
1	X_1	2	6,67	13,34	0	temel	-M	10,835
2	X_2	0	6,67	0	5,835	kesişme	0,835	M
3	X_3	2	6,67	13,34	0	temel	-M	10,835
4	X_4	5	10	50	0	temel	1,67	10
5	X_5	7	10	70	0	temel	10	10
6	X_6	2	10	20	0	temel	10	11,67
7	X_7	5	11,67	58,35	0	temel	10	11,67
8	X_8	5	11,67	58,35	0	temel	11,67	13,34
9	X_9	4	11,67	46,68	0	temel	10	11,67
10	X_{10}	1	30	30	0	temel	0	M
11	X_{11}	1	30	30	0	temel	0	30
12	X_{12}	1	30	30	0	temel	30	M
13	X_{13}	2	11,67	23,34	0	temel	0	M
14	X_{14}	2	11,67	23,34	0	temel	0	11,67
15	X_{15}	2	11,67	23,34	0	temel	11,67	M
16	X_{16}	1	26,67	26,67	0	temel	-M	M
17	X_{17}	9	23,33	209,97	0	temel	0	M

Amaç Fonksiyonu (Min.) = 726,7200

	Kısıtlar	Sol Taraf	Yön	Sağ Taraf	Yitik ya da Fazlalık	Gölge Fiyat	Kabul Edilebilir Min. Sağ Taraf Değeri	Kabul Edilebilir Max. Sağ Taraf Değeri
1	C_1	10	>=	8	2	0	-M	10
2	C_2	0	<=	0	0	-0,835	-4	0
3	C_3	1	>=	1	0	30	1	M
4	C_4	2	>=	2	0	11,67	2	M
5	C_5	1	=	1	0	26,67	0	M

Tablo:2. (Devam)

6	C_6	9	>=	9	0	23,33	0	M
7	C_7	10	>=	6	4	0	-M	10
8	C_8	0	<=	0	0	0	0	M
9	C_9	12	>=	10	2	0	-M	12
10	C_{10}	-2	<=	0	2	0	-2	M
11	C_{11}	2	>=	2	0	0	-M	2
12	C_{12}	2	<=	2	0	-4,165	0	4
13	C_{13}	24	>=	24	0	10,835	22	M
14	C_{14}	0	<=	0	0	0	-2	4
15	C_{15}	4	>=	4	0	0	-M	4
16	C_{16}	18	>=	8	10	0	-M	18
17	C_{17}	0	<=	0	0	-0,835	-4	0
18	C_{18}	2	>=	2	0	30	2	M
19	C_{19}	4	>=	2	2	0	-M	4
20	C_{20}	0	<=	2	2	0	0	M
21	C_{21}	18	>=	10	8	0	-M	18
22	C_{22}	0	<=	0	0	0	0	M
23	C_{23}	20	>=	20	0	0	12	22
24	C_{24}	-2	<=	0	2	0	-2	M
25	C_{25}	1	>=	1	0	0	0	1
26	C_{26}	4	>=	4	0	11,67	4	M
27	C_{27}	2	<=	2	0	-4,165	0	4
28	C_{28}	8	>=	8	0	10,835	6	18
29	C_{29}	-4	<=	0	4	0	-4	M
30	C_{30}	2	>=	2	0	0	1	2
31	C_{31}	6	>=	4	2	0	-M	6
32	C_{32}	-2	<=	0	2	0	-2	M
33	C_{33}	2	>=	1	1	0	-M	2