



POLİTEKNİK DERGİSİ

*JOURNAL of POLYTECHNIC*

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.org.tr/politeknik>



# Hedef programlama yöntemi ile akaryakıt istasyonları tanıtımı için personel çizelgeleme problemi

## *Staff scheduling problem for advertising fuel stations using goal programming method*

*Yazar(lar) (Author(s)):* Tamer EREN<sup>1</sup>, Serkan KOÇTEPE<sup>2</sup>, Ahmet CÜREBAL<sup>3</sup>

ORCID<sup>1</sup>: 0000-0001-5282-3138

ORCID<sup>2</sup>: 0000-0002-8306-6907

ORCID<sup>3</sup>: 0000-0002-1031-659X

**Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article):** Eren T., Koçtepe S. ve Cürebal A., “Hedef programlama yöntemi ile akaryakıt istasyonları tanıtımı için personel çizelgeleme problemi”, *Politeknik Dergisi*, 25(3): 921-932, (2022).

**Erişim linki (To link to this article):** <http://dergipark.org.tr/politeknik/archive>

**DOI:** 10.2339/politeknik.796136

# Hedef Programlama Yöntemi ile Akaryakıt İstasyonları Tanıtımı için Personel Çizelgeleme Problemi

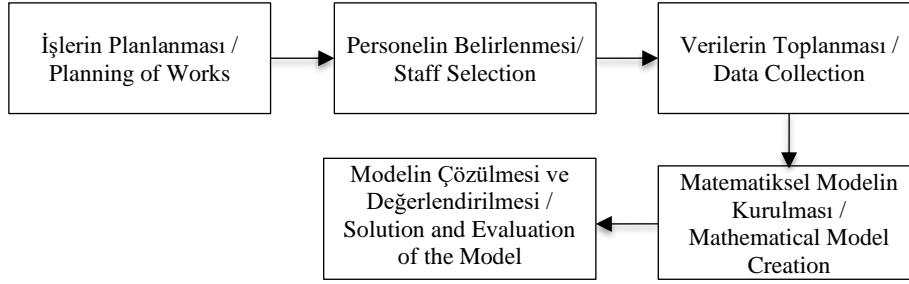
## Staff Scheduling Problem for Advertising Fuel Stations using Goal Programming Method

### Önemli noktalar (Highlights)

- ❖ Matematiksel Modelleme / Mathematical model
- ❖ Hedef programlama / Goal programming
- ❖ Personel atama ve çizelgeleme / Staff assignment and scheduling
- ❖ Personel talepleri / Staff demands
- ❖ Lokasyon / Location

### Grafik Özet (Graphical Abstract)

Özel bir tanıtım etkinliği için çeşitli lokasyonlarda ve görevlerde çalışacak personelin çizelgeleme problemi hedef programlama yöntemi kullanılarak modellenmiş ve çözülmüştür. / The scheduling problem of the staff to work in various locations and tasks for a special promotional event was modeled and solved using the goal programming method.



Şekil. Uygulama Akış Şeması / Figure. Application Flowchart

### Amaç (Aim)

Çalışmanın amacı, maliyet ve verim açısından optimize bir şekilde personel çizelgelemesi yapmaktır. / The aim of the study is to schedule personnel in an optimized manner in terms of cost and efficiency.

### Tasarım ve Yöntem (Design & Methodology)

Problemin çözümünde hedef programlama yaklaşımı kullanılmıştır. / Goal programming approach was used to solve the problem.

### Özgünlük (Originality)

Çalışmada ele alınan problem bir gerçek hayat problemidir. Çizelgesi yapılan tüm çalışanların ayrı ayrı lokasyon talepleri de modele yansıtılmıştır. / The problem addressed in the study is a real life problem. The individual location requests of all employees whose schedules are made are also added in the model.

### Bulgular (Findings)

Personel taleplerini ve firma ihtiyaçlarını mümkün olduğunca karşılayacak bir çizelgeleme çalışması yürütülmüştür. / A scheduling study was carried out to meet the personnel demands and company needs as much as possible.

### Sonuç (Conclusion)

Tüm kısıtlara ve taleplere cevap veren başarılı bir çizelgeleme çalışması yapılmıştır. / A successful scheduling study has been carried out by meeting all constraints and demands.

### Etik Standartların Beyanı (Declaration of Ethical Standards)

Bu makalenin yazarları çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler. / The authors of this article declare that the materials and methods used in this study do not require ethical committee permission and/or legal-special permission.

# Hedef Programlama Yöntemi ile Akaryakıt İstasyonları Tanıtımı için Personel Çizelgeleme Problemi

*Araştırma Makalesi / Research Article*

**Tamer EREN\***, Serkan KOÇTEPE, Ahmet CÜREBAL

Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik/Mimarlık Fakültesi, Kırıkkale Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : 17.09.2020 ; Kabul/Accepted : 16.02.2021 ; Erken Görünüm/Early View : 23.02.2021)

## ÖZ

Son yıllarda ekonominin de büyümesiyle beraber, hemen hemen her sektörde rekabet artmıştır. Rekabetin artmasıyla birlikte firmalar tanınırlıklarını artırmak amacıyla geleneksel reklamların yanında çeşitli organizasyonlar da düzenlemektedir. Tanıtım organizasyonları günümüzde her geçen gün büyüyen bir sektör haline gelmiştir. Bu sektör üzerinde çalışmalar yapan özel bir araştırma şirketinin verilerine göre, Türkiye’de her yıl 36 binden fazla profesyonel organizasyon gerçekleştirilmektedir ve sektör bütçesi 4 milyar dolara ulaşmıştır. Organizasyon planlamalarında, bütçenin büyük bir bölümünün personel giderlerine ayrıldığı gözlenmektedir. Ayrıca hizmet esnasında herhangi bir aksama, işi yüklenen firma için diğer sektörler nazaran geri dönülemez negatif sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle nitelikli eleman seçimi ve elemanların doğru işe atanması oldukça önemlidir. Dolayısıyla, bilimsel yöntemlerin kullanılacağı bir personel çalışma planı ile maliyetler enküçüklenirken, hizmet kalitesi de artırılabilir. Bu çalışmada, 10 farklı istasyona hizmet verecek 40 personelin atama ve çizelgeleme problemi hedef programlama modeli ile çözülmüştür. Problem çözümünde IBM Ilog Cplex Optimization Studio programı kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Personel çizelgeleme, personel atama, hedef programlama.

## Staff Scheduling Problem for Advertising Fuel Stations Using Goal Programming Method

### ABSTRACT

With the growth of the economy in recent years, competition has increased in almost every sector. With the increase of competition, companies get services to organize various organizations in addition to traditional advertisements in order to increase their recognition. Promotion organizations have become a growing sector today. According to the data of a private research company working on this sector, in Turkey, every year more than 36,000 professional and industry organizations are held and budget has reached \$4 billion. In organizational planning, it is observed that a large part of the budget is allocated to personnel expenses. In addition, any disruption during the service can cause irreversible negative consequences for the company compared to other sectors. For this reason, it is very important to select qualified personnel and assign them to the right job. Therefore, with a staff work plan using scientific methods, costs can be minimized and service quality can be increased. In this study, the assignment and scheduling problem of 40 personnel who will serve 10 different stations has been solved with the goal programming model. IBM Ilog Cplex Optimization Studio program was used to solve the problem.

**Key Words:** Staff scheduling, staff assignment, goal programming.

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Türkiye’de organizasyon sektörü, piyasaların durgunlaşmasının aksine her yıl daha yüksek kar değerleri açıklamakta ve gelişimini devam ettirmektedir. Günümüzde kişisel tatmin ve doyum seviyesinin artmasıyla beraber artan talepler ve oluşan maliyetler, organizasyonlara olan bakış açısını değiştirmektedir. Kişisel tercihlere kalmakla beraber, oluşturulan bilinç kapsamında organizasyonlar her gün daha da detaylı ve maliyetli olabilmektedir. Yılda 36 binden fazla etkinlik organize edilmekte ve yaklaşık 4 milyar dolar ciro açıklanmaktadır [1]. Organizasyon planlarının ve tasarımlarının oluşturulurken aynı kaliteyi daha az maliyetli nasıl sunarım sorusu şirketler

tarafından yaygınlaşmaya ve ana hedef olarak görülmeye başlanmıştır.

Organizasyonların en önemli çıktıları sürdürülebilirliktir. Oluşabilecek herhangi bir aksamanın hizmet alan ve veren firma için de büyük zararlara yol açacağı yüksek ihtimaldir. En ufak bir aksamanın bile hizmet kalitesinde oluşturacağı büyük zararlar düşünüldüğünde, hizmet süreci çok hassas bir şekilde ele alınmalıdır. Aksamaları önlemek veya oluşan herhangi bir aksamaya saniyeler içerisinde çözüm bulmak için personel seçimi ve ataması özenle yapılmalıdır. Bu durumun yanı sıra gerek iş yükü gerek işlerin adaletli bir şekilde dağıtılması için çizelgeleme çalışması büyük önem kazanmaktadır. Bilimsel yöntemlerin kullanılması ile nitelikli personellerin doğru işlere adaletli bir şekilde atanmasıyla hem personel memnuniyeti sağlanacaktır hem de hizmet

\*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)  
e-posta : tamereren@gmail.com

kalitesi artacaktır. Böylece sektörde sıkça görülen adaletsiz iş dağılımları, personellerin niteliklerine göre atanmamasından kaynaklı düşük hizmet verimi, personel taleplerinin dikkate alınmamasından kaynaklı memnuniyetsizlik gibi sorunların önüne geçilebilmektedir.

Bu çalışmada, bir akaryakıt firmasının çeşitli istasyonlarında gerçekleştirilecek olan tanıtım organizasyonu için görev alacak tanıtım personelinin çizelgeleme çalışması yürütülmüştür. Çalışma süresi yedi gündür. 10 adet istasyon ve 40 adet personel bulunmaktadır. Çalışma düzeni 2 vardiya şeklinde olup her istasyonda ve her vardiyada 2 tanıtım personeli görevlendirilecektir. Personellerin doğru işe atanmalarına ve atandıkları istasyona olan mesafelerinden doğan maliyetlerin enküçüklenmesine özen gösterecek hedef programlama modeli kurulmuştur. Personellerden en çok talep ettikleri 3 adet lokasyon verisi istenmiştir. Bu talepler de modele yansıtılarak personel memnuniyeti en çoklanmıştır. Belirlenen lokasyon ve sayılar ışığında seçilecek olan ve bu personelin hangi lokasyonda görev yapacağı sorusuna yönelem araştırması konularından hedef programlama yöntemi ile çözüm aranacaktır.

Çalışma planı şu şekildedir: İkinci bölümde organizasyon çeşitlerinden ve bu organizasyonlarda kullanılacak olan personel türlerinden bahsedilmiştir, üçüncü bölümde hedef programlama yöntemi anlatılmıştır, dördüncü bölümde literatürde yapılan çalışmalara yer verilirken beşinci bölüm olan uygulama bölümünde ise problem tanımı, ihtiyaç duyulan veriler, problem çözümü yapılmış ve sonuçlar yorumlanmıştır.

## 2. ORGANİZASYON ÇEŞİTLERİ (ORGANIZATION TYPES)

Organizasyon sektörü günümüzde eğlence sektörü başta olmak üzere birçok sektörde profesyonel olarak kendine yer bulmaktadır. Ekonomik hacmi geniş, ülke çapında şubeleri bulunan şirketler reklam kampanyalarını ve devamında olan saha çalışmalarını profesyonel organizasyon şirketlerinden hizmet alarak gerçekleştirmektedirler. Bunun yanı sıra eğlence sektörü de artan talebi karşılamak ve işi profesyoneline bırakmak amacıyla organizasyon şirketlerinden hizmet almaktadırlar. Günümüzde organizasyon sektörünün toplam bütçesi 4 milyar dolara ve yıllık organizasyon sayısı 36 bini aşmıştır [1].

Organizasyon etkinliklerini açık alan ve kapalı alan olmak üzere iki kategoriye ayrılır. Kapalı alan etkinlikleri seminer, fuar, kongre, lansman, stant ve türevleri ile görsel reklam, sergi, konser ve gala şeklinde sıralanan etkinliklerin tek ortak özelliği kapalı alanda gerçekleştiriliyor olmasıdır.

Seminerler, tek salon etkinliği olabileceği gibi çok salonlu etkinliklerde olabilirler. Gerekli personel için sahne teknik ekibi, salon içi görevli mice ekibi ve aralarında kontak olarak salon genel sorumlusu yeterlidir. Fuarlar, tek veya çoklu salon etkinlikleri dışında kurulan stantlarla reklam, tanıtım ve

bilgilendirme görselleriyle desteklenir. Gerekli personel için sahne teknik ekibi, stant teknik ekibi, salon içi görevli mice ekibi, stant görevlisi mice ekibi ve salon ve stant için ayrı ayrı süpervizör ve bağlı oldukları genel süpervizör yeterlidir. Kongreler tek veya çoklu salon etkinlikleri dışında çeşitli ülke ve şehirlerden gelen konuşmacılar ile desteklenen alanının yüksek önem gerektirdiği toplantı ve seminerlerden oluşurlar. Seminer ve toplantı salonları için sahne teknik ve mice ekibi, karşılama için mice ekibi, transfer için mice ekibi ve süpervizörü, gerekli kontak ve akış kontrolü ile ilgili bir firma yetkilisi ve mice süpervizörü yeterlidir.

Lansmanlar, bir markanın tek veya daha çok ürününü sergileyip tanıtımını yaptıkları etkinliklerdir. Her bir ürün için bir firma yetkilisi bir mice görevlisi ve bir süpervizör gereklidir. Ürün sayısı üç veya daha fazla ise genel süpervizör ile desteklenmelidir. Stant ve benzeri tanıtım masalarında, spesifik bir ürün için tanıtım ve reklam çalışmaları yapılır. Bu tanıtımlarda stant türü ve tipine göre teknik kurulum ekibine ihtiyaç duyulmayabilir ancak mice ekibi ve süpervizörü bulunmalıdır. Sergi etkinliklerinde, sergilenen eser ve tablo türüne göre gerekli sayıda güvenlik veya mice ekibi yine eser veya tablo sayısına göre bir veya daha fazla süpervizör gereklidir.

Konser etkinliklerinde söz konusu olan kapalı salon konserlerde izleyiciler için koltuk numarası ve yönlendirme için mice ekibi, sahne kurulum için teknik ekip, girişte biletleme ve bilet kontrol için mice ekibi ve koordinasyon için genel süpervizör yeterlidir. Gala etkinliklerine düğün nişan ve partileri dahil edilmektedir. Kostümlü veya serbest giyimli mice ekibine, eğlence ve müzik için dj, animatör ve isteğe bağlı palyaço ekibine ihtiyaç duyulur. Akış esnasında tasarım ve görsellerin korunması ve gerekli teminin sağlanması için gerekli mice veya güvenlik ekibi de gereklidir. Seçilen

personelin yetersizliği veya göreve uygun olmaması durumunda, sunum ve sunucu kalitesi önemsenmeden katılımcı ve ziyaretçilerin kesin memnuniyetsizliği ile karşı karşıya kalınır.

Açık alan etkinlikleri, açık hava konserleri ve eğlence etkinlikleri, kapalı alan konser ve eğlence etkinliklerine ek olarak orta alan görevlisi mice görevlilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yetkililerin asayışı sağlamak canlı anons ve yönlendirme yapmak dışında akışın kontrolünü üstlenmek gibi kritik görevleri mevcuttur. Organizasyonlar en genel olarak açık alan organizasyonları ve kapalı alan organizasyonları olarak ikiye ayrılır.

Tablo 1'de organizasyonlarda gerekli personel tipleri belirtilmiştir. Organizasyonlar planlanırken gerekli teknik ekipmanlar ve personel birimleri bu şekilde oluşturulmaktadır.

**Tablo 1.** Organizasyonlar ve Personel Tipleri (Organizations and Staff Types)

Organizasyon	Personel Tipleri
Fuar	Sahne teknik ekibi, Stant teknik ekibi, Salon içi görevli ekibi, Stant görevlisi ekip, Birimlerin sorumluları, Genel ekip sorumlusu
Seminer	Sahne teknik ekibi, Salonlarda görevli ekip, Salon genel sorumlusu
Kongre	Sahne teknik ekibi, karşılama ekibi, transfer ekibi, salon ekipleri, Ekip sorumluları, Kayıt ekibi, Gerekli kontak ve akış kontrolü ile ilgili organizasyon yetkilisi ve Genel ekip sorumlusu
Lansman Organizasyonu	Teknik kurulum ekibi, Merchandiser (Satış destek elemanı), Stant ekibi, Stant sorumlusu
Festival, Konser	Teknik kurulum ekibi, Bilet satış ekibi, Bilet kontrol ekibi, Yönlendirme ekibi, Ekip sorumluları, Genel ekip sorumlusu
Eğlence, Parti	Kostümlü veya serbest giyimli eğlence ekibi, eğlence ve müzik için dj, Animatör, Palyaço ekibi, Yönlendirme ekibi, Genel ekip sorumlusu
Sergi	Teknik kurulum ekibi, Stant ekibi, Stant sorumlusu

### 3. HEDEF PROGRAMLAMA (GOAL PROGRAMMING)

Karar verme kavramı hayatımızın hemen hemen her bölümünde karşımıza çıkmaktadır. Karar verici(ler) bir karar durumu ile karşı karşıya kaldığı zaman çoğunlukla birden çok kriteri göz önüne almak durumunda kalmaktadır. Matematiksel model kurma, karar verme durumu için kullanılabilen bilimsel yöntemlerden bir tanesidir. Hedef programlama yöntemi matematiksel model yaklaşımlarının yaygın bir şekilde kullanılan yöntemlerindedir. Diğer matematiksel yöntemlerden en büyük farkı, karar vericiye alternatif sonuçlar da sunabilmesidir. Karar verici herhangi bir kısıttan herhangi bir oranda sapabildiği taktirde amaç fonksiyonuna ne kadar katkısı olacağını yöntem sayesinde değerlendirebilmektedir. Hedef programlama yönteminin amacı genel olarak; ulaşılmak istenen hedefler arasındaki sapmaları enküçükleme. Hedef programlama yönteminin amaç fonksiyonu sadece sapmalardan oluşmaktadır. Yöntemin genel formülasyonu eşitlik 1-3'te gösterilmektedir; [2]

$x_j$  : j. karar değişkeni

$a$  : karar değişkeni katsayı parametresi

$r$  : hedef kısıtı sağ taraf değer parametresi

$d_i^+$  : i. hedefin pozitif sapma değişkeni

$d_i^-$  : i. hedefin negatif sapma değişkeni

$P$  : hedef önem derecesi

Olmak üzere:

$$\text{Min. } Z = \sum_{i=1}^n P * (d_i^+, d_i^-) \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n a * x_j + d_i^+ + d_i^- = r \quad (2)$$

$$x_j, d_i^+, d_i^- \geq 0 \quad (3)$$

$\forall i, j$

### 4. LİTERATÜR TARAMASI (LITERATURE REVIEW)

Personel çizelgeleme ve atama problemi literatürde araştırmacılar tarafından sıklıkla ele alınmaktadır. Farklı alanlarda uygulama imkânı bulan bu probleme çeşitli yaklaşımlar ve algoritmalar geliştirilmiştir. Örgütlerde çalışan personellerin özel isteklerinin ve örgütlerin hedeflerinin yansıtıldığı çözüm modelleri ile çizelgeler oluşturulmuştur. Azaiez ve Sharif [3], çalışmalarında hemşire çizelgeleme problemini ele almışlardır. 0-1 hedef programlama yöntemini kullanarak bir çözüm önermişlerdir. Yunes vd. [4], çalışmalarında hibrit bir algoritma ile tam sayılı programlama yöntemlerini kullanarak bir firma için personel planlanması konusunu ele almışlardır. Matematiksel model ve Kısıt Programlama mantıklarını kullanarak hibrit bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Seçkiner ve Kurt [5], çalışmalarında Bütünleşik Tur-Rotasyon çizelgeme yaklaşımı ile iş yükü minimizasyonu çalışması yapmışlardır. Çalışmada iş yükü minimizasyonu için optimal sonuçlar üzerinde çalışılmıştır. Kızırmak [6] çalışmasında Türkiye'de düzenlenen yerel etkinlikleri incelemiş olup, turizm açısından önemlerini belirlemeye çalışmıştır. Söz konusu etkinliklerin iç ve dış turizm amaçlı olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceğinin belirlenmesi amacıyla, yerel etkinlik düzenleyen 80 İl Müdürlüğüne anket gönderilerek elde edilen sonuçların analizi yapılmıştır. Topaloğlu [7], çalışmasında hedef programlama yöntemi ile sağlık personeli çizelgeleme problemini ele almıştır. Bir çözüm önerisinde bulunmuştur. Trilling vd. [8], çalışmalarında hastanede hemşire çizelgeleme sorunu üzerine çalışmışlardır. Çözüm yöntemi olarak tamsayı programlama ve kısıt programla kullanmışlardır ve bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Lezaun vd. [9], çalışmalarında metro hattında çalışan işçilerin işgücü çizelgelerini yapmışlardır. Tamsayı programla yöntemiyle bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Chu [10], çalışmasında hedef programlama tekniği kullanarak bir havaalanındaki personelin çizelgeleme problemini ele almışlardır ve bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Corominas vd. [11], çalışmalarında üretim işçilerinin vardiya çizelgelemesini yaparak ve üretim planlama sorununu ortadan kaldırmayı amaçlamışlardır. Çözüm yöntemi olarak karışık tamsayı programlama kullanmışlardır ve çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Thompson ve Pullman [12], çalışmalarında personel vardiya çizelgeleme problemini ele almışlardır. Matematiksel model kullanarak bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Sinreich ve Jabali [13], çalışmalarında vardiya çizelgeleme problemini çözüme kavuştururken, doğrusal programlama modelini ve simülasyon araçlarını kullanmışlardır. Horn vd. [14], çalışmalarında mürettebat çizelgeleme problemini

incelemişlerdir. Çalışmayı Avustralya ülkesinin kraliyet güçlerinin ellerinde bulundurdukları savunma mürettebatının üzerinde yapmışlardır ve başarılı sonuçlar elde ettikleri görülmüştür. Çözüm yöntemi olarak sezgisel yöntemler ve benzetim biliminden faydalanılmıştır. Çetin vd. [15], tamsayılı programlama yöntemi ile uçuş ekibi çizelgelemesini ele almışlardır ve bir çözüm yapmışlardır. Sungur [16], çalışmasında karma tamsayılı programlama ile tur çizelgeleme problemini ele almışlardır. Bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. De Matta ve Peters [17], şehirlerarası taşımada iş çizelgeleme konusunda çalışma yapmışlardır. Küme kapsama modeli ile bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Tsai ve Li [18], çalışmalarında hemşire çizelgeleme problemini ele almışlardır. Çözüm yöntemleri olarak matematiksel model ve genetik algoritma yöntemlerini kullanmışlardır. Girginer vd. [19], analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ve 0-1 hedef programlama yöntemleriyle istatistiksel yazılım seçimi yapmışlardır. Farklı özellikler barındıran istatistiksel yazılımlar alternatiflerinden seçim yapmak, pek çok kriterin birlikte değerlendirilmesinin gerektiği, çok kriterli karar problemidir. Söz konusu çalışmada; AHP ve 0-1 Hedef Programlama yöntemleri beraber kullanılmıştır. Brunner vd. [20], çalışmalarında bir hastanedeki görevli psikiyatristlerin vardiya çizelgeleme problemini ele almışlardır. Karma tam sayılı bir model olarak adlandırılan problemde amaç; yasal düzenlemeleri de göz önünde bulundurarak personel maliyetlerini enküçüklemeektir. Topaloğlu ve Selim [21], çalışmalarında bulanık çok amaçlı programlama kullanarak hemşirelerin vardiya çizelgeleme problemlerine bir çözüm üretmişlerdir. Çalışmada iki terim belirlenerek bu terimler üzerinden hemşire isteklerini de dikkate alan bir model geliştirilmiştir. Söz konusu terimler tercih değeri ve tercih skoru olarak isimlendirilmiştir. Lezaun vd. [22], çalışmalarında demiryolu çalışanları için bir vardiya çizelgeleme problemi üzerine çalışmışlardır. Çözüm yöntemi olarak karma tamsayılı model kullanmışlardır. Bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Rönnberg ve Larsson [23], İsveç sağlık sektöründe çalışan hemşirelerin atama problemi hakkında çalışmışlardır. Hemşirelerin özel taleplerini de baz alarak matematiksel model oluşturmuşlardır ve bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Zolfaghari vd. [24], çalışmalarında personel çizelgeleme problemini ele almışlardır. Genetik algoritma kullanarak bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Fırat ve Hurkens [25], karışık tamsayı programlama yöntemi ile personel çizelgelemesi problemini ele almışlardır ve bir uygulama yapmışlardır. Bağ vd. [26], çalışmalarında 0-1 hedef programlama ve AHP yöntemini kullanarak hemşire çizelgeleme problemine bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Hung-Tso vd. [27], çalışmalarında hedef programlama tekniği ile personel çizelgeleme problemini incelemişlerdir. Probleme yeni bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Li vd. [28], hedef programlama yöntemi ile sezgisel yöntemleri birlikte kullanarak personel çizelgeleme

problemini ele almışlardır. Çözüm önerilerinde bulunmuşlardır. Bektur ve Hasgül [29], hedef programlama yöntemi kullanarak personel çizelgeleme problemini ele almışlardır ve örnek uygulama çalışması yapmışlardır. Bergh vd. [30], çalışmalarında personel çizelgeleme problemleri ile ilgili bibliyografik bir çalışma yapmışlardır. Yazarlar çalışmada, öncesinde yapılan araştırma makalelerini inceleyerek sınıflandırma oluşturmuşlardır ve kendi inceledikleri makaleleri bu sınıflandırmaya göre yeniden düzenlemişlerdir. Kassa ve Tizazu [31], personel ataması üzerine çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında otel personelinin eşit sayıda günlere atanmasını sağlayacak matematiksel model kurmuşlardır ve özel istek kısıtlarını eklemişlerdir. Çözüm için excel solver kullanmışlardır. Louly [32], çalışmasında bir telekomünikasyon merkezinde vardiya çizelgeleme problemini ele almıştır. Hedef programlama yöntemi ile çözüm önerisinde bulunmuştur. Timur vd. [33], Kültür ve Turizm Bakanlığının 2023 Stratejik Planında yer alan, iç ve dış turizmde kültür turizmi hareketlerini artırmak amaçlı önceki yıllarda kültür başkentliği yapmış olan şehirleri incelemiş olup, etkinlik içeriklerini değerlendirmiştir. Tanıtım türünde organizasyonlar için gerekli olan başarı unsurlarını ele alarak değerlendirmiş ve benzer etkinlikleri düzenleyecek olan şehirler için önerilere yer verilmiştir. Labidi vd. [34], çalışmalarında personel çizelgeleme problemini ele almışlardır. Çözüm yöntemi olarak çok amaçlı hedef programlama kullanmışlardır ve bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Öztürkoğlu ve Çalışkan [35], çalışmalarında farklı personel isteklerini de bünyesinde barındıran bir hemşire çizelgeleme problemini ele almışlardır. Tam sayılı programlama yöntemi ile bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Todovic vd. [36], çalışmalarında polis memurları için bir çizelgeleme problemini ele almışlardır. Hedef programlama yöntemi ile bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Ünal ve Eren [37], nöbet çizelgeleme konusunda çalışmışlardır. Çalışmalarında ağırlıklı hedef programlama yöntemi ile bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Brieden ve Gritzmann [38], çalışmalarında tahmine dayalı analitik için yeni bir matematiksel optimizasyon modeli sunmaktadır. Uygulama alanı olarak havayolu endüstrisini seçmişlerdir. Varlı ve Eren [39], çalışmalarında, Kırıkkale'de bulunan ve 24 saat hizmet veren bir hastanenin hemşire sayısını karşılamak için hedef programlama modeli kurmuşlardır. Varlı vd. [40], çalışmalarında bir hastanede çalışan hemşirelerin özel izin isteklerini dikkate alarak aylık çalışma planlarının en iyi şekilde yapılması için bir hedef programlama modeli geliştirilmiştir. Bu yöntem ile bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Bedir vd. [41], perakende sektöründe bir uygulama yaparak personel çizelgeleme problemine ergonomik faktörleri dahil etmişlerdir. Ahp ve Hedef programlama yöntemlerini kullanarak bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Özder vd. [42], temizlik personeli için çizelgeleme problemini ele almışlardır. Personellerin özel isteklerini karşılamak amacıyla Hedef programlama yöntemi ile çözüm önerisinde

bulunmuşlardır. Özcan vd. [43], hidroelektrik santrallarda personel çizelgeleme problemi uygulaması yapmışlardır. Vardiya personelleri için hedef programlama yaklaşımı ile bir çözüm geliştirmişlerdir. Taş vd. [44], çalışmalarında AHP ve hedef programlama modellerini kullanarak monoray proje seçimi yapıp karşılaştırmışlardır. Yapılması planlanan monoray hattı için alternatif aday projeler değerlendirilerek çalışmalar sonucu belirlenen kriterler nezdinde en uygun projenin seçimi çalışması yürütülmüştür. Razm vd. [45], çalışmalarında sürdürülebilir bioenerji tedarik ağı tasarımı üzerine bir çok amaçlı matematiksel model kurmuşlardır. Gür vd. [46], Ankara'da monoray projelerinin AHP ve 0-1 hedef programlama yöntemleriyle seçimini yapmışlardır. Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından belirlenen rotalara en uygun ulaştırma projelerinin seçimi yapılmıştır. Varlı vd. [47], çalışmalarında üniversitede sınav programı çizelgeleme problemini ele almışlar ve problemi hedef programlama yöntemi ile sınav günü atamalarını gerçekleştirmişlerdir. Bruecker vd. [48], uçak bakımı çalışanları için personel çizelgeleme problemini ele almışlardır. Karma tam sayılı programlama ile beceri kriterini dikkate alarak gerçek hayat problemi için model önerisinde bulunmuşlardır. Vermuyten vd. [49], acil sağlık hizmetlerinde karşılaşılan personel çizelgeleme problemleri için tam sayılı programlama ile bir model önerisi yapmışlardır. Daha sonra sezgisel algoritma ile gerçekçi problem örnekleri ile modelin sağlamlığını test etmişlerdir. Berthold vd. [50], çalışmalarında kaynakları kısıtlı olan proje çizelgeleme problemi için hibrit olarak kısıt ve tamsayılı programlama yöntemleri ile bir yaklaşım sunmuşlardır. Uslu vd. [51], çalışmalarında ele alınan problem tipi için birden fazla hedefin karşılanmasını sağlayan ve bu hedeflerde sapma olmasına izin veren 0-1 hedef programlama yöntemi kullanılmıştır. Yelek vd. [52], çalışmalarında Kırıkkale Üniversitesi Merkez Kütüphanesinde kısmi zamanlı çalışan kırk öğrencinin bir aylık periyotta vardiya düzeninin belirlenmesi problemi ele alınmıştır. Öğrencilerin özel istekleri de dikkate alınarak, problemin çözümünde hedef programlama yöntemi kullanılmıştır. Hedef programlamada her bir öğrencinin sabah ve öğleden sonra vardiyalarının sayısının eşit olması amacıyla iki hedef belirlenmiştir ve bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Demirel vd. [53], Bu çalışmada Ankaray metro hattındaki dört istasyonda çalışan kırk üç güvenlik personeli için çalışma planının oluşturulması amaçlanmıştır. Problemin çözümünde hedef programlama yöntemi kullanılmıştır. Hedef programlama ile oluşturulan matematiksel model çözülmüş sonucunda yeni bir vardiya planı elde edilmiştir. Koçtepe vd. [54], Bir basketbol karşılaşmasında kısmi zamanlı çalışan personellerin çizelgeleme problemini ele almışlardır. Personel yetkinlik puanlarını da dikkate alarak, 0-1 tamsayılı programa yöntemi ile bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Danışan vd. [55], Türkiye'deki büyük ölçekli bir hidroelektrik santralda yer alan 1330

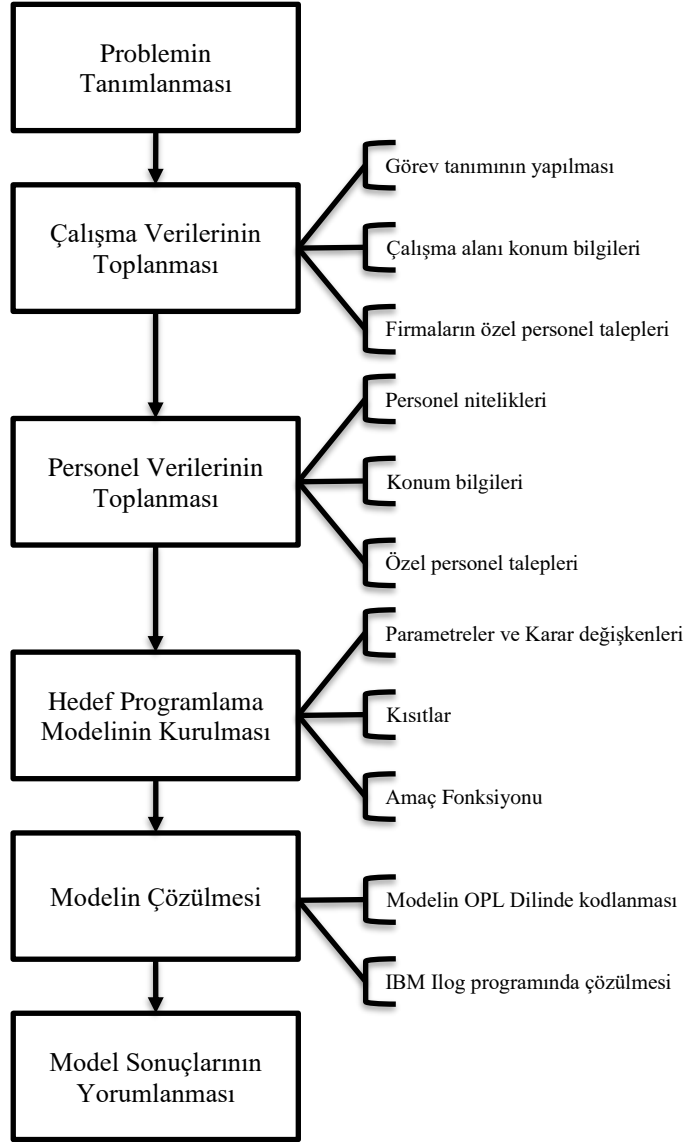
elektriksel ekipman incelenmiş ve santral açısından kritiklik seviyesi belirlenmiştir. AHP, Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) ve Tam Sayılı Programlama yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda bir zaman çizelgesi doğrultusunda gerçekleştirilebilecek olan, periyodik bakım stratejisinin uygulanabileceği kritik elektriksel 7 ana ekipman grubu belirlenmiştir ve bir uygulama yapmışlardır. Cürebal vd. [56], Çalışmalarında, Kapadokya bölgesinde düzenlenen tanıtım organizasyonunda görev alacak personellerin çizelgeleme problemini ele almışlardır. Organizasyonda yer alan birimler arasında en yüksek maliyetlerden biri olan personel maliyetlerini minimize etmeyi, aynı zamanda personel verimliliğini artırarak yetkinlik maksimizasyonunu planlayan yeni bir matematiksel model önerisinde bulunmuşlardır. Çalışmada hedef programı yöntemi ile eşit ağırlıkta olan iki farklı hedef için bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Cürebal vd. [57], çalışmalarında kısmi zamanlı istihdam sağlayan bir insan kaynakları firmasının, organizasyonlara atanacak personeller seçimini ve çizelge oluşturulması konusunu ele almışlardır. Organizasyon kalitesini yüksek seviyede tutabilmek ve personel verimliliğini artırmak adına yetkinlik optimizasyonu amaçlamışlardır. Hedef programlama ve AHP yöntemleriyle entegre bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Gür vd. [58] ve Özder vd. [59] çalışmalarında personel çizelgeleme konusunda geniş bir literatür araştırması yapmışlar ve çalışmalarında sunmuşlardır. Özcan vd. [60] çalışmalarında radyoloji teknikeri çizelgeleme problemini hedef programlama yaklaşımı ile çözmüşlerdir.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde görülmektedir ki; personel çizelgeleme problemlerine birçok farklı yaklaşım sunulmuştur. Bu çalışmada ele alınan problem bir gerçek hayat problemidir. Çalışma, personel çizelgelerinin genel olarak elle yapıldığı bir sektörde uygulanmıştır. Bu sektör diğer işkollarına nazaran en ufak hataların bile büyük zararlara yol açabileceği hassas bir çalışma disiplinine sahiptir. Yapılan çalışma hem hizmeti alan hem de sağlayan firma için prestij göstergesidir. Dolayısıyla personel memnuniyeti ve personellerin doğru işlere atanması son derece önemlidir. Çalışmada kullanılan model bu bilinç çerçevesinde kurulmuştur. Model; adaletli ve görev dağılım bilincini önemsemesinin yanında personel taleplerini de aynı derecede dikkate alarak verimliliği optimize etmeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın yürütüldüğü görev tipi diğer işlere göre daha olağan olarak tanımlanmakta ve süreç içerisinde personel verimliliğinin düşmesine sebep olabilmektedir. Bu durumun yaşanması olasılığını düşürmek amacıyla personeller farklı vardiya tiplerinde görevlendirilmiştir. Böylece, literatüre özellikle de çok fazla çalışılmayan bir sektör için katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

## 5. UYGULAMA (THE CASE STUDY)

Çalışmada, 10 farklı istasyonda 2 vardiya şeklinde görev yapacak olan 40 adet personel hedef programlama yöntemi kullanılarak çizelgelenmiştir. Her lokasyon ve vardiyada 2'şer personel görev yapacaktır. Personellerin lokasyon talepleri de dikkate alınmıştır. Uygulamada, ilk olarak problem tanımı yapılmıştır. Bu doğrultuda; personel sayısı, istasyon sayısı ve çalışma düzen verileri belirlenmiştir. Söz konusu veriler; atama yapılacak personel nitelikleri, personellerin talep ettikleri ücretler, istasyonların konum ve personel ihtiyaçları ve

personellerin talepleri, şeklindedir. Çalışmada görev alacak personellerin yetkinlikleri 1 uzman ve 2 akademisyen tarafından 1-10 puanlama skalasında belirlenmiştir. Daha sonra problemin çözümü için kullanılacak olan matematiksel model kurulmuştur. Amaç fonksiyonu, problem kısıtları ve hedefler belirlenmiştir. Son olarak, çözüm sonuçları ele alınmış ve değerlendirilmiştir. Uygulama akış şeması Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Uygulama Akış Şeması (Application Flowchart)



### 5.1. Problemin Tanımlanması (Problem Definition)

Akaryakıt sektöründe faaliyetini sürdüren özel bir şirket, tanıtım organizasyonları için bir organizasyon firmasından hizmet almaktadır. Bu doğrultuda firmanın saha faaliyetlerine ayırmış olduğu bütçe: 250.000 TL'dir. Söz konusu şirketin Ankara genelinde 10 farklı akaryakıt istasyonu bulunmaktadır. Yeni tanıtılacak olan sistemleri için, organizasyon firması her istasyona 2 farklı vardiyada 4 personelin görev almasını planlamaktadır. Çalışmada görev alacak personeller istasyona gelen her müşteri için sistem hakkında detaylı bilgi verip, onaylayan müşterilerin bilgilerini sisteme kaydetmekle yükümlü olacaklardır.

Seçilecek personeller aranan nitelikler kapsamında aynı tip özellikleri taşımaktadır. Belirli bir personel havuzundan toplamda 40 personel seçilecektir. İstasyonlar şehrin dört bir yanına dağılmakta olup talebi karşılarken personellerinde talepleri göz önünde bulundurulacaktır. Asıl hedef talebi karşılamak olup, personellerin de istasyon talepleri göz önünde bulundurulacağından yöneylem araştırması konularından hedef programlama yöntemi ile probleme çözüm aranacaktır.

### 5.2. Verilerin Toplanması (Data Collection)

Özel bir şirketin istasyonlarında gerçekleştireceği bu etkinlik için insan kaynakları tarafından önceden belirlenmiş 60 personel değerlendirmeye alınmıştır. Aranan nitelikleri karşılayan personellerin lokasyon tercihleri ve maliyetleri göz önünde bulundurulmuş, yapılan ön eleme sonucu 49 aday personel kalmıştır. Personellerin ücret talepleri Tablo 2'de gösterilmiştir. Firma tarafından belirlenen üst limit 100 TL/gün olup, beklentisi 100 TL/gün üzerinde olan personel maliyetleri karşılanamayacağından, söz konusu personeller elenmiştir.

**Tablo 4.** Personel Talepleri (Staff Demands)

Personel No.	İstasyon No.	Personel No.	İstasyon No.	Personel No.	İstasyon No.	Personel No.	İstasyon No.
1	1-2-3	14	3-4-5	27	6-7-8	40	3-4-6
2	1-2-3	15	3-4-6	28	9-10-8	41	9-10-8
3	1-2-4	16	9-10-7	29	1-2-5	42	9-10-7
4	1-2-4	17	5-6-8	30	1-2-3	43	7-8-5
5	2-3-4	18	9-10-8	31	3-4-5	44	7-8-6
6	3-1-4	19	5-6-7	32	3-4-6	45	1-5-7
7	1-2-4	20	9-10-7	33	7-8-6	46	6-7-8
8	3-4-1	21	9-10-8	34	7-8-10	47	5-7-9
9	5-6-9	22	9-10-7	35	7-8-10	48	6-7-8
10	5-6-10	23	5-6-1	36	7-8-9	49	9-10-8
11	5-6-4	24	7-8-3	37	5-7-8		
12	5-6-3	25	7-8-4	38	6-8-5		
13	9-10-5	26	5-6-9	39	5-3-4		

**Tablo 2.** Personel Maliyet Verileri (Staff Cost Data)

Personel No	Maliyet
1-49	100 TL/gün
50-54	120 TL/gün
55-58	130 TL/gün
59-60	140 TL/gün

Çalışmada personellerin lokasyon talepleri de dikkate alınmıştır. Çalışmanın yürütüleceği istasyon isimleri ve numaraları Tablo 3'te gösterilmiştir.

**Tablo 3.** İstasyon İsimleri ve Numaraları (Station Names and Numbers)

İstasyon	İstasyon No.
ERYAMAN 1	1
ERYAMAN 2	2
BATIKENT 1	3
BATIKEN 2	4
İSTANBUL YOLU 1	5
İSTANBUL YOLU 2	6
KEÇİÖREN	7
TANDOĞAN	8
YENİMAHALLE 1	9
YENİMAHALLE 2	10

Her istasyonun her bir vardiyasında ihtiyaç duyulan eleman sayısı eşit ve 2'dir.

Her personelden en çok talep ettikleri 3 adet lokasyon bilgisi istenmiş bu veriler Tablo 4'te gösterilmiştir. Örnek olarak: 1 numaralı personelin 3 adet istasyon tercihi bulunmaktadır. Bu istasyonlar: Eryaman-1(1), Eryaman-2(2) ve Batikent-1(3) istasyonlarıdır.

### 5.3. Matematiksel Modelin Oluşturulması (Mathematical Model Creation)

Bu bölümde 49 kişilik personel havuzundan 40 kişinin seçilip göreve atanacağı, 10 farklı istasyonun ve sabah ve akşam olmak üzere 2 vardiyalı çalışma sisteminin olduğu bu organizasyon için kurulan matematiksel model verilerine yer verilmiştir.

#### 5.3.1 Patametreler (Parameters)

Modelin Parametreleri aşağıda gösterilmiştir.

$n$	: Personel sayısı	$n=49$
$m$	: Gün sayısı	$m=7$
$t$	: Vardiya sayısı	$t=2$
$p$	: İstasyon sayısı	$p=10$
$i$	: Personel indeksi	$i=1,2,\dots,n.$
$j$	: Gün indeksi	$j=1,2,\dots,m.$
$k$	: Vardiya indeksi	$k=1,\dots,t.$
$l$	: İstasyon indeksi	$l=1,\dots,p.$
$M_{ljk}$	: l. istasyonda j. Günde k. vardiyanın personel ihtiyacı	
$D_i$	: i. personelin çalışmayı talep ettiği istasyonlar (Tablo 4)	$s(D_i)=3$

#### 5.3.2 Karar değişkenleri (Decision variables)

i. personel, j gün, k vardiya ve l istasyon indisleri olmak üzere modelin karar değişkeni aşağıda gösterilmiştir.

$$x_{ijkl} = \begin{cases} 1, & \text{i. personelin j. gün k. vardiyada l. istasyonuna atanırsa} \\ 0, & \text{diğer} \end{cases}$$

$\forall i, j, k, l \in n, m, t, p$

$e_i^-$  : i. personel için 1. Hedefin negatif yönde sapma değişkeni  $\forall i \in n$

$e_i^+$  : i. personel için 1. Hedefin pozitif yönde sapma değişkeni  $\forall i \in n$

$f_i^-$  : i. personel için 2. Hedefin negatif yönde sapma değişkeni  $\forall i \in n$

$f_i^+$  : i. personel için 2. Hedefin pozitif yönde sapma değişkeni  $\forall i \in n$

#### 5.3.3 Matematiksel modelin amaç fonksiyonu ve kısıtları (Objective function and constraints of the mathematical model)

Model genel olarak çalışanların eşit vardiya şartlarında ve talep ettikleri konumda çalışmalarını amaçlamaktadır. Çalışanlar yoğun fiziksel aktivite içermeyen bir görevde buldukları için çalıştıkları günün ertesinde diğer vardiyaya tipinde görevlendirilmektedirler. Böylece tüm çalışanlar bu nispeten kısa iş planında, aynı vardiya düzeninde çalışacaklardır. Bu şekilde ayrıca görevin sıradanlaşmasının da önüne geçilerek çalışanların etkin bir şekilde tanıtım görevlerini yürütmeleri beklenmektedir. Modelin amaç fonksiyonu kısıtları ve hedef kısıtları aşağıda gösterilmiştir. Dört adet kısıt ve iki adet hedef kısıtı bulunmaktadır.

**Amaç Fonksiyonu:** 2 adet hedef kısıtı bulunan modelin amaç fonksiyonu aşağıda gösterilmiştir. Bu bölümdeki

amaç çalışanlara gün be gün vardiyaya çeşitliliği sağlamaktır.

$$\text{Min } \sum_{i=1}^{49} (e_i^- + e_i^+ + f_i^- + f_i^+)$$

**Kısıtlar:** Modelin 4 adet sert kısıtı bulunmaktadır. Bu kısıtlar aşağıda açıklamaları ile birlikte gösterilmiştir.

**Kısıt 1:** j. gün k. vardiyada l. istasyonda çalışması gerekli personel sayısını gösterir. Her konuma talep edilen sayıda personelin atanmasını mümkün kılan kısıttır.

$$\sum_{i=1}^{49} x_{ijkl} = M_{ljk} \quad \forall j, k, l \in m, t, p \quad (4)$$

**Kısıt 2:** Her personel talep ettiği istasyonlar haricindeki bir istasyona atanmamalıdır. Modelde her personel bir talep kümesine sahiptir (Tablo 4). Personeller bu küme dışında bulunan herhangi bir konuma atanmamalıdır. Böylece iş verimliliğinin en çoklanmasının yanında personel ulaşım giderlerinin de dolaylı olarak enazlanması amaçlanmaktadır.

$$\sum_{j=1}^7 \sum_{k=1}^2 x_{ijkl} = 0 \quad \forall i, l \in n, p-D_i \quad (5)$$

**Kısıt 3:** Görevlendirilecek personel sayısı 40'ı geçmemeli. Bu kısıt bir personelin ya hiç çalışmaması ya da 7 günlük çizelge boyunca toplam 7 kere atanması ile sağlanmıştır.

$$\sum_{j=1}^7 \sum_{k=1}^2 \sum_{l=1}^{10} x_{ijkl} = 7 \quad \forall i \in n \quad (6)$$

**Kısıt 4:** Her personel j. Gün sadece bir vardiyada çalışmasına yönelik kısıt. Olağan personel çalışma kısıtıdır.

$$\sum_{k=1}^2 x_{ijkl} \leq 1 \quad \forall i, j, l \in n, m, p \quad (7)$$

**Hedef kısıtları:** Modelde eşit iş yükü dağılımını dikkate alan 2 adet hedef kısıtı bulunmaktadır. Bu kısıtlar aşağıda açıklamaları ile birlikte gösterilmiştir.

**Hedef kısıtı 1:** Günün akşam vardiyasında çalışan personel, mümkün olduğunca bir sonraki günün sabah vardiyasına atansın.

$$x_{ij2l} + x_{i(j+1)2l} + e_i^- - e_i^+ = 1 \quad \forall i, j, l \in n, m-1, p \quad (8)$$

**Hedef Kısıtı 2:** j. Günün sabah vardiyasında çalışan personel, mümkün olduğunca bir sonraki günün akşam vardiyasına atansın.

$$x_{ij1l} + x_{i(j+1)1l} + f_i^- - f_i^+ = 1 \quad \forall i, j, l \in n, m-1, p \quad (9)$$

#### 5.4 Matematiksel modelin çözümü (Solution of the mathematical model)

Model IBM Ilog Cplex Optimization Studio programı ile çözülmüştür. Yapılan atama ile hem firma talepleri hem de personel talepleri karşılanmıştır. Modelde bulunan 2 hedefte de sapma olmamış eşit çalışma ortamı her personel için sağlanmıştır. Hedef sapma değişkenlerinin yer aldığı amaç fonksiyonu sıfır değerini almıştır. Model sonucunda her bir personelin (P. No.) atandıkları istasyonlar (A.İ) ve vardiyalar (V) Tablo 5'te gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Personel atamaları (Staff assignments)

P.No.	$D_i$	A.İ	V	P.No.	$D_i$	A.İ	V
1	1-2-3	2	S	26	5-6-9	5	S
2	1-2-3	1	S	27	6-7-8	8	S
4	1-2-4	4	S	28	9-10-8	9	A
5	2-3-4	2	S	29	1-2-5	2	A
6	3-1-4	3	S	30	1-2-3	1	A
9	5-6-9	6	S	31	3-4-5	4	A
10	5-6-10	5	S	33	7-8-6	3	A
12	5-6-3	3	S	34	7-8-10	10	A
13	9-10-5	2	A	35	7-8-10	8	S
15	3-4-6	3	A	36	7-8-9	8	A
16	9-10-7	9	S	37	5-7-8	8	A
17	5-6-8	6	S	38	6-8-5	6	A
18	9-10-8	10	S	40	3-4-6	4	A
19	5-6-7	5	A	41	9-10-8	10	A
20	9-10-7	9	S	43	7-8-5	7	S
21	9-10-8	10	S	45	1-5-7	7	A
22	9-10-7	7	S	46	6-7-8	6	A
23	5-6-1	1	S	47	5-7-9	5	A
24	7-8-3	1	A	48	6-7-8	7	A
25	7-8-4	4	S	49	9-10-8	9	A

S: Sabah vardiyası, A: Akşam vardiyası

Yapılan tüm atamalar firmanın personel ücret kısıtına (maksimum 100 TL) ve personellerin taleplerine uygun bir şekilde yürütülmüştür. Uygulamanın orijinalinde elle atama yapılmıştır ve 4 personelin fazla maliyetine aynı zamanda 6 personelin talebi dışında istasyonlarda görev aldığı tespit edilmiştir. Mevcut atamada talebi dışında istasyonda görev almama kısıtı ile bu durum engellenmiş olup aynı zamanda maliyet kısıtı ile de üst limiti aşmama durumu sağlanmıştır. Bilimsel yöntemlerin kullanılmadığı uygulamada görev almış olan 53-54-55-56 numaralı personeller yerine 36-37-45-48 numaralı personeller atanarak maliyetler düşürülmüş ve aynı zamanda tüm personellerin talep ettikleri istasyonlarda görev alması sağlanmıştır.

Personeller eşit iş dağılımının sağlanması açısından her gün vardiya değiştirerek çalışacaklardır (Hedef kısıtları). Tablo 5'te gösterilen veriler 1., 3., 5. ve 7. günler için geçerlidir diğer günlerde ise vardiya değişimi yapılarak çalışma sistemine devam edilecektir. Bu durum hedef sapmalarının sıfır olması sayesinde tam olarak sağlanmıştır. Tablodan da görüleceği tüm personellerin talepleri karşılanmıştır. Çalışmada personel talepleri sert kısıt olarak modele yansıtılmıştır. Dolayısıyla herhangi bir personelin talepleri dışında bir noktaya atanmasının önüne geçilmiştir, verilere göre bu durumun karşılanmadığı modeller de olabilmektedir. Böyle bir olası durumda bu talepler hedef kısıtı olarak kullanılarak mümkün olduğunca fazla personel talebinin karşılanması sağlanabilir. Böylece daha kısıtlı imkanların olduğu durumlarda da personel memnuniyetine önem verilebilir.

## 6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME (CONCLUSION AND EVALUATION)

Çalışanların belirlenen işlere atanamaması, hizmet sektöründe uzun yıllar boyunca kalite kaybına neden olmuştur. Hizmet sektöründe, artan hizmet kalitesi,

müşteri memnuniyetine verilen önem ve çalışanların dengeli çalışma beklentisi nedeniyle son yıllarda personel çizelgeleme çalışmalarına daha fazla önem verilmiştir. Bilimsel yöntemlerin kullanılmasının önemi anlaşılmıştır.

Bu çalışmada bir akaryakit şirketinin 10 farklı istasyonunda görev alacak 40 personelin 2 farklı vardiya için çalışma çizelgeleri belirlenmiştir. Çalışacak personellerin görevi tanıtım, reklam konusu olması sebebi ile firmanın yatırımı ve beklentisi çok önemli ve yüksektir. Sabah vardiyası ve akşam vardiyası olmak üzere 2 farklı vardiya bulunan ve çalışanlardan maksimum verimi alabilmek ve dengeli bir durumda çalıştırmak, bunun yanı sıra personellerin beklenti ve talepleri karşılamak gerekmektedir. Personellerin konum talepleri ve eşit vardiya düzeninde çalışma amacı başarılı bir şekilde model sonucunda sağlanmıştır. Sert kısıt olarak modele dahil edilen personel konum talepleri sonrası model çözüm uzayının içerisinde bulunmuştur. Eşit vardiya düzeni hedef kısıtı olarak modele tanıtılmış ve her iki sapmanın da en az (sıfır) olduğu gözlenmiştir. Böylece eşit vardiya düzeni sağlanmış ayrıca personel etkinliği de en çoklanmıştır. Diğer görevlere göre daha olağan olarak tanımlanan bir iş çeşidinde personel etkinliği de ayrıca önemlidir.

Çalışmanın çözüm sürecinde kullanılan hedef programlama yöntemi; problemin sahip olduğu kısıtlar ve belirlenen amaçlar düşünüldüğü zaman en uygun çözüm yaklaşımıdır. Model söz konusu gerçek hayat problemine bir çözüm sunmaktadır. Modelde tanımlanan çözüm alanından değişkenlerin alabileceği en uygun değerler bulunmuş ve problemin çözümü elde edilmiştir. Daha önce elle yapılan personellerin vardiya çizelgeleri geliştirilen bu model sayesinde daha sistematik ve ilkeli bir çizelgeleme süreci sunulmuştur. Modelin önemli özelliklerinden birisi personellerin tercihlerinin dikkate alınabilmesidir. Diğer bir özelliği ise her personele eşit şartlarda vardiya ataması yapılmıştır. Böylece adil bir çizelge ile her personel görev gerekliliklerini yerine getirebilmekte ve verdiği hizmetin kalitesi artmaktadır.

Bu çalışmada, görev noktası sayısı, personel sayısı, personelin istekleri vb. gibi eklemeler yapılarak daha geniş çizelgeler oluşturulabilir. Kullanılacak modellerin büyüklüğüne bağlı olarak meta-sezgisel yöntemler kullanılabilir. Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda başka organizasyon personellerinin çalışma ve izin istek günlerini dikkate alan, özel kısıtlar barındıran farklı matematiksel modeller geliştirilebilir. Matematiksel modellemelerde ele alınan probleme göre farklı yöntemler ve teknikler kullanılabilir. Karar vericilerin elinde bulunan imkanlar doğrultusunda, tüm personelden ziyade belirli sayıda personelin taleplerini dikkate alacak modeller, taleplerin hedef kısıtı şeklinde tanımlanması ile çözülebilir. Bu çalışmada ele alınan problem barındırdığı kısıtlar ve amaçlanan hedefler düşünüldüğü zaman çözüm yöntemi ile oldukça uyumludur. Ancak daha büyük boyutlu problemler düşünüldüğünde optimal sonuca ulaşmanın zor olması gibi durumlar söz konusu olabilmektedir. Bu tarz boyuttaki problemlerin

çözümünde sezgisel yöntemlerin kullanılması daha uygun olacaktır.

#### ETİK STANDARTLARIN BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

#### YAZARLARIN KATKILARI (AUTHORS' CONTRIBUTIONS)

**Tamer EREN:** bilimsel yayın araştırması yeterliliğinin incelenmesi, yöntem uygunluk incelemesi, uygulama süreç incelemesi, sonuçların incelenmesi ve genel makale incelemesi.

**Serkan KOÇTEPE:** Bilimsel yayın araştırması, verilerin toplanması ve düzenlenmesi ve sonuçların yorumlanması.

**Ahmet CÜREBAL:** Bilimsel yayın araştırması, yöntem uygunluk araştırması, yöntemin uygulanması ve yorumlanması ve makalenin oluşturulması.

#### ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

#### KAYNAKLAR

- [1] <https://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/36-bin-etkinlik-duzenlendi-turkiye-4-milyar-dolarlik-eglence-cirosu-yakaladi-20389793> (03/09/2019) <https://www.hurriyet.com.tr> Adresinden alındı.
- [2] Cürebal A. and Eren T., "Covid-19 pandemi riski durumunda yetkinlik bazlı güvenlik personeli vardiya çizelgeleme probleminin çözümü", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Basımda.
- [3] Azaiez M.N. and Al Sharif S.S., "A 0-1 goal programming model for nurse scheduling", *Computers & Operations Research*, 32(3): 491-507, (2005).
- [4] Yunes T.H., Moura A.V. and De Souza C.C., "Hybrid column generation approaches for urban transit crew management problems", *Transportation Science*, 39(2): 273-288, (2005).
- [5] Seçkiner S.U. and Kurt M., "Bütünleşik tur-rotasyon çizelgeleme yaklaşımı ile işyükü minimizasyonu", *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 20(2): 161-169, (2005).
- [6] Kızıllırmak İ., "Türkiye'de düzenlenen yerel etkinliklerin turistik çekicilik olarak kullanılmasına yönelik bir inceleme", *Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(15), 181-196, (2006).
- [7] Topaloğlu S., "A multi-objective programming model for scheduling emergency medicine residents", *Computers and Industrial Engineering*, 51(3): 375-388, (2006).
- [8] Trilling L., Guinet A. and Le Magny D., "Nurse scheduling using integer linear programming and constraint programming", *12th IFAC International Symposium, Elsevier*, 39(3): 651-656, (2006).
- [9] Lezaun M., Perez G. and De La Maza, E. S., "Crew rostering problem in a public transport company", *Journal of the Operational Research Society*, 57(10): 1173-1179, (2006).
- [10] Chu S.C.K., "Generating, scheduling and rostering of shift crew-duties: Applications at the Hong Kong International Airport", *European Journal of Operational Research*, 177(3): 1764-1778, (2007).
- [11] Corominas A., Lusa A. and Pastor R., "Using a MILP model to establish a framework for an annualised hours agreement", *European Journal of Operational Research*, 177(3): 1495-1506, (2007).
- [12] Thompson G.M. and Pullman M.E., "Scheduling workforce relief breaks in advance versus in real time", *European Journal of Operational Research*, 181(1): 139-155, (2007).
- [13] Sinreich D. and Jabali O., "Staggered work shifts: a way to downsize and restructure an emergency department workforce yet maintain current operational performance", *Health Care Management Science*, 10(3): 293-308, (2007).
- [14] Horn M., Jiang H. and Kilby P., "Scheduling patrol boats and crews for the Royal Australian Navy", *Journal of the Operational Research Society*, 58(10): 1284-1293, (2007).
- [15] Çetin E.İ., Kuruüzüm A. and Irmak S., "Ekip çizelgeleme probleminin küme bölme modeli ile çözümü", *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 3(4): 47-54, (2008).
- [16] Sungur B., "Bir güzellik salonunun tur çizelgeleme problemi için karma tamsayı hedef programlama modelinin geliştirilmesi", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(1): 49-64, (2008).
- [17] De Matta R. and Peters E., "Developing work schedules for an inter-city transit system with multiple driver types and fleet types", *European Journal of Operational Research*, 192(3): 852-865, (2009).
- [18] Tsai C.C. and Li S.H.A., "A two-stage modeling with genetic algorithms for the nurse scheduling problem", *Expert Systems with Applications*, 36(5): 9506-9512, (2009).
- [19] Girginer N., Kaygısız Z. and Girginer N., "İstatistiksel yazılım seçiminde analitik hiyerarşi süreci ve 0-1 hedef programlama yöntemlerinin birlikte kullanımı", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1): 211-233, (2009).

- [20] Brunner J.O., Bard J.F. and Kolisch R., “Flexible shift scheduling of physicians”, *Health care management science*, 12(3): 285-305, (2009).
- [21] Topaloglu S. and Selim H., “Nurse scheduling using fuzzy modeling approach”, *Fuzzy sets and systems*, 161(11): 1543-1563, (2010).
- [22] Lezaun M., Perez G. and De La Maza E.S., “Staff rostering for the station personnel of a railway company”, *Journal of the Operational Research Society*, 61(7): 1104-1111, (2010) .
- [23] Rönnberg E. and Larsson T., “Automating the self-scheduling process of nurses in Swedish healthcare: a pilot study”, *Health Care Management Science*, 13(1): 35-53, (2010).
- [24] Zolfaghari S., Quan V., El-Bouri A. and Khashayardoust M., “Application of a genetic algorithm to staff scheduling in retail sector”, *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 5(1): 20-47, (2010).
- [25] Fırat M. and Hurkens C.A.J., “An improved MIP-based approach for a multi-skill workforce scheduling problem”, *Journal of Scheduling*, 15: 363-380, (2011).
- [26] Bağ N., Özdemir N.M. and Eren T., “0-1 hedef programlama ve ANP yöntemi ile hemşire çizelgeleme problemi çözümü”, *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 4(1): 2-6, (2012).
- [27] Hung-Tso L., Yen-Ting C., Tsung-Yu C. and Yi-Chun L., “Crew rostering with multiple goals: an empirical study”, *Computers and Industrial Engineering*, 63(2): 483-493, (2012).
- [28] Li J., Burke E.K., Curtois T., Petrovic S. and Rong Q., “The falling tide algorithm: a new multiobjective approach for complex workforce scheduling”, *Omega*, 40(3): 283-293 (2012).
- [29] Bektur G. and Hasgül S., “Kıdem seviyelerine göre işgücü çizelgeleme problemi: Hizmet sektöründe bir uygulama”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari ve Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(2): 385-402, (2013).
- [30] Bergh J.V., Beliën J., Bruecker P., Demeulemeester, E. and Boeck L., “Personnel scheduling: A literature review”, *European Journal of Operations Research*, 226(3): 367-385, (2013).
- [31] Kassa B.A. and Tizazu A.E., “Personnel scheduling using an integer programming model- an application at Avanti Blue-Nile Hotels”, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2): 114-127, (2013).
- [32] Louly, M.A., “A goal programming model for staff scheduling at a telecommunications center”, *Journal of Mathematical Modelling and Algorithms in Operations Research*, 12: 167-178, (2013).
- [33] Kızıllırmak İ., “Türkiye’de düzenlenen yerel etkinliklerin turistik çekicilik olarak kullanılmasına yönelik bir inceleme”, *Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(15), 181-196, (2006).
- [34] Labidi M., Mrad M., Gharbi A. and Louly M.A., “Scheduling IT Staff at a Bank: A Mathematical Programming Approach”, *The Scientific World Journal*, 768374, (2014).
- [35] Öztürkoğlu Y. and Çalışkan F., “Hemşire Çizelgelemesinde Esnek Vardiya Planlaması ve Hastane Uygulaması”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(1): 115-133, (2014).
- [36] Todovic D., Makajic-Nikolic D., Kostic-Stankovic M. and Martic M., “Police officer scheduling using goal programming”, *Policing: An International Journal of Police Strategies and Management*, 38(2): 295-313, (2015).
- [37] Ünal F.M. and Eren T., “Hedef Programlama ile Nöbet Çizelgeleme Probleminin Çözümü”, *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 4(1): 28-37, (2016).
- [38] A. Brieden and P. Gritzmann, “Predicting show rates in air cargo transport”, *2020 International Conference on Artificial Intelligence and Data Analytics for Air Transportation (AIDA-AT), Singapore*, 1-9, 2020, doi: 10.1109/AIDA-AT48540.2020.9049209.
- [39] Varlı E. and Eren T., “Hemşire çizelgeleme problemi ve hastanede bir uygulama”, *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1): 34-40, (2017).
- [40] Varlı E., Ergişi B. and Eren T., “Özel kısıtlı hemşire çizelgeleme problemi: hedef programlama yaklaşımı”, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (0)49:189-206, (2017).
- [41] Bedir N., Eren T. and Dizdar E.N., “Ergonomik Personel Çizelgeleme Ve Perakende Sektöründe Bir Uygulama”, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(3): 657-674, (2017).
- [42] Özder E.H., Varlı E. and Eren, T., “Hedef programlama yaklaşımı ile temizlik personeli çizelgeleme problemi için bir model önerisi”, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2): 114-127, (2017).
- [43] Özcan, E. C., Varlı, E., & Eren, T., "Hedef Programlama Yaklaşımı ile Hidroelektrik Santrallarda Vardiya Personeli Çizelgeleme", *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4): 363-370 (2017).
- [44] Taş, M., Özlemiş, Ş. N., Hamurcu, M., & Eren, T. "Analitik hiyerarşi prosesi ve hedef programlama karma modeli kullanılarak monoray projelerinin seçimi", *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2(2): 24-34, (2017).
- [45] Razm S., Nickel S. and Sahebi H. “A multi-objective mathematical model to redesign of global

- sustainable bioenergy supply network”, *Computers & Chemical Engineering*, 128, 1–20, (2019).
- [46] Gür Ş., Hamurcu M., and Eren T., “Ankara’da Monoray projelerinin analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemleri ile seçimi”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(4): 437-443, (2017).
- [47] Varlı E., Alağaç H., Eren T. and Özder E.H., “Goal Programming Solution of the Examiner Assignment Problem”, *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 1(2): 105-118, (2017).
- [48] De Bruecker P., Beliën J., Van den Bergh J. and Demeulemeester E. “A three-stage mixed integer programming approach for optimizing the skill mix and training schedules for aircraft maintenance”, *European Journal of Operational Research*, 267(2): 439-452, (2018).
- [49] Vermuyten H., Rosa J.N., Marques I., Belien J. and Barbosa-Póvoa A., “Integrated staff scheduling at a medical emergency service: An optimisation approach”, *Expert systems with applications*, 112: 62-76, (2018).
- [50] Berthold T., Heinz S., Lübbecke M.E., Möhring R.H. and Schulz J., “A constraint integer programming approach for resource-constrained project scheduling”, *International Conference on Integration of Artificial Intelligence (AI) and Operations Research (OR) Techniques in Constraint Programming*, Berlin, 313–317, (2010).
- [51] Uslu B., Bedir N., Gür Ş. and Eren T., “0-1 hedef programlama yöntemi kullanılarak hemşire çizelgeleme probleminin çözümü”, *Sağlık Akademisi Kastamonu*, 3(3): 1-23, (2018).
- [52] Yelek A., Demirel B., Alağaç H. M. and Eren T., “Kismi zamanli çalışan personellerin çizelgenmesi: kırkkale üniversitesi merkez kütüphanesi örneği”, *Kırkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(2): 313-330, (2018).
- [53] Demirel B., Yelek A., Alağaç H.M., and Eren T., “Ankaray güvenlik personelinin vardiya çizelgeleme probleminin hedef programlama yöntemi ile çözümü”, *Demiryolu Mühendisliği*, 18(2): 1-17, (2018).
- [54] Koçtepe S., Alağaç H.M., Gür Ş. and Eren T., “Basketbol karşılaşmasında görevli organizasyon personellerinin 0-1 tam sayılı programlama yöntemi ile çizelgenmesi”, *Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(2): 44-53, (2019).
- [55] Danişan T., Özcan E. and Eren T., “Hidroelektrik santrallarda bakım çizelgeleme için hibrid bir model önerisi”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 35(4): 1815-1828, (2020).
- [56] Cürebal A., Koçtepe S. and Eren T., “Tanıtım festivalinde personel çizelgeleme problemi: bir uygulama”, *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*, 6(3), 217-229. (2020).
- [57] Cürebal A., Koçtepe S. and Eren T., “Organizasyon firması için COVID-19 pandemi döneminde aylık personel atama ve çizelgeleme probleminin çözümü: bir uygulama”, *Journal of Turkish Operations Management*, 4(2), 479-493. (2020).
- [58] Gür Ş. and Eren T. “Scheduling and planning in service systems with goal programming: Literature review”, *Mathematics*, 6(11), 265, (2018).
- [59] Özder E.H., Özcan E. and Eren T. “A Systematic Literature Review for Personnel Scheduling Problems”, *International Journal of Information Technology & Decision Making (IJITDM)*, 19(06), 1695-1735, (2020).
- [60] Özcan E., Danişan T., Yumuşak R., Gür Ş. and Eren, T., “Goal programming approach for the radiology technician scheduling problem”, *Sigma: Journal of Engineering & Natural Sciences/Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 37(4), 1407-1416, (2019).