

0-1 Tamsayı Programlama ile Bir Hiper Süpermarkette Vardiya Çizelgeleme Problemine Bir Çözüm Önerisi

M. Talha SEVAL^{1*}, Hande Nur ALP¹, Ayşe ÇELİK¹, Saadet AIŞEOĞLU¹, Mehmet MİMAN¹

¹Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Şanlıurfa, Türkiye.

*talhaseval@belsan.com.tr

Özet

Vardiya çizelgeleme problemi belirli sayıda olan personellerin çalışma yeri ve zamanına göre en uygun şekilde yerleştirme işlemlerinin yapılması problemidir.

Bu çalışmada Şanlıurfa'da bulunan Dev Gross Market'in faaliyet gösterdiği zaman aralığı boyunca marketteki her bir bölüm için gerekli sayıdaki personelin atamasını sağlayacak şekilde çalışan sayısının minimize edilmesi amaçlanmıştır. Problemin çözümünde tamsayı programlama modeli kullanılmıştır. Çalışma hazırlanırken hem müşteri memnuniyetini sağlamak için hem de personellerin kendilerine daha uygun işleri yapabilmeleri için her personelin çalışıp çalışmayacağı bölümler de dikkate alınmıştır. Problem çözümü yapıldıktan sonra marketteki mevcut durumla elde edilen çözüm karşılaştırılmıştır ve önerilen modelin %16,6 oranında bir iyileştirme sağladığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Vardiya çizelgeleme, Atama problemi, Tamsayı programlama, Optimizasyon

1. GİRİŞ

Dünya ticaretinin küreselleşmesi, teknolojinin hızlı şekilde gelişmesi, rakiplerin artmasıyla işgücü yoğunluğunun fazla olduğu hizmet sektöründeki işletmeler, topluma daha iyi bir hizmet vermek için birbirleriyle yarış içerisindedir. Hizmet sektörünün en önemli bir parçası olan gıda perakende sektörü Türkiye'de gittikçe büyümektedir. Gıda sektöründe de iyi hizmet vermek için var olan rekabet ortamında ayakta kalabilmek için çalışan personellerin motivasyonlarını arttırmak için işletmelerde personellerin verimliliğinin artırılması gereklidir. Personel verimliliğinin artırılması içinde vardiya çizelgelemenin adil bir şekilde yapılması büyük önem arz etmektedir. Vardiya çizelgelemelerinin personel ihtiyaç ve tercihleri doğrultusunda oluşturulan modeller sayesinde hem çalışanların hem de firmaların planlı ve sistematik şekilde üretim veya hizmet yapılması sağlanmaktadır [1].

Personellere uygun bir vardiya planı yapmak için çalışanların tercihleri, vasıflarını, yeteneklerini vb. ölçütlere dikkate alınmalıdır. Bu ölçütler dikkate alındığında manuel olarak yapılan vardiya çizelgelerinin öneminin azalması ve bunun yerine bilimsel yöntemler ile yapılan vardiya çizelgeleme planları gerekmektedir. Çalışanların tercihleri, vasıfları ve yetenekleri gibi ölçütler doğrultusunda uygun vardiya planlarının yapılması verimliliği artırıp müşteri taleplerini daha hızlı karşılayacaktır [2].

Vardiya çizelgeleme yapılırken bu çizelgelemeyi yapan işletmelerin kuralları ve çalışanların yetenekleri dikkate alınarak iş yerindeki farklı hizmetler karşılamak adına gerekli personellerin ihtiyaçları belirlenmiş

olunacaktır. Bu ihtiyaçların belirlenmesi ve çizelgelemenin yapılması kısıtlı optimizasyon problemidir [3]. Bu konuda genel olarak ilk çalışma 1950 yıllarında Edie ve Dantzing tarafından yapılmış ve çalışmada ele aldıkları konu ise araç kabin personel çizelgelemesi olmuştur. Lineer programlamayı çözüm olarak kullanan ikili çalışmasında, araç kabin personellerinin maliyetini minimize etmek için iş gücü miktarını gerektiği kadar ya da gerektiğinden daha fazla olması koşuluyla gerçekleştirmişlerdir [4-5].

Vardiya çizelgeleme problemlerinin amaç fonksiyonları genel olarak personel maliyetlerinin ve hizmet kalitesinin [6], çalışan personel sayısının [7], part time çalışan personel sayısının [8], iş yükü miktarının [9] ve çalışan memnuniyetini [10] eniyilenmesidir.

Çözüm yöntemi olarak hedef programlama, 0-1 tamsayılı programlama, doğrusal programlama, dinamik programlama ve skolastik programlama vardiya çizelgeleme problemlerinde son yıllarda kullanılan yöntemler olmuştur [11].

Tam sayılı doğrusal programlama ile ABD posta servisinde tur planlama problemi [12], uçuş ekibi planlamasında iki aşamalı ekip eşleştirme ve ekip atama problemi [13], hemşire çizelgelemede işe başlama saatlerine esneklik getiren problem [14] ve farklı yetenek gerektiren birimlere uygun nitelikli personel atama problemleri çözülmüştür.

Bu çalışmada; amaç fonksiyonu olarak çalışan personel sayısının en iyilenmesi hedeflenmiş ve çözüm yöntemi olarak 0-1 tamsayılı doğrusal programlama yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada Şanlıurfa'da yeni faaliyet gösteren en büyük hiper markette saha personellerinin (kasiyer, reyon sorumluları ve depo) görevlerin vardiya çalışma çizelgesi yapılmıştır. Çizelgelemeyi yaparken çalışanların sayıları ve çalıştıkları bölümleri aynı anda değerlendirerek çizelgeleme oluşturulmuştur. Üzerinde çalışılan marketin personel vardiya çizelgelemesi, ilgili mağaza şefi tarafından yapılmaktadır. Uygulanmakta olan çalışmada, toplamda 30 personel çalışmaktadır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Sistemin Analizi

Bu çalışmada bir hiper süpermarketteki çalışanların personel çizelgelemesi yapılmıştır. Çalışmanın amaç fonksiyonu çalışan personel sayısının en iyilenmesi, çözüm yöntemi 0-1 tamsayılı doğrusal programlamadır. Çalışmada Şanlıurfa'da yeni faaliyet gösteren en büyük hiper marketinde saha personellerinin(kasiyer, reyon sorumluları ve depo) görevlerin vardiya çalışma çizelgesi yapılmıştır. Çizelgelemeyi yaparken çalışanların sayıları ve çalıştıkları bölümleri aynı anda değerlendirerek çizelgeleme oluşturulmuştur. Şanlı Dev Gross personel vardiya çizelgelemesi, ilgili mağaza şefi tarafından yapılmaktadır. Uygulanmakta olan çalışmada, toplamda 30 personel çalışmaktadır.

Market 2018 yılı eylül ayından beri faaliyet göstermektedir. Uygulama hazırlanırken marketin hangi saatlerde açık olacağı, her bir bölüm için her saatte ne kadar kişi çalışması gerektiği ve her personelin hangi bölümlerde çalışıp çalışmayacağı göz önünde bulundurulmuştur. Her personele günde 1 saat izin verilerek çizelge hazırlanmıştır.

-Market gün içerisinde 08:00 - 23:00 saatleri arasında faaliyet göstermektedir. Çalışma bloklarına ait saat aralığı Tablo-1' de verilmiştir.

Tablo-1.Çalışma Bloklarının Saat Aralığı

Çalışma Bloğu	Saat Aralığı
1	08:00-18:00
2	09:00-19:00
3	10:00-20:00
4	11:00-21:00
5	12:00-22:00
6	13:00-23:00

-Uygulama marketin faaliyet gösterdiği 15 saate göre çözülmüştür. Problemdaki her bir çalışma saatinin ifade ettiği gerçek zaman aralığı Tablo-2’de verilmiştir.

Tablo-2. Çalışma Saatlerinin İfade Ettiği Zaman Aralığı

Çalışma Saati	Gösterdiği Zaman Aralığı
1	08:00-09:00
2	09:00-10:00
3	10:00-11:00
4	11:00-12:00
5	12:00-13:00
6	13:00-14:00
7	14:00-15:00
8	15:00-16:00
9	16:00-17:00
10	17:00-18:00
11	18:00-19:00
12	19:00-20:00
13	20:00-21:00
14	21:00-22:00
15	22:00-23:00

- Markette hizmet verilen bölümler Tablo-3’te gösterilmiştir.

Tablo-3 Markette Hizmet Verilen Bölümler

No	Bölüm
1	Temizlik- Kozmetik- Kâğıt ürünleri- Züccaciye
2	Bakliyat- Yağ- Salça- Soslar- Konserve
3	Kahvaltılık- Soğuk oda- İçecek&Bisküvi
4	Kasa- Teşhir
5	Depo

- Marketteki her bir bölüm için her saatte gerek duyulan personel ihtiyacı sayısı Tablo 4’te gösterilmektedir.

Tablo-4 Her Bölümün Her Saatte İhtiyaç Duyduğu Personel Sayısı

Saatler/ Bölümler	1.Bölüm	2.Bölüm	3.Bölüm	4.Bölüm	5.Bölüm
8:00-8:59	2	2	2	1	1
9:00-9:59	2	2	2	1	2
10:00-10:59	2	2	2	2	3
11:00-11:59	3	3	3	3	3
12:00-12:59	3	3	3	3	3
13:00-13:59	5	5	4	4	3

14:00-14:59	5	5	4	4	3
15:00-15:59	5	5	4	4	3
16:00-16:59	5	5	4	5	3
17:00-17:59	5	5	4	4	3
18:00-18:59	4	4	3	3	-
19:00-19:59	4	4	3	3	-
20:00-20:59	3	3	2	2	-
21:00-21:59	3	3	2	2	-
22:00-22:59	1	1	2	1	-

- Markette çalışan 30 personelin her birinin hangi bölümlerde çalışıp çalışmayacağı bilgisi de Tablo 5'te gösterilmiştir. Tabloda personelin o bölümde çalışabiliyor olması “+” ile gösterilirken çalışmıyor olması durumunda hücre boş bırakılmıştır.

Tablo-5 Personellerin Hangi Bölümde Çalışıp Çalışamayacağı Bilgisi

Personel/ Bölüm	1.Bölüm	2.Bölüm	3.Bölüm	4.Bölüm	5.Bölüm
1		+			+
2		+	+		
3		+	+		
4		+	+		
5	+	+	+		
6	+	+	+		
7	+			+	
8		+	+		
9	+	+			
10			+		
11		+	+		
12		+	+		
13	+		+		
14	+			+	
15	+	+	+		+
16		+	+		
17	+			+	
18	+	+			+

Personel/ Bölüm	1.Bölüm	2.Bölüm	3.Bölüm	4.Bölüm	5.Bölüm
19		+	+		
20		+			+
21	+		+		
22	+			+	
23	+				+
24	+			+	
25	+			+	
26	+			+	
27	+				+
28	+			+	
29		+	+		
30	+	+	+		

2.2 Matematiksel Model

Bu çalışmada kısıtlar bölümlerin personel ihtiyacına ve personelin çalışma kapasitesine göre göre belirlenmiş ve değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamı itibariyle, çalışma yapılan kurumun personeli ölçüsünde, bazı bölümlerde çalışamayacak personeller ve bir günde tüm bölümlerde ve saatlerde ihtiyaç duyulan personel sayısını karşılayacak modelleme çalışması olup; problem bir “doğrusal karar modelidir”. Modelin amaç fonksiyonu, atanan personel sayısının mümkün olan ez az sayıya indirilmesi (minimizasyonu) olarak belirlenmiştir. Karar değişkenleri olarak; durumun oluşması “1” ile ve oluşmaması ise “0” ile gösterilmiştir. İşte bu nedenden dolayı kullandığımız karar modeli “0-1 tamsayılı doğrusal programlama” adını almaktadır.

Setler

P : Personel Kümesi:={1, 2, ... ,30} “i”

C : Çalışma Bloğu:={1, 2, 3, 4, 5, 6} “j”

B : Bölümler:={1, 2, 3, 4, 5} “j”

S : Çalışma Saatleri:={1, 2, ... ,15} “h”

Parametreler

a_{jh} : $j \in B$ bölümünün $h \in S$ saatte gerektirdiği kişi sayısı

b_{ij} : $i \in P$ personeli $j \in B$ bölümünde çalışıp (1) çalışmadığı (0) göstergesi

Karar Değişkenleri

$$y_{il} = \begin{cases} 1 & i. \text{ personel } l. \text{ çalışma bloğunda çalışıyorsa} \\ 0 & \text{diğer durumlarda (d.d.)} \end{cases} \quad \forall i \in P, \forall l \in C$$

$$x_{ijh} = \begin{cases} 1 & i. \text{ personel } j. \text{ bölümde } h. \text{ saatte çalışıyorsa} \\ 0 & \text{d.d.} \end{cases} \quad \forall i \in P, \forall j \in B, \forall h \in S$$

$$z_{ih} = \begin{cases} 1 & i. \text{ personel } h. \text{ saatte izinliyse} \\ 0 & \text{d.d.} \end{cases} \quad \forall i \in P, \forall h \in S$$

Matematiksel Model

$$\min \sum_{i \in P} \sum_{l \in C} y_{il} \tag{0}$$

s.t

$$\sum_{l=1}^6 y_{il} \leq 1 \quad \forall i \in P \tag{1}$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij1} \leq y_{i1} \quad \forall i \in P \tag{2}$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij2} \leq y_{i1} + y_{i2} \quad \forall i \in P \tag{3}$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij3} \leq y_{i1} + y_{i2} + y_{i3} \quad \forall i \in P \tag{4}$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij4} \leq y_{i1} + y_{i2} + y_{i3} + y_{i4} \quad \forall i \in P \tag{5}$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij5} \leq y_{i1} + y_{i2} + y_{i3} + y_{i4} + y_{i5} \quad \forall i \in P \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij6} \leq y_{i1} + y_{i2} + y_{i3} + y_{i4} + y_{i5} + y_{i6} \quad \forall i \in P \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij7} \leq y_{i1} + y_{i2} + y_{i3} + y_{i4} + y_{i5} + y_{i6} \quad \forall i \in P \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij8} \leq y_{i1} + y_{i2} + y_{i3} + y_{i4} + y_{i5} + y_{i6} \quad \forall i \in P \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij9} \leq y_{i1} + y_{i2} + y_{i3} + y_{i4} + y_{i5} + y_{i6} \quad \forall i \in P \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij10} \leq y_{i1} + y_{i2} + y_{i3} + y_{i4} + y_{i5} + y_{i6} \quad \forall i \in P \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij11} \leq y_{i2} + y_{i3} + y_{i4} + y_{i5} + y_{i6} \quad \forall i \in P \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij12} \leq y_{i3} + y_{i4} + y_{i5} + y_{i6} \quad \forall i \in P \quad (13)$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij13} \leq y_{i4} + y_{i5} + y_{i6} \quad \forall i \in P \quad (14)$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij14} \leq y_{i5} + y_{i6} \quad \forall i \in P \quad (15)$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij15} \leq y_{i6} \quad \forall i \in P \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^{30} x_{ijh} = a_{jh} \quad \forall j \in B, \forall h \in S \quad (17)$$

$$x_{ijh} \leq b_{ij} \quad \forall i \in P, \forall j \in B, \forall h \in S \quad (18)$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ijh} \leq 1 - z_{ih} \quad \forall i \in P, \forall h \in S \quad (19)$$

$$\sum_{h=1}^{15} z_{ih} = 1 \quad \forall i \in P \quad (20)$$

$$\sum_{h=3}^8 z_{ih} = y_{i1} \quad \forall i \in P \quad (21)$$

$$\sum_{h=4}^9 z_{ih} = y_{i2} \quad \forall i \in P \quad (22)$$

$$\sum_{h=5}^{10} z_{ih} = y_{i3} \quad \forall i \in P \quad (23)$$

$$\sum_{h=6}^{11} z_{ih} = y_{i4} \quad \forall i \in P \quad (24)$$

$$\sum_{h=7}^{12} z_{ih} = y_{i5} \quad \forall i \in P \quad (25)$$

$$\sum_{h=8}^{13} z_{ih} = y_{i6} \quad \forall i \in P \quad (26)$$

$$y_{il} \in \{0,1\}, \quad \forall i \in P, \forall l \in C \quad (27)$$

$$x_{ijh} \in \{0,1\}, \quad \forall i \in P, \forall j \in B, \forall h \in S \quad (28)$$

$$z_{ih} \in \{0,1\}, \quad \forall i \in P, \forall h \in S \quad (29)$$

Modelde amaç fonksiyonu Denk. (0) en az sayıda personel atamayı amaçlamaktadır.

Denk. (1) Her bir personelin sadece bir çalışma bloğuna atanabileceğini,

Denk. (2) – Denk. (16) her bir çalışma saati için o saatte çalışan personellerin hangi çalışma bloklarına atanıyor olması gerektiğini,

Denk. (17) Her bölüm ve her saat için gerektiği kadar personel ataması yapması gerektiğini,

Denk. (18) Bir personelin çalışmayacağı durumunda o bölüm ve o saate atama yapmaması gerektiğini,

Denk. (19) Bir personelin aynı anda ya izinli olup ya da çalışabileceğini,

Denk. (20) Her personelin tüm çalışma saatleri içerisinde 1 saat izinli olacağını,

Denk. (21) – Denk. (26) her personelin izin saatini çalıştığı bloğun ilk 2 ve son 2 saatine atamaması gerektiğini,

Denk. (27) – Denk. (29) karar değişkenlerine ait işaret kısıtlarını göstermektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kurulan bu modelin çözümünde “Intel Quad-Core-Processor (up to 1.4GHz) (4 CPUs), -1.0GHz” işlemcisi, 4 GB belleği ve Windows 8 işletim sistemine sahip bilgisayar kullanılmıştır. Belirtilen verilerin girilmesiyle model ILOG CPLEX Studio IDE programında yazılmış ve 4.28 saniyede CPLEX çözücü ile çözülmüştür. Tablo-1’de çalışmakta olan her bir personel için çalışabildikleri bölümler belirtilmiştir. Bu personellerin çalışabildikleri alanlara göre atamalar yapılmıştır. Çözüm sonucunda her bir bölümde ihtiyaç duyulan personel miktarları en uygun sayıyla tespit edilmiş olup, eniyileme öncesi duruma göre marketin bölümlerinin işletilmesi için gereken personel sayısının aslında %16,6 daha az olabileceği de görülmüştür.

Yapılan çalışmanın sonucu Tablo-6 ve Tablo-7’de gösterilmiştir. Tablo-6’da bölümler hangi personelin hangi çalışma bloğuna atandığı ve bu çalışma bloğu içerisinde hangi saatler arası izin kullanabileceği gösterilmiştir. Tablo-7’de ise personelin atandığı çalışma bloğu içerisinde, o personelin hangi saatler arasında hangi bölümlerde çalışması gerektiği gösterilmektedir.

Tablo-6 Personellerin Atandıkları Bloklar ve İzinli Saatleri

Personel	08:00-18:00	09:00-19:00	10:00-20:00	11:00-21:00	12:00-22:00	13:00-23:00
1	1 (13:00-14:00)					
2			1 (12:00-13:00)			
3	1 (13:00-14:00)					
4	1 (13:00-14:00)					
5	1 (10:00-11:00)					

Personel	08:00-18:00	09:00-19:00	10:00-20:00	11:00-21:00	12:00-22:00	13:00-23:00	
6						1 (18:00-19:00)	
7			1 (15:00-16:00)				
8						1 (17:00-18:00)	
9				1 (17:00-18:00)			
10							
11			1 (16:00-17:00)				
12	1 (10:00-11:00)						
13	0						
14	1 (14:00-15:00)						
15					1 (14:00-15:00)		
16						1 (16:00-17:00)	
17					1 (14:00-15:00)		
18	1 (14:00-15:00)						
19							
20					1 (17:00-18:00)		
21						1 (17:00-18:00)	
22						1 (19:00-20:00)	
23							
24	1 (12:00-13:00)						
25	1 (12:00-13:00)						
26					1 (19:00-20:00)		
27			1 (12:00-13:00)				
28					1 (18:00-19:00)		
29							
30				1 (16:00-17:00)			
Toplam Personel	9	0	4	2	5	5	25

Tablo-7 Saatlere Göre Personellerin Atandıkları Bölümler

Saat \ Bölüm	1-Temizlik (Kozmetik,Kağıt ürünleri,Züccaciye)	2-Bakliyat (Yağ,Salça,Soslar,Konserve)	3-Kahvaltılık (Soğuk oda- içecek&Bisküvi)	4-Kasa (Teşhir)	5-Depo
08:00-09:00	14,18	3,4	5,12	25	1
09:00-10:00	14,25	4,5	3,12	24	1,18
10:00-11:00	7,25	2,3	4,11	14,24	1,18,27
11:00-12:00	5,25,30	3,4,9	2,11,12	7,14,24	1,18,27
12:00-13:00	9,17,28	3,4,15	5,12,30	7,14,26	1,18,20
13:00-14:00	6,14,24,25,28	8,9,11,12,16	2,5,21,30	7,17,22,26	18,20,27
14:00-15:00	5,7,9,26,30	3,4,8,11,12	2,6,16,21	22,24,25,28	1,20,27
15:00-16:00	14,21,25,27,30	2,3,4,5,12	6,8,11,16	22,24,26,28	1,15,18
16:00-17:00	6,17,22,25,27	3,4,5,9,12	2,8,15,21	7,14,24,26,28	1,18,20
17:00-18:00	6,17,24,25,26	3,5,11,18,30	2,4,12,16	7,14,22,28	1,15,27
18:00-19:00	15,21,26,27	9,11,16,20	2,8,30	7,17,22	-
19:00-20:00	6,9,21,27	8,16,20,30	2,11,15	7,17,22,28	-
20:00-21:00	17,21,26	9,16,20	8,3	22,28	-
21:00-22:00	6,17,28	8,16,20	15,21	22,26	-
22:00-23:00	6	16	8,21	22	-

4. SONUÇ

Günümüzde süper marketlere artan ilgi, beraberinde birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Müşteri memnuniyetini sağlamanın önemi kadar personel memnuniyetini sağlamak, çalışılan yerin verimliliğinin artmasıyla birlikte gereksiz maliyeti de önleyeceği için çok önemlidir. Her personele adaletli ve uygun iş dağılımı yapmak bu aşamada en iyi çözümlerden birisidir. Bu çalışmada amaç, Dev Gross Market'in belirlemiş olduğu çalışma saatleri dâhilinde marketteki bölümlere yeterli sayıda personelin atanması ile çalışan sayısını en aza indirmektir.

Yapılan çalışmada belirlenen markette yeterli sayıdaki personelin dengeli ve istenen bir biçimde günlük hangi saatler arasında, hangi bölümlerde çalışacaklarının belirlenmesi sağlanmıştır. Bu modelde 0-1 tam sayılı programlama kullanılarak diğer çalışmalardan farklı olarak vardiya belirlemek yerine, çalışma blokları oluşturulmuş ve personeller bu çalışma bloklarına atanmışlardır. İçerisinde 2880 değişken, 3 karar değişkeni ve 6345 kısıt barındıran matematiksel modelde optimum sonuç 25 personel olarak bulunmuştur. Bu çözüm ile markette şu an uygulanan sisteme göre %16,6'lık bir iyileştirme yapılmıştır.

Sonraki çalışmalarda daha farklı kısıtlar eklenerek model geliştirilebilir ve buna ek olarak bir arayüz oluşturulup market yöneticileri tarafından programın aktif kullanımı sağlanabilir.

REFERANSLAR

- [1] Varlı E. ve Eren T.(2017), “Vardiya Çizelgeleme Problemi ve Bir Örnek Uygulama”, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 10(2):185-197.
- [2] Topaloğlu S. ve Ozkarahan I.(2004) , “An Implicit Goal Programming Model for the Tour Scheduling Problem Considering the Employee Work Preferences” , Annals of Operations Research, 128(1-4):135-158.
- [3] Ernst A. T. , Jiang H. , Krishnamoortjy, Owens B. ve Sier D. (2004), “An annotated bibliography of personnel scheduling and rostering” , Annals of Operations Research, 127(1-4):21-144.
- [4] Dantzing G.B.(1954), A Comment on Edie's "Traffic Delays at Toll Booths", Operations Research 2(3): 339-341.
- [5] Edie L.C. (1954), “Traffic delays at toll booths. Operations Research” , 2(3), 107-138.
- [6] Castillo I., Joro T., Li Y.Y. (2009), “Workforce scheduling with multiple objectives” , European Journal of Operational Research, 196(1):162-170.
- [7] Barrea D., Velasco N. ve Amaya C. (2012), "Staff scheduling at the United State Postal Service”, Computers & Operation Research, 30(5): 745- 771.
- [8] Glover, F., Mcmillan, C. (1986), "The general employee scheduling problem: An integration of MS and AI," Computers & Operations Research, 13(5): 563- 573.
- [9] Seçkiner, S. ve Kurt, M. (2005), "Bütünleşik tur- rotasyon çizelgeleme yaklaşımı ile iş yükü minimizasyonu," Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 20(2): 161-169.
- [10] Mohan, S. (2008), "Scheduling part- time personnel with availability restrictions and preferences to maximize employee satisfaction," Mathematical and Computer Modelling, 48(11-12):1806- 1813.
- [11] Varlı E. ve Eren T. (2017), “Vardiya Çizelgeleme Problemi ve Bir Örnek Uygulama”, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 10(2):185-197.
- [12] Bard, J.F., Binici C., DeSilva A.H. (2003), "Staff scheduling at the United States Postal Service”, Computers & Operations Research, 30(5): 745-771.
- [13] Çetin, E.İ., Kuruüzüm A. ve Irmak, S. (2008), “Ekip Çizelgeleme Probleminin Küme Bölme Modeli ile Çözümü”, Havacılık ve Uzak Teknolojileri Dergisi, 3: 47-54.
- [14] Öztürkoğlu Y ve Çalışkan F. (2014), "Hemşire Çizelgelemesinde Esnek Vardiya Planlaması ve Hastane Uygulaması", Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 16:115-133.

Geliş/Received: 10 Ara 2018/10 Dec 2018

Kabul Ediliş/Accepted: 18 Mar 2019/18 Mar 2019