

Personel Yeterliliklerini Dikkate Alan Hemşire Çizelgeleme Problemi Çözümü

Tamer EREN

Doç.Dr., Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Böl.
Assoc. Prof., Kırıkkale University, Industrial Engineering Dept
tamereren@gmail.com

Şeyda GÜR

Doktora Öğrencisi, Kırıkkale Üni. Endüstri Mühendisliği Böl.
PhD Student, Kırıkkale University, Ind. Eng. Dept.
seydaaa.gur@gmail.com

Kübra TURNA

Endüstri Mühendisi, Kırıkkale Üni. Endüstri Mühendisliği Böl.
Industrial Engineer, Kırıkkale University, Ind. Eng. Dept.
kbraturna@gmail.com

Emre VARLI

Endüstri Yüksek Mühendisi, Kırıkkale Üni., Endüstri Müh. Böl.
Industrial Engineer, Kırıkkale University, Ind. Eng. Dept.
ef.varli@gmail.com

Öz

Sağlık sektörünün en önemli unsurlarından biri olan hemşireler, çalışma koşulları sebebiyle zihinsel ve fiziksel olarak yorulmaktadır. Bu nedenle çalışma şartlarının kaliteli bir şekilde oluşturulması, çalışma periyotlarının sistematik ve planlı olarak belirlenebilmesine imkân sağlamaktadır.

Bu çalışmada, tüm gün hizmet veren bir hastanede çalışan hemşirelerin, aylık çalışma planlarının dengeli ve adil bir şekilde

yapılması amaçlanmıştır. Çizelgenin ana amacı, hemşirelerin uzmanlık alanlarına atanmasının yanı sıra ihtiyaç halinde diğer bölümlerde de çalışabilmesini sağlamaktır. Bu çalışma ile bölümlerdeki vardiyalarda ihtiyaç duyulan hemşire sayıları hastanenin çalışma koşulları dikkate alınarak karşılanmıştır. Gerçek hayatta uygulaması yapılan bu çizelge ile hastanede ilgili bölümlerdeki personel ihtiyaçları karşılanmıştır. Çalışmada oluşturulan matematiksel modelin çözümleri için ILOG CPLEX Optimizasyon programından yararlanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hemşire Çizelgeleme, Aylık Çalışma Planı, Hedef Programlama

Nurse Scheduling Problem Solution Considering Personnel Qualifications

Abstract

Nurses, one of the most important elements of the healthcare industry, are tired mentally and physically due to their working conditions. For this reason, the establishment of working conditions with high quality enables the systematic and planned determination of working periods.

In this study, it is aimed that the monthly work plans of the nurses working in a day-to-day hospital are balanced and fair. The main purpose of the chart is to enable nurses to work in other areas as well as to be assigned to specialist areas. With this study, the number of nurses needed in the shifts in the departments were met by considering the working conditions of the hospital. With this schedule,

which is applied in real life, the staff needs of the related departments are met at the hospital. The ILOG CPLEX Optimization program was used to solve the mathematical model created in the study.

Key Words: Nurse Scheduling, Monthly Work Plan, Goal Programming

GİRİŞ

Personel çizelgeleme problemi, bir çalışan grubunun çalışma periyotlarının ve çalışacakları birimin belirlenmesini ayrıca bu çalışanları yetkinliklerine uygun işlere atanmasını içermektedir. Birçok alanda uygulama imkânı bulan bu problem tipi literatürde hemşire çizelgeleme problemi gibi alt dallara ayrılmıştır. Hastanelerde verilen hizmet kalitesinin artırılması personel memnuniyetine verilen önem ile doğrudan alakalıdır. Bu sebeple çalışmanın kapsamına giren hemşirelerin, adil ve dengeli planlamalar ile çalıştırılması hizmet kalitesi açısından çok önemlidir (Karaatlı ve Güngör, 2010).

Bu çalışmada, 7 gün 24 saat kesintisiz hizmet veren hastanelerde çalışan hemşirelerin bir aylık çalışma planı oluşturulmuştur. Literatürdeki çoğu çalışmanın aksine bu çalışma ile, personellerin yeterlilikleri dikkate alınmıştır. Hemşirelerin uzman oldukları alanlar öncelikli olarak dikkate alınmış, daha sonra ihtiyaç halinde diğer bölümlerde de iş yükü dengelenmiştir. Hastanede vardiyalı çalışma sistemi uygulanarak hemşirelerin vardiyalara dengeli ve adil bir şekilde atanmaları, verimli bir şekilde hastalara ulaşılabilmesi amaçlanmıştır. Çizelgeleme oluştururken hemşirelerin uzman oldukları bölümlerde daha fazla çalıştırılması istenmiştir.

Buna bağlı olarak hemşirelerin uzman olmadığı bölümlerde daha az çalıştırılmasıyla hizmet kalitesinde oluşabilecek olumsuzluklar engellenmeye çalışılmıştır.

Vardiyalara atanan hemşirelerin az olması halinde hasta ihtiyaçları tam olarak karşılanamamaktadır. Fazla hemşire olması halinde de maliyetlerin artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle hemşirelerin aylık atandıkları vardiyaların eşit bir şekilde dağıtılmasıyla bu problemlerin en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada yapılan tüm iyileştirmeler ile hemşireler, hastane ve hastalar açısından verimli bir döngü sağlanması düşünülmüştür.

Yapılan çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde hemşire çizelgeleme konusu anlatılmıştır. Üçüncü bölümünde hedef programlama yöntemine, dördüncü bölümünde ise literatür çalışmalarına yer verilmiştir. Beşinci bölümde yapılan uygulama anlatılmış ve altıncı bölümde de çalışmanın sonuçları değerlendirilmiştir.

Hemşire Çizelgeleme Problemi

Nüfusun artması sağlık kuruluşlarında da benzer oranda bir artışa sebep olmuştur. Bu da çok fazla hasta yoğunluğu ile karşılan hastaneler arasında daha çok hastaya hizmet verilebilmek adına rekabete yol açmıştır. Hastalar ise sunulan bu hizmetler arasında hizmet kalitesinin en yüksek olduğu hastaneleri seçmek istemektedir. Hastanelerinde öncelikli amacı haline gelen hasta memnuniyetini sağlayabilmenin yolu ise personel memnuniyetini sağlayabilmekten geçmektedir. Dolayısıyla hizmet kalitesinin yükseltilmesi çalışan personellerin memnuniyetinin sağlanması isteklerinin karşılanması ile doğrudan ilgilidir (Karaatlı ve Güngör, 2010).

Hemşire çizelgeleme problemi, hastane kısıtlarını ve taleplerini dikkate alan, vardiyalara dengeli bir şekilde atmasını içeren bir problem olarak tanımlanmaktadır (Gür ve Eren, 2018). Hasta yoğunluğuna göre planlaması yapılan hemşirelerin hastanelerde ihtiyaç duyulduğu anda hizmet verebilmesi çok önemlidir. Genel olarak problem yapısında, hangi hemşirenin hangi vardiyalara nasıl atanacağı belirlenmesi yatmaktadır. Yapılan çizelgelerde iş yükünün dengeli dağıtılması, hemşirelerin özel isteklerinin yerine getirilmesi ve hasta ihtiyaçlarının dikkate alınması başlıca gerçekleştirilmesi gereken koşullardandır. Özel ve devlet hastanelerinde hemşire çizelgeleri, vardiya sistemine göre hemşire saatlerini ayarlayarak oluşturulmaktadır (Naidu vd., 2000).

Literatürde bu problem tipinin çözümü için genel olarak matematiksel modellerden ve sezgisel algoritmalarından yararlanılmaktadır. Tam sayılı programlama, hedef programlama yöntemleri matematiksel modeller arasına girerken, tabu arama yöntemi, genetik algoritma gibi yöntemler ise sezgisel algoritmalara örnek olarak verilebilmektedir. Araştırmacılar tarafından çoğunlukla ele alınan personel çizelgeleme problemi altında özel bir uygulama alanı olan hemşire çizelgeleme problemi, literatürde geniş bir yere sahiptir. Çalışmalarda hemşirelerin iş yükü, hemşirelerin yetkinlikleri, özel istekler ve ihtiyaçlar, izinler ve vardiyalar arasındaki diğer özel kısıtlamalar hemşire çizelgeleme probleminde dikkate alınan kısıtlar arasındadır (Van den Bergh vd. 2013).

Hedef Programlama Yöntemi

Doğrusal programlama temeline dayanan hedef programlama yöntemi, karar vericilerin belirli kısıtlar altında aynı anda birden fazla

hedefe ulaşmaya çalıştığı bir optimizasyon yöntemidir. Gerçekleştirilmesi istenilen birden çok hedef üzerinde sapmalara izin verilen esnek bir yöntemdir (Gür ve Eren, 2018). Problemin amaç fonksiyonunda ise izin verilen bu sapma düzeylerini minimum kılan optimal çözüm aranmaktadır. Problemden belirlenen hedeflerin eş zamanlı olması optimal bir sonuç elde edilmesi açısından önemlidir, kısıtlar eş zamanlı sağlanamıyorsa optimal bir çözüme ulaşmak olanaksızdır. Doğrusal programlamadan farklı olarak hedef programlama yöntemi, birden çok hedefi gerçekleştirmeye çalışarak modelin çözülmesine olanak sağlamaktadır (Demirkollu, 2017). Hedef programlama yönteminin literatürdeki ilk çalışmaları doğrusal hedef programlama adı ile Charnes ve Cooper tarafından yapılmıştır (Charnes vd. 1955; Charnes ve Cooper 1961).

Hedef programlama matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir (Charnes ve Cooper, 1977):

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^k (d_i^+ + d_i^-) \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + d_i^+ - d_i^- = b_i \quad i=1\dots k \quad j=1\dots n \quad (2)$$

$$d_i^+ * d_i^- = 0 \quad i=1\dots k \quad (3)$$

$$x_j, d_i^+, d_i^- \geq 0 \quad i=1\dots k \quad j=1\dots n$$

Değişkenler

x_j : j . Karar değişkeni

a_{ij} : i . hedefin j . karar değişkeni katsayısı

b_i : i .hedef için ulaşılmak istenen değer

d_i^+ : i .hedefin pozitif sapma değişkeni

d_i^- : i .hedefin negatif sapma değişkeni

Hedef Programlama ile alakalı personel çizelgeleme problemi için literatürde yapılan bazı çalışmalar ise şöyledir: Varlı vd. (2016)

vatmanların çizelgelemesini, Özder vd. (2017) temizlik personeli çizelgelemesini, Varlı vd. (2017a) sınav görevlilerin çizelgelemesini, Özcan vd. (2017) hidroelektrik santrallarda vardiya personeli çizelgelemesini, Tosun vd. (2017) akaryakıt istasyonunda çalışan personellerin çizelgelemesini, Gharbi vd. (2017) acil serviste çalışan doktorların çizelgelemesini, Bedir vd. (2017) perakende sektöründeki personellerin çizelgelemesini, Ciritcioğlu vd. (2017) Kırıkkale Üniversitesi güvenlik personelinin çizelgelemesini, Koçtepe vd. (2018) organizasyon görevlilerinin çizelgelemesini, Demirel vd. (2018) ANKARAY güvenlik personelinin çizelgelemesini ele almışlardır.

Literatür Taraması

Literatürde araştırmacıların ilgi odağında olan personel çizelgeleme probleminin alt dallarından biri olan hemşire çizelgeleme problemi ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda iş gücü dağılımı, isteklerin karşılanması ve çalışma günlerinin düzenlenmesi gibi farklı kısıtlamalar dikkate alınmaktadır. Araştırmacılar çözüm yöntemleri için sezgisel veya matematiksel modellerden yararlanmaktadır.

Literatürdeki bu çalışmalara bakıldığında hemşire çizelgeleme probleminin Howell (1966) tarafından geliştirildiği görülmektedir. Problem tipinin temel modeli olarak kabul edilen bu çalışmada, her hemşirenin belirlenen hafta boyunca aynı şekilde çalışması sağlanmıştır. Jan vd. (2000) genetik algoritma ile kurdukları modelde 3 vardiyada çalışan hemşirelerin ihtiyaçlarını dikkate almaya yönelmiştir. Güngör (2002) hemşire çizelgeleme problemini iki aşamada ele almıştır. İlk olarak hastaneye kadrolu olarak atanacak hemşirelerin sayısını bulmayı amaçlamış daha sonra ise bu

hemşirelerin çalışma saatlerini gösteren bir çizelge oluşturmuştur. Bağ vd. (2012) hemşire çizelgeleme problemini ANP ve hedef programlama yöntemlerini birlikte kullanarak çözmüşlerdir. Varlı ve Eren (2017) çalışmalarında Kırıkkale’de hizmet veren bir hastanede çalışan hemşirelerin aylık vardiya çizelgelerini düzenlemişlerdir. Ek olarak hastanenin istediği önemli kriterler hedef programlama yöntemi ile olabildiğince az sapma ile elde etmişlerdir. Varlı vd. (2017a) hastanede çalışan hemşirelerin izin istedikleri günleri ve hastanenin belirlediği vardiya türlerini aynı anda değerlendirerek bir hedef programlama modeli geliştirmişlerdir.

Hemşire çizelgeleme probleminde kullanılan yöntemler açısından literatüre bakıldığında farklı yöntemlerin çeşitlendiği görülmektedir. Hedef programlama yöntemi ile Azaiez (2005), Jenal vd. (2011), Sulak ve Bayhan (2016), Aktürk vd. (2017), Şahiner vd. (2017), Varlı vd. (2017b), Dumrongsiri ve Chongphaisal (2018), Uslu vd. (2018); sezgisel algoritmalar ile Yin vd. (2011), Constantino vd. (2014), Kim vd. (2018); bulanık çok amaçlı programlama ile Topaloğlu ve Selim (2009), tam sayılı programlama ile Jlassi vd. (2011), karma tam sayılı programlama ile Ang vd. (2018) hemşire çizelgeleri oluşturmayı amaçlamışlardır.

Uygulama

Problemin Tanımlanması

Bu çalışmada haftanın her günü hizmet veren bir hastanenin yoğun bakım, dahiliye ve acil bölümlerinde çalışan hemşirelerin çalışma durumları ele alınmıştır. Çalışmada çizelge hazırlanırken hastanenin belirlediği bazı hemşirelerin olabildiğince ilgili bölümde çalışması istenmiştir. Hemşirelerin çizelgede istenilen bölümlerde

ağırlıklı olarak çalışması ile birlikte onların tüm vardiyalara eşit bir şekilde atanması da amaçlanmıştır.

Hastanenin çalışma prensipleri

Uygulama yapılan hastanede 3 tip vardiya vardır. Bunlar Sabah-S, Akşam-A, Gece-G olarak gösterilmiştir. Her bir vardiyanın saat dilimleri ise Sabah (08:00-16:00), Akşam (16:00-24:00), Gece (24:00-08:00) olarak belirtilmiştir.

- Her bölümde sabah vardiyasına 3, akşam vardiyasına 2, gece vardiyasına 1 hemşire atanmalıdır.
- Vardiyaların her birinde ihtiyaç duyulan hemşire sayıları karşılanmalıdır.
- Her hemşire ardı ardına en fazla 5 vardiyada çalışabilir.
- Her hemşire çalışma planındaki günlük belirlenmiş olan vardiyalardan sadece birinde çalışmalıdır.
- Gece vardiyasında çalışan hemşirelerin ertesi gün sabah ve akşam vardiyalarında çalışmaması gereklidir.
- Akşam vardiyasında çalışan hemşirelerin ertesi gün sabah vardiyasında çalışmaması gereklidir.
- 1.-11. Hemşireler mümkün olduğu kadarıyla yoğun bakım bölümünde çalışmalıdır.
- 18.-22. Hemşireler mümkün olduğu kadarıyla acil bölümünde çalışmalıdır.

Parametreler

n: Hastanede çalışan hemşire sayısı n=22

m: Gün sayısı m=30

t: Vardiya sayısı t=3

p: Bölüm sayısı p=3

i: Hemşire indeksi,	$i=1,2,\dots,n.$
j: Gün indeksi,	$j=1,2,\dots,m.$
k: Vardiya indeksi	$k=1,2,\dots,t.$
l: Bölüm indeksi	$l=1,2,\dots,p.$

Karar Değişkenleri

$$X_{ijkl} = \begin{cases} 1, & i. \text{ hemşire } j. \text{ gündeki } k. \text{ vardiyaya } l. \text{ bölüme atanırsa} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$
$$i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,m \quad l=1,2,\dots,p \quad k=1,2,\dots,t$$

$$h_{ij} = \begin{cases} 1, & i. \text{ hemşire } j. \text{ günde izinli ise} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$
$$i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,m$$

Kısıtlar

1. **Kısıt** Yoğun bakım, dahiliye ve acil bölümlerindeki vardiyalar için gerekli olan hemşire sayılarının karşılanması kısıtları:

$$\sum_{i=1}^n X_{ij1l} = 3 \quad j=1,2,\dots,m \quad l=1,2,\dots,p \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij2l} = 2 \quad j=1,2,\dots,m \quad l=1,2,\dots,p \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij3l} = 1 \quad j=1,2,\dots,m \quad l=1,2,\dots,p \quad (6)$$

2. **Kısıt** Hemşirenin çalıştığı gün, çalıştığı vardiyada 1 bölüme atanması kısıtı:

$$\sum_{k=1}^t \sum_{l=1}^p X_{ijkl} \leq 1 \quad i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,m \quad (7)$$

3. **Kısıt** Her hemşirenin izinli olduğu gün çalışmaması kısıtı:

$$X_{ijkl} \leq (1 - h_{ij}) \quad i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,m \quad (8)$$

4. **Kısıt** Her hemşirenin ardı ardına 5 günden fazla çalışmaması kısıtı:

$$h_{ij} + h_{i(j+1)} + h_{i(j+2)} + h_{i(j+3)} + h_{i(j+4)} + h_{i(j+5)} \geq 1 \quad (9)$$

$$i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,m-5$$

5. **Kısıt** Her bir hemşirenin sabah, akşam ve gece vardiyalarında en az atanması gereken sayıların belirlenmesi kısıtları:

$$\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^p X_{ij1l} \geq 12 \quad i=1,2,\dots,n \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^p X_{ij2l} \geq 8 \quad i=1,2,\dots,n \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^p X_{ij3l} \geq 4 \quad i=1,2,\dots,n \quad (12)$$

6. Kısıt Her bir hemşire gece vardiyasında çalıştığında ertesi gün sabah ve akşam vardiyalarında çalışmamalıdır.

$$\sum_{l=1}^p X_{ij3l} + X_{i(j+1)1l} + X_{i(j+1)2l} \leq 1 \quad i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,m-1 \quad (13)$$

7. Kısıt Her bir hemşire akşam vardiyasında çalıştığında ertesi gün sabah vardiyasında çalışmamalıdır.

$$\sum_{l=1}^p X_{ij2l} + X_{i(j+1)1l} \leq 1 \quad i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,m-1 \quad (14)$$

Hedef Kısıtları

Hedef 1 Aylık dönem boyunca her hemşirenin atandığı toplam vardiya sayılarının mümkün olduğunca eşit olması istenen hedef kısıtı:

$$\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^p (X_{ij1l} + X_{ij2l} + X_{ij3l}) + d1_{ijl}^- - d1_{ijl}^+ = 24 \quad i=1,2,\dots,n \quad (15)$$

Hedef 2 1.-11. Hemşireler olabildiğince yoğun bakım bölümündeki vardiyalara atanması için belirlenen hedef kısıtı. 1-11 arası personellerin yoğun bakıma atanmasını istemektedir. Bu şu şekilde sağlanmıştır. 1-11 arası personeller haricindeki personellerin yoğun bakımda çalışmasını 0'a eşitleyerek gerçekleştirilmiştir.

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t X_{ijk1} + d2_i^- - d2_i^+ = 0 \quad i=1,2,\dots,n / \{1,2,\dots,11\} \quad (16)$$

Hedef 3 18.-22. Hemşireler olabildiğince acil bölümündeki vardiyalara atanması için belirlenen hedef kısıtı. Hedef 3 kısıtı acil bölümünde 18-22 arası personeller dışındakilerin acil bölümünde çalışması 0'e eşitlenerek gerçekleştirilmiştir.

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t X_{ijk2} + d3_i^- - d3_i^+ = 0 \quad i=1,2,\dots,n / \{18,19,\dots,22\} \quad (17)$$

Amaç Fonksiyonu

$$MinZ = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^p (d1_{ijl}^- + d1_{ijl}^+) + \sum_{i=1}^n (d2_i^- + d2_i^+ + d3_i^- + d3_i^+)$$

Modelin çözümünde “Intel (R) Core (TM) i5-3210 M CPU@2.50 GH” işlemcisi, 8 GB belleği ve Windows 10 işletim sistemine sahip bilgisayar kullanılmıştır. İlgili verilerin girilmesiyle model ILOG CPLEX Studio IDE programında yazılmış ve CPLEX çözücüsü ile çözülmüştür.

Hastanenin çalışma prensipleri ve hemşirelerin ağırlıklı olarak çalışacakları bölümler dikkate alınarak hedef programlama yöntemi ile bir matematiksel model kurulmuştur. Bu matematiksel modelin sonuçları Tablo 1’de gösterilmiştir. Hemşirelerin aylık çalışması gereken vardiyaların hepsi dengeli bir şekilde dağıtılmıştır. Bazı hemşirelerin ağırlıklı olarak çalışması gerektiği bölümler için hedef kısıtı oluşturulmuş ve istenilen hedef mümkün olduğu kadarıyla gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu iyileştirmeler sonucunda tüm hemşirelerin tüm vardiyalarda fiziksel ve zihinsel açıdan verimliliklerinin artırılması ve yorgunluk belirtilerinin en aza indirilmesi arzu edilmiştir. Ek olarak belirlenmiş olan bazı hemşirelerin ağırlıklı olarak istenilen bölümlerde çalıştırılmasıyla hastanedeki hastaların isteklerine daha hızlı cevap verilmesi ve günlük işleyişin aksatılmadan devam ettirilmesi düşünülmüştür.

Sonuç

Bu çalışmada tüm gün kesintisiz olarak hizmet veren bir hastanenin yoğun bakım, dahiliye ve acil bölümlerinde çalışan hemşirelerin bir aylık çalışma planı oluşturulmuştur. Hemşirelerin çalışma planları hastanenin çalışma prensipleri kapsamında ele alınmıştır. Bazı hemşireler için belirlenmiş olan bölümlerde çalışılması

unsuru hedef kısıtı olarak modelde kullanılmış ve kullanılan hedef kısıtındaki sapma değişkenleri amaç fonksiyonunda minimize edilmiştir. Bunlara ek olarak toplam vardiyalar dengelenmek istenmiş ve bu kriter de hedef kısıtı olarak modelde kullanılmıştır.

Yapılan çizelge ile hastanenin ilgili bölümlerinde ve vardiyalarında ihtiyaç duyulan hemşire sayısı karşılanmıştır. Her vardiyaya olabildiğince dengeli dağıtım yapılan hemşirelerin uzmanlıklarına ait bölümlerde çalışması sağlanmıştır. Vardiyaların ve iş gücünün bu dengeli dağıtım ile hemşirelerde oluşabilecek fiziksel aksaklıkların önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Oluşturulan bu çizelge ile hemşirelerden sağlanan performanstaki verimliliğin artırılmasına olanak sağlanmıştır. Personel yeterlilikleri mevcut durumda dikkate alınmazken bu çalışma ile, bu özellik dikkate alınarak çizelge hazırlanmıştır.

Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda daha fazla bölümdeki hemşireler dikkate alınarak geniş kapsamlı bir hemşire çizelgeleme problemi ele alınabilir. Çözüm uzayının büyüklüğünden dolayı matematiksel modelin yeterli olmadığı düşünüldüğünde meta sezgisel yöntemler kullanılabilir. Hemşirelerin veya diğer sağlık personellerin çalıştıkları fazla mesailer düzenlenerek hastanenin maliyet kaleminde iyileştirmeler yapılabilir.

Tablo 1. Hemşirelerin Aylık Çalışma Çizelgesi

		Hemşire Çizelgeleme																																	
No	Bölmeler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	S	A	G	TOPLAM
1	Y.Bakım	S			A			A		A		G	G		S	A		G	G		S	S		A		S	S	S	S	S	S	9	5	4	
	Dahiliye		S	S	A			A								A																	2	3	
	Acil																							S									1		
2	Y.Bakım	G	S	S	S		G		A						A		S	S	S	A				S	S	S			S			10	3	2	
	Dahiliye														A									S				S		A		2	2		
	Acil					G				A	A	A									G												3	2	
3	Y.Bakım	S	G	G				S	S	S	S				A								S	A		S				S		7	1	2	
	Dahiliye	G				S	S							A	A		A	G				S	A		S		A	A	A		4	7	2		
	Acil																		S														1		
4	Y.Bakım	G		S	A	A		S		S		G		S								S			A	A		S			6	4	2		
	Dahiliye	G	G				A		S		A						S	S	A										S		4	3	2		
	Acil																			A				S	S				S		3	1			
5	Y.Bakım	S	S		A	A			A		G		S		A	G							S			S		S	S	S	6	4	2		
	Dahiliye				A	A	A			G	G				S		A				S	S	S			S			S	G	6	4	2		
	Acil																																		
6	Y.Bakım	A	S	S	A		A	S	S	A	A	A			S		A	S	S	S					S						9	7			
	Dahiliye					A											S							G	G			G		S	2	1	3		
	Acil														S														G		1		1		
7	Y.Bakım			G			A	A	A	A		S	S		S		A					S	S	S					A	G		5	6	2	
	Dahiliye		S	A		G	S										A			S	S					S	S			G	6	2	2		
	Acil	S																													1				
8	Y.Bakım						G	G		S		S		S		A	A	A	A	G			A	A	A				S	3	7	4			
	Dahiliye	S	S				S				S	S			S	S										A			S	7	1				
	Acil			S	A	S																								2	1				
9	Y.Bakım	S	A		S	S	A			S				S		S	S	A					S	S	A					8	4				
	Dahiliye		A	G				G		S		G		S							S	S					A	A	A	4	4	3			
	Acil								G																						1				
10	Y.Bakım		S	S	G	S		S		A		A	A								G		A			G			A	4	5	3			
	Dahiliye	S			S			S	S		A									S	S				A	G		S	S	8	2	1			
	Acil																	A													1				
11	Y.Bakım	A	A			S	S				S			S		S	S					A	G			G	G		5	3	3				
	Dahiliye	A	A	G			S	S	S		S	S								A	A				S	A		G	6	5	1				
	Acil						S																						1						
12	Y.Bakım	S		S	S	S		S																				A	A	5	2				
	Dahiliye			S	S			S						G	G			S		A	A					S			5	2	2				
	Acil									A	A	G			G			S				A	A	S				G	2	4	2				
13	Y.Bakım																					A		A	G			G	1	3					
	Dahiliye	S	S		A	S	S	A		S	S	S			S	S	A				S	S	A		A		G	S	A	10	5	1			
	Acil			A			S	A						S																2	2				
14	Y.Bakım																				G		S				A	A	A	1	3	1			
	Dahiliye				S	S	G	G	S		S	S	S			A	A	G				S		A		S	S		9	3	3				
	Acil	A	A		S					S				A															2	3					
15	Y.Bakım		A	A						S	S		S		S		S		S					A				S		6	3				
	Dahiliye	A	A				S	S	G													A							A	2	4	1			
	Acil					S	S						S	A		S						G			G	G		A	4	2	3				
16	Y.Bakım				S		S							G								A						S	3	1	1				
	Dahiliye	A	S	S	A				A	A	G		G			S	A					G		S		S	S		6	5	3				
	Acil			S				S										A								S			3	2					
17	Y.Bakım	A			S								A	G					S										2	2					
	Dahiliye	S	A		S			A	S	A	A					S		G	G		S	S	A				S	S	8	5	2				
	Acil					S	S											S								A	G		3	1	1				
18	Y.Bakım																																		
	Dahiliye																																		
	Acil	S	S	A	G	G	S	S	S	S		S	A	G		S	A	A	A	G		S	S	S	A		S	S	A	A	13	8	4		
19	Y.Bakım																																		
	Dahiliye																																		
	Acil	S	A	A		S	A	A	G	G		S	S	S	S	A		S	S	S	S	A		S	S	S	A	A	G	G	13	8	4		
20	Y.Bakım																																		
	Dahiliye																																		
	Acil	G	G	G	A	A	A	A	A		S	S	S	S	S		S	S	G		S	A	A	A	A		S	S	S	S	12	9	4		
21	Y.Bakım																																		
	Dahiliye																																		
	Acil	S	S	S	S	A		S	A	A	A	G		S	A	A	G	G		S	S	S	S	G		S	S	A	A	S	13	8	4		
22	Y.Bakım																																		
	Dahiliye																																		
	Acil	A	S	S	S	S	G		S	A	A	G	G		S	S	S	A	A		A	A	A	G		S	S	S	S	S	13	8	4		

Kaynakça

Aktürk, M.S., Varlı, E., Eren, T., (2017) “Tam Gün Vardiyalı ve Özel İzin İstekli Hemşire Çizelgeleme Probleminin Hedef Programlama İle Çözümü”, Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 7:2, 1-16.

Ang, B. Y., Lam, S. W. S., Pasupathy, Y., Ong, M. E. H. (2018) “Nurse Workforce Scheduling in The Emergency Department: A Sequential Decision Support System Considering Multiple Objectives.” Journal of Nursing Management. 26(4), 432-441.

Azaiez, M., N., Al Sharif S. S., (2005) “A 0-1 Goal Programming Model for Nurse Scheduling”, Computers & Operations Research, 32, 491-507.

Bağ N., Özdemir M., Eren T. (2012) “0-1 Hedef Programlama ve ANP Yöntemi ile Hemşire Çizelgeleme Problemi Çözümü”, International Journal Of Engineering Research And Development, 4, 1, 2-6.

Bedir, N., Eren, T., Dizdar, E.N., (2017) “Ergonomik Personel Çizelgeleme Ve Perakende Sektöründe Bir Uygulama”, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 5(3), 657-674.

Charnes A., Cooper W. W. Ferguson R., (1955) “Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear Programming”, Management Science, 1, 138-151.

Charnes A., Cooper W.W., (1961) "Management Models And Industrial Applications Of Linear Programming", Wiley, New York, 1, 2.

Charnes, A., Cooper W.W., (1977) "Goal Programming And Multiple Objective Optimizations", European Journal Of Operational Research I, 39-54.

Ciritcioğlu, C., Akgün, S., Varlı, E., Eren, T., (2017) "Kırıkkale Üniversitesi Güvenlik Görevlileri İçin Vardiya Çizelgeleme Problemine Bir Çözüm Önerisi", Kırıkkale Üniversitesi Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 9:2, 1-23.

Constantino, A. A., Landa-Silva, D., De Melo, E. L., De Mendonça, C. F. X., Rizzato, D. B., Romão, W. (2014). "A Heuristic Algorithm Based on Multi-Assignment Procedures for Nurse Scheduling." Annals of Operations Research, 218(1), 165-183.

Dumrongsiri, A., Chongphaisal, P. (2018) "Nurse Scheduling in A Hospital Emergency Department: A Case Study at A Thai University Hospital." Songklanakarin Journal of Science & Technology, 40(1). 187-196.

Demirkollu, M. (2017) "Hedef Programlama Yönetmi İle Otobüs Sefer Sayılarının Tespit Edilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Demirel, B., Yelek, A., Alakaş, H.M., Eren, T., (2018) "ANKARAY Güvenlik Personeli Vardiya Çizelgeleme Probleminin

Hedef Programlamayla Çözümü”, Demiryolu Mühendisliği Dergisi, 18:2, 1-17.

Gharbi, A., Louly, M., Azaiez, M. N. (2017, April) “Physician Scheduling Using Goal Programming-An Application to A Large Hospital in Saudi Arabia.” In Control, Decision and Information Technologies (CODIT), 2017 4th International Conference On (Pp. 0922-0925). IEEE.

Güngör, İ. (2002) “Hemşire Görevlendirme Ve Çizelgeleme Sorununa Bir Model Önerisi”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi, 7, 2, 77-94.

Gür, Ş., Eren, T. (2018) “Scheduling and Planning in Service Systems with Goal Programming: Literature Review.” Mathematics, 6(11), 265.

Gür, Ş., Eren, T. (2018) “Application of Operational Research Techniques in Operating Room Scheduling Problems: Literature Overview.” Journal of Healthcare Engineering, 2018, 1-16.

Howell, J.P., (1966) “Cyclical Scheduling of Nursing Personnel. Hospital”, Journal of The American Heart Association, 40, 2, 77.

Jlassi, J., Chabchoub, H. El-Mhamedi, A. (2011) “A Combined AHP-GP Model for Nurse Scheduling”, 4 Th. International Conference on Logistics, May 31-June 3, Hammamet, (2011).

Jenal, R., Ismail, W. B., Yeun, L.C. Oughalime A., (2011) “A Cyclical Nurse Schedule Using Goal Programming.” Itb Journal Science, 43, 151-164.

Jan, A., Yamamoto, M., Ohuchi, (2000) "A. Evolutionary Algorithms for Nurse Scheduling Problem", IEEE, 196-203.

Karaatlı, M., Güngör, İ. (2010) "Hemşire Çizelgeleme Sorununa Bir Çözüm Önerisi Ve Bir Uygulama." Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 2(1), 22-52.

Kim, J., Jeon, W., Ko, Y. W., Uhm, S., Kim, D. H. (2018) "Genetic Local Search For Nurse Scheduling Problem." Advanced Science Letters, 24(1), 608-612.

Koçtepe, S., Bedir, N., Eren, T., Gür, Ş., (2018) "Organizasyon Görevlileri İçin Personel Çizelgeleme Probleminin 0-1 Tam Sayılı Programlama İle Çözümü", Ekonomi, İşletme ve Yönetim Dergisi, 2:1, 25-46.

Naidu, K. D., Sullivan, K. M., Wang, P. P., Yang, Y. (2000) "Managing Personnel Through Staff Scheduling Algorithms", In Proceedings Of The Fifth Joint Conference On Information Sciences, 5, 2, 829-835.

Özcan, E.C Varlı, E., Eren, T., (2017) "Hedef Programlama Yaklaşımı İle Hidroelektrik Santrallarda Vardiya Personeli Çizelgeleme", Bilişim Teknolojileri Dergisi, 10 (4): 363-370.

Özder, E.H., Varlı, E., Eren, T., (2017) "Hedef Programlama Yaklaşımı ile Temizlik Personeli Çizelgeleme Problemi için Bir Model Önerisi", Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 7(2), 114-127.

Sulak, H. Bayhan, M. A. (2016) "Model Suggestion and An Application For Nurse Scheduling Problem", Journal Of Research In Business, Economics And Management, 2395-2210.

Şahiner, M., Aktürk, M.S., Ünlüsoy, S., Bedir, N., Varlı, E., Eren, T., (2017) "Hemşire Çizelgeleme İçin Model Önerisi: Örnek Uygulama", Trakya Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6 (2), 61-76.

Topaloğlu, Ş. Selim, H. (2009) "Nurse Scheduling Using Fuzzy Modelling Approach", Lecture Notes in Computer Science, New Trends in Applied Artificial Intelligence, 4570, 54-63.

Tosun, M., Geyik, O., Bedir, N., Eren, T., (2017) "Personel Çizelgeleme Probleminin Hedef Programlama İle Çözümü: Akaryakıt İstasyonunda Bir Uygulama", 1. Uluslararası Ekonomi, Finans Ve Ekonometri Öğrenci Sempozyumu, 577-587, 17-18 Mayıs 2017, Sakarya.

Uslu, B., Bedir, N., Gür, Ş., Eren, T., (2018) "0-1 Hedef programlama yöntemi kullanılarak hemşire çizelgeleme probleminin çözümü", Kastamonu Sağlık Akademisi, basımda.

Van Den Bergh, J., Beliën, J., De Bruecker, P., Demeulemeester, E., De Boeck, L. (2013) "Personnel Scheduling: A Literature Review. "European Journal of Operational Research, 226(3), 367-385.

Varlı, E., Alağaç, H. M., Eren, T., Özder, E. H. (2017a) "Sınav Görevlisi Atama Probleminin Hedef Programlama Yöntemiyle Çözümü." Bilge International Journal Of Science And Technology Research, 1(2), 105-118.

Varlı E., Ergişi, B., Eren, T., (2017b) "Özel Kısıtlı Hemşire Çizelgeleme Problemi: Hedef Programlama Yaklaşımı", Erciyes Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 49, 189-206.

Varlı, E., Eren, T. (2017) "Hemşire Çizelgeleme Problemi Ve Hastanede Bir Uygulama", Akademik Platform Mühendislik Ve Fen Bilimleri Dergisi, 5, 1, 34-40.

Varlı E., Eren T., Gencer, M.A., Çetin, S., (2016) "Ankara Metrosu M1 Hattındaki Vatmanların Vardiya Saatlerinin Çizelgelenmesi", s. 279-285, 3. Uluslararası Raylı Sistemler Mühendisliği Sempozyumu, Karabük, 13-15 Ekim, 2016.

Yin, P., Chao, C. Chiang Y. (2011) "Multi Objective Optimization For Nurse Scheduling", Advances In Swarm Intelligence Lecture Notes in Computer Science, 6729, 66-73.