

HEMŞİRE ÇİZELGELEME PROBLEMİ VE HASTANEDE BİR UYGULAMA

Emre VARLI¹ ve Tamer EREN^{2*}

¹Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, ef.varli@gmail.com

²Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, tamereren@gmail.com

Geliş Tarihi: 2016-10-15 Kabul Tarihi: 2017-01-04

Öz

Her geçen gün artan nüfusla birlikte hastanelerdeki personel sayısı da artmaktadır. Bu nedenle hastanelerde çalışan personelin kaliteli bir hizmet vermesi oldukça önemli bir unsurdur. İşte bu hizmet kalitesinin artması konusunda kullanılan yöntemlerden biri de hemşire çizelgeleme problemidir. Bu çalışmada da hemşirelerin aylık çalışma planlarının adaletli ve dengeli bir şekilde yapılması ile hemşirelerin hizmet kalitesinin artırılması amaçlanmıştır. Çalışmada tüm gün hizmet veren Kırıkkale'deki bir hastanenin yoğun bakım, ameliyathane ve acil bölümlerine, hastanenin her vardiyada ihtiyaç duyduğu hemşire sayısını karşılamak için bir hedef programlama modeli önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hemşire Çizelgeleme, Hedef Programlama, Optimizasyon

NURSE SCHEDULING PROBLEMS AND AN APPLICATION IN HOSPITAL

Emre VARLI¹, Tamer EREN^{2*}

¹Kırıkkale University, Department of Industrial Engineering, ef.varli@gmail.com

²Kırıkkale University, Department of Industrial Engineering, tamereren@gmail.com

Abstract

The number of staff in hospitals is also increasing with the growing population. Therefore, the personnel of the hospital to provide quality services is a very important factor. One of the methods used to increase the quality of these services is the nurse scheduling problem. In this study, it was aimed to increase the service quality of nurses by making monthly work plans of nurses fair and balanced. In study a goal programming model has been proposed to meet the number of nurses needed for each shift of the hospital's intensive care, operating room and emergency departments of a hospital in Kırıkkale, which serves all day.

Keywords: Nurse Scheduling, Goal Programing, Optimization

1. Giriş

Personel çizelgeleme problemi birkaç kısıt altında, çalışan personelin aldıkları görevlerden oluşur. Kullanılan kısıtlar bazen kendi aralarında çakışabilir ve bu çakışan kısıtlardan dolayı normal zamanda çözülecek bir problemin çözümü de zorlaşabilir. Personel çizelgesinin hazırlanması bazı durumlarda çok zor bir iştir ve çizelgeleme hazırlanırken personellerin çalışma tercihleri, izin günleri, hafta sonları çalışma günleri ve yıllık tatil dönemleri gibi hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. [1-3]

Personel çizelgelemenin bir alt konusu olan hemşire çizelgeleme problemi de sağlık alanında çok

popüler bir konu haline gelmiştir. Günümüze kadar yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu da hemşire çizelgeleme ile ilgilidir. Hemşire çizelgeleme problemi her sağlık kuruluşunda olmazsa olmaz bir problemidir. Çünkü her hastanede hemşirelerin çalışma koşullarını iyi bir seviyede tutarak onların iş temposunu artırmak, hastanenin farklı bölümlerinde gerekli işgücünü sağlarken bir taraftan da hemşirelerin kendini geliştirecekleri bir çalışma planı hazırlamak son yıllarda birçok sağlık kuruluşunun problemi haline gelmiştir. Hemşire çizelgeleme adına geçmişten günümüze kadar yapılan çalışmalara bakıldığında farklı modeller kullanılarak, hastanelerin belirlediği iş kuralları çerçevesinde yapılan birçok çalışma mevcuttur. Bu da hemşire çizelgelemenin

*Sorumlu yazar: Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Tel: 318-3573576 (1050), E-mail: tamereren@gmail.com

sağlık alanında ne kadar büyük bir öneme sahip olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada Kırıkkale'de hizmet veren bir hastanede çalışan hemşirelerin çalışma planlarının adaletli ve dengeli bir şekilde yaparak vardiyalara atanması amaçlanmıştır. Hastanede yoğun bakım, acil ve ameliyathane olmak üzere bu üç bölüme ihtiyaç duyulan hemşire sayılarının atamaları yapılarak 7 gün 24 saat hizmet kesintisiz bir şekilde verilmektedir.

Yapılan bu çalışmada, ikinci bölümde hemşire çizelgeleme, üçüncü bölümde hedef programlama, dördüncü bölümde literatür araştırması, beşinci bölümde yapılan uygulama ve son olarak altıncı bölümde de yapılan uygulamanın sonuçları anlatılmıştır.

2. Hemşire Çizelgeleme

Sağlık alanında genellikle çalışan hemşire, doktor, stajyer doktor ve buna benzer sağlık personellerinin çalışma planlarının ilgili sağlık kuruluşunun kuralları ve istekleri doğrultusunda günlük, haftalık, aylık veya yıllık planlarının yapılması birden fazla vardiyalı sistemlerde oldukça zordur ve zaman kaybıdır. Hemşire çizelgeleme çalışan personellerin isteklerini, tercihlerini dikkate alarak onların daha iyi bir planlama ile çalışmalarını sağlayarak hem kendi verimliliğinin artması hem de hizmet verdiği hastalara karşı güler yüzlü, kaliteli bir hizmet vermesi amaçlanmaktadır.

Sağlık hizmetlerinde 7 gün 24 saat sürekli bir çalışma olduğundan insan hayatını korumak için çeşitli hizmetler verilmektedir. Buna bağlı olarak bu hizmetlerin yerine getirilebilmesi için düzenli ve doğru bir sağlık personeli ataması gerekmektedir [4-5].

Hemşire çizelgeleme probleminin çözümünde birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin birkaçı tam sayılı programlama, hedef programlama, dinamik programlama ya da sezgisel yöntemlerden olan tabu arama, genetik algoritma yöntemleri olarak sayılabilir. Bu çalışmanın çözümünde hedef programlama yönteminden yararlanılmıştır.

3. Hedef Programlama

Bu yöntem çok kriterli karar verme tekniklerinden bir tanesidir. Hedef programlamada modeli oluştururken sabit olmazsa olmaz kısıtlara ek olarak istenilen hedefleri gerçekleştirmek adına eklenen hedef kısıtları ile modelin çözülmesidir. Diğer modellemelerden farkı ise hedef programlamada birden fazla amaç fonksiyonu aynı anda veya

öncelik sırasına göre kullanılırken diğer modellemelerde tek bir amaç fonksiyonu kullanılır. Bu yöntemde amaç fonksiyonu doğrudan maksimize veya minimize yapılmaya çalışılmaz. Bunun yerine sapma değişkenleri minimize yapılmaya çalışılmaktadır [6].

Hedef programlamada bazı kısıtlara sapma değişkenleri eklenerek model çözülür. Bu sapma değişkenleri ile birlikte optimal sonuca en yakın değerler elde edilerek oluşturulan model çözülmeye çalışılmaktadır.

Hedef programlama ile ilgili ilk çalışma 1955 yılında Charnes ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir ve 1961 yılında Charnes ve Cooper hedef programlamayı geliştirmek için çaba sarf etmişlerdir [7-8].

Hedef programlamanın matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir [9].

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^t (d_i^+ + d_i^-)$$

$$\sum_{j=1}^n w_{ij}x_j + d_i^+ + d_i^- = k_i$$

$$d_i^+ + d_i^- = 0$$

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

Değişkenler

x_j : j . Karar değişkeni

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

k_i : i . hedef için ulaşılmak istenen değer

d_i^+ : i . hedefin pozitif sapma değişkeni

d_i^- : i . hedefin negatif sapma değişkeni

4. Literatür Araştırması

Bu konu ile alakalı literatürde birçok çalışma vardır. Çalışma alanı fazla olduğundan genel çalışma kurallarının dışında çok farklı kısıtlamalar ve modeller kullanarak gerçek hayat problemleri ele alınmıştır. Hemşire çizelgeleme ve başka alanlarda yapılan bazı çalışmalar şunlardır:

Moz ve Pato [10] çalışmalarında Portekiz devlet hastanesindeki hemşirelerin atama probleminin çözümü için bir matematiksel model sunulmuştur. Problemin çözümünde tam sayılı programlama kullanılmıştır. Azaiez ve Al Sharif [11] çalışmalarında bir hastanenin isteklerini ve hemşirelerin tercihlerini yerine getirerek bir model geliştirilmiştir. Bard ve Purnomo [12] çalışmalarında, hastanenin her birimi için ihtiyaç duyulan hemşire sayısını karşılamak adına bir model oluşturmuşlardır. Trilling vd. [13] çalışmalarında tam sayılı programlama yöntemini kullanarak anestezi hemşirelerini, belirlenmiş olan

vardiyalara adaletli bir şekilde atanmaları için bir model oluşturmuşlardır. Modelde ek olarak maliyetleri düşürmek ve kullanılan kaynakları optimize etmek de amaçlanmıştır. De Grano vd. [14] çalışmalarında York Hastanesinde bir vaka çalışması yapmışlardır. Hemşire kararları ve hastane kuralları birlikte kullanılmıştır. Burke ve Qu [15] çalışmalarında hibrit bir model kullanarak hemşire atamalarını değişken komşu atama ve tam sayılı programlamayı birlikte entegre ederek çalışmışlardır. Glass ve Knight [16] çalışmalarında hemşire atama problemini ele almışlardır ve problemin çözümünde karışık tam sayılı programlama kullanılmıştır. Ronnberg ve Larsson [17] çalışmalarında İsveç'te çalışan hemşirelerin atanması konusunda bir matematiksel model geliştirilmiştir. Wright ve Bretthauer [18] çalışmalarında yeni ve elde bulunan hemşireleri tespit ederek, en verimli şekilde hemşireleri kullanmak adına iyi bir çalışma planı hazırlamayı amaçlamışlardır. Li vd. [19] çalışmalarında hemşire atamalarını adaletli ve düzenli bir şekilde yaparak hastane prosedürleri çerçevesinde atamalar yapılmıştır. Maenhout ve Vanhoucke [20] çalışmalarında karışık tam sayılı programlamayı kullanarak hemşirelerin iş konusundaki isteklerini artırmak ve vardiya planlarını dengeli bir şekilde yaparak model çözülmek istenmiştir. Valouxis vd. [21] çalışmalarında her gün ihtiyaç duyulan işgücünü belirlemişler daha sonra vardiyalara hemşire atamalarını gerçekleştirmişlerdir. Yılmaz [22] çalışmasında haftalık planlama süresinde hemşirelerin toplam boşta bekleme süresi minimize edilmek istenmiştir. Bağ vd. [23] çalışmalarında ANP yöntemiyle hedef ağırlıklarını belirlemişler daha sonra hemşire çizelgeleme problemi üzerinde çalışmışlardır. Atmaca vd. [24] çalışmalarında hastane verimliliğinin artması ve maliyet kaleminin minimize edilebilmesi için hemşire çizelgeleme problemi üzerinde çalışmışlardır. Öztürkoğlu ve Çalışkan [25] çalışmalarında tam sayılı programlama kullanarak hemşirelerin memnuniyetinin artırılması ve hastanenin belirlediği iş gücünün karşılanması için bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Thongsanit vd. [26] çalışmalarında hemşireleri tecrübe yıllarına göre kıdemlerine ayırarak dengeli bir vardiya ataması gerçekleştirmişlerdir. Hidri ve Labidi [27] çalışmalarında bir hastanede 3 blokta çalışan hemşireleri birer takım haline getirerek hastane için belirlenen işgücünün karşılanması amaçlanmıştır. Varli vd. [28] çalışmalarında Ankara metrosunda çalışan vatmanların aylık çalışma planını yapmışlardır. Agyei vd. [29] çalışmalarında Gana'da hizmet veren bir devlet hastanesinde çalışan hemşirelerin aylık çalışma çizelgelerinin eşit bir şekilde hazırlanması için bir hedef programlama modeli sunmuşlardır. Unal ve Eren [30] çalışmalarında nöbet çizelgeleme problemi

üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada personellerin nöbete kalmak istediği günleri dikkate alarak bir hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Varli vd. [31] çalışmalarında Ankara metrosunda çalışan vatmanları Analitik hiyerarşi prosesi yöntemi ile kıdemlerine göre sınıflandırarak, kıdemlerine göre sınıflandırılan vatmanları belirlenmiş olan vardiyalara atanması üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Sulak ve Bayhan [32] bir hastanede çalışan hemşirelerin aylık çalışma planlarının dengelenmesi üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada aylık toplam çalışma saatleri, gece vardiyalarına eşit bir şekilde atama yapma gibi hedefler mümkün olduğu kadar gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Varli ve Eren [33] çalışmalarında bir fabrikada çalışan şefleri analitik hiyerarşi prosesi yöntemi ile kıdemlerine göre sınıflandırmışlardır. Kıdemi çok olan şef ile kıdemi az olan şef aynı vardiyaya atanması için bir hedef programlama modeli oluşturmuşlardır.

5. Uygulama

Bu çalışmada, Kırıkkale ilinde hizmet veren bir hastanenin yoğun bakım, ameliyathane ve acil bölümlerinde çalışan hemşirelerin, hastanenin çalışma kuralları doğrultusunda belirlemiş olan vardiyalara adaletli ve dengeli bir şekilde atamalarının yapılması amaçlanmıştır.

Literatürde incelenen Azaiez ve Al Sharif [11], Agyei vd. [29] ve Sulak ve Bayhan [32]' in çalışmalarında kullandıkları matematiksel modellemelerden faydalanılarak bu çalışmanın modeli oluşturulmuştur. Yukarıda bahsedilen çalışmalarda hastanelerin tek bir bölümü için çalışma çizelgeleri oluşturulurken, yapılan bu çalışmada üç bölümde çalışan hemşirelerin hepsi dikkate alınarak çalışma çizelgesi hazırlanmıştır.

5.1. Problemin Tanımlanması

24 saat hizmet veren bu hastanede 3 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). Her bölümde sabah vardiyasına 2, akşam vardiyasına 2, gece vardiyasına 1 hemşire atanmalıdır ve geriye kalan hemşireler izinlidir. Çalışma Kasım ayının çalışma periyodu baz alınarak gerçekleştirilmiştir.

5.2. Parametreler

n: Hastanede çalışan hemşire sayısı=18
m: Gün sayısı m=30
t: Vardiya sayısı t=3
p: Bölüm sayısı p=3

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

5.3. Karar Değişkenleri

$$X_{ijkl} = \begin{cases} 1, & i. \text{ hemşire } j. \text{ gündeki } k. \text{ vardiyaya } l. \text{ bölüme atanırsa} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

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

5.4. Kısıtlar

1.Kısıt: Her gün, her bölüme ihtiyaç duyulan hemşire kısıtları:

$$\sum_{i=1}^n X_{ij11} = 2 \quad j=1,2,\dots,m$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij12} = 2 \quad j=1,2,\dots,m$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij13} = 2 \quad j=1,2,\dots,m$$

Akşam vardiyası için ihtiyaç duyulan hemşire sayısı

$$\sum_{i=1}^n X_{ij21} = 2 \quad j=1,2,\dots,m$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij22} = 2 \quad j=1,2,\dots,m$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij23} = 2 \quad j=1,2,\dots,m$$

Gece vardiyası için ihtiyaç duyulan hemşire sayısı

$$\sum_{i=1}^n X_{ij31} = 1 \quad j=1,2,\dots,m$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij32} = 1 \quad j=1,2,\dots,m$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij33} = 1 \quad j=1,2,\dots,m$$

2.Kısıt: Her hemşirenin günlük üç bölümden sadece bir vardiyaya atanması kısıtı:

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

$$j=1,2,\dots,m$$

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

$$\sum_{k=1}^t \sum_{l=1}^p X_{ijkl} \leq (1 - h_{ij}) \quad i=1,2,\dots,n$$

$$j=1,2,\dots,m$$

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

$$h_{ij} + h_{i(j+1)} + h_{i(j+2)} + h_{i(j+3)} + h_{i(j+4)} + h_{i(j+5)} \geq 1 \quad i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,m-5$$

5.Kısıt: Her hemşirenin her bölüm için aylık dönemde en fazla çalışması gereken vardiya sayılarının belirlenmesi kısıtları

$$\sum_{j=1}^m X_{ij11} \leq 4 \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij12} \leq 4 \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij13} \leq 4 \quad i=1,2,\dots,n$$

Akşam vardiyası için belirlenen sayı

$$\sum_{j=1}^m X_{ij21} \leq 4 \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij22} \leq 4 \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij23} \leq 4 \quad i=1,2,\dots,n$$

Gece vardiyası için belirlenen sayı

$$\sum_{j=1}^m X_{ij31} \leq 2 \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij32} \leq 2 \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij33} \leq 2 \quad i=1,2,\dots,n$$

6.Kısıt: Her hemşirenin her bölüm için aylık dönemde en az çalışması gereken vardiya sayılarının belirlenmesi kısıtları

$$\sum_{j=1}^m X_{ij11} \geq 3 \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij12} \geq 3 \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij13} \geq 3 \quad i=1,2,\dots,n$$

Akşam vardiyası için belirlenen sayı

$$\sum_{j=1}^m X_{ij21} \geq 3 \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij22} \geq 3 \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij23} \geq 3 \quad i=1,2,\dots,n$$

Gece vardiyası için belirlenen sayı

$$\sum_{j=1}^m X_{ij31} \geq 1 \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij32} \geq 1 \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij33} \geq 1 \quad i=1,2,\dots,n$$

7.Kısıt: Herhangi bir hemşire herhangi bir gündeki herhangi bir bölümün gece vardiyasına atandığı takdirde ertesi gün ki sabah ve akşam vardiyalarına atanmaması kısıtı:

$$X_{ij31} + X_{ij32} + X_{ij33} + X_{i(j+1)11} + X_{i(j+1)12} + X_{i(j+1)13} + X_{i(j+1)21} + X_{i(j+1)22} + X_{i(j+1)23} \leq 1$$

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

8.Kısıt: Herhangi bir hemşire herhangi bir günde herhangi bir bölümün akşam vardiyasına atandığı takdirde ertesi gün ki sabah vardiyasına atanmaması kısıtı:

$$X_{ij21} + X_{ij22} + X_{ij23} + X_{i(j+1)11} + X_{i(j+1)12} + X_{i(j+1)13} \leq 1$$

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

Hedef Kısıtları:

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

Şekil 1' de Kasım ayı için hastanedeki hemşirelerin çalışma planı elde edilmiştir. Daha önce bu plan her bölüm için ayrı ayrı yapılmakta idi, bu modelleme ile ilgili üç bölüme hemşire ataması aynı anda yapılmıştır. Hemşirelerin Kasım ayı çalışma planları olabildiğince adil ve dengeli bir şekilde dağıtılmıştır. Ek olarak hastanenin her an istenilen hemşire sayısı da karşılanmıştır.

6. Sonuç

Bu çalışmada Kırıkkale'de hizmet veren bir hastanedeki hemşirelerin ilgili bölümlerin vardiyalarına atanması problemi ele alınmıştır. Problemin çözümü için hedef programlama yöntemi kullanılmış ve istenilen hedeflere mümkün olduğu kadar ulaşılmıştır. Bu hedefler, her hemşirenin toplam atandığı vardiyaların mümkün olduğunca eşit olması ve her hemşirenin vardiyalara atamalarının mümkün olduğunca ardı ardına yapılması istenmiştir.

Hastanenin her bir vardiya için ihtiyaç duyduğu hemşire sayıları eksiksiz bir şekilde karşılanmıştır. Yapılan bu çalışma ile birlikte hemşirelerin her vardiyaya olabildiğince eşit bir şekilde atanması sağlanmıştır. Bu iyileştirme ile hemşirelerin verimliliklerinin artırılması amaçlanmıştır. Vardiyaların mümkün olduğunca eşit dağıtılması, hemşirelerde oluşan yorgunluk belirtilerinin minimum seviyeye düşmesi açısından önemli bir unsurdur.

Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda hastanede çalışan başka sağlık personelleri baz alınarak daha farklı çalışma koşulları ile birlikte matematiksel model geliştirilebilir. Personelin çalışmak istemediklerini günler belirlenerek daha kişisel kısıtlamalar kullanılabilir.

7. Kaynakça

[1] Ernst A., T., Jiang H., Krishnamoorthy M., Owens B., Sier D., An annotated bibliography of personnel scheduling and rostering, *Annals of Operations Research* 127, 211–144, 2004.

[2] Brucker P., Qu R., Burke E. K., Personnel scheduling: Models and complexity, *European Journal of Operations Research* 210, 467–473, 2011.

[3] Brucker P., Qu R., Network flow models for intraday personnel scheduling problems, *Annals of Operations Research* 218, 107–114, 2014.

[4] Burke E. K., De Causmaecker P., Vanden Berghe G., Van Landeghem H., The state of the art of nurse rostering, *Journal of Scheduling* 7, 441–499, 2004.

[5] Cheang B., Li H., Lim A., Rodrigues B., Nurse rostering problems—a bibliographic survey, *European Journal of Operations Research* 151, 447–460, 2003.

[6] Özder, E.H., Eren, T., Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemi Ve Hedef Programlama Teknikleri İle Tedarikçi Seçimi, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4, 196-207, 2016.

[7] Charnes A., Cooper W. W., Ferguson R., Optimal estimation of executive compensation by linear programming, *Management Science*, 1, 138-151, 1955.

[8] Charnes A., Cooper W.W., *Management models and industrial applications of linear programming*, Wiley, New York, 1965-66, 1, and 1967, 2, 1961.

[9] Charnes A., Cooper W.W., Goal programming and multipleobjective optimizations, *European Journal of Operational Research* 1, 39-54, 1977.

[10] Moz, M., Pato, M. V., Solving the problem of rostering nurse schedules with hard constraints: New multicommodity flow models. *Annals of Operations Research*, 128, 179-197, 2004.

[11] Azaiez, M. N., Al Sharif, S. S., A 0-1 goal programming model for nurse scheduling. *Computers & Operations Research*, 32, 491-507, 2005.

[12] Bard, J., Purnomo, H., Short-Term Nurse Scheduling in Response to Daily Fluctuations in Supply and Demand. *Health Care Management Science*, 8, 315-324, 2005.

[13] Trilling, L., Guinet, A., Le Magny, D. Nurse scheduling using integer linear programming and constraint programming. 12th IFAC International Symposium, Elsevier, 3, 651-656, 2006.

[14] De Grano, M. L., Medeiros, D., Eitel, D., Accommodating individual preferences in nurse scheduling via auctions and optimization. *Health Care Management Science*, 12, 228-242, 2009.

[15] Burke, E. K., Li, J. P., Qu, R., A hybrid model of integer programming and variable neighbourhood search for highly-constrained nurse rostering problems. *European Journal of Operational Research*, 203, 484-493, 2010.

[16] Glass, C. A., Knight, R. A., The nurse rostering problem: A critical appraisal of the problem structure. *European Journal of Operational Research*, 202, 379-389, 2010.

[17] Ronnberg, E., Larsson, T., Automating the self-scheduling process of nurses in Swedish healthcare: a pilot study. *Health Care Management Science*, 13, 35-53, 2010.

[18] Wright, P. D., Bretthauer, K. M., Strategies for Addressing the Nursing Shortage: Coordinated Decision Making and Workforce Flexibility. *Decision Sciences*, 41, 373-401, 2010.

[19] Li, J., Burke, E. K., Curtois, T., Petrovic, S., Rong, Q., The falling tide algorithm: a new multi-objective approach for complex workforce scheduling. *Omega*, 40, 283-293, 2012.

[20] Maenhout, B., Vanhoucke, M., An integrated nurse staffing and scheduling analysis for longer-term nursing staff allocation problems. *Omega*, In press, 2012.

[21] Valouxis, C., Gogos, C., Goulas, G., Alefragis, P., Housos, E., A systematic two phase approach for the nurse rostering problem. *European Journal of Operational Research*, 219, 425-433, 2012.

- [22] Yılmaz, E., A Mathematical Programming Model for Scheduling of Nurses' Labor Shifts. *Journal of Medical Systems*, 36, 491-496, 2012.
- [23] Bağ, N., Özdemir, M., Eren, T., 0-1 Hedef Programlama ve ANP Yöntemi ile Hemşire Çizelgeleme Problemi Çözümü. *International Journal of Engineering Research and Development*, 1, 2-6, 2012.
- [24] Atmaca, E., Pehlivan, C., Aydoğdu, C. B., Yakıcı, M., Hemşire çizelgeleme problemi ve uygulaması. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28, 351-358, 2012.
- [25] Öztürkoğlu, Y., Çalışkan, F., Hemşire çizelgelenmesinde esnek vardiya planlanması ve hastane uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16, 115-133, 2014.
- [26] Thongsanit, K., Kantankul, K., ve Nithimethirot, T., Nurse's Shift Balancing in Nurse Scheduling Problem. *Silpakorn U Science & Tech J*, 10, 43-48, 2015.
- [27] Hidri L., Labidi M., Optimal physicians schedule in an Intensive Care Unit. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 131, 1-8, 2016.
- [28] Varlı E., Eren T., Gençer M. A., Çetin S., Ankara Metrosu M1 Hattındaki Vatmanların Vardiya Saatlerinin Çizelgelenmesi. 3. Uluslararası Raylı Sistemler Mühendisliği Sempozyumu-Karabük, 2016.
- [29] Agyei, W., Denteh, W.O. Ve Andaam, E. A., Modeling Nurse Scheduling Problem Using 0-1 Goal Programming: A Case Study Of Tafo Government Hospital, Kumasi-Ghana. *International journal of scientific & technology research*, issue 03, 5-10 ,2015.
- [30] Unal, F.M., Eren, T., Hedef programlama ile nöbet çizelgeleme probleminin çözümü. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 4, 1, 28-37, 2016.
- [31] Varlı, E., Gençer, M. A. Eren, T., Ankara: Metro Hatları Vardiya Saatlerinin Çizelgelenmesi, 9. Uluslararası İstanbul Ulaşım Kongresi ve Fuarı, 2016.
- [32] Sulak, H., Bayhan, M., A Model Suggestion and an Application for Nurse Scheduling Problem, *Journal of Research in Business, Economics and Management (JRBEM)* 2395-2210, 2016.
- [33] Varlı, E., Eren, T., Vardiya Çizelgeleme Problemi ve Bir Örnek Uygulama, *International Journal Of Informatics Technologies*, (Basımda).