

Yayın Geliş Tarihi: 18.06.2012
Yayına Kabul Tarihi: 15.01.2014
Online Yayın Tarihi: 29.04.2014

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi
Cilt: 16, Sayı: 1, Yıl: 2014, Sayfa:115-133
ISSN: 1302-3284 E-ISSN: 1308-0911

HEMŞİRE ÇİZELGELEMESİNDE ESNEK VARDİYA PLANLAMASI VE HASTANE UYGULAMASI¹

Yücel ÖZTÜRKOĞLU*
Filiz ÇALIŞKAN**

Öz

Müşteri tatmininin her geçen gün daha da zorlaştığı hizmet sektörlerinde, işverenler sunulan hizmetin kalitesini arttırmak ve hizmetin devamlılığını sağlamak için yeni arayışlar içine girmektedirler. İşverenler, müşteriden önce hizmeti sunan kişilerin memnuniyetini sağlayarak rekabet gücünü artırma yollarına başvurumaktadırlar. Bu yollardan biri de çalışma sürelerinin esnekleştirilmesidir. Bu çalışmada, hizmet sektörleri arasında önemli bir yere sahip olan hastanelerde ki hemşire çizelgeleme problemi için tam sayılı matematiksel bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan modelde, klasik çizelgeleme modellerinin aksine hemşirelerin işe başlama saatlerine esneklik getirilmiştir. Modelin başlıca amacı, hemşirelerin kendi tercihlerine göre haftalık çizelgelerinin oluşturulmasıdır. Oluşturulan model, gerçek veriler kullanılarak bir üniversite hastanesinin genel cerrahi bölümünde denenmiştir. Modelin, %99,6 oranında hemşire tercihlerini yerine getirdiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Esnek Çalışma Saatleri, Hemşire Çizelgelemesi, Matematiksel Model, Tam Sayılı Programlama.

FLEXIBLE SHIFT PLANNING IN NURSE SCHEDULING AND AN APPLICATION OF THE HOSPITAL²

Abstract

In the service industry, customer satisfaction becomes more difficult with each passing day, employers have looked for new paradigms and ways to make service quality better and to keep service facilities reliable. Therefore, with the purpose of increasing their competitive power, employers give more importance to their employees who have direct relation with customers than they do to their customer. One of the new paradigms is make

¹ Bu çalışma Yücel Öztürkoğlu'nun "Modern Çalışma Saatleri: Esnek Vardiya Planlaması ve Bir Matematiksel Model Önerisi" başlıklı yüksek lisans tezinden (Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006) üretilmiştir.

* Yrd. Doç. Dr., Yaşar Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Lojistik Yönetimi Bölümü, yucel.ozturkoglu@yasar.edu.tr

** Prof. Dr., Erciyes Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, caliskan@erciyes.edu.tr

² This article is derived from Yücel Öztürkoğlu's master's thesis titled "Modern Working Hours: Flexible Shift Planning and a Proposal of a Mathematical Model" (Erciyes University, Graduate School of Social Sciences, 2006).

working hours flexible. In this study, an integer programming model is proposed for the nurse scheduling problem in the hospitals which are one of the most important service industries. On the contrary of classical nurse scheduling model, developed model has made flexible to starting time. The main aim of the model is make a schedule for nurses according to their preferences. The developed model is applied on a surgery department of one university hospital with real data. According to results, model can satisfy 99,6% of the nurses with their schedule based on their preferences.

Keywords: Flexible Working Hours, Nurse Scheduling, Mathematical Model, Integer Programming.

GİRİŞ

İş hayatında esneklik, piyasa ve rekabet koşullarına daha fazla cevap vermek üzere katı kuralların yumuşatılarak çalışanlara daha çok serbestlik tanıyan bir çalışma sisteminin benimsenmesidir. Yeni çalışma modellerindeki öncelikli amaç, çalışanların yaptıkları işle kendi mevcut şartlarının kısa sürede uyumlu hale gelmelerini sağlamaya yöneliktir. Çalışma saatlerinde esneklik ise işletme açısından, ihtiyaç duyulan zamanlarda işin yapılması olarak tarif edilirken çalışan açısından, işe başlama ve işi bitirme saatlerinin kişisel istekler doğrultusunda belirlenmesidir. Çalışma saatindeki esneklik işveren ve iş görenlerin isteklerinin hangi ölçüde dikkate alındığı ile ölçülür.

Esnek vardiya modelinde, modelin esnekliği; iş görenlerin tercihlerinin, vardiyaların süresinde, yerinde ve dağılımında ne derecede dikkate alındığı ile tanımlanır. Esneklik genel olarak, işletmedeki çalışma zamanının birden fazla başlama ve bitiş zamanları ile önceden belirlenen dağılım ve süreleri ile sağlanır. Hizmet işletmelerinin en önemlilerinden birisi olan hastanelerde işgücü çizelgelemesinin amacı, sistematik bir metot ile vardiyalara ve çalışma günlerine hastane çalışanlarını tahsis ederek, yüksek kaliteli hizmetin devamlılığını sağlamaktır. Modelin bir avantajı da işletmenin çalışma saatlerinin uzatılabilmesidir. Özellikle hizmet sektörünün en önemli yapı taşlarından olan hastanelerin, 24 saat çalışma zorunluluğunu dikkate alırsak, hemşirelere fazla mesai ücreti ödemediği kapasite kullanım oranını artırmak mümkün olur.

Hastane ile ilgili araştırmaların çoğunda hemşire çizelgelemesi üzerinde durulmuştur. Bunun sebebi, hastane bütçesinin büyük bir kısmını hemşirelere ödenen maaşların oluşturmasıdır. Ayrıca hemşirelerin çalışma koşulları ve haftalık çalışma saatleri ile verdikleri hizmet kalitesi arasındaki doğru orantı, araştırmaların bu konu üzerinde yoğunlaşmasına sebep olmuştur. Günümüzde, hem özel hem de resmi hastanelerde kabul gören ikili vardiya sistemi ile hemşirelerin çalışma saatleri ayarlanmaktadır.

LİTERATÜR TARAMASI

Bu çalışmada, hemşirelerde vardiya planlamasının esnek olmasını sağlayan bir matematiksel model önerildiği için hemşire planlaması konusunda yapılan çalışmalar ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir. Hemşire çizelgelemesinde matematiksel programlama ile yapılan ilk çalışmanın matematiksel modelinde, hemşirelerin değişik görevlere atanma maliyetlerini en aza indirmeyi amaçlamışlardır (Wolfe ve Young, 1965: 300). Hemşire çizelgelemesinde günümüzde yaygın olarak kullanılan tur modeli ilk olarak Howell (1966) tarafından geliştirilmiştir. Geliştirilen modelde her bir hemşire n hafta boyunca dönüşümlü olarak aynı düzende çalışmasını tekrar etmektedir. Ancak tur modeli ile çizelgelemenin bu ilk hali arz ve talep değişikliklerine uyum sağlamaya uygun değildir. Bu sorunu gidermek için Morrish ve A. O'Connor (1970), Price (1970) ve Maier-Rothe ve Wolfe (1973) çalışmalarında tur modelleri ile çizelgelemeye odaklanmışlardır. Tur modeli ile çizelgelemeye alternatif olarak Rothstein (1973) ardışık tatil günlerini maksimize etme fikrini ilk ortaya koymuş, Baker (1974) ise her bir hemşire için ardışık iki tatil günü sınırını ilk olarak uygulamaya çalışmıştır. Brownell ve Lowerre (1976) hafta içi ve hafta sonu için hemşire sayısı talebi sabit olan hastaneler için çizelge geliştirmişlerdir. Warner (1976) iki aşamalı bir algoritma geliştirerek ilk kez hemşire çizelgelemesinde çok seçenekli amaçları aynı modelde kullanmıştır. Amaçları sırasıyla; çalışma gününün uzunluğu, rotasyon kalıpları, tatil günlerinin isteğe göre ayarlanması, ayrıca her güne ve her vardiyaya minimum düzeyde hemşire atanmasını içermektedir. Geliştirdiği algoritmanın ilk kısmında hafta sonu tatilleri, rotasyon ve hemşirenin kalitesi ön planda tutulurken, algoritmanın ikinci kısmında hastane ve hemşire istekleri göz önüne alınarak matematiksel kodlar yazılmıştır.

1970'li yılların sonunda iyice yaygınlaşan hemşire çizelgelemesinde yapılan çalışmalarda amaçlar kişisel odaklı olmaya başlamış ve hemşire isteklerinin önem derecesi artmıştır. Miller, Pierskalla ve Rath (1976) tam sayılı program kullanarak yaptıkları çalışmada amaç olarak; 4 haftalık çizelgeleme boyunca hemşirelerin kişisel istekleri ile hastane idaresinin istekleri arasındaki farkı minimize etmeye çalışmışlardır. Burns (1978) 14 günlük çizelgeleme boyunca 10 günlük çalışmayı ve çizelgelemenin ikinci hafta sonunda tatil sınırını getirerek hem tatil hem çalışma kısıtlarının bulunduğu ilk modeli kurmuştur. Çizelgelemede, hemşire memnuniyetini sağlamada başarılı olan çalışmalardan sonra hastane yönetiminin tatminine sıra geldiğini fark eden Meglino (1979) hemşirelerin hastane bütçesine olan yükünü hafifletmek için bir sistem geliştirerek her hemşireden maksimum düzeyde verim elde etmeye ve hemşire fazlalıklarını önlemeye çalışmıştır. Baker, Burns ve Carter (1980) hafta içi ve hafta sonu sabit sayıda hemşireye ihtiyaç duyulması yerine hafta içi sabit hafta sonu ise değişken sayıda hemşireye ihtiyaç duyulması esasına dayanan bir model oluşturmuşlardır ve hafta sonu izinlerini bu belirsizliğe göre düzenlemeye çalışmışlardır. Bailey'nin (1985) çizelgeleme problemleri üzerine yaptığı çalışması 8 saatlik bir vardiyayı kapsamış ve mola süreleri kapsam dışı bırakılmıştı. Burns ve Carter (1985) ise yaptıkları

çalışmada hem hafta içi hem de hafta sonu hemşire sayısında talebin değişken olduğu bir model oluşturmuşlardır. Ayrıca, ardışık çalışma günleri üzerinde de yoğunlaşan araştırmacılar, ergonomik açıdan bir hafta boyunca bir hemşirenin ardışık olarak en fazla 6 gün çalışabileceğini belirtmişlerdir. Ancak yöntemde de birçok kısıt göz ardı edilmiş ve gerçek hayatta uygulanılabilecek esneklik ortaya konulmamıştır. Baker (1985) yaptığı çalışmada günün saatleri veya haftanın günlerine göre hemşire çizelgesi yapmış ancak her ikisinin bir arada alınmasını göz ardı etmiştir. Özkarahan ve Bailey (1988) daha esnek bir model kurarak hem hastane hem de hemşire isteklerini yerine getirmeye çalışmışlardır. Yapılan çalışmada haftanın günleri ile günün saatleri arasında bir esneklik getirilmiş ve birçok hastanede uygulanabilirliği denenmiştir. Sowalter ve Mabert (1988) hemşire çizelgelemede esnekliğe farklı bir bakış açısı getirmiştir. Çalışmada vardiya uzunluğu ve vardiya başlama zamanlarına esneklik getirilerek hemşire maliyetinin minimize edebileceği fikri savunulmuştur. Ancak vardiya sürelerinin farklı olması hemşirelerin dinlenme zamanlarında problemler yaşamalarına sebep olmuştur. Taylor ve Huxley (1989), Thompson (1990), Brusco ve Jacobs (1993) farklı hizmet sektörlerinde yaptıkları çalışmalarda, esnek öğle yemeği saati üzerinde farklı modelleri sezgisel yöntem kullanarak geliştirmişlerdir. Aykin (1996) ise, Gaballa ve Pearce (1979)'in mola pencereleri temeline dayanan, hem dinlenme hem de öğle yemeği saatini birden fazla seçenek sunarak servis sektöründe çalışan kişilere her iki mola süresince alternatifler getirmeye çalışmışlardır. Thompson (1996) tamsayı programlama modeli kullanarak vardiya ve mola saatlerini düzenlemiştir. Bechtold ve Jacobs (1990) ve Aykin (1996) tarafından yapılan kapalı model çalışmalarını, Aykin (2000) de kıyaslayarak yeni bir model geliştirmiştir. Geliştirilen modelin diğer modellerden en önemli farkı ise modelin güvenilirliği ve çözüm süresinin kısıtlıdır. Topaloğlu ve Özkarahan (2004) hemşire isteklerinin dikkate alındığı üstü kapalı bir amaç programlama modeli kurmuşlardır. Burke vd. (2004) gibi çalışmalar temel kısıtların yanında bazı varsayımları da ekleyerek hemşire ihtiyaçlarını belli bir dereceye kadar yansıtabilen modeller oluşturmuşlardır. Seçkiner ve Kurt (2005) şimdiye kadar iş rotasyon kısıtı içermeyen tur çizelgeleme modellerine alternatif bir model geliştirerek hastanede radyasyona maruz kalan teknisyenlerin çalışma çizelgelemesini yapmışlardır. Azaiez ve Sharif (2005) hastane ve hemşire isteklerinin bir anket sonucu belirlendiği ve istekler doğrultusunda amaç fonksiyonunun oluşturulduğu bir hedef programlama ile hemşire çizelgelemesini yapmışlardır.

Carter and Lapierre (2001), Ferland vd. (2001), Ikegami (2003) ise hastane ihtiyaçlarını ön plana çıkaran modeller oluşturmuşlardır. Özellikle, Azaiez ve Sharif (2005) yaptıkları modelde, ilk kez hem hastane hem de hemşire isteklerini bir anket sonucu belirlemiş ve bu istekleri sadece amaç fonksiyonuna yansıtarak bir matematiksel model oluşturmuşlardır. Ancak yapılan bu çalışmada da birçok kısıt göz ardı edilmekte ve gerçek hayatta uygulanabilirliği tartışılmaktadır. Valouxis ve Housos (2000), hemşire çizelgelemede sezgisel yöntemlere başvurmuşlar ve yasaklı arama ile tamsayı programlamayı birleştirerek hibrid algoritmalara

dayanan bir çalışma yapmışlardır. Topaloğlu ve Özkarahan (2004) ise mola saatlerine esneklik getirerek hemşire isteklerine dayanan çok amaçlı bir model oluşturmuşlardır. Aickelin ve White (2004), Tsai ve Li (2009), Brunner ve arkadaşları (2010), Easton (2011), Jlassi ve arkadaşları (2011) tam sayılı programlama ile diğer algoritma yöntemlerini kıyaslayarak çizelgeleme sonuçlarını değerlendirmişler.

PROBLEMİN TANIMLANMASI

Bu çalışmada Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi yoğun bakım ünitesinde görev yapan hemşirelerin çalışma saatlerinin yeniden düzenlenmesi amacı ile vardiya planlamasının yapıldığı bir saf 0-1 programlama modeli önerilmiştir. Önerilen modelin amaç fonksiyonunda hemşirelerin çalışacakları gün ve işe başlama saatleri ile ilgili tercihleri maksimize edilirken, hem bir günlük çalışma süresi ele alınıp işe başlama zamanlarına esneklik getirilmiş, hem de bir haftalık çalışma süresinde çalışma ve dinlenme zamanları ile ilgili asgari şartlar sağlanmıştır. Modelin diğer bir özelliği de, hemşirelerin ağır çalışma koşulları dikkate alınarak en fazla ardışık olarak üç gece vardiyasında çalışmalarına izin verilmesi ve ardından mutlaka ertesi günün tatil olmasıdır.

Vardiya ve gün çizelgelemesi problemlerinin birleşiminden meydana gelen bu modelde, haftalık vardiya planında gece vardiyalarının sayısı sınırlandırılmış, gece vardiyasının ardından gündüz vardiyasına atama engellenmiş ve bir tatil gününün mutlaka verilmesi sağlanmıştır. Esnekliğin matematiksel modelde dikkate alınması ise, başlama saatlerinde, çalışma süresinde, dinlenme zamanlarının süresinde ve farklı işe başlama saatlerinin bulunduğu vardiyaların tercih edilmesinde kendisini gösterir. Günlük çalışma süresi sabit olduğu için çalışma süresinde esnekleştirme imkânı yoktur. Haftalık vardiya çizelgelemesinde yedi günün altısında çalışılması gerektiği için ancak gece vardiyalarının ardından bir gün tatil verilmesi sağlanmıştır.

Modelin en büyük zaafı haftada altı gün çalışan hemşirelerin tatil günleri ayarlanırken, pazar günlerinin tatil olmasının hemşireler arasında dengeli dağıtılmamasıdır.

Ele aldığımız karar problemi şöyle tanımlanmaktadır; çizelgeleme dönemi boyunca hangi hemşire hangi günlerdeki hangi vardiyalara atansın ve hangi gün tatil yapsın ki hemşire isteklerinin bir bütün olarak maksimum ölçüde tatmini sağlansın.

Modelin Kurulması

Önerilen modelin kurulması, varsayımların koyulması, değişken ve parametrelerin tanımlanması, sınırların ve amaç fonksiyonunun oluşturulması, modelin küçük bir örnek üzerinde uygulanması ve örnek problemin çözüm sonuçlarının yorumlanması başlıklarında gerçekleşecektir.

Varsayımlar

İncelenen problemin gerçek hayatta uygunluğu yönünden model oluşumunda kullanılan varsayımlar aşağıdaki gibidir;

- Bir günde 24 saat hizmet verilmesi gereklidir.
- Gece ve gündüz olmak üzere iki vardiya çalışılır.
- Yoğun bakım hemşirelerinin dinlenme imkânlarının kısıtlı olması nedeni ile çalışma süreleri gece ve gündüz vardiyaları için 10 saattir.
- Hemşire sayısı sabittir ve değişmez.
- Vardiyaların başlama saatleri ile ilgili alternatifler gündüz vardiyası için saat 07.00, 08.00 ve 09.00 iken gece vardiyası için 19.00, 20.00 ve 21.00' dir.
- Minimum hemşire talebi kesinlikle karşılanır.
- Gün içinde dinlenme aralığı modelde dikkate alınmaz.
- Her hemşireye haftada bir gün tatil verilir.
- Bir vardiya, başlangıç zamanı ve süresi ile tanımlanır.
- Hemşirelerin, en fazla ardışık olarak üç gece vardiyasında çalışmasına izin verilir.
- Hemşireler ardışık olarak birden fazla gece vardiyasına atanırlarsa, ardışık gece vardiyası bitiminden sonraki ilk gün mutlaka tatil verilir.
- Hemşire gece vardiyasından sonraki gün gündüz vardiyasına atanamaz.

Parametre ve Değişkenler

Modelde kullanılan indisler, parametreler ve karar değişkenleri aşağıdaki gibidir;

İndisler:

I	hemşire	(i = 1,....., İ)
J	haftanın günleri	(j = 1,....., J)
K	günün saatleri	(k = 1,....., K)
M	işe başlama saati alternatifleri	(m = 1, 2, 3, 13, 14, 15)
Z	bloklar	(z = 1, 2)

Hemşirelerin işe başlama ve bitiş saatlerinde esneklik sağlayan model, gece ve gündüz vardiyası olmak üzere iki bloğa ayrılmıştır. Gündüz vardiyası için ilk üç saatlik dilim, işe başlama esnekliği sağladığından 4. saat diliminden başlayarak 10. saat dilimi arası ilk blok olarak tanımlanmıştır. Gece vardiyası için 13,14 ve 15. saat dilimleri işe başlama esnekliği sağladığından, 16. saat diliminden 22. saat dilimine kadar olan ara ise ikinci blok olarak tanımlanmıştır.

Parametreler

- G Hemşirelerin planlama dönemi boyunca çalışacakları vardiya sayısı
- T Hemşirelerin planlama dönemi boyunca kullanacakları tatil günlerinin sayısı
- μ_{ijm} i. hemşirenin j. güne ait m. başlama saatine verdiği tercih puanı
- T_{jk} j. gün k. saat diliminde ihtiyaç duyulan hemşire sayısı
- α Bir gün zarfında çalışılmayan saat sayısı
- β Bir gün zarfında çalışılan saat sayısı
- I_m İşe başlama saati m ise hemşirenin atanmayacağı saatler kümesi

Tablo1: Modelin Karar Değişkenleri

Karar Değişkenleri	Açıklaması
P_{ijk}	1 i. hemşire j. günün k. saat dilimine atanırsa; 0 aksi takdirde
U_{ijm}	1 i. hemşire j. günün m. saatinde işe başlarsa; 0 aksi takdirde
d_{ij}	1 i. hemşire j. gün gündüz vardiyasında çalışırsa; 0 aksi takdirde
n_{ij}	1 i. hemşire j. gün gece vardiyasında çalışırsa; 0 aksi takdirde
t_{ij}	1 i. hemşire j. gün tatil yaparsa; 0 aksi takdirde
b_{ijz}	1 i. hemşire j. günde z. blokta çalışırsa; 0 aksi takdirde

Sınırların ve Amaç Fonksiyonunun Oluşturulması

Önerilen modelin amaç fonksiyonu ve kısıtları aşağıdaki gibidir;

Amaç Fonksiyonu:

$$\max \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{m=1}^3 \mu_{ijm} U_{ijm} + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{m=13}^{15} \mu_{ijm} U_{ijm}$$

Amaç fonksiyonu, çizelgeleme boyunca hemşirelerin alternatif işe başlama saatlerine verdikleri tercih puanlarının toplamını maksimize eder.

Sınırlar

$$10d_{ij} = \sum_{k=1}^3 P_{ijk} + \sum_{k=10}^{12} P_{ijk} + 6b_{ij1} \quad i = 1, \dots, I \quad j = 1, \dots, J \quad (1a)$$

$$10n_{ij} = \sum_{k=13}^{15} P_{ijk} + \sum_{k=22}^{24} P_{ijk} + 6b_{ij2} \quad i = 1, \dots, I \quad j = 1, \dots, J \quad (1b)$$

$$\sum_{j=1}^J d_{ij} + \sum_{j=1}^J n_{ij} = G \quad i = 1, \dots, I \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^J t_{ij} = T \quad i = 1, \dots, I \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^I P_{ijk} \geq T_{jk} \quad j = 1, \dots, J \quad k = 1, \dots, K \quad (4)$$

$$\sum_{m=1}^3 U_{ijm} + \sum_{m=13}^{15} U_{ijm} + t_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, I \quad j = 1, \dots, J \quad (5)$$

$$\sum_{m=1}^3 U_{ijm} = d_{ij} \quad i = 1, \dots, I \quad j = 1, \dots, J \quad (6a)$$

$$\sum_{m=13}^{15} U_{ijm} = n_{ij} \quad i = 1, \dots, I \quad j = 1, \dots, J \quad (6b)$$

$$\alpha \cdot U_{ijm} + \sum_{k \in I_m} P_{ijk} \leq \alpha \quad i = 1, \dots, I \quad j = 1, \dots, J \quad m = 1, 2, 3, 13, 14, 15 \quad (7)$$

$$\sum_{k=1}^3 P_{ijk} + 6b_{ij1} + \sum_{k=10}^{15} P_{ijk} + 6b_{ij2} + \sum_{k=22}^{24} P_{ijk} + \beta t_{ij} = \beta \quad i = 1, \dots, I \quad j = 1, \dots, J \quad (8)$$

$$n_{ij} + d_{i(j+1)} \leq 1 \quad i = 1, \dots, I \quad j = 1, \dots, J-1 \quad (9)$$

$$n_{ij} + n_{i(j+1)} + n_{i(j+2)} \leq 3 \quad i = 1, \dots, I \quad j = 1, \dots, J-2 \quad (10)$$

(1a) ve (1b) sınır setinde, gündüz ve gece vardiyaları gün içindeki saat dilimleri ile tanımlanmıştır. Hemşirelerin gündüz vardiyasına atanmaları durumunda 1'den 13'e kadar olan saat dilimlerinde çalışacakları, gece vardiyasına atanmaları durumunda ise 13'den 24'e kadar ki saat dilimlerinde çalışacakları gösterilmektedir. (2), hemşirelerin çizelgeleme boyunca gündüz ve gece vardiyalarında çalışacakları toplam gün sayısını ifade etmektedir. (3), hemşirelerin çizelgeleme boyunca yapacakları tatil günlerinin sayısını ve hangi hemşirenin kaçınıcı günde tatil kullandığını gösterir. (4), haftanın her gününde ve günün her saat diliminde mevcut hemşire ihtiyacının karşılanmasını garanti etmektedir. (5), hemşirelerin işe başlama saatlerini tanımlamaktadır. Hemşirelere işe başlama saati bakımından esneklik sağlanarak gündüz ve gece vardiyaları için altı farklı saatte işe başlama imkânı sunulmaktadır. Hemşireler gün içinde esnek çalışma alternatiflerinden sadece bir başlama saatinde işe başlayabilirler ya da o gün izinli sayılırlar. (6a) ve (6b), bir hemşirenin alternatif işe başlama saatlerinden 1., 2. veya 3. saat diliminde işe başlarsa gündüz vardiyasına, 13., 14. veya 15. saat diliminde işe başlarsa gece vardiyasına atanmış olduğunu gösterir. (7), hemşirenin işe başladığı saatten itibaren çalışacağı 10 saat dilimi dışında aynı gün içinde geriye kalan 14 saat dilimindeki herhangi bir saat dilimine atanmasını engellemektedir. (8), hemşirelerin gün içinde atandıkları vardiyalarda toplam 10 saat çalıştıklarını veya o gün içinde hiçbir saat dilimine atanmayarak, o gün tatil yaptıklarını gösterir.

(9), hemşirelerin gece vardiyasından sonra gündüz vardiyasına atanmalarını sağlamaktadır. (10), çizelgeleme boyunca hemşirelerin ardışık olarak en fazla 3 gece vardiyasına atanmalarını sağlamaktadır.

Tüm değişkenler için 0–1 olma şartının eklenmesiyle modelin formülasyonu tamamlanır.

ÖRNEK PROBLEM ÜZERİNDE MODELİN ÇÖZÜMÜ

Örnek problemde, bir hastanede hemşire çizelgelemesi yapılacaktır. Çizelgelemenin yapılacağı bölümde 5 hemşire bulunmaktadır. Çizelgeleme 5 günlük bir dönem için yapılmakta olup, hemşirelere esnek işe başlama saatleri imkânı verilmektedir. Çizelgelemenin başlıca amacı, hemşirelere sunulan esnek başlama saatlerine kendi tercihleri doğrultusunda bir atama yapılmasıdır. Hemşirelere sunulan esnek işe başlama saatlerine 0'dan 10'na kadar verdikleri puan Tablo 2'de verilmektedir. Hemşirelerin gündüz vardiyası sabah 7.00, 8.00, 9.00 ve gece vardiyası 19.00, 20.00 ve 21.00 saatlerinde başlayabilir. Hemşireler bir günde 10'ar saatlik dönemler halinde çalışmaktadırlar. Çizelgeleme boyunca her saat diliminde ihtiyaç duyulan hemşire sayısı 1 olarak belirlenmiştir.

Tablo 2: Hemşirelerin Başlama Saatlerine Verdikleri Puanlar

GÜN 1	Saat 7	Saat 8	Saat 9	Saat 19	Saat 20	Saat 21
H1	0	2	4	8	5	10
H2	8	9	10	3	2	1
H3	5	3	2	10	6	4
H4	10	9	8	0	2	1
H5	4	3	1	6	8	10
GÜN2						
H1	8	9	10	0	2	4
H2	10	7	6	3	2	1
H3	5	3	2	6	8	10
H4	1	2	3	10	8	7
H5	4	5	0	1	2	3
GÜN3						
H1	1	2	6	10	8	4
H2	4	2	6	8	9	10
H3	5	3	2	8	10	9
H4	1	2	3	0	4	5
H5	8	9	10	1	2	3
GÜN4						
H1	1	2	4	8	9	10
H2	4	6	8	10	9	0
H3	5	3	2	1	6	4
H4	8	9	10	1	4	5
H5	10	8	6	1	2	0
GÜN5						
H1	1	3	4	10	7	6
H2	4	5	6	3	2	1
H3	8	9	10	1	2	4
H4	10	9	8	3	2	0
H5	1	3	5	8	9	10

Geliştirilen modelin örnek üzerinde uygulanması için veriler aşağıda gösterilmiştir.

i: hemşire (i = 1,....., 5)

j: haftanın günleri (j = 1,....., 5)

k: günün saati (k = 1,....., 24)

m: işe başlama saati alternatifleri (m = 1, 2, 3, 13, 14, 15)

Amaç fonksiyonu, çizelgeleme boyunca hemşirelerin kendilerine tanınan esnek işe başlama saatlerinden yararlanarak istedikleri saatte işe başlamaları halinde elde edecekleri tatmini maksimize etmektedir.

ÖRNEK PROBLEMİN ÇÖZÜM SONUÇLARININ YORUMLANMASI

Örnek problem için yazılan saf 0-1 Programlama modeli, LINDO paket programı kullanılarak çözülmüştür. Modelin çözümü incelendiğinde, amaç fonksiyonunun değerinin 200 olduğu görülmektedir. Modelin, hemşirelerin esnek işe başlama saatleri alternatiflerine verdikleri puana göre hemşireleri atadığı ve modelin her hemşirenin memnuniyetini maksimize ettiği görülmüştür. Elde edilen çözümlere göre 5 günlük çizelgeleme boyunca her hemşirenin çalışma saatleri ve tatil zamanları şu şekildedir:

Tablo 3: Hemşire 1'in Atandığı Saatler

Günler	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat
1	TATİL									
2	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
3	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00	04.00
4	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00
5	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00	04.00

Hemşire 1, beş günlük çizelgeleme boyunca bir gün gündüz ve üç gün gece vardiyasına atanmıştır. Üç günlük gece vardiyasından sonra bir gün izinli sayılmıştır. 1. Hemşire, ikinci gün 09.00'da üçüncü ve beşinci gün 19.00'da, dördüncü gün ise 21.00'de işe başlamıştır. Çizelgeleme boyunca, 1. hemşirenin işe başlama saatlerinden 10 puan verdiği saatlerde işe başladığı görülmektedir. Böylece 1. hemşirenin memnuniyeti maksimize edilmiştir.

Tablo 4: Hemşire 2'nin Atandığı Saatler

Günler	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat
1	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
2	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
3	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00
4	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00	04.00
5	TATİL									

Hemşire 2, beş günlük çizelgeleme boyunca iki gün gündüz ve iki gün gece vardiyasına atanmıştır. İki günlük gece vardiyasından sonra bir gün izinli

sayılmıştır. 2. hemşire ilk gün gündüz vardiyasından 09.00'da, ikinci gün yine gündüz vardiyasından 07.00'de, üçüncü gün gece vardiyasından 21.00'de ve beşinci gün gece vardiyasından 19.00'da işe başlamıştır. Çizelgeleme boyunca, 2. hemşirenin işe başlama saatlerinden 10 puan verdiği saatlerde işe başladığı görülmektedir. Böylece 2. hemşirenin memnuniyeti maksimize edilmiştir.

Tablo 5: Hemşire 3'ün Atandığı Saatler

Günler	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat
1	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00	04.00
2	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00
3	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00
4	TATİL									
5	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00

Hemşire 3, beş günlük çizelgeleme boyunca bir gün gündüz ve üç gün gece vardiyasına atanmıştır. Üç günlük gece vardiyasından sonra bir gün izinli sayılmıştır. 3. hemşire ilk gün gece vardiyasından 19.00'da, ikinci gün gece vardiyasından 21.00'de, üçüncü gün ise yine gece vardiyasından 20.00'de ve beşinci gün gündüz vardiyasından 09.00'da işe başlamıştır. Çizelgeleme boyunca, 3. hemşirenin işe başlama saatlerinden 10 puan verdiği saatlerde işe başladığı görülmektedir. Böylece 3. hemşirenin memnuniyeti maksimize edilmiştir.

Tablo 6: Hemşire 4'ün Atandığı Saatler

Günler	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat
1	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
2	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00	04.00
3	TATİL									
4	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
5	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00

Hemşire 4, beş günlük çizelgeleme boyunca üç gün gündüz ve bir gün gece vardiyasına atanmıştır. Bir günlük gece vardiyasından sonra bir gün izinli sayılmıştır. 4. hemşire ilk gün gündüz vardiyasından 07.00'de, ikinci gün gece vardiyasından 19.00'da, dördüncü gün gündüz vardiyasından 09.00'da ve beşinci gün gündüz vardiyasından 07.00'de işe başlamıştır. Çizelgeleme boyunca, 4. hemşirenin işe başlama saatlerinden 10 puan verdiği saatlerde işe başladığı görülmektedir. Böylece 4. hemşirenin memnuniyeti maksimize edilmiştir.

Tablo7: Hemşire 5'in Atandığı Saatler

Günler	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat	Saat
1	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00
2	TATİL									
3	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
4	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
5	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00

Hemşire 5, beş günlük çizelgeleme boyunca iki gün gündüz ve iki gün gece vardiyasına atanmıştır. İki günlük gece vardiyasından sonra bir gün izinli sayılmıştır. 5. hemşire ilk gün gece vardiyasından 21.00'de, üçüncü gün gündüz

vardiyasından 09.00'da, dördüncü gün gündüz vardiyasından 07.00'de ve beşinci gün gece vardiyasından 21.00'de işe başlamıştır. Çizelgeleme boyunca, 5. hemşirenin işe başlama saatlerinden 10 puan verdiği saatlerde işe başladığı görülmektedir. Böylece 5. hemşirenin memnuniyeti maksimize edilmiştir.

Modelin çözümünden elde edilen sonuçlara göre hemşirelerin gündüz ve gece vardiyasına atandığı günler Tablo 8'de özetlenmektedir.

Tablo 8: Hemşirelerin Atandığı Gündüz ve Gece Vardiyaları

Günler	Hemşire				
	1	2	3	4	5
1	Tatil	Gündüz	Gece	Gündüz	Gece
2	Gündüz	Gündüz	Gece	Gece	Tatil
3	Gece	Gece	Gece	Tatil	Gündüz
4	Gece	Gece	Tatil	Gündüz	Gündüz
5	Gece	Tatil	Gündüz	Gündüz	Gece

Model, öncelikle hemşireleri günün sadece bir vardiyasına atamakta ve günün her saat diliminde talep edilen hemşire sayısı karşılanmaktadır. Hemşireler, en fazla 3 gece vardiyasına atanmakta ve tatil günlerini gece vardiyasından sonra almaktadırlar. Model ayrıca, hemşireleri tercih ettikleri başlama saatlerine göre atama yaparak hemşirelerin isteklerini maksimize etmektedir.

UYGULAMA

Bu çalışmanın uygulama yeri, Erciyes Üniversite Genel Cerrahi Bölümünün, yoğun bakım servisi olarak belirlenmiştir. Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesinde, hemşire çizelgelemesi başhekimlik tarafından haftalık olarak yapılır. Hiçbir program kullanmadan el yordamı ile çizelgelemeyi yapan kişinin inisiyatifine göre hemşirelerin çizelgelenmesi gerçekleştirilir. Haftalık yapılan çizelgeleme daha sonra her bölümün başhemşiresine gönderilir. Bölümlerin başhemşireleri yapılan çizelgelemeyi onaylayarak bölüm panosuna asarlar. Bölüm başhemşiresinin izni dâhilinde hemşireler kendi aralarında çizelgelemedeki günlerini değiştirebilme imkânına sahiptirler. Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesinde hemşirelere gece ve gündüz olarak iki vardiya uygulanır. Gündüz vardiyasında 08.00–16.00 ve gece vardiyasında 16.00–08.00 saatleri arasında çalışılır.

Hastanede uygulanan hemşire çizelgelemesi ve vardiya değişimleri şu şekildedir;

Mevcut Durum:

- Genel Cerrahi Bölümü Yoğun Bakım Ünitesinde toplam 10 hemşire bulunmaktadır.
- Hemşireler gece ve gündüz olmak üzere iki vardiya şeklinde çalışmaktadırlar.
- Gündüz vardiyası 08.00–16.00, gece vardiyası ise 16.00–08.00 saatleri arasındadır.

- İki vardiyanın çalışma saatleri arasında 6 saat fark bulunmaktadır.
- Hemşirelerin gece ve gündüz vardiyalarına en az atanmaları gereken gün sayısı belirsizdir.
- Yoğun bakım ünitesinin yoğun olduğu dönemlerde izinler iptal edilerek hemşire takviyesi yapılmaktadır.
- Yoğun bakım ünitesinin yoğun olduğu dönemlerde hemşirelerin gün içindeki çalışma saatleri artırılarak talep karşılanmaya çalışılmaktadır.
- Hemşireler ardışık olarak birden fazla gece vardiyasına atanırlarsa, ardışık gece vardiyası bitiminden sonraki ilk gün mutlaka tatil verilir.
- Hemşirenin haftalık izin günü sayısı belirsizdir.
- Hemşire bir hafta boyunca hiç izin kullanmadan çalışmak durumunda kalabilir.
- Hemşire, diğer hemşirelerle anlaşarak izinlerini ayın sonunda toplu halde kullanabilir.
- Hemşirelerin resmi öğle ve akşam yemeği ile dinlenme saati bulunmamaktadır.
- Aralarında anlaşarak yoğun bakım ünitesinin o anki durumuna göre nöbetleşerek öğle ve akşam yemeğine çıkarlar.

Bu çalışmada, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesinde el yordamı ile yapılan hemşire çizelgelemesinin, bilimsel yöntemler kullanarak gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla Genel Cerrahi Servisi Yoğun Bakım Ünitesinde bulunan hemşirelerin çizelgenmesi için saf 0/1 doğrusal programlama modeli kurulmuştur. Her saat diliminde ihtiyaç duyulan hemşire sayısı Tablo 9' da verilmiştir.

Tablo 9: Her Saat Dilimde İhtiyaç Duyulan Hemşire Sayısı

Saat Dilimleri	GÜNLER						
	1	2	3	4	5	6	7
1	3	1	2	1	2	1	1
2	2	2	3	2	1	1	1
3	3	3	3	3	1	2	1
b1	2	3	3	3	3	3	1
10	2	2	2	2	1	1	2
11	2	2	2	2	2	1	2
12	1	1	1	2	2	1	1
13	1	1	1	1	1	2	1
14	1	2	1	1	1	1	1
15	1	3	2	2	1	3	2
b2	3	2	3	2	2	2	3
22	2	1	1	2	2	1	1
23	2	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1	1

Örnek uygulamada olduğu gibi model, gece ve gündüz vardiyası olmak üzere iki bloğa ayrılmıştır. Gündüz vardiyası için ilk üç saatlik dilim, işe başlama

esnekliği sağladığından 4. saat diliminden başlayarak 10. saat dilimi arası ilk blok (b1) olarak tanımlanmıştır. Gece vardiyası için 13,14 ve 15. saat dilimleri işe başlama esnekliği sağladığından, 16. saat diliminden 22. saat dilimine kadar olan ara ise ikinci blok (b2) olarak tanımlanmıştır.

Çizelgelenecek hemşire sayısı $i = 1, \dots, 10$ ve çizelgelenecek gün sayısı $j = 1, \dots, 7$ olan uygulama problemi için geliştirilen modelin kısıtları ve amaç fonksiyonu yazılmıştır. Yoğun Bakım Ünitesinde bulunan 10 hemşirenin bir haftalık çizelgelemesinin yapıldığı uygulama problemi için 2652 sınır ve 840 değişkenli büyük ölçekli saf 0-1 Programlama Modeli LINDO paket programı kullanılarak çözülmüştür.

ÇÖZÜM SONUÇLARININ YORUMLANMASI

Hemşirelerin atandıkları günler ve gün içindeki saat dilimleri şu şekildedir; Hemşire 1, bir haftalık çizelgeleme boyunca üç gündüz ve üç gece vardiyasına atanmıştır. Üç günlük gece vardiyasından sonra bir gün izinli sayılmıştır. 1. hemşire, birinci gün 07.00'de, ikinci gün 21.00'de, üçüncü gün 19.00'da, dördüncü gün 19.00' da, altıncı gün 08.00'da ve yedinci gün 08.00'de işe başlamıştır. Hemşire 2, bir haftalık çizelgeleme boyunca üç gündüz ve üç gece vardiyasına atanmıştır. Üç günlük gece vardiyasından sonra bir gün izinli sayılmıştır. 2. hemşire, birinci gün 20.00'de, ikinci gün 19.00'da, dördüncü gün 08.00' de, beşinci gün 07.00'de, altıncı gün 09.00'da ve yedinci gün 20.00'de işe başlamıştır. Hemşire 3, bir haftalık çizelgeleme boyunca üç gündüz ve üç gece vardiyasına atanmıştır. Üç günlük gece vardiyasından sonra bir gün izinli sayılmıştır. 3. hemşire, birinci gün 07.00'de, ikinci gün 20.00'de, üçüncü gün 20.00'de, dördüncü gün 21.00' de, altıncı gün 07.00'de ve yedinci gün 08.00'de işe başlamıştır. Hemşire 4, bir haftalık çizelgeleme boyunca üç gündüz ve üç gece vardiyasına atanmıştır. Üç günlük gece vardiyasından sonra bir gün izinli sayılmıştır. 4. hemşire, birinci gün 19.00'da, üçüncü gün 09.00'da, dördüncü gün 09.00'da, beşinci gün 08.00'de, altıncı gün 21.00'de ve yedinci gün 19.00'da işe başlamıştır. Hemşire 5, bir haftalık çizelgeleme boyunca üç gündüz ve üç gece vardiyasına atanmıştır. Üç günlük gece vardiyasından sonra bir gün izinli sayılmıştır. 5. Hemşire ikinci gün 07.00'de, üçüncü gün 08.00'de, dördüncü gün 07.00' de, beşinci 21.00'de altıncı gün 20.00'de ve yedinci gün 20.00'de işe başlamıştır. Hemşire 6, bir haftalık çizelgeleme boyunca üç gündüz ve üç gece vardiyasına atanmıştır. Üç günlük gece vardiyasından sonra bir gün izinli sayılmıştır. 6. hemşire, birinci gün 08.00'de, ikinci gün 08.00'de, üçüncü gün 21.00'de, dördüncü gün 20.00' de, beşinci gün 19.00'de Hemşire, bir hafta boyunca hiç izin kullanmadan a ve yedinci gün 08.00'de işe başlamıştır. Hemşire 7, bir haftalık çizelgeleme boyunca dört gündüz ve iki gece vardiyasına atanmıştır. İki günlük gece vardiyasından sonra bir gün izinli sayılmıştır. 7. hemşire, birinci gün 07.00'de, ikinci gün 09.00'da, üçüncü gün 07.00'de, dördüncü gün 09.00'da, beşinci gün 20.00'de ve altıncı gün 19.00'da işe başlamıştır. Hemşire 8, bir haftalık

çizelgeleme boyunca dört gündüz ve iki gece vardiyasına atanmıştır. İki günlük gece vardiyasından sonra bir gün izinli sayılmıştır. 8. hemşire, birinci gün 07.00'de, ikinci gün 19.00'da, üçüncü gün 21.00'de, beşinci gün 08.00'de, altıncı gün 09.00'da ve yedinci gün 07.00'de işe başlamıştır. Hemşire 9, bir haftalık çizelgeleme boyunca üç gündüz ve üç gece vardiyasına atanmıştır. Üç günlük gece vardiyasından sonra bir gün izinli sayılmıştır. 9. hemşire, birinci gün 21.00'de, üçüncü gün 09.00'da, dördüncü gün 09.00'da, beşinci gün 09.00'da, altıncı gün 21.00'de ve yedinci gün 21.00'de işe başlamıştır. Hemşire 10, bir haftalık çizelgeleme boyunca üç gündüz ve üç gece vardiyasına atanmıştır. Üç günlük gece vardiyasından sonra bir gün izinli sayılmıştır. 10. Hemşire birinci gün 09.00'da, ikinci gün 09.00'da, üçüncü gün 07.00'de, dördüncü gün 19.00'da, beşinci gün 20.00'de ve altıncı gün 19.00'da işe başlamıştır.

Elde edilen çözümler neticesinde, hemşirelerin bir haftalık çizelgeleme boyunca atandıkları gündüz, gece vardiyaları ile tatil günleri Tablo 10'da özetlenmektedir.

Tablo 10: Hemşirelerin Atandığı Gündüz ve Gece Vardiyaları

Hemşireler	Günler						
	1	2	3	4	5	6	7
H1	Gündüz	Gece	Gece	Gece	Tatil	Gündüz	Gündüz
H2	Gece	Gece	Tatil	Gündüz	Gündüz	Gündüz	Gece
H3	Gündüz	Gece	Gece	Gece	Tatil	Gündüz	Gündüz
H4	Gece	Tatil	Gündüz	Gündüz	Gündüz	Gece	Gece
H5	Tatil	Gündüz	Gündüz	Gündüz	Gece	Gece	Gece
H6	Gündüz	Gündüz	Gece	Gece	Gece	Tatil	Gündüz
H7	Gündüz	Gündüz	Gündüz	Gündüz	Gece	Gece	Tatil
H8	Gündüz	Gece	Gece	Tatil	Gündüz	Gündüz	Gündüz
H9	Gece	Tatil	Gündüz	Gündüz	Gündüz	Gece	Gece
H10	Gündüz	Gündüz	Gündüz	Gece	Gece	Gece	Tatil

Tablo 10'a bakıldığında, hemşireler, bir haftalık çizelgelemenin 6 günü iş başı yapmış ve 1 gün tatil kullanmışlardır. Tatil günü hemşirelerin atandıkları gece vardiyasından sonra hemşirelere verilmiştir. Hemşireler en fazla 3 gece vardiyasına atanmışlardır. Modelin, hastanedeki gerçek uygulamaya göre en büyük avantajı; gündüz ve gece vardiyalarının uzunluğunun eşit olmasıdır. Çözüm sonuçlarına bakıldığında, 10 hemşireden 8'inin, 3 gündüz ve 3 gece vardiyasına eşit olarak atandığı görülmektedir. Bütün hemşirelerin tercih puanlarının toplam değeri en iyi şartlar altında en çok 600 olabilir. Modelin amaç fonksiyonu değerine bakıldığında hemşirelerin verdikleri tercih puanları toplamı 598 çıkmıştır. Model sadece 2 hemşireyi kendi tercihleri doğrultusunda 10 puan verdikleri başlama saatleri yerine, 2. sırada tercih ettikleri başlama saatlerine atamıştır. Sonuçlara bakıldığında, geliştirilen model %99,6 oranında hemşire tercihlerini yerine getirdiği görülmektedir.

SONUÇ

Hizmet sektöründe önemli bir yere sahip olan hastanelerde sunulan hizmetin kalitesini yükseltmek için öncelikle hemşirelerin daha rahat, adil ve esnek bir çalışma takvimine sahip olmaları gerekir.

Bu çalışmada geleneksel hemşire çizelgelemesinden farklı olarak, hemşirelerin işe başlama saatlerine esneklik getiren Saf 0-1 Programlama modeli geliştirilmiştir.

Modelin amacı, çizelgeleme dönemi boyunca hemşirelerin istekleri doğrultusunda görev yapacakları günlerin, vardiyaların ve tatil günlerinin belirlenmesidir.

Modelin en önemli özellikleri, hemşirelerin çalışma saatleri ile ilgili kendi yaptıkları tercihlerini maksimize ederken aynı zamanda da hemşire talebini karşılama ve sabit günlük çalışma saati içinde çekirdek süreyi korumasıdır. Modelin bir başka özelliği de, hemşirelerin ağır çalışma koşullarını dikkate alarak en fazla ardışık olarak üç gece vardiyasında çalışmalarına izin vermesi, gece vardiyasının ardından mutlaka ertesi günü tatil olmasıdır. Gece vardiyalarının ardından verilen tatil günlerinde Pazar gününün hemşireler arasında eşit olarak dağıtılmaması modelin zaafi olarak yorumlanabilir.

Oluşturulan model, bir üniversite hastanesinin Genel Cerrahi Bölümünde uygulanmıştır. Modelin yukarıda bahsedilen bütün özelliklerinin eksiksiz çalıştığı gözlenmiştir. Çözüm sonuçlarına bakıldığında, 10 hemşireden 8'inin, 3 gündüz ve 3 gece vardiyasına eşit olarak atandığı görülmektedir. Modelin, %99,6 oranında hemşire tercihlerini yerine getirdiği görülmektedir.

Birçok hastanede Başhekimlik tarafından el yordamı ile yapılan vardiya planı ne yazık ki o bölümde çalışan hemşireler için eşit şartlarda mesai çizelgelemesi sağlayamamaktadır. Geliştirdiğimiz matematiksel model hem hastane yönetiminin taleplerini hem de hemşirelerin talepleri dikkate alınarak, herkese eşit şartlarda mesai koşullarının uygulanmasına imkân vermektedir. İsteddiği çizelgelemede çalışan hemşirelerin performansları ile zoraki bir yaptırımla hazırlanan çizelgelemede çalışan hemşirelerin performanslarını kıyaslamak söz konusu bile değildir.

KAYNAKÇA

Aickelin, U. ve White, P. (2004). Building better nurse scheduling algorithms. *Annals of Operation Research*, 128 (1-4): 159-177.

Aykin, T. (2000). A comparative evaluation of modeling approaches to the labor shift scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, 125 (2): 381-397.

Aykin, T. (1996). Optimal shift scheduling with multiple break windows. *Management Science*, 42 (4): 591-602.

Azaiez, M. N. ve Sharif, S. S. (2005). A 0-1 goal programming model for nurse scheduling. *Computers & Operations Research*, 32 (3): 491-507.

Bailey, J. (1985). Integrated days off and shift personnel scheduling. *Computers and Industrial Engineering*, 9 (4): 395-404.

Baker, K. R., Burns, R. N. ve Carter, M. W. (1980). Staff scheduling with day-off and workstretch constraints. *AIIE Transaction*. 11 (4): 286-292.

Baker, K. R. (1985). Workforce allocation in cyclical scheduling problems: A survey. *Operation Research*, 5 (3): 327-337.

Baker, K. (1974). Scheduling a full time workforce to meet cyclic staffing requirements. *Management Science*, 20 (12): 1561-1569.

Bechtold, S. E ve Jacobs, L. W. (1990). Implicit modeling of flexible break assignments in optimal shift scheduling. *Management Science*, 36 (11): 1339-1351.

Brownell, W. S. ve Lowerre, J. M. (1976). Scheduling of workforces required in continuous operations under alternate labour policies. *Management Science*, 22 (5): 597-605.

Brunner, J. O, Bard, J. F. ve Kolisch, R. (2010). Midterm scheduling of physicians with flexible shifts using branch and price. *IIE Transactions*, 43 (2), 84-109.

Brusco, M. J. ve Jacobs. L. W. (1993). A simulated annealing approach to the cyclic staff scheduling problem. *Naval Research of Logistics*, 40 (1): 69-84.

Burke, E. K, De-Causmaecker, P., Vanden, B. G. ve Van, L. H. (2004). The state of the art of nurse rostering. *Journal of Scheduling*, 7 (6): 441-449.

Burns, R. N. (1978). Manpower scheduling with variable demands and alternate weekends off. *Inform*s, 16 (2): 101-112.

Burns, R. N. ve Carter, M. W. (1985). Work force size and single shift schedules with variable demands. *Management Science*, 31 (5): 599-607.

Carter, M. W. ve Lapierre, S. D. (2001). Scheduling emergency room physicians. *Health Care Management Science*, 4 (4): 347-360.

Easton, F. F. (2011). Cross-training performance in flexible labor scheduling environments, *IIE Transactions*, 43 (8): 589-603.

Ferland, J. A., Berrada, I. ve Imene, N. (2001). Generalized assignment type goal programming problem: application to nurse scheduling. *Journal of Heuristics*, 7 (4): 391-413.

Gaballa, A. ve Pearce, W. (1979). Telephone sales manpower planning at qantas. *Interfaces*, 9 (3): 1-9.

Howell, J. P. (1966). Cyclical scheduling of nursing personnel. *Hospital J.A.H.A.*, 40 (2): 77-85.

Ikegami, A. N. (2003). A sub-problem centric model and approach to the nurse scheduling problem. *Mathematical Programming Series B*, 97: 517-541.

Jlassi, J., Chabchoub, H. ve El-Mhamedi, A. (2011). "A Combined AHP-GP Model for Nurse Scheduling" 4 th International Conference on Logistics, May 31-June3, Hammamet.

Maier-Rothe, C. ve Wolfe, H. B. (1973). Cycle scheduling and allocation of nursing staff. *Socio-Economic Planning Sciences*, 7 (5): 471-487.

Meglino, B. M. (1979). A methodology for nurse staffing. *ABI/INFORM Global*, 21 (3): 82-93.

Miller, H. E., Pierskalla, W. P. ve Rath, G. J. (1976). Nurse scheduling using mathematical programming. *Operations Research*, 24 (5): 857-870.

Morrish, A. R. ve O'Connor, A. R. (1970). Cyclic scheduling. *The Journal of Nursing Administration*, 1 (5): 49-54.

Özkarahan, İ. ve Bailey, J. E. (1988). Goal programming model subsystem of a flexible nurse scheduling support system. *IIE Transactions*, 20 (3): 306-316.

Rothstein, M. (1973). Hospital manpower shift scheduling by mathematical programming. *Health Service Research of Journal*, 8 (1): 60-66.

Seçkiner, S. U. ve Kurt, M. (2005). Bütünleşik tur-rotasyon çizelgeleme yaklaşımı ile işyükü minimizasyonu. *Journal Faculty of Engineering of Architech of Gazi University*, 20 (2): 161-169.

Sowalter, M. J. ve Mabert, V. A. (1988). An evaluation of a full/part time tour scheduling methodology. *International Operation and Production Management*, 8 (7): 54-71.

Taylor, P. E. ve Huxley, J. (1989). A break from tradition for the sanfrancisco police: patrol officer scheduling using an optimization based decision support system. *Interfaces*, 19 (1): 4-24.

Thompson, G. M. (1996). Optimal scheduling of shifts and breaks using employees having limited time availability. *International Journal of Service Industry Management*, 7 (1): 56-73.

Thompson, G. M. (1990). Shift scheduling in services when employees have limited availability: an l.p. approach. *Journal of Operation Management*, 9 (3): 352-370.

Topaloğlu, Ş. ve Özkarahan, İ. (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.

Tsai, C. C. ve Li, S. H. A. (2009). A two stage modeling with genetic algorithms for the nurse scheduling problem. *Expert Systems with Applications*, 36 (5): 9506-9512.

Valouxis, C. ve Housos, E. (2000). Hybrid optimization techniques for the work shift and rest assignment of nursing personnel. *Artificial Intelligence*, 20 (2): 155-175.

Warner, D. M. (1976). Scheduling nursing personnel according to nursing preference: A mathematical programming approach. *Operations. Research*, 24 (5): 842-856.

Wolfe, H. ve Young, J. P. (1965). Staffing the nursing unit: Part II. *Nursing Research*, 4 (14): 299-303.