

HEMŞİRE GÖREVLENDİRME VE ÇİZELGELEME SORUNUNA BİR MODEL ÖNERİSİ

Doç.Dr.İbrahim GÜNGÖR*

ÖZET

Bu çalışmada; 7 gün 24 saat açık olan, günlük mesailerin 08.⁰⁰-16.⁰⁰ ve 16.⁰⁰-08.⁰⁰ saatleri arasında yapıldığı, tüm hemşirelerin kadrolu olduğu ve haftada 40 saat çalıştığı hastanelerdeki hemşire görevlendirme ve çizelgeleme sorunu ele alınmakta ve birden çok amaç içeren bu sorunun çözümü için bir tamsayılı doğrusal model önerilmektedir. Önerilen model iki aşamalıdır. Birinci aşamasında hemşirelik hizmetlerini yerine getirmesi için görevlendirilmesi gereken minimum hemşire sayısı ve bunların içinde en fazla kaç tanesinin öğrenci hemşire olabileceği belirlenir. İkinci aşamasında ise birinci aşamada görevlendirilen hemşirelerin 2 haftalık bir dönem için çalışma günleri, çalışma saatleri ve tatil günleri belirlenerek bir çalışma çizelgesi hazırlanır. Bir hastanede yapılan uygulama çalışmasıyla bulunan optimum çalışma çizelgesinin, hastane yönetimi tarafından yapılan çizelgeye göre daha az işgücü maliyeti gerektirdiği, hastane yönetimi ve hemşire isteklerini daha çok yerine getirerek hizmet kalitesini artırdığı görülmüştür.

In this study, an integer linear programming model for the optimal solution requiring multiple objectives has been developed for medical hospitals that are open 24 hours a day and 7 days a week, and have office hours from 08.00 A.M. to 4.00 P.M. and from 4.00 P.M. to 08.00 A.M., and employing full-time nurses 40 hours a week. Application of the model consists of two steps. At the first step, the model minimizes the number of nurses to satisfy required service level, and determines the maximum number of possible student-nurses out of these full-time nurses. At the second step, for a period of two weeks, the model determines work days, work hours and off days of the nurses that were staffed in the first stage of the model and a work schedule is done. Following an implementation of an optimum solution at a hospital, it is found that the optimum solution required less labor time while better satisfying the level of service required by the hospital administration and the needs of the nurses.

Görevlendirme, çizelgeleme, hemşire, tam sayılı programlama, işgücü planlaması

Staffing, scheduling, nurse, integer programming, workforce planning

* Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Öğretim Üyesi

GİRİŞ

Bilindiği gibi hemşireler, hastanelerde 7 gün 24 saat gereksinim duyulan ve hastaların bakım ve tedavisi ile ilgili işlerde çalışan sağlık personelleridir. Literatürde hemşire görevlendirme ve çizelgeleme problemleri genellikle, görevlendirme problemi ve çizelgeleme problemi olarak ayrı ayrı incelenmektedir (Venkataraman ve Brusco 1996). Hemşire görevlendirme işlemi ile; ele alınan dönemdeki günlerin iş yoğunluğu açısından homojen olan her bölümü için gerekli hemşire sayıları tahmin edilir ve bu dönemde tüm işlerin yapılabilmesi için görevlendirilmesi gereken çeşitli branşta minimum hemşire sayıları belirlenir. Çizelgeleme işlemi ile; görevlendirilen hemşirelerin çalışma saatleri ve tatil günleri belirlenerek bir çalışma çizelgesi hazırlanır.

Hemşire görevlendirme ve çizelgeleme problemleri konusunda bu güne kadar çok sayıda çalışma yapıldığı görülmektedir. 1950'lerin sonlarından itibaren yapılmaya başlayan bu konudaki çalışmaların 21.inci yüzyılda da devam etmesi olasıdır (Venkataraman ve Brusco 1996). Bu durumun; Yöneylem Araştırması alanındaki gelişmeler, gerçek hayatta çok farklı çalışma koşullarının bulunması ve farklı personel politikalarının uygulanmasından kaynaklandığı söylenebilir. Yapılan çalışmalar üç grupta toplanabilir: i. hemşire görevlendirme ile ilgili çalışmalar [(Brusco ve Showalter 1993), (Kao ve Queyranne 1985), (Trivedi 1981)]; ii. hemşire çizelgeleme ile ilgili çalışmalar [(Easton ve diğerleri 1992), (Rosenbloom ve Goertzen 1987), (Musa ve Saxena 1984), (Arthur ve Ravindran 1981), (Miller ve diğerleri 1976), (Warner 1976)]; iii. Hemşire görevlendirme ve çizelgeleme sorunlarını bir arada ele alan çalışmalar [(Venkataraman ve Brusco 1996), (Siferd ve Benton 1992), (Franz ve diğerleri 1989), (Özkarahan ve Bailey 1988)]. İki durumu birlikte inceleyen çalışma sayısının fazla olmadığı görülmektedir. Yapılan çalışmaların çoğunluğu çizelgeleme sorununun çözümüne yöneliktir. Bu konuda geniş bir literatür taraması Venkataraman ve Brusco (1996) tarafından yapılmıştır.

Bu çalışmalarda önerilen modellerin tamamında, her çalışmada dikkate alınan kısıtlara ve diğer koşullara bağlı olarak belirlenmiş olan olası çalışma çizelgelerinde çalışacak hemşire sayılarını temsil eden değişkenler kullanılmaktadır. Belirlenen olası çalışma çizelgelerinin sayıları, uygulaması yapılan veya varsayılan işyerinin özelliklerine ve görevlendirilecek hemşirelerin çalışma şekline (tam süreli, kısmi süreli, ilgili şirketlerden geçici kiralama vs) göre farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmalar içinde birbirlerinden önemli farklılıklar gösteren bazıları aşağıdaki gibidir:

Musa ve Saxena'nın yaptıkları çalışmada; tam süreli ve kısmi süreli çalışma durumunun olduğu, her hemşire ile yapılan anlaşmada belirtilen süre kadar çalışması gerektiği, günün her saati için gerekli hemşire sayısının iki ayrı rakam (zorunlu sayı ve hastalara gerekli özenin tam olarak gösterilebilmesi için gerekli sayı) olarak dikkate alındığı, tam süreli hemşirelerin bir haftada iki tam gün izinli olması ve iki haftalık süre içinde

en az bir hafta sonu izinli olması, üç veya daha fazla tam gün izinli olmaması şeklindeki kısıt ve amaçların yer aldığı bir hastanede iki haftalık süreyi kapsayan hemşire çizelgeleme probleminin tamsayılı hedef programlama modeli kurulmuştur. Modelde 154 karar değişkeni ve 120 kısıt kullanılmıştır. Rosenbloom ve Goertzen'in yaptıkları çalışmada; tüm hemşirelerin tam süre ve günde 8 saat çalıştığı, iki haftalık süre içinde toplam 10 gün çalıştığı ve ardışık en fazla 6 gün en az 3 gün çalıştığı, ardışık çalışma günleri sonunda en az bir gün tatil yaptığı, hafta sonu iki günün ikisinde de ya çalıştığı ya tatil yaptığı, bir gün için gerekli hemşire sayısının günün her saati için de aynı olduğu şeklindeki koşulların dikkate alındığı ve her gün için ortaya çıkacak ihtiyaç fazlası hemşire sayısının eşit olacak şekilde minimize eden bir amacın olduğu bir tamsayılı doğrusal model önerilmektedir. Modelde 15 değişken ve 21 kısıt yer almaktadır. Özkarahan ve Bailey'in yaptıkları çalışmada; diğer çalışmalardan farklı olarak hemşire gereksiniminin günün her saati için farklı olduğu ve hafta içi günlerle hafta sonu günlerin de farklı olduğu, hemşirelerin günde 6, 8 veya 10 saat çalışmaları, görevlendirilebilecek hemşire sayısının sabit olduğu şeklindeki kısıtlar altında gerekli hemşire sayılarından sapmaların minimize edildiği şeklindeki birinci öncelikli amacın yanında mevcut hemşire sayısı ve kullanılan vardiya sayısına ilişkin ikinci derece öncelikli amaçların yer aldığı bir tam sayılı hedef programlama modeli önerilmiştir. Amaçların öncelik seviyelerinin belirlenmesine geniş yer verilmiştir. Modelde 210 değişken ve 92 kısıt yer almaktadır. Franz ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada; belli bir bölgede dağınık halde bulunan ve tek merkezden yönetilen çok sayıdaki klinikte görevlendirilecek sabit durumdaki ve gezici durumdaki sağlık personelinin belirlenmesi problemi için bir tamsayılı hedef programlama modeli önerilmiş ve modelin uygulaması, aile planlaması klinikleri için yapılmıştır. Bu problem, hastahanelerde hemşire görevlendirme problemlerinde farklı bir yapı oluşturmaktadır. Venkataraman ve Brusco'nun yaptıkları çalışmada; yapılacak planlamanın 4 haftalık bir süreyi kapsadığı, tam süreli ve kısmi süreli çalışan hemşirelerin görevlendirilebildiği ve gerektiğinde kiralık hemşire veren firmalardan geçici olarak hemşire görevlendirilebildiği, tam süreli hemşirelere belli ölçüde fazla mesai yaptırılabilirdiği şeklindeki olanakların ve kısıtların bulunduğu ABD'de bulunan bazı özel hastanelerdeki hemşire görevlendirme ve çizelgeleme problemi için iki aşamalı bir tamsayılı doğrusal model önerilmektedir. Birinci aşamada görevlendirme, ikinci aşamada çizelgeleme sorununa çözüm aranmaktadır. Modelde dikkate alınan amaç, işgücü maliyetinin minimize edilmesidir. Bu konuda yapılan diğer çalışmalarda ele alınan problemin ve önerilen modelin yapısı, bu çalışmalardan birine veya bir kaçına benzer nitelikler göstermektedir.

Bu araştırmada da hemşire görevlendirme ve çizelgeleme sorunları birlikte ele alınmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalardan farklı tarafı; ele alınan işyerinin 7 gün 24 saat açık olması ve hemşirelerin günlük çalışmasını ya 08.⁰⁰-16.⁰⁰ ya da 16.⁰⁰-08.⁰⁰ saatleri arasında yapması, tüm hemşirelerin kadrolu (tam süreli) olması ve haftada 40 saat çalışması, öğrenci hemşirelerin çalışmasına olanak verilmesi ve hemşirelerin izin günleri ile ilgili isteklerinin dikkate alınmasıdır. Bu durum Türkiye'deki hastanelerde çalışan

hemşirelerin çalışma koşullarından kaynaklanmaktadır. Bu çalışmanın önemi, Türkiye koşullarında çalışan hastanelerde hemşire görevlendirme ve çizelgeleme sorununa çözüm getirecek bir model önerilmesidir. Bu modelde yer alan kısıtlar ve amaçlar diğer çalışmalarda önerilen modellerden bazı farklılıklar içermekte ve model benzer koşulların bulunduğu tüm hastaneler için optimum çözümü verebilmektedir. Hemşire görevlendirme ve çizelgeleme sorunları tüm yönleri ile ele alındığında çok sayıda amaç içerdikleri görülmektedir. Bu çalışma ile geliştirilen model de çok sayıda amacı dikkate almakta ancak, benzer çalışmaların uyguladığı hedef-programlama yöntemi yerine bütün amaçları optimize eden bir tam sayılı doğrusal model kullanılmaktadır. Bu tercihin nedeni, belli büyüklükteki bir problemin hedef programlama modeli ile çözüm süresinin, doğrusal model ile çözüm süresinden genellikle daha fazla olmasıdır. Çünkü, hedef programlama modelinde her amaç için ilave amaç değişkenleri kullanılmakta ve modelin çözümünde amaçların öncelik sırasına göre her amaç için ilave çözüm işlemleri gerekmektedir.

Geliştirilen model iki aşamalıdır. Birinci aşamasında hemşirelik hizmetlerini yerine getirmesi için görevlendirilmesi gereken minimum hemşire sayısı ve bunların içinde en fazla kaç tanesinin öğrenci hemşire olabileceği belirlenir. İkinci aşamasında ise birinci aşamada görevlendirilen hemşirelerin 2 haftalık (veya daha fazla) bir dönem için çalışma günleri, çalışma saatleri ve tatil günleri belirlenerek bir çalışma çizelgesi hazırlanır.

1. GELİŞTİRİLEN MODEL

Çok sayıda hastanede yapılan ön görüşmelere göre, hemşire hizmeti gören kişilerin aşağıda belirtilen koşullara uygun şekilde çalışmaları gerekmektedir:

1. Hastanelerde hemşire hizmeti günün 24 saati devam eder
2. Bir hemşire haftada 40 saat çalışmalı
3. Günün ya 08.⁰⁰-16.⁰⁰ saatleri arasında ya da 16.⁰⁰-08.⁰⁰ saatleri arasında çalışmalı
4. Haftada en az bir kere ardışık 2 tam gün (bir tam gün 00.⁰⁰-24.⁰⁰ saatleri arasındaki süre) izin kullanılmalı
5. Haftada ardışık 72 saat veya daha fazla izin kullanmamalı
6. Bir hemşire aynı zamanda sağlıkla ilgili bir yüksek öğrenim kurumunda öğrenci (öğrenci hemşire) ise 4. ve 5. koşullara uymayabilir
7. Ardışık iki gün 16.⁰⁰-08.⁰⁰ saatleri arasında çalışmamalı
8. Ardışık olarak 16 saatten fazla çalışmamalı

9. Bir hemşire haftada ardışık 16 saat çalışmayı olabildiğince az yapmalı
10. Haftada 16.⁰⁰-08.⁰⁰ saatleri arasında iki sefer çalışan bir hemşire ardışık 72 saat izin kullanabilir.

Bu koşullardan ilk ikisi herkes tarafından bilinmektedir. Üçüncü koşul, hastanelerde genellikle hemşire taşıma hizmetinin yapılmaması ve bu insanların gece saat 12.⁰⁰ de başka araçlarla evlerine gidip gelmekten endişe etmeleri ve 16.⁰⁰-08.⁰⁰ saatleri arasında yerine getirilmesi gereken hemşirelik hizmetinin her saat için aynı olması nedeniyle dikkate alınmaktadır. Dördüncü koşul da bilinen bir durum olmakla birlikte, bir hemşire gece vardiyasında (16.⁰⁰-08.⁰⁰ saatleri arasında) çalışmış ise işi bıraktığı saati içeren günün gündüzünde uyuması gerektiği için o günün, ardışık iki gün haftalık tatil süresinin birinci günü olarak sayılamayacağına da dikkat etmek gerekmektedir. Beşinci koşul, ardışık 72 saat veya daha fazla izinli olan bir hemşirenin sık sık şehir dışına tatile çıkması olasılığının yüksek olması nedeniyle acil durumlarda arandığında evinde bulunamaması ve bu kadar uzun bir izinden sonra işine konsantrasyonunun az olacağı endişeleriyle dikkate alınmaktadır.

Altıncı koşul, Sağlık Bakanlığı tarafından bu konuyla ilgili olarak yayınlanan bir genelgenin gereğini yapmak için gerekmektedir. Buna göre, hastanelerde olabildiğince çok öğrenci hemşire (ÖH) çalıştırılması gerektiğinden bu hemşireler için 4. ve 5. koşulların göz ardı edilmesinin uygun olacağı söylenebilir. Çünkü hemşirelik işini öğrencilik ile birlikte yapmak zorunda olan bu hemşirelerin gerçek anlamda kendilerini iki tam gün (veya daha fazla) tatilde saymalarının olanağı görünmemektedir. Yedinci, sekizinci ve dokuzuncu koşullar hemşirelik hizmetinin kalitesini yüksek tutmak için gerekli görülmektedir. Onuncu koşul, diğer 9 koşul tarafından bir hemşirenin haftada iki sefer 16.⁰⁰-08.⁰⁰ saatleri arasında çalışması engellendiğinden, gerektiğinde bu çalışma şeklinin de uygulanabilmesi için gerekmektedir.

Yukarıda belirtilen 2. ve 3. koşullar dikkate alındığında uygulanabilecek haftalık çalışma çizelgesi (bir hemşirenin 40 saatlik çalışmasını haftanın hangi günlerinde ve hangi saatler arasında yapabileceğini gösteren çalışma planı) sayısı 413 iken, 10 koşulun hepsi birlikte dikkate alındığında bu sayı 43 olmaktadır. Tablo 1'de açık olarak verilen 43 alternatif çalışma çizelgesi bu amaçla yapılan bir bilgisayar programı yardımı ile ortaya konulmuştur.

Tablo 1'in ikinci sütununda alternatif çalışma çizelgelerinin numaraları; birinci, ikinci ve üçüncü satırlarında, bir haftalık süre içinde bulunan çalışma saatleri (vardiya saatleri) ve vardiya numaraları yer almaktadır. Tablo 1'in diğer kısımlarında, i. çalışma çizelgesine göre j. vardiya saatlerinde çalışılıyor ise $S_{ij}=1$ olacak şekilde çalışma çizelgelerinin açık hali görülmektedir.

08.⁰⁰-16.⁰⁰ saatleri arası çalışma zamanı “gündüz vardiyası” ve 16.⁰⁰-08.⁰⁰ saatleri arası çalışma zamanı “gece vardiyası” olarak isimlendirildiğinde, 413 ve 43 sayılarının bulunuşu şöyle açıklanabilir: 2. ve 3. koşullar dikkate alındığında uygulanabilecek haftalık çalışma çizelgeleri;

- a) Haftada 5 kez sadece gündüz vardiyasında çalışılması,
- b) Haftada 2 kez gece ve 1 kez gündüz vardiyasında çalışılması,
- c) Haftada 1 kez gece ve 3 kez gündüz vardiyasında çalışılması,

şeklinde üç grupta toplanabilir.

a) Haftada 5 kez sadece gündüz vardiyasında çalışılması: Bu grupta çalışan bir hemşire 08.⁰⁰-16.⁰⁰ saatleri arasında, 5 gün 8'er saat çalışarak 40 saatlik çalışma süresini tamamlamış olur. Bu düzendeki bir çalışma için alternatif çalışma çizelgesi sayısı ${}^7C_5=21$ olarak hesaplanmasına rağmen, 4.koşul dikkate alındığında bu sayı ${}^7C_1=7$ olmaktadır. Bu çalışma çizelgeleri Tablo 1'in "1. grup çalışma çizelgeleri" bölümünde görülmektedir.

b) Haftada 2 kez gece vardiyasında ve 1 kez gündüz vardiyasında çalışılması: Bu grupta çalışan bir hemşire iki kez 16.⁰⁰-08.⁰⁰ saatleri arasında ve bir kez 08.⁰⁰-16.⁰⁰ saatleri arasında çalışarak $16+16+8=40$ saatlik haftalık çalışma süresini tamamlamış olur. İki gece vardiyası için alternatif sayısı ${}^7C_2=21$ ve bir gündüz için ${}^7C_1=7$ olduğundan, iki gece bir gündüz şeklindeki çalışma çizelgesi sayısı $21 \times 7=147$ olmaktadır. 7. koşula uygun olmadığı gözlenen ${}^7C_1=7$ çizelge dışlandığında iki gece ile ilgili alternatif çalışma çizelgesi sayısı $21-7=14$ olmaktadır. 8. koşula göre, iki gece vardiyasının bir önündeki ve bir arkasındaki gündüz vardiyalarında çalışılmayacağı için kalan üç gündüz içinde bir gündüzün alternatif sayısı ${}^3C_1=3$ olacaktır. Böylece 2, 3, 7 ve 8. koşullar dikkate alındığında, iki gece bir gündüz şeklindeki çalışma çizelgesi sayısı $14 \times 3=42$ olur. Bu 42 çizelgeden 10. koşula uyan sadece 14 çizelge olduğu gözlenmiştir. Ancak, ÖH'lerin genellikle hafta sonu günlerin gündüz vardiyalarında ve hafta içi günlerin gece vardiyalarında çalışma olanağı olduğundan ve bu duruma sadece iki gece bir gündüz çalışma çizelgesi uygun geldiğinden, 4. ve 5. koşullara uymamasına rağmen Cumartesi ve Pazar günlerinden birinde gündüz vardiyası olan 8 çalışma çizelgesinin de dikkate alınması gerekir. Buna göre, 10 koşulun tamamına uygun gelen iki gece bir gündüz şeklindeki çalışma çizelgesi sayısı $14+8=22$ olmaktadır. Bu çalışma çizelgelerinin ilk 14 tanesi Tablo 1'in "2. grup çalışma çizelgeleri" bölümünde 16-29 numaralı çizelgeler, diğer 8 tanesi ise 8-15 numaralı çizelgeler olarak görülmektedir.

Tablo 1: İstenen koşullara uygun olan çalışma çizelgeleri

j \ i	Pazartesi		Salı		Çarşamba		Perşembe		Cuma		Cumartesi		Pazar	
	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08
1					1		1		1		1		1	
2	1						1		1		1		1	
3	1		1						1		1		1	
4	1		1		1						1		1	
5	1		1		1		1						1	
6	1		1		1		1		1					
7			1		1		1		1		1			
8		1				1					1			
9		1					1				1			
10		1						1					1	
11		1							1				1	
12				1				1					1	
13				1						1			1	
14					1						1			1
15							1				1			1
16		1				1							1	
17				1				1			1			
18					1					1			1	
19				1							1			1
20		1				1			1					
21		1			1							1		
22		1							1			1		
23	1			1				1						
24			1			1				1				
25	1							1				1		
26					1			1				1		
27				1				1						1
28			1							1				1
29							1			1				1
30		1			1		1						1	
31		1			1						1		1	
32	1			1			1		1					
33	1			1			1						1	
34			1			1			1		1			
35	1		1			1			1					
36					1			1			1		1	
37			1		1			1			1			
38	1						1			1			1	
39					1		1			1			1	
40	1		1						1			1		
41	1						1		1			1		
42			1		1						1			1
43			1						1		1			1

c) **Haftada 1 kez gece vardiyasında ve 3 kez gündüz vardiyasında çalışması:** Bu grupta çalışan bir hemşire bir kez 16.⁰⁰-08.⁰⁰ saatleri ve üç kez de 08.⁰⁰-16.⁰⁰ saatleri arasında çalışarak $16+8 \times 3=40$ saatlik çalışma süresini tamamlamış olur. Bir gece vardiyası için alternatif sayısı ${}^7C_1=7$ ve üç gündüz için alternatif sayısı ${}^7C_3=35$ olduğundan, bir gece üç gündüz şeklindeki çalışma çizelgesi sayısı $7 \times 35=245$ olmaktadır. 8. koşul gereği gece vardiyasının öncesi ve sonrası gündüz vardiyalarında çalışılmayacağından, kalan 5 gündüz içinde 3 gündüzün alternatif sayısı ${}^5C_3=10$ olmaktadır. Bu durumda alternatif çalışma çizelgesi sayısı $7 \times 10=70$ olur. Bu çizelgeler içinde 4. koşula uymadığı gözlenen 49 çizelge ve 5.

koşula uymadığı gözlenen 7 çizelge dışlandığında tüm koşullara uygun gelen iki gece bir gündüz şeklindeki çalışma çizelgelerinin sayısı $70-49-7=14$ kalmaktadır. Bu çalışma çizelgeleri de Tablo 1'in "3. grup çalışma çizelgeleri" bölümünde görülmektedir.

Buna göre, üç grupta 2. ve 3. koşullara uygun olan toplam çalışma çizelgesi sayısı $21+147+245 = 413$ iken, bütün koşullar dikkate alındığında bu sayı $7+22+14=43$ olmaktadır.

Bu çalışmada geliştirilen model, yukarıda açıklanan koşulların yanında aşağıdaki amaç ve kısıtları da dikkate almaktadır:

- Tablo 1'de verilen çalışma çizelgelerine uygun olacak şekilde bir çalışma çizelgesi hazırlamak,
- Gerekli hemşirelik hizmetini en az sayıda hemşire ile yerine getirmek,
- Gerekli olduğunda olabildiğince çok ÖH çalıştırmak,
- İki tam gün haftalık izni olmayan çalışma çizelgelerinde (8-15 numaralı çizelgeler) olabildiğince az ÖH çalıştırmak,
- Her bölümün sorumlu hemşiresini gündüz vardiyalarında çalıştırmak,
- Haftalık izin günleri ile ilgili hemşire isteklerini olabildiğince yerine getirmek,
- Bir haftada gece ve gündüz vardiyalarında çalıştıkları sürelerin dengesi açısından hemşireler arasında olabildiğince eşitlik sağlamak.

Bu amaç ve kısıtların tamamını dikkate alabilen iki aşamalı bir model geliştirilmiştir. Modelin birinci aşaması Tablo 2'de, ikinci aşaması ise Tablo 3'de verilmiştir.

Modelin birinci aşamasının optimum çözümü ile; bir haftalık süre içinde gerekli hemşirelik hizmetinin yerine getirilmesi için görevlendirilecek minimum hemşire sayısı, bu sayının içinde hafta içi günlerin gündüz vardiyasında çalışmayacak en fazla kaç kişinin olabileceği; yani kaç tane gündüz öğrenim gören öğrenci hemşire (GÜÖH) çalıştırılabileceği ve hafta içi günlerin gece vardiyasında çalışmayacak en fazla kaç kişinin olabileceği; yani kaç tane gece öğrenim gören öğrenci hemşire (GEÖH) çalıştırılabileceği belirlenir. Bu modelde 3 amaç bulunmaktadır. Bunlar öncelik sırasına göre; toplam hemşire sayısını minimize etmek, bu sayının içinde yer alabilecek GÜÖH sayısını ve GEÖH sayısını maksimize etmektir. GÜÖH'lere öncelik verilmesinin nedeni, Türkiye'deki fiili duruma göre ÖH'lerin büyük çoğunluğunun GÜÖH'lerden oluşmasıdır. Bu durumun, ÖH'lerin genellikle sağlıkla ilgili yüksek okulları tercih etmesi ve bu tür yüksek okulların büyük çoğunluğunda gece öğretiminin bulunmamasından kaynaklandığı söylenebilir.

Tablo 2: Geliştirilen modelin birinci aşaması değişken ve parametreler

enk	$Z_1 = \sum_{j=1}^7 10002 X_j + \sum_{j=8}^{19} 10001 X_j + \sum_{j=20}^{39} 10003 X_j + \sum_{j=40}^{43} 10002 X_j$
kısıtlar:	$\sum_j S_{ij} X_j \geq P_i \quad \forall j, i$
	$X_j \geq 0$ ve tamsayı $\forall j$
Değişken ve parametreler	
j	: Tablo 1'deki çalışma çizelgeleri endeksi (j=1...43)
i	: bir haftada bulunan vardiyaların endeksi (i = 1...14)
X _j	: j çalışma çizelgesinde çalışacak hemşire sayısı
S _{ij}	= 1, j çalışma çizelgesine göre haftanın i vardiyasında çalışılıyor ise
S _{ij}	= 0, aksi takdirde
P _i	: haftanın i vardiyasında çalışması gereken hemşire sayısı

Tablo 1'de görüldüğü gibi 8-19 numaralı çalışma çizelgeleri GÜÖH'ler için, 1-7 ve 40-43 numaralı çalışma çizelgeleri GEÖH'ler için uygun olmaktadır. Bu nedenle modelin birinci aşamasındaki amaç fonksiyonunda 8-19 numaralı değişkenlerin katsayılarına 100001 değeri, 1-7 ve 40-43 numaralı değişkenlerin katsayılarına 100002 değeri ve diğer değişkenlerin katsayılarına 100003 değeri verilmiştir. Amaç fonksiyonundaki değişkenlerin katsayılarına 100000 seviyelerinde büyük sayılar verilmesinin nedeni, amaçların öncelik seviyelerinin bir birine karışmamasını sağlamak içindir. Böylece, modelin optimum çözümü sonucunda bütün amaçların sırayla optimize edildiği bir çözüme ulaşılabilir. Optimum çözüm değerlerine göre,

$$H_1 = \sum_{j=8}^{19} X_j \quad \text{ve} \quad H_2 = \sum_{j=1}^7 X_j + \sum_{j=40}^{43} X_j \quad \text{hesaplanır.}$$

Modelin birinci aşamasının optimum çözümü ile o bölümde görevlendirilmesi gereken minimum hemşire sayısı (enk Z₁), bu sayının içinde yer alabilecek maksimum GÜÖH sayısı (H₁) ve GEÖH sayısı (H₂) bulunmuş olur. Bu rakamlar modelin ikinci aşamasında kullanılmaktadır.

Tablo 3: Geliştirilen modelin ikinci aşaması değişken ve parametreleri

enk	$Z_2 = \sum_{j=1}^7 2 X_j + \sum_{j=8}^{15} 1000000 X_j + \sum_{j=16}^{29} 3 X_j + \sum_{j=30}^{43} 1 X_j + \sum_{t=1}^7 1000 Y_t$	
kısıtlar:	$\sum_j X_j = \text{enk } Z_1$	$\forall j$ (1)
	$\sum_j S_{ij} X_j \geq P_i$	$\forall j, i$ (2)
	$\sum_k X_k \geq B_1$	$\forall k$ (3)
	$\sum_{j=1}^7 X_j + \sum_{j=40}^{43} X_j \geq B_2 + 1$	(4)
	$\sum_{j=1}^7 X_j \geq 1$	(5)
	$X_1 + X_{18} + X_{26} + X_{36} + X_{39} + Y_1 \geq D_1$ $X_2 + X_{25} + X_{29} + X_{38} + X_{41} + Y_2 \geq D_2$ $X_3 + X_{22} + X_{28} + X_{40} + X_{43} + Y_3 \geq D_3$ $X_4 + X_{19} + X_{21} + X_{31} + X_{42} + Y_4 \geq D_4$ $X_5 + X_{16} + X_{27} + X_{30} + X_{33} + Y_5 \geq D_5$ $X_6 + X_{20} + X_{23} + X_{32} + X_{35} + Y_6 \geq D_6$ $X_7 + X_{17} + X_{24} + X_{34} + X_{37} + Y_7 \geq D_7$	(6)
	$X_j \geq 0$ ve tamsayı	$\forall j$
	$Y_t \geq 0$	$\forall t$
Değişken ve parametreler		
j	: Tablo 1'deki çalışma çizelgeleri endeksi (j=1...43)	
i	: Bir haftada bulunan vardiyaların endeksi (i = 1...14)	
t	: Haftanın günleri endeksi (t=1...7)	
k	: Gündüz öğrenim gören öğrenci hemşirelerin çalışabilecekleri çizelgelerin endeksi (k=8...19)	
X _j	: J çalışma çizelgesinde çalışacak hemşire sayısı	
Y _t	: Haftalık izin günleri ile ilgili kısıtlara işlerlik kazandırmak için kullanılan değişkenler	
Enk Z ₁	: Modelin birinci aşamasında elde edilen optimum çözümün amaç değeri	
S _{ij}	= 1, j çalışma çizelgesine göre haftanın i vardiyasında çalışılıyor ise	
S _{ij}	= 0, aksi takdirde	
P _i	: Haftanın i vardiyasında çalışması gereken hemşire sayısı	
B ₁	: O bölümde çalışacak GÜÖH sayısı (B ₁ ≤ H ₁ olmalı)	
B ₂	: O bölümde çalışacak GEÖH sayısı (B ₂ +1 ≤ H ₂ olmalı)	
D _t	: Haftanın t ve t+1 günü (iki gün) izin kullanmak isteyen hemşire sayısı	

Modelin ikinci aşaması ile; birinci aşamada elde edilen enk Z₁, H₁ ve H₂ ile ilgili kısıtlar altında öncelik sırasına göre, iki tam gün haftalık izni olmayan veya 72 saatten fazla izin içeren çalışma çizelgelerinde olabildiğince az hemşire çalıştırılması, haftalık izin günleri ile ilgili hemşire isteklerinin

olabildiğince yerine getirilmesi, haftada ardışık 72 saat izin kullanmaya meydan veren çalışma çizelgelerine göre çalışan hemşire sayısının minimize edilmesi, bir haftada gece ve gündüz vardiyalarında çalıştıkları sürelerin dengesi açısından hemşireler arasında olabildiğince eşitlik sağlanması şeklindeki amaçların optimize edildiği bir çalışma çizelgesi araştırılır.

Tablo 1’de görüldüğü gibi 8-14 numaralı çalışma çizelgeleri haftada iki tam gün izin içermemekte ve 14 numaralı çizelge ise 72 saatten fazla izin içermektedir. Bu çizelgeler daha çok ÖH’ye çalışma olanağı sağlamak amacıyla konmuştu. Bu nedenle bu çalışma çizelgelerinde ancak zorunlu durumda ÖH çalışması, aksi durumda hiç hemşire çalışmamasını sağlamak için modelin ikinci aşamasındaki amaç fonksiyonunda X_j ($j=8...15$) değişkenlerinin katsayılarına büyük bir sayı (1000000) konulmuştur.

Modelin ikinci aşamasındaki bir numaralı kısıt ile Z_1 ’den daha fazla hemşire görevlendirilmemesi, iki numaralı kısıtlar ile haftanın i vardiyasında gerekli olan hemşire sayısına uyulması, üç numaralı kısıt ile o bölümde görevlendirilen GÜÖH’lerin dikkate alınması, dört numaralı kısıt ile o bölümde görevlendirilen GEÖH’lerin dikkate alınması sağlanmaktadır. Beş numaralı kısıt, o bölümdeki sorumlu hemşirenin sadece gündüz vardiyalarında çalışmasını sağlamak için konulmuştur. Bu kısıtla ilgili olan değişkenler dört numaralı kısıdı ilgilendiren değişkenlerin bir alt seti olduğundan, dört numaralı kısıdın sağ taraf sabitine beş numaralı kısıdın sağ taraf sabiti eklenmiştir. Altı numaralı kısıtlar ile, o bölümde görevlendirilen bütün hemşirelerin haftalık izin günleri ile ilgili isteklerinin olabildiğince sağlanması amaçlanmış ve bu nedenle bu kısıtlarda yer alan Y_i değişkenlerinin amaç fonksiyonundaki katsayılarına büyük bir sayı ($j=8...15$ indisli olanlara konan sayıdan daha küçük) konulmuştur.

Tablo 1’de görüldüğü gibi 16-29 numaralı çalışma çizelgeleri haftada ardışık 72 saat izin kullanma durumunu içermektedir. Bu tür çizelgelerde çalışan hemşire sayısını minimize etmek için, bu amaçtan daha az önemi olan amaçları ilgilendiren X_j ’lere göre, $j=16...29$ indisli X_j değişkenlerinin amaç fonksiyonu katsayılarına daha büyük bir sayı (3) konulmuştur.

Bir haftada gece ve gündüz vardiyalarında çalıştıkları sürelerin dengesi açısından hemşireler arasında olabildiğince eşitlik sağlanması şeklindeki son öncelik sıralı amacı optimize etmek için $j=30...43$ indisli X_j değişkenlerinin amaç fonksiyonu katsayılarına, diğerlerinden daha küçük bir değer (1) konulmuştur. Çünkü, bu değişkenlerin temsil ettikleri bir gece üç gündüz şeklindeki çalışma çizelgelerinde, gündüz ve gece vardiyalarında çalışılan süre arasındaki fark diğer tüm çalışma çizelgelerine göre daha azdır. Geriye kalan $j=1...7$ indisli X_j değişkenlerinin amaç fonksiyonu katsayılarına ise, bu son amaca daha az uygun olduklarından 2 değeri verilmiştir.

Bu model, hastanelerde yapılan işin özelliği açısından homojen olan (bir hemşirenin yaptığı işi diğer hemşirenin de yapabildiği) her bölüme ayrı

olarak uygulanması gerekir. Bir bölümle ilgili görevlendirme ve çizelgeleme işlemleri sonunda haftanın bazı vardiyalarında aşırı görevlendirme (o vardiyalarda gereğinden fazla hemşire çalışması) durumu ortaya çıkabilir. Çünkü; karar değişkenleri hemşire sayılarını temsil ettiğinden, model tamsayı sonuçlar verecek şekilde kurulmuştur. Bu nedenle, aşırı görevlendirme miktarının 40 saat/hafta 'dan az olması beklenir. Bir bölümde aşırı görevlendirmenin ortaya çıkması halinde, gereğinden fazla hemşirenin bulunduğu vardiyalarda çalışan bir hemşire, bu vardiyalarda çalışmak üzere kendisine branş olarak en yakın bir bölümde önceden görevlendirilir. O bölümle ilgili görevlendirme ve çizelgeleme işlemleri yapılırken, haftanın vardiyası için gerekli hemşire sayıları, önceden görevlendirilen hemşirenin çalışacağı vardiyalar dikkate alınarak yeniden hesaplanır. Böylece, tüm hastane için görevlendirme ve çizelgeleme işlemleri tamamlandığında, toplam aşırı görevlendirme miktarı 40 saat/hafta 'dan daha az bir seviyeye indirilebilir.

Geliştirilen modelin iki aşamalı olarak düzenlenmesinin en önemli nedeni, olabildiğince çok ÖH'ye çalışma olanağı verilmesini sağlamak içindir. Bu nedenle modelin birinci aşamasında, en fazla kaç tane ÖH çalıştırılabileceği belirlenir. Bunun yanında, görevlendirilmesi gereken minimum toplam hemşire sayısı da belirlenir. Böylece bir hastanede bulunan öğrenci hemşirelerin tamamı, hastanenin bölümlerine uygun şekilde dağıtılabilir ve çalıştırılabilecek ÖH sayısı maksimize edilebilir. Bir çok hastanede yapılan gözlemler sonucunda, hastanelerde çok sayıda ÖH bulunduğu ancak uygun bir çalışma çizelgesi hazırlanamadığından, ya birçok ÖH'ye okula devam etme olanağı verilmediği ya da bu hemşirelerden bir kısmı, gerekli olmayan gün ve saatlerde çalıştırılarak aşırı istihdama neden olduğu görülmüştür.

Olabildiğince çok ÖH çalıştırılması koşulu dikkate alınmazsa model tek aşamalı olarak düzenlenebilir. Bu durumda Tablo 1'deki 8-15 numaralı çizelgelerin dışlanması gerekir.

3. UYGULAMA

Bu çalışma ile geliştirilen model kamu kuruluşlarının ve özel girişimcilerin işlettiği tüm hastanelerde hemşire görevlendirme ve çizelgeleme sorunlarının çözümü için kullanılabilir. Ayrıca haftanın 7 günü 24 saat açık olan ve tüm işlerin 08.⁰⁰-16.⁰⁰ ile 16.⁰⁰-08.⁰⁰ saatleri arasında çalışan işçilerle yapılabildiği her işyerinde (postane, polis teşkilatı, üniversite güvenlik teşkilatı, belediyelerin çeşitli bölümleri, akaryakıt istasyonları, satış mağazaları, uygun özellikteki fabrikalar vs) ya aynen ya da küçük değişiklikler ile uygulama olanağı bulunabileceği de söylenebilir.

Modelin uygulaması Isparta Kadın Hastalıkları ve Doğum Hastanesinin "doğum odası" bölümünde yapılmıştır. Bu hastanede çalışmak

üzere Sağlık Bakanlığı tarafından atanmış çok sayıda ÖH bulunmaktadır. Bunların büyük çoğunluğu GÜÖH'lerden oluşmaktadır. Hastanenin bazı bölümlerinde (ameliyathane vb) bir kısım nedenlerden dolayı ÖH çalıştırılması uygun olmadığından, doğum odası bölümünde olabildiğince çok ÖH çalışması gerekmektedir. Doğum odası bölümünün hemşire ihtiyaçları Tablo 4'ün dördüncü satırında verilmiştir. Bu verilerin kullanılması ile Modelin Birinci Aşamasının optimum çözümü yapıldığında; $X_6=3$, $X_8=2$, $X_{12}=1$, $X_{13}=2$, $X_{15}=2$, $X_{21}=1$, $X_{24}=1$, $X_{41}=2$, $X_{42}=1$, diğer $X_j=0$, enk $Z_1=15$, $H_1=7$ ve $H_2=6$ bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, doğum odası bölümünde gerekli hemşirelik hizmetlerinin yapılabilmesi için 15 hemşirenin görevlendirilmesi gerekmektedir. Bu hemşirelerin en fazla 7 tanesi GÜÖH ve 6 tanesi GEÖH olabilir.

Tablo 4: Uygulama yapılan doğum odası bölümünden elde edilen veriler

Çalışma saatleri	Pazartesi		Salı		Çarşamba		Perşembe		Cuma		Cumartesi		Pazar	
	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08
Vardiya no: (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
P_i	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	3	3	3	3
D_i	2		0		0		2		1		9		1	

Modelin birinci aşamasının optimum sonuçları ve hastanede çalışan toplam ÖH sayısı dikkate alınarak, doğum odası bölümüne yedisi GÜÖH ($B_1=7$), ikisi GEÖH ($B_2=2$) ve altısı öğrenci olmayan normal hemşire (NH) olmak üzere toplam 15 hemşire görevlendirildi. Bu hemşirelere haftanın hangi günlerinde izin kullanmak istedikleri sorulduğunda alınan cevaplardan Tablo 4'ün son satırındaki (D_i) rakamları elde edilmiştir. D_i , haftanın t ve t+1 günleri izin kullanmak isteyenlerin sayısıdır.

Yukarıdaki şekilde elde edilen enk Z_1 , P_i , B_1 , B_2 ve D_i verileri kullanıldığında Modelin İkinci Aşamasının optimum çözüm sonuçları; $X_6=4$, $X_{15}=1$, $X_{16}=1$, $X_{17}=2$, $X_{18}=2$, $X_{19}=1$, $X_{21}=1$, $X_{22}=1$, $X_{28}=1$, $X_{41}=1$, diğer $X_j=0$, $Y_6=5$ ve diğer $Y_t=0$ olarak bulunmuştur. Amaç fonksiyonunun değerinin hiçbir anlamı olmadığından buraya yazılmamıştır. $Y_6=5$ olması, haftanın altıncı ve yedinci (Cumartesi ve Pazar) günleri izin kullanmak isteyen 9 hemşireden ($D_6=9$) beş tanesinin isteği yerine getirilememiş anlamına gelir. Sıfır olmayan X_j 'lerin değeri, j çizelgesine uygun olarak çalışması gereken hemşire sayısını ifade eder. Bu çözüm sonuçları dikkate alınarak, her bir hemşireye iki haftalık sürede uyması gereken çalışma çizelgesi atanır. Atama işlemi öncelik sırasına göre; sorumlu hemşirenin, GÜÖH'lerin, GEÖH'lerin ve NH'lerin isteklerine uygun olan çizelgeler söz konusu hemşirelerle ilgili satıra yazılarak yapılır. Atama işlemi sonucunda en fazla,

$$\text{enk } Z_1 - \sum_{t=1}^7 Y_t = 15 - 5 = 10$$

hemşirenin izin isteklerinin yerine getirilmesi olanağı vardır. Bu uygulamada 10 hemşirenin izin isteği yerine getirilebilmiştir. İzin istekleri yerine getirilemeyen 5 hemşireyi, ikinci iki haftalık çalışma çizelgesi hazırlanırken öncelikli olarak dikkate almak gerekir.

Modelin ikinci aşamasının optimum çözüm değerlerine uygun olarak 15 hemşire için belirlenen çalışma çizelgeleri Tablo 5’de verilmiştir. Bu tablodaki koyu renkli hücreler, o satırla ilgili hemşirenin izin isteklerinin yerine getirildiğini ve izin günlerinin koyu renkli hücrelerin kapsadığı günler olduğu anlamına gelmektedir.

Tablo 5’in son satırı ile Tablo 4’ün dördüncü satırı karşılaştırıldığında, Cuma ve Cumartesi günleri sabah vardiyalarında çalışan hemşire sayılarının, gerekli sayıdan bir fazla oldukları görülmektedir. Bu duruma neden olan bir veya birkaç hemşirenin (örneğin 13 nolu NH ve 15 nolu NH) bu vardiyalarda geçen süre içinde, kendisine en uygun bir bölümde görevlendirilmesi gerekir. Görevlendirildikleri bölümle ilgili görevlendirme ve çizelgeleme çalışması yapılırken bu hemşireler de dikkate alınmalıdır. Bu son düzenleme ile, doğum odası bölümünde aşırı görevlendirme durumu tamamen ortadan kaldırılmış olur.

Tablo 5: Doğum odası bölümünde görevlendirilen hemşirelerin çalışma çizelgesi

Görevli hemşireler	çizelge no:	Pazartesi		Salı		Çarşamba		Perşembe		Cuma		Cumartesi		Pazar	
		08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08
1 sorumlu	6	1		1		1		1		1					
2 nolu GÜÖH	15								1			1			1
3 nolu GÜÖH	16		1				1							1	
4 nolu GÜÖH	17				1				1			1			
5 nolu GÜÖH	17				1				1			1			
6 nolu GÜÖH	18						1				1			1	
7 nolu GÜÖH	18						1				1			1	
8 nolu GÜÖH	19				1							1			1
9 nolu GEÖH	28			1							1				1
10 nolu GEÖH	41	1						1		1			1		
11 nolu NH	6	1		1		1		1		1					
12 nolu NH	6	1		1		1		1		1					
13 nolu NH	6	1		1		1		1		1					
14 nolu NH	21		1			1							1		
15 nolu NH	22		1							1			1		
TOPLAM		5	3	5	3	5	3	5	3	6	3	4	3	3	3
Gerekli sayı		5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	3	3	3	3
Fazla sayı		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0

Tablo 6: Doğum odası bölümü için hastane yönetimi tarafından yapılan çalışma çizelgesi

görevli hemşireler	Pazartesi		Salı		Çarşamba		Perşembe		Cuma		Cumartesi		Pazar	
	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08	08-16	16-08
1 sorumlu	1		1		1		1		1					
2 nolu				1							1	1		
3 nolu				1							1	1		
4 nolu				1							1	1		
5 nolu						1							1	1
6 nolu						1							1	1
7 nolu						1							1	1
8 nolu		1							1				1	
9 nolu GEÖH	1		1		1		1		1					
10 nolu GEÖH	1		1		1		1		1					
11 nolu NH	1		1		1		1	1						
12 nolu NH	1		1		1		1	1						
13 nolu NH	1		1		1		1	1						
14 nolu NH		1							1				1	
15 nolu NH		1							1				1	
TOPLAM	6	3	6	3	6	3	6	3	3	3	3	3	6	3
Gerekli sayı	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	3	3	3	3
Fazla sıvı	1	0	1	0	1	0	1	0	-2	0	0	0	3	0

Doğum odası bölümü için hastane yönetimi tarafından yapılan ve uygulanmakta olan hemşire çalışma çizelgesi Tablo 6'da verilmiştir. Uygulanmakta olan çizelge (Tablo 6) ile bu çalışmada bulunan optimum çizelge (Tablo 5) karşılaştırıldığında, uygulanan çizelgede aşağıdaki olumsuzluklar görülmektedir:

- İki çizelgede de 15 hemşire çalışmakta ancak optimum çizelgede fazla mesai miktarı sıfır olmasına karşılık uygulanan çizelgede 11, 12 ve 13 nolu hemşireler haftada 8'er saat toplam 24 saat/hafta ve ayda (4 hafta) yaklaşık $(24) \times (4) = 96$ saat/ay fazla mesai yapmaktadırlar. Fazla mesai ücreti normal mesai ücretinin 1.5 katı olduğu dikkate alındığında, uygulanan çizelge optimum çizelgeye göre,

$$(24) \times (1.5) / (15) \times (40) = 0.06 = \% 6$$

oranında daha fazla işgücü maliyeti gerektirmektedir.

- Optimum çizelgede hemşire eksikliği sıfır iken, uygulanan çizelgede Cuma sabah vardiyasında 2 hemşire eksikliği vardır ve bu durumun hemşirelik hizmet kalitesini önemli ölçüde düşürdüğü söylenebilir.
- Optimum çizelgede ardışık 24 saat çalışan hemşire sayısı sıfır iken, uygulanan çizelgede dokuz hemşire (2, 3, 4, 5, 6, 7, 13, 14 ve 15 nolu hemşireler) vardır. Bu sayı toplam hemşire sayısının $9 / 15 = \% 60$ 'ı olmaktadır.
- Optimum çizelgede sadece Cuma ve Cumartesi günleri sabah vardiyalarında birer hemşire fazlalığı bulunurken, uygulanan çizelgede Pazartesi, Salı, Çarşamba ve Perşembe sabah

vardiyalarında birer, Pazar sabah vardiyasında üç hemşire fazlalığı vardır.

- Optimum çizelgeye göre 10 hemşirenin (1, 2, 3, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 14 nolu hemşireler) izin isteği yerine getirilirken, uygulanan çizelgede bu sayı yedi (1, 7, 9, 10, 11, 12 ve 13 nolu hemşireler) olmaktadır. Buna göre optimum plan hemşirelerin izin isteğini ,
 $(10 - 7) / 7 \cong 0.43 = 5.43$ oranında daha fazla sağlamaktadır.

Hastane yönetimine bu olumsuzlukların nedeni sorulduğunda; “çizelgeleme işleminin üçer kişiden oluşan hemşire gurupları dikkate alınarak yapılması ve ÖH’lerin haftada 40 saatlik mesailerini tamamlamak zorunda olmaları” şeklinde bir cevap alınmıştır.

Modelin çözümü için Pentium 166 MMX (166 MHz) kişisel bilgisayar ve LINDO paket programı (Demo LINDO/PC Release 6.01 1997) kullanılmıştır. Çözüm süresi, Modelin hem birinci aşamasında hem de ikinci aşamasında 0:00:00 saniye olarak gözlenmiştir. Bu problemin hedef programlama modeli olarak kurulup, aynı bilgisayarla ve aynı paket programla yapılan optimum işlemi için, daha fazla iterasyon gerektirdiğinden birinci aşamasında 0:00:03 saniye, ikinci aşamasında 0:00:05 saniye süre gerektiği gözlenmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Hemşire görevlendirme ve çizelgeleme sorunlarının çözümü konusunda bu güne kadar çok sayıda araştırma yapıldığı ve 21.inci yüzyılda da yapılmaya devam edileceği görülmektedir. Bu gelişmeye temel etkenlerin, gerçek hayatta çok farklı çalışma koşulları içeren hastanelerin bulunması, çok çeşitli çalışma şekillerinin ortaya çıkması, farklı personel politikalarının uygulanması ve bunlara paralel olarak farklı model ve çözüm algoritmalarının geliştirilmesi olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak Türkiye koşullarında çalışan hastaneler dikkate alınarak, 7 gün 24 saat açık olan, günlük mesailerin 08.⁰⁰-16.⁰⁰ ve 16.⁰⁰-08.⁰⁰ saatleri arasında yapıldığı, tüm hemşirelerin kadrolu olduğu ve haftada 40 saat çalıştığı ve olabildiğince çok öğrenci hemşirenin çalıştırıldığı hastanelerde, hemşirelerin haftalık izin günleri ile ilgili isteklerini de dikkate alan iki aşamalı bir model önerilmiştir. Bu modelde kullanılan değişken ve kısıt sayısının, diğer çalışmalara göre daha az olmasına özen gösterilmiştir. Modelde yer alan kısıtlar (uygulanmasına izin verilen çalışma çizelgeleri) ve amaçlar, işgücü maliyetinin minimize edilmesini ve hemşirelik hizmeti kalitesinin istenilen seviyede gerçekleşmesini sağlayacak şekilde belirlenmiştir. Modelde, öğrenci hemşire çalıştırmanın hizmet kalitesini düşürmemesi için ilave kısıt ve amaçlara yer verilmiştir.

Ele alınan sorun birden çok amaç içermesine rağmen önerilen model, amaç-programlama yöntemi kullanılmaksızın bütün amaçları optimize eden bir tam sayılı doğrusal modeldir. Bu tercihin nedeni, belli büyüklükteki bir problemin hedef programlama modeli ile çözüm süresinin, doğrusal model ile çözüm süresinden genellikle daha fazla olmasıdır. Çünkü, hedef programlama modelinde her amaç için ilave amaç değişkenleri ve kısıtları kullanılmakta ve modelin çözümünde amaçların öncelik sırasına göre her amaç için ilave çözüm işlemleri gerekmektedir. Uygulama probleminin doğrusal modelinin çözümünde, çözüm süresinin birinci ve ikinci aşama için 0:00:00 saniye iken, hedef programlama modelinin çözümünde, birinci aşama için 0:00:03 saniye, ikinci aşama için 0:00:05 saniye olduğu gözlenmiştir.

Bu model ile, benzer koşulların bulunduğu tüm hastanelerde hemşire görevlendirme ve çizelgeleme probleminin optimum çözümünün bulunabileceği, hipotetik olarak üretilen çok sayıda problemin çözümü yapılarak gözlenmiştir. Bu sonucun nedeni, modeldeki kısıtların ve amaçların matematiksel yapısının, optimum çözüm dışındaki hiçbir çözüm şekline veya çözümsüzlüğe yol açacak durumda olmamasıdır. Ayrıca haftanın 7 günü 24 saat açık olan ve tüm işlerin 08.⁰⁰-16.⁰⁰ ile 16.⁰⁰-08.⁰⁰ saatleri arasında çalışan işçilerle yapılabildiği benzer işyerlerindeki (postane, hapishane, polis teşkilatı, akaryakıt istasyonları vb) işçi görevlendirme ve çizelgeleme probleminin çözümü için aynen veya küçük değişiklikler yaparak bu modelin uygulama olanağı bulunabilir.

Rasgele seçilen bir hastanenin en çok hemşireye gereksinim duyulan bir bölümünde yapılan uygulama çalışmasıyla bulunan optimum çalışma çizelgesinin, hastane yönetimi tarafından yapılan çizelgeye göre % 6 oranında daha az işgücü maliyeti gerektirdiği görülmüştür. Ayrıca, optimum çizelgeyle hastane yönetiminin istekleri tam olarak ve hemşirelerin istekleri de önemli ölçüde yerine getirilirken, uygulanan çizelge bu konuda çok önemli ölçüde yetersiz kalmaktadır.

Bu çalışmada önerilen model kullanılarak ve Sağlık Bakanlığı ile işbirliği yapılarak Türkiye'deki tüm hastanelerde hemşire görevlendirme ve çizelgeleme planlaması yapılması halinde, hemşire işgücü maliyetlerinin çok önemli miktarlarda düşürülebileceği ve hizmet kalitesinin önemli ölçüde yükseltilebileceği görülmektedir. Çünkü, çok sayıda hastane yönetimi ve sağlık il müdürlükleri yetkilileri ile yapılan görüşmeler sonucunda, uygulanan hemşire görevlendirme ve çizelgeleme işlemlerinin optimizasyon amaçlı yapılmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca, kısmi süreli hemşire çalıştırma ile ilgili gerekli yasal düzenlemelerin yapılması ve modelin bu durumu dikkate alacak şekilde uyarlanması halinde, maliyetin daha da düşürülebileceği ve kalitenin daha da yükseltilebileceği söylenebilir. Olabildiğince çok ÖH çalıştırılması koşulu dikkate alınmazsa modeli tek aşamalı olarak düzenleme olanağı bulunabilir. Bu durumda Tablo 1'deki 8-15 numaralı çizelgelerin dışlanması gerekir.

KAYNAKÇA

1. Arthur, J.A. ve Ravindran, A., "A Multiple Objective Nurse Scheduling Model", *AIIE Transactions*, **13**, 55-60, (1981)
2. Brusco, M.J. ve Showalter, M.J., "Constrained Nurse Staffing Analysis", *Omega*, **21**, 175-186, (1993)
3. Easton, F.F., Rossin, D.F. ve Borders, W.S., "Analysis of Alternative Scheduling Policies For Hospital Nurses", *Production and Operations Management*, **1**, (1992)
4. Franz, L.S., Baker, H.M., Leong, G.K. ve Rakes T.R., "A Mathematical Model For Scheduling and Staffing Multiclinic Health Regions", *European Journal of Operational Research*, **41**, 277-289, (1989)
5. Kao, E.P.C. ve Queyranne, M., "Budgeting Costs of Nursing in a Hospital", *Management Science*, **31**, 608-621, (1985)
6. Miller, H.E., Pierskalla E.P. ve Rath G.J., "Nurse Scheduling Using Mathematical Programming", *Operations Research*, **24**, 857-870, (1976)
7. Musa, A.A. ve Saxena, U., "Scheduling Nurses Using Goal-Programming Techniques", *IIE Transactions*, **16**, 216-221, (1984)
8. Özkarahan, I.ve Bailey, J.E., "Goal Programming Model Subsystem of a Flexible Nurse Scheduling Support System", *IIE Transactions*, **20**, 306-316, (1988)
9. Rosenbloom, E.S. ve Goertzen, N.F., "Cyclic Nurse Scheduling", *European Journal of Operational Research*, **31**, 19-23, (1987)
10. Siferd, S.P ve Benton, W.C., "Workforce Staffing and Scheduling: Hospital Nursing Specific Models", *European Journal of Operational Research*, **60**, 233-246, (1992)
11. Trivedi, V.M., "A Mixed-Integer Programming Model For Nursing Budgeting", *Operations Research*, **29**, 1019-1034, (1981)
12. Venkataraman, R.ve Brusco, M.J., "An Integrated Analysis of Nurse Staffing and Scheduling Policies", *Omega*, **24**, 57-71, (1996)
13. Warner, D.M., "Scheduling Nursing Personnel According to Nursing Preference: A Mathematical Programming Approach", *Operations Research*, **24**, 842-856, (1976)