

ÖZEL KISITLI HEMŞİRE ÇİZELGELEME PROBLEMİ: HEDEF PROGRAMLAMA YAKLAŞIMI

Emre VARLI*

Büşra ERGİŞİ**

Tamer EREN***

ÖZ

Günümüzde birçok sağlık kuruluşu çalıştırdığı her bir personelin istek ve önerilerini dikkate alarak daha iyi bir çalışma ortamı sağlamak istemektedir. Bu istek ve önerileri sağlarken de verilen hizmetin aksatılmadan yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada da bir hastanede çalışan hemşirelerin özel izin istekleri dikkate alınarak aylık çalışma planlarının en iyi şekilde yapılması için bir hedef programlama modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen modelde hemşirelerin çalışma günleri mümkün olduğu kadar dengeli bir şekilde dağıtılmaya çalışılmıştır. Oluşturulan matematiksel model ILOG Cplex Optimization programı ile çözülmüştür.

Anahtar Kavramlar: Hemşire Çizelgeleme, Hedef Programlama, Optimizasyon.

NURSE SCHEDULING PROBLEM WITH SPECIAL CONSTRAINTS: GOAL PROGRAMMING APPROACH

ABSTRACT

Nowadays, many healthcare organizations want to provide a better working environment by taking into consideration the request and recommendation of each staff member. While providing this request and the recommendation, the service should be done without interruption. In this study, a goal programming model was developed to optimize the monthly work plans, taking into consideration the special permission requests of nurses working in a hospital. In the developed model, the working days of the nurses were tried to be distributed as balanced as possible. The generated mathematical model is solved with ILOG Cplex Optimization program.

Keywords: Nurse Scheduling, Goal Programming, Optimization.

* Yüksek Lisans Öğrencisi, Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü.

** Yüksek Lisans Öğrencisi, Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü.

*** Doç. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü.

Makalenin kabul tarihi: Nisan 2017.

GİRİŞ

Hizmet sektöründe önemli olan müşteri memnuniyetinin sağlanmasıdır. Müşteri memnuniyetinin sağlanması da işgücü gereksiniminin gerektiği gibi planlanması ve sağlanması ile mümkün olmaktadır. Sağlık sektörü de hasta ve hastane personeli arasındaki ilişki üzerine kuruludur. Hasta ihtiyaçlarının beklenen şekilde karşılanabilmesi için çalışma saatleri içinde her an gerekli uzmanlığa sahip ve yeterli miktarda personelin bulunması gerekmektedir.

Hastanelerde de sağlık personelinin gereken zamanda, gereken bölümde istenilen hizmeti verebilmesi gerekmektedir. Bu nedenle personelin ihtiyaçları karşılayacak şekilde atanması gerekmektedir.

Bu çalışmada bir hastanenin dahiliye ve endokrin bölümlerinde çalışan hemşirelerin aylık çalışma planlarını düzenlemek için bir model önerilmiştir. Modelde hemşirelerin özel izin istekleri dikkate alınarak hemşirelerin fiziksel ve zihinsel açıdan verimliliklerinin artırılması amaçlanmıştır. Hedef programlama yöntemi kullanılarak önerilen model çözülmüştür.

Çalışmanın birinci bölümünde hemşire çizelgeleme problemi hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümünde hedef programlama anlatılmış ve üçüncü bölümünde literatürde yer alan çalışmalar incelenmiştir. Dördüncü bölümde örnek problem verilerine yer verilmiş ve problem çözülmüştür. Çalışmanın son bölümünde ise, problem özetlenerek sonuçlar değerlendirilmiştir.

I. HEMŞİRE ÇİZELGELEME PROBLEMİ

Sağlık sektörü hizmet sektörünün içerisinde yer almaktadır. Sağlık sektörünün girdisinin insan olması ve insan hayatı için önemli bir yer teşkil etmesi nedeniyle bu sektörün hizmet sektörü içindeki önemi her geçen gün artmaktadır. Sağlık sektörünün de amacı diğer hizmet sektörleri gibi maliyetleri minimize etmek ve aynı zamanda memnuniyeti sağlamak ve verimliliği arttırmaktır. Bu nedenle çalışan personel dağılımının en iyi şekilde planlanması gerekmektedir. Sağlık sektöründe çalışan personel sayısının büyük bir kısmı hemşireler tarafından oluşmaktadır. Hemşire sayısının fazla olması maliyetleri arttırmakta az olması ise, memnuniyeti ve kaliteyi düşürmektedir. Personel dağılımındaki düzenlemelerin yapılabilmesi için çizelgeleme problemleri kullanılmaktadır. Personel çizelgeleme problemi içinde yer alan hemşire çizelgeleme de problemleri gece vardiyası, gündüz vardiyası, tatiller vb. kısıtlamaları dikkate alarak haftalık veya aylık olarak hemşirelerin vardiyalara nasıl atanması gerektiği ile ilgilidir.

Hemşirelerin çalışma şartları, sorumlulukları ve görevleri yasalar ve yönetmeliklerle belirlenmiştir. Yasalara göre hemşireler haftalık 45 saatlik çalışma süresini doldurmak zorundadır. Hemşireler için belirlenen bu süre 7 gün 24 saatlik zaman dilimi içerisinde hastane ihtiyaçlarına göre gece vardiyası, gündüz vardiyası gibi farklı zaman aralıklarında çalışarak gerçekleştirilir. Hemşirelerin vardiyalara atanma işlemi genellikle başhemşireler tarafından yapılmaktadır. Bu durumda hemşireler arasında adil olmayan dağılımlara neden olabilmektedir. Hastaneye gelen hastaların dağılımının belirsiz olması, hemşirelerin izin kullanıyor olması veya hasta olması gibi durumlarda hemşireler için çizelgeleme işle-

minin yapılmasını zorlaştırmaktadır. Çalışma şartlarının ağır olması ve adil olmayan vardiya dağılımları hemşireleri olumsuz olarak etkilemektedir. Hemşireler üzerinde oluşabilecek olumsuz etkileri ortadan kaldırmak ve hemşire memnuniyetini sağlamak için, çalışma saatlerinin hemşire isteklerinin de dikkate alınarak adil bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

Hemşire çizelgeleme problemleri için kısıtlar zorunlu ve esnek kısıtlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Zorunlu kısıtlamalar daha çok hastanenin personel talebi, personelin kıdemi gibi durumları, esnek kısıtlar ise daha çok personelin kişisel taleplerini içermektedir.

II. HEDEF PROGRAMLAMA

Hedef programlama yöntemi ilk olarak Charnes vd. tarafından 1955 yılında yaptıkları çalışma ile ortaya çıkmıştır. Hedef programlama da karar verici tarafından amaç fonksiyonunda belirlenen ağırlık ve öncelikler dikkate alınarak hedeflerden sapmanın minimize edilmesi amaçlanır. Yöntemde ilk olarak yüksek önceliğe veya ağırlığa sahip olan hedeflerin tam olarak sağlanmasına çalışılır.

Hedef programlama matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir (Charnes, Cooper, 1977: 8):

$$\begin{aligned} \text{Min } Z &= \sum_{i=1}^t d_i^+ + d_i^- \\ \sum_{j=1}^n w_{ij}x_j - d_i^+ + d_i^- &= k_i \end{aligned}$$

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

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

Bu çalışmada hemşire çizelgeleme problemi için hedef programlama yöntemi kullanılarak bir model kurulmuştur. Kurulan model dördüncü bölümde uygulamaya aşamasında anlatılmıştır.

III. LİTERATÜRDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Geçmişten günümüze kadar yapılmış birçok çalışma incelendiğinde çizelgeleme ile ilgili çok fazla çalışma bulmak mümkündür. Bu çalışmaların büyük bir çoğunluğunun sağlık alanında yapıldığı görülmektedir. Literatürde birçok farklı amaç ve kısıtlar kullanılarak yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Maliyetleri minimize etmeyi amaçlayan çalışmalardan; Wolfe ve Young (1965), hemşire çizelgeleme probleminde matematiksel programlama modelini kullanarak hemşirelerin atanma maliyetlerinin minimize edilmesini amaçlamıştır. Güngör (2002), çalışmasında hemşire maliyetlerini minimize etmeyi amaçla-

yan iki aşamalı bir 0-1 tam sayılı programlama modeli geliştirmiştir. Modelin ilk aşamasında vardiyalarda çalışacak personel sayısını belirlenmesi, ikinci aşamasında ise, ilk aşamada belirlenen hemşirelerin kısıtlamalara uygun olarak iki haftalık çalışma planlarının belirlenmesini amaçlamıştır. Wright vd. (2006), hastane politikaları doğrultusunda maliyetleri minimize etmeyi amaçlayan bir model geliştirmişlerdir. Modelin çözümü için tam sayılı programlama kullanmışlardır. Brunner vd. (2009), doktorların vardiyalarını çizelgelemek için tam sayılı programlama yöntemini kullanarak bir model geliştirmişlerdir. Modelde doktorların memnuniyetini arttırmak ve fazla mesaiyi minimize ederek maliyetleri düşürmek amaçlanmıştır. Maenhout ve Vanhoucke (2011), evrimsel algoritmaları kullanarak hemşire memnuniyetini arttırmayı ve atama maliyetlerini en aza indirmeyi amaçlamışlardır.

Tecrübe ve kıdem seviyelerini dikkate alarak yapılan çalışmalar; Topaloğlu (2009), hastanede çalışan stajyer doktorların kıdem seviyelerini dikkate alarak bir model geliştirmiş ve modelin çözümünde karma tam sayılı modelleme yöntemini kullanmıştır. Bektur ve Hasgül (2013), çalışmalarında işgücü çizelgeleme problemi için çalışanların kıdem seviyelerini dikkate alarak hedef programlama modeli kurmuşlardır. Kurulan modelde kıdem seviyelerine göre kısıtlardan sapmayı minimize edecek atamanın yapılması amaçlanmıştır. Thongsanit vd. (2016), çalışmalarında hemşire vardiyalarını dengelemek ve hemşireleri tecrübelerine göre sınıflandırarak vardiyalara atayarak istenilen işgücünü karşılamak için bir model sunmuşlardır.

Personelin isteklerini dikkate alarak yapılan çalışmalar; Azaiez ve Al Sharif (2005), çalışmalarında hastanenin çalışma kurallarını, hemşirelerin istek ve önerilerini dikkate alarak bir model önermişlerdir. Model hedef programlama yöntemi kullanılarak çözülmüştür. Topaloğlu ve Selim (2010), hemşirelerin bireysel tercihlerini dikkate alarak, bulanık küme teorisi ve hedef programlama yöntemlerini birlikte kullanan bir model önermişlerdir. Öztürkoğlu ve Çalışkan (2014), çalışmalarında hemşirelerin işe başlama saatlerine esneklik getiren tam sayılı matematiksel programlama modeli kurmuşlardır. Modelde hemşire istekleri dikkate alınarak hemşire tatmininin sağlanması amaçlanmıştır. Wang vd. (2014), hemşire isteklerinin adil bir şekilde karşılanmasını amaçlayan 0-1 tam sayılı hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Modelde vardiyalar arasındaki dengesizliğin düzenlenerek maliyetlerin azaltılması amaçlanmıştır. Agyei vd. (2015), hemşire isteklerini dikkate alan ve hemşireler arasındaki iş yükü dağılımını dengeli olarak sağlamayı amaçlayan 0-1 tam sayılı hedef programlama modeli geliştirmişler ve uygulama çalışması yapmışlardır. Lin vd. (2015), toplam hemşire memnuniyetini en iyilemek için genetik algoritma temelli bir memetik algoritma geliştirmişlerdir. Jafari vd. (2016), hemşirelerin taleplerini dikkate alarak daha adil bir çizelgeleme yapmak amacıyla bulanık matematiksel modelleme ile bir çalışma yapmışlardır.

Gevşek ve sıkı kısıtları dikkate alarak yapılan çalışmalar; Topaloğlu (2006), hemşirelerin bir aylık planlama dönemi için hem gevşek hem de sıkı kısıtları dikkate alarak bir model kurmuştur. Model hedef programlama kullanılarak çözülmüştür. Burke vd. (2010), hemşire çizelgeleme problemi için sıkı ve

esnek kısıtları kullanan tam sayılı programlama modeli ve değişken komşu arama yönteminin birlikte kullanıldığı melez bir model önermiştir.

Ayrıca, Narlı ve Oğulata (2008), matematiksel modelleme ile farklı yaklaşım ve yöntemleri kullanarak hemşire çizelgelemedeki olumsuzluğu azaltmayı amaçlayan bir model geliştirmiştir. Jenal vd. (2011), çalışmalarında hemşire çizelgeleme problemi için hedef programlama yöntemi kullanarak model kurmuşlardır. Modelde hastane tarafından belirlenen çalışma saatlerini karşılayacak şekilde hemşireler için dengeli bir atamanın yapılması amaçlanmıştır. Atmaca vd. (2012), bir hastanede vardiyalarda çalışması gereken hemşire sayısını ve vardiyalardaki çalışma sürelerini bulmayı amaçlayan matematiksel programlama modeli kurmuşlardır. Bağ vd. (2012), hemşire çizelgeleme probleminin hedeflerini analitik ağ süreci yöntemi ile ağırlıklandırarak elde edilen ağırlıklarla 0-1 tam sayılı programlama modeli kurmuşlardır. Modelde çalışan personeli olumsuz etkileyen nedenler dikkate alınmıştır. Yılmaz (2012), hemşirelerin çizelgeleme periyodunda toplam bekleme süresinin minimize edilmesini amaçlayan bir matematiksel programlama modeli çalışmıştır. Li vd. (2012), hemşire atamalarını dengeli ve adil olarak düzenlemek amacıyla hedef programlama ve meta sezgisel arama ile hibrid bir model önermişlerdir. Sulak ve Bayhan (2016), çalışmalarında hemşire çizelgeleme problemi için matematiksel model kurmuşlardır. Modelde aylık çalışma planları için hastane tarafından belirlenen vardiyalara, hastanenin istekleri de dikkate alınarak hemşirelerin dengeli olarak atanması amaçlanmıştır. Varlı ve Eren (2017), çalışmada bir hastanenin yoğun bakım, acil ve ameliyathane birimlerinde çalışan hemşireleri dikkate alınarak hemşirelerin belirli bir periyotta çalışacakları vardiyalar düzenlenmiştir.

Çizelgeleme alanında yapılan diğer çalışmalar: Chu (2007), Hong Kong Uluslararası Hava yolları çalışanları için hedef programlama ile iş gücü çizelgeleme problemi çalışmıştır. Çalışmanın amacı vardiyaları minimize etmek, esnek ve adaletli bir planlama oluşturmaktır. Varlı ve Eren (2016), çalışmalarında bir fabrikada çalışan şeflerin vardiya çizelgelerinin hazırlanması için bir hedef programlama modeli önermişlerdir. Varlı vd. (2016) çalışmalarında Ankara metro hattında çalışan vatmanların aylık çalışma planlarının adil ve dengeli yapılması açısından bir hedef programlama modeli geliştirmişlerdir.

Literatürde incelenen Jenal vd. (2011), Agyei vd. (2015), Sulak ve Bayhan (2016), Varlı ve Eren (2017)' deki çalışmalarında kullandıkları matematiksel modellerden faydalanılarak bu çalışmanın matematiksel modeli geliştirilmiştir. Yukarıda bahsedilen Jenal vd. (2011), Agyei vd. (2015), Sulak ve Bayhan (2016) çalışmalarında sadece hastanenin tek bir bölümü dikkate alınarak çözümler elde edilmiştir. Ek olarak vardiya süreleri birbiriyle benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada ise hastanenin farklı bölümleri aynı anda dikkate alınmış ve birbirleriyle benzer olmayan vardiya süreleri ile model geliştirilmiştir. Yani sekizer saatlik ve 16 saatlik tam gün vardiyası kullanılmıştır. Varlı ve Eren (2017) çalışmalarına ek olarak da hemşirelere verilen izin günleri ve aylık izinler modele eklenmiştir. Böylece bu çalışmadaki geliştirilen matematiksel model gerçek hayatta oluşabilecek izin unsurunu da ele alarak daha kapsamlı bir hemşire çizelgeleme modeli sunmaktadır.

IV. UYGULAMA

A. PROBLEMİN TANIMLANMASI

Bu çalışmada bir hastanenin dahiliye ve endokrin bölümlerinde çalışmakta olan hemşirelerin aylık çalışma planlarının mümkün olduğunca eşit ve dengeli bir biçimde düzenlenmesi amaçlanmıştır. Aylık çalışma planı oluşturulurken hastanenin çalışma kuralları ve hemşirelerin özel izin istekleri dikkate alınmıştır. Hastanede tüm gün hizmet verildiğinden dolayı üç vardiyalı bir çalışma sistemi kullanılmaktadır. Bu vardiyalar Sabah (08:00-16:00), Tam (16:00-08:00), Gece (16:00-00:00) şeklindedir. Hemşirelerin toplam vardiya atamalarının eşit bir şekilde dağıtılması, tam gün vardiyasının olabildiğince adil ve dengeli bir biçimde dağıtılması, hemşirelere verilen izin günlerinin olabildiğince ardı ardına olabilmesi ve gece vardiyalarının olabildiğince eşit dağıtılması için bir hedef programlama modeli geliştirilmiştir.

Hastanenin belirlediği çalışma kuralları:

- Her hemşire haftada en fazla 40 saat çalışmalıdır.
- Her gün belirlenmiş olan vardiyalar için gerekli hemşire sayısı karşılanmalıdır.
- Her hemşire günlük belirlenmiş olan vardiyaların sadece bir tanesinde çalışmalıdır.
- Tam gün vardiyasında çalışan hemşire, çalıştığı günden sonra en az 48 saat izin yapmalıdır.
- Herhangi bir hemşire ardı ardına hafta sonları çalışmamalıdır.
- Sorumlu hemşireler hafta içi sadece sabah vardiyasında çalışmalıdır.
- Hemşirelere verilen izinler mümkün olduğu kadarıyla ardı ardına olmalıdır.

Hemşirelerin aylık planlamadaki çalışma durumları:

- Dahiliye bölümünde çalışan sorumlu hemşire hafta içi sadece sabah vardiyasına atanmalıdır. Oluşturulan modelde bu hemşire 1 numaralıdır.
- Endokrin bölümünde çalışan sorumlu hemşire hafta içi sadece sabah vardiyasına atanmalıdır. Oluşturulan modelde bu hemşire 2 numaralıdır.
- 3 numaralı hemşire 8 inci ve 15 inci günler arası yıllık izine ayrılmıştır. Bu günlerde çalışmamalıdır.
- 4, 5 ve 6 numaralı hemşireler sadece dahiliye bölümünde çalışmalıdır.
- 7 ve 8 numaralı hemşireler sadece endokrin bölümünde çalışmalıdır.

Model oluşturulurken hastanenin belirlemiş olduğu vardiyalar, vardiyalarında çalışması gereken hemşire sayıları, hastanenin kuralları ve hemşirelerin özel durumları dikkate alınarak oluşturulmuştur.

Çalışmada gerçekleştirilmek istenen hedefler şu şekildedir:

- Tam gün vardiyası mümkün olduğu kadar eşit dağıtılmalıdır.
- Hemşirelere verilen izinler olabildiğince ardı ardına verilmelidir.
- Tüm hemşirelerin toplam vardiya atamaları mümkün olduğunca eşit olmalıdır.
- Gece vardiyası mümkün olduğu kadar eşit dağıtılmalıdır.

Dahiliye ve endokrin bölümlerindeki belirlenmiş olan bu vardiyalarda ihtiyaç duyulan hemşire sayıları aşağıdaki Tablo 1’de verilmiştir. Aylık çalışma planında 6., 7., 13., 14., 20., 21., 27. ve 28. günler hafta sonu günleri olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 1: Dahiliye ve Endokrin Bölümlerinde İhtiyaç Duyulan Hemşire Sayıları

Bölümler	Vardiyalar	Hafta içi	Hafta sonu
D	S	3	2
	T	1	2
	G	2	2
E	S	3	2
	T	1	2
	G	2	2

Bölümler D: Dahiliye **E:** Endokrin **Vardiyalar S:** Sabah **T:** Tam **G:** Gece

Tablo 2: Dahiliye ve Endokrin Bölümlerindeki Vardiyalara Toplam Hemşire Atamaları

Bölümler	Hafta içi			Hafta Sonu			Toplam
	S	T	G	S	T	G	
D	20x3=60	20x1=20	20x2=40	8x2=16	8x2=16	8x2=16	168
E	20x3=60	20x1=20	20x2=40	8x2=16	8x2=16	8x2=16	168
Toplam	120	40	80	32	32	32	336

B. MODELDE YER ALAN İNDİSLER, PARAMETRELER, KISITLAR VE HEDEFLER

İndisler:

n : İlgili bölümlerde çalışan hemşire sayısı $n=29$

m : Gün sayısı $m=28$

t : Vardiya sayısı $t=3$

p : Bölüm sayısı $p=2$

i : Hemşire indeksi, $i=1,2,\dots,n$.

j : Gün indeksi, $j=1,2,\dots,m$.

k : Vardiya indeksi $k=1,2,\dots,t$.

l : Bölüm indeksi $l=1,2,\dots,p$.

Parametreler:

w_k : k. vardiyanın çalışma süresi

a_{jk} : Dahiliye bölümünün j. gün k. vardiyada ihtiyaç duyduğu hemşire sayıları

b_{jk} : Endokrin bölümünün j. gün k. vardiyada ihtiyaç duyduğu hemşire sayıları

C_t : Aylık planlamada sorumlu hemşireler dışındaki her bir hemşirenin tam vardiyasına yapılacak en fazla atanma sayısı

C_g : Aylık planlamada sorumlu hemşireler dışındaki her bir hemşirenin gece vardiyasına yapılacak en fazla atanma sayısı

D_t : Aylık planlamada sorumlu hemşireler dışındaki her bir hemşirenin tam vardiyasına yapılacak en az atanma sayısı

D_g : Aylık planlamada sorumlu hemşireler dışındaki her bir hemşirenin gece vardiyasına yapılacak en az atanma sayısı

L : Aylık planlamada her bir hemşirenin tüm vardiyalara yapılan toplam atama sayısı

Karar Değişkenleri:

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

$$i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,m \quad k=1,2,\dots,t \quad l=1,2,\dots,p.$$

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

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

$$n_i^- : 1. \text{ hedefin negatif yönde sapma değişkeni} \quad i=3,\dots,n$$

$$n_i^+ : 1. \text{ hedefin pozitif yönde sapma değişkeni} \quad i=3,\dots,n$$

$$y_{ij}^- : 2. \text{ hedefin negatif yönde sapma değişkeni} \quad i=1,\dots,n$$

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

$$y_{ij}^+ : 2. \text{ hedefin pozitif yönde sapma değişkeni} \quad i=1,\dots,n$$

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

$$d_i^- : 3. \text{ hedefin negatif yönde sapma değişkeni} \quad i=1,\dots,n$$

$$d_i^+ : 3. \text{ hedefin pozitif yönde sapma değişkeni} \quad i=1,\dots,n$$

$$e_i^- : 4. \text{ hedefin negatif yönde sapma değişkeni} \quad i=3,\dots,n$$

$$e_i^+ : 4. \text{ hedefin pozitif yönde sapma değişkeni} \quad i=3,\dots,n$$

Kısıtlar:

1. **Kısıt:** Hemşireler haftada 40 saatten fazla çalışmamalıdır. ($w_1=8$, $w_2=16$, $w_3=8$ olarak tanımlanmıştır)

$$\sum_{j=1}^7 w_1 X_{ij1l} + w_2 X_{ij2l} + w_3 X_{ij3l} \leq 40 \quad i=1,2,\dots,n \quad l=1,2,\dots,p$$

$$\sum_{j=8}^{14} w_1 X_{ij1l} + w_2 X_{ij2l} + w_3 X_{ij3l} \leq 40 \quad i=1,2,\dots,n \quad l=1,2,\dots,p$$

$$\sum_{j=15}^{21} w_1 X_{ij1l} + w_2 X_{ij2l} + w_3 X_{ij3l} \leq 40 \quad i=1,2,\dots,n \quad l=1,2,\dots,p$$

$$\sum_{j=22}^{28} w_1 X_{ij1l} + w_2 X_{ij2l} + w_3 X_{ij3l} \leq 40 \quad i=1,2,\dots,n \quad l=1,2,\dots,p$$

2. **Kısıt:** Dahiliye ve endokrin bölümlerindeki vardiyalar için gerekli olan hemşire sayıları karşılanmalıdır.

$$\sum_{i=1}^n X_{ijk1} = a_{jk} \quad j=1,2,\dots,m \quad k=1,2,\dots,t$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ijk2} = b_{jk} \quad j=1,2,\dots,m \quad k=1,2,\dots,t$$

3. **Kısıt:** Herhangi bir hemşire her gün için belirlenmiş olan vardiyalardan sadece bir tanesinde çalışmalıdır.

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

4. **Kısıt:** Herhangi bir hemşire tam gün olarak belirlenmiş olan vardiyada çalıştıktan sonra 48 saat izinli olmalıdır.

$$\sum_{l=1}^p X_{ij2l} + X_{i(j+1)1l} + X_{i(j+1)2l} + X_{i(j+1)3l} + X_{i(j+2)1l} + X_{i(j+2)2l} + X_{i(j+2)3l} \leq 1 \quad i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,m-2$$

5. **Kısıt:** Hemşireler izinli oldukları gün çalışmamalıdır.

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

6. **Kısıt:** Herhangi bir hemşire hafta sonları ardı ardına çalışmamalıdır.

$$\sum_{k=1}^t \sum_{l=1}^p X_{i6kl} + X_{i7kl} \leq 1 \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{k=1}^t \sum_{l=1}^p X_{i13kl} + X_{i14kl} \leq 1 \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{k=1}^t \sum_{l=1}^p X_{i20kl} + X_{i21kl} \leq 1 \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{k=1}^t \sum_{l=1}^p X_{i27kl} + X_{i28kl} \leq 1 \quad i=1,2,\dots,n$$

7. **Kısıt:** Dahiliye bölümünde çalışan sorumlu hemşire hafta içi sadece sabah vardiyasında çalışmalıdır.

$$X_{1jk1} = 0 \quad j=1,2,\dots,m \quad k=2,3$$

$$X_{1jk2} = 0 \quad j=1,2,\dots,m \quad k=1,2,\dots,t$$

$$X_{1j11} = 0 \quad j=6,7,13,14,20,21,27,28$$

8. Kısıt: Endokrin bölümünde çalışan sorumlu hemşire hafta içi sadece sabah vardiyasında çalışmalıdır.

$$X_{2jk2} = 0 \quad j=1,2,\dots,m \quad k=2,3$$

$$X_{2jk1} = 0 \quad j=1,2,\dots,m \quad k=1,2,\dots,t$$

$$X_{2j12} = 0 \quad j=6,7,13,14,20,21,27,28$$

9. Kısıt: 3 numaralı hemşire 8. ve 15. günler arası yıllık izinli olmalıdır.

$$X_{3jkl} = 0 \quad j=8,\dots,15 \quad k=1,2,\dots,t \quad l=1,2,\dots,p$$

10. Kısıt: 4, 5 ve 6 numaralı hemşireler sadece dahiliye bölümünde çalışmalıdır.

$$X_{ijk2} = 0 \quad i=4,\dots,6 \quad j=1,2,\dots,m \quad k=1,2,\dots,t$$

11. Kısıt: 7 ve 8 numaralı hemşireler sadece endokrin bölümünde çalışmalıdır.

$$X_{ijk1} = 0 \quad i=7,8 \quad j=1,2,\dots,m \quad k=1,2,\dots,t$$

12. Kısıt: Tam ve gece vardiyalarına yapılacak olan en az hemşire ataması belirlenmelidir. (D_t =toplam tam vardiya / sorumlu hemşireler dışındaki hemşire sayısı, D_g =toplam gece vardiyası / sorumlu hemşireler dışındaki hemşire sayısı, bulunan sonuçlar bir alt tam sayıya yuvarlanmıştır. D_t ve D_g değerlerinin bulunmasında Tablo 2’de verilen bilgilerden yararlanılmıştır.)

$$\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^p X_{ij2l} \geq D_t \quad i=3,\dots,n$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^p X_{ij3l} \geq D_g \quad i=3,\dots,n$$

13. Kısıt: Tam ve gece vardiyalarına yapılacak olan en fazla hemşire ataması belirlenmelidir. (C_t =toplam tam vardiya / sorumlu hemşireler dışındaki hemşire sayısı, C_g =toplam gece vardiyası / sorumlu hemşireler dışındaki hemşire sayısı, bulunan sonuçlar bir üst tam sayıya tamamlanmıştır. C_t ve C_g değerlerinin bulunmasında Tablo 2’de verilen bilgilerden yararlanılmıştır.)

$$\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^p X_{ij2l} \leq C_t \quad i=3,\dots,n$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^p X_{ij3l} \leq C_g \quad i=3,\dots,n$$

Hedef Kısıtları:

Hedef 1: Sorumlu hemşireler dışında her bir hemşirenin tam vardiyaya atamaları mümkün olduğunca eşit olmalıdır.

$$\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^p X_{ij2l} + n_i^- - n_i^+ = D_t \quad i=3,\dots,n$$

Hedef 2: Hemşirelere verilen izinler olabildiğince ardı ardına verilmelidir.

$$h_{ij} + h_{i(j+1)} + y_{ij}^- - y_{ij}^+ = 2 \quad i=1, \dots, n \quad j=1, 2, \dots, m-1$$

Hedef 3: Tüm hemşirelerin toplam vardiya atamaları mümkün olduğu kadar eşit olmalıdır. (L=tüm vardiyalar / hemşire sayısı, bulunan sonuç bir alt tamsayıya yuvarlanmıştır. L değerinin hesaplanmasında Tablo 2'deki bilgilerden yararlanılmıştır.)

$$\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^p X_{ij1l} + X_{ij2l} + X_{ij3l} + d_i^- - d_i^+ = L \quad i=1, \dots, n$$

Hedef 4: Sorumlu hemşireler dışındaki her bir hemşirenin atandığı gece vardiya sayıları mümkün olduğunca eşit olmalıdır.

$$\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^p X_{ij3l} + e_i^- - e_i^+ = D_g \quad i=3, \dots, n$$

Amaç Fonksiyonu:

$$MinZ = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m-1} y_{ij}^- + \sum_{i=3}^n n_i^+ + e_i^+ + \sum_{i=1}^n d_i^- + d_i^+$$

Amaç fonksiyonunda her bir hedefin minimizasyonu için verilen sapma değişkenlerinin önem dereceleri eşit alınmıştır. Bu hedef değişkenlerine önem dereceleri verilerek de oluşturulan matematiksel model çözülebilir. Fakat bu çalışmada gerçekleşmesi istenen her bir hedefin önem dereceleri aynıdır.

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

C. MODELİN ÇÖZÜM SONUÇLARI

Tablo 3: Dahiliye ve Endokrin Bölümlerinde Çalışan Hemşirelerin Çalışma Çizelgeleri (Elde Edilen Sonuç)

No	Böl.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
1	D	S	S	S		S	S		S						S		S		S			S	S		S						
	E																														
2	D																														
	E	S	S	S		S	S		S			S		S		S		S			S	S		S		S					
3	D	G	G		G		Yıllık İzinli									S				T		G	S	S							
	E					T												G													
4	D		T		S	T			G	S	S		S		S		T			G				G	G						
	E																														
5	D		S	G	G	S	S	G		T			G			S	S		T												
	E																														
6	D	S	G	T		S		G		T			S		G		G		S			G	S		T						
	E																														
7	D																														
	E			S	G	T			S	G	S			G	G	T			S	T						S	T				
8	D																														
	E	G	S	G	S	S		T		T			G		G	T			S					S		S					
9	D		S					T						G			S														
	E			T					G	S				T					S	G							G				
10	D									S				G		S	G											T			
	E	S	S	T		G	G			S													S								
11	D	S				G	T		G	S			G	T					G	T					G	S					
	E		T		S																			S							
12	D		G						S		S	G								T		T									
	E	S			T	S		G										G									S				
13	D				T	S		T		G			S										S	G	S						
	E	G	G																		S										
14	D	G					T		S									S													
	E		S	G							T		G									T		S	G						

Bölmeler D: Dahiliye **E:** Endokrin **Vardiya**lar S: Sabah T: Tam G: Gece

Tablo 3: (Devamı)

No	Böl.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
15	D				T			T			T										S		S		G				
	E	S	G										G		G	S													S
16	D						G									S							S					G	
	E	S	G	S				T		T						G			T							S			
17	D				S				G	G								G	G										
	E			S			S						S	S								G	T				T		
18	D	G											T						S						S				
	E			S	G	S	S	S							T						S	G					G		
19	D						G	S											T					S	S	S			
	E		S	S						G	G	G										S						T	
20	D		G	S	S					G	T												T		S	G			
	E								G							S	S	G											
21	D				S																							T	
	E		G	G			G	S	S	T				G				S	S	T									
22	D																					T							
	E		T		S	S	G	T			S	S	G												G	G			
23	D	T		S		S			G	G												G	S						
	E					G			S						T				T								S		
24	D	S	S	G					S												S						T		
	E						G	G			T			S				S		S	G								
25	D						G				G	G	S	T															
	E	T			G			S															G	S	T				
26	D	S	S	G		S		S							T		G	S											
	E					G						S												G	T				
27	D		S																			G	G	G	S				
	E	T				T		T		S	G			S	S														
28	D		T		S	G	G	T							S													G	
	E	G																	S	T				S					
29	D	S		G	T							S	T																
	E								S	S										T		G		G	G				

Bölümler D: Dahiliye E: Endokrin Vardiya S: Sabah T: Tam G: Gece

Tablo 4: Hemşirelerin Aylık Çizelgede Atandıkları Vardiya Sayıları

Hemşire	S	T	G	Toplam	Hemşire	S	T	G	Toplam
1	12	0	0	12	16	5	3	4	12
2	12	0	0	12	17	5	2	5	12
3	3	2	5	10	18	6	2	4	12
4	4	3	4	11	19	6	2	4	12
5	5	3	4	12	20	5	2	5	12
6	4	3	4	11	21	5	3	4	12
7	4	3	4	11	22	4	3	4	11
8	5	3	4	12	23	5	3	4	12
9	4	3	4	11	24	6	2	4	12
10	6	2	4	12	25	3	3	5	11
11	5	3	4	12	26	6	2	4	12
12	5	3	4	12	27	5	3	4	12
13	5	2	4	11	28	4	3	4	11
14	4	3	4	11	29	4	3	4	11
15	5	3	4	12					

Tablo 3'te hemşirelerin aylık çalışma planları, hastanenin kuralları ve hemşirelerin özel durumları dikkate alınarak elde edilmiştir. Oluşturulan çizelgede her bir vardiya için ihtiyaç duyulan hemşire sayıları, hafta sonları ardı ardına aynı hemşirenin çalışmaması, tam günlük vardiyada çalışan hemşirenin ertesi gün izinli olması, hemşirelerin izinleri mümkün olduğunca ardı ardına yapılması, her hemşirenin haftalık çalışma planında 40 saatten fazla çalışmaması, sorumlu hemşirelerin sadece ilgili bölümlerdeki hafta içi sabah vardiyasında çalışması, 3 numaralı hemşirenin aldığı yıllık izin, 4, 5, 6, 7 ve 8 numaralı hemşirelerin özel durumları gibi yukarıda bahsedilen bütün unsurlar dikkate alınarak iyi bir çalışma planı ve birçok hemşireye ait özel kısıtlar aynı anda değerlendirilerek bir hedef programlama modeli sunulmuştur. Bunlara ek olarak hemşirelere verilen izin günlerinin ve hastanenin çalışma koşulları birlikte değerlendirilerek böyle bir çalışma planının el ile yapıldığı düşünüldüğünde çok karmaşık ve oldukça zaman alıcı bir problem olduğu aşikardır. Dolayısıyla böyle bir matematiksel model geliştirilerek tüm koşullar bir arada değerlendirilmiştir. Böylece hem kısa bir zamanda problemin sonuçları elde edilmiş hem de gelişen teknolojiye bağlı olarak bir optimizasyon programı ile karmaşık bir problem çözülmüştür.

Tablo 3'teki elde edilen sonuçlara göre bir sonraki çalışma planında 5, 7, 19, 21 numaralı hemşirelere iki gün ve 10, 17, 24, 25 numaralı hemşirelere de bir gün izin verilmesi gerekmektedir çünkü elde edilen çalışma planında bu hemşireler en son tam gün vardiyasında çalışmışlardır.

Tablo 4'te hemşirelerin tam günlük vardiyaya mümkün olduğunca eşit atanması, gece vardiyalarındaki atamaların dengelenmesi ve toplam vardiya atanmalarının olabildiğince eşit ve dengeli bir şekilde dağıtılması gibi iyileştirmeler gösterilmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada bir hastanenin dahiliye ve endokrin bölümlerinde çalışmakta olan hemşirelerin aylık çalışma planları iyileştirilmeye çalışılmıştır. Modeli oluştururken bazı hemşireler ile alakalı özel kısıtlar kullanılmıştır. Öte yandan hastanenin istekleri ve kuralları da dikkate alınmıştır. Bu kısıtlara ek olarak istenilen hedefler için kısıtlar belirlenerek, hedeflere olabildiğince ulaşılmak istenmiştir. Elde edilen aylık çalışma çizelgesinin hedef kısıtları ile birlikte en iyi sonuç elde edilmeye çalışılmıştır. Bu çizelge ile hem hemşirelerin hem de hastanenin istekleri karşılanmıştır. Yapılan iyileştirmeler sonucu hemşirelerin verdikleri hizmetin kalitesinin ve memnuniyetinin artırılması, performanslarının artırılması ve ardışık olarak çalışmaları azaltılarak yorgunluk, halsizlik gibi durumların iyileştirilmesi öngörülmüştür.

Çalışmada ele alınan uygulama problemi için hedef programlama ile çok kısa sürelerde optimal çözüm elde edilebilmiştir. Fakat daha büyük bir model üzerinde çalışılmak istense belki de bu kadar kısa bir süre içerisinde ve optimal sonuca yakın değerler elde edilemeyebilir. Böyle bir durumda ise meta sezgisel yöntemlerden faydalanılabilir.

Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda hastanenin farklı bölümleri aynı anda veya ayrı olarak değerlendirilip daha farklı matematiksel modellemeler elde edilebilir. Bu modellemeler ile sadece hemşirelerin değil diğer sağlık personellerinin çalışma çizelgeleri oluşturulabilir.

KAYNAKÇA

- AGYEI, Wallace; William OBENG-DENTEH and Emmanuel A. ANDAAM; (2015), "Modeling Nurse Scheduling Problem Using 0-1 Goal Programming: A Case Study of Tafo Government Hospital, Kumasi-Ghana", **International Journal of Scientific & Technology Research**, 4, pp. 5-10.
- ATMACA, Ediz; Ceydanur PEHLİVAN; Begüm C. AYDOĞDU ve Mehmet YAKICI; (2012), "Hemşire Çizelgeleme Problemi ve Uygulaması", **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 28(4), ss. 351-358.
- AZAIIEZ, M. Naceur and S. Shaza AL SHARIF; (2005), "A 0-1 Goal Programming Model for Nurse Scheduling", **Computers & Operations Research**, 32(3), pp. 491-507.
- BAĞ, Nurgül; N. Merve ÖZDEMİR ve Tamer EREN; (2012), "0-1 Hedef Programlama ve ANP Yöntemi ile Hemşire Çizelgeleme Problemi Çözümü", **International Journal of Engineering Research and Development**, 4(1), ss. 2-6.
- BEKTUR, Gülçin ve Servet HASGÜL; (2013), "Kıdem Seviyelerine Göre İşgücü Çizelgeleme Problemi: Hizmet Sektöründe Bir Uygulama", **Journal of Economics & Administrative Sciences/Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 15(2), ss. 385-402.
- BRUNNER, Jens O; Jonathan F. BARD and Rainer KOLISCH; (2009), "Flexible Shift Scheduling of Physicians", **Health Care Management Science**, 12(3), pp. 285-305.
- BURKE, Edmund K; Jingpeng LI and Rong QU; (2010), "A Hybrid Model of Integer Programming and Variable Neighbourhood Search for Highly-Constrained Nurse Rostering Problems", **European Journal of Operational Research**, 203(2), pp. 484-493.
- CHARNES, Abraham; William W. COOPER and Robert FERGUSON; (1955), "Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear Programming", **Management Science**, 1, pp. 138-151.
- CHARNES, Abraham and William W. COOPER; (1977), "Goal Programming and Multiple Objective Optimizations", **European Journal of Operational Research**, 1, pp. 39-54.
- CHU, Sydney CK; (2007), "Generating, Scheduling and Rostering of Shift Crew-Duties: Applications at the Hong Kong International Airport", **European Journal of Operational Research**, 177, pp. 1764-1778.
- GÜNGÖR, İbrahim; (2002), "Hemşire Görevlendirme ve Çizelgeleme Sorununa Bir Model Önerisi", **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 7(2), ss. 77-94.

- JAFARI, Hamed; Shirin BATENI; Parinaz DANESHVAR and Hamed MAHDİOUN; (2016), “Fuzzy Mathematical Modeling Approach for the Nurse Scheduling Problem: A Case Study”, **International Journal of Fuzzy Systems**, 18(2), pp. 320-332.
- JENAL, Ruzzakiah; WAN Rosmanira ISMAIL; Liong Choong YEUN and Ahmed OUGHALİME; (2011), “ A Cyclical Nurse Schedule Using Goal Programming”, **Journal of Mathematical and Fundamental Sciences**, 43(3), pp. 151-164.
- LIN, Chun-Cheng; Jia-Rong KANG and Tzu-Hsuan HSU; (2015), “A Memetic Algorithm with Recovery Scheme for Nurse Preference Scheduling”, **Journal Of Industrial and Production Engineering**, 32(2), pp. 83-95.
- LI, Jingpeng; Edmund K. BURKE; Tim CURTOIS; Sanja PETROVIĆ and Rong QU; (2012), “The Falling Tide Algorithm: A New Multi Objective Approach for Complex Workforce Scheduling”, **Omega**, 40, pp. 283-293.
- NARLI, Müfide ve S. Noyan OĞULATA; (2008), “Hemşirelerin Çalışma Vardiolarının Değerlendirilmesi ve Çizelgenmesi” **Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, 19(1), ss. 31-39.
- MAENHOUT, Broos and Mario VANHOUCKE; (2011), “An Evolutionary Approach for the Nurse Rerostering Problem”, **Computers & Operations Research**, 38(10), pp. 1400-1411.
- ÖZTÜRKOĞLU, Yücel ve Filiz ÇALIŞKAN; (2014), “Hemşire Çizelgelemede Esnek Vardiya Planlaması ve Hastane Uygulaması”, **Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 16(1), ss. 115-133.
- SULAK, Harun and Mustafa BAYHAN; (2016) “A Model Suggestion and an Application for Nurse Scheduling Problem”, **Journal of Research in Business, Economics and Management**, 5(5), pp. 755-760.
- THONGSANIT, Kanjana; Kanokwan KANTANGKUL and Thonphakkhaon NITHIMETHIROT; (2016), “Nurse’s Shift Balancing in Nurse Scheduling Problem”, **Silpakorn U Science & Tech J**, 10(1), pp. 43-48.
- TOPALOĞLU, Şeyda; (2006), “A Multi-Objective Programming Model for Scheduling Emergency Medicine Residents”, **Computers & Industrial Engineering**, 51(3), pp. 375-388.
- TOPALOĞLU, Şeyda; (2009), “A Shift Scheduling Model for Employees With Different Seniority Levels and an Application in Healthcare”, **European Journal of Operational Research**, 198(3), pp. 943-957.
- TOPALOĞLU, Şeyda and Hasan SELİM; (2010), “Nurse Scheduling Using Fuzzy Modeling Approach”, **Fuzzy Sets and Systems**, 161(11), pp. 1543-1563.

- VARLI, Emre ve Tamer EREN; (2016), “Vardiya Çizelgeleme Problemi ve Bir Örnek Uygulama”, **International Journal Of Informatics Technologies**, (Basımda).
- VARLI, Emre; Tamer EREN; M. Abdullah GENÇER ve Suna ÇETİN; (2016), “Ankara Metrosu M1 Hattındaki Vatmanların Vardiya Saatlerinin Çizelgelenmesi”, **3. Uluslararası Raylı Sistemler Mühendisliği Sempozyumu**, 13-15 Ekim, Karabük: Karabük Üniversitesi, ss. 279-285, İnternet Adresi: <http://iserse16.karabuk.edu.tr/index.aspx>, Erişim Tarihi: 30.12.2016.
- VARLI, Emre ve Tamer EREN; (2017), “Hemşire Çizelgeleme Problemi ve Bir Hastanede Uygulama”, **APJES**, 5(1), ss. 34-40.
- YILMAZ, Ebru; (2012), “A Mathematical Programming Model for Scheduling of Nurses’ Labor Shifts”, **Journal of Medical Systems**, 36(2), pp. 491-496.
- WANG, Sheng-Pen; Yu-Kuang HSİEH; Zheng-Yun ZHUANG and Nai-Chia QU; (2014), “Solving an Outpatient Nurse Scheduling Problem by Binary Goal Programming”, **Journal of Industrial and Production Engineering**, 31(1), pp. 41-50.
- WRIGHT, Daniel P.; Kurt M. BRETTHAUER and Murray J. COTE; (2006), “Reexamining the Nurse Scheduling Problem: Staffing Ratios and Nursing Shortages”, **Decision Sciences**, 37(1), pp. 39-70.
- WOLFE, Harve and John P. YOUNG; (1965), “Staffing the Nursing Unit: Part II”, **Nursing Research**, 4 (14), pp. 299-303.