

# TAM GÜN VARDİYALI VE ÖZEL İZİN İSTEKLİ HEMŞİRE ÇİZELGELEME PROBLEMİNİN HEDEF PROGRAMLAMA İLE ÇÖZÜMÜ

*Merve Sıla AKTÜRK<sup>1</sup> & Emre VARLI<sup>2</sup> & Doç. Dr. Tamer EREN<sup>3</sup>*

## Öz

Günümüzde hastanelerin her biri tüm gün hizmet vermektedir. Bu sebeple hastane-  
de çalışan hemşirelerin psikolojik ve fiziksel açıdan iyi olması ile verdiği hizmetin de  
kaliteli olması arasında bir ilişki vardır. Verilen hizmetin en iyi şekilde yerine getiril-  
mesi için hemşirelerin çalıştıkları vardiyalar dengeli ve adaletli olması gerekmektedir.  
Bu çalışmada da Kırıkkale’de bir devlet hastanesinde çalışan hemşirelerin belirlenmiş  
olan dört vardiyaya mümkün olduğu kadar eşit bir şekilde atanmaları için bir model  
geliştirilmiştir. Modelin çözümünde hedef programlama yönteminden ve ILOG Cplex  
Optimizasyon programından yararlanılmıştır.

*Anahtar Kelimeler:* Hemşire Çizelgeleme, Vardiya Çizelgeleme, Hedef Programlama

## *The Solutions of Nurse Scheduling Problem of Full-Time Shift and Special Days Off with Goal Programming*

### *Abstract*

Nowadays, each of the hospitals serve all day. For this reason, there is a relationship between  
nurses’ psychological and physical well-being and quality of services they provide. In order  
for the service to be delivered in the best possible way the nurses’ shifts must be balanced  
and fair. In this study, a model is developed for the nurses working in a state hospital  
of Kırıkkale to be assigned as equal as possible to the four shifts specified. The modeling  
solution are utilized goal programming method and ILOG Cplex Optimization program.

*Keywords:* Nurse Scheduling, Shift Scheduling, Goal Programming

- 1 Lisansüstü öğrencisi. Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü. m.silaakturk@gmail.com
- 2 Lisansüstü öğrencisi. Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü. ef.varli@gmail.co
- 3 Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü. tamereren@gmail.com

## Giriş

**H**izmet sektöründe müşteri memnuniyetinin sağlanması için personel gereksinimi sistematik bir şekilde karşılanmalıdır. Buna bağlı olarak personel gereksinimleri karşılanırken hizmet ve üretim sektöründe personellerin çalışma çizelgesi yapılması gerekmektedir. Personel çizelgeleme, işlerin bir düzen içerisinde gerçekleşmesi için belirli bir çalışma planının yapılması tanımlanabilir. Personel çizelgelemenin amacı gerekli olan işgücü ihtiyacının en iyi şekilde karşılanmasıdır.

Personel çizelgeleme ile ilgili yapılan çalışmaların pek çoğu sağlık alanında yapılmıştır. Sağlık sektöründe çalışan personellerin çalışma şartlarının ve içinde buldukları ortamın hem psikolojik hem de fiziksel açıdan zorlukları göz önüne alındığında personellerin çalışma planları diğer hizmetlere göre daha önceliklidir ve daha önemlidir.

Sağlık sektöründe özellikle üzerinde durulan popüler problemlerden bir tanesi de hemşire çizelgeleme problemidir. Hemşireler, hastanelerde 7 gün 24 saat ihtiyaç duyulan, hastaların bakım ve tedavisi ile ilgili işlerde çalışan sağlık personelleridir. Hemşirelerin çalışma saatleri oldukça yoğun olduğundan dolayı zor şartlar altında çalışmaktadırlar. Örneğin hemşire sayısındaki yetersizlik, bir hemşireye düşen hasta sayısının fazlalığı, hemşirelerin yaşadığı sosyal sorunlar ve çalışma şartlarındaki olumsuzluklar hemşirelerin görevlerini yerine getirmelerini güçleştirmektedir. Bu yüzden hemşirelerin sağlıklı ve verimli çalışmaları için vardiya saatlerinin düzenlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada her vardiyada ihtiyaç duyulan hemşirelerin karşılanması amaçlanmıştır. Çalışmada sabah, öğle ve akşam vardiyalarından ziyade tam gün vardiyası da kullanılarak değerlendirilmiştir. Ek olarak bazı hemşirelere istedikleri günler izin verilerek oluşturulan matematiksel model çözülmeye çalışılmıştır. Model oluşturulurken dört vardiya türüne hemşire atamaları ve hemşirelerin izinli olduğu günler birlikte düşünülmüştür. Daha detaylı bir şekilde ifade etmek gerekirse bu iki unsur birbirleriyle zıt durumlardır. Hedef programlama yöntemini kullanarak bu iki zıt durum aynı anda gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Ek olarak dört vardiya türünden biri olan tam gün vardiyasını da diğer vardiyalarla birlikte dengeleyerek atama yapmak başka bir zıt durumdur. Çünkü tam gün vardiyası 24 saattir ve bu vardiyadan sonra en az 32 saat bir hemşirenin izinli olması gerekmektedir. Diğer 8 er saatlik vardiyalarla birlikte atama yapılması için hedef programlama yönteminden faydalanılmıştır.

Yapılan bu çalışmada, ikinci bölümde hemşire çizelgeleme, üçüncü bölümde literatür araştırması, dördüncü bölümde hedef programlama, beşinci bölümde geliştirilen matematiksel modelin uygulaması ve son olarak altıncı bölümde de elde edilen çalışma planının sonuçlarından bahsedilmiştir.

### ***Hemşire Çizelgeleme Problemi***

Hastaneler, tüm gün kesintisiz olarak hizmet vermektedir. Bu yüzden hastanelerde çalışan personeller ve özellikle hemşireler arasında çalışma saatlerinin zorluğu nedeniyle bazen olumsuz durumlar olabilmektedir. Ayrıca birçok hastanelerde gerekli görülen hemşire sayısının yetersizliğinden, yeterli deneyime sahip hemşire bulunamadığından dolayı hastalara gerekli özen ve sağlık hizmeti verme konusunda bir düşüş yaşanabilmektedir. Bu sebepten dolayı hizmet sektörü alanında yapılan hemşire çizelgeleme çalışmaları diğer hizmet sektörlerindekiyle oranla daha fazla önem arz etmekte ve akademik çalışmalarda diğerlerine oranla daha çok yer almaktadır.

Hemşireler sağlık kuruluşlarında birçok farklı alanda, çeşitli polikliniklerin servislerinde çalışmaktadır. Hemşirelerin çalışma şartları, görev ve sorumlulukları ilgili yasa ve yönetmelikler ile belirlenmiştir. Bu çalışma düzeni, hastaneden hastaneye farklılık göstermektedir. Bu durumda bazı hastanelerde vardiya saatleri sekiz saat olup 3 vardiya çalışılmaktadır. Diğer hastanelerde vardiya saatleri sekiz saatlik ve on altı saatlik olarak 2 vardiya şeklinde çalışılmaktadır. Buna benzer olarak bir hastanede hemşireler hem gece hem de gündüz vardiyalarında çalışabilirken bir başka hastanede sürekli gece veya sürekli gündüz vardiyalarında çalışan hemşireler de bulunabilmektedir. Bunlara ek olarak tam gün çalışan hemşireler de bulunmaktadır. Hemşirelerin çalışma koşulları sistematik olarak planlanmamış bir ortamda faaliyet gösterirse onların hem psikolojik hem de fiziksel açıdan zorluklar yaşamasına neden olabilir. Örneğin hemşire sayısının yetersizliği veya diğer sebepler nedeni ile ihtiyaç duyulması halinde hemşireler fazla mesai ile çalışmaktadır. Bu durumda on altı saatlik gece vardiyasından çıkan bir hemşire tam anlamıyla dinlenmeden tekrar iş başı yapmaktadır. Buna benzer olarak, istememesine rağmen bir hemşire sürekli olarak gece vardiyasında çalışmak zorunda kalabilmektedir. Bu çalışma koşullarının olumsuz etkisini minimum düzeye indirmek için daha iyi bir çalışma çizelgesinin oluşturulması gerekmektedir.

Genellikle hemşire çizelgeleri her hafta veya her ay yapılmaktadır. Ülkemizdeki sağlık kuruluşlarının birçoğunda hemşire çizelgeleme çalışmaları uzman hemşire veya bölümün sorumlu hemşireleri tarafından manuel olarak yani el ile yapılmaktadır. Bu durumda hemşire ihtiyacını karşılayacak bir çizelgenin oluşturulması zor bir hal almaktadır. Bunların neticesinde kaliteli bir hemşire çizelgesinin oluşturulması güçleşmekte ve buna bağlı olarak hizmet kalitesinin önüne geçilmektedir. Hem zaman olarak avantaj sağlamak hem de kaliteli hizmeti mümkün kılacak bir çizelge oluşturabilmek için hemşire çizelgeleme problemlerinde matematiksel modellerden faydalanmak gerekmektedir.

### ***Literatür Taraması***

Hemşire çizelgeleme problemi, literatürde en çok ele alınan problemlerden bir tanesidir. Bu çizelgeleme problemlerinin çözümünde kullanılan yöntemlerden bazıları matematiksel modellemeler, yapay zekâ ve sezgisel yöntemlerdir. Miller vd. (1976) hemşire zamanlamalarını belirli fizibilite kısıtlamaları sağlamak şartıyla hemşire çizelgelerinin personel kapsamı ile zamanlama tercihleri arasındaki dengeyi sağlayan bir hemşire zaman çizelgesi oluşturmuşlardır. Rosenbloom ve Goertzen (1987) bir hastanede çalışan hemşirelerin çizelgelenmesi için bir algoritma sunmuşlardır. Ortaya çıkan çizelgeleri dögüsel ve optimal bir şekilde ele almışlardır. Bu algoritmanın avantajı, bir mikrobilgisayar üzerinde kolayca uygulanabilmesidir. Chen ve Yeung (1992) hemşirelere esnek ve etkin zamanlama sağlamak için 'hemşire yardım' adlı bir hibrid uzman sistem geliştirmişlerdir. Weil vd. (1995) hemşire atamalarını daha güvenilir bir şekilde yapmak için Ilog-Solver programı ile bir model oluşturmuşlardır. Inoue vd. (1999) hemşire çizelgeleme probleminde genetik algoritma uygulamışlardır. Çalışmada interaktif bir evrimsel algoritma kullanan bir hemşire çizelgeleme destek sistemini sunmuşlardır. Dowsland ve Thompson (2000) hemşire çizelgeleme problemi için iki aşamadan oluşan bir model geliştirmişlerdir. Birinci aşamada, hemşirelerin iki haftalık planlama süresinde hem çalıştıkları hem de tatil günlerini dikkate alarak modeli oluşturmuşlardır. İkinci aşamada ise sezgisel algoritmalar kullanarak belirlenmiş olan vardiyalara atamalar yapmışlardır. Rogers vd. (2004) hastane personeli olan hemşirelerin çalışma saatlerini ele almışlardır. Hemşirelerin çalışma saatlerini en aza indirmeyi amaçlamışlardır. Aickelin ve Dowsland (2004) İngiltere'nin büyük bir hastanesinde ortaya çıkan bir işgücü planlaması sorununu genetik algoritma yönteminden faydalanarak ele almışlardır. Aknelinz ve White (2004) karmaşık bir hemşire çizelgeleme problemini bir tamsayı programlama ve evrimsel algoritmalar ile modellemişlerdir. Azaiez ve Al Sharif (2005) hemşirelerin becerileri ve personel sayılarıyla sürekli bir hizmet sunmayı amaçlarken, gereksiz fazla mesailer için ilave masraflardan kaçınılmasını sağlayan bir hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Trilling vd. (2006) anesteziyoloji hemşirelerinin çalışma vardiyalarını ele almışlardır. Fransız kamu hastanesinde çalışan anesteziyoloji hemşirelerinin çizelgeleme problemini çözmek için bir matematiksel model geliştirmişlerdir. Gutjahr ve Rauner (2007) Karınca Kolonisi Optimizasyonu yaklaşımını kullanmışlardır. Hemşirelerin çalışma günleri, saatleri, çalışma biçimleri, nitelikleri bunlara ek olarak hem hemşirelerin hem de hastanenin tercihleri doğrultusunda bir matematiksel model oluşturmuşlardır. Narlı vd. (2007) hemşire çizelgeleme problemini ele alarak LINDO programı ile çözüm elde etmişlerdir. Maenhout ve Vanhoucke (2008) hemşire çizelgeleme problemi için melez bir genetik algoritma sunmuşlardır. Özdağoğlu vd. (2009) acil servisteki hasta verilerini ele alıp simülasyon yapmışlardır. Acil servis bölümlerinin doktor ve hemşire görev planlarının yeniden yapılanma çalışmalarını düzenlemişlerdir. Burke vd. (2010), değişken komşu arama ve tamsayılı programlama yöntemlerini birlikte kullanarak çok fonksiyonlu bir hibrit model geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri

bu modeli bir hastanede çalışan hemşireler üzerinde uygulamışlardır. Ronnberg ve Larsson (2010), hemşire çizelgeleme problemi üzerinde çalışmışlardır. Topaloglu ve Selim (2010) hemşire çizelgeleme için yeni çok amaçlı bir tamsayı programlama modeli geliştirmişlerdir. Daha sonra, bu modele farklı bulanık çözüm yaklaşımlarıyla üç farklı bulanık hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Karaatlı ve Güngör (2010) hemşire çizelgeleme sorununa bir çözüm önerisi sunmuşlardır. Hemşirelerin iş karışıklıklarından dolayı bulanık çok amaçlı model geliştirilmiştir. Modelde vardiyadaki çalışacak hemşire sayısını belirleyip optimal bir sonuç sağlamıştır. Valouxis vd. (2012), ilk olarak günlük gerekli iş yükünü belirlemişler ve daha sonra günlük belirlenmiş olan vardiyalara atamalar gerçekleştirilmişlerdir. Bağ vd. (2012) hemşire çizelgeleme problemini incelemişlerdir. Problemi çözmek için 0-1 hedef programlama yöntemini kullanmışlardır. Hedeflerinin ağırlıklarının belirlenmesi için ise analitik ağ proses yönteminden faydalanmışlardır. Bergh vd. (2013) yapmış oldukları çalışmalarında personel çizelgeleme problemleri üzerine yapılan çalışmaları incelemişlerdir. Öztürkoğlu ve Çalışkan (2014) hemşirelerin kendi tercihlerine göre haftalık çizelgelerinin oluşturulmasını sağlamışlardır. Karpuz (2015) hemşire çizelgeleme problemini iki kutuplu bir stokastik tamsayı programlama olarak formüle etmiştir. Yükçü ve Yüksel (2015) hastanedeki planlama karışıklıkları önlemek amaçlı kısıtlar teorisini kullanarak bir model elde etmişlerdir. Ünal (2015) hizmet sektöründeki bir devlet kurumunda, yasal ve kurumsal hedeflerin yanında personel isteklerini de ön plana alarak, hedef programlama ve analitik hiyerarşi proses yöntemini birlikte kullanarak personel çizelgeleme problemini incelemiştir. Thongsanit vd. (2015), hemşire vardiyalarını dengeleyerek ve hemşireleri tecrübelerine göre sınıflandırarak ihtiyaç duyulan işgününü karşılayacak şekilde atamalar yapmışlardır. Agyei vd. (2015), Gana'da hizmet veren bir hastanede çalışan hemşireler için bir matematiksel model önermişlerdir. Elomri vd. (2015), stajyer doktorlar için hastanenin Onkoloji ve Hematoloji bölümlerinde çalışması gereken stajyer doktor sayılarını belirlemişler ve bu doğrultuda çalışma planlarını oluşturmuşlardır. Aksakal ve Dağdeviren (2015) personel atama modelini Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Dematel yöntemleriyle, hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. İşgücü düzeyini bu yöntemler yardımıyla elde etmişlerdir. Sulak ve Bayhan (2016) hemşire çizelgeleme problemini hedef programlama yöntemiyle çözümlenmişlerdir. Vardiyadaki düzensizlikleri ortadan kaldırmışlardır. Cirit ve Kaya (2016) Eskişehir Özel Sakarya Hastanesi'ndeki hemşirelerin vardiyalarını düzenlemişlerdir. Varlı vd. (2016a) Ankara metrosunda çalışan vatmanları ekip halinde çalıştıkları vardiyalara eşit ve dengeli bir şekilde dağıtılmasını amaçlamışlardır. Varlı vd. (2016b) Ankara M1 metrosunda çalışan vatmanları ilk önce Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemiyle tecrübelerine göre sınıflandırmışlardır. Daha sonra bu sınıflandırmalara göre vatmanların sabah ve akşam vardiyalarına dengeli bir şekilde atanmasını gerçekleştirmişlerdir. Varlı ve Eren (2017a) çalışmalarında bir farikada çalışan şeflerin belirli bir periyotta çalıştıkları vardiyaların dengelenmesi üzerine bir matematiksel model geliştirmişlerdir. Varlı ve Eren (2017b) çalışmaları

rında Kırıkkale’de hizmet veren bir hastanenin yoğun bakım, acil ve ameliyathane bölümlerinde çalışan hemşirelerin vardiya atamalarını gerçekleştirmişlerdir.

Bu çalışmanın matematiksel modeli Azaiez ve Al Sharif (2005), Bağ vd. (2012), Sulak ve Bayhan (2016), Varlı ve Eren (2017b) çalışmalarında kullanılan modellerden faydalanılarak oluşturulmuştur. Bu çalışmalardaki ele alınan problemlere ek olarak hem hemşirelere aylık veya kişisel izinler verilmiş hem de tam gün vardiyasını da aynı anda değerlendirerek model elde edilmiştir. Böylelikle birbirleriyle çelişen çok fazla durum hedef programlama yöntemiyle en az sapma ile çözülmüştür. Her gün ihtiyaç duyulan hemşirelerin karşılanması ve bazı hemşirelere yıllık veya kişisel izinler verilmesi ve bunlara ek olarak tam gün vardiyasından sonra her hemşireye en az 32 saat izin verilmesi bu çelişen duruma örnek olarak ifade edilebilir.

### **Hedef Programlama**

Hedef programlama yöntemi günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde amaç verilen hedeflere mümkün olduğunca ulaşılmasını sağlamaktır ve hedefteki sapmaları minimize etmektir (Ignizio, 1985). Hedef programlama ile ilgili ilk olarak Charnes vd. (1955) yılında çalışmışlardır. Daha sonra Charnes ve Cooper (1961) yılında bu modellemeyi geliştirmişlerdir.

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

Hedef programlama da değişkenler:

$x_j$  : j. Karar değişkeni

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

$b_i$  : i. hedef için ulaşılmak istenen değer

$d_i^+$  : i. hedefin pozitif sapma değişkeni

$d_i^-$  : i. hedefin negatif sapma değişkeni

Genel gösterim ise şu şekildedir:

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^m (d_+^i + d_-^i)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + d_+^i + d_-^i = b_i \quad i=1, \dots, m \quad j=1, \dots, n$$

$$x_j, d_+^i, d_-^i \geq 0$$

### **Uygulama**

Çalışmada Kırıkkale’de hizmet veren bir devlet hastanesinde çalışan hemşirelerin belirlenmiş olan vardiyalara atanmasını ve bazı hemşirelere istedikleri günlerde izinli olmasını sağlamak amaçlanmıştır. Hastanenin belirlediği 4 vardiya vardır. Bun-

lar Sabah (S), Akşam (A), Gece (G), Tam Gün (TG) olarak gösterilmiştir. Her bir vardiyanın saat dilimleri ise Sabah (08:00-16:00), Akşam (16:00-24:00), Gece (24:00-08:00), Tam Gün (08:00-08:00). Aylık çalışma planında sabah vardiyasına 3, akşam vardiyasına 2, gece vardiyasına 1 ve tam gün vardiyasında 1 hemşire atanmalıdır ve geriye kalan hemşireler izinlidir. Çalışma hastanenin acil servis bölümünde çalışan hemşireler üzerinden gerçekleştirilmiştir.

### ***Problemin Tanımı***

Hastanenin belirlediği kurallar çerçevesinde matematiksel model oluşturulmuştur. Ek olarak bazı hemşirelere izin istedikleri günler değerlendirilerek modele eklenmiştir.

### ***Hastanenin belirlediği kurallar***

- ❖ Her bir vardiya ihtiyaç duyulan hemşire sayıları karşılanmalıdır.
- ❖ Tam gün vardiyasında çalışan bir hemşire sonraki 32 saat izinli olmalıdır.
- ❖ Tüm vardiyalar hemşireler arasında mümkün olduğu kadar eşit ve dengeli dağıtılmalıdır.
- ❖ Herhangi bir hemşire gece vardiyasında çalıştığı takdirde ertesi gün sabah, akşam ve tam gün vardiyalarında çalışmamalıdır.
- ❖ Herhangi bir hemşire akşam vardiyasında çalıştığı takdirde ertesi gün sabah vardiyasında çalışmamalıdır.
- ❖ Bazı hemşirelerin izin istedikleri günlerde çalışmaması gereklidir.
- ❖ Hemşirelerin aylık çalışma planında en az çalışması gereken vardiya saatlerine göre atamalar yapılmalıdır.
- ❖ Hemşirelerin aylık çalışma planında en fazla çalışması gereken vardiya saatlerine göre atamalar yapılmalıdır.
- ❖ Her hemşire çalıştığı hafta sayısı kadar haftalık ortalama 40 saat olacak şekilde atanmalıdır. Yani 4 haftalık çalışma planında toplam 160 saat çalışması hedeflenmelidir. Başka bir deyişle 3 hafta çalışan hemşirelerin de 120 saat çalışması hedeflenmelidir.

## Önerilen Model

Parametreler:

$i$  : hemşire indeksi ( $i=1,2,\dots,m$ )

$j$  = gün indeksi ( $j=1,2,\dots,n$ )

$k$  = vardiya indeksi ( $k=1,2,\dots,t$ ).

$n$  = gün sayısı ( $n=28$ )

$m$  = hemşire sayısı ( $m=13$ )

$t$  = vardiya sayısı ( $t=4$ )

## Karar Değişkenleri

$$X_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{i. hemşire j. gündeki k. vardiya} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad i = 1,2,\dots,m$$

$$j = 1,2,\dots,n \quad k = 1,2,\dots,t$$

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

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

## 5.4. Kısıtlar

**1.Kısıt:** Her gün her vardiya da ihtiyaç duyulan hemşire sayılarını göstermektedir.

$$\sum_{i=1}^m X_{ij1} = 3 \quad j=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij2} = 2 \quad j=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij3} = 1 \quad j=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij4} = 1 \quad j=1,2,\dots,n$$

**2.Kısıt:** Her hemşire her gün belirlenmiş olan vardiyalardan sadece 1 tanesinde çalışmalıdır.

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

**3. Kısıt:** 1.ve 2.hemşire 1-7 günler arası aylık izinlidir.

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

**4.Kısıt:** 3.Hemşire 3.gün izinlidir.

$$X_{33k} = 0 \quad k=1,2,\dots,t$$



**5.Kısıt:** 3. Hemşire 18.gün izinlidir.

$$X_{3(18)k} = 0 \quad k=1,2,\dots,t$$

**6.Kısıt:** 4. Hemşire 12.gün izinlidir.

$$X_{4(12)k} = 0 \quad k=1,2,\dots,t$$

**7.Kısıt:** 4.Hemşire 27.gün izinlidir.

$$X_{4(27)k} = 0 \quad k=1,2,\dots,t$$

**8.Kısıt:** Eğer bir hemşire herhangi bir gün izinliyse o gün çalışması engellenir.

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

**9.Kısıt:** Her hemşire ardı ardına en fazla 5 gün çalışabilir.

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

**10.Kısıt:** Herhangi bir hemşire gece vardiyasında çalıştıysa ertesi gün sabah, akşam ve tam vardiyalara atanması engellenir.

$$X_{ij3} + X_{i(j+1)1} + X_{i(j+1)2} + X_{i(j+1)4} \leq 1 \quad i=1,2,\dots,m \quad j=1,2,\dots,n-1$$

**11.Kısıt:** Herhangi bir hemşire akşam vardiyasında çalışırsa ertesi gün sabah vardiyasında çalışması engellenir.

$$X_{ij2} + X_{i(j+1)1} + X_{i(j+1)4} \leq 1 \quad i=1,2,\dots,m \quad j=1,2,\dots,n-1$$

**12.Kısıt:** Tam vardiya da bir hemşire çalışırsa en az 32 saat izinli olmalıdır.

$$X_{ij4} + X_{i(j+1)1} + X_{i(j+1)2} + X_{i(j+1)3} + X_{i(j+1)4} + X_{i(j+2)1} \leq 1 \quad i=1,2,\dots,m \\ j=1,2,\dots,n-2$$

**13.Kısıt:** Hemşirelerin aylık çalışma planında en az çalışması gereken vardiya saatleri

$$\sum_{j=8}^{28} 8 * X_{ij1} \geq 32 \quad i=1,2,\dots,m$$

$$\sum_{j=8}^{28} 8 * X_{ij2} \geq 24 \quad i=1,2,\dots,m$$

$$\sum_{j=8}^{28} 8 * X_{ij3} \geq 8 \quad i=1,2,\dots,m$$

$$\sum_{j=8}^{28} 8 * X_{ij4} \geq 24 \quad i=1,2,\dots,m$$

$$\sum_{j=1}^7 8 * X_{ij1} \geq 8 \quad i=3,4,\dots,m$$

$$\sum_{j=1}^7 8 * X_{ij2} \geq 8 \quad i=3,4,\dots,m$$

**14.Kısıt:** Hemşirelerin aylık çalışma planında en fazla çalışması gereken vardiya saatleri

$$\begin{aligned}\sum_{j=8}^{28} 8 * X_{ij1} &\geq 40 & i=1,2,\dots,m \\ \sum_{j=8}^{28} 8 * X_{ij2} &\geq 32 & i=1,2,\dots,m \\ \sum_{j=8}^{28} 8 * X_{ij3} &\geq 16 & i=1,2,\dots,m \\ \sum_{j=8}^{28} 8 * X_{ij4} &\geq 48 & i=1,2,\dots,m \\ \sum_{j=1}^7 8 * X_{ij1} &\geq 16 & i=3,4,\dots,m \\ \sum_{j=1}^7 8 * X_{ij2} &\geq 16 & i=3,4,\dots,m\end{aligned}$$

### **Hedefler**

Yapılan modelde sapmaları en aza indirmek için 3 tane hedef kısıtı belirlenmiştir.

**Hedef 1:** 3.-13.hemşireler mümkün olduğu kadarıyla aylık 160 saat çalışmalıdır.

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^3 8 * X_{ijk} + \sum_{j=1}^n 24 * X_{ij4} + d1_i^- - d1_i^+ = 160 \quad i=3,4,\dots,m$$

**Hedef 2:** 1.2.hemşireler mümkün olduğu kadarıyla aylık 120 saat çalışmalıdır.

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^3 8 * X_{ijk} + \sum_{j=1}^n 24 * X_{ij4} + d1_i^- - d1_i^+ = 120 \quad i=1,2$$

**Hedef 3:** Aylık çalışma planında tam gün vardiyaları mümkün olduğu kadar eşit olmalıdır.

$$\sum_{j=1}^n X_{ij4} + d2_i^- - d2_i^+ = 2 \quad i=1,2,\dots,m$$

### **Amaç Fonksiyonu**

$$\text{Min}Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (d1_{ij}^- + d1_{ij}^+) + \sum_{i=1}^m (d2_i^- + d2_i^+)$$

Modelin çözümünde “Intel (R) Core (TM) i5-3210M CPU@2.50 GHz” işlemcisi, 6 GB belleği ve Windows 8 işletim sistemine sahip bilgisayar kullanılmıştır. İlgili verilerin girilmesiyle model ILOG CPLEX 12.6.2.0 paket program ile model çözülmüştür ve atamalar yapılmıştır.

Tablo 1

*Hemşirelerin Aylık Atandıkları Vardiya Çizelgeleri (Önerilen Model)*

Hemşireler	GÜNLER																												S	A	G	TG	Toplam
	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								1	1	1	1	4						1	2	2	2	3	3	1	4			5	3	1	2	11	
2							4			1	2	3	1	2									1	3			1	2	4	3	2	2	11
3	1	4		2	1	1			1	2	2	2	3	1	2			1	1	1	1	3				1	1	4	7	5	2	2	16
4	4			1	4		2	2	3	1	1	1				1		1			1	4		2			2	6	4	1	3	14	
5	1	3		1	2	2		1	2	2			1	4		2				1	4		1		1	1	3	7	5	2	2	16	
6		1	4			1	2	1				1	4		2	2	3	3		4		1	1		1	1	2	7	4	2	3	16	
7	2		1	4			1	1				4		2	2		1	2		1	3		1	2	3		1	7	5	2	2	16	
8	1	2	3		1	3		1	4		3				1			4	3		1			2	2	2	1	6	4	4	2	16	
9	3		1	2		1	4			3		1	1		1		1	2	2	3		2		1	4		1	7	4	3	2	16	
10		1	2	3	3		1	3		1	4		2		1		1			1	2	2		1	4		7	4	3	2	16		
11		1	1	2	2	3		2		1	3			1	4		1		1	4			1	2	2		1	2	2	2	2	16	
12	2		1		1	4			4			1	2		1		1	2	2		1	2		1	3	3		7	5	2	2	16	
13		2	2		1		1	2		1	2	2		1	3	3		1	4					1	4		1	7	5	2	2	16	

Vardiyalar 1: Sabah (S) 2: Akşam (A) 3: Gece (G) 4: Tam Gün (TG)

Matematiksel modelin sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. Bu tabloda hemşirelerin dengeli bir şekilde atanmaları sağlanmıştır. Sabah vardiyası, akşam vardiyası, gece vardiyası ve tam gün vardiyası mümkün olduğunca eşit ve dengeli olarak dağıtılmıştır. Bazı hemşirelerin isteklerine göre izinler verilmiştir. Uzun bir periyotta izinli olan hemşireler için daha dengeli atamalar yapılmıştır. Bunlara ek olarak tam gün vardiyası ile bazı hemşirelere verilen izin günleri aynı anda değerlendirilerek en iyi sonuç elde edilmeye çalışılmıştır.

Daha önceden hemşirelerin aylık çalışma planları başhemşire tarafından elle yapılmaktaydı. Böylelikle elle yapılan hemşire çizelgelemede oluşan zaman kaybı, hemşirelerin adaletsiz olarak atanması sorunu hemşire izin istekleri de göz önüne alınarak matematiksel model ile çözümlenerek ortadan kalkmıştır. Oluşturulan matematiksel modelin çözümünde hedef programlama yönteminden faydalanarak hemşire atamaları yapılmıştır.

Modelin çözümünün elde edilebilmesi için 2425 kısıt, 2600 değişken kullanılmıştır. Bu kısıtlar ve değişkenler ile birlikte 11 saniyede çözüme ulaşılmıştır.

## Sonuçlar

Bu çalışmada Kırıkkale ilinde bulunan devlet hastanesinde çalışan hemşirelerin vardiyalara gerekli iş gücünü dengeli dağıtarak atamaları yapılmış ve özel izin istekleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar ile birlikte hemşirelerin memnuniyetlerinin artırılması ve çalıştıkları günlerde daha iyi verim alınması amaçlanmıştır. Normal günlük belirlenen üç vardiya dışında tam gün vardiyası da dikkate alınarak daha özgün bir çalışma gerçekleştirilmiş ve belirlenen hedef kısıtları mümkün olduğu kadarıyla gerçekleştirilmiştir.

Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda başka sağlık personellerinin çalışma günleri için farklı matematiksel modeller geliştirilebilir. Matematiksel modellemelerde ele alınan probleme göre farklı yöntemler ve teknikler kullanılabilir. Meta sezgisel algoritmalar kullanılarak daha büyük bir çözüm uzayında sonuçlar elde edilebilir. Bunlara ek olarak bu çalışma prensipleri ile daha farklı sektörlerde çalışan personellerin çalışma çizelgeleri elde edilebilir.

## Kaynakça

- Agyei, W., Denteh, W.O. & Andaam, E. A., (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*, issue 3, 5-10.
- Aickelin, U., & Dowsland, K. A. (2004). An İndirect Genetic Algorithm for A Nurse-Scheduling Problem. *Computers & Operations Research*, 31(5),761-778.
- Aickelin, U., & White, P. (2004). Building Better Nurse Scheduling Algorithms. *Annals of Operations Research*, 128(1-4), 159-177.
- Aksakal, E. & Dağdeviren, M., (2015) Yetenek Yönetimi Temelli Personel Atama Modeli ve Çözüm Önerisi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(2), 249-262.
- Azaiez, M. N., & Al Sharif, S. S. (2005). A 0-1 Goal Programming Model for Nurse Scheduling. *Computers & Operations Research*, 32(3), 491-507.
- Bağ, N., Özdemir, N. M., & Eren, T. (2012). 0-1 Hedef Programlama ve ANP Yöntemi İle Hemşire Çizelgeleme Problemi Çözümü. *International Journal of Engineering Research And Development*, 4(1), 2-6.
- Burke, E. K., Li, J. P. & Qu, R., (2010). A Hybrid Model Of İnteger Programming and Variable Neighbourhood Search for Highly-Constrained Nurse Rostering Problems. *European Journal of Operational Research*, 203, 484-493.
- Chen, J. G., & Yeung, T. W. (1992). Hybrid Expert-System Approach to Nurse Scheduling. *Computers in Nursing*, 11(4), 183-190.
- Cirit, E., & Kaya, K. (2016). Eskişehir Özel Sakarya Hastanesi'nde Hemşire Vardiya Çizelgeleme Problemi Çözümü. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- Dowsland, K. A., & Thompson, J. M. (2000). Solving A Nurse Scheduling Problem with Knapsacks, Networks and Tabu Search. *Journal of The Operational Research Society*, 51(7), 825-833.
- Elomri, A, Elthlatiny, S. & Mohamed, Z.S., (2015). A Goal Programming Model for Fairly Scheduling Medicine Residents. *Int. J Sup. Chain. Mgt, IJSCM*, 4, 2050-7399.
- Gutjahr, W. J., & Rauner, M. S. (2007). An Aco Algorithm for A Dynamic Regional Nurse-Scheduling Problem in Austria. *Computers & Operations Research*, 34(3), 642-666.
- Inoue, T., Furuhashi, T., Fuji, M., Maeda, H., & Takaba, M. (1999). Development of Nurse Scheduling Support System Using Interactive Ea. In Systems, Man, and Cybernetics, 1999. Ieee Smc'99 Conference Proceedings. 1999 Ieee International Conference. 5, 533-537.
- Ignizio, J., (1985). Introduction to Goal Programming, *Sage Publications Inc*, Beverley Hills, California, Usa.
- Karaatlı, M. & Güngör, İ., (2010). Hemşire Çizelgeleme Sorununa Bir Çözüm Önerisi ve Bir Uygulama, *Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 2 (1), 22-52.
- Karpuz, E. (2015). Nurse Scheduling and Rescheduling Problem Under Uncertainty, Yüksek Lisans Tezi, Middle East Technical University, Ankara.

- Maenhout, B., & Vanhoucke, M. (2008). Comparison and Hybridization of Crossover Operators for The Nurse Scheduling Problem. *Annals of Operations Research*, 159(1), 333-353.
- Miller, H. E., Pierskalla, W. P., & Rath, G. J. (1976). Nurse Scheduling Using Mathematical Programming. *Operations Research*, 24(5), 857-870.
- Narlı, M. (2007). Hemşirelerin Çalışma Vardiyalarının Değerlendirilmesi Ve Çizelgelenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksel Lisans Tezi.
- Özdağoğlu, A., Yalçınkaya, Ö. & Özdağoğlu, G., (2009). Ege Bölgesi'ndeki Bir Araştırma Ve Uygulama Hastanesinin Acil Hasta Verilerinin Simüle Edilerek Analizi, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(16), 61-73.
- Öztürkoğlu, Y. & Çalışkan, F., (2014). Hemşire Çizelgelemede Esnek Vardiya Planlaması Ve Hastane Uygulaması, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(1), 115-133.
- Rogers, A.E., Hwang, W. T., Scott, L. D., Aiken, L. H. & Dinges, D. F. (2004). The Working Hours of Hospitals Staff Nurses and Patient Safety, *Health Affairs*, 23(4), 202-212.
- Ronnberg, E. & Larsson, T., (2010). Automating the Self-Scheduling Process of Nurses in Swedish Healthcare: A Pilot Study. *Health Care Management Science*, 13, 35-53.
- Rosenbloom, E. S., & Goertzen, N. F. (1987). Cyclic Nurse Scheduling. *European Journal of Operational Research*, 31(1), 19-23.
- Sulak, H. & Bayhan, M., (2016). A Model Suggestion and An Application for Nurse Scheduling Problem”, *Journal of Research in Business Economics and Management*, 5(5),755-760.
- Thongsanit, K., Kantangkul, K. & Nithimethirot, T., (2015). Nurse's Shift Balancing in Nurse Scheduling Problem. *Silpakorn U Science & Tech J*, 10, 43-48.
- Topaloglu, S., & Selim, H. (2010). Nurse Scheduling Using Fuzzy Modelling Approach. *Fuzzy Sets and Systems*, 161(11), 1543-1563.
- Trilling, L., Guinet, A., & Le Magny, D. (2006). Nurse Scheduling Using Integer Linear Programming and Constraint Programming. *Ifac Proceedings Volumes*, 39(3), 671-676.
- Ünal, F.M., (2015). Analitik Hiyerarşı Prosesi Ve Hedef Programlama İle Nöbet Çizelgeleme Probleminin Çözümü, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Valouxis, C., Gogos, C., Goulas, G., Alefragis, P. & Housos, E., (2012). A Systematic Two Phase Approach for The Nurse Rostering Problem. *European Journal of Operational Research*, 219, 425 433.
- Varlı E., Eren T., Gençer M. A., & Çetin S., (2016a). Ankara Metrosu M1 Hattındaki Vatmanların Vardiya Saatlerinin Çizelgelenmesi. 3. *Uluslararası Raylı Sistemler Mühendisliği Sempozyumu-Karabük*, 279-285.
- Varlı, E., Gençer, M. A. & Eren, T., (2016b). Ankara Metro Hatları Vardiya Saatlerinin Çizelgelenmesi, 9. *Uluslararası İstanbul Ulaşım Kongresi Ve Fuarı*.
- Varlı, E., & Eren, T., (2017a). Vardiya Çizelgeleme Problemi Ve Bir Örnek Uygulama, *International Journal Of Informatics Technologies*, 10, 2, 185-197.
- Varlı, E., & Eren, T., (2017b). Hemşire Çizelgeleme Problemi Ve Bir Hastanede Uygulama, *Apjes*, 5(1), 34-40.

*Tam Gün Vardiyalı ve zel İzin İstekli Hemşire izelgeleme Probleminin  
Hedef Programlama ile özümü*

- Van Den Bergh, J., Beliën, J., De Bruecker, P., Demeulemeester, E., & De Boeck, L. (2013). Personnel Scheduling: A Literature Review. *European Journal of Operational Research*, 226(3), 367-385.
- Weil, G., Heus, K., Francois, P., & Poujade, M. (1995). Constraint Programming for Nurse Scheduling. *Ieee Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 14(4), 417-422.
- Yükçü, S. & Yüksel, İ., (2015). Hastane İşletmelerinde Kısıtlar Teorisi Yaklaşımı Ve rnek Bir Uygulama, *Atatürk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, 29(3).

