

*Araştırma Sunumu / Research Article*

**0-1 HEDEF PROGRAMLAMA YÖNTEMİ KULLANILARAK HEMŞİRE  
ÇİZELGELEME PROBLEMİNİN ÇÖZÜMÜ**

**Solution of The Nurse Scheduling Problem Using 0-1 Goal Programming  
Method**

**Buse USLU**

Kırıkkale Üniversitesi, buseuslu03@gmail.com

**Neşet BEDİR**

Kırıkkale Üniversitesi, nstbdr@gmail.com

**Şeyda GÜR**

Kırıkkale Üniversitesi, seydaaa.gur@gmail.com

**Tamer EREN**

Kırıkkale Üniversitesi, tamereren@gmail.com

**Öz**

Son yıllarda gerek üretim sistemlerinde gerekse hizmet sistemlerinde müşteri memnuniyetinin her geçen gün daha da zorlaştığı görülmektedir. Rekabet gücünü artırma yollarına başvuran işverenler, müşteriden önce hizmeti sunan kişilerin memnuniyetini sağlamayı hedeflemişlerdir. Hastanelerin 7/24 hizmet vermesi sebebiyle vardiya sistemi kurulmuştur. Fakat yanlış veya adil olmayan bir vardiya sistemi sonucu çalışanların fiziksel ve psikolojik açıdan olumsuz etkilendiği görülmektedir. Genellikle vardiya sisteminin çizelgesini, hastanenin çalışma saatlerine uyumlu bir şekilde sorumlu başhemşire yapmaktadır.

Günlük hayatta karşılaşılan problemlerde gerçekleştirilmesi istenen birden çok amaç olabilmektedir. Bu gibi durumlarda karar verme aşamasında aynı anda birden fazla hedefin sağlanabilmesi için geliştirilen hedef programlama yöntemi avantajlı bir yöntem olarak ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada ele alınan problem tipi için birden fazla hedefin karşılanmasını sağlayan ve bu hedeflerde esneklik olmasına izin veren hedef programlama yöntemi kullanılmıştır. Ele alınan bu problem tipinde

vardiya sistemindeki dengesizlikleri ortadan kaldıracak ve aynı zamanda hemşirelerin bazı özel durumlarına olanak sağlayan bir çizelge oluşturulmuştur. Bir devlet hastanesinden alınan veriler kullanılarak 0-1 hedef programlama ile model kurulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre gerçekleştirilmesi istenen hedeflere ulaşılmış, adil ve dengeli çizelge oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Hastane yönetimi, hemşire çizelgeleme, 0-1 hedef programlama

## Abstract

In recent years, both customer satisfaction in production systems and service systems have become more difficult. Employers who seek ways to increase their competitive strength have sought to provide satisfaction to the service provider first. The shift system was established because the hospitals were serving 24/7. However, it is seen that the workers who end up in a wrong or unfair shift system are adversely affected physically and psychologically. Generally, the chief nurse is responsible for scheduling the shift system in line with the hours of the hospital

Problems encountered in everyday life can have multiple purposes to be realized. In such situations, the goal programming method developed for providing more than one target at the same decision stage is an advantageous method. In this study, a goal programming method is used that allows more than one target to be satisfied for the type of problem addressed and allows flexibility in these goals. In this type of problem, a chart was created that would eliminate the imbalances in the shift system and at the same time allow some special cases of the nurses. A model was established with 0-1 goal programming using data from a state hospital. According to the results obtained, the objectives to be achieved have been achieved and a fair and balanced schedule has been established.

**Key Words:** Hospital management, nurse scheduling, 0-1 goal programming

## 1. Giriş

Hastaneler 7/24 hizmet veren sistemler olduğundan vardiya sistemi ile çalışması gereken yerlerdir. Hemşirelerde iş doyumu, kişilerarası çatışma, uyku problemi, iş yükünün fazlalığı, hemşirelerin özel ruhsal durumları, yöneticilerin baskı durumu gibi çeşitli faktörler bulunmaktadır (Aydın ve Kutlu, 2001; Altıntoprak vd., 2008; Fiskin vd. 2013; Akpınar ve Barlas, 2015). Bu yüzden vardiyalı çalışma sisteminin yönetilmesi zor bir sistemdir.

Hemşirelere verilen iş yükü, vardiyalardaki ardışık çalışma günleri, hemşirelerin nitelikleri, tercihleri, izin günleri, yıllık izinler ve bazı özel çalışma koşulları hemşire çizelgeleme probleminde en çok dikkate alınan faktörler arasında yer almaktadır (Küçük, 2016). Çalışma koşullarının kalitesinin artırılması çalışan personellerin memnuniyet seviyesinin ve verimliliklerinin artırılmasına bağlıdır. Ayrıca hastanelerde daha kaliteli hizmet verilebilmesi için, hemşirelere yapılan çalışma planlarının hasta yoğunluğuna göre olması gerekmektedir. Yapılan planlamalarda çalışan hemşirelerin az olması iş yükünü arttıracığından personelin memnuniyetini azaltarak çalışma motivasyonunu düşürecektir. Bu da beraberinde verilen hizmet kalitesini etkileyerek hasta memnuniyetini de azaltmaktadır. Hemşire sayısının fazla olması ise hemşirelerin boşta beklemesine ve maliyetlerin artmasına neden olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı hemşire sayısının yeterli olması hastaya istediği zamanda ve istediği kalitede hizmetin verilebilmesine olanak sağlamaktadır (Küçük, 2016).

Hastane ile ilgili araştırma ve çalışmalarda genellikle ameliyathane ve hemşire çizelgelemesi üzerinde durulmaktadır. Bunun sebebi ise hastane bütçesinin büyük bir kısmını hemşirelere ödenen maaşlar oluşturmaktadır. Personel çizelgeleme problemleri içerisinde yer alan hemşire çizelgeleme problemi temelde belirli kısıtlar altında hangi hemşirenin hangi zaman diliminde çalışacağına dair çözüm sonuçlarını içermektedir (Güngör, 2002).

Literatürde son yıllarda dikkat çeken bu problem tipinde çalışmalara bakıldığında araştırmacılar, uygun veriyi bulup bulamadıkları, çalışma sürelerinin adil olup olmaması, yapılan çizelgelerin sonucunda çalışma kapasiteleri için optimum seviyeye ulaşılabilmesi, oluşturulan çizelgelerin gerçek hayat ile karşılaştırıldığında sonuçların analiz edilmesi, elde edilen çizelgeler gerçek hayatta kullanıma sunulması vb. sorularına olumlu yönde cevap veren çizelgeler oluşturmaya çalışmaktadırlar (Cheang vd. 2003).

Literatürdeki çalışmalara genel olarak bakıldığında, Beaulieu vd. (2000) uygulama yaptıkları bir hastanede görevlendirilmesi gereken minimum hemşire sayısını belirlemeyi amaçlamışlardır. Aickelin ve White (2004) kurdukları modelde elde

ettikleri sonucu daha sonra farklı bir algoritma geliştirerek karşılaştırma yapmışlardır. Böylece değişkenleri tanımlayarak daha iyi bir algoritma geliştirmeyi; Azaiez ve Al Sharif (2005) hemşire tercihlerini içeren kurdukları modelde gereksiz fazla mesai gibi maliyetlerden kaçınmayı ve dengeli bir dağıtım yapmayı hedeflemişlerdir.

Literatürde, çoğunlukla manuel olarak yapılan hemşirelerin çalışma planları sistematik hale getirilerek daha adil ve etkin çizelgeler oluşturulmaya çalışılmıştır. Verilen hizmet kalitesini artırırken hastaların ve personelin memnuniyet seviyesini arttırmayı hedeflemektedir. Gutjahr ve Rauner (2007) geliştirdikleri algoritma ile 6 farklı hastane talebini ve hemşirelerin tercihlerini dikkate almaktadır. Kundu vd. (2008) çalışanların ihtiyaçlarını, gereksinimlerinin karşılamayı; Maenhout ve Vanhoucke (2008) çizelgelerin kalitesini en üst düzeye çıkarmayı amaçlamışlardır. Landa-Silva ve Le (2008) hemşireler için bireysel önceliğe izin veren tercih imkânı sunmaktadırlar. Maenhout ve Vanhoucke (2010) sağlanan bakım kalitesinde iyileştirmeleri hedefleyen hastane politikalarını dikkate alıp hemşirelerin tercihlerine göre çizelgeler hazırlamaya yardımcı bir algoritma geliştirmişlerdir. Bağ vd. (2012) hedef programlama ve analitik ağ süreci yöntemini entegre kullanarak geliştirdikleri model ile bir hastanede hemşire çizelgeleme probleminin uygulamasını yapmışlardır. Santos vd. (2015) hemşirelerin memnuniyeti sağlama; Karayel ve Atmaca (2017) hastalara kaliteli sağlık hizmeti verebilmek için hemşirelerin bölümlerde dengeli bir şekilde dağıtılmasına; Alharbi (2018) hastalara en verimli ve kaliteli hizmet verebilmeye yönelik yaklaşımlar geliştirmişlerdir.

Hemşire çizelgeleme problem tipi için birçok çözüm yaklaşımları geliştirilmiştir. Kurulan matematiksel modeller veya geliştirilen farklı algoritmalar temelde aynı sonuca ulaşmayı hedeflemiştir. Hemşire tercihlerinin ön plana alınması gerektiğini vurgulayan Constantino vd. (2014), çalışmalarında sezgisel bir yöntem ile algoritma; Wong vd. (2014) sezgisel yöntem ile algoritma, Pinheiro vd. (2015) sezgisel bir algoritma; Ramli vd. (2016) parçacık sürüsü optimizasyonu; Lim vd. (2016) özel kısıtlamalara izin veren 2 temel model; Namoco ve Salazar (2016) genetik algoritma yöntemi; Shi ve Landa-Silva (2016) dinamik programlama; Varlı vd. (2017) hedef

programlama yöntemi; Varlı ve Eren (2017) hedef programlama yöntemi; Hakim ve Bakhtiar (2017) hedef programlama yöntemi kullanmışlardır.

Nasiri ve Rahvar (2017) manuel olarak yapılan hemşire çizelgelerinin zorluğundan ve olası aksaklıklara dikkat çeken bu çalışmada, çoğu çalışmada olduğu gibi hemşire tercihlerinin karşılanmasına yardımcı model geliştirilmiştir. Capan vd. (2017) yeni doğan yoğun bakım ünitesindeki hemşireleri dikkate alan bu çalışmada 8 haftalık çizelge oluşturacak esnek bir matematiksel model kurmuşlardır. Eren vd. (2017) yapmış oldukları çalışmada tam gün vardiyalı çalışan hemşireler için özel izin isteklerini dikkate alan hemşireler için çizelgeleme problemini ele almışlardır.

Yapılan bu çalışmada bir devlet hastanesinde daha önceden manuel bir biçimde ve dengeli bir şekilde yapılamayan acil servis hemşirelerinin çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Hemşirelerin ve hastanenin makul isteklerini gerçekleştirebilmek için 0-1 hedef programlama yöntemi kullanılmıştır. Belirlenen kısıtlarla, yeterli hemşire sayısı sağlanarak hasta memnuniyetini ve çalışanların tercihlerini dikkate alınmış ve çalışan memnuniyetini ve verimliliği arttırmak amaçlanmıştır. Bu çizelgede kullanılan yöntem ile acil servis hemşirelerinin her ay dengeli ve adil olmakla birlikte oluşturulan sistem ile daha pratik ve hızlı bir çizelge oluşturulacağı ön görülmektedir.

Bu çalışma 5 bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm giriş bölümüdür ve konu ile ilgili kısa bir bilgi verildikten sonra çalışmanın amaçlarından bahsedilmektedir. İkinci kısım gereç ve yöntem bölümüdür ve çalışmada çözüm süreci boyunca kullanılan yöntem anlatılmaktadır. Üçüncü bölüm bulgular olup yapılan uygulama sonucunda elde edilen sonuçlardan bahsedilmiş ve dördüncü bölüm olan tartışma bölümünde çalışmanın literatür ile karşılaştırılması aktarılmıştır. Son bölüm sonuç bölümü olup çalışmadan elde edilen sonuçlar genel olarak yorumlanmıştır.

## **2. Gereç ve Yöntem**

Bu çalışmada hastanelerde hastalara 7/24 hizmet veren hemşirelerin çalışma çizelgeleri ele alınmış ve bir devlet hastanesinde Acil Servis biriminden veriler alınmış ve bu veriler ile bir uygulama yapılmıştır. 0-1 hedef programlama yöntemi

kullanılarak esnek bir model kurulmuştur. ILOG CPLEX programı ile çözüm yapılarak belirlenen hedeflere ulaşılmıştır.

## 2.1. Hedef programlama yöntemi

Hedef programlamanın ilk tanımı Charnes ve Cooper tarafından yapılmıştır. 1970'lerin ortalarına kadar literatürde az sayıda hedef programlama uygulamalarına rastlanılmaktadır. Hedef programlamanın ilk çıkışı ise 1955 yılında Charnes vd. tarafından geliştirilen çok amaçlı hedef programlama tekniğinin ortaya koyulması ile olmuştur (Ignizio ve Romero, 2003).

Günlük hayatta karşılaştığımız karar vermemiz gereken birçok durum vardır. Bu kararları verirken aynı zamanda gerçekleştirmek istenilen birden çok amaç bulunmaktadır. Bu amaçlar arasında kimi zaman çakışmalar da olabilirken kimi zamanda bu amaçlar birbirleri ile doğru orantılı da olabilmektedir. Böyle durumlarda amaçlarımızın aynı zaman diliminde gerçekleştirilebilmesi için çok amaçlı karar verme teknikleri kullanılmaktadır. Çok amaçlı karar verme tekniklerinin içerisinde en etkin teknikler arasında yer alan hedef programlama, birden çok hedef ve amaçla uğraşan, temelinde doğrusal programlama yöntemini kullanan bir tekniktir (Arıkan vd., 2008).

Hedef programlama, amaçlarımızın tümünü kısıta çevirmeye ve bunları belirli bir önem sıralaması halinde matematiksel modele aktarmaya yardımcı olur. Hedef programın, doğrusal programından en büyük farkı; doğrusal programlama doğrudan tek bir amacı optimize ederken, hedef programlama ise birçok hedef arasındaki sapmaları minimize ederek birbiriyle çatışan amaçları daha doğru olarak yönetmek amacıyla kullanılır (Leung vd., 2003). Hedef programlama, karmaşık olan problemin öncelikle amaçlarını belirler. Daha sonra amaçların hepsini birer kısıt haline getirir ve amaçlardan sapmayı en optimal hale getirmeyi amaçlar. Hedeflerden sapmayı en optimal hale getirme işlemini hedefler arasında önem sırasına göre ya da hedefleri ağırlıklarına göre yapar. Hedefler arasındaki önem ilişkisi, problemde belirlenen öncelik katsayılarının amaç fonksiyonundaki hedeflere eklenmesi yoluyla belirlenir (Ediz ve Yağdıran 2009).

Hedef programlama bahsedilen amaçlar, karar vericilerin isteklerini açık bir şekilde ifade eden kavram olarak tanımlanmaktadır. Hedef ise amaçların somutlaştırılarak sayısal ifadelerle dönüştürülmesidir. Matematiksel formülasyonda geçen karar değişkenleri, karar vericilerin değerini bulmak istedikleri bilinmeyenlerdir ve  $X_j$  olarak sembolize edilir. Amaç fonksiyonu belirlenen hedefler arasındaki sapmaların minimize edilmesine yarayan formülasyondur. Hedef kısıtları ulaşılmak istenilen hedef değerleridir. Sapmalar olabildiği için esnek kısıtlar olarak bilinmektedir. Sistem kısıtları ise sapma olmadan gerçekleştirilmek istenilen kesin ve katı kısıtlardır. Modelin çözümünde öncelikli olarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Sapma değişkenleri ise  $d_i^+$  ve  $d_i^-$  simgesi ile gösterilir. Karar vericiler tarafından belirlenmiş olan hedeflerdeki başarı düzeyini temsil etmektedir. Gerçekleşen ile istenilen arasındaki fark olarak belirtilmektedir (Uçakcıoğlu, 2017). Hedef Programdaki asıl amaç; sapmayı ifade eden değişkenlerin toplamının minimize edilmesidir. Sapma değişkenleri negatif değer alamazlar ve bir hedefin hem üstünde hem altında aynı anda değer alamaz. Bu yüzden sapma değişkenlerinden birinin değeri daima sıfır olmak zorundadır. Hedef kısıtlayıcılarına bağlı olarak sapma değişkenleri istenen veya istenmeyen değişken olarak da adlandırılabilir (Ignizio, 1985).

Genel bir öncelikli hedef programlama modeli aşağıdaki biçimde verilebilir (Taha, 1992);

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Min } [ P_1 w_1 (d^-, d^+), P_2 w_2 (d^-, d^+), \dots, P_k w_k (d^-, d^+) ]$$

Sistem Kısıtları:

$$g_i(x) \leq b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Hedef kısıtlar:

$$f_1(x) + d_1^- - d_1^+ = G_t, \quad t = 1, 2, \dots, s$$

$$d_1^-, d_1^+ \geq 0, \quad \forall t$$

$$X_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Çalışmada kullanılan hedef programlama yöntemi, araştırmacıların ele aldıkları problem tipinde ulaşmak istedikleri hedefleri gerçekleştirmeye olanak sağlayan esnek bir yöntemdir. Yöneylem araştırmasının dallarından olan bu yöntem ile belirlenen hedeflerde belirli sapmalara izin vermektedir. Literatüre bakıldığında hedef programlama yöntemi çeşitli çalışma alanlarında kullanılmaktadır: Dağdeviren ve Eren (2001) tedarikçi firma seçiminde, Turanlı ve Köse (2005) sigorta şirketlerinin performanslarını değerlendirmede, Özder ve Eren (2016) tedarikçi firma seçiminde, Ünal ve Eren (2016) nöbet çizelgeleme probleminde, Taş vd. (2017) ve Gür vd. (2017) monoray projelerinin seçiminde kullanılmaktadır.

### 3. Bulgular

Dengeli ve adil yapılmayan çizelgeler sonucunda hemşireler üzerinde görülen fiziksel ve psikolojik yük sonucunda hastanede verilen hizmet kalitesi ve verimlilik düşmektedir. Hemşire çizelgeleme problemini ele alan bu çalışmada manuel olarak yapılan çizelgelerin sistematik hale getirilmesi, adil ve etkin planlamaların yapılması amaçlanmaktadır. Bir devlet hastanesinden alınan verileri kullanarak gerçek hayatta karşılaşılan bazı durumlar göz önüne alınmıştır. Hastane bütçesinde önemli bir yere sahip olan hemşirelerin oluşturulan çalışma çizelgelerinde iş yükünün eşit dağıtılması ve böylece hem personelin memnuniyeti hem de personelin verdiği hizmetin kalitesinin artırılması temel olarak hedeflenmektedir. Çalışmanın akış şeması Şekil 1’de gösterilerek adımlar içerisinde çalışmanın kısaca özeti verilmiştir.

Uygulama yapılan hastane 7 gün 24 saat açık olan bir hastanedir. İlgilenmekte olduğumuz bölüm Acil Servisindeki hemşireler 08:00-16:00 (sabah vardiyası) ve 16:00-24.00 (akşam vardiyası) ve 24.00-08.00 (gece vardiyası) şeklinde çalışmaktadır. Hemşireler haftada en az 40 dolayısıyla ayda 160 saat çalışmak durumundadır. Yapılan çalışma 2017 yılının kasım ayı dikkate alınarak yapılmıştır. Çalışan hemşirelerin çizelgeleri Hemşirelik Yönetmeliği temel alınarak resmi çalışma koşullarına göre hazırlanmıştır. Aynı zamanda bunlara ek olarak hastalara en uygun ve en kaliteli hizmeti verebilmeleri için çizelgelemelerde dikkat edilmesi gereken birtakım kurallar vardır. Bu kurallar şu şekildedir;



1. Hastanelerde hemşire hizmeti günün 24 saatinde devam eder.
2. Bir hemşire haftada en az 40 saat çalışmalıdır.
3. Günün 3 vardiyası bulunmaktadır ve bu vardiyalarda Sabah (08:00-16:00), Akşam (16:00-24:00), Gece (24:00-08:00) saatleri arasında çalışılmaktadır.
4. Hemşire mutlaka ayda en az bir kere olmak üzere ardışık iki tam gün (bir tam gün 00:00-24:00 saatleri arasındaki süre) tatil kullanılmalıdır.
5. Ardışık iki gün 16:00-08:00 saatleri arasında çalışmamalıdır.
6. Ardışık olarak 16 saatten fazla çalışmamalıdır.
7. Her servisin sorumlu hemşiresi gündüz vardiyasında çalışmalıdır.
8. 2 engelli hemşire ve 1 hamile hemşire gece vardiyasına kalamamaktadır.

Her hemşire bir gün içerisinde yalnızca bir vardiyada çalışabilir. Çünkü birden fazla vardiyada çalışan hemşirelerin çalışma koşulları ağırlaşacak ve verdikleri hizmetin kalitesi performans düşüklüğünden dolayı değişecektir.

Yapılan çalışmada 15 hemşire vardır ve bu hemşirelerin aylık (28 gün) çalışma çizelgelerinin oluşturulması hedeflenmiştir. Bu 15 hemşire içerisinde ikisi engelli ve bir hamile hemşire bulunmaktadır. Bir gün içerisindeki çalışma akışı ise sabah, akşam ve gece olmak üzere üç vardiya şeklindedir. Özel durumdaki hemşireler, Tablo 1 'de oluşturulan çizelgede 5 ve 3 numaralı hemşireler engelli, 7 numaralı hemşire hamile iken 1 ve 14 numaralı hemşireler ise evlidir. Çalışmada bahsedilen sorumlu hemşire, acil serviste çalışan hemşirelerin her ay oluşturulan çizelgesinden sorumlu olan hemşiredir. Çalışmanın matematiksel model gösterimi şu şekildedir:

Matematiksel model:

Karar Değişkeni ve Parametreler:

$i$ = gün sayısı       $i = 1, \dots, 28$

$j$ = hemşire sayısı       $j = 1, \dots, 15$



$k$ =vardiya sayısı  $k = 1,2,3$

$$X_{ijk} = \begin{cases} 1, & i. \text{ gün } j. \text{ hemşire } k. \text{ vardiyaya atanması} \\ 0, & \text{dd} \end{cases}$$

$$i = 1, \dots, n ; j = 1, \dots, m ; k = 1, 2, 3$$

$$g_{ik} = i. \text{ gün } k. \text{ vardiyadaki gerekli personel sayısı} \quad i = 1, \dots, n ; k = 1, 2, 3$$

$$h_{ij} = i. \text{ gün } j. \text{ hemşirenin izinli olması durumu} \quad i = 1, \dots, n ; j = 1, \dots, m$$

Sapma Değişkenleri:

$$n_{1ij} = i. \text{ gün } j. \text{ hemşirenin 1. hedeften negatif yönde sapma miktarı}$$

$$i = 1, \dots, n ; j = 1, \dots, m$$

$$p_{1ij} = i. \text{ gün } j. \text{ hemşirenin 1. hedeften pozitif yönde sapma miktarı}$$

$$i = 1, \dots, n ; j = 1, \dots, m$$

$$n_{2ij} = i. \text{ gün } j. \text{ hemşirenin 2. hedeften negatif yönde sapma miktarı}$$

$$i = 1, \dots, n ; j = 1, \dots, m$$

$$p_{2ij} = i. \text{ gün } j. \text{ hemşirenin 2. hedeften pozitif yönde sapma miktarı}$$

$$i = 1, \dots, n ; j = 1, \dots, m$$

$$n_{3j} = j. \text{ hemşirenin 3. hedeften negatif yönde sapma miktarı} \quad j = 1, \dots, m$$

$$p_{3j} = j. \text{ hemşirenin 3. hedeften pozitif yönde sapma miktarı} \quad j = 1, \dots, m$$

$$n_{4j} = j. \text{ hemşirenin 4. hedeften negatif yönde sapma miktarı} \quad j = 1, \dots, m$$

$$p_{4j} = j. \text{ hemşirenin 4. hedeften pozitif yönde sapma miktarı} \quad j = 1, \dots, m$$

Kısıtlar ve Hedefler:

Kısıt 1:  $i.$  gün  $k.$  Vardiyada çalışması gerekli en az hemşire sayısını gösteren kısıt

$$\sum_{j=1}^m x_{ijk} \geq g_{ik} \quad i = 1, \dots, n ; k = 1, 2, 3$$

Herhangi bir gün herhangi bir vardiyada çalışması gereken hemşire sayısının alt sınırını göstermektedir.

Kısıt 2: i. Gün j. Hemşire izinli olduğu gün çalışmamalı

$$x_{ijk} \leq 1 - h_{ij} \quad i = 1, \dots, n ; j = 1, \dots, m ; k = 1, 2, 3$$

Genel çizelge içerisinde bütün hemşireler için düşünüldüğünde hemşirelerin izin günlerinin yapılacak olan çizelgeye dahil olmaması ve o gün çalışılmasının istenmediğini göstermektedir.

Kısıt 3: i. Gün j. Hemşire izinli, ertesi sabah vardiyasında, akşam ve gece vardiyasında ya da diğer gün izinli bunlardan en fazla 2 sini gerçekleştirebilmektedir.

$$(h_{ij} + x_{i+1,j,1} + x_{i+1,j,2} + x_{i+1,j,3} + h_{i+2,j}) \leq 2 \quad i = 1, \dots, n - 2 ; j = 1, \dots, m$$

İzinli olan hemşirenin vardiya sisteminde nasıl izin kullanabileceğine dair oluşturulan bir kısıttır. İzinli olan hemşire diğer gün üç vardiyadan birinde çalışması ya da izinde olması durumudur.

Kısıt 4: Her hemşirenin art arda 6 günden fazla üst üste çalışamayacağını gösteren kısıt.

$$(h_{ij} + h_{i+1,j} + h_{i+2,j} + h_{i+3,j} + h_{i+4,j} + h_{i+5,j} + h_{i+6,j}) \geq 1$$

$$i = 1, \dots, n - 6 ; j = 1, \dots, m$$

Personellerin haftada en az 1 gün izin kullanması amacıyla oluşturulan kısıttır.

Kısıt 5: 3 hemşireden, 2 engelli ve 1 hamile, en fazla ikisi sabah ya da akşam çalışsın.

$$(x_{i5k} + x_{i3k} + x_{i7k}) \leq 2 \quad i = 1, \dots, n ; k = 1, 2$$

Özel durumları olan hemşirelerden en fazla ikisinin sabah ya da akşam vardiyalarında çalışabileceğini göstermektedir.

Kısıt 6: 2 engelli (3 ve 5 numaralı hemşireler) ve 1 hamile (7 numaralı) hemşire gece çalışmaması

$$x_{i73} + x_{i53} + x_{i33} = 0 \quad i = 1, \dots, n$$

Özel durumlu hemşirelerin gece vardiyalarında çalışmasının istenmediği belirtilmektedir.

Kısıt 7: evli olan çiftlerin aynı anda vardiyada olması (1 ve 14 numaralı hemşireler)

$$x_{i1k} - x_{i14k} = 0 \quad i = 1, \dots, n ; k = 1, 2, 3$$

Özel durumlu hemşirelerden, evli çiftlerin aynı vardiya içerisinde birlikte çalışması isteğini göstermektedir.

Kısıt 8: Her hemşire i. Gün sadece bir vardiyada çalışsın

$$x_{ij1} + x_{ij2} + x_{ij3} \leq 1 \quad i = 1, \dots, n ; j = 1, \dots, m$$

1.Hedef: i. Gün j. Hemşire akşam vardiyasında, ertesi gün sabah veya gece vardiyalarından birinde çalışsın

$$x_{ij2} + x_{i+1,j1} + x_{i+1,j3} + n1_{ij} - p1_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, n - 1 ; j = 1, \dots, m$$

Bir hemşirenin bir günde arka arkaya vardiyalarda çalışmaması için verilen hedef kısıttır ve pozitif yöndeki sapma yani bu arka arkaya vardiyalarda çalışmaya olanak sağlayabilecek sapma minimize edilmektedir. Uygulaması yapılan hastanenin isteği üzerine akşam vardiyası için üzerine kurulmuştur.

2.Hedef: i. Gün j. Hemşire sabah vardiyasına, ertesi gün akşam gece den birinde çalışsın

$$x_{ij1} + x_{i+1,j2} + x_{i+1,j3} + n2_{ij} - p2_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, n - 1 ; j = 1, \dots, m$$

Bir hemşirenin bir günde arka arkaya vardiyalarda çalışmaması için verilen hedef kısıttır ve pozitif yöndeki sapma yani bu arka arkaya vardiyalarda çalışmaya olanak sağlayabilecek sapma minimize edilmektedir. Uygulaması yapılan hastanenin isteği üzerine sabah vardiyası için üzerine kurulmuştur.

3.Hedef: Hemşirelerin Pazar tatillerinin dağıtımı ile ilgili kısıt

$$h_{7j} + h_{14j} + h_{21j} + h_{28j} + n_{3j} - p_{3j} = 1 \quad j = 1, \dots, m$$

Hemşirelerin her pazar tatil yapmasını yani adil dağıtım olması için herkese eşit şekilde pazar tatili dağıtılması ile ilgili kısıttır.

4.Hedef: 1 ayda toplam 21 vardiyaya atansın

$$\sum_{i=1}^n x_{ij1} + x_{ij2} + x_{ij3} + n_{4j} - p_{4j} = 21 \quad j = 1, \dots, m$$

Her bir hemşirenin 1 aylık dönemde 21 kez vardiyaya atmasını sağlayarak hemşirelerin dengeli dağıtımını gerçekleştiren kısıttır.

Amaç Fonksiyonu

$$\begin{aligned} \min P_1 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{1ij} + P_2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{2ij} + P_3 \sum_{j=1}^m n_{3j} \\ + P_4 \sum_{j=1}^m (n_{4j} + p_{4j}) \end{aligned}$$

Hastanelerde oluşturulan çizelgelerin çoğu manuel olarak yapılmaktadır ve insan faktörü olduğundan dolayı dengeli ve etkin olmayan çizelgeler üretilmektedir. Çoğu zaman hemşirelerin tercihlerini ve ihtiyaçlarını dikkate almayan çizelgelerde bu durumlar göz önüne alınarak daha sistematik ve istenilene uygun çizelgeler oluşturulmuş ve hedeflere ulaşılmıştır. Tablo 1’de kurulan model sonucu oluşturulan çizelge gösterilmiştir.

Tablo 1’de bulunan hemşirelerden 1. hemşirenin bir aylık çizelgesini açıklırsa; sabah vardiyası 2,4,7,8,9,10,11,21,23,26,27,28. gün, akşam vardiyasında 2,4,15,16,17,18,21,23. gün ve gece vardiyası 1.gün olarak çalışmıştır. Yine çizelgede 10. hemşirenin nöbet dağılımı incelendiğinde 1,15 ve 17. günler çift vardiya çalışmakta olup diğer günler tek vardiya çalışmaktadır. Özel durumlu hemşirelere bakıldığında ise bu hemşirelerin gece çalışmaması istenmekte ve bu hemşirelerden en fazla ikisi sabah ya da akşam vardiyasında çalışması istenmektedir. Bu iki kısıttın sağlandığı ve hemşirelerin özel durumlarının dikkate alındığı görülmektedir. Bu

sonuçlar neticesinde hemşireler için oluşturulan kısıtlar sağlanmış ve uygun bir nöbet çizelgesi hazırlanmıştır.

Oluşturulan model doğrultusunda belirlenen hastanede hemşire vardiya çizelgelemesi denenmiştir. Model oluşturulmadan önce hemşirelerin sürekli fazla mesaiye kaldıkları görülmektedir. Hemşire özel isteklerinin dikkate alınarak oluşturulduğu manuel çizelgeleme sonucunda hemşirelerin zorluk çektikleri fakat model sonucunda oluşturulan çizelgenin daha rahat olduğu hemşireler tarafından dile getirilmiştir. Mevcut çizelgeleme de manuel çizelge kullanılırken, oluşturulan model ile hem hastane kuralları hem de hemşire özel istekleri doğrultusunda otomatik olarak çizelge oluşturulmuştur. Oluşturulan çizelge sonucu fazla mesai azaldığı ve hemşireler arası oluşan gerginliğin azaldığını dile getirmişlerdir. Oluşturulan çizelgenin hastanenin isteklerini ne derece gerçekleştirdiği hastanenin başhemşireleri ile görüşülerek tartışılmıştır. Başhemşireler daha önce yapılan çizelgeleri düşünerek oluşturulan bu çizelgeyi analiz etmişlerdir. Sistemik bir yapı ile oluşturulan bu çizelgenin hemşirelerin isteklerini yansıttığı ve özel durumlara uygun olduğu başhemşireler tarafından sözel olarak ifade edilmiştir ve istenen sonuçlara ne kadar ulaşıldığı bu şekilde analiz edilmiştir.

#### 4. Tartışma

Hizmet sektörü içerisinde yer alan sağlık birimlerinin genel amaçları, birimlerde oluşan maliyetleri minimize ederek aynı zamanda çalışma kalitesinin de artırılmasını sağlamaktır. Hastane bütçesinin büyük çoğunluğu hemşirelerin ödeneklerine ayrılması ve aynı zamanda hemşirelerin verdikleri hizmet ile hasta memnuniyeti arasında doğru orantı olması araştırmacıları bu yönde yoğunlaştırmıştır.

Sağlık hizmeti sunan hastanelerde hizmet kalitesini arttırmaya yardımcı olarak çalışanlar için hastane yoğunluğuna göre görev planlamalarının yapılması gerekmektedir. Çalışan hemşire sayılarının yeterli olmaması görev yükünü arttırırken fazla olması ise gereksiz beklemlerden oluşan maliyetlere neden olmaktadır.

Çizelgeleme problemlerinin bir alt kategorisi olan hemşire çizelgeleme probleminde sadece yönetmelikte olan belli başlı kurallar haricinde çalışanların isteklerinin de dikkate alınması sonucunda verimliliklerin arttığı belirtilmektedir. Bu çalışmada sağlık sistemlerinde hizmet veren hastanelerde önemli bileşenlerinden oluşan hemşirelerin çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Bu sebeple bu çalışmada bir devlet hastanesinden alınan verileri kullanarak gerçek hayatta karşılaşılan bazı durumlar göz önüne alınmış ve uygulama yapılmıştır. Hem zorunlu kısıtların hem de hemşirelerin isteği üzerine makul bir vardiya çizelgeleme yapılması gerektiği, böylelikle verimli bir çalışma sonucuna varıldığı görülmüştür. Dikkate alınan özel durum ve istekler ile hem dengeli hem de etkin bir çalışma çizelgesi oluşturulmuştur. Böylece ulaşılan bu sonuçlar ile elde edilmesi istenilen hedeflere varıldığı gözlemlenmiştir. Bu sayede devamlılığı getirilebilecek bu esnek modellemede bir sonraki aylarda yine hemşirelerin özel istek ve durumları göz önünde bulundurulmaya çalışılarak verimli çizelgeler oluşturulmasına olanak sağlanmıştır.

Sağlık sektöründe hizmet veren birimler çok stresli ve çok fazla dikkat isteyen çalışma yerleridir. Özellikle acil servislerin ani ve acil gelen hastaların 7/24 açık halde hizmet vermesi gerekmektedir. Bu hemşire çizelgeleme sonucunda verimli, daha düşük stres ve yorgunluk ile çalışan hemşireler olduğu ve bunun sonucunda acil servise gelen hastaların daha hızlı ve sağlıklı sonuçlar aldığı gözlemlenmiştir. Çalışmada, hastane içerisinde üç vardiya çalışan hemşirelerin çalışma durumları dikkate alınmıştır. Yapılan çalışmada 15 hemşirenin çalışması baz alınmış ve aylık bir çizelge oluşturulmuştur. 0-1 hedef programlama yöntemi kullanılarak, çalışmada bir hamile (7 numaralı) ve iki engelli (3 ve 5 numaralı) hemşirenin özel durumları, aynı departmanda çalışan evli (1 ve 14 numaralı) hemşireler vardiya üzerindeki özel istekleri dikkate alınarak çözüm sürecine gidilmiştir. Çalışmada kullanılan hedef programlama, gerçek hayatta belirli hedefler doğrultusunda amaca giderken elimizde olmayan koşullar doğrultusunda, amaçlardan olası sapmaları minimize etmek için kullanılmıştır.

Bu çalışma literatürdeki çalışmalar ile birlikte düşünüldüğünde hemşirelerin özel durumlarına farklı bir bakış açısı getirilerek modelde karar vericilere esneklik olanağını sağlayan hedef programlama yöntemi ile modelin eklemeler yapılarak

araştırmacılar tarafından genişletilip geliştirilmesine fırsat oluşturmuştur. Aynı zamanda literatürdeki benzer çalışmalarını destekleyen ve gelişmiş bir nitelikte uygulama çalışması ile kurulan matematiksel modelin etkinliği vurgulanmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda hastane istekleri ve vardiya sistemi dikkate alınırken bu çalışmada sadece vardiya sistemi ve hastane istekleri değil, acil serviste çalışan hemşirelerin özel durum ve istekleri de dikkate alınmıştır.

Eren ve Ünal (2016) ve Wong vd. (2014) gibi hemşire çizelgeleme çalışmalarından yararlanılarak yapılan hemşire çizelgeleme modelinde ekstra hemşirelerin özel isteklerinde bulunan evli olma, hamilelik durumu ve engelli durumları kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda ele alınan hemşire ve hastane dikkate alındığı için başlıca tek bir vardiyada nöbet tutma gibi kısıtlar aynıdır. Literatüre katkıları ise ele alınan her hastane çalışan hemşirelerin özel kısıtlarıdır. Bu çalışmada ele alınan özel kısıtlar ise başlıca iki hemşirenin evli olması ve mümkün olduğunca aynı vardiya çalışma istekleri, bir hemşirenin hamile olmasından dolayı geceleri vardiyaya çıkamama durumu ve iki engelli durumunda olan hemşirelerin gece vardiyasında çalışmama durumları dikkate alınarak yeni bir model geliştirilmiştir.

## 5. Sonuç

Bu çalışmada, hastane içerisinde özellikle özel sebepleri olan, hamile olan çalışanlar gibi öncelikler ve kriterler dikkate alınmaktadır. Bu kriterler hamile ve engelli hemşirelerin gece vardiyalarında çalışmaması, bu hemşirelerden en fazla ikisi sabah ya da akşam çalışması, evli hemşirelerin aynı vardiyada çalışması gibidir. Bu kriterleri göz önüne alarak bir çizelgeleme yapılması çok zor ve yorucu olmakla birlikte çok zaman harcamaktadır. Her hastanenin kendine öz kısıtları olması sebebiyle belirli bir kuralda bulunmamaktadır. Bu çalışmada 15 hemşire baz alınsa da oluşturulan matematiksel program sayesinde personel sayısı artsa bile bir sorun teşkil etmeyeceği yine dengeli bir vardiya çizelgesi ortaya çıkacak şekilde modelleme yapılmıştır.

Yapılacak olan ileriki çalışmalarda bir yıl baz alınarak, acil servis ile ilişkili olan diğer departmanlar ile birlikte bir çalışma yapılabilir. Böylelikle acil servisle ilişkili



olan enfeksiyon, triaj, laboratuvar gibi bölümlerle ortak çalışan hemşirelerin iki farklı vardiya çizelgesi oluşturulması yerine bir vardiya çizelgesi oluşturulması daha sağlıklı sonuçlar elde etmemizi sağlayabilir. Aynı zamanda hemşirelerin vardiyalar arası çalışmalarında karşılaştıkları sorunların performanslarına etkisi karar verme teknikleri ile ölçülebilir ve bu etkiler dikkate alınarak matematiksel modeller, sezgisel yöntemler veya diğer yöntemler aracılığıyla çizelgeler oluşturulabilir.

### Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

Bu çalışmada yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No conflict of interest was declared by the authors in this study.

### Kaynaklar

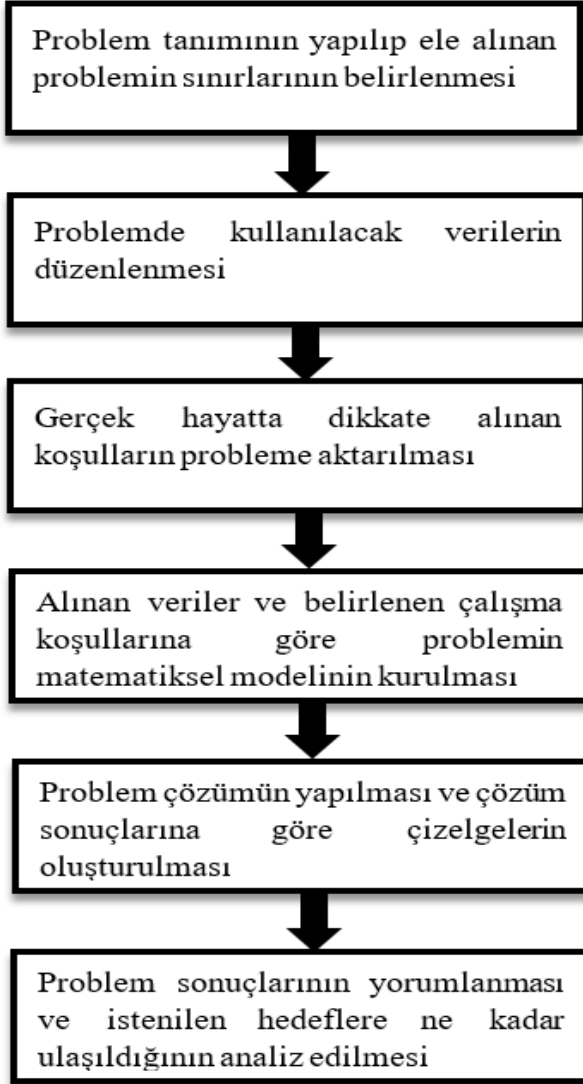
- Aickelin, U., & White, P. (2004). Building better nurse scheduling algorithms. *Ann Oper Res*, 128(1), 159-177.
- Altıntoprak, A. E., Karabilgin, S., Çetin, Ö., Kitapçioğlu, G., & Çelikkol, A. (2008). Hemşirelerin iş ortamlarındaki stres kaynakları; depresyon, anksiyete ve yaşam kalitesi düzeyleri: Yoğun bakım ve yataklı birimlerde hizmet veren hemşireler arasında yapılan bir karşılaştırma çalışması. *Türkiye'de Psikiyatri*, 10(1), 9-17.
- Alharbi, M. (2018). Nurse scheduling model in saudi arabia hospitals. In *International Journal of Computing and Digital Systems*, 7,(2) , March 2018, University of Bahrain.
- Akpınar, H., & Barlas, G.Ü. (2015). Yoğun bakım servislerinde çalışan hemşirelere uygulanan sorun çözme eğitiminin hemşirelerin stresle başa çıkma tarzlarına etkisi. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Dergisi*, 2(1),30-38.
- Aydin, R., & Kutlu, Y. (2001). Hemsirelerde is doyumu ve kisiler arası catısma egilimi ile ilgili degiskenler ve is doyumunun catısma egilimi ile olan iliskisini belirleme. *Cumhuriyet Üniversitesi Hemsirelik Yuksekokulu Dergisi*, 5(2), 37-45.
- Azaiez, M. N., & Al Sharif, S. (2005). A 0-1 goal programming model for nurse scheduling. *Computers & Operations Research*, 32(3), 491-507.

- Arikan, E. 2008. A performance comparison of polar codes and Reed-Muller codes. *IEEE Commun Lett*, 12(6).
- Bağ, N., Özdemir, N. M., & Eren, T. (2012). 0-1 Hedef programlama ve ANP yöntemi ile hemşire çizelgeleme problemi çözümü. *International Journal of Engineering Research and Development*, 4(1), 2-6.
- Beaulieu, H., Ferland, J. A., Gendron, B., & Michelon, P. (2000). A mathematical programming approach for scheduling physicians in the emergency room. *Health Care Manag Sc*, 3(3), 193-200.
- Capan, M., Hoover, S., Jackson, E. V., Paul, D., & Locke, R. (2017). Integrating nurse preferences and organizational priorities into nurse schedules—application to the neonatal intensive care unit. *Proceedings of the 2017 Industrial and Systems Engineering Conference*, 19-24.
- Cheang, B., Li, H., Lim, A., & Rodrigues, B. (2003). Nurse rostering problems—a bibliographic survey. *European Journal of Operational Research*, 151(3), 447-460.
- Constantino, A. A., Landa-Silva, D., de Melo, E. L., de Mendonça, C. F. X., Rizzato, D. B., & Romão, W. (2014). A heuristic algorithm based on multi-assignment procedures for nurse scheduling. *Ann Oper Res*, 218(1), 165-183.
- Dağdeviren, M., & Eren, T. (2001). Tedarikçi firma seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemlerinin kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16(1).
- Ediz, A., & Yağdıran, Y. (2009). Hedef programlama tekniği ile menü planlaması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 45-74.
- Eren, T., Varlı, E., & Aktürk, M. S. (2017). Tam gün vardiyalı ve özel izin istekli hemşire çizelgeleme probleminin hedef programlama ile çözümü. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 1-16.
- Fiskin, A., Bayık, T.A., & Yıldırım, J. G. (2013). Hemşirelerde uyku sorunları ve etkili etmenler. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 29(2), 13-32.
- Gutjahr, W. J., & Rauner, M. S. (2007). An ACO algorithm for a dynamic regional nurse-scheduling problem in Austria. *Comput Oper Res*, 34(3), 642-666.

- Güngör, İ. (2002). Hemşire görevlendirme ve çizelgeleme sorununa bir model önerisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(2), 77-94.
- Gür, Ş., Hamurcu, M., & Eren, T. (2017). Ankara'da Monoray projelerinin analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemleri ile seçimi. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 23(4).
- Hakim, L., & Bakhtiar, T. (2017). The nurse scheduling problem: a goal programming and nonlinear optimization approaches. *IOP Conf Ser-Mat Sci*, 166(1), 012024.
- IBM ILOG CPLEX, "12.6." CPLEX User's Manual, 2014.
- Ignizio, J. P., & Carlos Romero. (2003). Goal programming. *Encyclopedia of information systems*, 2, 489-500.
- Ignizio, J.P. (1985). An algorithm for solving the linear goal programming problem by solving its dual. *Journal of the Operational Research Society*, 36(6), 507-515.
- Karayel, S.D., & Atmaca, E. (2017). Özel bir hastane için hemşire çizelgeleme problemi. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(2), 111-132.
- Kundu, S., Mahato, M., Mahanty, B., & Acharyya, S. (2008). Comparative performance of simulated annealing and genetic algorithm in solving nurse scheduling problem. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*, 96-100.
- Küçük, A. (2016). Hemşire çizelgeleme problemlerinin genetik algoritmalarla optimizasyonu ve bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Landa-Silva, D., & Le, K. (2008). A simple evolutionary algorithm with self-adaptation for multi-objective nurse scheduling. *Adaptive and Multilevel Metaheuristics*, 133-155.
- Lim, G. J., Mobasher, A., Bard, J. F., & Najjarbashi, A. (2016). Nurse scheduling with lunch break assignments in operating suites. *Operations Research for Health Care*, 10, 35-48.

- Leung, S. CH, Wu Y., & Lai K. K. (2003). Multi-site aggregate production planning with multiple objectives: a goal programming approach. *Prod Plan Control*, 14(5), 425-436.
- Maenhout, B., & Vanhoucke, M. (2008). Comparison and hybridization of crossover operators for the nurse scheduling problem. *Ann Oper Res*, 159(1), 333-353.
- Maenhout, B., & Vanhoucke, M. (2010). Branching strategies in a branch-and-price approach for a multiple objective nurse scheduling problem. *J Sched*, 13(1), 77-93.
- Namoco, R. A., & Salazar, R. G. (2016). Solving the nurse scheduling problem of private hospitals in the philippines using various operators for genetic algorithm. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(47).
- Nasiri, M. M., & Rahvar, M. (2017). A two-step multi-objective mathematical model for nurse scheduling problem considering nurse preferences and consecutive shifts. *International Journal of Services and Operations Management*, 27(1), 83-101.
- Özder, E. H., & Eren, T. (2016). Çok ölçütlü karar verme yöntemi ve hedef programlama teknikleri ile tedarikçi seçimi. *Selcuk University Journal of Engineering, Science and Technology*, 4(3), 196-207.
- Pinheiro, R. L., Dario, L.S. & Atkin, J. (2015). A variable neighbourhood search for nurse scheduling with balanced preference satisfaction. In: 17th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2015), 1-10, April 2015, Barcelona, Spain.
- Ramli, M., Abas, Z., Ibrahim, N., & Hussin, B. (2016). Solving complex nurse scheduling problems using particle swarm optimization. *International Review on Computers and Software (IRECOS)*, 11.
- Santos, D., Fernandes, P., Cardoso, H.L. & Oliveira, E. (2015). A weighted constraint optimization approach to the nurse scheduling problem. 2015 IEEE 18th International Conference on Computational Science and Engineering, 233-239.
- Shi, P., & Landa-Silva, D. (2016). Dynamic programming with approximation function for nurse scheduling. *International Workshop on Machine Learning, Optimization and Big Data: Springer*, 269-280.

- Taha, H. A. (1992). *Operations Research: An Introduction*. Macmillan.
- Taş, M., Özlemiş, Ş. N., Hamurcu, M., & Eren, T. (2017). Analitik hiyerarşi prosesi ve hedef programlama karma modeli kullanılarak monoray projelerinin seçimi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2(2), 24-34.
- Turanlı, M., & Köse, A. (2005). Doğrusal hedef programlama yöntemi ile türkiye'deki sigorta şirketlerinin performanslarının değerlendirilmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(7), 19-39.
- Uçakcıoğlu, B. (2017). Hava Savunma Sanayisinde Yatırım Projeleri Seçiminin Çok Ölçütlü Karar Verme Ve Hedef Programlama İle Yapılması. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Ünal, F. M., & Eren, T. (2016). Hedef programlama ile nöbet çizelgeleme probleminin çözümü. *APJES*, 4(1).
- Varlı, E., & Eren, T. (2017). Hemşire çizelgeleme problemi ve hastanede bir uygulama. *APJES*, 5(1), 34-40.
- Varlı, E., Ergişi, B., & Eren, T. (2017). Özel kısıtlı hemşire çizelgeleme problemi: hedef programlama yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* (49), 189-206.
- Wong, T., Xu, M., & Chin, K. (2014). A two-stage heuristic approach for nurse scheduling problem: A case study in an emergency department. *Comput Oper Res*, 51, 99-110.



Şekil 1. Uygulama akış şeması

Gün/ Hemşire	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
1	G	G	A	A	S	S	A	G	G	S	G	A	S	G	G
2	A	G			S	S	A	A		S	G		S	A	G
3	A	G	S	S	S		A	A	G		A	G	S	A	
4	A	A	S	S		G		A	G	S		G		A	S
5	A		S	S	A	G		A	G	S	G		A	A	S
6		A	S	S	A	G	S		G		A	G	A		S
7	G	A	S	S		A	S		S	G		A	A	G	
8	G	A		S	A		S		S	G	S	A		G	A
9	S		G		A	G	S			G	S	A	A	S	A
10	S	G	G		A	A	S		G		S	A	A	S	
11		A	S	S	A	A	S	G	S	G			A		G
12	S	A	S		A	A		G	S	G	G	A		S	G
13	S		S	G		A	A	G	S	G	A	A	A	S	G
14	S	G		A	S		A	G	S	G	A			S	A
15	S	G	S	A	S	A	A			G		G	A	S	
16	S			A	S	A	A	G	S	S	G	G	A	S	G
17		G		A	S	A	A	S	S		S	G	A		G
18	S	G	A		S	A		S		G		G	A	S	A
19	S	G	A	G				S	G	A	S	A	A	S	A
20	S	G	A	S			S	S	G	A	S	A		S	A
21	A	G	A	S	A	G	S	S	G	A	S		A		
22		A	A	S		A					S	S	A	A	
23					S		A	S	S	A		S	A		
24	S		A	G		G	A	S			A			S	G
25	S	A	A	G	S	G	A	S	G	S	A	G	S	S	G
26		A		G	S		A	S	G	S		S	S		G
27	S	A	A	A	S	A	A	S	G	S	G		S	S	A
28			A		S			S			A	S			A

**Tablo 1. Oluşturulan çizelge**

(S: Sabah Vardiyası-A: Akşam Vardiyası-G: Gece Vardiyası)