



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**HEMŞİRE GÖREVLENDİRME VE ÇİZELGELEME
PROBLEMLERİNİN SAYISAL YÖNTEMLERLE
ÇÖZÜMÜ: YOĞUN BAKIM ÜNİTELERİNE YÖNELİK
BİR MODEL ÖNERİSİ**

Orhan PARILDAR

**SAĞLIK KURUMLARI YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Çağdaş Erkan AKYÜREK**

**ANKARA
2020**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HEMŞİRE GÖREVLENDİRME VE ÇİZELGELEME
PROBLEMLERİNİN SAYISAL YÖNTEMLERLE
ÇÖZÜMÜ: YOĞUN BAKIM ÜNİTELERİNE YÖNELİK
BİR MODEL ÖNERİSİ**

Orhan PARILDAR

**SAĞLIK KURUMLARI YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Çağdaş Erkan AKYÜREK**

**ANKARA
2020**

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Hemşire Görevlendirme ve Çizelgeleme Problemlerinin Sayısal Yöntemlerle Çözümü: Yoğun Bakım Ünitelerine Yönelik Bir Model Önerisi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler ve yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Orhan PARILDAR

Tarih: 23.10.2020

İmza:

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
İçindekiler	iii
Önsöz	v
Simgeler ve Kısaltmalar	vi
Şekiller	viii
Çizelgeler	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. İnsan Kaynakları Yönetiminin Tanımı ve İşlevleri	3
1.2. Sağlık İnsangücü Planlaması	7
1.2.1. Türkiye’de Sağlık İnsangücü Planlama Sorunları	10
1.3. Hemşire Görevlendirme ve Çizelgeleme Problemi	13
1.4. Konuya İlişkin Mevzuatın İncelenmesi	17
1.5. Yoğun Bakım Servislerinde Hemşireler Açısından Mevcut Durumun Değerlendirilmesi	18
1.6. İnsangücü Planlamasında Kullanılabilecek Sayısal Yöntemler	23
1.6.1. Tahmin Modelleri	23
1.6.1.1. Hareketli Ortalama Yöntemi	24
1.6.1.2. Üstel Düzeltmeler Yöntemi	25
1.6.1.3. Regresyon Analizi	27
1.6.1.4. Holt Methodu	29
1.6.1.5. Winter Metodu	30
1.6.2. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi	32
1.6.2.1. Ölçütlerin Anlaşılması, Dönüştürülmesi ve Normalleştirilmesi	35
1.6.2.2. Karar Matrisi	38
1.6.2.3. AHS- Özdeğer/Özvektör Metodu	40
1.6.2.4. Ağırlıkların Belirlenmesi - Entropi Metodu	42
1.6.2.5. TOPSIS Metodu	43
1.6.3. Hedef Programlama	44
1.6.3.1. Hedef Programlama Modelinin Bilgisayar ile Çözümü	46
2. GEREÇ VE YÖNTEM	47
2.1. Araştırmanın Amacı	47

2.2. Araştırmanın Evren ve Örneklemi	48
2.3. Araştırmanın Veri Kaynakları ve Veri Toplama Aracı	48
2.4. Araştırmanın Yöntemi	49
2.5. Varsayımlar	50
2.6. Sınırlılıklar	50
3. BULGULAR	51
3.1. Birinci Aşamaya İlişkin Bulgular	51
3.2. İkinci Aşamaya İlişkin Bulgular	63
3.3. Üçüncü Aşamaya İlişkin Bulgular	71
4. TARTIŞMA	81
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	93
ÖZET	98
SUMMARY	99
KAYNAKLAR	100
EKLER	116
Ek-1. TSİM Veri Talebi Resmi Yazısı	116
Ek-2. SPSS Modeller ile Yatak Doluluk Oranı Analizi	117
Ek-3. Uygulama Yerinden Resmi İzin Yazısı	118
Ek-4. Hemşire Çizelgeleme Kriter Ağırlığı Belirleme Formu	119
Ek-5. TOPSIS Yönteminde Kullanılmak Üzere Faktörlere Göre Puan Skalası	123
Ek-6. GAMS Modeli ve Çözümü	125
Ek-7. Alternatif Modelin GAMS Çözümü	130
ÖZGEÇMİŞ	133

ÖNSÖZ

Dünya genelinde pek çok sektörde yaşanan personel görevlendirme ve çizelgeleme probleminin özel bir örneği olan hemşire görevlendirme ve çizelgeleme problemi, pek çok sağlık kurumunun ortak sorunudur. Günümüzde bu tür sorunların çözümüne yönelik çabalara karşın, hastanelerde halen bu tür uygulamaların yaygın olmadığı ve elle oluşturulan bir takım vardiya çizelgelerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu durum hastanelere büyük maliyetler yüklemekte ve hemşireler için dengesiz, adaletsiz bir çalışma programı ortaya çıkarmaktadır. Bu araştırma, hemşire görevlendirme ve çizelgeleme problemlerinin sistematik olarak birlikte ele alınması, problemlerin çözümünde birden çok sayısal yöntemin kullanılması bakımından literatüre katkı sağlayacaktır. Hemşire çizelgeleme probleminin çözümü için geliştirilen yetenek yönetimi temelli bir matematiksel model önermesi bakımından özgün nitelik taşımaktadır.

Çalışmanın her aşamasında bana destek olan, deneyimlerini benimle paylaşan ve zamanını benden esirgemeyen tez danışmanım Doç. Dr. Çağdaş Erkan AKYÜREK'e, tez çalışmamın uygulama aşamasında gerekli izni ve verileri sağlayan T.C. Sağlık Bakanlığı'na ve Ankara Dış Kapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi'ne teşekkür ediyorum.

İş ve akademik çalışmalarında sevgi, destek ve tecrübeleriyle yanımda olan değerli eşime ve maddi manevi desteklerini esirgemeyen, koşulsuz şartsız yanımda olan ve haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim aileme sonsuz minnet, şükran ve teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

α	Düzeltilme Sabiti
A_i	Alternatifler
A_t	t Dönemindeki Gerçek Değeri
a_{ij}	i. Alternatifin j. Faktöre göre Performans Değeri
β	Düzeltilme Sabiti
B_j	Faktörler / Ölçütler
d_i^-	Hedeften Negatif Yöndeki Sapma Miktarı
d_i^+	Hedeften Pozitif Yöndeki Sapma Miktarı
γ	Düzeltilme Sabiti
ε_t	t Periyodundaki Rastgele Bileşen (Gürültü)
F_t	t Dönemindeki Tahmin Değeri
$\mu_{i,t}$	i. Hastanenin t. Aydaki Ortalama Yatak Doluluk Oranı
L_t	t Dönemdeki Yeni Düzleştirme Tahmini
S_t	t Dönemdeki Mevsimsel Bileşeninin Düzleştirme Tahmini
T_t	t Dönemde Bulunan Eğimin Düzleştirme Tahmini (Trend)
y_t	t Periyodunda Rastgele Değişkenin Gerçekleşen Değeri
y_t^*	t Periyodunda Rastgele Değişkenin Tahmin Edilen Değeri
V^+	İdeal Çözüm
V^-	Negatif İdeal Çözüm
w_j	Her Bir Faktörün Birbirine Göre Göreceli Ağırlığı
n	Çizelgedeki gün indisi (n=28)
m	Yoğun Bakım Servisinde Çalışan Hemşire Sayısı (m=13)
i	Gün İndisi (i= 1,2,3,...,28)
D_i	i. Günde Gündüz Vardiyasındaki Gerekli Hemşire Sayısı
N_i	i. Günde Gece Vardiyasındaki Gerekli Hemşire Sayısı
P_k	k Hemşiresinin AHS –TOPSIS Sonucu Aldığı Puanı
$XD_{i,k}$	k Hemşiresinin i Günde Gündüz Vardiyasına Atanma Durumu
$XN_{i,k}$	k Hemşiresinin i Günde Gece Vardiyasına Atanma Durumu
$XR_{i,k}$	k Hemşiresinin i Günde Hafta Sonuna Atanmama Durumu

AAS	Analitik Ağ Süreci
AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process-AHP)
DE	Differential Evolution
ELECTRE	Elimination at Choice Translating Reality
GA	Genetik Algoritma
GRASP	Greedy Randomised Adaptive Search Procedure
HP	Hedef Programlama
İKP	İnsan Kaynakları Planlaması
İKY	İnsan Kaynakları Yönetimi
KBB	Kulak Burun Boğaz
LINMAP	Linear programming Techniques for Multidimensional Analysis of Preference
MAD	Ortalama Mutlak Sapma
MADM	Multiple Attribute Decision Making / Çok Ölçütlü Karar Verme
MAPE	Ortalama Mutlak Yüzdesel Hata
MCDM	Multiple Criteria Decision-Making / Çok Kriterli Karar Verme
MODM	Multiple Objective Decision Making / Çok Amaçlı Karar Verme
MSE	Ortalama Karesel Hata
RMSE	Kök Ortalama Karesel Hata Değerleri
SB	T.C. Sağlık Bakanlığı
SİGP	Sağlıkta İnsan Gücü Planlaması
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
TSİM	Temel Sağlık İstatistik Modülü

ŞEKİLLER

Şekil 1. 1. İnsan Kaynakları Yönetiminin İşlev Faaliyetleri	4
Şekil 1. 2. Sağlık Çalışanlarının Gelecekteki Arz ve Talebini Değerlendiren Sistem	9
Şekil 1. 3. Problemin Tespitine Yönelik Balık Kılçığı Diyagramı	21
Şekil 1. 4. Geliştirilen Modelin Akış Şeması	22
Şekil 1. 5. ÇÖKV Hiyerarşik Sistem	35
Şekil 1. 6. Faktörlerin Aralık Ölçeği Haline Getirilmesi	36
Şekil 3. 1. 2017 Yılına Ait Aylık Ortalama Yatak Doluluk Oranları Zaman Grafiği	52
Şekil 3. 2. 2018 Yılına Ait Aylık Ortalama Yatak Doluluk Oranları Zaman Grafiği	52
Şekil 3. 3. 2017 Yılına Ait Aylık Ortalama Yatak Doluluk Oranları Zaman Serisi Grafiği	55
Şekil 3. 4. 2018 Yılına Ait Aylık Ortalama Yatak Doluluk Oranları Zaman Serisi Grafiği	55
Şekil 3. 5. 2017 İle 2018 Yıllarına Ait Yatak Doluluk Oranlarının Holt Metodu ile Hesaplanması	57
Şekil 3. 6. Holt Metodu Tahmin Değerleri ile Gerçek Değerlerine Ait Zaman Serisi Grafiği	58
Şekil 3. 7. Regresyon Analizi Tahmin Değerleri ile Gerçek Değerlerine Ait Zaman Serisi Grafiği	59
Şekil 3. 8. Winter Metodu İle Tahmin Değerleri ile Gerçek Değerlerine Ait Zaman Serisi Grafiği	60
Şekil 3. 9. Ortalama Mutlak Sapmayı Minimize Eden Doğrusal Olmayan Matematiksel Model	61
Şekil 3. 10. Winter Metodunun Excel ile Hesaplanması	62
Şekil 3. 11. Faktörler için İkili Karşılaştırma Matrisi	65
Şekil 3. 12. Normalleştirilen Faktörlerin Önem Ağırlıkları	66

ÇİZELGELER

Çizelge 1. 1. 2018 Yılına Ait Sağlık Personeli Sayıları	13
Çizelge 1. 2. Hemşirelerde İş Yükünün Tespitine Yönelik Yapılan Çalışmalar	19
Çizelge 1. 3. ÇÖKV ile ÇAKV Arasındaki Fark	33
Çizelge 1. 4. ÇÖKV Karar Matrisi	38
Çizelge 1. 5. AHS – Oran ölçeği	39
Çizelge 3. 1. Yoğun Bakım Servislerine Göre 2017 Yılıının Aylık Ortalama Yatak Doluluk Oranı	54
Çizelge 3. 2. Yoğun Bakım Servislerine Göre 2018 Yılıının Aylık Ortalama Yatak Doluluk Oranı	54
Çizelge 3. 3. Yoğun Bakım Servislerinin Seviyelerine Göre Yatak Sayısı	56
Çizelge 3. 4. Düzeltme Katsayılarına Göre Ortalama Mutlak Sapma Değeri	58
Çizelge 3. 5. 2019 Yılı İlk Dört Aya İlişkin Tahmin Değeri	61
Çizelge 3. 6. Gündüz ve Gece Vardiyasında Bulunması Gereken Hemşire Sayısı	63
Çizelge 3. 7. TOPSIS Karar Matrisi	67
Çizelge 3. 8. TOPSIS Standart Karar Matrisi	67
Çizelge 3. 9. TOPSIS Ağırlıklı Standart Karar Matrisi	68
Çizelge 3. 10. İdeal ve Negatif İdeal Noktaları	68
Çizelge 3. 11. İdeal Ayırım Ölçütleri	68
Çizelge 3. 12. AHS-TOPSIS Sonuç Tablosu	69
Çizelge 3. 13. AHS-TOPSIS Temelli İşgücü Yetenek Yönetim Tablosu	70
Çizelge 3. 14. Mevcut 13 Hemşirenin Aylık Vardiya Tablosu	71
Çizelge 3. 15. Cerrahi Yoğun Bakım Hemşeriler için Oluşturulan Aylık Vardiya Tablosu	78
Çizelge 3. 16. Niteliklerine Göre Sınıflandırılan Hemşirelerin Atandıkları Vardiyaya Göre Toplam Puanları	78
Çizelge 3. 17. Mevcut Durum ile Alternatif Çizelgelerin Ayda Çalışılan Saat Bakımından Karşılaştırılması	79
Çizelge 3. 18. Mevcut Durum ile Alternatif Çizelgelerin Gündüz Ve Gece Vardiyası Bakımından Karşılaştırılması	80

1. GİRİŞ

Günümüzde hizmet örgütlerinin en büyük önceliği, rekabet ortamında ayakta kalabilmektedir. Bu amaçla örgütler, kapasitelerini verimli bir biçimde kullanmak zorundadır. Verimlilik düzeyindeki artışlar hem örgüt faaliyetlerine hem de ulusal ekonomiye olumlu yönde katkıda sağlamaktadır. İnsangücü verimliliği, işletmenin toplam verimliliğinin artırılmasında belirleyici olmaktadır. Çünkü teknoloji ne kadar gelişirse gelişsin, bu teknolojilerin kullanımı ve yönetimi insangücüne bağlı olacaktır. İnsan gücü verimliliğinin artması, iyi bir işgücü planıyla sağlanabilir.

İnsan kaynakları tüm örgütlerin temel fonksiyonudur. Örgütsel süreçlerin etkili bir şekilde uygulanabilmesi, işe uygun personelin memnun edilerek çalıştırılabilmesine bağlıdır. Emegın ve teknolojinin yoğun olarak yer aldığı sağlık hizmetlerinde bu durum daha büyük bir öneme haizdir. Çünkü sağlık hizmetlerinde etkili işletilemeyen sistemlerin bedeli yalnızca mali kayıplar ve hukuki yaptırımlarla sınırlı kalmamaktadır. Hepsinden önemlisi hizmet süreçlerindeki eksiklikler, insan hayatının kaybıyla sonuçlanabilmektedir. Dolayısı ile insan kaynakları planlaması süreçlerinin, özellikle iş yükü ve ihtiyaca dayalı biçimde, objektif olarak belirlenmesi örgütlerin mali olarak ayakta kalabilmelerinin en temel şartlarından biri haline gelmektedir (Çavmak, 2017).

Örgütlerde kurumsal ve rekabetçi stratejiler uygulanırken, insan kaynakları ile ilgili faaliyetlerin de seçilen stratejilerle uyumlu olarak hazırlanması ve belirli dönemlerde gözden geçirilmesi gereklidir. İnsan kaynakları yönetimi (İKY), örgütsel bir fonksiyon olarak arz ettiği önem nedeniyle, günlük faaliyetlerin yürütülmesinin ötesinde stratejik bir unsur olarak kabul edilebilir. Örgütün varlığını sürdürebilmesi ve rekabet üstünlüğü sağlayabilmesinde, sahip olduğu işgücünün nitelikleri son derece önemlidir (Ülgen ve Mirze, 2014).

İKY, örgütlerde işgücünün seçilmesi, iş birimlerine yerleştirilmesi, eğitimi ve geliştirilmesinden sorumludur. Bu sorumluluğu yerine getirirken, İKY çeşitli faaliyetlerle uğraşır ve değişik işlevler üstlenir (Decenzo ve Robbins, 1996).

İKY'nin genel çerçevesinden hareketle diğer alanlarda olduğu gibi, sağlık politikalarının da başarılı bir sonuca ulaşması ve sağlık hizmetleri sunumunda planlanan hedeflere ulaşılmasını sağlayan en önemli üretim faktörü sağlık insan gücüdür (Özkan ve Uydacı, 2015). Bir ülkenin kalkınmasında insan gücü planlaması kilit rol oynar. İnsan gücünün en önemli parçalarından birisi de sağlık insan gücü olarak kabul edilmektedir. Birçok ülkede sağlık sektörü harcamalarının yaklaşık %60'ı (Türkiye'de %80'i) insan gücüne harcanır. Bu durum insan gücü planlamasının ülke ekonomisi için ne kadar önemli olduğunun göstergesidir (Yılğör, 2006). Sağlık insan gücünün etkili ve verimli kullanılabilmesi için sağlık insan kaynakları planlamasının başarılı bir şekilde yönetilmesi gerekir (Özkan ve Uydacı, 2015).

Sağlık insangücü planlaması hem kısa hem de uzun vadede farklı kategorideki sağlık çalışanları için arz ve talep arasında uygun bir denge sağlamayı amaçlamaktadır. Sıkı bütçe kısıtlamaları altında, sağlık insangücü planlaması yalnızca tıp ve hemşirelik eğitimi programlarına girişle ilgili politika kararlarına rehberlik etmek için değil, aynı zamanda değişen sağlık hizmetlerine daha iyi yanıt vermek için sağlık hizmeti sunumunda olası yeni organizasyonların etkisini değerlendirmek ve yeniden planlamak için de gereklidir (OECD, 2013).

Sağlık hizmetlerinin en temel özelliklerinden biri de emek yoğun yapısıdır. Aynı zamanda hizmetin üretilmesi için karşılıklı bağımlılık ve iş bölümü diğer sektörlere göre daha fazladır. Bu durum iş bölümü konusunda yaşanacak olası bir aksaklığın tüm sistemi etkilemesiyle sonuçlanma ihtimalini doğurmaktadır. Bu nedenle sağlık hizmetlerinin etkili ve başarılı bir şekilde sunulması için bu karşılıklı bağımlılığın ve iş bölümünün dikkate alınması ve etkili planlama yapılması kaçınılmaz bir zorunluluktur. Gerektiği gibi planlanmayan insan gücü, sağlık hizmetlerinin geciktirilmesi veya aksatılması, maliyetlerin artması, çalışanların

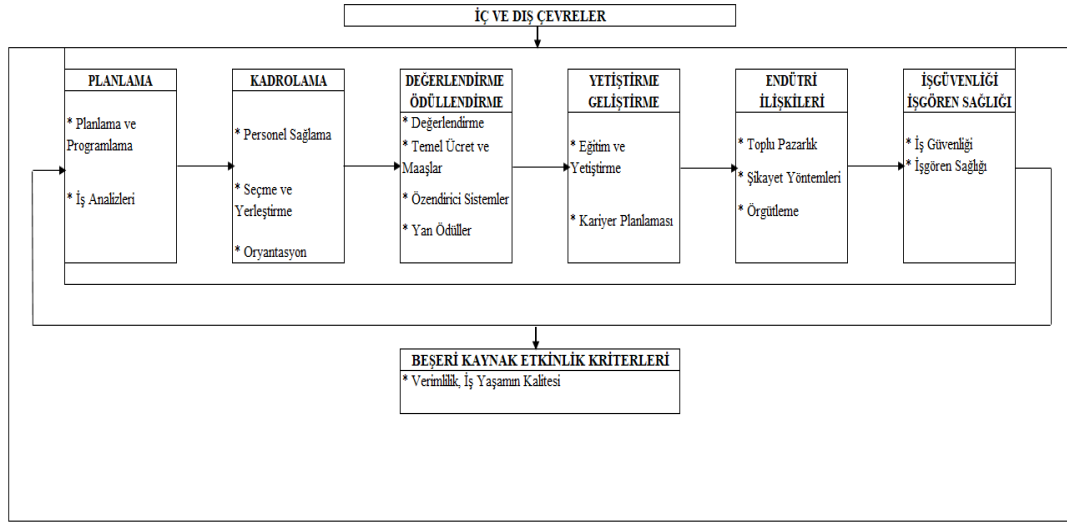
zamanla iş doyumlarının azalması, tükenmişlik seviyelerinin derinleşmesi ve işgücü devir hızlarının artması gibi çeşitli istenmeyen çıktılara yol açabilmektedir (Sasam Enstitüsü, 2018).

Bu çalışmanın ilk bölümünde insan kaynakları yönetimi ve işlevleri, sağlık insangücü planlaması ve Türkiye’de sağlık insangücü planlamasında yaşanan makro ve mikro sorunlara değinildikten sonra, insangücü planlamasını mikro seviyede ele alarak bir sağlık kurumunda hemşire görevlendirme ve çizelgeleme problemi, konuya ilişkin mevzuat, yoğun bakım servislerindeki hemşirelerin mevcut durum analizi ve planlama hatasından kaynaklanan dengesiz işyükü ve insan gücü planlamasında kullanılabilecek üç nicel (sayısal) yöntem irdelenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümü olan “Gereç ve Yöntem” kısmında araştırmanın amacı ve yöntemi, verilerin toplanması ve analizi hakkında bilgi verilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise,—hemşire görevlendirmede Temel Sağlık İstatistik Modülü’nden (TSİM) ilgili veriler alınarak, talep tahmin yöntemlerinden biri olan Winter metodu ile yatak doluluk oranı öngörülmüş, ardından hemşire çizelgelemesinin matematiksel modellerden biri olan 0-1 Hedef Proramlama ile modellenmiş ve hemşireler nitelikleri bakımından AHS-TOPSIS yöntemlerinin entegrasyonu ile vardiyalara atanmıştır. Geliştirilen üç aşamalı matematiksel modele ait bulgular, ilgili başlık altında detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Çalışma; bulguların benzer çalışmalarla karşılaştırmasının yer aldığı “Tartışma” bölümü ile genel bir değerlendirmenin yapıldığı ve önerilerin yer aldığı “Sonuç ve Öneriler” bölümü ile tamamlanmıştır.

1.1. İnsan Kaynakları Yönetiminin Tanımı ve İşlevleri

İKY, herhangi bir çevrede insan kaynaklarının örgüte, bireye ve çevreye yararlı olacak şekilde, yasal hükümler çerçevesinde, etkili biçimde yönetilmesini sağlayan işlev ve çalışmaların tümüdür. Bu işlev ve çalışmaların etkili olup olmadığı ise devamsızlık, işgücü devir hızı, iş kazaları ve meslek hastalıkları, tüketici şikâyetleri, bireysel ve toplu iş uyuşmazlıkları gibi göstergelerle ölçülebilmektedir. Personel yönetimi yaklaşımının yetersizliği, günümüzde bu işlevin nitelik ve rol olarak

değişimini zorunlu kılmıştır. Bu değişim doğal olarak işlevin adının da değişen içeriği yansıtacak şekilde İKY olarak değişmesine neden olmuştur (Sadullah ve ark., 2015, s:3). Şekil 1.1’de bu işlevleri ve her birinin içinde yer alan fonksiyonları bir temel ölçüt olarak görülmektedir.



Şekil 1. 1. İnsan kaynakları yönetiminin işlevleri ve faaliyetleri (Sadullah ve ark., 2015)

İKY işlev ve faaliyetleri süreci planlama işlevi ile başlamaktadır (Bkz. Şekil 1.1). Planlama, bir anlamda diğer işlevlerin çalışmaları için gerekli verileri sağlayan bir faaliyet olarak kabul edilebilir. Örgüt için insan kaynağı ihtiyacının nasıl gelişeceğini belirlemeyi amaçlayan planlama, diğer işlevlerdeki çalışmaları da şekillendirecektir. Kadrolama işlevinin temel amacı ise örgüte en yararlı olabilecek kişileri bulmak ve seçmektir. Dolayısıyla seçilen ve işe yerleştirilen kişilerin gerçekten başarılı olup olmadıkları ise değerlendirme işlevi aracılığı ile tespit edilebilir. Arzu edilen performansa erişilememesinin altında yatan olası gerekçelerden biri, personel seçme yöntemlerinin yetersizliği olabilir. Modeldeki işlevler belirli bir sırada ve birbiriyle etkileşim içindedir. İKY, örgüt iç çevresi ve örgütün yer aldığı dış çevre ile sürekli etkileşim halindedir (Sadullah ve ark., 2015, s: 8-10).

Daha yakından bakıldığında çevresel faktörler, İKY işlevleriyle örgütsel özellikler, bireysel nitelikler, iş özellikleri, uzun-kısa vadeli planlar, yöneticilerin deneyimi ve bireyler arası ilişkiler gibi iç çevre faktörleri ile mevzuat, örgüt dışındaki insangücü, tüketici tercihleri, dış kaynaklar, küresel sorunlar, çalışan sendikalar, ekonomi, rakipler ve düzenleyiciler gibi dış çevre faktörlerinden meydana gelmekte ve bu iki çevre arasındaki sürekli etkileşime sahne olmaktadır (Hayes ve Ninemeier, 2009) .

İç çevreyi oluşturan faktörlerden biri de örgütteki işlerdir. Uygun olarak tasarlanan işlerin, iş gören tatminini ve performansını olumlu şekilde etkilediği kabul edilmektedir. İKY bağlamında işlerin dört özelliğine dikkat edilmesi gerekmektedir. Bunlar sırasıyla iş güvencesi, iş koşulları ve ortamı, görev ve nitelikleri ile işyüktür. İş yükünün, niteliksel (kalitatif) ve niceliksel (kantitatif) olmak üzere iki boyutu bulunmaktadır. Niteliksel işyükü, işgerekleri ve işgören yeterliliği arasındaki ilişkiyi ifade eder. İş gereklerinin işgören yeterliliğini aştığı durumlarda birey için işyükü niteliksel olarak ağırlaşacaktır. Birey için niteliksel işyükünün ağır veya hafif olması İKY açısından, büyük bir olasılıkla planlama ve kadrolama gibi iki temel işlevin içinde yer alan iş analizi ile seçme-yerleştirme çalışmalarının yetersizliğinden kaynaklanmaktadır (Sadullah ve ark., 2015, s: 30-33).

İşgücü planlaması, seçilen stratejilere uygun olarak ortaya çıkacak yeni işler veya mevcut işlerdeki değişikliklerle, bu işleri yapacak çalışanların da değiştirilmesini veya onların bazı yeteneklerini geliştirerek yenilik ve değişime uyum sağlayabilmelerini gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda yapılması gereken ilk iş mevcut işgücü envanterinin çıkarılmasıdır. Bu envantere, örgütte çalışanların performans değerlemeleri, kıdemleri, kaç yıl daha görevlerine devam edebilecekleri, yaptıkları işin önem derecesi vb. konular yer almaktadır. İşgücü envanterinden sonra, işgücünün seçilen stratejiler açısından planlaması yapılır. İşgücü planlamasında trend analizleri, oran analizleri, bilgisayar tabanlı öngörü tekniklerinden faydalanılabilmektedir. Konu ile ilgili uzmanların, subjektif olmasına karşın uzmanlık ve deneyimlere dayalı görüş ve fikirlerine de işgücü planlamasında başvurulabilmektedir (Ülgen ve Mirze, 2014).

İnsan Kaynakları Planlaması (İKP) uygun nicelikte ve nitelikte çalışanın, doğru işte, doğru zamanda bulundurulmasını sağlayacak şekilde örgütün insan kaynakları ihtiyacını belirleme, iç ve dış işgücü arzıyla örgütün belirli bir zamanda öngördüğü işgören açıklarının uyumlaştırılması ya da gelecekteki insan kaynakları ihtiyacının sistemli bir şekilde değerlendirilmesi ve bu ihtiyaçları karşılamak için atılması gereken adımların planlanması olarak tanımlanmaktadır. İKP, çeşitli aşamalardan oluşan dinamik bir süreçtir. İKP'nin başlıca aşamaları şunlardır (Sadullah ve ark., 2015, s: 87-156):

- ✓ Bilgi toplama ve mevcut durum analizi,
- ✓ İşgücü talebi ve arzının tahmini/belirlenmesi; İnsan Kaynakları (İK) ihtiyaçlarının belirlenmesi
- ✓ İK ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik eylem planlarının geliştirilmesi,
- ✓ Değerleme-Kontrol.

Günümüz ekonomisinde işgücü yoğunluğunun fazla olduğu hizmet sektörünün hızla önem kazanmasıyla işletmeler en önemli ve pahalı kaynak olan işgücünün etkin kullanımına giderek daha fazla önem vermeye başlamışlardır (Bektur ve Hasgöl, 2013). Toplumun taleplerinin karşılanmasına yönelik kamu sağlık sektörü kaynaklarının üzerindeki baskılar gittikçe artmaktadır. Bu baskılar, kamu sektörü veya özel sektör kapsamındaki sağlık kurumları arasında yeni bağlantı biçimlerinin kurulmasına yol açmakta ve sağlık hizmetlerinin, kamu sektöründe verimli, etkili ve paranın değerine uygun şekilde verilmesi için daha yoğun çabalar gösterilmesini gerektirmektedir. Meselenin özünde sağlıkta insan kaynaklarının nasıl planlandığı, eğitildiği ve hizmetler içerisinde nasıl harekete geçirildiği yatmaktadır. Çünkü insan kaynakları; sunulan hizmetlerin kalitesinin, özelliklerinin ve cari maliyetlerinin ana belirleyicisidir. Bu gerçek, iş gücünün etkili ve motive olmasını sağlayabilecek sağlıkta insan kaynakları planlama ve yönetim rollerinin geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bunun temelinde, bir ülkede mevcut sağlık hizmetlerini; doğru sayıda insanla, doğru yerde, doğru zamanda, doğru becerilerle, doğru motivasyon ve tutumlarla, doğru maliyetlerle, doğru verimlilikle, doğru işleri yaparak sunma ve

sağlık hizmetlerini sunarken o ülkenin sosyal ortamına ve ekonomik şartlarına uygunluğunu sağlama ihtiyacı vardır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2011).

1.2. Sağlık İnsangücü Planlaması

İnsan kaynakları planlaması, sağlık kurumunun amaç ve hedeflerine ulaşabilmesi için gereksinim duyacağı personelin sayı ve niteliklerinin önceden tayin ve tespiti olarak tanımlanabilir. İnsan kaynakları planlamasının temel amacı, işgücü (personel) ile iş yükü (yapabilecek işler) arasında optimum dengenin kurulmasıdır. Başka bir anlatımla insan kaynakları planlama, sadece personel gereksinimini belirlemek için değil, aynı zamanda personel fazlalığını saptamak için de gerçekleştirilir (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2015, s:381)

Sağlık insan gücü, sağlık endüstrisinin genelinde toplumun ihtiyaç duyduğu sağlık hizmetini üreten personelin tamamıdır. Sağlık insangücü planlaması ise mevcut durumda ve gelecekte sağlık hizmetini sunacak işgücünün yeterli nicelikte, yüksek nitelikte, düzgün bir dağılımla, yerinde bir zamanlama ile ve doğru bir şekilde istihdam edilmesidir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014).

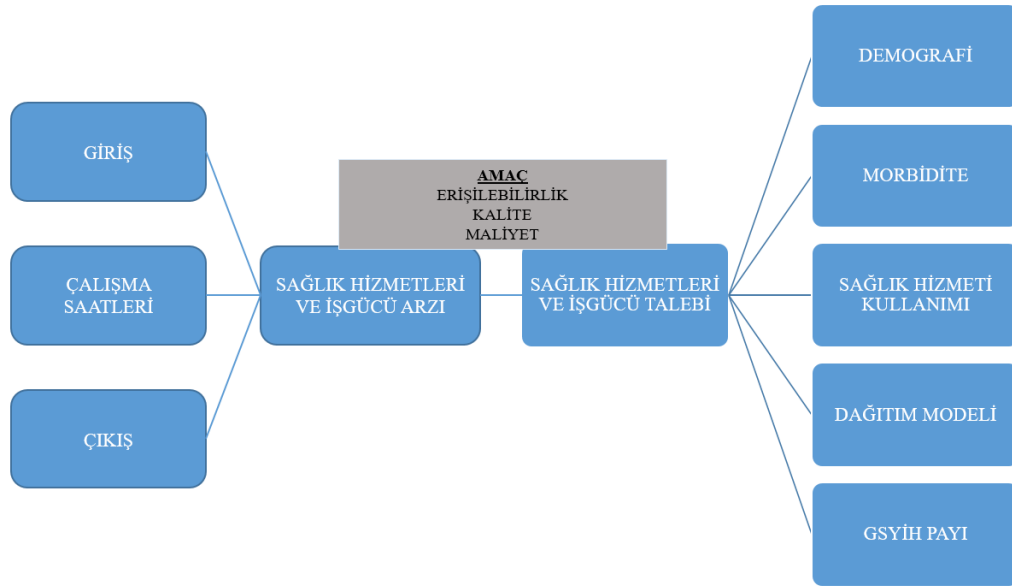
İnsangücü veya daha sık kullanılan adıyla insan kaynakları, bir sektörde çalışanlara verilen genel ve tanımlayıcı bir isimdir. Sağlık insangücü ise kamu veya özel sektörde her tür sağlık hizmetini üreten personelin tamamıdır. Doğru bir sağlık insangücü planlamasının yukardaki tanımda geçen sekiz bileşeni içermesi ve dikkate alması gerekir: Bunlar “nicelik”, “nitelik”, “dağılım”, “zamanlama”, “istihdam”, “gereksinim”, “hedef” ve “olanaklar” kavramlarıdır (Kılıç, 2007).

Sağlık İnsangücü Planlaması (SİGP) yapılırken olabildiğince çok parametre hakkında karar verilmesi önerilmektedir. Aşağıdaki üç temel kararı üretmek SİGP için hedef olarak gösterilebilir. Bunlar sırasıyla aşağıda yer almaktadır (Yılğör, 2006):

- ✓ Hangi hizmet gruplarında, hangi yetkinliklere ne düzeyde sahip, kaç kişi, ne zaman sağlanmalı?
- ✓ Bu işgücü nasıl dağıtılmalı?
- ✓ Hizmet sunumu sırasında nasıl çalışmalılar ve yönetilmeliler?

Sağlık sistemlerinde insangücü yönetimini makro (ülke veya bölge) ve mikro (hizmetin verildiği birimler) olmak üzere iki düzeyde incelemek mümkündür. Makro düzeyde, istihdam diğer bir deyişle global olarak sağlık personelinin işe alınması, atanması ve dağılımı konuları yer almaktadır. Türkiye’de kamu sektörü açısından bakıldığında, sağlık insan gücü yönetiminin, büyük ölçüde istihdam yönetimini kapsadığı görülmektedir. Mikro düzeyde ise ücretlendirme, motivasyon, teşvik, terfi ve iş organizasyonu gibi konular yer almaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 1996).

Sağlık insangücü planlaması, sağlık örgütünün stratejik planlarının bir uzantısı veya bütünleyici bir ögesidir. Sağlık örgütlerinin içinde bulundukları çevrenin yarattığı tehditler ve olanaklarla, iç çevresinin güçlü ve zayıf yönlerinin birlikte değerlendirilmesidir. İnsan kaynaklar planlamasıyla da stratejik amaçların başarılması için, gereksinim duyulacak personelin sayısı ve nitelikleri saptanmasıdır. Sağlık insangücü gereksinmesinin tahmin edilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar: Oran Yöntemi, Sağlık Gereksinimleri Yöntemi, Hizmet Talep Yöntemi ve Sağlık Yönetim Sistemidir. Oran yöntemi, önceden belirlenmiş ve referans olarak kabul edilen oranları (nüfus/hekim, yatak/doktor, hasta/hemşire) gibi oranlar kullanılmaktadır. Oran yöntemi: ayrıntılı veri gerektirmemesi ve hesaplama kolaylığı açısından iyi bir yöntem olmakla birlikte, ülkeler, bölgeler ve kurumlar arasındaki farklılıkları yok saymaktadır. Sağlık gereksinimleri yönteminde öncelikle hastalıklara özgü mortalite ve morbitide hızlarının belirlenmesinin yanında, hizmet maliyetleri, hizmeti sunacak kurumların kapasiteleri de dikkate alınmaktadır. Hizmet talep yöntemi, toplumun belirli bir maliyet düzeyinde verilen hizmetleri ne kadar talep edeceğinin öngörüleceği esasına dayanmaktadır (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2015, s:386-391).



Şekil 1. 2. Sağlık çalışanlarının gelecekteki arz ve talebini değerlendiren sistem (OECD, 2013)

Sağlık çalışanlarının mevcut ve gelecekteki arzı, her meslekteki “giriş-çıkış”lar ile sağlık çalışanlarının çalışma sürelerinden etkilendiği Şekil 1.2.’de verilmiştir. Girişler, tıp ve hemşirelik eğitimi mezunları, göç eden yabancı eğitilmiş sağlık uzmanları ve geçici bir çıkıştan sonra sağlık sektöründe işe dönen kişileri kapsamaktadır. Çıkışlar ise sağlık sektöründen farklı bir sektöre geçiş yapan ya da dengesiz işyükünden dolayı işinden ayrılan, yurt dışına giden sağlık çalışanları veya emekli olanlardan oluşmaktadır. Sağlık hizmetlerine yönelik mevcut ve gelecekteki talebi etkileyen ana itici güçler ise şunlardır: ülkenin demografik yapısı (doğum oranı, ölüm oranı ve göç vb.), morbidite oranı (veya epidemiyoloji), sağlık hizmetini kullanım hızı, farklı sağlık hizmeti sunum modelleri ve ekonomik büyüme ve sağlık harcamalarındaki ilgili büyüme yani kamu veya özel kaynaklardan sağlık hizmetleri için ödeme yapma kabiliyetidir (OECD, 2013). İnsan kaynakları planlaması, insan kaynakları yönetimi ile ilgili karar süreçlerini desteklemekte; aynı zaman da sağlık insangücünün yönetimiyle ilgili politikaları geliştirme çalışmalarına da girdi sağlamaktadır (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2015, s:385).

Bir sonraki başlıkta, çizilen SİGP çerçevesinden hareketle, Türkiye’de sağlık sektöründe insangücünde yaşanan planlama sorunlarına değinilmiştir. Bu bağlamda genelden özele bir yaklaşımla konu makro düzeyde anlatıldıktan sonra, sağlık insangücü planlamasının önemli sorunları arasında yer alan kadrolama ve çizelgeleme ile ilgili problemler, sağlık hizmetleri sunum sürecinin temel aktörlerinden biri olan hemşireler özelinde ele alınmıştır.

1.2.1. Türkiye’de Sağlık İnsangücü Planlama Sorunları

Sağlık insangücü planlaması ve insan kaynakları yönetimi birçok disiplini ve sektörü kapsamaktadır. Son yıllarda T.C. Sağlık Bakanlığı politikaları doğrultusunda, sağlık personelinin sayısal yetersizliğini gidermeye yönelik tıp, hemşirelik, diş hekimliği ve eczacılık fakülteleri öğrenci kontenjanları ile birlikte öğretim elemanı sayısı da arttırılmıştır. Sağlık insan gücü dağılımı açısından bölgelerarası dengesizliği gidermeye yönelik 4/B’li sözleşmeli personel alımı, doğrudan sözleşmeli personel alımı, mecburi hizmet uygulaması, vekil hemşire ve ebe alımı gibi uygulamalar dengesizliğin azalmasını sağlamış ancak yeterli olmamıştır (Özkan ve Uydacı, 2015).

T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından, 2011 yılında yayınlanan “Sağlıkta İnsan Kaynakları: 2023 Vizyonu” başlıklı raporda, bir bütün olarak sağlık sektörünün insan kaynakları bağlamında karşı karşıya kaldığı sorunlar aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

- ✓ Özellikle değişen sağlık hizmet sunumu felsefesi ışığında personel sayısının birbirine oranlarında ve sundukları becerilerde dengesizlikler ve yetersizlikler; hekim başına düşen hemşire oranında ve aile hekimi sayısında yetersizliklerin olması.
- ✓ Personelin coğrafi dağılımında dengesizlikler; coğrafi dengesizliğin giderilmesine yönelik adımlar atılmış ve olumlu sonuçlar alınmış olmasına rağmen, bu gelişmenin sürekliliğinin sağlanması.
- ✓ Bilgi ve becerilerindeki farklılıklar nedeniyle farklı tipteki personel arasında eşitsizlikler ve bunun sonucunda sunulabilir hizmetlerin tip ve kalitesi farklı

olması; örneğin, halk sağlığı hemşiresi, uzman hemşirelik, stajyer hemşirelik gibi farklı düzeyde eğitim, bilgi, deneyim ve beceri gerektiren kategorilerin belirlenmesi.

- ✓ Bazı personel grupları için iş ve rollerin tanımının daha iyi yapılması veya personel aktiviteleriyle ilgisiz olması. Örneğin hemşirelerin sekreterlik, teknisyenlik, laborantlık ve kayıt gibi işlerde görevlendirilmesi.
- ✓ Personel gelişimi ve kariyer yönetiminin sınırlı ve kontrolsüz olması; personel terfileri personelin istihdam ediliş yöntemine göre tabi olduğu kanunun ve yönetmeliklerin tanımladığı çerçeve ile sınırlı olması; sürekli tıp eğitimi/sürekli mesleki eğitimin zorunlu olmaması ve kariyer yönetimi ile ilişkilendirilmemesi.
- ✓ Eğitimli yönetici personel ve yönetim bilimci eksikliğinin olması.
- ✓ Bunu değiştirme konusunda çalışmalar olsa da bilgi sistemlerinin erken tedbire dayalı (proaktif) yönetimden çok tepkisel idareye dönük olması. Ayrıca her ne kadar T.C. Sağlık Bakanlığı (SB) giderek daha karmaşık denetim ve bilgi toplama teknikleri benimsiyor olsa da bu süreçlerin etkin bir şekilde yönetimi için ilave eğitim ihtiyacının olması.
- ✓ Bazı personel kategorileri için bireysel ve kurumsal verimlilik ve performansı iyileştirme konusundaki teşviklerin yetersiz olabilmesi. Motivasyon ve hizmet kalitesinin yanı sıra daha iyi coğrafi dağılım ve beceri dağılımını geliştirmek için etkin bir finansal ve finansal olmayan teşvik dengesi bulma konusunda çalışmaların sürekli yürütülmesi. Diğer taraftan, mevcut teşviklerin uzun dönemli etkinliğinin sağlanması ve sürekli geliştirilmesi.
- ✓ Hizmet gelişim ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için mevcut temel eğitim kapasitesinin artırılması.
- ✓ Mezuniyet sonrası ve hizmet içi eğitim, eğitimin faydalarının görülmesi konusunda yeterince etkiye sahip hale getirilmesi.
- ✓ Bu belirtilen konularda kanıta dayalı uygulama geliştirmek için yeterli düzeyde araştırmanın yapılması.

Sağlık insan gücü açısından Türkiye için bir diğer önemli sorun da Latin Amerika ülkelerine benzer şekilde yurt dışına nitelikli insan gücü göçüdür (beyin

göçü). Yetişmiş insan gücünün gelişmekte olan ülkelerden gelişmiş ülkelere kayması, bu ülkelerin sağlık hizmetlerini de etkilemektedir (Kılıç, 2007).

Geçmişte SİGP’da dünya ve Türkiye genelinde başarılı olunmamasının bazı sebepleri bulunmaktadır. Bunlar, tam manasıyla stratejik plan yapılamaması, ekonomik krizler, sık değişen hükümetler, planlamaların gerçekçi ve sürdürülebilir olmaması, koordinasyon sorunları ile planlayıcılar ve uygulayıcılar arasındaki bilgi akışının zayıflığıdır (Yılğör, 2006).

Bir başka tespit ise Türkiye’de uygulanan personel rejimi ve yönetimde profesyonellik ile ilgilidir. Gerek 657 sayılı Devlet Memurları Kanunu’nun etkisiyle esnekliğin olmayışı ve gerekse sağlık sektöründe profesyonel yöneticilik anlayışının yerleşmemiş olmasından dolayı mikro konulara yeterince önem verilmediği yapılan bir başka tespittir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 1996).

Bu temel tespitlerden hareketle, personel görevlendirme ve çizelgeleme konularında görülen farklı uygulamaların etkisi net bir şekilde görülebilmektedir. Personel görevlendirme ve çizelgeleme problemleri esasen İKY’nin planlama temel alanının faaliyetlerindendir. Uygulamada mikro düzeyde her ne kadar kadrolama ile planlama faaliyetleri nicelik olarak sağlanmış görünse de hem personel arasında iş yükünün adil dağılımı hem de hizmet sunulan vardiyalar arasındaki hizmet kalitesi bağlamındaki sorunlar sıklıkla dile getirilmesine rağmen, çözümüne yönelik sınırlı adımların atıldığı bir alan olarak kalmıştır. Çalışmanın bundan sonraki kısmında hemşirelik hizmetlerinde görevlendirme ve çizelgeleme uygulamalarına dair mevcut durum ve sorunlar ele alınacaktır.

Sağlık personeli dağılımı incelendiğinde, T.C. Sağlık Bakanlığı’nın 2018 yılı verilerine göre hemşireler, 190.499 (%19) mevcut ile sayısal olarak en büyük insangücü grubunu oluşturduğu görülmektedir (Bkz. Çizelge 1.1). Bu mevcuda, çoğu sağlık kuruluşunda hemşirelik görevlerini yerine getirmek için görevlendirilen 56.351 kişilik ebe grubunun da eklenmesiyle, çalışmanın hedefinde yer alan sağlık insangücü popülasyonu önemli bir büyüklüğe erişmektedir. Ulaşılan sayısal

büyüklikten hareketle, personel giderlerin büyük bir kısmını hemşirelerin oluşturduğunu Çizelge 1.1'e bakarak öngörmek de mümkündür. Ellerindeki kıt kaynakları en verimli şekilde kullanma sorumluluğu olan hastane yöneticilerinin, insangücü maliyetlerini kabul edilebilir seviyelere çekebilmek için hemşire insangücünü en uygun şekilde planlamak zorunda oldukları yadsınamayacak bir gerçektir.

Çizelge 1. 1. 2018 Yılına ait sağlık personeli sayıları (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2018)

	2018
Uzman Hekim	82.894
Pratisyen Hekim	44.053
Asistan Hekim	26.181
Toplam Hekim	153.128
Toplam Diş Hekimi	30.615
Eczacı	32.032
Hemşire	190.499
Ebe	56.351
Diğer Sağlık Personeli	177.409
Diğer Personel ve Hizmet Alımı	376.367
TOPLAM PERSONEL	1.016.401

1.3. Hemşire Görevlendirme ve Çizelgeleme Problemi

Son yıllarda işletmeler, topluma daha iyi bir hizmet vermek adına birbirleriyle rekabet içerisinde. Bu rekabet ortamında ayakta kalabilmek ve insanların beklentilerini karşılayabilmek için herhangi bir işletmede çalışan personelin verimliliğinin ve kalitesinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılması gereklidir. Personel memnuniyetinin artırılmasında personel çizelgeleme önemli bir role sahiptir. Çünkü personel çizelgeleme, çalışan personelin ihtiyaç ve tercihleri doğrultusunda bir model oluşturarak hem çalışan personelin hem de ilgili işletmenin planlı ve sistemli bir şekilde üretim veya hizmet yapabilmesini sağlamaktadır. Personel çizelgelemenin bir alt problemi olan vardiya çizelgeleme problemi, geçmişten günümüze kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde en çok üzerinde çalışılan problemlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Vardiya çizelgeleme

problemi sanayilerde, işletmelerde, hastanelerde ve buna benzer birçok yerde karşımıza çıkan önemli bir problemdir. Bu problemin çözümünde, çalışan personeli vardiyalara adaletli ve dengeli bir şekilde dağıtarak onların insanlara daha iyi bir hizmet vermesi amaçlanmaktadır. Bunlara ek olarak vardiya çizelgeleme problemi, çalışan personelin yanı sıra işçi ücretleri, fazla mesailer, mola saatleri gibi konularda iyileştirmeler yaparak kurum ve kuruluşların gelirlerinde de artış sağlamaktadır (Varlı ve Eren, 2017a; Varlı ve Eren, 2017b).

Personel çizelgeleme, işlerin belirlenen bir düzende gerçekleşmesi için program yapılması ve çeşitli kısıtlar altında performans ölçütlerini iyileştirme faaliyeti şeklinde tanımlanabilir. Personel çizelgeleme ulaşım, tekstil, telekomünikasyon gibi birçok sektörde etkin olarak kullanılmakta olup, probleminin uygulama alanlarından biri de sağlık sektörüdür. Özellikle hemşireler çalışma saatlerinin yoğunluğu sebebiyle çalışma hayatında zorluklar yaşamaktadırlar. Hemşire sayısında yetersizlik, bir hemşireye düşen hasta sayısının fazlalığı, hemşirelerin yaşadığı sosyal sorunlar, çalışma şartlarındaki olumsuzluklar hemşirelerin görevlerini yerine getirmelerini güçleştirmektedir. Hemşirelerin verimli çalışmaları için vardiya saatlerinin düzenlenmesi gerekmektedir. Bu düzenleme için uygun çizelgeler hazırlanmalıdır. Hemşire çizelgeleme, belirli kısıtlar altında vardiyaların aylık olarak hemşirelere nasıl dağıtılacağı sorusu ile ilgilenir. Hemşire çizelgelemesi yapılarak hizmet kalitesi artışı sağlayarak verimlilik elde edilebilmektedir (Şahiner ve ark., 2017).

Sağlık sektöründe sunulan hizmetler insan sağlığı ile doğrudan ilgili olduğu için hizmet sunan personelin niteliği ve güvenilirliği oldukça önemlidir. Sağlık sektöründe faaliyet gösteren her türlü işletmenin hatasız çalışabilmesi için öncelikle bu sektörde çalışan personelin hatasız çalışması gerekmektedir. Bu nedenle, personelin hatalı çalışmasına neden olabilecek tüm faktörlerin ortadan kaldırılması gerekir. Bu faktörler; yetersiz personel sayısı, aşırı ve dengesiz işyükü, düzensiz ve belirsiz çalışma saatleri, niteliklere uygun olmayan görev dağıtımı vb. nedenler sayılabilir. Personelin üzerinde gereksiz yere fazladan yük oluşturan ve onun hatasız çalışmasını engelleyen faktörler incelendiğinde ise bunların temelinde personel

görevlendirme problemi ve personel çizelgeleme problemi olmak üzere iki temel problem alanı olduğu ortaya çıkmaktadır. Personel görevlendirme problemi, ihtiyacı karşılamak amacıyla uygun nitelikteki personelin, hangi bölümde, hangi işte ve hangi sayıda görevlendirilmesi gerektiği ile ilgilidir. Personel çizelgeleme problemi ise hem işletme hem de personel isteklerini göz önüne alan, personelin belirli bir süre için tekrarlı çalışma zamanlarını düzenleyen çizelgelerin üretilmesi ile ilgilidir (Atmaca ve Ark., 2017).

Hemşireler sağlık kuruluşlarında birçok farklı alanda, çeşitli hizmet sunum süreçlerinde rol almaktadır. Hemşirelerin çalışma şartları, görev ve sorumlulukları ilgili yasa ve yönetmelikler ile belirlenmiştir. Bu çalışma düzeni, hastaneden hastaneye farklılık göstermektedir. Bazı hastanelerde vardiya saatleri sekiz saat olup, 3 vardiya çalışılmaktadır. Diğer hastanelerde vardiya saatleri sekiz saatlik ve on altı saatlik olarak iki 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. Hemşireler 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 (Eren ve ark., 2017b).

Hastanelerde her hemşirenin haftada 40 ile 45 saat çalışması genel olarak talep edilmektedir. Bu yüzden çizelgeler haftalık veya aylık yapılmaktadır. Fakat yetersiz hemşire olan bölümlerde fazla mesai maliyetine sebep olmaktadır. Fazla mesai yapan kişinin diğer haftalarda fazla çalıştığı miktarda daha az çalışmasını sağlayarak ve eksik çalışan hemşirelerin de sonraki çizelgelerde daha fazla çalışmasını sağlayarak

izelgeler dengelenmektedir. izelgeler sağlık bakım hizmetleri müdürü ile sorumlu hemşire tarafından oluşturulmaktadır. Bu izelgeler oluşturulurken mesai saatleri dışında şunlara dikkat edilmektedir:

- ✓ Gece vardiyası bitiminden sonraki gün mutlaka boş bırakılmalıdır. Ayrıca bir sonraki gün de boş bırakılmaya çalışılmalıdır. Boş bırakılamıyorsa gündüz vardiyası atanmalıdır, gece vardiyası atanmamasına çalışılır.
- ✓ Hemşireler karşılıklı olarak isterlerse vardiyalarını değiş tokuş edebilirler.
- ✓ Hemşirenin alışma saatinin haftada 45 saatten, ayda 160 saatten fazla olmaması istenmektedir.
- ✓ Her hemşireye eşit sayıda hafta sonu tatili atanmalıdır.
- ✓ Her hemşireye eşit sayıda izin sağlanmalıdır.
- ✓ Her hemşireye eşit sayıda gece vardiyası atanmalıdır.
- ✓ Bir gece vardiyasından önce hemşirenin günü boşaltılmaya çalışılmaktadır.

Çizelge hazırlamak hemşire yöneticileri için zaman alıcı bir görevdir ve genellikle aşağıda bahsedilen nedenler yüzünden birimde çalışan hemşireler arasında memnuniyetsizlik oluşur:

- ✓ Hemşire gereksinimlerine karşı, birimlere ya da vardiyalara atanan kayıtlı hemşire sayısı günden güne birçok faktörün etkisiyle değişmektedir.
- ✓ çizelgeleme üstündeki tek otorite olmaları nedeniyle hemşire yöneticileri yine de kayırmacılık yapmakla sulanmaktadırlar.
- ✓ Hastane yöneticilerin vardiya çizelgelerini tasarlamaya ve izelgelemeden kaynaklanan problemleri el ile çözmeleri aşırı zaman kaybına neden olmaktadır.
- ✓ çizelgeler hastaların ihtiyaçlarına ya da hemşirelerin hastalanmalarına göre kısa aralıklarla gözden geçirilmeli ve değiştirilmelidir.

Ülkemizde de hastanelerimizin mevcut hemşirelerin sayıca yetersiz oluşu, çok fazla yoğun olan çalışma saatlerini daha da kaçınılmaz hale getirmiştir. Tabi bunun sonucu olarak hastanelerimizde her an kolayca gözleyebildiğimiz servis kalitesi

eksiklikleri oluşmaktadır. Hemşirelerin iş yükü problemlerinin giderilmesinin hayati öneme sahip olması ve ikinci olarak da hemşire ödemelerinin hastane bütçelerindeki personel giderlerinde önemli bir yer tuttuğundan, hemşire çizelgeleme problemi ilgi gören konulardan biri halini almıştır.

Literatürde hemşire görevlendirme problemi ve çizelgeleme problemi olarak ayrı ayrı incelenmektedir. Hemşire görevlendirme işlemi ihtiyacı karşılamak amacıyla ele alınan dönemdeki günlerin iş yoğunluğu açısından homojen olan her bölümü için gerekli hemşire sayıları tahmin edilir ve bu dönemde tüm işlerin yapılabilmesi için görevlendirilmesi gereken çeşitli branşta minimum hemşire sayıları belirlenir. Hemşire çizelgeleme işlemi hem işletme hem de personel isteklerini göz önüne alan, personelin belirli bir süre için tekrarlı çalışma zamanlarını düzenleyen çizelgelerin üretilmesidir (Atmaca ve ark., 2012).

1.4. Yoğun Bakım Hizmetine İlişkin Mevzuat

Yataklı sağlık tesislerinde sunulmakta olan yoğun bakım hizmetlerinin, günümüz ihtiyaç ve beklentilerine uygun olarak geliştirilmesi maksadıyla, yoğun bakım servislerinin kaynak ihtiyacının asgari standartlarını belirlemek, bünyesinde faaliyet gösterdiği yataklı sağlık tesisinin statüsü, hizmetin yoğunluğu ve hizmet verdiği bölgenin şartlarına göre yeniden seviyelendirilmelerini sağlamak ve bu birimlerde verilecek hizmetlere ilişkin uygulama usul ve esasları belirlemek amacıyla 20.07.2011 tarih ve 28000 sayılı Resmî Gazetede “*Yataklı Sağlık Tesislerinde Yoğun Bakım Hizmetlerinin Uygulama Usul ve Esasları Hakkında Tebliğ*” yayımlanarak yürürlüğe konulmuştur.

İlgili Tebliğin “*Bulundurulması zorunlu donanım, personel ve hizmet asgari standartları*” başlıklı onuncu maddesinde “*Erişkin, çocuk ve yenidoğan yoğun bakım servislerinin seviyelerine göre tanımları, verilmesi gereken hizmetin kapsamı, asgari yatak, personel, tıbbî cihaz ve donanıma ilişkin standartlar Ek-1, Ek-2 ve Ek-3’te gösterilmiştir*” denilmektedir.

Erişkin yoğun bakım servisleri personel standardının belirlendiği Tebliğin “Erişkin Yoğun Bakım Servislerinin Asgari Donanım, Personel ve Hizmet Standartları” başlıklı EK-1 de erişkin yoğun bakım servisleri birinci, ikinci ve üçüncü seviye olarak seviyelendirilmiştir. *“Birinci seviyede, günün her saatinde, serviste 5 yatağa kadar bir hemşire/sağlık memuru (İlave her 5 yatak için 1 hemşire/sağlık memuru ayrıca ilave edilir.), ikinci seviyede, günün her saatinde, serviste her 3 yatak için en az bir hemşire/sağlık memuru ve üçüncü seviyede, günün her saatinde, serviste her 2 yatak için en az bir hemşire/sağlık memuru”* bulunması gerektiği belirtilmektedir.

1.5. Yoğun Bakım Servislerinde Hemşireler Açısından Mevcut Durumun Değerlendirilmesi

Yoğun bakım hemşiresi, karmaşık ve yaşamı tehdit edici sorunları olan hastaların tanılmasını yapmak, hastaları sürekli izlemek, kaliteli ve ileri yoğun bakım ve tedavi girişimleri uygulamak, hasta ve yakınları ile terapötik ilişki kurmak, koruyucu, iyileştirici ve rehabilite edici girişimleri uygulamaktan sorumlu sağlık profesyoneli (Ergün ve ark., 2007).

Tebliğde yoğun bakım seviyesine göre günün her saatinde bulunması gereken hemşire sayısı belirlenmiş olsa da mevcut durumda gerek personel yetersizliği gerekse personel çizelgelemenin manuel olmasından dolayı uygulamada, tebliğde istenen hemşire sayısında sapmalara ve iş yükünün birey bazında artmasına, sonucunda ise fazla nöbet ücretine sebep olmaktadır. Yüzügüllü ve ark. (2018), aşırı iş yükünün iş kazası ile meslek hastalığının olasılığını arttırdığını vurgulamıştır.

Aşağıdaki tabloda yoğun bakım hemşirelerin ağır bir iş yüküne maruz kaldığını gösteren bazı çalışmalara ait özet bilgiler Çizelge 1.2’de yer almaktadır.

Çizelge 1. 2. Hemşirelerde iş yükünün tespitine yönelik yapılan çalışmalar

Yazar / Yıl	Evren / Örneklem	Bulgular
Dede ve Çınar (2008)	Kocaeli / Kamu ve özel hastanelerin dâhiliye ve koroner yoğun bakım servisleri / 67 Hemşire	*Hastaların durumlarının ciddi ve bakım gereksinimlerinin fazla olması, genelde iş merkezli bakımın sürdürülmesi, hemşirelerin görevleri dışındaki işlerle de ilgilenmeleri iş yükünü arttırmakta ve doyumsuzluğa sebep olmaktadır. *İş yükü açısından, zamanları yapmak zorunda oldukları iş yükünü doğru olarak yapmaya yetmeyen hemşirelerin örgütsel rahatsızlık ve iş stresleri daha fazla bulunduğu ve iş doyumunu artırmak ve iş stresini azaltmak için iş yükünün azaltılması gerektiği.
Üstün ve Yücel (2011)	İzmir / Üniversitenin servis ve yoğun bakım üniteleri / 97 Hemşire	*20-29 yaş grubu hemşirelerin PUKİ toplam puan ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun, bu yaş grubundaki hemşirelerin iş yükünün fazla olması, gece nöbetlerinin daha sık ve çocuklarının yaşlarının küçük olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. *Yoğun bakım hemşirelerin uyku kalitesinin kötü olduğu belirtilmiştir.
Günüşen ve Üstün (2010)	Türk tıp dizini, google akademik, psikiyatri dizini, YÖK tez tarama, pubmed, google scholar, Ebsco HOST veri tabanları taranarak bu incelemenin amacına uyan 45 çalışmanın sonuçlarına yer vermiştir.	*İşle ilgili olarak tükenmişliğe en çok neden olabilecek değişkenler çalışma saatlerinin fazla olması ve nöbet usulü çalışma, iş yükünün ağır olması, çalışma ortamından memnun olmama, hastalar, meslektaşlar ve diğer ekip üyeleriyle olan ilişkiler, rol çatışması ve rol belirsizliği olması, bakım verilen hasta sayısının fazla olması, yoğun bakım ve acil ünitelerinde çalışma olarak belirlemiştir.
Erbil ve Bostan (2004)	Ordu / Devlet Hastanesi ve Doğum Hastanesi / çalışan 65 ebe ve 109 hemşire olmak üzere toplam 174 kişi	*Ebe ve hemşirelerin iş doyu-munu artırabilmek için, iş yerinde motive edici önlemlerin alınması ve sürekli olarak uygulanması, *Ebe ve hemşirelerin çalışma saatlerinin dengesiz düzenlenmesi,
Sabuncu ve ark., (1999)	İstanbul / 196 yoğun bakım hemşiresi	*Yoğun Bakım ünitelerinde çalışan hemşirelerin çalışma saatleri, aldıkları ücretler diğer ünitelere göre fazla olmasından dolayı farklı tutulmalıdır.
Akyüz (2015)	Trabzon / Eğitim ve Araştırma Hastanesi / 82 Hemşire	*Dahiliye bölümlerde çalışanların daha yüksek düzeyde duyarsızlaşma yaşadıkları ve daha yüksek oranda bir depresyon puanına sahip oldukları istatistiki analizler sonucu anlaşılmaktadır. *24 saat hizmet vermesi bakımından Hemşireler çalışma ortamından kaynaklanan pek çok faktör nedeni ile yoğun iş yüküne sahip stresli bir meslek icra etmektedir
Sevinç ve ark., (2014)	Türkiye / Üniversite ve Özel yoğun bakım üniteleri / 1416 Hemşire	*Haftalık çalışma saatleri kabul edilebilir sınırlar dâhilindeyken, günlük çalışma saatleri yoğun bakım ünitelerin bir bölümünde aşırıydı.
Yılmaz ve Özkan (2006)	Bandırma Kapıdağ ve Mustafa Güven Karahan Devlet hastaneleri / 163 Hemşire	* Hemşirelerin %66,9'u acil servis, yoğun bakım ve ameliyathanede, %68,7'si 11 yıl ve üzeri süredir %87,1'i gündüz+nöbet/vardiya usulü ve %51,5'i haftada 51 saat ve üzerinde çalışmaktadır. *Ayrıca bu çalışmada acil servis, ameliyathane ve yoğun bakım gibi kapalı ortamda çalışanlarda baş ağrısı daha fazla saptanmıştır (p<0.05).
Özkan ve ark., (2013)	İstanbul / Özel Hastane / 338 Hemşire	*%85,2'si, çalışma saatlerinin 10 saatten fazla, %65,4'ü çalışma saatlerinin düzensiz, %84,6'sı nöbet sayısının fazla olduğunu, *Her üç hemşireden birisi haftada 55-60 saat çalışmaktadır. Hemşirelerin %65'inin çalışma saatleri düzensiz, %94,1'inin iş yükü yoğun

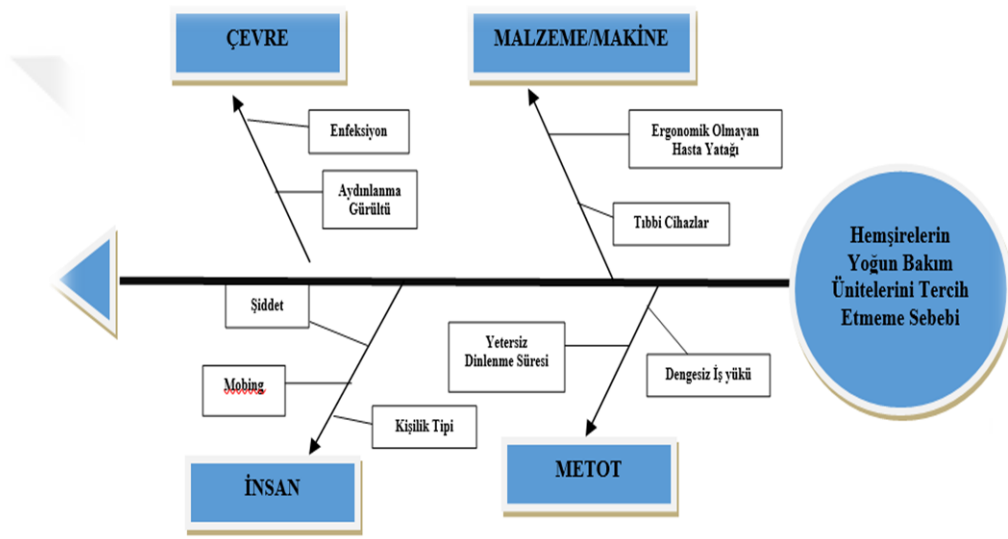
Çizelge 1.2. Devam. Hemşirelerde işyükünün tespitine yönelik yapılan çalışmalar

Yazar / Yıl	Evren / Örneklem	Bulgular
Kaya ve ark., (2010)	Devlet Hastanesi / 320 Hemşire	*Çalışma biriminin tükenme puanları üzerindeki etkisi incelendiğinde, duygusal, fiziksel ve genel tükenme puanının sayısal olarak en yüksek yoğun bakım birimlerinde
Avcı ve ark., (2013)	Özel bir sağlık grubunda yer alan beş hastanenin genel, koroner ve kardiyovasküler cerrahi yoğun bakım üniteleri / 150 Hemşire	*Hemşirelik uygulama listesine göre hemşirelerin zamanlarını; doğrudan bakım uygulamalarına (gündüz vardiyasında %37, gece vardiyasında %34), daha sonra sırası ile; kayıtlar (gündüz vardiyasında %12, gece vardiyasında %12,5), tanılama (gündüz vardiyasında %19, gece vardiyasında %18,5), hemşirenin görevi olmayan uygulamalar (gündüz vardiyasında %15, gece vardiyasında %19), hasta ile ilişkili dolaylı uygulamalar (gündüz vardiyasında %11, gece vardiyasında %12) ve bireysel aktivitelere (gündüz vardiyasında %6, gece vardiyasında %4) ayırdıkları görüldü.
Ergan ve ark., (2016)	Üçüncü basamak bir referans hastanesinde Dahili ve nöroloji’de yatan 166 hasta dahil edilmiş.	* Ölen hastaların ortanca TISS-28 skorunun yüksek saptanmasına rağmen, TISS-28 mortalite için bağımsız risk faktörü olarak bulunmadığını ve iş yükünün mortalite üzerine doğrudan etkisi gösterilememiştir. * Buna rağmen, yoğun bakım ünitelerindeki hemşire iş yükünün düzenli monitorizasyonunun ve ihtiyaca göre hemşire sayısının düzenlenmesinin kaynakların sınırlı olduğu durumlarda önemli olduğu unutulmamalıdır.
Padilha ve ark., (2007)	Brezilya Sao Paulo’da üniversite hastanesinin 11 yoğun bakım ünitesi dahil edilmiş.	*Yoğun bakım hemşirelerinde dengesiz bir iş yükü olduğunu tespit etmiştir. Hastalık şiddeti ile işyükü arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu vurgulamıştır.
Adomat ve Hicks (2003)	İngiltere	*Yoğun bakım hemşirelerinde işyükünün fazla olduğu, hemşireleri beceri seviyelerine göre sınıflandırmanın önemli olduğu ve hastalarında sınıflandırılarak daha esnek bir işyükü elde edileceği vurgulanmıştır.
Kwiecień ve ark., (2012)	Polonya	*Ortalama yaşam süresinin uzaması ile birlikte yoğun bakım hemşirelerine ihtiyaç artacağına yönelik literatürde bir tartışma başlatmıştır. Farklı işyükü ölçüm araçlarını incelemiştir.
Oliveira ve ark., (2016)	İngiltere, Portekiz ve İspanya	*Üç ülkeye ait yoğun bakım hemşire işyükü çalışmalarını irdelemiştir. İşyükü analizin belirli dönemlerde izlenmesi ve dengeli bir iş dağılımının sağlanması gerektiğini belirtmiştir.

Yoğun bakım servisleri gerilimin ve iş baskısının yoğun yaşandığı hastane ünitelerindendir. Yoğun bakım servislerinin diğer servislerden farklı olan yapısı, hastaların daha kritik olması, sağlık ekibi arasındaki mesleki ilişki, her an gerginleşebilecek bir ortamda çalışma, hemşirelerde belirgin bir strese ve tükenmişliğe neden olabilir (Turgay, 2001; Aktaran: Dede ve Çınar, 2008).

Hemşirelerin iş hayatı boyunca Yoğun Bakım Servislerini tercih etmeme sebebinde etkili olan faktörlerin belirlenmesinde 1968 yılında Kaoru Ishikawa

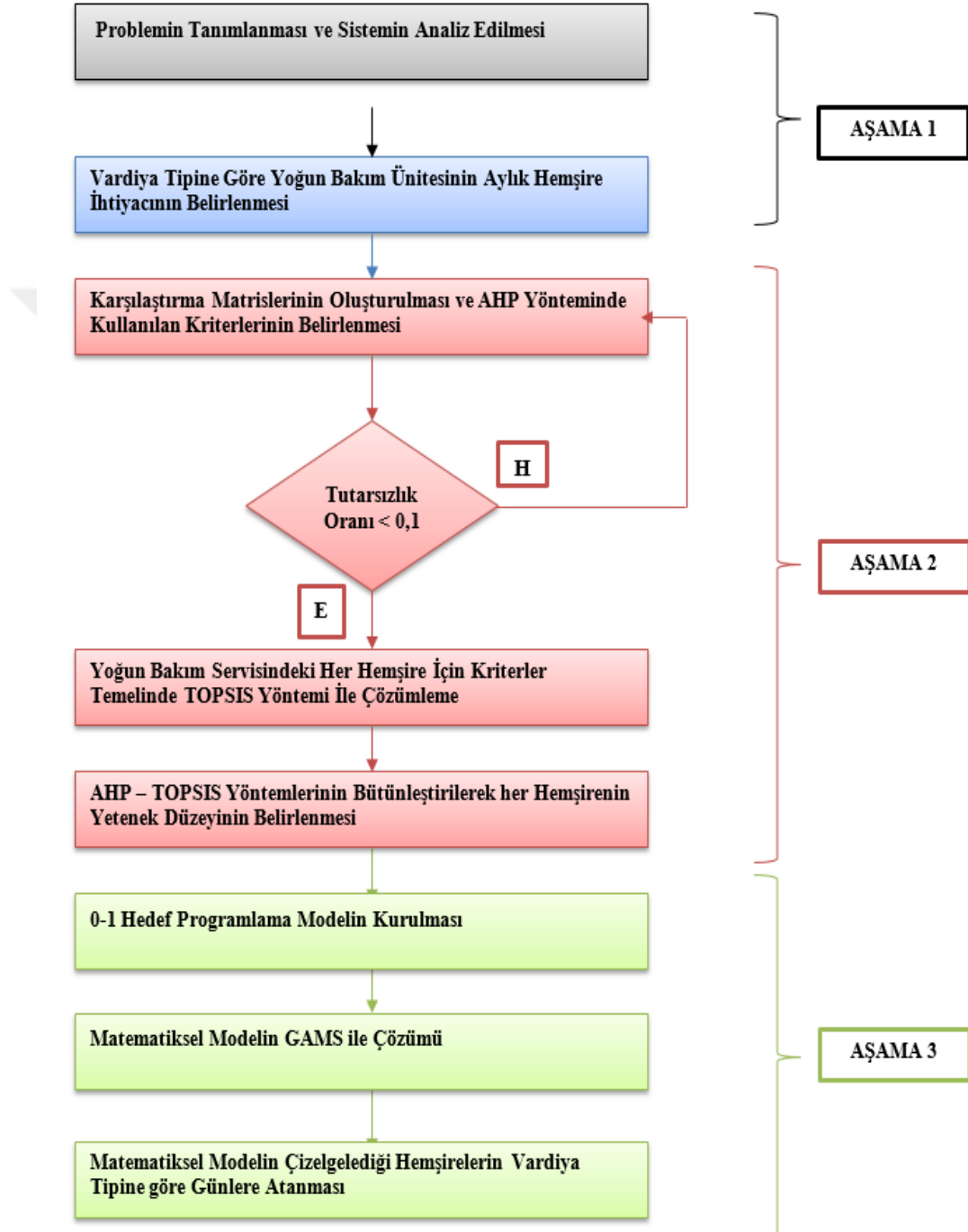
tarafından geliştirilen Balık Kılçığı Diyagramı yöntemi kullanılmıştır. Balık kılçığı diyagramı, bir sonucu etkileyen alt sebeplerin sorgulanması, bulunan sonuçların görselleştirilmesi ve her sebebin alt sebeplerinin de sorgulanıp gösterilebilmesi açısından oldukça kullanışlıdır. Problemin tespitine yönelik yapılan Çizelge 1.2’de incelenen araştırmalar sonucunda Şekil 1.3’de Balık Kılçığı Diyagramı elde edilmiştir. Bunun için bulunan 4 ana sebep “çevre”, “malzeme/makine”, “insan” ve “metot” olarak belirlenmiştir. Her ana sebebin alt sebepleri de yine aşağıdaki şekil üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 1. 3. Problemin tespitine yönelik balık kılçığı diyagramı

Yapılan çalışmalar, yoğun bakım sisteminde çalışan hemşirelerin işlerini bırakmalarının en önemli sebebinin dengesiz işyükünden kaynaklandığını göstermektedir. Hastanelerde hastaların durumları aniden değişmekte, bu da hemşire gereksinimine yansımaktadır. Gereksinimin böyle dinamik olarak değiştiği ortamda hemşirelerin en uygun şekilde görevlendirilmesi ve çizelgelenmesi çok zordur. Çünkü burada hastaneler maliyeti en aza indirmek için uğraşmak zorundadırlar, aynı zamanda hemşirelerinin isteklerini de bir ölçüde hesaba katabilen, değişen ortamın gereksinimlerine göre kolayca uyarlanabilen çizelgelerin üretilmesi gerekmektedir. Bu sebeple, yoğun bakım ünitelerinde hemşire görevlendirme ve hemşire çizelgeleme problemlerinin çözümüne yönelik model çalışması

amaçlanmaktadır. Bu çalışmada yoğun bakım ünitesi hemşireleri için görevlendirme ve çizelgeleme problemi için geliştirilen üç aşamalı modelin akış şeması Şekil 1.4.'de verilmiştir.



Şekil 1. 4. Geliştirilen modelin akış şeması

1.6. İnsangücü Planlamasında Kullanılabilecek Sayısal Yöntemler

Sağlık insan gücü planlamasında iki boyut yer almaktadır. Bunlar talep ile arz boyutudur. Talep boyutu İKP'nın temel aşamalarından biridir. Tahmin veya öngörüleme olarak da adlandırılan bu aşamada gerçekleştirilen işgücü tahminleri, gelecekteki işgücü ihtiyaçlarının öngörülmesine yöneliktir. İnsan kaynakları talebi veya ihtiyacı tahmin etmeye yönelik yöntemler yargısal (yönetici tahmini, delphi tekniği ve senaryo analizi) ve sayısal (zaman serisi/trend analizleri, personel ve verimlilik oranları, regresyon analizi vb.) olmak üzere iki ana başlık altında toplanabilir. Bu yöntemler uzun dönemli işgören ihtiyacını tahmin etmek için kullanılır. Kısa dönemli işgören ihtiyacında (Mikro) ise işyükü ve işgücü analizleri kullanılmaktadır. Arz boyutu ise işgücü arzı analizleri İKP önemli bir yere sahiptir. Bu analizle, işletme içi ve dışı yani mevcut ve beklenen işgücü arzının belirlenmesi amacıyla yapılır. İşgücü arzının analizinde, markov analizi, matematiksel modeller ve sezgisel algoritmalar gibi sayısal; yönetici ve uzman yargısı gibi nitel (yargısal) yöntemlerden de yararlanılabilir (Sadullah ve ark., 2015, s: 87-156).

Bir sağlık işletmesinin mikro seviyede işgücü planlamasında ve işgücünün sahip olduğu niteliklerin değerlendirilmesinde kullanılabileceği sayısal yöntemler aşağıda üç ana başlık altında sunulmuştur.

1.6.1. Tahmin Modelleri

Karar verirken, gelecekle ilgili planlar yapmaya çalışılır. Karar durumunu tanımlayan veri gelecekte ne olacağının bir göstergesi olmak zorundadır. Örneğin stok kontrolünde kararların temelini, belirli bir planlama dönemi boyunca kontrol ettiğimiz stok kaleminin talep yapısı oluşturur. Finansal planlamada da zaman boyunca nakit akışını tahmin etmemiz gerekir (Baray ve Esnaf, 2018, s:499).

Bu bölümde, karar verici tarafından nicel yöntemler sonucu elde edilen değişkenlerin gelecekte bir zamanda meydana gelebilecek değişimlerini tahmin etmede kullanılan 5 temel yöntem açıklanmıştır. Bunlar: Hareketli Ortalama

Yöntemi, Üstel Düzeltme Yöntemi, Regresyon Analizi, Holt Metodu ve Winter Metodu.

1.6.1.1. Hareketli Ortalama Yöntemi

Hareketli ortalama yönteminde düzgünleştirmenin kapsamı, dizinin sırasına bağlıdır: bu sıraya ne kadar çok zaman periyodu (ortalama) dahil edilirse, o kadar fazla düzleştirme gerçekleştirmektedir (Yaffee ve McGee, 2000). Basit hareketli ortalamanın dayandığı temel mantık, birbirine yakın zamanda gözlemlenen değerlerin birbirlerine yakın olmalarının muhtemeldir. Bundan dolayı istenen ortalama almak verideki rastgeleliği düzleteceğinden dolayı, düzleştirilmiş bir trend döngüsü elde edilebilmektedir. Bu yöntem uygulanmadan önce ortalamaya kaç tane veri noktası eklenmesi gerektiğine karar verilmelidir. Örneğin ortalamaya 3 tane veri noktası katılacak ise bu durumda hareketli ortalamada 3 düzleştirici kullanılmaktadır. Bir sonraki veri noktasına geçerken en eski veri noktası atılacak ve yerine sıradaki veri noktası eklenecektir. Bundan dolayı yöntem hareketli ortalama adı verilmektedir. Bu işleme zaman serisinin sonunda hesaplanması mümkün olan son veri noktasına kadar devam edilmektedir (Makridakis ve ark., 2008).

Yöntemin üzerinde önemle durulması gereken varsayımı, zaman serisinin durağan olduğu ve bu anlamda zaman serisi verisinin aşağıdaki sabit formülden türetildiğidir. Bu bölümde kullanılacak ana semboller ise şöyledir (Baray ve Esnaf, 2018, s:499):

y_t = t periyodunda rastgele değişkenin gerçekleşen (veya gözlemlenen) değeri

y_t^* = t periyodunda rastgele değişkenin tahmin edilen değeri

ε_t = t periyodundaki rastgele bileşen (veya gürültü)

$$y_t = b + \varepsilon_t \quad (1.1)$$

Burada b , geçmiş veriden tahmin edilen bilinmeyen bir sabit parametredir. Rastgele hata değeri ε_t 'nin beklenen değerinin 0 ve standart sapmasının sabit olduğu varsayılır. Bunlara ek olarak farklı periyotlardaki verilerin birbirleriyle ilişkisi yoktur. Hareketli ortalama yöntemi, en son yapılan n gözlemin, b parametresinin tahmininde eşit derecede önemli olduğu varsayar. Böylelikle içerisinde t periyodunda en yeni n periyot için veri $y_{t-n+1}, y_{t-n+2}, \dots$ ve y_t ise, $t+1$ periyot tahmin edilen değer aşağıdaki formülle hesaplanır. Hareketli ortalamanın derecesi olan n 'nin seçimi için kesin bir kural yoktur. Eğer değişkenlerdeki sapmalar zaman boyunca sabit kalıyorsa n 'nin büyük olması önerilir. Aksi halde eğer değişken bir periyottan diğerine çok fazla değişiyorsa n 'nin küçük olması önerilir. Pratikte n , 2 ile 10 arasında bir değer almaktadır (Baray ve Esnaf, 2018, s:500).

$$y_{t+1}^* = \frac{y_{t-n+1} + y_{t-n+2} + \dots + y_t}{n} \quad (1.2)$$

1.6.1.2. Üstel Düzeltme Yöntemi

Üstel düzeltme, 1931'de Robert Macaulay tarafından tasarlanan ve II. Dünya Savaşı sırasında Robert G. Brown tarafından seri verilerden ekstrapolasyon tahmin için geliştirilen bir yöntemdir. Serilerdeki rassal dalgalanmaları ve/veya mevsimselliği ortadan kaldırmak veya azaltmak amacıyla geliştirilen düzeltme yöntemlerinden birisidir. Geçmiş değerlere göre düzeltilmiş değerler belirlenmekte, bu değerlere göre tahmin hesaplanmaktadır. Bu yöntemde en son gözlem değerinin ağırlığı öncekilere göre daha fazladır. En son gözlemlerden hareketle tahminler sürekli olarak revize edilmektedir (Yaffee ve McGee, 2000, s:23). Ayrıca, bu tahminlerin her zaman gerçek verilerdeki herhangi bir eğilimi izleyeceği de gözlemlenmelidir, çünkü yöntemin yapabileceği en fazla şey, en son hatanın bir yüzdesi için sonraki tahmini ayarlamaktır (Makridakis ve ark., 2008, s:148).

Basit üstel düzeltme analizini yapmadan önce iki seçim yapılmalıdır: düzeltme ağırlığının başlangıç değeri ve düzeltme sabitinin son değeri hesaplanmalıdır. Öncelikle optimum düzeltme sabitinin seçimini düşünün. Bu

sabit, grafiksel veya istatistiksel karşılaştırmayla bulunabilir. Herhangi bir tahmin hatasını diğeriyle objektif olarak karşılaştırarak hesaplanmaktadır (Yaffee ve McGee, 2000, s:24).

Üstel düzeltme yöntemi de hareketli ortalamalar yönteminde olduğu gibi, sürecin sabit olduğunu varsayar. Bununla birlikte, hareketli ortalamalar yöntemindeki ortalamaların hesaplanmasında verilere aynı ağırlıkların verilmesindeki eksikliği gidermek için tasarlanmıştır. Üstel düzeltme en son gözlem değerine daha fazla ağırlık verir. α ($0 < \alpha < 1$) Düzeltme sabiti olarak tanımlansın ve geçmiş t sayıda periyot için zaman serisinin $y_1, y_2, \dots, y_t$ ile gösterildiğini varsayalım. Sonraki t+1 periyodu için tahmin şöyle hesaplanır (Baray ve Esnaf, 2018, s:503):

$$y_{t+1}^* = \alpha y_t + \alpha(1 - \alpha)y_{t-1} + \dots \quad (1.3)$$

$y_t, y_{t-1}, y_{t-2}, \dots$ 'Nin katsayıları giderek azaldığından, yeni prosedür daha yeni verilere daha çok ağırlık verir. y_{t+1}^* 'ı hesaplayan formül aşağıdaki gibi basitleştirilir:

$$y_{t+1}^* = \alpha y_t + \alpha(1 - \alpha) \{ \alpha y_{t-1} + \alpha y_{t-2} + \dots + \alpha(1 - \alpha)^2 y_{t-3} + \dots \}$$

$$y_{t+1}^* = \alpha y_t + (1 - \alpha)y_t^* \quad (1.4)$$

Bu bakımdan, y_{t+1}^* yinelenerek y_t^* 'den hesaplanabilir. Yinelenen denklem t=1'de y_t^* 'in tahmini atlanarak başlatılır ve t=2'nin tahmini, t=1'deki gerçek veriye eşit olarak alınır bu da $y_2^* = y_1$ olarak azalır. Gerçekte, hesaplamaları başlatmak için akla uygun herhangi bir prosedür kullanılabilir. Örneğin bazıları, y_0^* 'ın zaman serisinin başlangıcında akla uygun sayıda ortalaması alınarak tahmin edilmesini önerilmektedir. Düzeltme sabiti α 'nın seçimi gelecekteki tahminler için çok önemlidir. α 'nın büyük bir değer alması son gözlemin taşıyacağı ağırlığın daha fazla olması demektir. Pratikte α değerleri 0,01 ve 0,3 arasında değişir (Baray ve Esnaf, 2018, s:504).

1.6.1.3. Regresyon Analizi

$y^* = a + bx + \varepsilon$, yığın için yazılmış olan bir regresyon modeli olsun. Bu model için aşağıdaki varsayımlar yapılır (Erbaş, 2007, s:413):

- ✓ X ve Y arasındaki ilişki doğrusal olduğundan verilmiş her x_i için hatanın beklenen değeri sıfırdır. ($E(\varepsilon)_i = 0$)
- ✓ Verilmiş her x_i için hatalar aynı varyansa sahiptir. ($Var(\varepsilon)_i = \sigma_\varepsilon^2$) Bu varsayım her x_i değeri için gözlem noktalarının regresyon doğrusu etrafındaki yayılımlarının benzer olduğunu ifade eder.
- ✓ Hatalar birbirinden bağımsızdır.
- ✓ Verilmiş her x_i için hataların dağılımı normaldir.

Regresyon analizi bağımlı bir değişken ile bağımsız bir değişken arasındaki ilişkiyi belirler. Bağımsız değişken x ile bağımlı değişken arasındaki genel regresyon denklemi (Baray ve Esnaf, 2018, s:505):

$$y = b_0 + b_1x + b_2x^2 + \dots + b_n x^n + \varepsilon \quad (1.5)$$

Burada $b_0, b_1, \dots, b_n$ bilinmeyen parametrelerdir. Rastgele hata olan ε , sıfır ortalama ve sabit standart sapmaya sahiptir. Regresyon modelin en basiti, bağımlı değişkenin zaman içerisinde doğrusal olarak değiştiğinin varsayıldığı modeldir. Şöyle ki, $y^* = a + bx$ olarak tanımlanır. a ve b sabitleri, gözlemlenen ve tahmin edilen değerler arasındaki farkların karesinin toplamını minimum kılmaya çalışan en küçük kareler yöntemi esas alınarak, zaman serisi verisinin kendisinden elde edilir. (y_i, x_i) , zaman serisini gösteren ham verinin i. Noktasını gösterebilir, $i=1,2,\dots, n$ ve $S = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2$ gözlemlenen ve tahmin edilen değerler arasındaki sapmaların karesinin toplamı olarak tanımlansın. a ve b değerleri S'nin minimum kılınması için aşağıdaki gerekli koşulların çözümüyle belirlenir, şöyle ki (Baray ve Esnaf, 2018, s:505);

$$\frac{\partial S}{\partial a} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i) = 0 \quad (1.6)$$

$$\frac{\partial S}{\partial b} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)x_i = 0 \quad (1.7)$$

Cebirsel işlemlerden sonra, aşağıdaki çözümü elde ederiz:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i x_i - n \bar{y} \bar{x}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2} = 0 \quad (1.8)$$

$$a = \bar{y} - b \bar{x} \quad (1.9)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1.10)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (1.11)$$

a ve b'nin tahmin edilmesi y_i 'nin herhangi bir olasılık dağılımı için geçerlidir. Bununla birlikte, eğer y_i sabit standart sapmayla normal olarak dağılmışsa, güven aralığı $x = x^0$, da tahmin edilen ortalama değerine göre $(a+bx^0) \pm t_{\frac{\alpha}{2}, n-2} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_i^*)^2}{n-2}} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x^0 - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2}}$ şeklinde oluşturabilir.

$(y_i - x_i^*)$ ifadesi bağımlı değişkenin zaman periyodunda i. gözlemlenen ve tahmin edilen değerleri arasındaki farkı gösterir. Bağımlı değişken y'nin gelecekteki tahminleri için, bu değerlerin tahmin aralığının (ortalama değerindeki güven aralığı yerine) belirlenmesiyle ilgileniriz. Tahmin edilebileceği gibi, gelecekteki değer tahmin aralığı ortalama değerdeki güven aralığından daha geniştir. Gerçekten, tahmin aralığı formülü, $\frac{1}{n}$ teriminin ikinci karekök içindeki $\frac{(n+1)}{n}$ değeriyle yer değiştirmiş olmasının dışında güven aralığının tamamen aynısıdır. Doğrusal tahmin denklemi $y^* = a + bx$ 'in ham veriye ne kadar iyi uyduğu, aşağıdaki formülle bulunan korelasyon katsayısı r'nin hesaplanmasıyla kontrol edilir (Baray ve Esnaf, 2018, s:506):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n y_i x_i - n \bar{y} \bar{x}}{\sqrt{(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2)(\sum_{i=1}^n y_i^2 - n \bar{y}^2)}} \quad (1.12)$$

Burada $-1 \leq r \leq 1$ 'dir. Eğer $r = \pm 1$ ise, x ve y arasında mükemmel bir doğrusal ilişki söz konusudur. Genellikle $|r|$ değeri 1'e yaklaştıkça doğrusal ilişki artar. Eğer $r=0$ ise y ve x bağımsız olabilir. Gerçekte, iki bağımlı değişken için $r=0$ olması mümkün olduğundan, $r=0$ bağımsızlık için sadece gerekli fakat yeterli olmayan durumdur.

1.6.1.4. Holt Metodu

Basit üstel düzeltme yöntemi verilerdeki eğilimleri hesaba katamamakla birlikte, önemli ve durağan olmayan süreçleri analiz edememektedir. Holt (1957), eğilimli verilerin tahmin edilmesine izin vermek için tek üstel yumuşatmayı doğrusal üstel düzgünleştirmeyi genişletti. Holt'un tahmini için doğrusal üstel düzgünleştirmesi iki düzleştirme sabiti (α ve β) kullanılarak hesaplanmaktadır (Makridakis ve ark., 2008, s:158).

Holt metodu, öngörüleme yapılacak verinin doğrusal trend ile izlenmesine olanak sağlayan bir yöntemdir. t dönemi sonunda, Holt metodu yöntemi ile (L_t) ortalama düzey (sabit terim) için yeni düzleştirme tahmini ve (T_t) her dönemde bulunan eğimin düzleştirme tahmini yani trendin hesaplanması için aşağıdaki formüllerle hesaplanmaktadır (Winston, 2003; Makridakis ve ark., 2008, s:158).

$$L_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (1.13)$$

$$T_t = \beta(L_t + L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (1.14)$$

L_t 'yi hesaplamak için aşağıdaki iki değerın ağırlıklı hesabı dikkate alınır:

- ✓ x_t , ilgili t dönemindeki temel seviyesinin bir tahminidir.
- ✓ $L_{t-1} + T_{t-1}$, ilgili t döneminin önceki verilere dayanarak tahminidir.

T_t hesaplamak için aşağıdaki iki değerın ağırlıklı hesabı yapılır:

- ✓ $L_t + L_{t-1}$, (t-1)'den t dönemine kadar ki düzleştirme tahmininin artış miktarının tahminidir.
- ✓ T_{t-1} , bir önceki dönemdeki eğimin düzleştirme tahminidir.

x_{t+k} t dönemi sonunda (t+k) dönemi tahmin edebilmek için $f_{t,k}$ ile tanımlanır. Aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanır.

$$f_{t,k} = (L_t + k T_t) \quad (1.15)$$

Holt metodu ile tahmine başlamadan önce, (L_0) başlangıç ortalama düzey (sabit terim) için yeni düzleştirme tahmini ve (T_0) başlangıç eğim düzleştirme tahminine yani başlangıç trende ihtiyaç vardır. T_0 , zaman serisindeki artışlarının ortalaması veya başka tahmin metodları ile hesaplanabilir. L_0 , zaman serisindeki son gözlem verisi alabilir veya verinin yapısına uygun olacak bir tahmin metodu ile tahmin yapabiliriz. α ve β , her biri 0 ile 1 arasında olan düzeltme sabitleridir. Özetle, zaman serisindeki veri doğrusal trend halinde ise, iyi tahmin yapabilmektedir.

1.6.1.5. Winter Metodu

Trende ve mevsimsel dalgalanmaya sahip zaman serilerin tahmininde Winter üstel düzleştirme yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem önce serinin ortalama düzeyine, eğimine ve sonra mevsimsel bileşenine uygulanmaktadır. Toplamsal modele uygun serilerde bu yöntem aşağıda verilen denklemleri kullanarak tahminlerin güncelleştirilme işlemini yapmaktadır (Winston, 2003; Makridakis ve ark., 2008, s:165).

$$L_t = \alpha \frac{x_t}{S_{t-c}} + (1 - \alpha) (L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (1.16)$$

$$T_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \quad (1.17)$$

$$S_t = \gamma \frac{x_t}{L_t} + (1 - \gamma) S_{t-c} \quad (1.18)$$

(1.16) eşitliği yani ortalama düzeyin güncelleştirmesini hesaplamak için aşağıdaki iki değerin ağırlıklı hesabı yapılır:

- ✓ $(L_{t-1} + T_{t-1})$, (t-1) döneminde ortalama düzey için yapılan eski düzleştirme tahmini ile (t-1) döneminde bulunan eğimin eski düzleştirme tahmininin toplamıdır.
- ✓ $\frac{x_t}{S_{t-c}}$, mevsimsellikten arındırılmış gözlemin tahminidir.

(1.17) eşitliği, aynı Holt metodundaki (1.14) bahsedildiği gibi hesaplanır.

(1.18) eşitliği yani ortalama düzeyin güncelleştirmesini hesaplamak için aşağıdaki iki miktarın ağırlıklı hesabı yapılır:

- ✓ S_{t-c} , (t-c) döneminde bulunan mevsimsel bileşenin eski düzleştirme tahminidir.
- ✓ $\frac{x_t}{L_t}$, orijinal verinin ortalama düzeyin yeni tahmini bölümüyle elde edilen mevsimsel değişim tahminidir.

x_{t+k} , t dönemi sonunda (t+k) dönemi tahmin edebilmek için $f_{t,k}$ ile tanımlanır. Aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanır.

$$f_{t,k} = (L_t + k T_t) S_{t+k-c} \quad (1.19)$$

α , β ve γ her biri 0 ile 1 arasında olan düzeltme sabitleridir. Düzeltme sabitlerini doğru tahmin edebilmek için, tahmin ile gözlem arasındaki farka göre hesaplanan tahmin hatasını minimum yapan düzeltme sabitleri ele alınmalıdır. Winter metodu ile iyi tahminler elde etmek için, temel, eğilim ve tüm mevsimsel faktörlerin iyi başlangıç tahminlerini elde edilmelidir. Belli bir dönemdeki tahmin ile o dönemdeki gerçek talep arasındaki farka tahmin hatası denilmektedir. Tahmin hataları normal dağılırsa, tahmin modelin hatasının standart sapması (σ_e), $\sigma_e = 1.25 MAD$ olarak hesaplanmaktadır (Winston, 2003).

Tahmin hatasını hesaplayan diğer formüller aşağıda sunulmuştur (Winston, 2003; Yaffee ve McGee, 2000; Makridakis ve ark., 1982; Makridakis ve ark., 2008):

$$\text{Ortalama Mutlak Sapma (MAD)} = \frac{\sum_{i=1}^n |A_t - F_t|}{n} \quad (1.20)$$

$$\text{Ortalama Karesel Hata (MSE)} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_t - F_t)^2}{n} \quad (1.21)$$

$$\text{Kök Ortalama Karesel Hata Değerleri (RMSE)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}} \quad (1.22)$$

$$\text{Ortalama Mutlak Yüzdesel Hata (MAPE)} = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} * 100 \quad (1.23)$$

Notasyonlar:

A_t : t dönemindeki gerçek değeri

F_t : t dönemindeki gelecek değeri

n: dönem sayısı

1.6.2. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi

Tek ölçütlü problemler göz önüne alındığında karar verme son derece sezgiseldir, çünkü sadece en yüksek tercih derecesine sahip alternatifi seçmemiz gerekir. Bununla birlikte karar vericiler alternatifleri birden fazla kritere göre değerlendirmektedir. Kriterlerin ağırlıkları, tercih bağımlılığı ve kriterler arasındaki çatışmalar gibi birçok sorun, sorunları karmaşıktırıyor gibi görünmektedir. Belirtilen sorunların çözümü için farklı çözüm yöntemleriyle aşılması gerekmektedir.

Karar analizi, alternatiflerin en iyisini seçmek için akılcı bir sürecin kullanılmasıyla ilgilenir. Seçilen bir alternatifin “iyiliği” karar durumunun tanımında kullanılan verinin kalitesine bağlıdır. Bu durumda, bir karar verme süreci aşağıdaki üç sınıftan birisinin içeresine girebilir (Baray ve Esnaf, 2018, s:511):

- ✓ Verinin deterministik olarak bilindiği belirlilik altında karar verme.

- ✓ Verinin olasılık dağılımlarıyla tanımlanabildiği risk altında karar verme.
- ✓ Verinin, karar sürecindeki ilişki derecesini temsil eden bağıl ağırlıklara atanamadığı belirsizlik altında karar verme.

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemleri ile başa çıkmak için ilk adım problemde kaç nitelik veya kriter bulunduğunun tespit edilmesi, sonra bu problemlerin çözüm yolunu nasıl kavrayacağınızı bulmaktır. Daha sonra, karar verici tercihlerinin doğru bir şekilde yansıtılabileceği ve dikkate alınabileceği uygun veri veya bilgileri toplaması gerekmektedir. Daha fazla hedefe ulaşılmasını garanti etmek için olası alternatifler veya stratejiler seti oluşturulur. Bu çabalar yoluyla bir sonraki adım, olası alternatifleri veya stratejileri değerlendirmemize ve geride bırakmamıza veya geliştirmemize yardımcı olacak uygun bir yöntem seçmektir (Tzeng ve Huang, 2011).

Gerçek hayat problemlerinde kriterlerin karar matrisinde ayarlanması aşamasında iki alternatif bulunmaktadır. Bazı kriterler sonlu sayı olabilirken, bazı kriterler sonsuz sayı olabilmektedir. Bu durumdan dolayı, ÇKKV genel olarak iki kategoriye ayrılabilir: Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) ve Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) (Hwang ve Yoon, 1981). ÇÖKV yönteminde tek bir amaç bulunmaktadır. Amaç karar problemi için en ideal (en çok fayda, en az maliyet) alternatifi belirlemektedir. Aşağıdaki Çizelge 1.3'de Çok Nitelikli Karar Verme Yöntemi ile Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemi arasındaki farkları vurgulayan tablo sunulmuştur;

Çizelge 1. 3. ÇÖKV ile ÇAKV arasındaki fark (Hwang ve Yoon, 1981)

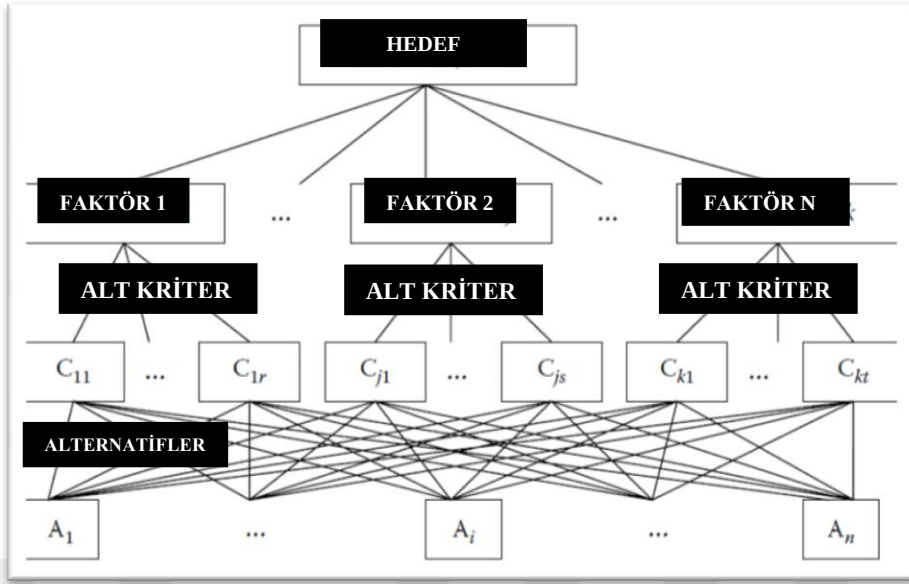
	ÇÖKV	ÇAKV
Kriter	Nitelikler	Amaçlar
Amaç	Üstü Kapalı	Belirgin
Nitelik/Ölçüt	Belirgin	Üstü Kapalı
Kısıt	Pasif	Aktif
Alternatif	Sonlu sayı (Kesikli)	Sonsuz sayı (Sürekli)
Karar Verici ile Etkileşim	Fazla değil	Çoğunlukla
Kullanım	Seçim/Değerlendirme	Dizayn Etmek/Planlamak

ÇKKV en çok kullanılan dört parametre şöyledir: özellikler/ölçütler, amaçlar, hedefler ve kriterler. Bu parametrelerin literatürde evrensel bir tanımı olmamakla birlikte, bazı yazarlar bu kavramları birbirine karıştırmaktadır. Genel anlamda birbirleri arasındaki ayrımı şöyle yapabiliriz (Hwang ve Yoon, 1981):

- ✓ **Kriter:** Bir kriter etkililiğin bir ölçüsüdür. Değerlendirmenin temelini oluşturmaktadır. Kriterler, gerçek problem ortamında bir özellikler veya hedeflerin biçimi olarak ortaya çıkmaktadır.
- ✓ **Hedef:** Bunları kısıtlama olarak tanımlayabiliriz. Çünkü alternatif seti sınırlamak ve kısıtlamak için tasarlanmıştır.
- ✓ **Ölçütler/Faktörler:** Performans parametreleri: bileşenler, faktörler, karakteristikler, öz nitelikler ve özelliklerin eş anlamlılarıdır.
- ✓ **Amaç:** Bir amaç, sonuna kadar sürdürülmesi gereken bir şeydir. Bir amaç genellikle istenen değişikliğin yönünü gösterir.

Kabaca özetlemek gerekirse, ÇÖKV yöntemini beş ana adımdan oluşmaktadır (Dubois and Prade, 1980):

1. Problemin tanımlanması,
2. Değerlendirilmek için bir hiyerarşi sistemi oluşturması, (Bkz. Şekil 1.5)
3. Uygun değerlendirme modeli seçilmesi,
4. Her bir özelliğin her bir alternatife göre nispi ağırlıklarının ve performans puanını elde edilmesi,
5. Göreli ağırlıkların toplanma değeri olan sentetik fayda değerlerine ve alternatiflere karşılık gelen performans puanlarına göre en iyi alternatifin belirlenmesidir.



Şekil 1. 5. Çok ölçütlü karar verme hiyerarşik sistem

Doğrusal programlama modelleri belirlilik altında karar vermenin bir örneğidir. Bu modeller, yalnızca alternatiflerin kendi aralarında iyi tanımlanmış matematiksel doğrusal fonksiyonlarla ilişkilendirebileceği durumlara uygundur. Fikirlerin, duygu ve heyecanların, karar alternatiflerin sayısal bir ölçekle sıralanmasını sağlayacak şekilde ölçüldüğü durumlara farklı bir yaklaşım getirmektedir. Bu yaklaşım Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) diye bilinir (Baray ve Esnaf, 2018, s:511).

1.6.2.1. Ölçütlerin Anlaşılması, Dönüştürülmesi ve Normalleştirilmesi

ÇÖKV 'de karar verici tarafından değerlendirilecek her bir alternatif genellikle ölçütler açısından, sırasıyla nicel ve nitel iki tür özellik tarafından tanımlanmaya çalışılır. Örneğin; tıbbi cihaz seçim problemini ele aldığımızda, ekonomiklik (fiyat, yıllık bakım ücreti, parça ücreti ve ödeme türü vb.) ve teknik özellikler (görüntüleme özelliği, sistem hafıza ve güç kaynağı vb.) nicel yani sayısal olarak ifade edilebilir. Ancak satış sonrası hizmet (güvenilirlik, garanti kapsamı ve tedarik durumu) nitel yani sayısal olmayan ölçüt olarak modelde değerlendirmek zorundayız. ÇÖKV modelinde iki farklı ölçütü nasıl birbiri ile karşılaştırma yapabiliriz?

ÇÖKV modellerinde ölçüm için kullanılabilecek dört çeşit ölçüm skalası vardır. Bunlar: ordinal, nominal, kategorik ve sürekli değişkenlerdir. Ordinal: düşük, orta, yüksek gibi bir sıraya sahip 3 ya da daha fazla değer içeren değişkenler için kullanılır. Nominal: 3 ya da daha fazla değer alan (evli, boşanmış dul gibi) değişkenler için kullanılır. Kategorik: değer sayısı belirsiz olan sözel değişkenler için kullanılır. Sürekli: sayısal değişkenlerin tanımlanmasında kullanılır. Bir sürekli değeri tamsayı, gerçekte (reel) sayı ya da tarih olabilir.

Her bir alternatifin her bir ölçüt/faktöre göre sürekli bir değişken halinde bulunması oldukça zordur. Bu sebeple, çoğu ÇÖKV metodu ordinal, nominal veya kategorik halinde karar modellerinde kullanılmaktadır. Örneğin, sayısal bir değişkeni aralıklı sınıf haline getirmek için aşağıdaki Şekil 1.6'da her bir alternatifin fayda ve maliyet faktör değerlerine göre ölçeklendirilmesi gösterilmiştir.

Maliyet Faktörü		Fayda Faktörü	
	0		0
Çok Yüksek	1	1	Çok Düşük
Yüksek	3	3	Düşük
Orta	5	5	Orta
Düşük	7	7	Yüksek
Çok Düşük	9	9	Çok Yüksek
	10	10	

Şekil 1.6. Faktörlerin aralık ölçeği haline getirilmesi

Normalleştirme her zaman gerek duyulmamasına rağmen, eğer faktörlerin/ölçütlerin farklı birimlerden oluşması durumunda bazı normalleştirme yöntemlerinden birinin kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Normalleştirilmiş değer, alternatiflerin ölçütlere göre performans değerlerinin başlangıç noktasına (sıfır vektörüne) olan uzaklığının tüm alternatiflerin başlangıç noktasına toplam uzaklığı

oranı olarak tanımlanır. Normalleştirme karşılaştırılabilir ölçekler elde edilmesini sağlamaktadır.

Normalleştirme yöntemleri 3 ana başlık altında toplanmaktadır. Bunlar sırasıyla vektör, doğrusal ve tekdüze olmayan normalleştirme yöntemleri olarak aşağıda sunulmuştur (Shih ve ark., 2007; Hwang ve Yoon, 1981):

Vektör Normalizasyonu:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, i=1,2,3,..,m; j=1,2,3,..,n \quad (1.24)$$

Doğrusal Normalizasyonu (1):

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^*}, i=1,2,3,..,m; j=1,2,3,..,n ; x_j^* = \max_i \{x_{ij}\} \text{ fayda ölçeklerinde} \quad (1.25)$$

$$r_{ij} = \frac{x_j}{x_{ij}}, i=1,2,3,..,m; j=1,2,3,..,n ; x_j = \min_i \{x_{ij}\} \text{ yada} \quad (1.26)$$

$$r_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{x_j^*}, i=1,2,3,..,m; j=1,2,3,..,n ; x_j^* = \max_i \{x_{ij}\} \text{ maliyet ölçeklerinde} \quad (1.27)$$

Doğrusal Normalizasyonu (2):

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j}{x_j^* - x_j} \text{ fayda ölçeklerinde} \quad (1.28)$$

$$r_{ij} = \frac{x_j^* - x_{ij}}{x_j^* - x_j} \text{ maliyet ölçeklerinde} \quad (1.29)$$

Doğrusal Normalizasyonu (3):

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, i=1,2,3,..,m; j=1,2,3,..,n \quad (1.30)$$

Tekdüze Olmayan Normalizasyonu:

$$e^{-\frac{z^2}{2}}, z = \frac{(x_{ij} - x_j^0)}{\sigma_j} \quad (1.31)$$

x_j^0 = j ölçütü için en çok tercih edilen performans değeri, j ölçütü performans değerlerinin standart sapması

1.6.2.2. Karar Matrisi

Karar Matrisi diğer adıyla karar tablosu, 4 ana bileşenden oluşmaktadır. Bunlar: alternatifler, faktörler/ölçütler, her bir faktörün birbirine göre göreceli ağırlığı ve her bir alternatifin faktörlere göre performans değeridir. Alternatifleri A_i ($i = 1,2,3, \dots, n$), faktörler/ölçütler B_j ($j = 1,2,3, \dots, m$), her bir faktörün birbirine göre göreceli ağırlığı w_j ($j = 1,2,3, \dots, m$) ve her bir alternatifin faktörlere göre performans değeri a_{ij} ($i = 1,2,3, \dots, n; j = 1,2,3, \dots, m$) olarak Çizelge 1.4.'de örnek karar matrisi/karar tablosu gösterilmiştir.

Çizelge 1.4. ÇÖKV karar matrisi

ALTERNATİFLER	FAKTÖRLER				
	B_1	B_2	B_3	...	B_m
	(w_1)	(w_2)	(w_3)	...	(w_m)
A_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1m}
A_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2m}
A_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	...	a_{3m}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$
A_n	a_{n1}	a_{n2}	a_{n3}	...	a_{nm}

Çizelge 1.4 ÇÖKV problemlerinde kısaca ifade edilmiş halidir diyebiliriz. Mesela m satır n sütundan oluşan (mxn) boyutunda A karar matrisinde, i alternatifleri j ise faktörleri temsil etsin, A karar matrisindeki her bir ölçüte karşı atanan alternatifin değeri ise a_{ij} olsun. $\underline{a}_i = (a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, \dots, a_{in})$ m adet alternatifin yani $j=1,2,3,\dots,n$ için karar matrisinde satır vektörüne, sütun vektörü ise $\underline{a}_j = (a_{1j}, a_{2j}, a_{3j}, \dots, a_{mj})^T$ $i=1,2,3, \dots, m$ tane alternatifte karşılık gelmektedir (Hwang ve Yoon, 1981).

Hiyerarşide n adet kriterin ağırlıklarının belirlenmesiyle ilgilendiğimizi varsayalım; prosedür olarak, karar vericinin farklı kriterlerin göreceli önemini yansıtan ve A ile tanımlanan nxn ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. İkili karşılaştırma, i satırındaki ($i=1,2,3,\dots,n$) kriterlerin n sütunla temsil edilen her bir kritere bağlı olarak derecelenmesiyle yapılır. a_{ij} , A'nın (i, j) elemanını

tanımlandığında, AHS, 1 ile 9 arasında Çizelge 1.5'deki gibi bir ölçek önerir, burada $a_{ij} = 1$, i ve j'nin eşit önemde olduğunu, $a_{ij} = 5$, i'nin j'den çok önemli olduğunu, $a_{ij} = 9$, i'nin j'den kesinlikle çok önemli olduğunu yansıtır. 1 ile 9 arasındaki diğer ara değerler olarak yorumlanır. Tutarlılık için $a_{ij} = k$, $a_{ji} = 1/k$ 'yi ifade etmelidir. Ayrıca A'nın tüm diyagonal a_{ii} elemanları, kendilerine bağlı kriteri derecelendirdikleri için 1 olmalıdır. Tutarlılık, kriterlerin ya da alternatiflerin ikili karşılaştırmasının belirlenmesinde kararın uyumluluk göstermesidir. Matematiksel olarak, eğer tüm i, j ve k'ler için $a_{ij} * a_{jk} = a_{ik}$ ise, A karşılaştırma matrisi tutarlıdır diyebiliriz (Baray ve Esnaf, 2018, s:514).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1.32)$$

Çizelge 1.5. AHP – Oran ölçeği (Saaty, 1977; Tzeng ve Huang 2011).

YOĞUNLUK	MANTIKSAL SINAMASI
1	Her iki seçenekte eşit değerde önemli
3	Bir ölçüt diğerine göre biraz daha önemli
5	Bir ölçüt diğerine göre çok daha önemli
7	Ölçüt diğer ölçüte göre kesinlikle çok daha önemli
9	Bir ölçütün diğerine göre son derece önemli olduğu
2,4,6,8	Ara değerler

MADM problemleri ile başa çıkmak için, uygun hiyerarşik sisteme göre Analitik Hiyerarşi Sürecinin (AHS) uygun nispi ağırlıklarının türetmesi geliştirildi. Bu nispi ağırlıkların belirlenmesinde dört metot kullanılmaktadır. Bunlar sırasıyla: özdeğer/öz vektör, ağırlıklı en küçük kareler, entropi ve LINMAP metodu (Hwang ve Yoon, 1981).

1.6.2.3. AHS- Özdeğer/Özvektör Metodu

AHS, Saaty (1977, 1980) tarafından hiyerarşik bir sistemde çoklu özniteliklere dayanan özneleştirme yapma süreçlerini modellemek için önerilmiştir. Bu andan itibaren, kaynak tahsisi amacıyla devlet kurumları tarafından kurumsal planlama, portföy seçimi ve fayda/maliyet analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tüm karar problemlerinin AHS'de hiyerarşik bir yapı olarak ele alındığı vurgulanmalıdır. İlk seviye, belirli karar probleminin hedefini gösterir. İkinci seviyede, hedef birkaç kritere ayrılır ve alt seviyeler diğer alt kriterlere bölünmek için bu ilkeyi takip edebilir (Tzeng ve Huang 2011).

Tüm karşılaştırma matrislerinin tutarlı olması zordur. Doğrusu, bu matrislerin yapı temelini insan yargısı oluşturur ve bir dereceye kadar tutarsızlık beklenebilir ve bu tutarsızlığın “mantıksız” diye değerlendirilmeyecek şekilde tolere edilebilmesi sağlanmalıdır. Bir tutarsızlık söz konusu ise bunun “açıklanabilir” düzeyde olup olmadığını belirlemek için, A karşılaştırma matrisi (karar matrisi) tutarlı bir A matrisinden tüm sütunların özdeş olduğu bir N normalleştirilmiş matrisi ortaya çıkar (Baray ve Esnaf, 2018, s:516):

$$N = \begin{bmatrix} w_1 & w_1 & \dots & w_1 \\ w_2 & w_2 & \dots & w_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n & w_n & \dots & w_n \end{bmatrix} \quad (1.33)$$

Ardından, N matrisinin i. sütun elemanlarını w_i 'ye bölerek eşlenik A matrisi ortaya çıkarılır (A'dan N'nin oluşturulmasının ters süreci). Böylece

$$N = \begin{bmatrix} 1 & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & 1 & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1.34)$$

A'nın tanımlanmasından da aşağıdaki matrisi elde ederiz;

$$\begin{bmatrix} 1 & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & 1 & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_2} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} nw_1 \\ nw_2 \\ \vdots \\ nw_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (1.35)$$

A sadece ve sadece eğer $Aw = nw$ ise tutarlıdır. Buradaki w ise, $w_i = 1, 2, \dots, n$ göreceli ağırlıklarının sütun vektörüdür. A'nın tutarlı olmadığı durumda, w_i göreceli ağırlığı, normalleştirilen N matrisinin i . satırının n elemanının ortalamalarıyla yaklaşık olarak çıkarılır. $\bar{w}$ 'nın hesaplanan tahmin olduğu durumda, $n_{maks} \geq n$ iken $A\bar{w} = n_{maks}\bar{w}$ olacaktır. Bu durumda n_{maks} , n 'ye daha yakındır. Daha tutarlısı A karşılaştırma matrisidir. Sonuç olarak AHP, tutarlılık oranını formül (1.13)'deki gibi hesaplanır (Baray ve Esnaf, 2018, s:517).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1.36)$$

$$\text{Tutarlılık İndeksi (CI)} = \frac{n_{maks} - n}{n - 1} \quad (1.37)$$

$$\text{Rastgele Tutarlılık İndeksi (RI)} = \frac{1.98 (n - 2)}{n} \quad (1.38)$$

CR oranı tutarsızlığı test etmek için şöyle kullanılır. Eğer $CR \leq 0.1$ ise tutarsızlık düzeyi kabul edilebilir. Tzeng ve Huang'a göre $CR \leq 0.2$ ise maksimum tolere edilebilir seviye olarak tanımlamıştır. Aksi takdirde A 'daki tutarsızlık yüksektir ve karar vericinin daha tutarlı bir matris elde etmek için A 'nın a_{ij} ikili karşılaştırma elemanlarını kontrol etmesi önerilir.

n_{maks} 'ın değeri, $A\bar{w} = n_{maks}\bar{w}$ 'den hesaplanır ve bu sırada i . denklemin $\sum_{j=1}^n a_{ij}\bar{w}_j = n_{maks}\bar{w}_i$, $i=1, 2, \dots, n$ olduğu görülür. Verilen $\sum_{i=1}^n \bar{w}_i = 1$ için $\sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^n a_{ij}\bar{w}_j) = n_{maks} \sum_{i=1}^n \bar{w}_i = n_{maks}$ elde edilir. Bu demektir ki n_{maks}

değeri $A\bar{w}$ sütun vektörünün hesaplanması ve sonra elemanlarının toplanmalarıyla elde edilir (Baray ve Esnaf, 2018, s:517).

1.6.2.4. Ağırlıkların Belirlenmesi- Entropi Metodu

Karar matrisinde tüm faktöre karşılık gelen verinin bilinmesi durumunda Saaty ikili karşılaştırma matrisi yerine Entropi metodu veya LINMAP ile faktörlerin ağırlıkları belirlenebilir. ÇÖKV ile ilgili literatür taraması yapıldığında, Entropi metodu fiziksel bilimlerde yapılan çalışmalarda kullanılmasına rağmen sosyal bilimlerde en önemli bir kavram haline gelmiştir. Ek olarak Entropi, belirli bir mesajın beklenen bilgi içeriğini ölçtüğü için bilgi teorisinde faydalı bir anlama sahiptir. Bilgi teorisindeki Entropi, kesikli bir olasılık dağılımının temsil ettiği belirsizlik miktarı için bir ölçüttür. Bu da geniş bir dağılımın keskin bir tepe noktasına kıyasla daha fazla belirsizliği temsil ettiğini kabul etmektedir (Hwang ve Yoon, 1981).

Shannon ve Weaver (1947), belirsizlik ölçütünü formül (1.39)'da gibi tanımlamıştır:

$$S(p_1, p_2, p_3, \dots, p_n) = -k \sum_{j=1}^n p_j \ln p_j \quad (1.39)$$

Entropi metodunun m adet alternatif ve n adet faktör için adımları aşağıda sıralanmıştır (Hwang ve Yoon, 1981):

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, \forall i, j - \text{Karar matrisini normalleştirilmesi} \quad (1.40)$$

$$E_j = -k \sum_{j=1}^n p_j \ln p_j - \text{Entropi değerlerinin hesaplanması} \left(k = \frac{1}{\ln m} \right) \quad (1.41)$$

(1.41)'deki k sabiti ile Entropi değerinin 0 ile 1 arasında olmasını garanti etmektedir.

$$w_j = \frac{1-E_j}{\sum_{i=1}^n 1-E_j}, \forall j - \text{Faktör Ağırlık değerlerinin hesaplanması} \quad (1.42)$$

Eğer karar matrisinde her bir faktör üzerinde ω_j önem ağırlığı var ise, yeni faktör ağırlıkları w_j° diye aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$w_j = \frac{\omega_j (1-E_j)}{\sum_{i=1}^n (1-E_j) \omega_j}, \forall j - \text{Ağırlıklı Faktörlerin değerlerinin hesaplanması} \quad (1.43)$$

1.6.2.5. TOPSIS Metodu

Karar noktalarının ideal çözüme yakınlığı ana prensibine dayanır ve çözüm süreci “Elimination at Choice Translating Reality” (ELECTRE) yöntemine nazaran daha kısadır. En iyi çözüme (ideal solution) en yakın Euclidean uzaklığı ve en kötü (negative ideal solution) çözüme en iyi en uzak Euclidean uzaklığı olan çözüm en iyi çözüm olarak tanımlar. “Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution” (TOPSIS) yöntemi 6 adımdan oluşan bir çözüm sürecini içerir. Yöntemin ilk iki adımı ELECTRE yöntemi ile ortaktır. Aşağıda TOPSIS yönteminin adımları tanımlanmıştır (Hwang ve Yoon, 1981).

TOPSIS yöntemin seçilme sebebi yöntemin kısa olmasıdır. Yöntem her iki çözüm sistemini değerlendirmesi bakımından tercih edilmiştir. Rao (2007), TOPSIS metodun adımlarını aşağıdaki gibi özetlemiştir:

Adım 1: Çizelge 1.4’deki gibi Karar Matrisinin oluşturulması.

Adım 2: Karar matrisinin normalleştirilmesi (R_{ij}).

Adım 3: Faktör ağırlıklarının hesaplanması (w_j).

Adım 4: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin oluşturulması

$$(V_{ij} = w_j R_{ij}) \quad (1.44)$$

Adım 5: İdeal (V^+) ve Negatif İdeal (V^-) çözümlerin oluşturulması.

$$(V^+) = \{(\sum_i^{max} V_{ij} / j \in J), (\sum_i^{min} V_{ij} / j \in J') / i = 1, 2, 3, \dots, N\}$$

$$(V^+) = \{V_1^+, V_2^+, V_3^+, \dots, V_m^+\} \quad J = \text{Fayda fonksiyonu}, J' = \text{Maliyet fonksiyonu} \quad (1.45)$$

$$(V^-) = \{(\sum_i^{min} V_{ij} / j \in J), (\sum_i^{max} V_{ij} / j \in J') / i = 1, 2, 3, \dots, N\}$$

$$(V^-) = \{V_1^-, V_2^-, V_3^-, \dots, V_m^-\} \quad J = \text{Fayda fonksiyonu}, J' = \text{Maliyet fonksiyonu} \quad (1.46)$$

Adım 6: Ayrım ölçülerinin hesaplanması.

$$S_i^+ = \{\sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^+)\}^{0.5}, i=1,2,3,\dots, n \quad (1.47)$$

$$S_i^- = \{\sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^-)\}^{0.5}, i=1,2,3,\dots, n \quad (1.48)$$

Adım 7: İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması

$$P_i = S_i^- / (S_i^+ + S_i^-) \quad (1.49)$$

Burada P_i değeri, $0 \leq P_i \leq 1$ aralığında değer alır. $P_i = 1$ ilgili karar noktasının ideal çözüme, $P_i = 0$ ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir.

1.6.3. Hedef Programlama

Doğrusal programlama modelleri tek bir amaç fonksiyonunun optimizasyonu ile çözüm elde etmektedir. Ancak, sistemin çok sayıda amaca sahip olabileceği durumlar da söz konusu olabilir. Örneğin, sağlık işletmesi hem işletme maliyetlerini azaltmayı hem de aynı zamanda kaliteli sağlık hizmeti arttırmak isteyebilir. Böyle durumlarda, birbiriyle çelişen amaçları optimum kılan tek bir çözüm bulmak imkânsız olabilir. Bunun yerine, her amacın önem derecesine temel alan uzlaşık çözümler bulunabilir. Hedef Programlama (HP) son yıllarda yaygın olarak kullanılan çok ölçütlü karar verme tekniklerinden biridir. Hedef programlamada amaç, birbiriyle çelişen birçok amacın arasından istenilen sonuçları elde edilme durumudur. Hedef Programlama istenilen hedeflerdeki sapma değişkenlerini en küçükleyerek hedefleri olabildiğince gerçekleştirme çabasıdır.

Göreli önem derecesine göre ağırlıklandırılan birçok hedeften negatif, pozitif veya her iki yöndeki sapmaları eş zamanlı olarak minimize etmeyi amaçlayan bir çok amaçlı doğrusal programlama çözüm tekniğidir. N adet değişken ve m adet hedeften oluşan HP modelin genel yapısı aşağıda verilmiştir. Bu modelde, T_i = inci hedefin değerini, d_i^- = inci hedeften negatif yöndeki sapma miktarını ve d_i^+ = inci hedeften pozitif yöndeki sapma miktarını ifade etmektedir. Görüldüğü gibi d_i^- , d_i^+

Yukarıda (1.50)'de verilen HP modelinin genel yapısını fonksiyonunda yapılacak bazı değişikliklere göre, hedef programlama şeklinde iki gruba ayırılır:

- ✓ Önceliksiz (Ağırlıksız) Hedef Programlama
- ✓ Öncelikli Hedef Programlama

N hedefli HP modelin i. hedefin ağırlıklandırma yönteminde kullanılan birleştirilmiş amaç fonksiyonu (1.51)'de gösterilmiştir.

$$\text{Min. } z = w_1 G_1 + w_1 G_1 + w_2 G_2 + \cdots + w_n G_n \quad (1.51)$$

45

hedefin öncelikle dirilmesiyle başlar. Model daha sonra, yüksek öncelikli hedefin optimum değerinin düşük öncelikli hedef tarafından kötüleştirilmesine izin verilmeyecek şekilde, her seferinde bir hedefi optimum kılar (Baray ve Esnaf, 2018, s:343).

1.6.3.1. Hedef Programlama Modelinin Bilgisayar ile Çözümü

Öncelikli hedef programlama problemlerini LINDO, LINGO, TORA, GAMS veya benzeri bilgisayar yazılımları kullanarak çözmek mümkündür. Bu çözümün nasıl yapılacağına dair HP modeli üzerinde, öncelikli olarak 1. öncelikli hedefin istenmeyen yöndeki sapma miktarı minimize edilir. Daha sonra, 1. hedefin istenmeyen yöndeki sapma miktarını modele kısıt olarak ilave edip, 2. öncelikli hedefin istenmeyen yöndeki sapma miktarı minimize edilir. Bu süreç en az öncelikli olan son hedefe kadar aynı şekilde devam eder. Son hedefin diğer hedeflerden küçük bir ayrıcalığı olup, bu hedefin optimal çözümü aynı zamanda öncelikli hedef programlama modelinde optimal çözümdür (Aygüneş ve ark., 2001, s:251).

Önceliği koruma yönteminde, problemin n sayıda hedefi, karar vericinin değerlendirmesine göre modelin hedefleri önem sırasına sokulur ve (2.52)'deki gösterilir. G_i 'yi minimum kılacak i. doğrusal programlama modelini çöz ve ρ_i sapma değişkeninin optimum değerini $\rho_i = \rho_i^*$ olarak belirle. i = n ise dur; n. Doğrusal Programlama modeli, n hedefli programı çözer. Aksi halde, ρ_i 'nin ileride kötüleştirilmemesini garantilemek için $\rho_i = \rho_i^*$ kısıtını G_i probleminin kısıtlarına ekle. (i=i+1) olarak belirle ve i. adımı tekrar et (Baray ve Esnaf, 2018, s:349).

min. $G_1 = \rho_1$ (En Yüksek Öncelik)

:

min. $G_n = \rho_n$ (En Düşük Öncelik)

(1.52)

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Sağlık örgütlerinde insangücü planlamasının mikro örneği olan hemşire görevlendirme ve çizelgeleme problemi literatürde önemli bir araştırma konusu olup, akademik çalışmalara konu olmaktadır. Bu problemin sistematik çözümüne yönelik yürütülen çalışmanın bu bölümünde; araştırmanın amacı, evren ve örnekleme, veri kaynakları ve veri toplama aracı, yöntemi, varsayımlar ve sınırlılıklara ilişkin başlıklara yer verilmiştir.

2.1. Araştırmanın Amacı

Günümüzde yataklı sağlık tesislerinde sunulmakta olan yoğun bakım hizmetleri, günün her saatinde yatak doluluk oranına ve her bir hemşirenin işgücü niteliklerine bakılmaksızın, yatak başına düşen insan gücü sayısı ile hemşire görevlendirilmesi yapılmaktadır. Yoğun bakım hizmetinde görevlendirilen hemşireler gündüz ve gece vardiyasına ilgili hastane yöneticisi tarafından saatlerce uğraşması sonucunda vardiya çizelgesi oluşturulmaktadır. Bu yöntem, hemşirelerin yeteneklerini göz ardı ettiği gibi, düzensiz ve dengesiz dağılan işyükü nedeniyle hem hemşireler arasında iş barışını etkilemekte hem de el ile yapılan çizelgelere çoğu zaman uyulmamaktadır. Bu çalışma yoğun bakım hizmetlerinin sunumu esnasında hemşirelerin karşı karşıya kaldığı üç temel sorunun çözümü araştırılmıştır. Bu sorunlar:

- ✓ Sağlık kurumlarında yatağın kullanılıp kullanılmadığına bakılmaksızın fiili yatak sayısına göre hemşirelerin tayin edilmesi: yatak boş kaldığında atıl kapasite ve verimsizliğe ya da başka servislerdeki hemşirelerin kâğıt üzerinde görevlendirilmesi gibi geçici ve yanıltıcı çözümlerle karşılaşılması.
- ✓ Hemşireler arasında iş yükünün adil ve dengeli biçimde dağıtılmasının sağlanmaması.
- ✓ Vardiya arası hemşirelik hizmetlerinden kaynaklanan hizmet sunumunda kalite farklılıklarının asgariye indirgenmemesidir.

Bu çalışmada bu üç temel sorunun cevabı aranmıştır.

- ✓ Yatak doluluk oranları öngörülerek, gereken hemşire sayısı hesaplanması,
- ✓ Belirlenen kısıtlar doğrultusunda, iş yükünün hemşireler arasında adil biçimde dağılmasının sağlanması,
- ✓ Hemşirelerin nitelikleri gözünde bulundurularak vardiyalar arasında hemşirelik hizmetlerinin kalitesinin dengeli bir hale getirilmesidir.

2.2. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

T.C. Sağlık Bakanlığına bağlı olan kamu hastanelerin 2016, 2017 ve 2018 yıllarına ait TSİM’den yatak doluluk oranı verisi temin edilerek analiz kapsamına alınmıştır. Araştırmanın evrenini Ankara Dış Kapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesinin Cerrahi Yoğun Bakım servisinde çalışan hemşirelerin sayısı ve işgücü nitelikleri oluşturmaktadır.

2.3. Araştırmanın Veri Kaynakları ve Veri Toplama Aracı

Bu çalışmada, Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü’nden kuruma bağlı hastanelerin 2016, 2017, 2018 yıllarına ait yatak doluluk oranı verileri ile Ankara Dış Kapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma hastanesinin cerrahi yoğun bakım servisinde ki hemşire sayıları, yatak sayıları ve hastane yönetimi tarafından tespit edilen hemşirelerin işgücü yetenek düzeyine ait veriler ile çalışılmıştır.

İşgücü yetenek düzeyinin belirlenmesi için 8 (sekiz) kriterin önem ağırlıklarının hesaplanmasında Saaty tarafından önerilen dilsel değişken kullanılarak “*Hemşire Çizelgeleme Faktör Ağırlığı Belirleme Formu*” kullanılmıştır.

2.4. Araştırmanın Yöntemi

Çalışma üç aşamadan oluşmaktadır;

İlk aşamada, T.C. Sağlık Bakanlığına bağlı, Ankara’da hizmet veren bir Kamu Hastanesinin yoğun bakım ünitesinde hemşire görevlendirme ve çizelgeleme problemi ele alınmış olup, hastane seçiminde Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yatarak Sağlık Hizmetleri Daire Başkanlığının 09.12.2018 tarihli ve 82540391 barkodlu yazısı (Bkz Ek-1) ile Ankara ilinde faaliyet gösteren sağlık tesisleri bünyesindeki tüm yoğun bakım servislerinin 2016, 2017 ve 2018 yılına ait yatak doluluk oranları temin edilmiştir. Elde edilen verilerin SPSS Modeller ile istatistiksel analizi yapılarak ilk aşamada hastane seçimi yapılmıştır. Bundan sonra, Ankara Dış Kapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesine ait yoğun bakım yatak doluluk oranlarına, talep tahmin yöntemlerinden biri olan Holt-Winter Metodu yöntemi ile bir sonraki ayın yatak doluluk oranı tahmin edilmiştir. Yataklı Sağlık Tesislerinde Yoğun Bakım Hizmetlerinin Uygulama Usul ve Esasları Hakkında Tebliğin Ek’lerinde belirtilen hükümler doğrultusunda günün her saatinde bulunması gereken hemşire sayısı ve Winter metodu ile öngörülen yatak doluluk oranı entegre edilerek, yoğun bakım cerrahi servisinde gündüz ve gece vardiyasında bulunması gereken hemşire sayısı tespit edilmiştir.

İkinci aşamada, ÇÖKV yöntemlerinden biri olan AHS ve TOPSIS yöntemlerinin entegrasyonu ile seçilen hastanenin yoğun bakım ünitesi hemşirelerinin kriter bazında bir yetenek düzeyi belirlenmiştir. Ardından, elde edilen sonuçlar matematiksel model üzerinde kısıt olarak eklenmiştir. Bütünleşik olarak tasarlanmış bu çalışmanın sağladığı en büyük avantaj matematiksel model öncesinde elde edilecek değerlerin sezgisel ve nitel olarak değil AHS-TOPSIS yöntemleri ile objektif olarak hemşirelerin nitelikleri nicel olarak değerlendirilmiştir.

Üçüncü aşaması, HP ile geliştirilen matematiksel model ile seçilen bir kamu hastanesinin gerçek hemşire sayısı verileri kullanılarak yoğun bakım servis bölümü modellenmiştir. Sistemdeki varsayımların koyulması, değişken ve parametrelerin

tanımlanması, sınırların ve amaç fonksiyonun oluşturulması, tüm değişkenlerin 0-1 olma şartının eklenmesi ile modelin formülasyonu tamamlanmıştır. Modelin “General Algebraic Modeling System” (GAMS) paket programı kullanılarak çözülmesi ve çözüm sonuçlarının yorumlanması gerçekleştirilmiştir.

2.5. Varsayımlar

Araştırmada veri kaynağı olarak kullanılan TSİM verileri gerçeği yansıtmaktadır. Araştırma sonucu elde edilen bulgular ve bu bulguları analiz etmede kullanılan analiz yöntemleri yeterli ve geçerlidir.

Hemşire görevlendirmede gündüz ve gece vardiyası eşit alınmıştır. Hemşire çizelgesi haftanın ilk günü başladığı varsıyılmıştır. Bir çalışma günü sabah 8.00’de başlar diğer gün sabah 8.00’e kadar sürer (24 saatte 2 vardiya). Bir hafta sonu 2 gün içerir. Çizelgenin uzunluğu 28 gündür (4 hafta).

2.6. Sınırlılıklar

Hemşire görevlendirme problemi çözümünde tek kriter (yatak doluluk oranı) kullanılmıştır. Hemşireleri niteliklerinin değerlendirilmesinde sekiz kriter belirlenmiştir.

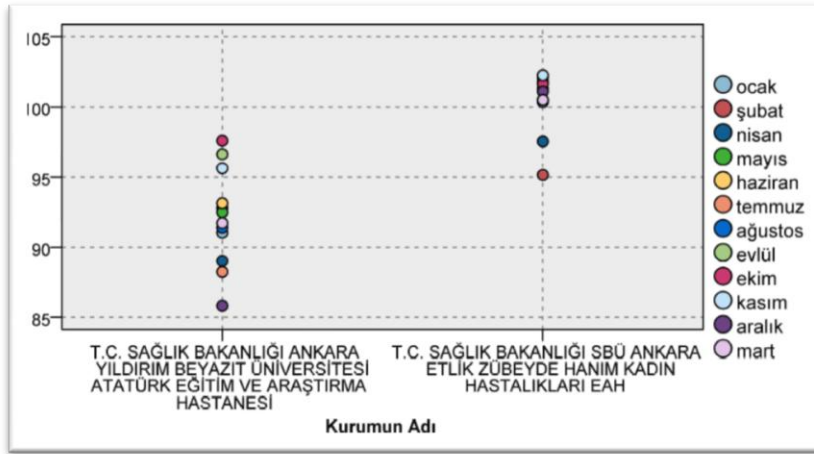
3. BULGULAR

Bu bölümde, araştırma ile ilgili bulgular ve bulgulara ilişkin tartışmalar yer almaktadır.

3.1. Birinci Aşamaya İlişkin Bulgular

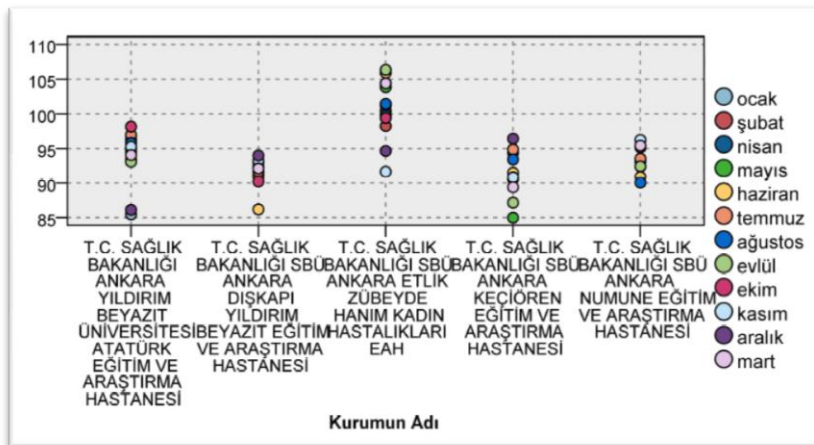
Hastane seçiminde Temel Sağlık İstatistikleri Modülünden (TSİM) Ankara ilinde faaliyet gösteren sağlık tesisleri bünyesindeki yoğun bakım servislerinin 2016, 2017 ve 2018 yıllarına ait aylık yatak doluluk oranları dikkate alınarak SPSS Modeller kullanılarak istatistiksel analiz yapılmıştır (Bkz Ek-2). Literatürde hemşire görevlendirme ve çizelgeleme problemlerine ilişkin çalışmanın yapılacağı hastane seçiminde standart bir yöntem olmamakla birlikte, çalışmada her bir kurumun ortalama aylık yatak doluluk oranları en az %85 üzeri olması durumu (**kriter 1**: $\mu_{i,t} \geq 85$; i (hastane) = 1,2,3, ... n / t (zaman) = 1,2,3, ... 12), hastane yönetimi izni (**kriter 2**) ve Ankara Şehir Hastanesine taşınmama durumu (**kriter 3**) göz önüne alınarak 3 temel kriter belirlenmiştir. Bu kriterlere göre hastane seçimi yapılmıştır.

2017 yılına ait, $\mu_{i,t} \geq 85$ olan hastanelere ait zaman serisi grafiği Şekil 3.1’de gösterilmiştir. Bu grafiği incelediğimizde; yıl bazındaki ortalama yatak doluluk oranı % 85 ile % 100 arasında olan “T.C. Sağlık Bakanlığı Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Atatürk EAH” ile yıl bazındaki ortalama yatak doluluk oranı % 95 ve üzerinde olan “T.C. Sağlık Bakanlığı Ankara Etlik Zübeyde Hanım Kadın Hastalıkları EAH”sidir.



Şekil 3. 1. 2017 Yılına ait aylık ortalama yatak doluluk oranları zaman grafiği

2018 yılına ait, $\mu_{i,t} \geq 85$ olan hastanelere ait zaman serisi grafiği Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Bu grafiği incelediğimizde; yıl bazındaki ortalama yatak doluluk oranı % 85 ile % 100 arasında olan “T.C. Sağlık Bakanlığı Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Atatürk Eğitim Araştırma Hastanesi” 2017 yılı ile benzerlik göstermektedir. “T.C. Sağlık Bakanlığı Ankara Etlik Zübeyde Hanım Kadın Hastalıkları Eğitim Araştırma Hastanesi” yıllık ortalama yatak doluluk oranı % 90 ile %110 arası değişimi ile 1.sırada yer almaktadır. % 85 ile % 95 arasındaki değişimi ile geriye kalan 3 hastane benzer bir doluluk oranı göstermektedir.



Şekil 3. 2. 2018 Yılına ait aylık ortalama yatak doluluk oranları zaman grafiği

2017 ile 2018 yıllarındaki yatak doluluk oranları ile diğer seçim kriterlerini göz önüne alındığında, Ankara Dış Kapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesinde çalışan hastane yönetiminin beklentileri ile ilgili bilgiler de göz önüne alınarak hemşire görevlendirme ve çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Problemlerin çözümünde 3 (üç) aşamalı modelin uygulanmasına yönelik alınan izin yazısı Ek-3'de belirtilmiştir.

Uygulama yapılacak sağlık işletmesinin bir kamu kurumu olması olmasından dolayı hastane kapasite doluluk oranlarına bakılmaksızın mevcut personel sayısı ile sağlık talebini karşılamak zorundadır. Mevcut durumda sağlık işletmesinin kapasitenin önceden kestirilmeyen yatak doluluğu ve talebin karşılanma zorunluluğu en çok hemşireler üzerinde yük oluşturmaktadır. Sağlık hizmeti veren işletmeler vardiya sistemi ile çalışmaktadır. Çizelge 1.3'deki çalışmalar değerlendirildiğinde, yoğun bakım ünitesi gerilimin ve iş baskısının en yoğun olduğu yerlerden biri olduğu açıktır. Ayrıca yoğun bakım ünitesinde yatan hastaların kritik olması, mesleki ilişkinin her an gerginleşebilecek bir ortam olması ve vardiya sistemindeki dengesiz iş yükleri yoğun bakım servislerinde çalışan hemşireler üzerinde yoğun bir stres, yorgunluk ve tükenmişliğe neden olabileceği vurgulanmıştır.

Çizelge 1.3'de yapılan çalışmalar, yoğun bakım sisteminde çalışan hemşirelerin işlerini bırakmalarının en önemli sebebinin ağır iş yükünden kaynaklandığını göstermektedir. Hastanelerde hastaların durumları aniden değişmekte, bu da hemşire gereksinimine yansımaktadır. Gereksinimin böyle dinamik olarak değiştiği ortamda hemşirelerin en uygun şekilde görevlendirilmesi ve çizelgelenmesi çok zordur. Çünkü burada hastaneler maliyeti en aza indirmek için uğraşmak zorundadırlar, aynı zamanda hemşirelerin isteklerini de bir ölçüde hesaba katabilen, değişen ortamın gereksinimlerine göre kolayca uyarlanabilen çizelgelerin üretilmesi gerekmektedir. Bu sebeple, sistem olarak yoğun bakım servisinde hemşire görevlendirme ve çizelgeleme problemi ele alınmıştır.

Ankara Dış Kapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesinin 2017 ile 2018 yıllarına ait yoğun bakım servislerinin ortalama aylık bazındaki verilerin SPSS

Modeler ile istatistiksel analizi sonucu Çizelge 3.1 ile Çizelge 3.2’de sunulmuştur. Birkaç servis dışında sistemin yıllık genel ortalama yatak doluluk oranları %90 ile %100 arasında seyretmektedir.

Çizelge 3. 1. Yoğun bakım servislerine göre 2017 yılının aylık ortalama yatak doluluk oranı

SERVİS (2017)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	GO (%)
Anestezi ve Reanimasyon	98,3	97,3	98,9	87,3	103,7	90,7	74,2	103,7	87,1	86,9	87,3	87,1	91,9
Koroner YB (Kardiyoloji)	95,4	86	96	102,5	98,8	98,3	48,7	99,1	72,8	104,8	104,7	104,3	92,6
Nöro YB	91,7	91,5	95,2	91,9	97	100,8	92,2	95,7	98,9	99,2	98,2	98	95,9
Cerrahi YB	88,3	87,3	88,9	87	96,8	100	83,9	96,8	88,5	88,3	87,9	88,6	90,2
Dahili YB	83,4	84,7	83,4	82,4	98	100	82	100	82,9	83,4	83,3	82,9	87,2
KVC YB	71,9	84,7	75,6	75,7	86,6	96,1	56,7	90,9	71,9	79,3	90	77,9	79,8

*GO: Genel Ortalama / YB: Yoğun Bakım

Çizelge 3. 2. Yoğun bakım servislerine göre 2018 yılının aylık ortalama yatak doluluk oranı

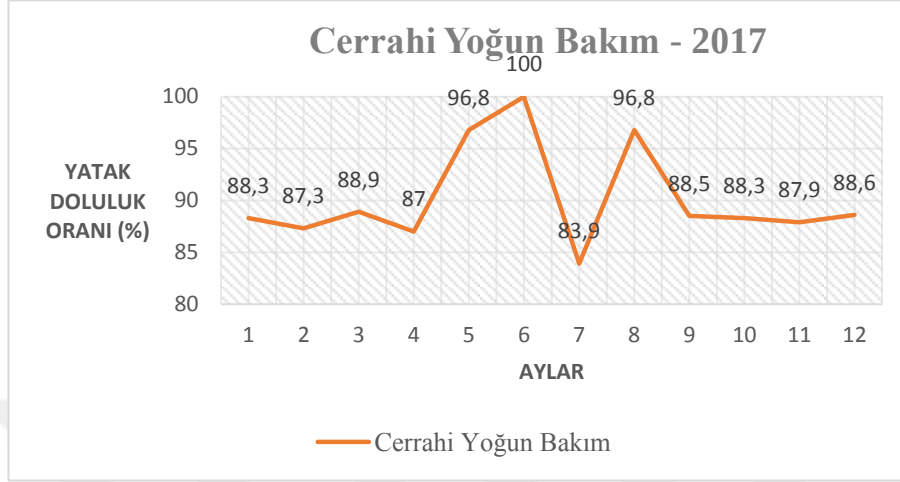
SERVİS (2018)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	GO (%)
Anestezi ve Reanimasyon	86,9	87,6	98,9	98,4	98,3	97,6	88,9	92,7	93,8	93,7	93,2	93,7	93,6
Koroner YB (Kardiyoloji)	107,3	100	101,9	100,8	104,8	96,9	97	98,4	101,9	109,1	104,2	103,5	102,0
Nöro YB	96,4	99,8	110,1	108,4	109,1	108,4	97,3	96,9	96,5	98,1	96,7	97,5	101,6
Cerrahi YB	88,9	90,9	98,1	97,3	98,1	96,3	88	88,6	86,1	86,8	88,2	88	91,6
Dahili YB	83,4	83,7	58,4	58,3	58,7	47	0	0	0	0	0	0	35,4
KVC YB	86,2	84,7	85,3	91,4	76	71	87,1	88,5	83,3	96,3	92,4	95,4	85,7

*GO: Genel Ortalama / YB: Yoğun Bakım

Alt sistemin seçiminde ise, servislerin yoğun bakım doluluk oranlarına bakılmış olup, uygulanacak talep tahmin yöntemlerinden biri olan Winter metoduna en uygun veri tipinin Cerrahi Yoğun Bakım servisinin olduğu tespit edilmiştir.

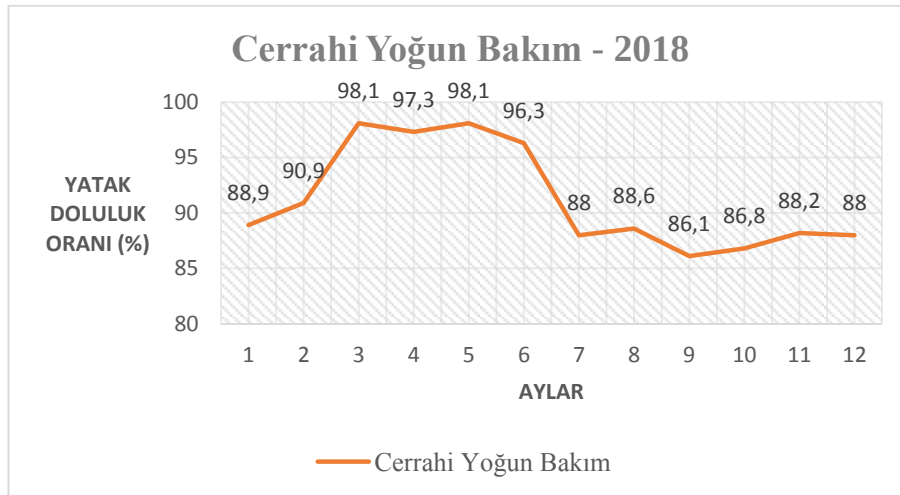
Winston (2003), trende ve mevsimsel dalgalanmaya sahip serilerin tahmininde Winter metodunun kullanılması önerilmiştir. Şekil 3.3 ile Şekil 3.4’e incelediğimizde

yatak doluluk oranında hem trend hem de mevsimsel dalgalanma olduğu tespit edilebilecektir.



Şekil 3. 3. 2017 Yılına ait aylık ortalama yatak doluluk oranları zaman serisi grafiği

Şekil 3.3'ün incelenmesi sonucu, yatak doluluk oranlarının tepe yaptığı aylar 6 ve 8, dip yaptığı aylar ise 4 ve 7'dir. Şekil 3.4 incelendiğinde yılın ilk 3 ayı trendsel hareket izlemiş olup, geriye kalan diğer aylarda mevsimsel bir dalgalanma seyretmektedir.



Şekil 3. 4. 2018 Yılına ait aylık ortalama yatak doluluk oranları zaman serisi grafiği

Sağlık işletmesine ait yoğun bakım servislerinin toplam yatak sayısı 79'dur. Bunları seviyelerine göre tasniflersek: 13 yatak 1.seviye, 16 yatak 2.seviye ve 50 yatak 3.seviye olarak kamu hizmetini yerine getirmektedir. Çizelge 3.3'te yoğun bakım servislerinde yatak sayısı gösterilmiştir.

Çizelge 3. 3. Yoğun bakım servislerinin seviyelerine göre yatak sayısı

Servis	Seviye	Yatak Sayısı
Anestezi yoğun bakımlar	3	22
Genel cerrahi yoğun bakım	3	7
Nöroloji yoğun bakım	3	7
Nöroşirürji yoğun bakım	3	7
Kalp- damar cerrahi yoğun bakım	3	7
Acil cerrahi yoğun bakım	2	4
Koroner yoğun Bakım	2	12
Nöroşirürji ara (pacu) yoğun bakım	1	5
Genel yoğun bakım1	1	4
Genel yoğun bakım 2	1	4

Her ne kadar tebliğde yoğun bakım seviyesine göre günün her saatinde yatak sayısına göre bulunması gereken hemşire sayısı belirlenmiş olsa da mevcut durumda gerek personel yetersizliği gerekse personel çizelgelemenin manuel olmasından dolayı uygulamada, tebliğde istenen hemşire sayısında sapmalara ve iş yükünün birey bazında artmasına, fazla nöbet ücretine ve iş kazası ile meslek hastalığında artışa neden olabilmektedir. Şekil 3.3 ve Şekil 3.4 grafiklerin incelenmesi sonucu hemşire görevlendirme ve çizelgeleme problemini cerrahi yoğun bakım ünitesinin 3. seviyesinde ele alınmış olup, ilgili dönemde gündüz ve gece vardiyasında bulunması gereken hemşire sayısı belirlenmiştir.

Talep tahmin yöntemlerinden biri olan Winter metoduyla iyi bir tahmin yapabilmek için başlangıç düzeltme sabitleri olan α , β ve γ 'yı 0 ile 1 arasında olacak şekilde tahmin etmek gerekmektedir. Bu tez çalışmasında 2016, 2017 ve 2018 yıllarına ait Cerrahi Yoğun Bakım servisinin 3. seviyesinde yatak doluluk oranları baz alınarak, Holt methodu (1.13), (1.14), (1.15) ve (1.20) formülleri Microsoft excelde formülize edilip başlangıç düzeltme katsayısı olan α , β saptanmıştır. Bunun

için excelde A hücrelerine aylar B hücrelerine yatak doluluk oranı C_4 ile D_4 hücrelerine sırasıyla başlangıç ortalama düzey (L_0) 2016 yılındaki aralık ayının yatak doluluk oranı ile başlangıç trendi (T_0) 2016 yılındaki yatak doluluk oranlarının aralarındaki artış miktarının 11'e (12-1) bölünmesi sonucu ilgili hücreye yerleştirilmiştir. Ardından (1.13) ile (1.14) formüllerinin hücrelerde hesaplama yapabilmesi için sırasıyla “=D\$2*B5+(1-D\$2)*(C4+D4)” ile “=E\$2*(C5-C4)+(1-E\$2)*D4” fonksiyonlar halinde tanımlanmıştır. Bir sonraki dönemin tahmin değeri için ise (1.15) formülü yani “=C4+D4” fonksiyonu ile hücreye tanımlanmıştır. Ortalama mutlak sapmanın hesaplanmasında (1.20) formülün hesaplanması için sırasıyla F5 hücresine “=B5-E5”, G5 hücresine “=MUTLAK(F5)” ve F2 hücresine “=ORTALAMA (G5:G28)” tanımlanmıştır. Ardından 24 ay boyunca her bir alt excel hücresine kopyalanmıştır (Bkz. Şekil 3.5)

	A	B	C	D	E	F	G
1	HOLT METHOD			ALPHA	BETA	MAD	
2				0,9	0,1	2,87268	
3	AYLAR	YATAK DOLULUK ORANI (%)	L_t	T_t	$f_{(t-1,1)}$	e_t	$ e_t $
4	0		88,3	0,24			
5	1	82,9	83,464	-0,2676	88,54	-5,64	5,64
6	2	82,1	82,20964	-0,36628	83,1964	-1,0964	1,0964
7	3	83,9	83,69434	-0,18118	81,84336	2,056636	2,056636
8	4	81,9	82,06132	-0,32636	83,51316	-1,61316	1,613158
9	5	81,6	81,6135	-0,33851	81,73495	-0,13495	0,134953
10	6	81,9	81,8375	-0,28226	81,27499	0,625013	0,625013
11	7	76,5	77,00552	-0,73723	81,55524	-5,05524	5,055241
12	8	85,7	84,75683	0,111624	76,26829	9,431705	9,431705
13	9	83,8	83,90685	0,015463	84,86845	-1,06845	1,068454
14	10	83,4	83,45223	-0,03154	83,92231	-0,52231	0,522309
15	11	82,9	82,95207	-0,07841	83,42069	-0,52069	0,520687
16	12	83,9	83,79737	0,013964	82,87366	1,026338	1,026338
17	13	83,9	83,89113	0,021944	83,81133	0,08867	0,08867
18	14	86,2	85,97131	0,227768	83,91308	2,286922	2,286922
19	15	98,4	97,17991	1,325851	86,19908	12,20092	12,20092
20	16	97,8	97,87058	1,262332	98,50576	-0,70576	0,705758
21	17	98,9	98,92329	1,241371	99,13291	-0,23291	0,232908
22	18	95,6	96,05647	0,830551	100,1647	-4,56466	4,564662
23	19	82,9	84,2987	-0,42828	96,88702	-13,987	13,98702
24	20	83,9	83,89704	-0,42562	83,87042	0,029579	0,029579
25	21	81	81,24714	-0,64805	83,47142	-2,47142	2,471424
26	22	81,1	81,04991	-0,60297	80,5991	0,500904	0,500904
27	23	83,3	83,01469	-0,34619	80,44694	2,853055	2,853055
28	24	82,9	82,87685	-0,32536	82,6685	0,231496	0,231496

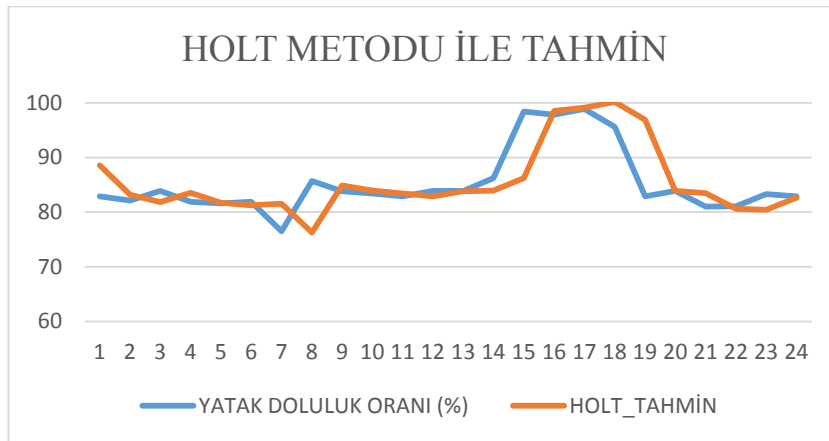
Şekil 3. 5. 2017 ile 2018 Yıllarına ait yatak doluluk oranlarının holt metodu ile hesaplanması

Düzeltilme katsayısı α ve β değerleri yani D2 ile E2 hücrelerine (0,1 ile 0,9) arasında değerler verilerek minimum Ortalama Mutlak Sapmayı (MAD) veren değerler $\alpha=0,9$ ile $\beta=0,1$ tespit edilmiştir (Bkz. Çizelge 3.4).

Çizelge 3. 4. Düzeltme katsayılarına göre ortalama mutlak sapma değeri

ALPHA	BETA								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0.1	5,31726	5,748288	6,460017	7,067539	7,506111418	7,751644	7,807064	7,720844	7,596534
0.2	5,314552	5,829927	5,972216	5,935988	5,674810622	5,445854	5,289246	5,233451	5,220774
0.3	4,694765	4,850485	4,793551	4,71324	4,685059761	4,713646	4,82682	5,033063	5,225151
0.4	4,060395	4,200845	4,198846	4,208709	4,38367975	4,581567	4,732288	4,825229	4,95733
0.5	3,713867	3,793381	3,811438	3,98355	4,143910644	4,243432	4,344385	4,361517	4,421573
0.6	3,425353	3,427027	3,601965	3,682017	3,780747933	3,885098	4,042113	4,157549	4,273549
0.7	3,148821	3,24218	3,3452	3,455271	3,693173975	3,871216	3,999084	4,158467	4,274482
0.8	2,924303	3,091685	3,283857	3,540723	3,743610964	3,920619	4,076317	4,184613	4,254911
0.9	2,872676	3,156511	3,388076	3,630015	3,846386084	4,02203	4,147507	4,237494	4,311335

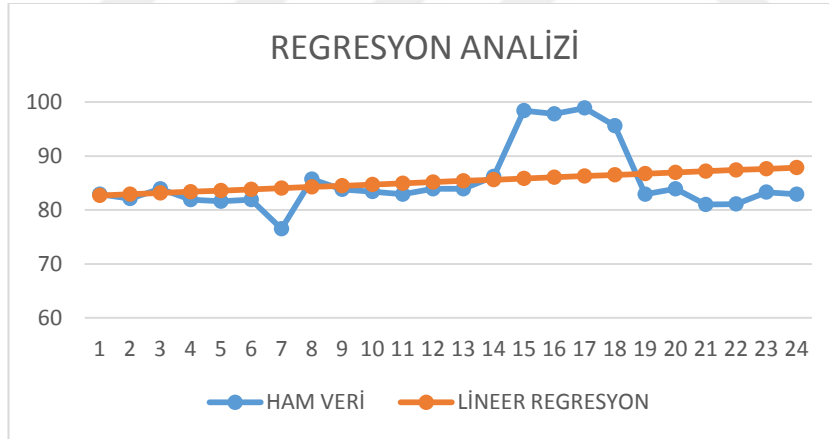
Şekil 3.6’da ise 2017 ve 2018 yıllarına ait aylara göre yatak doluluk oranlarının, Holt metodu ile öngörülen değerlerin zaman serisi grafiği gösterilmiştir. Grafiği incelediğimizde tahmin değerlerinin gerçek değerlere göre sapmasının az olduğu görülmektedir.



Şekil 3. 6. Holt metodu tahmin değerleri ile gerçek değerlerine ait zaman serisi grafiği

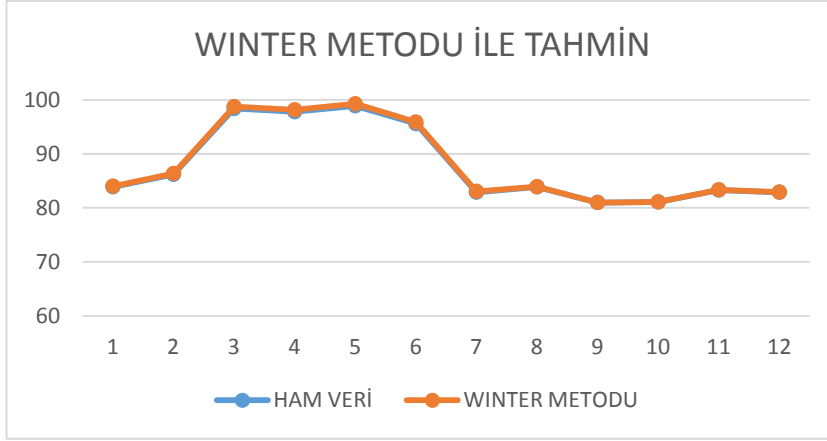
Winter metodunda başlangıç düzleştirme katsayılarında kullanmak için, 2017 ve 2018 yıllarına ait aylık yatak doluluk oranlarına basit doğrusal regresyon modeli ile öngörü yapabilmek için sırasıyla (1.8), (1.9), (1.10) ve (1.11) formülleri kullanılmıştır. Excel de bu formüllerin fonksiyonu olarak tanımlanması için: (D4:D27) hücelere *oran*, (A4:A27) hücre değerlerine *periyot* ataması yapıp, ardından “=KESMENOKTASI (oran;periyot)” ile “=EĞİM (oran;periyot)” fonksiyonları kullanarak başlangıç tahmini değerleri elde edilmiş Şekil 3.7’deki zaman serisi grafiği çizilmiştir.

Regresyon analiz sonucu elde edilen ay bazında tahmin edilen yatak doluluk oranları (E4:E27) hücelere yerleştirilmiştir. Bununla birlikte Winter metodu ile öngörü analizi için (1.16) ve (1.17) formüllerini, “=M\$2*(D4/H4)+(1-M\$2)*(F3+G3)” ile “=N\$2*(F4-F3)+(1-N\$2)*G3” excel fonksiyonu olarak sırasıyla F4 ve G4 hücelerine girilmiştir. 24 ay boyunca her bir alt excel hücesine kopyalanmıştır.



Şekil 3. 7. Regresyon analizi tahmin değerleri ile gerçek değerlerine ait zaman serisi grafiği

Ardından düzleştirme tahmininde (S_t) yani (2.18) formülü “=EĞERORTALAMA (ay;M18;oran)/ORTALAMA(E\$4:E\$27)” hesaplanmış olup, sonuçları (H4:H15) hücelerine kopyalanmıştır. H16 hücesine ise (1.18) formülünü hesaplayan “=O\$2*(D16/F16)+(1-O\$2)*H4” excel fonksiyonu tanımlanmıştır.



Şekil 3. 8. Winter metodu ile tahmin değerleri ile gerçek değerlerine ait zaman serisi grafiği

Holt metodu ile düzeltme katsayılarında $\alpha=0,9$ ve $\beta=0,1$ tespit edilmiş olup, M2 ile N2 hücrelerine girilmiştir. Başlangıç γ değerinin tespitine yönelik O2 hücrelerine (0,1; 0,2;; 0,9) arasında değerler verilerek minimum Ortalama Mutlak Sapmayı (MAD) minimum veren değer $\gamma = 0,5$ olarak tespit edilmiştir.

Ancak düzleştirme tahmininde kullanılan değerler 0 ile 1 arasında her türlü reel sayı değerini alabilirdi. Örneğin optimize sonucu veren düzeltme sayısı $\gamma = 0,5123$ olabilirdi. Bunun tespitine yönelik excel çözücü sekmesinde ortalama mutlak sapmayı minimize edecek doğrusal olmayan matematiksel model tasarlanmıştır (Bkz. Şekil 3.9).

Doğrusal olmayan matematiksel modelin excel çözücü ile çözümü sonucu $\alpha=0,99$, $\beta=0,03$, $\gamma = 0,99$ ve MAD = 0,165 tespit edilmiştir.

Çözücü Parametreleri

Hedef Ayarla:

Hedef: ☐ En Büyük ☒ En Küçük ☐ Değeri:

Değişken Hücreleri Değiştirerek:

Kısıtlamalara Bağlıdır:

☒ Kısıtlanmamış Değişkenleri Pozitif Yap

Çözme Yöntemi Seçin:

Çözüm Yöntemi

Düzgün doğrusal olmayan Çözümleri için GRG Doğrusal Olmayan altyapısını seçin. Doğrusal Çözümleri için Basit LP altyapısını seçin ve düzgün olmayan Çözümleri için Ağırlım altyapısını seçin.

Şekil 3. 9. Ortalama mutlak sapmayı minimize eden doğrusal olmayan matematiksel model

Optimize edilmiş yeni düzeltme katsayıları ile Winter metodundaki (1.19) formülü excel de I28 hücresine “=(F\$27+G\$27)*H16” fonksiyon olarak uygulanması sonucu yeni tahmin değerleri elde edilmiştir. 2019 yılı gerçekleşen cerrahi yoğun bakım ünitesinin 3. seviyesinde yatak doluluk oranı verilerini (1.20), (1.21), (1.22) ve (1.23) formülleri kullanılarak tahmin değerleri ile gerçekleşen değerleri arasındaki sapma miktarları Çizelge 3.5’te sunulmuştur.

Çizelge 3. 5. 2019 Yılı ilk dört aya ilişkin tahmin değeri

DÖNEM	TAHMİN YATAK DOLULUK ORANI %	2019 GERÇEKLEŞEN YATAK DOLULUK ORANI %
OCAK	82,94	84,3
ŞUBAT	83,70	81,6
MART	90,69	82,5
NİSAN	89,36	82,4

* Winter Metodu ($\alpha=0,99$, $\beta=0,03$, $\gamma=0,99$) / MAD:4,65, MSE:30,42, RMSE: 5,52, MAPE:5,24)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	WINTER METODU - Trend ve Mevsimselliği Kullanılarak Tahmini Üstel Düzgünleştirme												ALPHA	BETA	GAMMA	MAD
2	PERİYOT	YIL	AYLAR	YATAK DOLULUK ORANI (%)	REGRESYON ANALİZİ	L_t	T_t	S_t	f_t	e_t	$ e_t $		0,99	0,03	0,99	0,165
3	0					88,30	0,24									
4	1	2017	OCAK	82,9	82,69	84,79	0,11	0,98	83,05	0,15	0,15		MIN_MAD	0,17		
5	2		ŞUBAT	82,1	82,91	83,21	0,05	0,99	82,17	0,07	0,07					
6	3		MART	83,9	83,14	78,53	-0,11	1,07	83,84	-0,06	0,06					
7	4		NİSAN	81,9	83,36	77,73	-0,13	1,05	81,77	-0,13	0,13					
8	5		MAYIS	81,6	83,58	77,10	-0,15	1,06	81,45	-0,15	0,15					
9	6		HAZİRAN	81,9	83,81	78,67	-0,09	1,04	81,79	-0,11	0,11					
10	7		TEMMUZ	76,5	84,03	81,81	0,02	0,93	76,49	-0,01	0,01					
11	8		AĞUSTOS	85,7	84,26	86,13	0,17	0,99	85,82	0,12	0,12					
12	9		EYLÜL	83,8	84,48	86,71	0,18	0,97	83,97	0,17	0,17					
13	10		EKİM	83,4	84,71	86,46	0,17	0,96	83,57	0,17	0,17					
14	11		KASIM	82,9	84,93	85,08	0,11	0,97	83,03	0,13	0,13					
15	12		ARALIK	83,9	85,15	85,77	0,13	0,98	84,03	0,13	0,13					
16	13	2018	OCAK	83,9	85,38	85,78	0,13	0,98	84,03	0,13	0,13					
17	14		ŞUBAT	86,2	85,60	87,33	0,18	0,99	86,38	0,18	0,18					
18	15		MART	98,4	85,83	92,00	0,33	1,07	98,75	0,35	0,35					
19	16		NİSAN	97,8	86,05	92,81	0,35	1,05	98,17	0,37	0,37					
20	17		MAYIS	98,9	86,28	93,44	0,36	1,06	99,28	0,38	0,38					
21	18		HAZİRAN	95,6	86,50	91,87	0,29	1,04	95,90	0,30	0,30					
22	19		TEMMUZ	82,9	86,72	88,72	0,17	0,93	83,06	0,16	0,16					
23	20		AĞUSTOS	83,9	86,95	84,41	0,02	0,99	83,92	0,02	0,02					
24	21		EYLÜL	81	87,17	83,82	0,00	0,97	81,00	0,00	0,00					
25	22		EKİM	81,1	87,40	84,07	0,01	0,96	81,11	0,01	0,01					
26	23		KASIM	83,3	87,62	85,46	0,06	0,97	83,35	0,05	0,05					
27	24		ARALIK	82,9	87,85	84,76	0,03	0,98	82,93	0,03	0,03					
28	25	2019	OCAK						82,94							
29	26		ŞUBAT						83,70							
30	27		MART						90,69							
31	28		NİSAN						89,36							

Şekil 3. 10. Winter metodunun excel ile hesaplanması

Yataklı Sağlık Tesislerinde Yoğun Bakım Hizmetlerinin Uygulama Usul ve Esasları Hakkında Tebliğin Ek-1’inde bulunması gereken asgari donanım, personel ve hizmet standartları vurgulanmıştır. Cerrahi Yoğun Bakım servisinin 3. seviyesinde günün her saatinde, serviste her 2 yatak için en az bir hemşire/sağlık memuru bulunması gerektiği belirtilmiştir.

Yukarıda belirtilen servisteki her 2 yatak için bir hemşire olma koşulunu yatak doluluk oranına bakılmaksızın hesaplama yapılmasını belirtmiştir. Bu çalışmada

tahmin edilen yatak doluluk oranını ilgili servisteki yatak sayısı ile revize ederek günün her saatinde bulunması gereken hemşire sayısı hesaplanmıştır. Buna ilişkin formül (3.1)'deki gibi tasarlanmıştır. Bu formül kullanılarak gündüz ve gece vardiyasında bulunması gereken hemşire sayısı Çizelge 3.6'da sunulmuştur.

$$\text{Hemşire Sayısı} = YS_{i,t} / [(100 \cdot A) / (YDO_{i,t})] \quad (3.1)$$

$YS_{i,t}$: i. servisin t. dönemdeki yatak sayısı

$YDO_{i,t}$: i. servisin t. Dönemdeki yatak doluluk oranı

Tebliğde yer alan günün her saatinde her A yatak için en az 1 hemşire gerektiği belirtilmektedir. Tebliğe göre cerrahi yoğun bakım ünitesi için $A=2$ alınacaktır. Örneğin ocak ayı dönemi için bulunması gereken hemşire sayısı $= 7 / [(100 \cdot 2) / (82,9)] = 2,90$ olacaktır.

Çizelge 3. 6. Gündüz ve gece vardiyasında bulunması gereken hemşire sayısı

Aylar	Tahmin Edilen Yatak Doluluk Oranı	Yatak Sayısı	Hemşire Sayısı
OCAK	82,9	7	2,90
ŞUBAT	83,7	7	2,93
MART	90,7	7	3,17
NİSAN	89,4	7	3,13
MAYIS	89,8	7	3,14
HAZİRAN	88,2	7	3,09
TEMMUZ	79,2	7	2,77
AĞUSTOS	84,3	7	2,95
EYLÜL	81,9	7	2,87
EKİM	81,8	7	2,86
KASIM	82,7	7	2,89
ARALIK	82,9	7	2,90

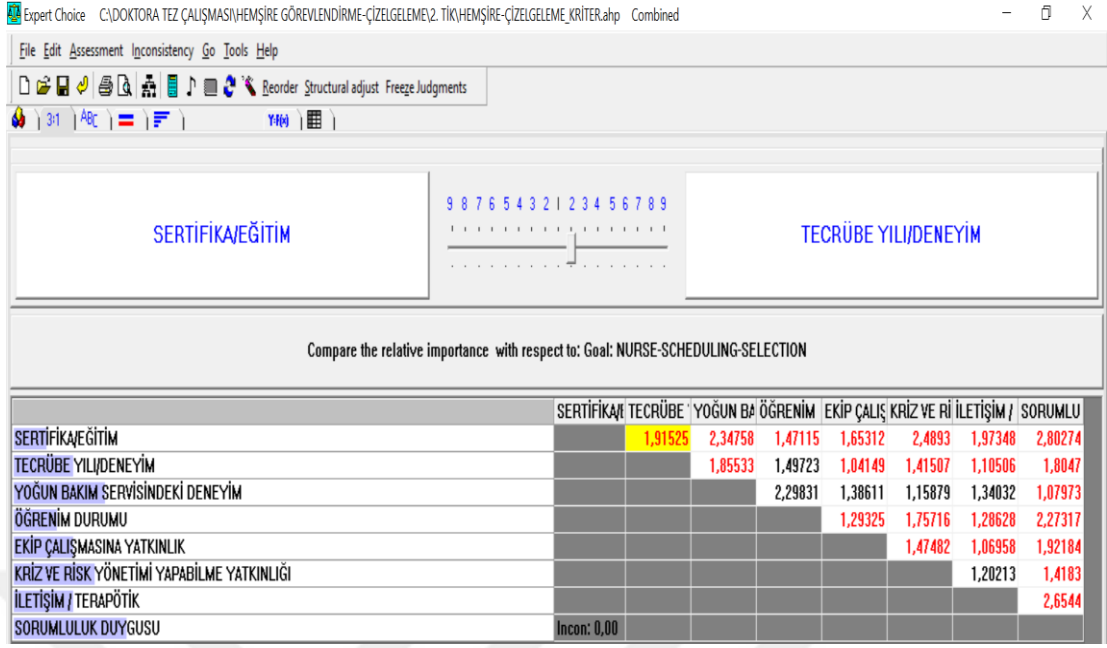
3.2. İkinci Aşamaya İlişkin Bulgular

Literatür incelendiğinde sağlık işletmeleri yönetiminde sıklıkla kullanılan ve önemi her geçen gün daha da artan yetenek yönetimi kavramı en güncel konulardan

birisidir. Aksakal ve Dağdeviren (2015), yetenek yönetiminin daha çok sözel anlatımlar üzerinden incelendiği, sahada nicel veriler eşliğinde kullanımının daha az olduğu vurgulanmıştır. Bu tez çalışmasında AHS ile TOPSIS yöntemleri ile faktör bazında cerrahi yoğun bakım ünitesinin 3. seviyesinde yer alan hemşirelerin yetenek düzeyi belirleme çalışması yapılmış sonrasında, elde edilen sonuçlar matematiksel modelde kısıt olarak kullanılmıştır. Böylelikle en büyük fayda temelli ÇÖKV yöntemleri ile kriterler karar vericiler tarafından objektif olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmada ilk olarak Yoğun Bakım Hemşirelerinde bulunması gereken özellikler hakkında 2007 yılında (Ergün ve ark.) ile (Hynes ve ark.) yapılmış çalışmalar incelenmiş, elde edilen verilerin işlenmesi ile yoğun bakım hemşirelerinde işgücü yetenek düzeyi temelinde hangi faktörlerin ön planda tutulması gerektiği tespit edilmiştir. Bunlar sırasıyla “F1: Sertifika/Eğitim”, “F2: Tecrübe Yılı / Deneyim”, “F3: Yoğun Bakım Servisindeki Deneyim”, “F4: Öğrenim Durumu”, “F5: Ekip Çalışmasına Yatkınlık”, “F6: Kriz ve Risk Yönetimi Yapabilme Yatkınlığı”, “F7: İletişim (Terapötik İletişim)”, “F8: Sorumluluk Duygusu” olmak üzere 8 değerlendirme faktörü belirlenmiştir.

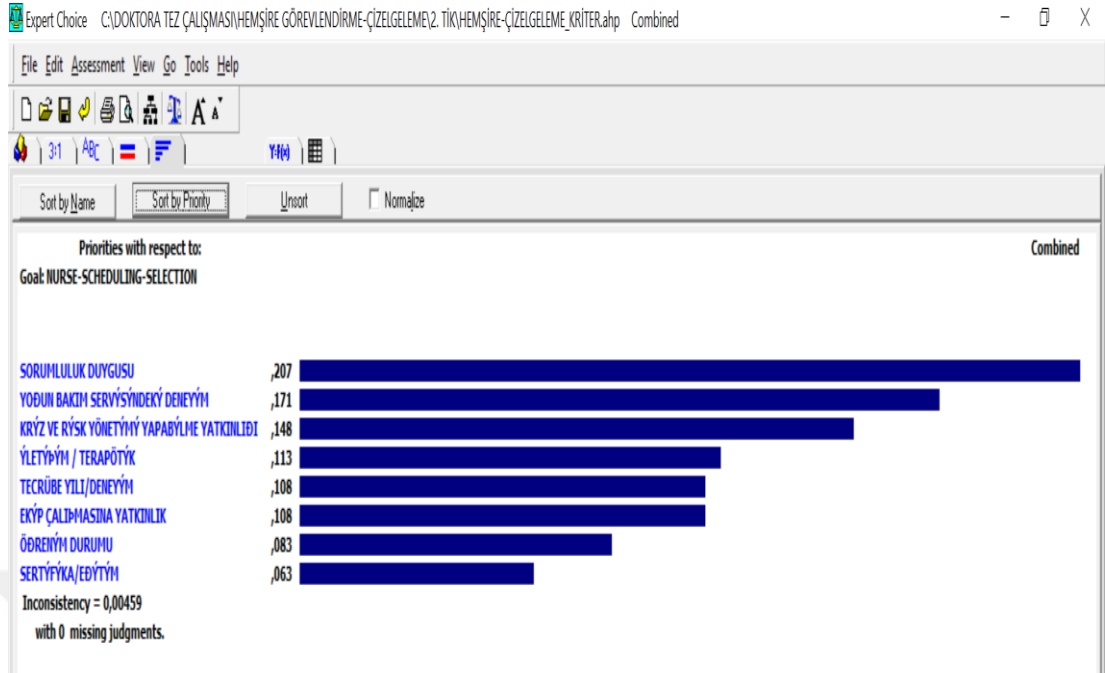
İlk olarak konu ile ilgili hemşire, doktor, sağlık uzmanı ve konuya ilişkin bilgisi olan merkez teşkilatı personelinden oluşan bir uzman grup oluşturulmuştur. Hemşire Çizelgeleme Faktör Ağırlığı Belirleme Formu tasarlanarak (Bkz. Ek-4), tasarlanan form sahadan 39 uzman kişinin (15’i T.C. Sağlık Bakanlığı ile 14’ü Kişi Dış Kapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi–Cerrahi Yoğun Bakım Ünitesi) görüşleri alınacak şekilde formlar doldurtulmuş ve taranmıştır. Faktörlerin kendi aralarındaki önem derecelerinin belirlenmesi için AHS yöntemi kullanılmıştır. Bu değerlendirmede Çizelge 1.5’de verilen Saaty tarafından önerilen dilsel değişken kullanılmıştır. Bu formlardan yola çıkarak 39 kişinin karar matrisi birleştirilip, Expert Choice programı ile Şekil 3.11’deki gibi karar matrisi oluşturulmuştur.



Şekil 3. 11. Faktörler için ikili karşılaştırma matrisi

Faktörlerin değerlendirilmesi için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Tutarlılık oranı hesaplaması için (1.36), (1.37) ve (1.38) formülleri kullanılarak faktörlerin birbiri arasındaki ilişkinin tutarsızlığı 0,00046 olarak hesaplanmıştır. Karar matrisi $CR \leq 0,1$ olduğundan tutarsızlık düzeyi kabul edilir.

İkili karar matrisinin tutarlılığının hesaplanmasından sonra, Expert Choice programı kullanılarak faktörler için belirlenen ağırlıklar normleştirilmiş ve her bir faktör için kesin önem ağırlık değeri Şekil 3.12’te gibi elde edilmiştir. Faktörlerin önem ağırlıkları incelendiğinde “F8: Sorumluluk Duygusu” 0,207 önem ağırlığı ile yoğun bakım hemşirelerinin işgücü yetkinliğinin belirlenmesinde en önemli faktör olduğu görülmektedir. Bu faktörleri sırasıyla “F3: Yoğun Bakım Servisindeki Deneyim”, “F6: Kriz ve Risk Yönetimi Yapabilme Yetkinliği”, “F7: İletişim (Terapötik İletişim)”, “F2: Tecrübe Yılı/Deneyim”, “F5: Ekip Çalışmasına Yetkinlik”, “F4: Öğrenim Durumu” ve “F1: Sertifika/Eğitim” faktörleri izlemiştir.



Şekil 3. 12. Normalleştirilen faktörlerin önem ağırlıkları

Çalışmanın bu kısmında AHP yöntemiyle elde edilen faktörlerin önem ağırlıkları faktör temelinde TOPSIS yöntemi ile Cerrahi Yoğun Bakımında görev yapan hemşirelerin işgücü niteliksel olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede cerrahi yoğun bakımda görev yapan 13 hemşireye ait olan bilgiler Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesinde Sağlık Bakım Hizmetleri Müdür Yardımcısından temin edilmiştir. Bu bilgiler TOPSIS karar matrisinde kullanılması için puanlara dönüştürülmüştür. (Bkz. Ek-5)

TOPSIS yönteminin ilk adımı olarak 13 hemşire ile 8 faktöre göre Karar Matrisi Çizelge 3.7'deki gibi oluşturulmuştur.

Çizelge 3. 7. TOPSIS karar matrisi

KRİTERLER	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
AHP AĞIRLIK	0,063	0,108	0,171	0,083	0,108	0,148	0,113	0,207
H1	5	100	80	20	125	75	60	50
H2	5	60	40	30	100	60	60	50
H3	5	100	40	20	75	30	60	40
H4	5	60	40	30	50	45	45	40
H5	5	60	60	30	125	75	60	50
H6	5	20	20	10	100	45	45	40
H7	5	20	20	30	125	75	60	50
H8	5	20	20	10	100	75	60	40
H9	5	60	40	30	100	75	60	50
H10	5	40	40	30	75	60	60	40
H11	5	40	40	30	75	60	60	50
H12	5	60	60	30	100	75	60	50
H13	5	80	60	30	75	75	60	50

Çizelge 3. 8. TOPSIS standart karar matrisi

KRİTERLER	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
H1	0,28	0,45	0,48	0,21	0,36	0,32	0,29	0,30
H2	0,28	0,27	0,24	0,31	0,29	0,26	0,29	0,30
H3	0,28	0,45	0,24	0,21	0,21	0,13	0,29	0,24
H4	0,28	0,27	0,24	0,31	0,14	0,19	0,22	0,24
H5	0,28	0,27	0,36	0,31	0,36	0,32	0,29	0,30
H6	0,28	0,09	0,12	0,10	0,29	0,19	0,22	0,24
H7	0,28	0,09	0,12	0,31	0,36	0,32	0,29	0,30
H8	0,28	0,09	0,12	0,10	0,29	0,32	0,29	0,24
H9	0,28	0,27	0,24	0,31	0,29	0,32	0,29	0,30
H10	0,28	0,18	0,24	0,31	0,21	0,26	0,29	0,24
H11	0,28	0,18	0,24	0,31	0,21	0,26	0,29	0,30
H12	0,28	0,27	0,36	0,31	0,29	0,32	0,29	0,30
H13	0,28	0,36	0,36	0,31	0,21	0,32	0,29	0,30

Oluşturulan karar matrisinden faydalanılarak Normalleştirme yöntemlerinden (1.24)'deki formül ile standart karar matrisi hesaplanır. Hesaplanan standart karar matrisi Çizelge 3.8'de gösterilmiştir. (1.44)'deki formül ile hesaplanan ağırlıklı standart karar matrisi Çizelge 3.9'da verilmiştir.

Çizelge 3. 9. TOPSIS ağırlıklı standart karar matrisi

KRİTERLER	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
H1	0,02	0,05	0,08	0,02	0,04	0,05	0,03	0,06
H2	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,06
H3	0,02	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05
H4	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02	0,05
H5	0,02	0,03	0,06	0,03	0,04	0,05	0,03	0,06
H6	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	0,05
H7	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,03	0,06
H8	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,05	0,03	0,05
H9	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,05	0,03	0,06
H10	0,02	0,02	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03	0,05
H11	0,02	0,02	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03	0,06
H12	0,02	0,03	0,06	0,03	0,03	0,05	0,03	0,06
H13	0,02	0,04	0,06	0,03	0,02	0,05	0,03	0,06

TOPSIS yöntemi, her bir değerlendirme faktörünün monoton artan veya azalan bir eğilime sahip olduğunu varsaymaktadır. (1.45) ile (1.46)'da ki formüllerin kullanılmasıyla İdeal (V^+) ve Negatif İdeal (V^-) çözümler oluşturulmuş olup, Çizelge 3.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 3. 10. İdeal ve negatif ideal noktaları

POZİTİF İDEAL (V^+)	0,02	0,05	0,08	0,03	0,04	0,05	0,03	0,06
NEGATİF İDEAL (V^-)	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05

(1.47) ve (1.48) formülleriyle her bir karar noktası için ideal ayırım ölçütlerinin hesaplanmış durumu Çizelge 3.11'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 3. 11. İdeal ayırım ölçütleri

	S_i^+	S_i^-
H1	0,009	0,083
H2	0,047	0,044
H3	0,054	0,046
H4	0,056	0,035
H5	0,028	0,063

Çizelge 3. 11. Devam. İdeal ayırım ölçütleri

	S_i^+	S_i^-
H6	0,079	0,018
H7	0,073	0,043
H8	0,076	0,033
H9	0,046	0,049
H10	0,055	0,036
H11	0,053	0,038
H12	0,029	0,060
H13	0,027	0,063

(1.49) formülüyle her bir karar noktası için ideal çözüme göreli yakınlığın hesaplanmış durumu Çizelge 3.12’de gösterildiği gibidir.

Çizelge 3. 12. AHS-TOPSIS sonuç tablosu

	P_i
H1	0,905
H13	0,695
H5	0,689
H12	0,672
H9	0,514
H2	0,483
H3	0,461
H11	0,416
H10	0,396
H4	0,380
H7	0,373
H8	0,304
H6	0,187

Yapılan hesaplamalar sonucunda hemşire1 tercih sıralamasında 1. sırada yer almıştır. 2. sırada ise hemşire13 yer almaktadır. Diğer hemşireler ise bu ikisine göre daha düşük puanlar alarak sıralanmıştır. Hemşire1’in yüksek çıkmasında en büyük etken “F8:Sorumluluk Duygusu” ve “F3:Yoğun Bakım Servisindeki Deneyim” yüksek olması alt sırada olan hemşirelere göre ön plana çıkmaktadır. (1.25) normalleştirme formülü ile hemşirelere 1 ile 10 arasında puan alması sağlanmıştır. Ardından hemşireler aldıkları puana göre 1 ile 3 puan arası “*az nitelikli*” , 4 ile 6

puan arası “nitelikli” ve 7 ile 10 puan arası “çok nitelikli” olmak üzere sınıflandırılmış olup, Çizelge 3.13’te gösterilmiştir.

Çizelge 3. 13. AHS-TOPSIS temelli işgücü yetenek yönetim tablosu

	Puan	Durum
H1	10	Çok Nitelikli
H2	5	Nitelikli
H3	5	Nitelikli
H4	4	Nitelikli
H5	8	Çok Nitelikli
H6	2	Az Nitelikli
H7	4	Nitelikli
H8	3	Az Nitelikli
H9	6	Nitelikli
H10	4	Nitelikli
H11	5	Nitelikli
H12	7	Çok Nitelikli
H13	8	Çok Nitelikli

Planlama dönemi boyunca her iki vardiyaya atanan hemşireler arasında çok nitelikli ve nitelikli yoğun bakım hemşirelerin, niteliği az olan hemşirelerle mümkün olduğunca aynı vardiyaya atanmasını hedefleyen kısıt:

Parametreler:

P_k = k hemşiresinin AHS –TOPSIS sonucu aldığı puanı

k = Hemşire İndeksi 1,2,.....,13

i = Gün İndeksi 1,2,....., 30

Karar Değişkeni:

$$XD_{i,k} = \begin{cases} 1, & i \text{ günde } k \text{ hemşiresi gündüz vardiyasına atanırsa} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

$$XN_{i,k} = \begin{cases} 1, & i \text{ günde } k \text{ hemşiresi gece vardiyasına atanırsa} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

$$\sum_{k=1}^{13}(P_k * XD_{ik}) \geq 6 \quad \forall_i \quad (3.2)$$

$$\sum_{k=1}^{13}(P_k * XN_{ik}) \geq 6 \quad \forall_i \quad (3.3)$$

(3.2) ve (3.3) kısıtlarında sağ taraf değeri az nitelikli 6 nolu hemşire ile nitelikli 7 nolu hemşirenin AHS-TOPSIS sonucu elde edilen puanların toplanması sonucu elde edilmiştir.

3.3. Üçüncü Aşamaya İlişkin Bulgular

Hastanede, yoğun bakım hemşirelerine ait çalışma saatlerini belirleyen vardiya çizelgesi elle yapılmakta ve bu durum hem hastane yönetimi hem de hemşireler açısından birçok problemi beraberinde getirmektedir. Düzensiz ve dengesiz dağılan izin ve çalışma saatleri iş barışını da etkileyerek personel arasında sorunları da beraberinde getirmektedir. Mevcut durumdaki her bir cerrahi yoğun bakım hemşiresine ilişkin iş etüdü tablosu Çizelge 3.14 sunulmuştur.

Bu tablodaki hemşire çizelgeleme işlemi ilgili bölümün sorumlusu tarafından manuel olarak yapılmış olup, bu işlem yaklaşık 6 saat sürmektedir. Çizelge 3.14'deki sonuçlar incelendiğinde, mevcut durumdaki aylık vardiyaya atanan personel arasında gece ve gündüz vardiyasındaki atamaların dengeli olmadığı, gece vardiyasındaki sapmanın 9, gündüz vardiyasındaki sapmanın 12 ve hafta sonu atamalarında ise sapmanın 2 olduğu görülmektedir ve vardiyada iş yüklerinde dengesiz bir dağılım söz konusudur. 5 nolu hemşire yeni doğum yaptığı için ilgili dönemde izin aldığından tabloya toplam saat, gündüz ve gece vardiyasında sıfır olarak yansıtılmıştır.

Çizelge 3. 14. Mevcut 13 hemşirenin aylık vardiya tablosu

Hemşire No	Toplam Saat	Gündüz Vardiyası Sayısı	Gece Vardiyası Sayısı	Çalışılan Hafta Sonu Sayısı
1	120	3	6	3

Çizelge 3. 14. Devam. Mevcut 13 hemşirenin aylık vardiya tablosu

Hemşire No	Toplam Saat	Gündüz Vardiyası Sayısı	Gece Vardiyası Sayısı	Çalışılan Hafta Sonu Sayısı
3	160	8	6	4
4	208	6	10	4
5	0	0	0	0
6	176	8	7	3
7	160	10	5	3
8	152	13	3	2
9	136	3	7	2
10	136	7	5	2
11	48	6	0	0
12	64	6	1	0
13	8	1	0	0

Tez çalışmasında, öncelikle mevcut durumdaki hemşire sayısı, çalışma düzenleri, 4 haftalık bir periyoda ilişkin hemşirelerin toplam gündüz ve gece vardiya sayıları, hemşirelerin hafta sonlarına denk gelen toplam vardiya sayıları gibi durumlar incelenmiştir. Çizelgeler 4 haftalık süre içinde sürekli olarak dinamik bir yapı olmasından dolayı manuel olarak değiştirilmekte ve 4 haftalık süre içinde birden çok farklı çizelge elde edilmektedir.

Geliştirilecek yeni çizelgede ise vardiya saatleri değiştirilmemiş ve 2 vardiya şeklinde (Gündüz: 08.00–16.00, Gece: 16.00-08.00) düzenlenmiştir. Haftalık çalışma süresinin belirlenmesinde yasal mevzuatların ilgili maddelerine göre haftalık çalışma saatleri göz önünde bulundurulmuştur. Hemşirelerin gece vardiyasından sonra gündüz vardiyasına atanmaması sağlanmıştır. Her hemşireye mümkün olduğunca eşit sayıda vardiya atanması çalışılmıştır. Her vardiyaya yoğun bakım servisinde sağlık hizmeti kalitesini arttırmak amacıyla AHS-TOPSIS sonucu sınıflandırılan en az birçok nitelikli ve nitelikli hemşirenin atamalarının gerçekleşmesi sağlanmıştır. Aynı zamanda ilgili döneme ilişkin hemşirelerin özel istekleri varsa bu istekler de dikkate alınmıştır.

Yapılan çalışmada hemşire çizelgeleme modelinin oluşturulmasında, Azaiez ve Sharif (2005) hemşire çizelgeleme problemi için hazırlanan 0-1 Hedef Programlama modeli temel alınmıştır. Model, uygulama yapılan hastanenin yapısına bağlı olarak değişen kısıtlarla ilgili gerekli düzenlemeler yapılarak hazırlanmıştır. Model de çizelge uzunluğu 28 gün (4 hafta) varsayılmıştır. Modelle ilgili notasyonlar ve varsayımlar aşağıda açıklanmıştır.

İndisler:

n : Çizelgedeki gün indisi ($n=28$)

m : Yoğun bakım servisinde çalışan hemşire sayısı ($m=13$)

i : Gün İndisi, $i= 1,2,3,\dots,28$

D_i : i . günde gündüz vardiyasındaki gerekli hemşire sayısı

N_i : i . günde gece vardiyasındaki gerekli hemşire sayısı

P_k : k hemşiresinin AHS –TOPSIS sonucu aldığı puanı

Karar Değişkenleri:

$$XD_{i,k} = \begin{cases} 1, & i \text{ günde } k \text{ hemşiresi gündüz vardiyasına atanırsa} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

$$XN_{i,k} = \begin{cases} 1, & i \text{ günde } k \text{ hemşiresi gece vardiyasına atanırsa} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

$$XR_{i,k} = \begin{cases} 1, & i \text{ günde } k \text{ hemşiresi izinli ise} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

Model Kısıtların Formülasyonu:

Kısıt 1: i gününde gündüz vardiyasının talebinin karşılanması sağlayan hedef kısıtı

$$\sum_{k=1}^m XD_{i,k} = D_i, \quad i=1, \dots, n \quad (3.4)$$

Kısıt 2: i gününde gece vardiyasının talebinin karşılanması sağlayan hedef kısıtı

$$\sum_{k=1}^m XN_{i,k} = N_i, \quad i=1, \dots, n \quad (3.5)$$

Kısıt 3: k hemşiresinin i gününde gece vardiyasına atanması halinde bir sonraki günde gündüz vardiyasına atanmaması sağlayan kısıt

$$XD_{i+1,k} + XN_{i,k} \leq 1, \quad i=1,\dots,n-1 \text{ ve } k=1,\dots,m \quad (3.6)$$

Kısıt 4: k hemşiresinin tatil günlerinin en az dördünün hafta sonu günlerine denk gelmesi, her hemşireye eşit sayıda hafta sonu tatilin atanması sağlayan kısıt

$$XR_{6,k} + XR_{7,k} + XR_{13,k} + XR_{14,k} + XR_{20,k} + XR_{21,k} + XR_{27,k} + XR_{28,k} \geq 4 \quad k=1,\dots,m \quad (3.7)$$

Kısıt 5: Herhangi bir hemşirenin ardı ardına hafta sonları çalışmamasını sağlayan kısıt

$$XR_{6,k} + XR_{7,k} \geq 1, \quad k=1,\dots,m \quad (3.8)$$

$$XR_{13,k} + XR_{14,k} \geq 1, \quad k=1,\dots,m \quad (3.9)$$

$$XR_{20,k} + XR_{21,k} \geq 1, \quad k=1,\dots,m \quad (3.10)$$

$$XR_{27,k} + XR_{28,k} \geq 1, \quad k=1,\dots,m \quad (3.11)$$

Kısıt 6: Her hemşire arka arkaya en fazla bir gece vardiyasında çalışmasını sağlayan kısıt

$$XN_{i+1,k} + XN_{i,k} \leq 1, \quad i=1,\dots,n-1 \text{ ve } k=1,\dots,m \quad (3.12)$$

Kısıt 7: Her gündüz vardiyasında en az 1 kıdemli hemşire (çok nitelikli ve nitelikli) atanmasını sağlayan kısıt

$$\sum_{k=1}^m (P_k * XD_{ik}) \geq 6 \quad \forall_i \quad (3.13)$$

Kısıt 8: Her gece vardiyasında en az 1 kıdemli hemşire (çok nitelikli ve nitelikli) atanmasını sağlayan kısıt

$$\sum_{k=1}^m (P_k * XN_{ik}) \geq 6 \quad \forall_i \quad (3.14)$$

Kısıt 9: Her hemşire haftalık 40 saat, ayda en az 160 saat çalışması sağlayan kısıt (Gündüz 8, gece 16 saat olmak üzere; $8*6 + 16*7=160$)

$$\sum_i^n 8 * XD_{ik} + \sum_i^n 16 * XN_{ik} \geq 160 \quad \forall_k \quad (3.15)$$

Kısıt 10: Her hemşireye atanan gündüz vardiya sayısının eşit olması hedefi

$$\sum_i^n XD_{ik} = 6, \quad \forall_k \quad (3.16)$$

Kısıt 11: Her hemşireye atanan gece vardiya sayısının eşit olması hedefi

$$\sum_i^n XN_{ik} = 7, \quad \forall_k \quad (3.17)$$

Kısıt 12: Bir günde sadece bir vardiya çalışılması ya da izinli olunmasını sağlayan kısıt

$$XD_{ik} + XN_{ik} + XR_{ik} = 1, \quad i=1,\dots,n \text{ ve } k=1,\dots,m \quad (3.18)$$

Kısıt 13: 3. hemşire kurum içi eğitim aldığından dolayı ayın ilk haftası gündüz vardiyasına atanmama kısıtı

$$\sum_i^7 XD_{i3} = 0 \quad (3.19)$$

Kısıt 14: 5. hemşire bebeği olduğundan gece vardiyasına atanmama kısıtı

$$\sum_i^n XN_{i5} = 0 \quad (3.20)$$

Kısıt 15: Gündüz vardiyasına bir hemşirenin ardışık 3 günden fazla çalışmama kısıtı

$$XD_{i,k} + XD_{i+1,k} + XD_{i+2,k} + XD_{i+3,k} \leq 3, \quad \forall_i \text{ ve } \forall_k \quad (3.21)$$

Kısıt 16: Gece vardiyasına bir hemşirenin ardışık 3 günden fazla çalışmama kısıtı

$$XN_{i,k} + XN_{i+1,k} + XN_{i+2,k} + XN_{i+3,k} \leq 3, \quad \forall_i \text{ ve } \forall_k \quad (3.22)$$

Model Amacı (Hedef Kısıtları):

$$\text{Min } Z = \sum_i^n d1_i^- + \sum_i^n d1_i^+ + \sum_i^n d2_i^- + \sum_i^n d2_i^+ + \sum_k^m d10_k^- + \sum_k^m d10_k^+ + \sum_k^m d11_k^- + \sum_k^m d11_k^+ \quad (3.23)$$

Yukarıda matematiksel model katı kısıtlar ve yumuşak kısıtlar olmak üzere oluşturulmuştur. Katı kısıtlar: hemşire sayısı ne olursa olsun mutlaka çizelgeleme yaparken göz önünde bulundurulması gereken kısıtlardır. Sağlanması zorunlu olan kısıtlardır (Kısıt 1, 2, 3, 6, 9, 10, 11, 12). Yumuşak kısıtlar: sapmaya izin verilen kısıtlardır (Kısıt 4, 5, 7, 8, 13, 14, 15, 16).

Hemşire Çizelgeleme problemini çözerken temelde iki hedef kısıtı göz önüne alınmıştır. Bunlardan ilki, hemşire sayısının gündüz ve gece vardiyasındaki ihtiyacın karşılanması yani aylık dönem boyunca her hemşirenin atandığı toplam vardiya sayılarının mümkün olduğunca eşit olması istenen (3.4) ile (3.5)'teki hedef kısıtıdır.

Bir diğeri ise gündüz vardiyasına atanan hemşire sayısı ile gece vardiyasına atanan hemşire sayısının birbirine eşit olması istenen (3.16) ile (3.17)'deki hedef kısıttır. Bu bağlamda iki hedef kısıtının da optimizasyonu hedeflenmiş, model buna göre GAMS ile çözülmüştür. (Bkz. Ek-6)

Problemin ana hatları Azaiez ve Sharif'in hemşire çizelgeleme problemi 0-1 Hedef Programlama modelinden alınmış olup, sadece gerekli kısıtlar kullanılmış ve çoklu amaç programlama modeli ile çözülmüştür. Problemin çözümünde GAMS programı kullanılmıştır ve her iki amaç için de hedeflenen en iyi çözümler elde edilmiştir. Modelin yukarıda belirtilen sonuçlarının dışında, hangi hemşirenin hangi gün hangi vardiyaya atanması gerektiği sorusuna ise XD_{ik} ve XN_{ik} değerlerine bakılarak cevap verilebilir. Bu değerlerin GAMS sonuçlarına Ek-6'da tümüyle yer verilmiştir. Çizelge 3.15'te sadece bu bilgilerin tablolastırılmış hali yer almaktadır. Tabloda sütunlar günleri, satırlar hemşireleri göstermektedir. Hücreler, k. hemşirenin i. günde çalışıyor ise hangi vardiyada çalıştığını, hücre boş ise çalışmadığını göstermektedir. Bu bağlamda, 'N' hemşirenin ilgili günde gece vardiyasında çalıştığını; 'D' ise ilgili günde gündüz vardiyasında çalıştığını, hücre boş ise bu hemşirenin o gün tatil yaptığını (çalışmadığını) göstermektedir. Tablonun göz yorucu ve yoğun olmaması için hemşirenin hafta sonu tatil yaptığını belirten 'R' sembolü kullanılmıştır. Ayrıca, hemşirelerin her biri için gündüz ve gece vardiyalarında kaç gün çalıştıkları ve çizelge boyunca toplam kaç gün çalıştıkları belirtilmiştir.

Çizelge 3.15'te yeşil renkte gösterilen hemşireler "Çok Nitelikli", sarı renkte gösterilen hemşireler ise "Nitelikli", kırmızı renkte gösterilen hemşireler ise "Az Nitelikli" hemşireleri göstermektedir. Geliştirilen matematiksel model sayesinde her gün ihtiyaç duyulan hemşire sayısı, her hemşirenin atandığı vardiyalar ve toplam saatler gösterilmiştir. Hemşirelerin dengeli ve adaletli bir şekilde atanması sağlanmıştır.

Çizelge 3.16'da AHS-TOPSIS yöntemi ile niteliklerine göre sınıflandırılan hemşirelerin gündüz ve gece vardiyalarına niteliği çok olan ve niteliği az olan hemşireler aynı vardiyaya atanacak şekilde (3.13) ve (3.14) kısıtları ile sağlanmıştır.

Hemşirelerin atandıkları günler řu şekildedir; Hemşire 1, bir aylık çizelgeleme boyunca 6 gündüz ve 7 gece vardiyasına atanmıştır. Birinci ve ikinci gün boş günü olup,     nc  gün gündüz vardiyasına atanmış, beşinci gün gece vardiyasına atanmış, altıncı gün (Cumartesi) izinli sayılmış ve benzer şekilde diğer hemşireler de yorumlanmaktadır. Elde edilen çözüm neticesinde, hemşirelerin dört haftalık çizelgeleme boyunca atandıkları gündüz, gece vardiyaları ile tatil günleri  izelge 3.15’de özetlenmiştir.



Çizelge 3. 15. Cerrahi yoğun bakım hemşeriler için oluşturulan aylık vardiya tablosu

Gün Hemşire	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	D	N	R	TOPLAM SAAT
1			D		N	R	N			N			R	D	N		N		N	R	D		N		D	D	D	R	6	7	4	160
2	N		D	D		N	R				N		R	D	D	N		D		N	R	N		N			D	R	6	7	4	160
3		N		N		N	R	D	D	D	N		D	R		N			N	R	N				D		R	D	6	7	4	160
4				D	D	D	R	N			D	N	R	N		D				N	R	D	N			N	R	N	6	7	4	160
5	D	D	D		D	D	R	D	D		D	D	D	R	D	D	D		D	D	R	D	D		D	D	D	R	20	0	4	160
6		D		D		D	R	N		N		D	R	N				N		R	N		D	N		N	R	D	6	7	4	160
7		D		N		N	R	D	D				N	R	N		N			R	D	N		D		D	R	N	6	7	4	160
8	N		N			R	D			D	D	D	N	R	D	N		N		R	D	N					N	R	6	7	4	160
9			N		N	R	N		N		N		D	R			D	D	N	R	R		D	D	N		D	R	6	7	5	160
10	D			N		D	R	N		D	D		N	R	D		N		D	R	N				N		N	R	6	7	4	160
11	D	N			N	R	N		N		D		R	R	D	D	D	N		N	R			N			R	D	6	7	5	160
12		N			D	R	D			N		N	R	D	N				D	D	R	D	N		N		N	R	6	7	4	160
13	N		N			R	D		N		D	N	R	N		D		D		D	R			D		N	R	N	6	7	4	160

Çizelge 3. 16. Niteliklerine göre sınıflandırılan hemşirelerin atandıkları vardiyaya göre toplam puanları

Gün Puan	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
D	17	14	23	11	21	14	18	17	17	12	32	13	19	22	25	24	19	19	19	23	17	19	16	18	23	22	29	12
N	16	17	17	13	19	14	21	10	19	19	16	19	11	14	21	13	18	10	21	14	11	12	21	12	17	14	14	16

Bilindiği gibi seçilen sistemde normal şartlar altında toplam 13 hemşire görev yapmaktadır. Matematiksel modelin sistemde toplam 12 hemşire olduğu varsayımında sistemin davranışını ölçmek için modelin tekrar çalıştırılması sonucu yeni bir alternatif çizelge elde edilmiştir (Bkz. Ek-7). Sistem toplam 12 hemşirenin altına düştüğünde matematiksel modelde istenilen hedef kısıtları doğrultusunda çözüm elde edilememiştir.

12 hemşire için elde edilen alternatif çizelge ve mevcut 13 hemşire ile yapılan çizelge; bir ayda çalışılan saat sayısı, gece vardiyası sayısı, hafta sonu sayısı ve maliyetler açısından karşılaştırılmıştır. Mevcut durum ile alternatif çizelgenin aylık toplam çalışma saati bakımından karşılaştırılması Çizelge 3.17’de verilmiştir.

Çizelge 3.17. Mevcut durum ile alternatif çizelgelerin ayda çalışılan saat bakımından karşılaştırılması

Hemşire	Mevcut Durumda (13 Hemşire için ayda çalışılan saat)	12 Hemşire için yeni çizelge sonucu ayda çalışılan saat
1	160	160
2	160	152
3	160	160
4	160	160
5	160	160
6	160	160
7	160	160
8	160	160
9	160	160
10	160	160
11	160	160
12	160	160
13	160	-

Çizelge 3.17 incelendiğinde, mevcut durum ile önerilen alternatif çizelge karşılaştırıldığında yeni çizelge gece ve gündüz vardiyasında gerekli hemşire sayısını karşılamaktadır. Sadece 2 nolu hemşire toplamda 152 saat çalışacaktır. Alternatif

çizelgelemede, belirlenen hemşire sayısı mevcut duruma göre iş yükü bakımından dengeyi koruyacağını vurgulayabiliriz.

Çizelge 3.18. Mevcut durum ile alternatif çizelgelerin gündüz ve gece vardiyası bakımından karşılaştırılması

Hemşire	Gündüz Vardiya Sayısı (M)	Gece Vardiya Sayısı (M)	Hafta Sonu İzin Sayısı (M)	Gündüz Vardiya Sayısı (A)	Gece Vardiya Sayısı (A)	Hafta Sonu İzin Sayısı (A)
1	6	7	4	6	7	5
2	6	7	4	5	7	4
3	6	7	4	6	7	5
4	6	7	4	6	7	5
5	20	0	4	20	0	4
6	6	7	4	6	7	4
7	6	7	4	6	7	4
8	6	7	4	6	7	4
9	6	7	5	6	7	4
10	6	7	4	6	7	4
11	6	7	5	6	7	4
12	6	7	4	6	7	4
13	6	7	4	6	7	4

*M: Mevcut Durum (13 Hemşire), A: Alternatif Durum (12 Hemşire)

Çizelge 3.18 incelendiğinde, mevcut durum ile önerilen alternatif çizelge sonucu oluşan yeni çizelge karşılaştırıldığında her bir hemşire için gece ve gündüz vardiyasında ciddi bir sorun teşkil edecek bir değişme olmadığı belirlenmiştir. Böylece hemşireler arasında oluşabilecek iş yükünden kaynaklanan gerginliğin önüne de geçilmiş olduğu düşünülmektedir.

4. TARTIŞMA

Literatür incelendiğinde Türkiye’de sağlık alanında hem hemşire görevlendirme hemde hemşire çizelgeleme probleminin çözümüne yönelik kapsamlı bir çalışma olmadığı görülmektedir. Bu konuda yapılan çalışmaların içeriği ve güncelliği sınırlı kalmıştır. Bu tez çalışması ulusal ve uluslararası literatürdeki çalışmalarla karşılaştırıldığında her iki problemin çözümüne yönelik sistematik bir çalışma sunması açısından hem literatüre önemli bir katkı sağlayacağı hem de elde edilen sonuçların sağlık örgütü ile diğer araştırmacılara yararlı bilgiler sunacağı düşünülmektedir.

Hemşire çizelgeleme ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, kullanılan yaklaşım üç çeşit kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar ***Analitik Yaklaşımlar*** (Optimizasyon Yaklaşımları: Doğrusal Programlama, Tam Sayılı Programlama ve Hedef Programlama vb.), ***Sezgisel Yaklaşımlar*** (Genetik Algoritma, Tabu Arama, Tavlama Benzetimi, Evrimsel Algoritmalar, Harmoni Arama Algoritması ve Karınca Kolonileri Algoritması vb.) ve ***Sezgisel ile Analitik Yaklaşımların birlikte*** kullanılmasıdır.

Analitik Yaklaşımlar

Karayel ve Atmaca (2017), hemşire çizelgeleme problemine ilişkin yaptığı çalışmada Ankara’da hizmet veren özel bir hastanede adil ve dengeli bir dağılım oluşturan ve aynı zamanda maliyetleri de minimum yapan etkin bir çizelge oluşturmak için zorunlu ve değişken kısıtlar belirleyerek 0-1 tam sayılı matematiksel programlama modeli önermiştir. Aynı zamanda toplam hemşire sayısını değiştirerek maliyet açısından duyarlılık analizi yapmıştır.

Eren ve ark. (2017a), Kırıkkale’de bir devlet hastanesinde hemşire çizelgeleme problemini 44 personel, 3 vardiya ve 3 servis düzeyinde 0-1 Hedef Programlama ile bir matematiksel model geliştirmiştir.

Eren ve ark. (2017b), Kırıkkale de bir devlet hastanesinde hemşire çizelgeleme problemini 13 personel, 4 vardiya ve acil servis düzeyinde 0-1 Hedef Programlama ile bir model geliştirmiştir.

Bağ ve ark. (2012), Kırıkkale de bir devlet hastanesinde Üroloji-KBB servisindeki hemşirelerin çizelgeleme probleminde Ağırlıklı Hedef Programlama modeli kullanmıştır. Ağırlıklar ise Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemi ile tespit etmiştir.

Aksakal ve Dağdeviren (2015), uygulamada 4 hat ve bu hatta çalışabilecek yetenekte 20 personel bulunan bir işletmede iş gücü yetenek düzeyinin AHP ve DEMATEL yöntemleri ile bulanık değerlendirmesi yaparak, 0-1 Hedef Programlama ile işgücü atama problemi üzerinde çalışmıştır.

Atmaca ve Ark. (2012), hemşire çizelgeleme problemine yönelik 12 hemşire için sabit ve değişken kısıtlar tanımlayarak HP ile 28 günlük vardiyalara atamıştır. Aynı zamanda toplam personel maliyetinin optimum noktasını belirlemek için hemşire sayısına göre maliyet açısından duyarlılık analizi yaparak toplam maliyeti minimize eden hemşire sayısını tespit etmiştir.

Azaiez ve Sharif (2005), hemşire çizelgeleme problemini bilgisayarda ve 0-1 hedef programlama yaklaşımı ile uygulamışlardır. Program Riyadh Al-Kharj hastanesinde mevcut manuel çizelgelemenin geliştirilmesi için uyarlanmıştır. Geliştirilen model hem hastane gerçeklerini hem hemşirelerin önceliklerini hesaplamakta, bunun yanında literatürde gösterilen bazı önerileri gözden geçirmektedir. Hastane gerçekleri hemşire yetenek ve yeterlilikleri ile servis devamlılığını içermekte, gereksiz fazla mesainin getireceği ek maliyetten kaçınılmaktadır. Hemşire öncelikleri özellikle gece ve hafta sonu mesailerinde adil olunmasında içermektedir. Model altı aylık deneysel sürenin kullanıldığı LINGO programını kullanmakta ve literatürdeki bazı kalite kriterleri ve çizelgeleme ile gelişen performansı içeren olumlu sonuçları gözden geçirmektedir.

Varlı ve ark. (2017d), Dahiliye ve Endokrin bölümlerinde çalışan hemşirelerin 3 vardiyada personel ihtiyacını karşılayacak şekilde 0-1 Hedef Programlama matematiksel modeli kurup ILOG CPLEX Studio çözülmüştür.

Varlı ve ark. (2017e), Kırıkkale'deki bir hastanenin yoğun bakım, ameliyathane ve acil bölümlerine, hastanenin her vardiyada ihtiyaç duyduğu hemşire sayısını karşılayan hedef programlama modeli önermiştir.

Huang ve ark. (2016), Tayvan'daki çoğu hastane için hemşireler için vardiya ve günlük izin planalamaları elle yapıldığından, saatlerce zaman harcamasına ve çeşitli kısıtlamaları gözden kaçırmasına sebep olmaktadır. Temel olarak Hsia'nın modelinden (2009) optimum vardiya çizelgeleme tablosu ve daha sonra optimal bir off-line çizelgeleme aramak için matematiksel bir model oluşturmuştur.

Topaloğlu (2006), çalışılan hastanede 10 saatlik gündüz vardiyası ve 14 saatlik gece vardiyası kullanılmıştır. Kısıt sayısının çok fazla olmasından dolayı problemin çözümsüzlüğünü engellemek için kısıtlar "hard" ve "soft" olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Geliştirilen modelin amaç fonksiyonu, "soft" kısıtlarının sapmalarının minimizasyonudur. Bu sapmaların ağılıklarını belirlemek için ise ANP yöntemini kullanmıştır. Acil Hedef Programlama modeli önerilmiştir.

Topaloğlu ve Özkarahan (2004), çalışanların tercih ettiği zamanlama esnekliğini dolaylı olarak gösteren bir hedef programlama modeli geliştirmiştir. Vardiya, mola süreleri ve çalışma günlerini dengelemiş, zamanlama hedeflerini sağlayan en uygun çözümleri üretmiştir.

Shahidin ve ark. (2017), özel bir hastanenin acil servisindeki hemşire çizelgeleme problemini çözümüne yönelik Tamsayı Programlama modeli kullanarak, hastane tarafından belirlenen tüm kısıtlamaları sağlayan ardışık 7 hafta boyunca 7 günlük bir çalışma programı geliştirmiştir.

Aizam ve Sim (2016), belli talepler doğrultusunda modele ek genel kısıtlamalar da eklenerek üç vardiyayı çizelgelemek için 0-1 tamsayılı programlama ile modellemiş ve AIMMS ile çözmüştür.

Öztürkoğlu ve Çalışkan (2014), oluşturulan modelde klasik çizelgeleme modellerinin aksine hemşirelerin işe başlama saatlerine esneklik getirilmiştir. Modelin başlıca amacı, hemşirelerin kendi tercihlerine göre haftalık çizelgelerinin oluşturulmasıdır. Oluşturulan model, tam sayılı programlama modeli ile gerçek veriler kullanılarak bir üniversite hastanesinin genel cerrahi bölümünde çizelgeleme çalışması yapmıştır.

Ismail ve Jenal (2013), hemşire vardiya listesi için yaklaşık bir yıl için bir ana plan geliştirilmesini önermektedir. Ana plan, 0-1 hedef programlama tekniği kullanılarak hemşire görev listesi için mavi bir baskının geliştirilmesi ile başlar. Bu mavi baskı için uygun çalışma süresi, gece vardiya sayısı ve program başına gece vardiyası için gereken hemşire sayısına göre formüle edilmiştir.

Lin ve ark. (2014b), programın kısıtlarını her vardiyaya yönelik farklı tercih sırasını ve tüm personelinin vardiya takvimindeki tercihlerini en üst seviyeye çıkarmak için önceki program dönemlerinin tarihsel verilerini dikkate alan tamsayılı programlamaya dayalı bir hemşire çizelgeleme modeli önermiştir.

Dumrongsiri ve Chongphaisal (2018), Tayland da bir üniversite tarafından idare edilen bir hastanenin acil servis departmanında, aylık hemşire programlamasının amaçları ve kısıtlamaları ile gerçek aylık programlarla ilgili veri toplamış. MS Excel'deki açık kaynaklı “OpenSolver” yazılımı kullanılarak hemşire zamanlayıcıların serbestçe kullanabilmeleri için çok amaçlı bir matematiksel model geliştirmiştir.

Widyastiti ve ark. (2016), Hemşire çizelgeleme problemi, hemşirelerin nitelikleri göz önünde bulunduran ve tamsayılı doğrusal programlama ile

modellemiştir. Modelin amacı, hemşirenin izinli olduğu gün sayısını maksimize etmektir.

Wang ve ark. (2014), hemşire atama problemini ikili hedef programlama modeli ile formülize edilmiştir. Hastanenin politikalarını dikkate alan ve ayakta tedavi gören hastalara hizmet veren hemşirelerin tercihlerini karşılayan, optimize edilmiş ve iş yükü bakımından dengeli bir haftalık program hazırlanmıştır.

Sundari ve Mardiyati (2017), hastanedeki hemşire çizelgeleme probleminde her bir hedefte sapma değişkenini en aza indirmek için amaç işleviyle hedef programlama problemi olarak modellemiş ve LINGO yazılımı kullanılarak model çözülmüştür. Hastanenin dönemsel olarak hemşirelik çalışmalarına ilişkin kurallarına dikkat edilerek, her vardiyada ihtiyaç duyulan hemşire sayısının 18 hemşire, zamanlama periyodu sayısının her dönemin 21 günden oluşacak şekilde vardiyalara atamıştır.

Jaumard ve ark. (1998), hemşire çizelgelemesinde kaynak kısıtlı en kısa yol ile 0-1 sütun oluşturma lineer matematiksel modeli sunulmaktadır. Model, maaş maliyetlerini en aza indirirken, çalışanların tercihlerini ve ekip dengesinde maksimuma çıkarmıştır.

Güler ve ark. (2013), Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi Anestezi ve Reanimasyon Anabilim Dalı çalışanlarını planlamak için bir HP modeli geliştirmiştir. Görevdeki vardiyanın sayısı veya blok vardiyanının önlenmesi gibi, kesinlikle yerine getirilmesi gereken kurallar, zor kısıtlamalar olarak formüle edilmiştir. Yumuşak kısıtlar ise çalışanların tercihi, aynı vardiyalara sosyal grupların atanması ve özel izinleri oluşturmuştur.

Warner ve Prawda (1972), hemşire çizelgeleme problemine ilkel kaynak direktif yaklaşımıyla karesel programlama yöntemi ile alt problemlere ayrıştırılan karma bir tamsayılu kuadratik programlama ile modellemiştir.

Bahsedilen çalışmalarda genel itibariyle hemşire görevlendirme aşamasında herhangi bir öngörüşel istatışkel analiz yer almaktadır. Bu çalışmada benzer çalışmalara ek olarak hemşire görevlendirme probleminde tahmin yöntemleri kullanılmış olup, hemşire çizelgelemede hemşirelerin iş yapma nitelikleri göz önünde bulundurulmuştur. Çalışma bu yönüyle daha önceki çalışmalardan ayrılmaktadır.

Sezgışel Yaklaşımlar

Li ve ark. (2009), İngiltere'deki büyük bir hastanede ortaya çıkan hemşire çizelgeleme problemini sezgışel elemelere dayalı yeni bir bileşen tabanlı yaklaşım sunmaktadır. Bu tekniğin arkasındaki ana fikir, bir takvim planına göre, yani her hemşirenin tahsis edilen vardiya çizelgesini ayrıştırmak ve daha sonra bu bileşenler üzerinde doğış seçilim ve doğış mutasyon sürecini yinelemeye benzeyen genetik algoritmaya dayalı iki evrimsel eliminasyon stratejisini uygulamıştır.

Shahnazari-Shahrezaei ve ark. (2012), gerçek bir vaka çalışmasına dayanan bir hemşire çizelgeleme problemi sunmaktadır. Bunu çözmek için iki meta-sezgışel tarama yöntemi önermiştir. Bunlar, DE ve GRASP'dır. Önerilen algoritmaların etkinliğini araştırmak için iki problem çözüldü. Ayrıca önerilen algoritmaların güvenilirliğini incelemek için bazı karşılaştırma ölçümleri uygulamıştır.

Duenas ve ark. (2009), hemşirelerin tercihlerini bulanık kümeler tarafından modellenmiş ve genel bir tercih maliyet fonksiyonunu belirlenmiştir. GA ile birleştirilen etkileşimli ardışık çoklu hedef problem çözme yöntemine dayanan karma bir yaklaşımla çizelgeleme üretilmiştir.

Karaatlı ve Güngör (2010), optimum vardiyalar ve bu vardiyalarda çalışacak hemşire sayıları belirlenmiştir. Tur planlaması için üç adımlı sezgışel bir atama algoritması önerilmiştir.

Constantino ve ark. (2014), hemşirelerin tercihlerinin memnuniyetini en st seviyeye çıkarmak ve vardiya ihlallerini en aza indirmektedir. Atama sorununun ardışık kararlarına dayanan, MAPA (oklu Atama Problemine Dayalı Algoritma) adı verilen yeni bir deterministik sezgisel algoritma sunmaktadır. Algoritmanın iki aşaması vardır: modelleme aşaması ve bir iyileştirme aşaması. Modelleme aşaması, planlama döneminde her gün için birer ardışık atama problemlerini zerek tam bir program oluşturur. Geliştirme aşaması, daha iyi bir program oluşturmak için atama problemlerini yeniden zen birkaç prosedür kullanmıştır.

Lin ve ark. (2015), hemşire tercihi çizelgeleme problemleri için kabul edilen hemşire tercihleri üzerindeki çok fazla kısıtlamanın model üzerindeki hesaplama sürecinde sıklıkla sıkıntılara sebebiyet vermektedir. Bu nedenle, uygulanabilir olmayan zmleri verimli bir şekilde ele almak için, personelinin toplam memnuniyetini en st seviyeye çıkarmayı hedefleyen özel olarak tasarlanan genetik algoritmayı, kurtarma planını ve yerel araştırmayı içeren memetik algoritma önermiştir.

Zhou ve ark. (2012), hemşire çizelgelemede birden fazla belirsizlik kaynağının zm bulunmasını hedefleniyordu. Bunlar, vardiyalarda çalışması gereken personel talebi, hemşireler hakkındaki yasal düzenlemeler, personel politikaları ve hastaneye özgü diğerk gereksinimlerdir. Bu araştırma iki yönlüdür: Birincisi, belirsizlikleri yerine getirmek, hemşire izelgesi değerkendirme problemini modellemek ve zmek için SPA (Set Pair Analizi) teorisini hemşire planlama problemine uygulamak. İkincisi, hemşire çizelgeleme modelini bir vardiya planlaması oluşturmak için GA (Genetik Algoritma) ile bütünleştirmiştir.

Burke ve ark. (2012), model önerisinde ilk olarak bir dizi yasaların yerine getirilmesi yani hastane yönetimini bağlayan tüm zor kısıtlamaları karşılayan çizelgeleme üretmiştir. Daha sonra, her hemşireyi mevcut vardiya modellerinden birine atayarak kapsamaya ilişkin zor kısıtlama konusunda en az sayıda ihlale sahip bir zm, hızla zmek için uyarlamalı bir sezgisel zm kullanmıştır. Sonra sonuçta elde edilen zm uygulanabilir hale getirmek için kapsanmayan/kapsanan

vardiyalarında ekleyerek veya kaldırarak bir tamir prosedürü uygulanmıştır. En sonunda yumuşak kısıtlamaları (veya tercihleri) karşılayan aşağıdaki iki seçeneğe sahip simüle edilmiş bir tavlama bazlı bir arama yöntemi sunulmuştur: biri önceden belirlenmiş tercihlere doğru hareketleri teşvik eden ağırlıklı toplam değerlendirme işlevine sahip, diğeri ise Pareto seti temelli değerlendirme fonksiyonuna sahip bir çizelgeleme üretmiştir.

Inoue ve ark. (2003), özellikle hemşireler arasındaki eşitliği sağlamak için hızlı ve talep edilen programları iyi bir şekilde üretmek için sezgisel araştırmaları genetik işlemlerle birleştiren bir yöntem sunmuştur. Önerilen sezgisel taramaların etkilerini açıklamıştır. Ayrıca önerilen yöntem ve geleneksel mutasyon işleminin bir kombinasyonunun etkilerini de incelemiştir.

Ikegami ve Niwa (2003), Japonya'daki hemşire çizelgeleme probleminin matematiksel bir model ile modelleyip, ardından sorunu çözmek için meta-sezgisel bir yaklaşım geliştirmiştir. Personelin yetenek seviyesi, iş yükünü dengeleme ihtiyacı ve hemşire tercihleri gibi faktörleri içeren kısıtlamaları dikkate alabilmektedir. Ancak hemşire sayısı kısıtlaması çok büyük değil, 20 ile 40 arasında çözüm vermektedir.

Aickelin ve Li (2007), hemşire çizelgeleme problemi için, her hemşire ataması için bir örnek setten uygun bir çizelgeleme kuralının seçilmesini sağlayan bir Dağıtım Algoritmasını tahmini sunmaktadır. Örtük öğrenmeyi uygulamak için Genetik Algoritmaları kullanan önceki çalışmaların aksine, önerilen algorithmada öğrenme açıktır, yani doğrudan modelin çözümüne yönelik yapı taşlarını belirlemiştir. Çözümlerin ortak dağıtımına ilişkin bir Bayesian ağı kurarak bu açık öğrenmeyi sağlamıştır. Ağdaki her bir değişkenin şartlı olasılığı, ilk uygun çözüme göre hesaplamıştır.

Aickelin ve White (2004), araştırmanın amacı iki yönlüdür: Birincisi, bir tamsayılı programlama ile modellenmesi ve evrimsel algoritmalar ile karmaşık bir hemşire çizelgeleme problemini modellemek ve çözmektir. İkincisi karşılaştırma için

yeni bir istatistiksel metodu ile detaylandırmak ve dolayısıyla başarılı algoritma değişikliklerini tanımlayarak daha iyi programlama algoritmaları oluşturmaktır. Karşılaştırma yöntemi ile algoritmaların sonuçlarını, daha sonra geleneksel istatistiksel teknikleri kullanarak karşılaştırabilecek tek bir çizelge yakalamıştır.

Maenhout ve Vanhoucke (2008), hemşire çizelgeleme probleminde bazı katı kısıtlara tabi olan liste çizelgesinin kalitesini en üst düzeye çıkarmak için bir model geliştirmiştir. Hemşire çizelgeleme problemini çeşitli varsayımlar altında çözmek için çeşitli genetik algoritmalar önermiştir.

Xiang ve ark. (2015), iki seviyeli bir karınca grafik modeline sahip değiştirilmiş bir sezgisel algoritma ile modellemiştir. Hesaplama karmaşıklığından dolayı bu tür kombinatoriyal optimizasyon problemlerini çözmek için bu sezgisel geliştirilmiştir. Bu modelin dış karınca grafiği: kariyerleri temsil ederken, iç grafik: dinamik bir kaynak grafiğini temsil etmektedir.

Öztürkoğlu ve Çalışkan (2014), oluşturulan modelde klasik çizelgeleme modellerinin aksine hemşirelerin işe başlama saatlerine esneklik getirilmiştir. Modelin başlıca amacı, hemşirelerin kendi tercihlerine göre haftalık çizelgelerinin oluşturulmasıdır. Oluşturulan model, tam sayılı programlama modeli ile gerçek veriler kullanılarak bir üniversite hastanesinin genel cerrahi bölümünde çizelgeleme çalışması yapmıştır.

Bard ve Purnomo (2005), hemşire çizelgelemesinde probleminde Tamsayı Programı kullanarak formülize etmiştir. Hemşire sayısının 50 ve üzeri olduğu durumlarda, ticari bir kodla çözme girişimlerinin başarısız olduğunu ispatlamış ve çözümüne yönelik dal ve fiyat algoritmasına dayalı bir model geliştirilmesi gerektiğini ispatlamıştır. Algoritmaya dahil edilenler, üst sınırları bulmak için bir sezgisel buluş ve alt sınır hesaplamaları geliştirmek için bir kesim oluşturma prosedürü geliştirilmiştir. Yaptıkları çalışmada hemşire çizelgelemesinin karar sürecindeki uyumsuzluk faktörlerini gösterecek yeni bir metot kullanmışlardır. Çalışmada hastanelerde günde 24 saat, haftada 7 gün ve bir artıp bir azalan talep

genişliği görüldüğü, imalatadaki standart vardiya ve gün kurallarına benzemediği belirtilmiştir. Daha esnek çalışma gün ve saatlerinin düzenlenmesine ihtiyaç olduğu ifade edilmiştir. Problemi, tamsayılı programlama ve sezgisel kombinasyonu olan column generation yaklaşımı ile çözmüştür.

Burke ve ark. (2006b), geliştirilen metasezgisel formülasyon ile daha fazla vardiya çalışması ve yarı zamanlı çalışma seçeneği sunmuştur. Bu yeni formülasyonu ele almak için algoritmik bir yaklaşım geliştirmiştir. Ayrıca, bu yaklaşımın yalnızca hastane programcılarının isteklerini ve gereksinimlerini hesaba katmakla kalmayıp aynı zamanda daha önceki yaklaşımlarla karşılaştırıldığında daha yüksek kalite programları oluşturduğunu gösteren bir dizi deneme de yapmıştır.

Baeklund (2014), hemşire çizelgeleme sorunun tam olarak çözülmesi için bir Dal- cret esaslı bir algoritma önermiştir. Uygulanan metot, bir programın uyması gereken kurallar konusunda oldukça esnektir. Hemşire kadrosu ile ilgili problemlere çözüm metotları oluştururken, aynı zamanda önemli bir problem kaynağı olabileceği vurgulamıştır.

Mutingi ve Mbohwa (2015), biyolojik Metamorfoz evriminden ilham alan bulanık simüle edilmiş bir Metamorfoz algoritması (FSM) sunmaktadır. Algoritma Metamorfoz sürecini; başlangıç, büyüme ve olgunlaşma olmak üzere üç aşamadan geçerek çizelgelemeyi modellemiştir.

Topaloglu ve Selim (2010), hastane yönetimi ve hemşirelerin tercihlerindeki belirsizliklerin giderilmesi için bulanık küme teorisinin hemşire çizelgeleme problemine uygulanması konusunda bir araştırma sunmuştur.

Parr ve Thompson (2007), hemşire çizelgeleme probleminin temel amacı her vardiyada yeterli sayıda hemşire olmasını sağlamaktır. Modeli daha verimli hale getirmek için tasarlanmış bir dizi ikincil hedefde bulunmaktadır. En yakın komşu

algoritması ile her bir hedefin önemine bağlı ağırlıklar belirlenerek, ağırlıklı bir maliyet işlevi kullanmıştır.

Moz ve Pato (2004), hemşire çizelgeleme problemi Portekiz'deki bir devlet hastanesinin vaka çalışmasına dayanmaktadır. Tekrarlanan çizelgeleme problemi için iki yeni tam sayı çoklu akış formülasyonu sunmuştur. İlk model, yönlendirilmiş çok seviyeli bir çevrimsel ağa dayanmaktadır. Bu ağdaki düğümlerin toplanması ikinci modeli oluşturmuştur.

Miller ve ark. (1976), hemşire çizelgeleme problemini, hemşire programları üzerindeki belirli fizibilite sınırlamalarına tabi olarak, hemşirelerin kapsamı ve program tercihleri arasındaki dengeyi dengeleyen, nesnel bir işlevi en aza indiren bir hemşire programı yapılandırması seçmekten biri olarak formülize edilmiştir. Algoritma ile hastane tarafından oluşturulan programlar arasında karşılaştırma yapılmıştır.

Petrovic ve Berghe (2012), hemşire çizelgeleme modelinde yedi kriter ortaya koymuştur. Bunlar, Etkileyici güç, esneklik, algoritmik güç, öğrenme yetenekleri, rehberlik sağlayabilecek bakım, yeniden planlama yetenekleri ve parametre ayarlamadır. Meta sezgisel yöntemler ile modellemiş ve çözmüştür.

Bellanti ve ark. (2004), hemşire çizelgeleme problem çözümüne hem bir tabu arama prosedürü hem de yinelenen bir yerel arama prosedürü önerilmiştir.

Burke ve ark. (2012), ilk olarak vardiyaya bağlı tüm zor kısıtlamaları karşılayan bir dizi yasal vardiya modeli üretip, her hemşirenin mevcut vardiya modellerinden birini atayarak kapsama alanıyla ilgili zor kısıtlama konusunda en az sayıda ihlal içeren uyarlamalı bir sezgisel tarama modeli kullanılmıştır.

Hemşire Çizelgeleme problemi için Awadallah ve ark. (2015) hibrit yapay arı kolonisi (HABC) adı verilen bir metaheuristik teknik önermiş, Beddoe ve ark. (2009)

Memetic algortima, Bester ve ark. (2007) Tabu Arama algoritması, Berrada ve ark. (1996) Tabu Arama algoritması, Burke ve ark. (2010d) Karma metot, Li ve ark. (2012b) Meta Sezgisel Hibrid algoritması, Dowsland ve Thompson (2000) Tabu Arama algoritması ve Şebeke yöntemi, Valouxis ve ark. (2012) Tam Sayı programlama, Pato ve Moz (2008) Genetik Sezgisel, Tsai ve Li (2009) Genetik Sezgisel kullanmıştır.

Ulusal ve uluslararası literatürde yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde; ulusal literatürdeki çalışmaların genellikle belirli alanlarda belirli algoritmalara bağlı olarak çözüme yoğunlaştığı, sınırlı olduğu ve her iki problemde birlikte çözümüne yönelik az bir çalışmanın olduğu görülmektedir.

Bu tez çalışmasında hemşire görevlendirmede TSİM'den yatak doluluk oranlarına bakılarak talep tahmin yöntemlerinden biri olan Holt-Winter metodu ile tahmin yapılmıştır.

Ardından hemşire çizelgelemede matematiksel modellerden biri olan 0-1 Hedef Proramlama ile modellenmesi ve hemşireleri yetenek yönetimi temelli AHS-TOPSIS yöntemlerinin entegrasyonu ile sınıflandırılması bakımından özgün olacağı, sağlık kurumların yönetimi aşamasında hastane yöneticilerine yol göstermesi ve literatürede katkı sağlaması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada cerrahi yoğun bakım ünitesinde çalışan hemşirelerin mevcut çizelgeleme yaklaşımından kaynaklanan memnuniyetsizliklerin ve adaletsizliklerin önüne geçilmesi amacıyla matematiksel model geliştirilmiştir. Mevcut çizelgeleme, başhemşire tarafından elle yapılmaktadır. Bu yöntem objektif ve matematiksel bir temele dayanmadığından, çalışan personel üzerinde memnuniyetsizliğe ve iş yükü bağlamında adaletsizliğe yol açmaktadır. Bununla birlikte sağlık hizmeti kalitesinden taviz vermemek amacıyla çizelgeleme esnasında hemşirelerin yeteneklerini de göz önünde bulunduran bir matematiksel model geliştirilmiştir. Gerek hastane yetkilileri tarafından aktarılan bilgiler, gerek yapılan gözlemler sonucunda yoğun talebin karşılanması amacıyla hem hemşire isteklerini hem hastanenin mali kaynaklarını dikkate alan bir çözüm önerilmiştir. Çalışma kapsamında geliştirilen model, hemşire tercihlerini ve hastane yönetiminin kısıtlarını göz önünde bulundurarak optimal şekilde hemşirelerin vardiyalara dengeli atanmasını içermektedir.

Bu bölümde elde edilen bulgular doğrultusunda varılan sonuçlara aşağıda yer verilmiştir:

- ✓ Çalışma yapılacak hastane ve hastaneye bağlı alt sistemin seçilmesinde SPSS Modeller kullanılarak TSİM'den Ankara ilinde hizmet veren kamu hastanelerine ait yıl bazında yatak doluluk oranları verileri temin edilerek zaman serisi grafiği çizilmiştir. Geliştirilen 3 kriter ile hastane seçimi yapılmıştır. Cerrahi yoğun bakım 3. Seviyesinde yatak doluluk oranında hem trend hem de mevsimsel dalgalanma olduğu için hemşire görevlendirme ve çizelgeleme çalışması bu sistemde yapılmıştır.
- ✓ Holt Metodu ile başlangıç model parametreleri (α , β) tespit edilmiştir. Regresyon Analizi ile başlangıç düzeltirme oranlarını tespit edilerek Winter Metodunun başlangıç çözümünde kullanılmıştır. Ancak α , β ve γ model parametrelerinin optimal değerlerini tespit etmek için doğrusal olmayan matematiksel model ile

Microsoft Excel Solver (Çözücüde) en uygun düzeltme sabitleri (α , β ve γ) tespit edilmiştir. Optimize edilmiş düzeltme sabitleri Winter Metodunda tekrar kullanılmış olup, vardiya bazında gerekli hemşire sayısı öngörülmüştür.

- ✓ Winter Metodu ile tahmin edilen yatak doluluk oranlarının, gerçek veriler ile kıyaslanması ve hata değerlerinin hesaplanması yapılmıştır. Tahmin hatası kabul edilebilecek düzeydedir. Yani öngörüleme modelinin sonuçları geçerlidir. Ortalama Mutlak Yüzde Hata değeri 5,24 olarak hesaplanmıştır.
- ✓ Azaiez ve Sharif'in hemşire çizelgeleme problemi 0-1 Hedef Programlama yaklaşımı ile uyguladıkları model esas alınarak çok hedefli programlamaya dönüştürülen ve ilgili kısıtlar dikkate alınarak hazırlanan bu model sağlık sektöründe ve iki vardiya çalışan başka sektörlerde de çok küçük değişikliklerle rahatlıkla kullanılabilecek şekilde modellenmiştir. Örneğin çalışan sayısının değiştirilmesi veya çalışma saatlerinin artırılması/azaltılması gibi farklı durumlarda da uygulanabilecek niteliktedir.
- ✓ Sistemde çalışan hemşirelerin ÇÖKV yöntemlerinden olan AHS ve TOPSIS yöntemlerinin entegre edilmesiyle, yetenek düzeyi temelinde değerlendirilmesi ve sonrasında matematiksel model ile vardiyalara atanması problemi ele alınmıştır. AHS–TOPSIS sonucu elde edilen ağırlıkların puanlandırılması sonucu 0–1 Hedef Programlama modeline nasıl kısıt olarak taşınacağı ve modelin çözümü ile elde edilen sonuçlar ile çizelgelemenin nasıl yapılacağı gösterilmiştir.
- ✓ Hedef Programlama Yöntemi kullanılarak yapılan yeni çizelgede 5 nolu hemşire (yeni anne olmasından dolayı) dışında bütün hemşirelerin gündüz ve gece vardiyasında eşit sayıda çalışması sağlanmıştır. Buna karşılık 3 nolu hemşirenin ayın ilk haftası kurum içi eğitim almasından dolayı ilk bir hafta gündüz vardiyasına atanmama durumu sağlanmıştır. Hemşirelerin özel istekleri kısıtlar el verdiği ölçüde yerine getirilmiştir.

- ✓ Çizelgelemeye genel olarak bakıldığında her bir hemşire için hafta sonu çalışmama kısıtı eşit sayıda sağlanmıştır. Gündüz ve gece vardiyasındaki toplam çalışma zamanı her bir hemşire için 160 saat olacak şekilde hedef kısıtı sağlanmıştır. Tüm kısıtlar göz önüne alınarak her hemşireye eşit şartlarda çalışma olanağı sağlanmıştır.
- ✓ Cerrahi Yoğun Bakım Servisinde her bir vardiya için ihtiyaç duyduğu hemşire sayıları eksiksiz ve yetenek yönetimi temelli atanması sağlanmıştır. Bu iyileştirme sayesinde hemşirelerin verimliliklerinin artırılması sağlanmıştır.
- ✓ Mevcut durumda (13 Hemşire) hastane aylık sadece personel maliyetlerine katlanırken, çizelgeleme hatasından dolayı katlanılacak fazla mesai maliyetinin önüne geçilmiştir. Yani taleplerin karşılanması için hemşireler fazla mesai yapmak zorunda kalmamıştır.
- ✓ Önerilen Alternatif çizelge (12 Hemşire) ile vardiyaların eşit dağılımı yapılarak, çalışan hemşirelerin memnuniyeti sağlanmış, aynı zamanda personel maliyeti açısından azaltıcı yönde iyileştirme yapılmış ve hastane yönetimine personel kaynak planlanmasında esneklik sağlayabileceği ispat edilmiştir.
- ✓ Hastane yönetimi açısından, en az maliyeti, hastalar açısından en yüksek memnuniyeti ve hemşireler açısından en adil dağılımı sağlayan bir çizelge oluşturulmuştur.
- ✓ Vardiyaların eşit dağıtılması hemşirelerde oluşacak yorgunluk belirtilerinin minimum seviyeye düşmesi açısından önemli bir unsur olup, Tıbbi Malpraktis sayısında ciddi bir düşüş olabileceği düşünülmektedir.
- ✓ Problemin çözümünde matematiksel bir modelin kullanılması sonucu problem için en iyi çözümün elde edilmesi sağlanmış, GAMS programı kullanıldığından zamandan büyük tasarruf sağlanmış olmakla birlikte iş yükü de oldukça

azaltılmıştır. Ayrıca elde edilen çizelge üzerinde personel rotasyonu yapmak da mümkün olduğundan çizelgenin kaliteli ve uzun ömürlü olması sağlanmıştır.

Çalışmadan elde edilen bulgulara dayalı olarak geliştirilen öneriler aşağıda sıralanmaktadır:

- ✓ T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından çıkarılan tebliğde Hemşire Görevlendirme Probleminin çözümüne yönelik verimli bir çözüm olmamakla birlikte, çalışma esnasından geliştirilen Talep Tahmin Yöntemlerinden biri olan Winter Metodu ile yatak doluluk oranı ilişkili formülasyonun kullanılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda farklı parametreler de belirleyerek girdi olarak kullanılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.
- ✓ Talep tahmin yöntemlerinden olan Holt-Winter metodunun öngörüleme problemlerinde (Acil Vaka Sayısının Tespiti, Hasta Yükünün Tahmini, Hastanelerde Malzeme Stok Takip Sisteminde, Eczane ve Depo Tedarik Zinciri Planlanmasında vb.), yöntemin verimli bir şekilde tahmin yapabileceği noktasında çalışmanın 1. Aşaması örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.
- ✓ Çalışmanın 2. Aşaması yani hemşirelerin yetenek yönetiminde kullanılan AHS – TOPSIS entegrasyonunun sağlık örgütlerinde diğer karar verme problemlerinde (Hastane Lokasyon Seçiminde, Hastane Performans Yönetiminde, Tedarikçi Seçiminde, Tıbbi Malzeme ve Ekipman Alımlarında, Sağlık Personeli Seçimi vb.) kullanılabileceği düşünülmektedir.
- ✓ Çalışmada geliştirilen hemşire çizelgeleme modeli ile hemşire sayısının az olduğu durumda çok kısa sürelerde optimal çözüm elde edilmiştir. Fakat daha büyük bir model üzerinde çalışılmak istenirse yani hemşire sayısının artması durumunda kısa bir süre içerisinde optimal sonuca yakın değerler elde edilmeyebilir. Böyle bir durumla karşılaşırsa sezgisel ve meta sezgisel algoritmalarından faydalanılabileceği düşünülmektedir. Bu şekilde etkin planlanan

işgücü, sunulan sağlık hizmetlerindeki kalite ve hasta memnuniyetinin temel teminatı olacaktır.

- ✓ Bundan sonraki çalışmalarda hastanenin diğer sistemleri aynı anda veya ayrı olarak değerlendirilip daha farklı matematiksel modeller geliştirilerek çizelgeler elde edilebilir. Bu modellemeler ile sadece hemşireler değil, diğer sağlık personellerinin de çalışma çizelgelerinin yapılabileceği dūřınılmaktadır. Bu şekilde sistemin esnekliği arttırılarak değişen koşullara ve yetersiz istihdamdan kaynaklı iř yūküne dirençli, ihtiyaçlara gōre kendini yenileyen, her dūzeydeki sağlık yōneticisi tarafından kullanılabilen bir planlama ve çizelgeleme sistemi oluşturulabilir.
- ✓ Gūnūmūzde saėlık ōrgūtlerinde en pahalı ve ōnemli kısıt aslına bakılırsa zamandır. Zaman geri getirilemez gibi gōrūnse de bu tarz matematiksel model ōnerileri ile elle yapılan bir hemřire gōrevlendirme ve çizelgeleme için harcanan emek bařka alanlara kaydırılabilir.
- ✓ Elde edilen sonuçlar ōzūm için geliřtirilen 3 ařamalı sistemin hem esnek hem de kesin kısıtların saėlanması bařarılı bir yōntem olduėunu gōstermektedir. Bunun yanında, gelecekte yapılacak hemřire gōrevlendirmede ve çizelgeleme çalıřmasında farklı parametreler ve sezgisel yōntemlerle modelin hızlandırılması veya ōzūm kalitesinin arttırılması mūmkūn olabilir.

ÖZET

Hemşire Görevlendirme ve Çizelgeleme Problemlerinin Sayısal Yöntemlerle Çözümü: Yoğun Bakım Ünitelerine Yönelik Bir Model Önerisi

Sağlık kurumlarının temel hedefi, toplumun ihtiyacı olan sağlık hizmetlerini, istenilen kalitede, en kısa sürede ve mümkün olan en düşük maliyetle sunmaktır. Aynı zamanda sağlık sektöründe çalışan personelin verimli bir şekilde sağlık işletmelerinde görevlendirilmesini sağlamaktır. Hemşirelerin hasta ile bire bir ilgilenmesinden dolayı, görevlendirme ve çizelgeleme çalışmaları hizmet kalitesinin iyileştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bunun için arzu edilen niteliklere sahip hemşire sayısının asgari sayıda olması önemlidir. Hemşire sayısının yetersiz olması iş yükünün artmasına ve hizmet kalitesinin düşmesine sebep olurken, buna karşın hemşire sayısının fazla olması da hastane için personel giderini artıracığından vardiya tipine göre görevlendirilen hemşire sayısına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, Ankara da hizmet veren bir kamu hastanesinin cerrahi yoğun bakım 3. seviyesindeki hemşirelerin görevlendirme ve çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Yoğun bakım servisinde hemşirelik hizmetlerinin yerine getirilmesi amacıyla görevlendirilmesi gereken minimum hemşire sayısı, Temel Sağlık İstatistikleri Modülünden (TSİM) aylık yatak doluluk oranları baz alınarak Holt-Winter Metodu ile tespit edilmiştir. En uygun düzeltme sabitlerinin $\alpha=0,99$, $\beta=0,03$, $\gamma = 0,99$ ve Ortalama Mutlak Yüzde Hata değeri 5,24 olarak hesaplanmıştır. Gece ve gündüz vardiyasında bulunması gereken hemşire sayısı 3 olarak bulunmuştur.

Hemşirelerin iş gücü yetenek düzeyinin 8 kriter temelinde AHS-TOPSIS Yöntemi ile değerlendirilmesi yapılarak, karar verme yöntemleri ile elde edilen değerlendirme sonuçları Hedef Programlama (HP) modeli için bir kısıta dönüştürülmüş ve hemşire çizelgeleme problemi 0-1 Hedef Programlama modeli ile modellenerek, GAMS paket programı yardımıyla çözülmüştür. Bu aşamadan sonra, 13 hemşire açısından adil ve dengeli bir çizelge oluşturan ve aynı zamanda maliyetleri de minimize eden bir çizelgeleme önerilmiştir.

Anahtar Sözcükler: AHS Yöntemi, Hedef Programlama, Hemşire Görevlendirme, Hemşire Çizelgeleme, TOPSIS Yöntemi, Winter Yöntemi

SUMMARY

Solution of Nurse Assignment and Scheduling Problems Using Numerical Methods: A Model Proposal for Intensive Care Units

The main goal of health institutions is to provide the health services that society needs in the desired quality, in the shortest time and at the lowest possible cost. At the same time, it is to ensure that personnel working in the health sector are efficiently assigned to health institutions. As nurses take care of the patient one-on-one, assignment and scheduling activities play an important role in improving service quality. For this, it is important to have the minimum number of nurses with the desired qualifications. While the insufficient number of nurses causes the workload to increase and the service quality to decrease, on the other hand, the number of nurses should be paid attention to the number of nurses assigned according to the shift type, since the high number of nurses will increase the staff expenses for the hospital.

In this study, the problem of assignment and scheduling of nurses at the 3rd level of surgical intensive care in a public hospital in Ankara was discussed. The minimum number of nurses required to perform nursing services in the intensive care unit was determined by the Holt-Winter Method based on the monthly bed occupancy rates from the Basic Health Statistics Module. The optimal correction constants were calculated as $\alpha = 0,99$, $\beta = 0,03$, $\gamma = 0,99$ and Mean Absolute Percent Error as 5,24. The number of nurses required to be in the day and night shift was found to be 3.

Assessment of the workforce skill level of nurses on the basis of 8 criteria with the AHP TOPSIS method and the evaluation results obtained by decision-making methods were transformed into a constraint for the Goal Programming model and the nurse scheduling problem was modeled with the 0-1 Goal Programming model, with the help of the GAMS package program, has been resolved. After this phase, a scheduling was proposed that creates a fair and balanced schedule for 13 nurses, while minimizing costs as well.

Keywords: AHP Method, Goal Programming, Nurse Assignment, Nurse Scheduling, TOPSIS Method, Winter Method

KAYNAKLAR

- ADOMAT R, HICKS C (2003). Measuring nursing workload in intensive care: an observational study using closed circuit video cameras. *Journal of advanced nursing*, **42(4)**: 402-412.
- AICKELIN U, BURKE EK, LI J (2007a). An estimation of distribution algorithm with intelligent local search for rule-based nurse rostering. *Journal of the Operational Research Society*, **58(12)**: 1574-1585.
- AICKELIN U, BURKE EK, LI J (2009). An evolutionary squeaky wheel optimization approach to personnel scheduling. *IEEE Transactions on evolutionary computation*, **13(2)**: 433-443.
- AICKELIN U, DOWSLAND KA (2004). An indirect genetic algorithm for a nurse-scheduling problem. *Computers & Operations Research*, **31(5)**: 761-778.
- AICKELIN U, LI J (2007b). An estimation of distribution algorithm for nurse scheduling. *Annals of Operations Research*, **155(1)**: 289-309.
- AICKELIN U, WHITE P (2004). Building better nurse scheduling algorithms. *Annals of Operations Research*, **128(1-4)**: 159-177.
- AIZAM NAH, SIM SLP (2016). Extended basic integer programming models for multiple scheduling problems. In AIP Conference Proceedings (Vol. 1750, No. 1, p. 030038). AIP Publishing.
- AKSAKAL E, DAĞDEVİREN M (2015). Yetenek yönetimi temelli personel atama modeli ve çözüm önerisi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, **30(2)**.
- AKYÜZ İ (2015). Hemşirelerin tükenmişlik ve depresyon düzeylerinin çalışma koşulları ve demografik özellikler açısından incelenmesi. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, **3(1)**: 21-34.
- AN YJ, KIM YD, JEONG B, KIM SD (2012). Scheduling healthcare services in a home healthcare system. *Journal of the Operational Research Society*, **63(11)**: 1589-1599.
- ATMACA E, PEHLİVAN C, AYDOĞDU CB, YAKICI M (2012). Hemşire çizelgeleme problemi ve uygulaması. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, **28(4)**: 351-358.

- AVCI GG, TÜRKER S, ÇİFÇİ M, SÜRÜCÜ Ş (2013). Yoğun bakım hemşirelerinin iş yükünün belirlenmesi. *Yoğun Bakım Dergisi*, **4**:21-24.
- AWADALLAH M A, BOLAJI ALA, AL-BETAR MA (2015). A hybrid artificial bee colony for a nurse rostering problem. *Applied Soft Computing*, **35**: 726-739.
- AYGÜNEŞ H, BİNAY S, ÇETİN A, ORAL H (2001). YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI DERS KİTABI. Ankara: Kara Harp Okulu Basımevi.
- AZAIEZ MN, ALSHARİF SS (2005). A 0-1 goal programming model for nurse scheduling. *Computers & Operations Research*, **32**(3): 491-507.
- BADRI MA, HOLLINGSWORTH J (1993). A simulation model for scheduling in the emergency room. *International Journal of Operations & Production Management*, **13**(3): 13-24.
- BAEKLUND J (2014). Nurse rostering at a Danish ward. *Annals of Operations Research*, **222**(1): 107-123.
- BAĞ N, ÖZDEMİR NM, 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.
- BARAY ŞA, ESNAF Ş (2018). YÖN EYLEM ARAŞTIRMASI (Çeviri Kitap: TAHA HA, OPERATION RESEARCH AND INTRODUCTION), 10.Baskı, Bölüm 8-13-14, Literatür Yayıncılık.
- BARD JF, PURNOMO HW (2005a). Hospital-wide reactive scheduling of nurses with preference considerations. *Iie Transactions*, **37**(7): 589-608.
- BARD JF, PURNOMO HW (2005b). Preference scheduling for nurses using column generation. *European Journal of Operational Research*, **164**(2): 510-534.
- BARD JF, PURNOMO HW (2007). Cyclic preference scheduling of nurses using a Lagrangianbased heuristic. *Journal of Scheduling*, **10**(1): 5-23.
- BEDDOE G, PETROVIC S, LI J (2009). A hybrid metaheuristic case-based reasoning system for nurse rostering. *Journal of Scheduling*, **12**(2): 99.
- BEDDOE GR, PETROVIC S (2006). Selecting and weighting features using a genetic algorithm in a case-based reasoning approach to personnel rostering. *European Journal of Operational Research*, **175**(2): 649-671.

- BEKTUR G, HASGÜL S (2013). Kıdem seviyelerine göre işgücü çizelgeleme problemi: hizmet sektöründe bir uygulama. *Journal of Economics & Administrative Sciences/Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, **15(2)**.
- BELİËN J, DEMEULEMEESTER E (2008). A branch-and-price approach for integrating nurse and surgery scheduling. *European journal of operational research*, **189(3)**: 652-668.
- BELİËN J, DEMEULEMEESTER E, CARDOEN B (2009). A decision support system for cyclic master surgery scheduling with multiple objectives. *Journal of scheduling*, **12(2)**: 147.
- BELLANTI F, CARELLO G, DELLA CROCE F, TADEI R (2004). A greedy-based neighborhood search approach to a nurse rostering problem. *European Journal of Operational Research*, **153(1)**: 28-40.
- BERRADA I, FERLAND JA, MICHELON P (1996). A multi-objective approach to nurse scheduling with both hard and soft constraints. *Socio-Economic Planning Sciences*, **30(3)**: 183-193.
- BESTER MJ, NIEUWOUDT I, VAN VUUREN JH (2007). Finding good nurse duty schedules: a case study. *Journal of Scheduling*, **10(6)**: 387-405.
- BİLGİN B, DE CAUSMAECKER P, ROSSIE B, BERGHE GV (2012). Local search neighbourhoods for dealing with a novel nurse rostering model. *Annals of Operations Research*, **194(1)**: 33-57.
- BRUCKER P, BURKE EK, CURTOIS T, QU R, BERGHE GV (2010). A shift sequence based approach for nurse scheduling and a new benchmark dataset. *Journal of Heuristics*, **16(4)**: 559-573.
- BURKE E K, LI J, QU R (2010). A hybrid model of integer programming and variable neighbourhood search for highly-constrained nurse rostering problems. *European Journal of Operational Research*, **203(2)**: 484-493.
- BURKE EK, CAUSMAECKER PD, PETROVIC S, BERGHE GV (2006). Metaheuristics for handling time interval coverage constraints in nurse scheduling. *Applied Artificial Intelligence*, **20(9)**: 743-766.
- BURKE EK, CURTOIS T, QU R, VANDEN BERGHE G (2010). A scatter search methodology for the nurse rostering problem. *Journal of the Operational Research Society*, **61(11)**: 1667-1679.

- BURKE EK, LI J, QU R (2012). A Pareto-based search methodology for multi-objective nurse scheduling. *Annals of Operations Research*, **196(1)**: 91-109.
- CARELLO G, LANZARONE E (2014). A cardinality-constrained robust model for the assignment problem in home care services. *European Journal of Operational Research*, **236(2)**: 748-762.
- CASTILLO-SALAZAR JA, LANDA-SILVA D, QU R (2016). Workforce scheduling and routing problems: literature survey and computational study. *Annals of Operations Research*, **239(1)**: 39-67.
- CHEN PS, LIN YJ, PENG NC (2016). A two-stage method to determine the allocation and scheduling of medical staff in uncertain environments. *Computers & Industrial Engineering*, **99**: 174-188.
- CONFORTI D, GUERRIERO F, GUIDO R, VELTRI M (2011). An optimal decision-making approach for the management of radiotherapy patients. *OR Spectrum*, **33(1)**: 123-148.
- CONSTANTINO AA, LANDA-SILVA D, DE MELO EL, DE MENDONÇA CFX, RIZZATO DB, ROMÃO W (2014). A heuristic algorithm based on multi-assignment procedures for nurse scheduling. *Annals of Operations Research*, **218(1)**: 165-183.
- ÇATAK T, BAHÇECİK N (2015). Hemşirelerin iş yaşamı kalitesi ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Clinical and Experimental Health Sciences*, **5(2)**: 85-95.
- ÇAVMAK D (2017). Sağlık hizmetlerinde insan kaynakları planlaması: türkiye değerlendirmesi. *Sağlık Yönetimi Dergisi*, **1(2)**:13-24.
- DE CAUSMAECKER P, BERGHE GV (2011). A categorisation of nurse rostering problems. *Journal of Scheduling*, **14(1)**: 3-16.
- DECENZO D A, ROBBINS S P (1996). HUMAN RESOURCE MANAGEMENT fifth edition. Canada: John Wiley & Sons Inc.
- DEDE M, ÇINAR S (2008). Dahiliye yoğun bakım hemşirelerinin karşılaştıkları güçlükler ve iş doyumlarının belirlenmesi. *Maltepe Üniversitesi Hemşirelik Bilim ve Sanatı Dergisi*, **1(1)**: 3-14.
- DIAZ D M, ERKOC M, ASFOUR SS, BAKER EK (2010). New ways of thinking about nurse scheduling. *Journal of Advances in Management Research*, **7(1)**: 76-93.

- DOWSLAND K A (1998). Nurse scheduling with tabu search and strategic oscillation. *European journal of operational research*, **106(2-3)**: 393-407.
- DOWSLAND KA, THOMPSON JM (2000). Solving a nurse scheduling problem with knapsacks, networks and tabu search. *Journal of the Operational Research Society*, **51(7)**: 825-833.
- DUBOIS D, H. PRADE. (1980). Fuzzy sets and systems. New York: Academic Press.
- DUENAS A, TÜTÜNCÜ GY, CHILCOTT JB (2009). A genetic algorithm approach to the nurse scheduling problem with fuzzy preferences. *IMA Journal of Management Mathematics*, **20(4)**: 369-383.
- DUMRONGSIRI A, CHONGPHAISAL P (2018). Nurse scheduling in a hospital emergency department: A case study at a Thai university hospital. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, **40(1)**.
- ERBAŞ SO, (2007). OLASALIK VE İSTATİSTİK PROBLEMLER VE ÇÖZÜMLER İLE. Gazi Kitabevi Tic. Ltd. Şti. Bölüm 11.
- ERBİL N, BOSTAN Ö (2004). Ebe ve hemşirelerde iş doyumu, benlik saygısı ve etkileyen faktörler. *Hemşirelik Yüksekokul Dergisi*, **7(3)**.
- EREN T, KODANLI E, ALTUNDAĞ B, MALKOÇ S K, ÜNLÜSOY S, BİÇER İ, TUTUK K (2016). Ameliyathane çizelgeleme ve örnek uygulama. *Ekonomi, İşletme, Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, **2(1)**: 71-85.
- EREN T, ŞAHİNER M, AKTÜRK M S, BEDİR N, ÜNLÜSOY S (2017a). Hemşire çizelgeleme için model önerisi: örnek uygulama. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, **6(2)**: 62-77.
- EREN T, ÜNAL F M (2016). Hedef programlama ile nöbet çizelgeleme probleminin çözümü. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, **4(1)**.
- EREN T, VARLI E, AKTÜRK M S (2017b). Tam gün vardiyalı ve özel izin istekli hemşire çizelgeleme probleminin hedef programlama ile çözümü. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, **7(2)**: 1-16.
- ERGAN B, TOKUR ME, ÇOBAN S, TURSUNOĞLU S, ERGÜN R, ERGÜN D, ÇOMOĞLU S (2016). Farklı Yoğun Bakım Ünitelerinde Hemşire İş Yükünün Yoğun Bakım Mortalitesi ile İlişkisi. *Yoğun Bakım Dergisi*, **7**:21-7.
- ERGÜN YA, DEMİR H, SAĞNAK N (2007). Yoğun bakım hemşirelerinin görev tanımları ile ilgili çalışma. *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi*, **11(2)**: 102-113.

- ESMAEILI R, MOOSAZADEH M, ALIZADEH M, AFSHARI M (2015). A systematic review of the workload of nurses in intensive care units using NAS. *Acta Medica Mediterranea*, **31(7)**: 1455-60.
- EVANS GW, UNGER E, GOR TB (1996). A simulation model for evaluating personnel schedules in a hospital emergency department. In Simulation Conference, 1996. Proceedings. Winter (pp. 1205-1209). IEEE.
- FEI H, CHU C, MESKENS N (2009). Solving a tactical operating room planning problem by a column-generation-based heuristic procedure with four criteria. *Annals of Operations Research*, **166(1)**: 91.
- FERLAND JA, BERRADA I, NABLI I, AHIOD B, MICHELON P, GASCON V, GAGNÉ É (2001). Generalized assignment type goal programming problem: Application to nurse scheduling. *Journal of Heuristics*, **7(4)**: 391-413.
- FİKAR C, HIRSCH P (2017). Home health care routing and scheduling: A review. *Computers & Operations Research*, **77**: 86-95.
- GLASS CA, KNIGHT RA (2010). The nurse rostering problem: A critical appraisal of the problem structure. *European Journal of Operational Research*, **202(2)**: 379-389.
- GUTJAHR WJ, RAUNER MS (2007). An ACO algorithm for a dynamic regional nursescheduling problem in Austria. *Computers & Operations Research*, **34(3)**: 642-666.
- GÜLER MG, İDİ K, GÜLER EY (2013). A goal programming model for scheduling residents in an anesthesia and reanimation department. *Expert Systems with Applications*, **40(6)**: 2117-2126.
- GÜNGÖR İ (2002). Hemşire görevlendirme ve çizelgeleme sorununa bir model önerisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, **7(2)**.
- GÜNÜŞEN N, ÜSTÜN B (2010). Türkiye'de ikinci basamak sağlık hizmetlerinde çalışan hemşire ve hekimlerde tükenmişlik: Literatür incelemesi. *DEUHYO-ED*, **3(1)**: 40-51.
- HAYES D K, NINEMEIER J D (2009). HUMAN RESOURCES MANAGEMENT IN THE HOSPITALITY INDUSTRY. John Wiley & Sons.
- HIERMANN G, PRANDTSTETTER M, RENDL A, PUCHINGER J, RAIDL GR (2015). Metaheuristics for solving a multimodal home-healthcare scheduling problem. *Central European Journal of Operations Research*, **23(1)**: 89-113.

- HSU VN, DE MATTA R, LEE CY (2003). Scheduling patients in an ambulatory surgical center. *Naval Research Logistics (NRL)*, **50(3)**: 218-238.
- HUANG YC, HSIEH YH, HSIA FY (2016). A study on nurse day-off scheduling under the consideration of binary preference. *Journal of Industrial and Production Engineering*, **33(6)**: 363-372.
- HWANG CL, YOON K (1981). LECTURE NOTES IN ECONOMICS AND MATHEMATICAL SYSTEMS. MULTIPLE ATTRIBUTE DECISION MAKING METHODS AND APPLICATIONS, Ed.: Beckmann M, Künzi HP. Springer-Verlag, Berlin- Heidelberg.
- HWANG CL, YOON K (1981). Methods for multiple attribute decision making. In Multiple attribute decision making (pp. 58-191). Springer, Berlin, Heidelberg.
- HYNES P, PINTO M, FORTIER W, BENNETT J (2007). The standardization of critical care nursing education and training: Strategies for advancing clinical practice in Ontario's adult ICUs. *Dynamics*, **18(1)**.
- IKEGAMI A, NIWA A (2003). A subproblem-centric model and approach to the nurse scheduling problem. *Mathematical programming*, **97(3)**: 517-541.
- INOUE T, FURUHASHI T, MAEDA H, TAKABA M (2003). A proposal of combined method of evolutionary algorithm and heuristics for nurse scheduling support system. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, **50(5)**: 833-838.
- ISHIKAWA K (1968). Guide to Quality Control. Tokyo, p.p.20, Japan: Asian Productivity Organization.
- İSMAİL WR, JENAL R (2013). Master plan nurse duty roster using the 0-1 goal programming technique. In AIP Conference Proceedings (Vol. 1522, No. 1, pp. 1394-1400). AIP.
- JAUMARD B, SEMET F, VOVOR T (1998). A generalized linear programming model for nurse scheduling. *European journal of operational research*, **107(1)**: 1-18.
- KARAATLI M, GÜNGÖR İ (2010). Hemşire çizelgeleme sorununa bir çözüm önerisi ve bir uygulama. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, **2(1)**.
- KARAYEL SD, ATMACA E (2017). Özel Bir Hastane için Hemşire Çizelgeleme Problemi. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, **21(2)**: 111-132.

KAVUNCUBAŞI Ş, YILDIRIM S (2015). HASTANE VE SAĞLIK KURUMLARI YÖNETİMİ. Siyasal Kitabevi.

KAYA N, KAYA H, AYIK SE, UYGUR E (2010). Bir devlet hastanesinde çalışan hemşirelerde tükenmişlik. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, **7(1)**: 401-419.

KIEKKAS P, SAKELLAROPOULOS GC, BROKALAKI H, MANOLIS E, SAMIOS A, SKARTSANI C, BALTOPOULOS GI (2008). Association between nursing workload and mortality of intensive care unit patients. *Journal of nursing scholarship*, **40(4)**: 385-390.

KILIÇ B. (2007). Türkiye için sağlık insangücü planlaması ve istihdam politikaları. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, **6(6)**: 501-514.

KWIECIEŃ K, WUJTEWICZ M, MEĐRZYCKA-DĄBROWSKA W (2012). Selected methods of measuring workload among intensive care nursing staff. *International journal of occupational medicine and environmental health*, **25(3)**: 209-217.

LAC G, CHAMOUX A (2004). Biological and psychological responses to two rapid shiftwork schedules. *Ergonomics*, **47(12)**: 1339-1349.

LI J, AICKELIN U, BURKE EK (2009). A component-based heuristic search method with evolutionary eliminations for hospital personnel scheduling. *INFORMS Journal on Computing*, **21(3)**: 468-479.

LI J, BURKE EK, CURTOIS T, PETROVIC S, QU R (2012). The falling tide algorithm: a new multi-objective approach for complex workforce scheduling. *Omega*, **40(3)**: 283-293.

LIAO CJ, KAO CY (1997). Scheduling nursing personnel on a microcomputer. *Health manpower management*, **23(3)**: 100-106.

LIN CC, KANG JR, HSU TH (2015). A memetic algorithm with recovery scheme for nurse preference scheduling. *Journal of Industrial and Production Engineering*, **32(2)**: 83-95.

LIN CC, KANG JR, LIU WY, DENG DJ (2014a). Modelling a nurse shift schedule with multiple preference ranks for shifts and days-off. *Mathematical Problems in Engineering*.

LIN CKY (1999). Microcomputer-based workforce scheduling for hospital porters. *Journal of management in medicine*, **13(4)**: 251-262.

- LIN SH, LIAO WC, CHEN MY, FAN JY (2014b). The impact of shift work on nurses' job stress, sleep quality and self- perceived health status. *Journal of nursing management*, **22(5)**: 604-612.
- Lİ J, AİCKELİN U (2003). A Bayesian optimization algorithm for the nurse scheduling problem. In *Evolutionary Computation, 2003. CEC'03. The 2003 Congress on (Vol. 3, pp. 2149-2156)*. IEEE.
- LU Z, HAO JK (2012). Adaptive neighborhood search for nurse rostering. *European Journal of Operational Research*, **218(3)**: 865-876.
- MAENHOUT B, VANHOUCKE M (2010). Branching strategies in a branch-and-price approach for a multiple objective nurse scheduling problem. *Journal of Scheduling*, **13(1)**: 77-93.
- MAENHOUT B, VANHOUCKE M (2011). An evolutionary approach for the nurse rostering problem. *Computers & Operations Research*, **38(10)**: 1400-1411.
- MAENHOUT B, VANHOUCKE M (2013). An integrated nurse staffing and scheduling analysis for longer-term nursing staff allocation problems. *Omega*, **41(2)**: 485-499.
- MAENHOUT B, VANHOUCKE M (2008). Comparison and hybridization of crossover operators for the nurse scheduling problem. *Annals of Operations Research*, **159(1)**: 333-353.
- MAKRIDAKIS S, ANDERSEN A, CARBONE R, FILDES R, HIBON M, LEWANDOWSKI R, WINKLER R (1982). The accuracy of extrapolation (time series) methods: Results of a forecasting competition. *Journal of forecasting*, **1(2)**: 111-153.
- MAKRIDAKIS S, WHEELWRIGHT S C, HYNDMAN R J (2008). *FORECASTING METHODS AND APPLICATIONS*. John wiley & sons.
- MILLAR HH, KIRAGU M (1998). Cyclic and non-cyclic scheduling of 12 h shift nurses by network programming. *European journal of operational research*, **104(3)**: 582-592.
- MILLER HE, PIERSKALLA WP, RATH GJ (1976). Nurse scheduling using mathematical programming. *Operations Research*, **24(5)**: 857-870.
- MOZ M, PATO MV (2004). Solving the problem of rostering nurse schedules with hard constraints: new multicommodity flow models. *Annals of Operations Research*, **128(1-4)**: 179-197.

- MOZ M, PATO MV (2007). A genetic algorithm approach to a nurse rostering problem. *Computers & Operations Research*, **34(3)**: 667-691.
- MUTINGI M, MBOHWA C (2015). Nurse Scheduling: A Fuzzy multi-criteria simulated metamorphosis approach. *Engineering Letters*, **23(3)**.
- NARLI M, OĞULATA SN (2007). Hemşirelerin çalışma vardiyalarının değerlendirilmesi ve çizelgelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, **7**: 447460.
- NIJKAMP P, VAN DELFT A (1977). Multi-criteria analysis and regional decision-making (Vol. 8). Springer Science & Business Media.
- NURGÜL B, ÖZDEMİR N M, TAMER E (2012). 0-1 Hedef Programlama ve ANP Yöntemi ile Hemşire Çizelgeleme Problemi Çözümü. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, **4(1)**: 2-6.
- OECD (2013). Health Workforce Planning in OECD Countries: A Review of 26 Projection Models From 18 Countries. Working Paper No.62. Erişim adresi: [https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-workforce-planning-in-oecd-countries_5k44t787zcwd-en]. Erişim tarihi: 01.08.2020
- OLIVEIRA A C D, GARCIA P C, NOGUEIRA L D S (2016). Nursing workload and occurrence of adverse events in intensive care: a systematic review. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, **50(4)**: 683-694.
- ÖZCAN E (2005). Memetic algorithms for nurse rostering. In International Symposium on Computer and Inform
- ÖZKAN Ö, KOÇYİĞİT Z, ÜNİZİLE ŞEN (2013). ÖZEL HASTANELERDE ÇALIŞAN HEMŞİRELERİN ÇALIŞMA KOŞULLARI. *Cumhuriyet Hemşirelik Dergisi*, **2(1)**: 15-25.
- ÖZKAN Ş, UYDACI M (2015). Türkiye’de sağlık sektöründe insan kaynakları sisteminin incelemesi. *Öneri Dergisi*, **11(44)**: 221-238.
- ÖZTÜRK R, GÜLEÇ D, GÜNERİ SE, SEVİL Ü, GÜRMEN N (2013). Hemşirelerin iş yaşamı kaliteleri ile hasta memnuniyeti arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, **2(3)**: 167-174.
- ÖZTÜRKÖĞLU Y, ÇALIŞKAN F (2014). Hemşire çizelgelemesinde esnek vardiya planlaması ve hastane uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, **16(1)**: 115133.

- PADILHA K G, SOUSA R M C, KIMURA M, MIYADAHIRA A M K, DA CRUZ, D A L M, DE FÁTIMA, VATTIMO M, MAYOR E R C (2007). Nursing workload in intensive care units: a study using the Therapeutic Intervention Scoring System-28 (TISS-28). *Intensive and Critical Care Nursing*, **23(3)**: 162-169.
- PARR D, THOMPSON JM (2007). Solving the multi-objective nurse scheduling problem with a weighted cost function. *Annals of Operations Research*, **155(1)**: 279-288.
- PATO MV, MOZ M (2008). Solving a bi-objective nurse rostering problem by using a utopic Pareto genetic heuristic. *Journal of Heuristics*, **14(4)**: 359-374.
- PETROVIC S, BERGHE GV (2012). A comparison of two approaches to nurse rostering problems. *Annals of Operations Research*, **194(1)**: 365-384.
- PUENTE J, GÓMEZ A, FERNÁNDEZ I, PRIORE P (2009). Medical doctor rostering problem in a hospital emergency department by means of genetic algorithms. *Computers & Industrial Engineering*, **56(4)**: 1232-1242.
- PUNNAKITIKASHEM P, ROSENBERBER JM, BUCKLEY-BEHAN DF (2013). A stochastic programming approach for integrated nurse staffing and assignment. *IIE Transactions*, **45(10)**: 1059-1076.
- PURNOMO HW, BARD JF (2007). Cyclic preference scheduling for nurses using branch and price. *Naval Research Logistics (NRL)*, **54(2)**: 200-220.
- RAIS A, VIANA A (2011). Operations research in healthcare: a survey. *International transactions in operational research*, **18(1)**: 1-31.
- RAO RV (2007). DECISION MAKING IN THE MANUFACTURING ENVIRONMENT: USING GRAPH THEORY AND FUZZY MULTIPLE ATTRIBUTE DECISION MAKING METHODS. Springer Science & Business Media.
- RAO RV (2007). Decision making in the manufacturing environment: using graph theory and fuzzy multiple attribute decision making methods. *Springer Science & Business Media*.
- SAATY TL (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*, **15(3)**: 234-281.
- SABUNCU N, GÜLSEVEN B, KARABACAK Ü (1999). Yoğun bakım ünitelerinde çalışan hemşirelerin stres kaynaklarının belirlenmesi. *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi*, **3(1)**: 10-14.

- SADULLAH Ö, UYARGİL C, ACAR A C, ÖZÇELİK A O, DÜNDAR G, ATAAY İ D, ADAL Z, TÜZÜNER L (2015). İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİ. Beta Yayınevi.
- SEAGO J A, ASH M, SPETZ J, COFFMAN J, GRUMBACH K (2001). Hospital registered nurse shortages: environmental, patient, and institutional predictors. *Health Services Research*, **36(5)**: 831.
- SEVİNÇ S, TÜRKMEN E, İLHAN M (2014). The nursing workforce in critical care units in university and private hospitals in turkey/türkiye'deki üniversite ve özel hastanelerdeki yoğun bakım ünitelerinde hemşire iş gücü. *Dahili ve Cerrahi Bilimler Yoğun Bakım Dergisi*, **5(1)**: 5.
- SHAHIDIN AM, SAID MSM, SAID NHM, SAZALI NIA (2017). Developing optimal nurses work schedule using integer programming. In AIP Conference Proceedings (Vol. 1870, No. 1, p. 040031). AIP Publishing.
- SHAHNAZARİ-SHAHREZAEİ P, TAVAKKOLİ-MOGHADDAM R, AZARKİSH M, SADEGHNEJAD-BARKOUSARAİE A (2012). A differential evolution algorithm developed for a nurse scheduling problem. *South African Journal of Industrial Engineering*, **23(3)**: 68-90.
- SHANNON CE, WEAVER W (1947). The Mathematical Theory of Communication, The University of Illinois Press, Urbana, **111**.
- SHIH HS, SHYUR HJ, LEE ES (2007). An extension of TOPSIS for group decision making. *Mathematical and computer modelling*, **45(7-8)**: 801-813.
- SMET P, BİLGİN B, DE CAUSMAECKER P, BERGHE GV (2014). Modelling and evaluation issues in nurse rostering. *Annals of Operations Research*, **218(1)**: 303-326.
- SMET P, WAUTERS T, MIHAYLOV M, BERGHE GV (2014). The shift minimisation personnel task scheduling problem: A new hybrid approach and computational insights. *Omega*, **46**: 6473.
- SÖYÜK S (2001). Yoğun Bakım ve Acil Ünitelerinde Çalışan Hemşirelerin Motivasyonlarını Artırmak İçin Neler Yapılabilir? *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi*, **5(1)**: 24-27.
- STEVENS SS (1959). "Measurement, Psychophysics, and Utility," in C. W. Churchman and P. Ratoosh (eds.), *Measurement--Definitions and Theories*, pp. 18-63, Wiley,

- SUNDARI V E, MARDIYATI S (2017). Solving cyclical nurse scheduling problem using preemptive goal programming. In AIP Conference Proceedings (Vol. 1862, No. 1, p. 030132). AIP Publishing.
- ŞAHİNER M, AKTÜRK M S, ÜNLÜSOY S, BEDİR N, VARLI E, EREN T (2017). Hemşire Çizelgeleme İçin Model Önerisi: Örnek Uygulama. Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi.
- ŞANTAŞ F, ÖZLEM Ö, ÇIRAKLI Ü (2012). Türk kalkınma planlarında sağlık insan gücü planlaması. Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi, **2(2)**: 45-59.
- T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI (1996). SAĞLIK İNSANGÜCÜ MEVCUT DURUM RAPORU, Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, Ankara.
- T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI (2011). SAĞLIKTA İNSAN KAYNAKLARI 2023 VİZYONU, Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıhha Mektebi Müdürlüğü, Ankara.
- T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI (2014). TÜRKİYE'DE SAĞLIK EĞİTİMİ VE SAĞLIK İNSANGÜCÜ DURUM RAPORU, Eskişehir.
- T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI (2018). SAĞLIK İSTATİSTİKLERİ YILLIĞI, Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Ankara
- TAKAHASHI M, IWAKIRI K, SOTOYAMA M, HIGUCHI S, KIGUCHI M, HIRATA M, NISHIYAMA K (2008). Work schedule differences in sleep problems of nursing home caregivers. *Applied Ergonomics*, **39(5)**: 597-604.
- TAYFUR E, TAAFFE K (2009). A model for allocating resources during hospital evacuations. *Computers & Industrial Engineering*, **57(4)**: 1313-1323.
- TOPALOĞLU S (2006). A multi-objective programming model for scheduling emergency medicine residents. *Computers & Industrial Engineering*, **51(3)**: 375-388.
- TOPALOĞLU S (2009). A shift scheduling model for employees with different seniority levels and an application in healthcare. *European Journal of Operational Research*, **198(3)**: 943-957.
- TOPALOĞLU S, OZKARAHAN I (2004). An implicit goal programming model for the tour scheduling problem considering the employee work preferences. *Annals of Operations Research*, **128(1-4)**: 135-158.
- TOPALOĞLU S, SELİM H (2010). Nurse scheduling using fuzzy modeling approach. *Fuzzy Sets and Systems*, **161(11)**: 1543-1563.

- TORGERSON WS (1958). Theory and Methods of Scaling, Wiley, New York,
- TRAUTSAMWIESER A, HIRSCH P (2014). A Branch- Price- and- Cut approach for solving the medium- term home health care planning problem. *Networks*, **64(3)**: 143-159.
- TSAI CC, LI SH (2009). A two-stage modeling with genetic algorithms for the nurse scheduling problem. *Expert Systems with Applications*, **36(5)**: 9506-9512.
- TZENG GH, HUANG JJ (2011). Multiple attribute decision making: methods and applications. Chapman and Hall/CRC.
- TZENG GH, HUANG JJ (2011). MULTIPLE ATTRIBUTE DECISION MAKING: METHODS AND APPLICATIONS. CRC press.
- ÜLGEN H, MİRZE S K (2013). İŞLETMELERDE STRATEJİK YÖNETİM, 8.Baskı, Beta Yayıncılık.
- ÜSTÜN Y, YÜCEL ŞÇ (2011). Hemşirelerin uyku kalitesinin incelenmesi. *Maltepe Üniversitesi Hemşirelik Bilim ve Sanatı Dergisi*, **4(1)**: 29-38.
- 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(2)**: 425-433.
- VANHOUCKE M, MAENHOUT B (2007). NSPLib—A nurse scheduling problem library: a tool to evaluate (meta-) heuristic procedures. In Operational research for health policy: making better decisions, proceedings of the 31st annual meeting of the working group on operations research applied to health services (pp. 151-165).
- VANHOUCKE M, MAENHOUT B (2009). On the characterization and generation of nurse scheduling problem instances. *European Journal of Operational Research*, **196(2)**: 457-467.
- VARLI E, ERGİŞİ B, EREN T (2017). Özel Kısıtlı Hemşire Çizelgeleme Problemi: Hedef Programlama Yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, **(49)**: 189-206.
- VARLI E, TAMER E (2017a). Vardiya Çizelgeleme Problemi ve Bir Örnek Uygulama. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, **10(2)**: 185-197.
- VARLI E, TAMER E (2017b). Hemşire Çizelgeleme Problemi ve Hastanede Bir Uygulama. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, **5(1)**: 34-40.

- WANG SP, HSIEH YK, ZHUANG ZY, OU NC (2014). Solving an outpatient nurse scheduling problem by binary goal programming. *Journal of Industrial and Production Engineering*, **31(1)**: 41-50.
- WARNER DM, PRAWDA J (1972). A mathematical programming model for scheduling nursing personnel in a hospital. *Management Science*, **19(4-part-1)**: 411-422.
- WIDYASTITI M, AMAN A, BAKHTIAR T (2016). Nurses Scheduling by Considering the Qualification using Integer Linear Programming. *Telkomnika* (Telecommunication Computing Electronics and Control), **14(3)**: 933-940.
- WINSTON WL (2003). OPERATIONS RESEARCH: APPLICATIONS AND ALGORITHMS (Vol. 4). Cengage Learning, Inc /Thomson Brooks/Cole.
- WINSTON WL, GOLDBERG JB (2004). OPERATIONS RESEARCH: APPLICATIONS AND ALGORITHMS (Vol. 3). Belmont: Thomson Brooks/Cole.
- WONG TC, XU M, CHIN KS (2014). A two-stage heuristic approach for nurse scheduling problem: A case study in an emergency department. *Computers & Operations Research*, **51**: 99-110.
- WRIGHT PD, BRETTHAUER KM (2010). Strategies for addressing the nursing shortage: Coordinated decision making and workforce flexibility. *Decision Sciences*, **41(2)**: 373-401.
- WRIGHT PD, BRETTHAUER KM, CÔTÉ MJ (2006). Reexamining the nurse scheduling problem: Staffing ratios and nursing shortages. *Decision Sciences*, **37(1)**: 39-70.
- WRIGHT PD, MAHAR S (2013). Centralized nurse scheduling to simultaneously improve schedule cost and nurse satisfaction. *Omega*, **41(6)**: 1042-1052.
- XIANG W, YIN J, LIM G (2015). A short-term operating room surgery scheduling problem integrating multiple nurses roster constraints. *Artificial intelligence in medicine*, **63(2)**: 91-106.
- YAFFEE R A, MCGEE M (2000). INTRODUCTION TO TIME SERIES ANALYSIS AND FORECASTING WITH APPLICATIONS OF SAS AND SPSS. Academic Press.
- YAPRAK E (2009). Hemşirelerin işten ayrılma niyetlerini belirleyen faktörler: Örgüt iklimi, sosyodemografik ve çalışma özellikleri (Doctoral dissertation, DEÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

YILGÖR E (2006). Sağlıkta insangücü planlaması nasıl yapılmalı. XII. TIPTA UZMANLIK EĞİTİMİ KURULTAYI, 24.

YILMAZ E, ÖZKAN S (2006). Bir İlçede Çalışan Hemşirelerin Sağlık Sorunları ve Yaşam Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi. *Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi*, **1(3)**: 81-99.

YOUNG C, WHITE M, DORRINGTON M (2018). Nurse Staffing Improvements Through Interprofessional Strategic Workforce Action Planning. *Nursing Economics*, **36(4)**: 163.

YÜZÜGÜLLÜ D A, AYTAÇ N, AKBABA M (2018). Bir üniversite hastanesinin yoğun bakım ünitesi hemşirelerinde yaşam kalitesi, iş kazaları ve vardiyalı çalışmanın etkileri. *Sakarya Tıp Dergisi*, **8(1)**: 99-107.

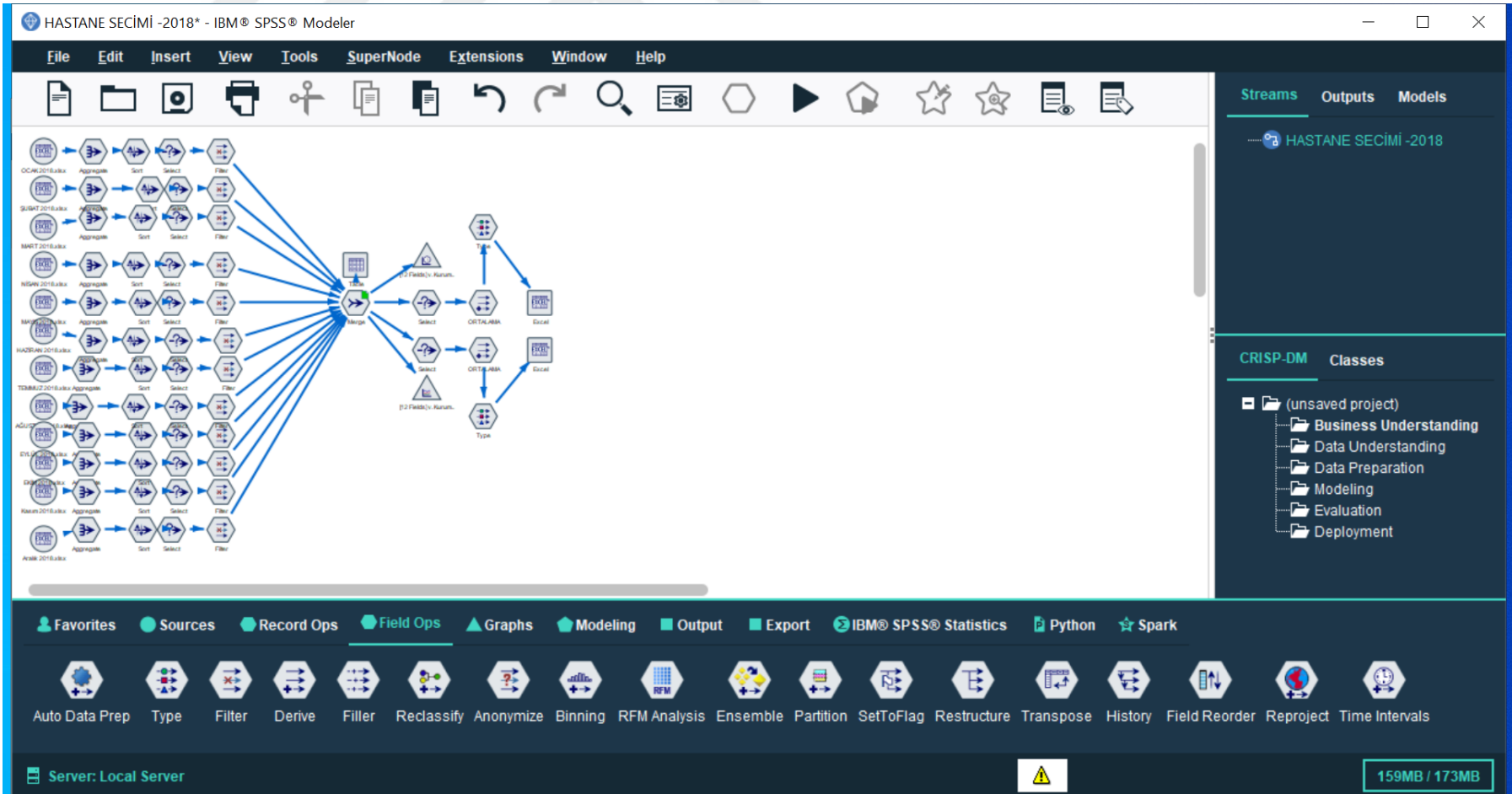
ZHOU J, FAN Y, ZENG H (2012). A Nurse Scheduling Approach Based On Set Pair Analysis. *International Journal of Industrial Engineering*, **19(9)**.

EKLER

Ek-1. TSİM Veri Talebi Resmi Yazısı

 T.C. Sağlık Bakanlığı	T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü	SAGLIK HIZMETLERI GENEL MUDURLUGU - YATIRAK SAGLIK HIZMETLERI PLANLAMA DAİRESİ BAŞKANLIĞI 09/12/2018 09:39 - 11613162 - 622.03 - E-398  00012146391
Sayı : 11613162-622.03 Konu : Doktora Tezinde Kullanmak Amacıyla Veri Talep Edilmesi Hk.		
Sn. Orhan PARILDAR (Kutlu Mah. 449.Sk No:23/12 Akdere Mamak/ANKARA)		
İlgi : 06/12/2018 tarih ve 64047795-000-93 sayılı dilekçeniz. İlgide dilekçeniz incelenmiştir. Doktora tezinizde kullanmak amacıyla talep ettiğiniz Bakanlığımız TSİM verilerinin tarafınıza verilmesi Genel Müdürlüğümüzce uygun görülmüş olup söz konusu veriler yazımız ilişişindeki CD de yer almaktadır. Bilgilerinizi rica ederim.		
Dr. Muhammed Ertuğrul EĞİN Genel Müdür Yardımcısı		
Ek: Bir Adet CD		
Yatırak Sağlık Hizmetleri Dairesi Başkanlığı Üniversiteler Mah. 1604.cad No:9 Bilkent Çankaya ANKARA Faks No: e-Posta:cesur.toprak@saglik.gov.tr İnt Adresi: -	Bilgi için: Cesur TOPRAK Unvan: UZMAN YARDIMCISI Telefon No: 0 312 471 7795	
Evrakın elektronik imzalı suretine http://e-belge.saglik.gov.tr adresinden 82808ccf-a405-4357-bf93-388ff08ae1c9 kodu ile erişebilirsiniz. Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanuna göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.		

-2. SPSS Modeller ile Yatak Doluluk Oranı Analizi



Ek-3. Uygulama Yerinden Resmi İzin Yazısı

	T.C. ANKARA VALİLİĞİ İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ Sağlık Bakanlığı Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi	T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI DIŞKAPI YILDIRIM BEYAZIT EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ - T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI DIŞKAPI YILDIRIM BEYAZIT EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ 28/05/2019 07:35 - 41303261-799 - E.5317 
Sayı : 41303261-799 Konu : Orhan PARILDAR (Tez Çalışması)		
DAĞITIM YERLERİNE		
İlgi: 15.05.2019 tarih ve E.841 sayılı Ankara İl Sağlık Müdürlüğü Sağlık Hizmetleri Başkanlığı Sağlığın Geliştirilmesi Birimi yazısı.		
Ankara Üniversitesi Sağlık Yönetimi Anabilim Dalı doktora öğrencisi Orhan PARILDAR'ın "Hemşire Görevlendirme ve Çizelgeleme Problemlerinin Winter Metodu AHP-Topsis Yöntemleri Entegrasyonu ve Hedef Programlama Modeli İle Çözümü: Yoğun Bakım Ünitelerine Yönelik Bir Model Önerisi" konulu tez çalışmasının uygulamasını Kurumumuzda yapması uygun görülmüştür. Gereğini bilgilerinize arz ederim.		
e-imzalıdır. Uz.Dr. Ali YALÇINDAĞ Başhekim a. Başhekim Yardımcısı		
Dağıtım: Gereği: Ankara Üniversitesi Sağlık Yönetimi Anabilim Dalı	Bilgi: Ankara İl Sağlık Müdürlüğü Sağlık Hizmetleri Başkanlığı Sağlığın Geliştirilmesi Birimi	
Dışkapı Yıldırım Beyazıt E.A.H. Telefon: Faks No: e-Posta: fatma.erduran@saglik.gov.tr Evrakın elektronik imzalı suretine http://e-belge.saglik.gov.tr adresinden c0463852-1920-4150-a0c3-0f6b02324019 kodu ile erişebilirsiniz. Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanuna göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.	Bilgi için: Fatma ERDURAN TIBBİ TEKNOLOG Telefon No: 596 20 00 (2026)	

Ek-4. Hemşire Çizelgeleme Kriter Ağırlığı Belirleme Formu

Sayın Yetkili,

Bu kriter/faktör belirleme formu, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsünde yürütülmekte olan “**HEMŞİRE GÖREVLENDİRME VE ÇİZELGELEME PROBLEMLERİNİN SAYISAL YÖNTEMLERLE ÇÖZÜMÜ: YOĞUN BAKIM ÜNİTELERİNE YÖNELİK BİR MODEL ÖNERİSİ**” başlıklı Doktora Tezi kapsamında kullanılmak üzere hazırlanmıştır.

Vereceğiniz cevaplar tespit edilen 8 kriter bazında;

- Yoğun Bakım Servisinde görevli hemşirelerin yetenek düzeyi temelinde değerlendirmesi ve ağırlıklandırılması,
- Matematiksel model ile çizelgeleme probleminde kısıt olarak ele alınması, sağlanacaktır.

Forma vereceğiniz cevaplar araştırmanın amacına ulaşmasına katkı sağlayacaktır. İlgi ve katkılarınız için şimdiden çok teşekkür ederiz.

Soruda değerlendirmeyi yaparken kullanacağınız puanlama skalası ve bu skalanın kullanımı ile ilgili genel bilgiler aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

PUAN	TANIM
1	Eşitlik
3	Az önemli (Az üstün olma hali)
5	Oldukça önemli (Oldukça üstün olma hali)
7	Çok önemli (Çok üstün olma hali)
9	Son derece önemli (Kesin üstün olma hali)
2, 4, 6, 8	Ara değerler (İki tek sayının arasında kaldığınız durumlarda kullanılır)

Örnek 1: Tecrübe Yılı = Ekip Çalışmasına Yatkınlık

“Tecrübe Yılı ” ve “Ekip Çalışmasına Yatkınlık” kriterlerini karşılaştırırken iki kriterin de “*eşit*” öneme sahip olduğunu düşünüyorsanız ortadaki “1” sayısını işaretlemeniz gerekmektedir.

Ek-4. Devam. Hemşire Çizelgeleme Kriter Ağırlığı Belirleme Formu

Tecrübe Yılı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ekip Çalışmasına Yatkınlık
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------------------------

Örnek 2: Tecrübe Yılı > Ekip Çalışmasına Yatkınlık

Kriterleri karşılaştırırken sol taraftaki “Tecrübe Yılı” kriterinin, sağ taraftaki “Ekip Çalışmasına Yatkınlık” kriterine üstünlüğünün “*çok önemli*” olduğunu düşünüyorsanız sol taraftaki “7” sayısını işaretlemeniz gerekmektedir.

Tecrübe Yılı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ekip Çalışmasına Yatkınlık
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------------------------

Örnek 3: Tecrübe Yılı < Ekip Çalışmasına Yatkınlık

Kriterleri karşılaştırırken sağ taraftaki “Ekip Çalışmasına Yatkınlık” kriterinin sol taraftaki “Tecrübe Yılı” kriterine göre “*az önemli*” ile “*oldukça önemli*” arasında bir öneme sahip olduğunu düşünüyorsanız sağ taraftaki “4” sayısını işaretlemeniz gerekmektedir.

Tecrübe Yılı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ekip Çalışmasına Yatkınlık
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------------------------

Aşağıdaki kriterleri üstün kabul ettiğiniz kritere yukarıdaki tabloya göre önem puan derecesine göre karşılaştırarak, vermeyi uygun gördüğünüz ilgili puanı kutucuğunu işaretleyiniz.

1.A-1) Sertifika/ Eğitim:	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1.A-2) Tecrübe Yılı / Deneyim
1.A-1) Sertifika/ Eğitim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1.A-3) Yoğun Bakım Servisindeki Deneyim
1.A-1) Sertifika/ Eğitim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1.A-4) Öğrenim Durumu
1.A-1) Sertifika/ Eğitim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1.B-1) Ekip Çalışmasına Yatkınlık

1.A-1) Sertifika/ Eğitim	9 ☐	8 ☐	7 ☐	6 ☐	5 ☐	4 ☐	3 ☐	2 ☐	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐	1.B-2) Kriz ve Risk Yönetimi Yapabilme Yatkınlığı
1.A-1) Sertifika/ Eğitim	9 ☐	8 ☐	7 ☐	6 ☐	5 ☐	4 ☐	3 ☐	2 ☐	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐	1.B-3) İletişim (Terapötik İletişim)
1.A-1) Sertifika/ Eğitim	9 ☐	8 ☐	7 ☐	6 ☐	5 ☐	4 ☐	3 ☐	2 ☐	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐	2.A-1) Sorumluluk Duygusu

1.A-2) Tecrübe Yılı / Deneyim	9 ☐	8 ☐	7 ☐	6 ☐	5 ☐	4 ☐	3 ☐	2 ☐	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐	1.A-3) Yoğun Bakım Servisindeki Deneyim
1.A-2) Tecrübe Yılı / Deneyim	9 ☐	8 ☐	7 ☐	6 ☐	5 ☐	4 ☐	3 ☐	2 ☐	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐	1.A-4) Öğrenim Durumu
1.A-2) Tecrübe Yılı / Deneyim	9 ☐	8 ☐	7 ☐	6 ☐	5 ☐	4 ☐	3 ☐	2 ☐	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐	1.B-1) Ekip Çalışmasına Yatkınlık
1.A-2) Tecrübe Yılı / Deneyim	9 ☐	8 ☐	7 ☐	6 ☐	5 ☐	4 ☐	3 ☐	2 ☐	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐	1.B-2) Kriz ve Risk Yönetimi Yapabilme Yatkınlığı
1.A-2) Tecrübe Yılı / Deneyim	9 ☐	8 ☐	7 ☐	6 ☐	5 ☐	4 ☐	3 ☐	2 ☐	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐	1.B-3) İletişim (Terapötik İletişim)
1.A-2) Tecrübe Yılı / Deneyim	9 ☐	8 ☐	7 ☐	6 ☐	5 ☐	4 ☐	3 ☐	2 ☐	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐	2.A-1) Sorumluluk Duygusu

1.A-3) Yoğun Bakım Servisindeki Deneyim	9 ☐	8 ☐	7 ☐	6 ☐	5 ☐	4 ☐	3 ☐	2 ☐	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐	1.A-4) Öğrenim Durumu
1.A-3) Yoğun Bakım Servisindeki Deneyim	9 ☐	8 ☐	7 ☐	6 ☐	5 ☐	4 ☐	3 ☐	2 ☐	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐	1.B-1) Ekip Çalışmasına Yatkınlık
1.A-3) Yoğun Bakım Servisindeki Deneyim	9 ☐	8 ☐	7 ☐	6 ☐	5 ☐	4 ☐	3 ☐	2 ☐	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐	1.B-2) Kriz ve Risk Yönetimi Yapabilme Yatkınlığı
1.A-3) Yoğun Bakım Servisindeki Deneyim	9 ☐	8 ☐	7 ☐	6 ☐	5 ☐	4 ☐	3 ☐	2 ☐	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐	8 ☐	9 ☐	1.B-3) İletişim (Terapötik İletişim)

1.A-3) Yoğun Bakım Servisindeki Deneyim	9 □	8 □	7 □	6 □	5 □	4 □	3 □	2 □	1 □	2 □	3 □	4 □	5 □	6 □	7 □	8 □	9 □	2.A-1) Sorumluluk Duygusu
--	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------------------------------

1.A-4) Öğrenim Durumu	9 □	8 □	7 □	6 □	5 □	4 □	3 □	2 □	1 □	2 □	3 □	4 □	5 □	6 □	7 □	8 □	9 □	1.B-1) Ekip Çalışmasına Yatkınlık
1.A-4) Öğrenim Durumu	9 □	8 □	7 □	6 □	5 □	4 □	3 □	2 □	1 □	2 □	3 □	4 □	5 □	6 □	7 □	8 □	9 □	1.B-2) Kriz ve Risk Yönetimi Yapabilme Yatkınlığı
1.A-4) Öğrenim Durumu	9 □	8 □	7 □	6 □	5 □	4 □	3 □	2 □	1 □	2 □	3 □	4 □	5 □	6 □	7 □	8 □	9 □	1.B-3) İletişim (Terapötik İletişim)
1.A-4) Öğrenim Durumu	9 □	8 □	7 □	6 □	5 □	4 □	3 □	2 □	1 □	2 □	3 □	4 □	5 □	6 □	7 □	8 □	9 □	2.A-1) Sorumluluk Duygusu)

1.B-1) Ekip Çalışmasına Yatkınlık	9 □	8 □	7 □	6 □	5 □	4 □	3 □	2 □	1 □	2 □	3 □	4 □	5 □	6 □	7 □	8 □	9 □	1.B-2) Kriz ve Risk Yönetimi Yapabilme Yatkınlığı
1.B-1) Ekip Çalışmasına Yatkınlık	9 □	8 □	7 □	6 □	5 □	4 □	3 □	2 □	1 □	2 □	3 □	4 □	5 □	6 □	7 □	8 □	9 □	1.B-3) İletişim (Terapötik İletişim)
1.B-1) Ekip Çalışmasına Yatkınlık	9 □	8 □	7 □	6 □	5 □	4 □	3 □	2 □	1 □	2 □	3 □	4 □	5 □	6 □	7 □	8 □	9 □	2.A-1) Sorumluluk Duygusu)

1.B-2) Kriz ve Risk Yönetimi Yapabilme Yatkınlığı	9 □	8 □	7 □	6 □	5 □	4 □	3 □	2 □	1 □	2 □	3 □	4 □	5 □	6 □	7 □	8 □	9 □	1.B-3) İletişim (Terapötik İletişim)
1.B-2) Kriz ve Risk Yönetimi Yapabilme Yatkınlığı	9 □	8 □	7 □	6 □	5 □	4 □	3 □	2 □	1 □	2 □	3 □	4 □	5 □	6 □	7 □	8 □	9 □	2.A-1) Sorumluluk Duygusu)

1.B-3) İletişim (Terapötik İletişim)	9 □	8 □	7 □	6 □	5 □	4 □	3 □	2 □	1 □	2 □	3 □	4 □	5 □	6 □	7 □	8 □	9 □	2.A-1) Sorumluluk Duygusu)
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	----------------------------------

Ek-5. TOPSIS Yönteminde Kullanılmak Üzere Faktörlere Göre Puan Skalası

Bu doktora tez çalışmasında, yoğun bakım hemşirelerinin işgücü yetenek düzeylerinin AHP-TOPSIS entegrasyonu ile değerlendirilmesi için, öncelikli olarak karşılaştırma matrislerinde kullanılacak şekilde belirlenen 2 ana başlık ve 8 faktör puanlara dönüştürülmüştür. Aşağıda referans tablolar halinde sunulmuştur.

1.MAHARET : (Kişilerin işe kendileri ile getirmek zorunda oldukları bilgi ve yetenekler)

1.A) BİLGİ

1.A-1) Sertifika/Eğitim: Her hemşirenin iş hayatlarında aldıkları sertifikalar ve katıldıkları eğitim kurslarının toplamıdır.

Tanım	Derece	Puan
0-1 adet	1	5
2-3 adet	2	10
4-5 adet	3	15
5-6 adet	4	20
7'den fazla	5	25

1.A-2) Tecrübe Yılı/Deneyim: Her hemşirenin sağlık sisteminde çalıştığı toplam yılını göstermektedir.

Tanım	Derece	Puan
0-1 Yıl Arası	1	20
1-5 Yıl Arası	2	40
5-10 Yıl Arası	3	60
10-15 Yıl Arası	4	80
15 Yıl Ve Üstü	5	100

1.A-3) Yoğun Bakım Servisindeki Deneyim: Hemşirenin sadece ilgili bölümde (Yoğun Bakım Servisinde) çalıştığı yılı göstermektedir.

Tanım	Derece	Puan
0-1 Yıl Arası	1	20
1-5 Yıl Arası	2	40
5-10 Yıl Arası	3	60
10-15 Yıl Arası	4	80
15 Yıl Ve Üstü	5	100

1.A-4) Öğrenim Durumu:

Tanım	Derece	Puan
Lise	1	10
Yüksekokul	2	20
Lisans	3	30
Yükseklisans	4	40
Doktora	5	50

Ek-5. Devam. TOPSIS Yönteminde Kullanılmak Üzere Faktörlere Göre Puan Skalası

1.B) BECERİ

1.B-1) Ekip Çalışmasına Yatkınlık: İş Akışına Uyum Sağlama

Tanım	Derece	Puan
<i>Çok az</i>	1	25
<i>Az</i>	2	50
<i>Orta</i>	3	75
<i>İyi</i>	4	100
<i>Çok iyi</i>	5	125

1.B-2) Kriz ve Risk Yönetimi Yapabilme Yatkınlığı

Tanım	Derece	Puan
<i>Çok az</i>	1	15
<i>Az</i>	2	30
<i>Orta</i>	3	45
<i>İyi</i>	4	60
<i>Çok iyi</i>	5	75

1.B-3) İletişim (Terapötik İletişim);Terapötik ilişki ruh sağlığı çalışanın becerileri ile ilgili bir konu olmaktan ziyâde, ruh sağlığı çalışanlarının ve hastanın tutumları ve aralarındaki ilişkiyle ilgilidir. Hemşirelerin diğer çalışan personel ve hasta ile yakınları ile anlaşabilme ve çevresindekilere olan davranışları gibi konulardaki becerilerini puanlama yaparak dikkate alınması.

Tanım	Derece	Puan
<i>Çok az</i>	1	5
<i>Az</i>	2	15
<i>Orta</i>	3	30
<i>İyi</i>	4	45
<i>Çok iyi</i>	5	60

2. SORUMLULUK: (Kişilerin sebep olabilecekleri zarar ve ziyanlar)

2.A) KENDİ İŞİNDEKİ SORUMLULUK DUYGUSU

2.A-1) Yapılan iş

Tanım	Derece	Puan
<i>Çok az</i>	1	10
<i>Az</i>	2	20
<i>Orta</i>	3	30
<i>İyi</i>	4	40
<i>Çok iyi</i>	5	50

Ek-6. GAMS Modeli ve Çözümü

```
sets i /1*28/;
sets k /1*13/;
scalar OP /7/;
scalar bestobj;
scalar D /3/;
scalar N /3/;
Alias (i,j);
parameter P(k) AHS-TOPSIS YETENEK PUANI
/
1 10
2 5
3 5
4 4
5 8
6 2
7 4
8 3
9 6
10 4
11 5
12 7
13 8 /;
binary variables XD(i,k), XN(i,k),XR(i,k);
variable Z;
positive variables S1n(i), S1p(i), S2n(i), S2p(i), S3n(k), S3p(k), S4n(k), S4p(k);
Equations
amac,
kst1,
kst2,
kst3,
kst4,
kst5_1,
kst5_2,
kst5_3,
kst5_4,
kst7,
kst8_1,
kst8_2,
kst9,
kst10,
```

Ek-6. Devam. GAMS Modeli ve Çözümü

kst11,
kst12,
kst13,
kst14,
kst15,
kst16;

amac..Z=e= sum((i),S1n(i)) + sum((i),S1p(i)) + sum((i),S2n(i)) + sum((i),S2p(i)) +
sum((k),S3n(k)) + sum((k),S3p(k)) + sum((k),S4n(k)) + sum((k),S4p(k))
kst1(i)..sum(k,XD(i,k))+ S1n(i)-S1p(i) =e=D;
kst2(i)..sum(k,XN(i,k))+ S2n(i)-S2p(i) =e=N;
kst3(i,j,k)\$ (ord(i)+1=ord(j))..XN(i,k)+XD(j,k)=l=1;
kst4(k)..XR('6',k)+XR('7',k)+XR('13',k)+XR('14',k)+XR('20',k)+XR('21',k)+XR('27',
k) +XR('28',k)=g=4;
kst5_1(k)..XR('6',k)+XR('7',k)=g=1;
kst5_2(k)..XR('13',k)+XR('14',k)=g=1;
kst5_3(k)..XR('20',k)+XR('21',k)=g=1;
kst5_4(k)..XR('27',k)+XR('28',k)=g=1;
kst7(i,j,k)\$ (ord(i)+1=ord(j))..XN(i,k)+XN(j,k)=l=1;
kst8_1(i)..sum((k),P(k)*XD(i,k))=g=6;
kst8_2(i)..sum((k), P(k)*XN(i,k))=g=6;
kst9(k)..sum(i,8*XD(i,k))+ sum(i,16*XN(i,k))=g=160;
kst10(k)..sum(i,XD(i,k))+ S3n(k)-S3p(k) =e=6;
kst11(k)..sum(i,XN(i,k))+ S4n(k)-S4p(k) =e=7;
kst12 (i,k)..XD(i,k)+XN(i,k)+XR(i,k)=l=1;
kst13 ('3')..sum ((i)\$ (ord(i)<= OP),XD(i,'3'))=l=0;
kst14 ('5')..sum ((i),XN(i,'5'))=l=0;
kst15(i,k)\$ (ord(i)<=(card(i)-3))..XD(i,k)+ XD(i+1,k)+XD(i+2,k)+ XD(i+3,k)=l=3;
kst16(i,k)\$ (ord(i)<=(card(i)-3))..XN(i,k)+ XN(i+1,k)+XN(i+2,k)+ XN(i+3,k)=l=3;
Model schedule /all/ ;
schedule.optfile=1;
schedule.optcr=0;
schedule.iterlim=1000000000;
Solve schedule using mip minimizing Z ;
Display XD.l, XN.l, XR.l

Ek-6. Devam. GAMS Modeli ve Çözümü

4177	----	80 VARIABLE XD.L				
4178						
4179		1	2	3	4	5
4180						6
4181	1					1.000
4182	2					1.000
4183	3	1.000	1.000			1.000
4184	4		1.000		1.000	1.000
4185	5				1.000	1.000
4186	6				1.000	1.000
4187	8			1.000		1.000
4188	9			1.000		1.000
4189	10			1.000		
4190	11				1.000	
4191	12				1.000	1.000
4192	13			1.000		1.000
4193	14	1.000	1.000			
4194	15		1.000			1.000
4195	16				1.000	1.000
4196	17				1.000	1.000
4197	18		1.000			
4198	19					1.000
4199	20					1.000
4200	21	1.000				
4201	22				1.000	1.000
4202	23				1.000	1.000
4203	25	1.000		1.000		1.000
4204	26	1.000				1.000
4205	27	1.000	1.000			1.000
4206	28			1.000		1.000
4207						
4208	+	7	8	9	10	11
4209						12
4210	1				1.000	1.000
4211	2	1.000				
4212	5					1.000
4213	6				1.000	
4214	7		1.000			1.000
4215	8	1.000				
4216	9	1.000				
4217	10		1.000		1.000	
4218	11		1.000		1.000	1.000
4219	12		1.000			
4220	13			1.000		
4221	14					1.000
4222	15		1.000		1.000	1.000
4223	16				1.000	
4224	17			1.000	1.000	
4225	18			1.000		
4226	19				1.000	1.000
4227	20					1.000
4228	21	1.000	1.000			
4229	22					1.000
4230	23			1.000		
4231	24	1.000		1.000		
4232	26	1.000				
4233	27			1.000		
4234	28					1.000
4235						
4236	+	13				
4237						
4238	7	1.000				
4239	11	1.000				
4240	16	1.000				
4241	18	1.000				
4242	20	1.000				
4243	24	1.000				

Ek-6. Devam. GAMS Modeli ve Çözümü

4246	----	80 VARIABLE XN.L					
4247							
4248		1	2	3	4	6	7
4249							
4250	1		1.000				
4251	2			1.000			
4252	4			1.000			1.000
4253	5	1.000					
4254	6		1.000	1.000			1.000
4255	7	1.000					
4256	8				1.000	1.000	
4257	10	1.000				1.000	
4258	11		1.000	1.000			
4259	12				1.000		
4260	13						1.000
4261	14				1.000	1.000	
4262	15	1.000					1.000
4263	16		1.000	1.000			
4264	17	1.000					1.000
4265	18					1.000	
4266	19	1.000		1.000			
4267	20		1.000		1.000		
4268	21			1.000		1.000	
4269	22		1.000				1.000
4270	23	1.000			1.000		
4271	24		1.000			1.000	
4272	26				1.000	1.000	
4273	28				1.000		1.000
4274							
4275	+	8	9	10	11	12	13
4276							
4277	1	1.000					1.000
4278	2				1.000	1.000	
4279	3	1.000	1.000				1.000
4280	4			1.000			
4281	5		1.000		1.000		
4282	7		1.000		1.000		
4283	8			1.000			
4284	9		1.000		1.000		1.000
4285	10					1.000	
4286	11		1.000				
4287	12					1.000	1.000
4288	13	1.000		1.000			
4289	14						1.000
4290	15					1.000	
4291	16	1.000					
4292	17			1.000			
4293	18	1.000			1.000		
4294	19		1.000				
4295	20				1.000		
4296	21			1.000			
4297	22	1.000					
4298	23					1.000	
4299	24				1.000		
4300	25		1.000	1.000		1.000	
4301	26						1.000
4302	27	1.000		1.000		1.000	
4303	28						1.000

Ek-6. Devam. GAMS Modeli ve Çözümü

```

4306 ----      80 VARIABLE XR.L
4307
4308           1           2           3           4           5           6
4309
4310 6          1.000
4311 7          1.000          1.000          1.000          1.000          1.000          1.000
4312 13         1.000          1.000
4313 14          1.000          1.000          1.000          1.000
4314 20         1.000          1.000          1.000          1.000
4315 21          1.000          1.000          1.000          1.000
4316 27          1.000          1.000          1.000          1.000
4317 28         1.000          1.000          1.000          1.000
4318
4319 +           7           8           9          10          11          12
4320
4321 6          1.000          1.000          1.000          1.000          1.000          1.000
4322 7          1.000          1.000          1.000          1.000          1.000          1.000
4323 13         1.000          1.000          1.000          1.000          1.000          1.000
4324 14         1.000          1.000          1.000          1.000          1.000          1.000
4325 20         1.000          1.000          1.000          1.000          1.000          1.000
4326 21         1.000          1.000          1.000          1.000          1.000          1.000
4327 27         1.000          1.000          1.000          1.000          1.000          1.000
4328 28         1.000          1.000          1.000          1.000          1.000          1.000
4329
4330 +          13
4331
4332 6          1.000
4333 13         1.000
4334 21         1.000
4335 27         1.000
4336
4337
4338
4339 EXECUTION TIME      =      0.016 SECONDS      3 Mb  WIN226-149 Dec 19, 200»

```

```

790           S O L V E      S U M M A R Y
791
792   MODEL   schedule      OBJECTIVE  2

793   TYPE    MIP           DIRECTION MINIMIZE
794   SOLVER   CPLEX        FROM LINE  79
795
796 **** SOLVER STATUS      1 NORMAL COMPLETION
797 **** MODEL STATUS       1 OPTIMAL
798 **** OBJECTIVE VALUE          29.0000
799
800 RESOURCE USAGE, LIMIT      0.084      1000.000
801 ITERATION COUNT, LIMIT    418      10000000000
802

```

Ek-7. Alternatif Modelin GAMS Çözümü

3940	----	79 VARIABLE XD.L					
3941							
3942		1	2	3	4	5	6
3943							
3944	1				1.000	1.000	1.000
3945	2				1.000	1.000	1.000
3946	3		1.000		1.000	1.000	
3947	4	1.000					1.000
3948	5	1.000	1.000			1.000	
3949	6	1.000	1.000			1.000	
3950	7						1.000
3951	8		1.000	1.000		1.000	
3952	9			1.000		1.000	
3953	10			1.000			
3954	11					1.000	
3955	12		1.000			1.000	
3956	13					1.000	
3957	14				1.000		
3958	15					1.000	
3959	16			1.000		1.000	
3960	17					1.000	
3961	18						1.000
3962	19				1.000	1.000	
3963	20					1.000	
3964	21	1.000		1.000			
3965	22	1.000				1.000	
3966	24					1.000	
3967	25				1.000	1.000	
3968	26			1.000		1.000	
3969	27	1.000					1.000
3970	28					1.000	
3972	+	7	8	9	10	11	12
3973							
3974	4	1.000					
3975	7		1.000	1.000			
3976	8						1.000
3977	9			1.000			
3978	10			1.000			1.000
3979	11				1.000	1.000	
3980	12		1.000				
3981	13				1.000	1.000	
3982	14	1.000	1.000				
3983	15	1.000			1.000		
3984	16					1.000	
3985	17		1.000	1.000			
3986	18				1.000		1.000
3987	19	1.000					
3988	20	1.000		1.000			
3989	21						1.000
3990	22			1.000			
3991	23		1.000		1.000	1.000	
3992	24	1.000					1.000
3993	25		1.000				
3994	26					1.000	
3995	27					1.000	
3996	28				1.000		1.000

Ek-7. Devam. Alternatif Modelin GAMS Çözümü

	1	2	3	4	6	7
4001						
4002						
4003 1		1.000	1.000			
4004 2	1.000					1.000
4005 4			1.000	1.000		
4006 5					1.000	
4007 7						1.000
4008 8	1.000			1.000	1.000	
4009 9						1.000
4010 10	1.000	1.000		1.000		
4011 11					1.000	
4012 12			1.000	1.000		1.000
4013 13		1.000			1.000	
4014 14			1.000			
4015 15	1.000				1.000	
4016 16						1.000
4017 17	1.000	1.000				
4018 18			1.000			
4019 19		1.000				
4020 20				1.000	1.000	
4021 21		1.000				
4022 22				1.000	1.000	1.000
4023 23	1.000		1.000			
4024 24		1.000				
4025 25	1.000					
4026 27		1.000				
4027 28			1.000	1.000		1.000
4028						
4029 +	8	9	10	11	12	
4030						
4031 1		1.000				
4032 2					1.000	
4033 3	1.000	1.000		1.000		
4034 4					1.000	
4035 5	1.000		1.000			
4036 6					1.000	
4037 7			1.000	1.000		
4038 9	1.000			1.000		
4039 11		1.000			1.000	
4040 14		1.000			1.000	
4041 15	1.000					
4042 16			1.000		1.000	
4043 17				1.000		
4044 18	1.000	1.000				
4045 19			1.000	1.000		
4046 20	1.000					
4047 21			1.000	1.000		
4048 23		1.000				
4049 24			1.000	1.000		
4050 26			1.000		1.000	
4051 27	1.000	1.000				

Ek-7. Devam. Alternatif Modelin GAMS Çözümü

```

4054 ----      79 VARIABLE XR.L
4055
4056           1           2           3           4           5           6
4057
4058 6           1.000           1.000           1.000           1.000           1.000
4059 7           1.000           1.000           1.000           1.000           1.000
4060 13          1.000           1.000           1.000           1.000
4061 14          1.000           1.000           1.000           1.000           1.000
4062 20          1.000           1.000           1.000           1.000           1.000
4063 21          1.000           1.000           1.000           1.000           1.000
4064 27          1.000           1.000           1.000           1.000           1.000
4065 28          1.000           1.000           1.000           1.000           1.000
4066
4067 +           7           8           9           10          11          12
4068
4069 6           1.000           1.000           1.000           1.000           1.000
4070 7           1.000           1.000           1.000           1.000           1.000
4071 13          1.000           1.000           1.000           1.000           1.000
4072 14          1.000           1.000           1.000           1.000           1.000
4073 20          1.000           1.000           1.000           1.000           1.000
4074 21          1.000           1.000           1.000           1.000           1.000
4075 27          1.000           1.000           1.000           1.000           1.000
4076 28          1.000           1.000           1.000           1.000           1.000
4077
781      S O L V E      S U M M A R Y
782
783      MODEL    schedule      OBJECTIVE  Z
784      TYPE     MIP           DIRECTION MINIMIZE
785      SOLVER   CPLEX        FROM LINE  78
786
787 **** SOLVER STATUS      1 NORMAL COMPLETION
788 **** MODEL STATUS      1 OPTIMAL
789 **** OBJECTIVE VALUE          30.0000
790
791 RESOURCE USAGE, LIMIT      0.246      1000.000
792 ITERATION COUNT, LIMIT    442      1000000000
793

```

ÖZGEÇMİŞ

I. Bireysel Bilgiler

Adı: Orhan

Soyadı: PARILDAR

Doğum Yeri ve Tarihi: İnegöl, 03.06.1988

Uyruğu: T.C.

Medeni Durumu: Evli

Askerlik Durumu: Yapıldı

İletişim Adresi ve Telefonu: T.C. Sağlık Bakanlığı Teftiş Kurulu Başkanlığı, Bilkent Yerleşkesi Üniversiteler Mahallesi 1604. Cad. No:9, 06800 Bilkent / Çankaya / ANKARA / 0(312) 471 74 64

II. Eğitim

Doktora: Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sağlık Kurumları Yönetimi Anabilim Dalı, 2016 - 2020

Yüksek Lisans: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 2012 - 2014

Lisans: Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 2006 - 2011

III- Mesleki Deneyimi

T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI / Sağlık Yatırımları Genel Müdürlüğü (Bütçe ve Raporlama Daire Başkanlığı- Sağlık Uzmanı / Ankara), 2020 –

T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI / Teftiş Kurulu Başkanlığı (ARGE – REDES BİRİMİ – Sağlık Uzmanı / Ankara), 2019 – 2020

T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI / Sağlık Yatırımları Genel Müdürlüğü (Hukuk ve Sözleşmeler Daire Başkanlığı – Sağlık Uzmanı / Ankara), 2017-2019

T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI / Sağlık Yatırımları Genel Müdürlüğü (Bütçe ve Raporlama Daire Başkanlığı – Sağlık Uzman Yrd. / Ankara), 2014-2017

TAI /TUSAŞ (Türk Uçak ve Uzay Sanayi /Ankara) Kurumsal Kaynak Yönetimi ve Stratejik Planlama / Çalışman, 2010-2011

ANADOLU CAM (Şişecam/Bursa) 4-Haftalık Yaz Stajı, 2009-2010

BİRKO İPLİK / KOYUNLU HALI (Niğde) 4-Haftalık Yaz Stajı, 2008-2009

IV. Bilimsel İlgi Alanları

Ulusal Yayınlar:

TAI TUSAŞ Havacılık ve Uzay Sanayi A.Ş.’ de Kapasite Planlama (JSF 353 -354-356 Parçaların Üretimi İçin Tool ve Tezgâh Optimizasyonu) (GAZİ ÜNİVERSİTESİ / LİSANS TEZİ)

Türkiye de Trafik Kazaların Sınıflandırılması Karar Ağacı Kullanımı: Bodrum İli Örneği (GAZİ ÜNİVERSİTESİ / YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Trafik Kazalarının Sınıflandırılmasında Karar Ağacı Yaklaşımı: Bodrum İli Örneği (ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ / YAEM 2014 SÖZLÜ BİLDİRİ)

Türkiye de Sağlık Harcamalarının Enflasyon Üzerine Etkisi: Regresyon Analizi (UZMAN YAKLAŞIM DERGİSİ / Sağlık Uzmanları Derneği)

Türkiyede Meydana Gelen Obezite Tanılarının Sınıflandırılmasında Karar Ağaçlarının Kullanılması: CHAID Algoritması (UZMAN YAKLAŞIM DERGİSİ / Sağlık Uzmanları Derneği)

Kurum Tarafından Yapılan Hizmet Alımı İhalelerinde Yaklaşık Maliyeti Önceden Hesaplanması İçin Parametrik Bir Model Geliştirilmesi ve Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemi ile İhale Komisyon Kararlarında Fiyat Dışı Unsurlarının Belirlenmesi (SAĞLIK BAKANLIĞI UZMANLIK TEZİ)

Parıldar, O. & Akyürek, Ç.E. (2018). Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetlerinin Veri Zarflama Analizi ile Performanslarının Değerlendirilmesi: Ankara İli Örneği. 2.Uluslararası 12. Ulusal Sağlık ve Hastane İdaresi Kongresi, 11-13 Ekim 2018, Bodrum.

Parıldar, O. (2019). Proje Yönetim Tekniklerinin Sağlık Bilişim Sistemlerinde Uygulanması Üzerine Bir Çalışma. Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi, 8(1), 62-82. Retrieved from <http://dergipark.org.tr/ausbid/issue/46310/525936>

Uluslararası Yayınlar:

Parıldar, O.; Akyürek, Ç.E.; Toygar, Ş.A. (2018). "Determination and Weighting of Non-Price Factors Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process in the Context of Cost - Effectiveness, Efficiency and Economy in Health Investment Projects Service Procurement Decision" in Economic Issues in Retrospect and Prospect Vol. II, Eds. A. Gorecka, A.M. Köktaş & A. Parlinska, IJOPEC Publication, London, UK. ISBN: 978-1-912503-46-9. Pp: 49-67.

Parıldar, O.; Akyürek, Ç.E. "Using the Simulation Technique Approach towards Queuing Problem in Health Care Systems" içinde Dynamics of Globalization at the Crossroads of Economics (Editörler) Eren, A.A& Köktaş, A.M., Peter Lang GmbH, Berlin. ISBN: 978-3-631-80679-1