

**T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
EKONOMETRİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HASTA KAYIT SİSTEMİ SİMÜLASYONU VE BİR
UYGULAMA**

Ceren BARAN

Danışman

Prof. Dr. İpek DEVECİ KOCAKOÇ

İZMİR-2019

TEZ ONAY SAYFASI



YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Hasta Kayıt Sistemi Simülasyonu ve Bir Uygulama” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

.../.../2019

Ceren BARAN



ÖZET
Yüksek Lisans Tezi
Hasta Kayıt Sistemi Simülasyonu ve Bir Uygulama
Ceren BARAN

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Üniversitesi
Ekonometri Anabilim Dalı
Ekonometri Programı

Bu çalışmada; özel bir hastanede, poliklinik kayıt masalarındaki bekleme süreleri en aza indirmek ve karışıklığı ortadan kaldırmak amacıyla yapılması düşünülen iyileştirmeleri test etmek amacıyla bir ARENA’da simülasyon modelinin kurulması ve bu iyileştirmelerin model üzerinde deneyerek sonuçlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Hastaların kayıt anındaki ve muayeneleri bittikten sonra yapılan sigorta işlemlerindeki bekleme sürelerini azaltmak için, kayıt masalarında çalışan personel sayısını optimize etmek bu çalışmanın başlıca hedefidir. Bunun için simülasyon ve optimizasyon kullanılmış, yapılan çalışmalarla elde edilen veriler ve farklı denemeler sonucunda, hastane yönetimine, hastaların maksimum memnuniyeti için poliklinik kayıt masalarında bulunması gereken minimum personel sayısı bildirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Simülasyon, ARENA, Hasta Kayıt Sistemleri, Personel Planlama

ABSTRACT

Master's Thesis

Master of Science (Msc)

Simulation Of Patient Registration System And An Application

Ceren BARAN

Dokuz Eylül University

Graduate School Of Social Sciences

Department of Econometrics

Econometrics Programme

The aim of this study was to establish a simulation model in a private hospital to test the improvements that were planned to be made in order to minimize the waiting in the polyclinic registration tables and to eliminate the confusion and to test the results of these improvements on the model in ARENA. The main objective of this study is to optimize the number of staff working at the registration desks to reduce waiting times for patients at the time of registration and for insurance procedures after their examinations have been completed. For this purpose, simulation and optimization were used and as a result of the data obtained from the studies and different trials, the minimum number of personnel required to be present at the polyclinic registration tables was determined for the maximum satisfaction of the patients.

Keywords: Simulation, ARENA, Patient Registration Systems, Staff planning

HASTA KAYIT SİSTEMİ SİMÜLASYONU VE BİR UYGULAMA

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
EKLER LİSTESİ	xi
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM SAĞLIK HİZMET SİSTEMİ

1.1. SAĞLIK HİZMETİ SUNUMUNDA BEKLEMELERİN EN AZA İNDİRGENMESİ	4
1.2. SAĞLIK HİZMETİ KALİTESİ	5
1.3. SAĞLIK HİZMETİ SAĞLAMADAKİ SORUNLAR	5
1.4. SAĞLIK HİZMETİ SUNUMUNDAKİ KARMAŞA	6
1.5. SAĞLIK HİZMETLERİNİN ÖNEMİ	6

İKİNCİ BÖLÜM SAĞLIK HİZMETLERİNDE PERSONEL PROBLEMLERİ

2.1. HASTANE-PERSONEL PROBLEMLERİ	8
2.1.1. Personel Yetersizliği Ve Güvenli Personel Alımı	8
2.1.2. İşgücü Yoğunluğu	9
2.1.3. Hastane Personeli Ve Planlama Sürecinin Karmaşıklığı	9
2.1.4. Uygun Olmayan Personelin Etkileri	10

2.2. İŞGÜCÜ PLANLAMASI	11
2.3. TEK AŞAMALI MODELLER	13
2.3.1. Personel Planlama Aşaması	13
2.3.2. Personel Planlama Kararları	14
2.3.3. Personel Tahsis Kararları	17
2.3.3.1. Yeniden Zamanlama (Yeniden Başlatma)	17
2.3.3.2. Gerçek Zamanlı Ayarlama Kararları	18

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SİSTEM SİMÜLASYONU

3.1. SİMÜLASYONUN TANIMI VE KAVRAMI	19
3.2. SİMÜLASYON MODELLERİNİN SAĞLIK SİSTEMİNDEKİ KULLANIM ALANLARI	21
3.2.1. Yönetim Sistemi Simülasyonu	21
3.2.2. Kayıt Sistemi Simülasyonu	22
3.3. SİMÜLASYON MODELLEME TEKNİKLERİ	22
3.3.1. Sistem Dinamiği (SD)	23
3.3.2. Kesikli Olay Simülasyonu (KOS)	23
3.3.3. Ajan Tabanlı Modelleme (ATM)	23
3.4. SAĞLIK SİSTEMİNDE SİMÜLASYONUN AVANTAJLARI	24
3.5. SİMÜLASYONUN GELİŞTİRİLMESİ	24
3.6. ARENA'DA SİMÜLASYON MODELLEMESİ	25
3.6.1. Arena Yazılımı	26
3.6.2. Arena'nın Avantajları	27

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

4.1. HASTANE SİSTEMİNİN BİLEŞENLERİ VE TANITIMI	29
4.2. HASTANE SİSTEMİNİN MODELİNİN OLUŞTURULMASI	33
4.2.1. Simülasyon Modeli İçin Olasılık Dağılımlarının Belirlenmesi	33

4.2.2. Hastane Sistemi İş Akışı Ve Simülasyon Modeli	44
4.2.3. Simülasyon Modelinin Çıktısı Ve Yorumlanması	49
SONUÇ	50
KAYNAKÇA	55
EKLER	



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1 : Toplam Ameliyat Sayısı	s.33
Tablo 2: Polikliniklerde İstenen Aylık Toplam Tetkik Sayısı	s.34
Tablo 3: Polikliniklerde Çalışan Hasta Kayıt Personeli Sayısı	s.35
Tablo 4: Randevu Gerçekleşme Durumu	s.36
Tablo 5 : Birim Zamanda Hastaneye Gelişler	s.37
Tablo 6 : Otuz Günlük Verinin Poliklinik Başına Düşen Hasta Sayısının Analizi	s.37
Tablo 7: Polikliniklere göre saatlik, günlük ve aylık hasta gerçek verileri	s.52
Tablo 8: Senaryolara Göre Çalışan Sayısı/Bekleme Sürelerinin ARENA’da Karşılaştırılması	s.53



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Hastane Zemin Kat	s.30
Şekil 2 : Hastane Birinci Katı	s.31
Şekil 3 : Hastane - 1 katı	s.32
Şekil 4 : Sigorta İncelemesi 1	s.38
Şekil 5 : Sigorta İncelemesi 2	s.39
Şekil 6 : Sigorta İncelemesi 3	s.40
Şekil 7 : Sigorta İncelemesi 4	s.41
Şekil 8 : Hasta Dağılımları	s.42
Şekil 9: Bölümlere Göre Hasta Kayıt Personeli Dağılımları	s.43
Şekil 10: Hasta Kayıt Aşaması	s.44
Şekil 11 : Kayıttan Sonraki İşlemler	s.46
Şekil 12 : Hastane Simülasyon Modeli	s.48

EKLER LİSTESİ

EK 1: Anlaşmalı Kurum Verisi	ek s.1
EK 2: Bireysel Veri	ek s.2
EK 3: Özel Sağlık Sigortası Verisi	ek s.3
EK 4: SGK Verisi	ek s.4



GİRİŞ

Günümüzde artan hastalıklar ve hasta sayısı sebebiyle hastane yetersizliği oluşmuş, hizmet kalitesi düşmüş ve bununla birlikte özel hastane sayısında artış olmuştur. Ülkemizdeki sistemde birçok özel hastane ücretli ve özel sigortalı hastanın yanı sıra SGK'lı hasta alımı da yaptığından dolayı hastalar daha iyi ve hızlı hizmet almak amacıyla özel hastanelere rağbet göstermeye başlamış ve yoğunluk özel hastanelerde de oluşmaya başlamıştır. Bu tezdeki problemimizi de buna bağlı olarak hasta memnuniyeti olarak tanımlıyoruz.

Tez için verilerini kullandığımız Özel XYZ hastanesinde hasta yoğunluğu ve diğer bazı problemler nedeniyle personel yoğunluğu ve hasta memnuniyetsizliği oluşmuştur. Muayene için gelen hastaların hasta kayıt noktalarındaki gereğinden fazla beklemleri dolayısıyla şikayetler oluşmaya başlamış ve hasta sayısında düşüş yaşanmıştır.

Canlı sistemlerde problemin nereden kaynaklandığını bulmak için sistemin içinde deneme yanılma yapma çok maliyetli bir iştir. Hem yaptığın değişikliğin sonucunu görmek için uzun bir süre beklemek gerekir hem de işe yaramadığı takdirde boşa zaman ve iş gücü kaybı yaratmış olur. Bu nedenle simülasyon modelleme programları yapılmış ve canlı sistemlerin nasıl davrandığını istenilen süre için çalıştırılarak gözleme imkanı sağlanmıştır. Biz de bu noktada sistemi simülasyon modelleme yöntemiyle izleyip problemin nereden kaynaklandığını bulmak için veriler topladık. Hastanenin hasta sisteminden ihtiyacımız olan hasta sayısı, personel sayısı, sigortalı sayıları, tetkik adetleri vb. bilgilerin yanı sıra hastaneye birim zamanda yapılan hasta girişleri ve bu hastaların danışmaya uğrama yüzdeleri de ölçülmüştür. Çünkü çalışmaya konu olan hastanede hastaların danışmayla iletişim azlığından dolayı hastane içinde fazladan zaman geçirdikleri ve hasta kayıt personelini gereksiz yere meşgul ettikleri gözlemlenmiştir.

Aynı zamanda hastane kayıt personelini meşgul eden bir başka problem iste özel sigortalı hastaların 10-60 dk arası süren provizyon işlemleridir. Bu hem personelin iş yükünü arttırmakta hem hasta kayıtlardaki kuyruğun uzamasına neden olmakta hem de VIP hastaların memnuniyetini düşürmektedir.

Bizim bu çalışmadaki amacımız personel sayısını optimize ederek hem hastane yönetimine minimum maliyetli öneri sunmak hem de hasta memnuniyetini sağlamaktır.



BİRİNCİ BÖLÜM

SAĞLIK HİZMET SİSTEMİ

Sağlık hizmetleri yapıları dinamik ayarlara sahiptir, çok yönlüdür ve büyüür. Olağanüstü maliyetler, sınırlı bütçe ve yetersiz sağlık kaynakları yoğun sağlık kuruluşlarında zorluklara neden olmaktadır. Sağlık hizmetleri sistemlerinin kar sağlamak için maliyet ve sağlık hizmetleri olmak üzere başlıca iki amacı vardır. Daha az harcama ve yüksek hasta memnuniyeti sağlık sistemleri tarafından istenmektedir. Genel olarak, harcama seviyeleri hastaların memnuniyeti ile ölçülür. Sağlık sisteminde hastalar, sağlık hizmetleri sağlayıcıları, fon verenler ve politika / kural belirleyici hükümet olmak üzere dört ana oyuncu vardır ve bu parçaların hepsinin farklı amaçları var.

Hekimler, hemşireler, hekimlerin asistanları, kayıtlı hemşireler, yöneticiler vb. sağlayıcılar, hasta hizmetlerinin karlarını en üst düzeye çıkarmak için fiyatlarını belirler; fiyatlar, sağlayıcılar ve sigortacılar arasında önceden müzakere edilen sigorta şirketleri tarafından oluşturulan prosedür ve teşhis kodları ile belirlenir. Hasta memnuniyetini artırmak, kaliteli hizmet, deneyim kazanmak ve karı maksimize etmek yönetimin başlıca hedefleri arasındadır.

Genel olarak, simülasyon yaklaşımının kullanılması ile maliyet / fayda optimizasyonuna bağlı optimizasyon tekniği ile birlikte sağlık sistemi problemlerini çözmek için yapılan araştırmalar geliştirilmiştir. Bu çalışmaların birçoğu, klinik kapasiteyi arttırmak, acil serviste bekleme süresini kısaltmak ve hasta memnuniyetinin artırılması için tekrar planlama yapmak üzerinedir. Sağlık sistemi için optimizasyon yaklaşımı kaçınılmazdır, aksi takdirde israfı en aza indirmek ve verimliliği en üst düzeye çıkarmak için analitik ve istatistiksel problemleri çözmek zordur. Sağlık sistemi karmaşık bir yapıya sahiptir ve iş akışı modelleme yöntemi bu sistemle başa çıkmak için yardımcı olur. Çalışmamızda, ürettiğimiz modeller iş akışı yaklaşımı kullanılarak yapılmıştır (Atalan, 2019).

Hastalar arasındaki memnuniyetsizliklerden biri, bazı durumlarda öngörülemez ve bu hastalara verilen sağlık hizmetini etkileyebilecek bekleme süresidir. Bu faktör, sırada bekleyen hastalar diğer hastalıklarla ve durumlarını zorlaştırabilecek çevresel faktörlerle temas halinde olduğunda sağlık hizmeti

sunumunun etkinliğini büyük ölçüde etkileyebilir. Bu gecikme, tıbbi tedavinin etkinliğini azaltacaktır.

Bu tür bir memnuniyetsizlikten kaçınmak için, bakım sağlayıcılar bekleme sürelerini azaltmak ve tutarlı bir hizmet kalitesi sunmak için istikrarlı ve öngörülebilir bir zaman çizelgesi iş yükü sağlamalıdır.

Simülasyon modellemesi 60 yıldan uzun süredir kullanılmaktadır ve klinikler ve tıbbi endüstriler için ana faktör olarak kabul edilmektedir. Temel amacı, kaynakları tahsis etmek ve hastaların akışını uygun şekilde tahmin etmek, böylece en iyi hizmeti sağlamak ve hastaların memnuniyetini sağlamak için maksimum kullanımın ortaya çıkmasını sağlamaktır (Patvivatsiri, 2003).

Sağlık hizmetleri sorunları çok önemlidir ve günlük hayatımızda karşılaştığımız öncelikli bir endişe kaynağıdır. Bu sistemi ciddi şekilde etkileyen beş ana bileşen aşağıdaki gibi vurgulanabilir:

1.1. SAĞLIK HİZMETİ SUNUMUNDA BEKLEMELERİN EN AZA İNDİRGENMESİ

Hastalar arasındaki memnuniyetsizliklerden biri, bazı durumlarda öngörülemeyen ve bu hastalara sağlanan sağlık hizmetini etkileyebilecek bekleme süresidir. Bu faktör, sırada bekleyen hastalar diğer hastalıklarla ve durumlarını zorlaştırabilecek çevresel faktörlerle temas halinde olduğunda sağlık hizmeti sunumunun etkinliğini büyük ölçüde etkileyebilir. Bu gecikme, tıbbi tedavinin etkinliğini azaltacaktır. Bu tür bir memnuniyetsizlikten kaçınmak için, bakım sağlayıcılar bekleme sürelerini azaltmak ve tutarlı bir hizmet kalitesi sunmak için istikrarlı ve öngörülebilir bir zaman çizelgesi ile iş yükü sağlamalıdır.

Simülasyon, sağlık yöneticilerine karar vermelerinde yardımcı olmak için değerli bir araçtır (Jacobson ve diğerleri 2006). Bir simülasyon hastanın akışını, düzenini ve çalışmasını sağlar. Prosedürler ve en uygun departman kontrolünü sağlayacak şekilde test edecek stratejiler geliştirebilir. Simülasyonun süreç için yararlı bir araç olduğu kanıtlanmıştır (Harper, 2002). Bir sistemin mevcut performansını değerlendirmek, operasyonel değişikliklerin etkilerini tahmin etmek ve sistem değişimlerinin incelenmesi için uygulanmaktadır (Wierbicki, 2007). Ayrıca

simülasyon sağlık sistemindeki hastaların akışını haritalamak için kullanılır. Simülasyon acil durumların üstesinden gelmek için de uygundur. Kaynakların daha az olduğu bölümlerde (Abo-Hamad ve Arisha, 2013), hastaların belli bir düzene bağlı olmadan geldiği polikliniklerde verilere dayanarak simülasyon ile belirli bir düzen oluşturmak daha iyi sonuçlar verir (Ceglowski ve diğerleri, 2006).

1.2. SAĞLIK HİZMETİ KALİTESİ

Sağlık alanında, bakımın kalitesi hizmet ve ücret olarak hasta memnuniyetinin altına düşmektedir. Zorluklar, hastane yönetiminin asgari ücretle yüksek düzeyde bakım sağlaması gerektiği ve aynı zamanda kaynakların makul şekilde kullanıldığını da dikkate alan bu alanda ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, istenen bakımın kalitesini sağlamak için komplikasyonlar ortaya çıkabilir. Bu sorunu çözmek için, anlaşılabilir ve istenen bir sonuca ulaşmak için simülasyon modellemesi kullanılabilir. Simülasyon modellemesiyle hem komplikasyonlar ortadan kaldırılacak veya alternatif metotlar kullanılarak, varsa darboğaz noktaları elimine edilerek hastaların daha konforlu ve daha kısa sürede hizmet almaları sağlanacaktır. Bu nedenle benzetim hem tasarım aşamasında hem de sistemin yeniden tasarımı aşamasında oldukça önem arz etmektedir.

1.3. SAĞLIK HİZMETİ SAĞLAMADAKİ SORUNLAR

Araştırmalar, tıbbi hatalara bağlı ölümlerin sayısının gerçek hastalıklar veya insan kazaları nedeniyle olan ölümlerin sayısını aştığını göstermiştir. Bu hatalara neden olan asıl sorun, sağlık hizmetinin dengesiz yapısı veya sağlık hizmetinin sunulmaması yaklaşımıdır. Sistemi analiz etmek ve hataları önlemek için simülasyon modellemesi, sistemlerin davranışları farklı simülasyon dillerinin gelişmiş özellikleri kullanılarak kolayca yorumlanıp araştırılabildiğinde önemli bir rol oynayabilir (Rashwan, 2017). Tıbbi hatalar içerisinde kurumun işleyişinden kaynaklı veya çalışan personelden kaynaklı hatalar da değerlendirilebilir. En çok göze çarpan iki bu iki ana kategorik hata nedeniyle hastalar, ölümle sonuçlanabilen komplikasyonlara maruz kalabilmektedir. Gerek hizmet sağlamanın gecikmesi gerek hastalık teşhisinin

gecikmesi her iki durum da hasta kaybına yol açabilen hayati bir problemdir. Bu nedenle simülasyon modellemesi bu noktada çok tehlikeli bu durumun elimine edilmesi için imdada yetişmektedir. Bu tür problemlerin ortadan kaldırılması için sorunlu noktalar tespit edilerek, çözüm yolları geliştirilebilir, uygulama aşamasından önce model üzerinde denenebilir, olası sonuçlar simülasyon modeliyle kontrol edilebilir. Böylece optimum hizmet sağlama politikası tespit edilebilir.

1.4. SAĞLIK HİZMETİ SUNUMUNDAKİ KARMAŞA

Karmaşık bir problemi çözenin en iyi yolu, onu birkaç basit adıma ayırmaktır. Bu nedenle, sağlık sektöründe hizmetin karmaşıklığını azaltmak ve daha iyi bir sonuç sunmak için kontrol listeleri kullanmak çok faydalıdır. Bu alanda, simülasyon modelleri bu kontrol listelerini formüle etmenin ve test etmenin çok kesin bir yoludur.

Hastalar açısından düşünüldüğünde hizmet alacağı kuruma gelen hasta mümkün olduğu kadar hızlı işlem görmek ve basit ve yalın bir hizmet prosesinden geçmek ister ve mümkünse bekleme süresinin olmamasını ister. Tüm bu komplikasyonlar, sistemdeki karmaşadan kaynaklanmaktadır. Sistemdeki bu karmaşayı önlemenin en sağlam yollarından biri de simülasyondur. Simülasyonla sistemdeki karmaşa çeşitli senaryolar denenerek önlenir ve hastalara daha üst düzey bir hizmet sunulmuş olur.

1.5. SAĞLIK HİZMETLERİNİN ÖNEMİ

Sağlık hizmetlerinin değeri, hasta tarafından harcanan para miktarına karşılık alınan hizmetin miktarına göre ifade edilebilir. Sağlık hizmetinin kalitesi değişken olduğundan ve farklı faktörlere bağlı olduğundan (hastanın yaşı, hastanın hizmet konusundaki kişisel bakış açısı gibi) söz konusu formül belirsiz görünmektedir. Simülasyon modellemesi, çalışanların / yöneticilerin herhangi bir değişikliğin dinamiklerini anlamalarını ve etkili değişim yönetimi politikaları uygulamalarını sağladıkları bu süreçlerin gelişimine entegre edilmelidir. Sağlık alanında artan trend

ile birlikte, simülasyon modelleme metodolojisinin benimsenmesi de artacaktır (Rashwan, 2017).

Sağlık hizmet kalitesi hesaplamak üzere kurumların kullandığı formül yapısına göre ön planda olan değişkenler, ölçülebilen veya sayılabilen şekilde ayarlanarak, simülasyon modellemesiyle ölçülebilir veya sayılabilir hale getirilmektedir. Bu aşamada kurum, sunduğu hizmetin kalitesini “gerçeğe en yakın” şekilde tespit etmenin yolunu bulabilmektedir.

Gerektiğinde hizmet kalitesini artıracak farklı öneriler, kurum çalışanları tarafından önerilebilir, bu öneriler simülasyon ortamında denenerek, hizmet kalitesinde gerçekten bir artış sağlayıp sağlamayacağı değerlendirilebilir. Hizmet kalitesi optimum politikası bulunana kadar ve hastaların hizmet düzeyi maksimize edilene kadar model geliştirilebilir, hasta görüşleri alınabilir, anketler, görüşmeler yardımıyla simülasyonun geliştirilmesine katkıda bulunabilir.

İKİNCİ BÖLÜM

SAĞLIK HİZMETLERİNDE PERSONEL PROBLEMLERİ

Sağlık hizmeti sunan işletmelerde (hastane, laboratuvar, vb.), hizmeti sağlayacak çok miktarda işgücüne ihtiyaç vardır. İşgücünün sayısı ne kadar fazla olursa da kişiler arası iletişim ve yönetim kaynaklı sorunların o kadar çok olacağı da aşıkardır.

2.1. HASTANE-PERSONEL PROBLEMLERİ

Bu çalışmadaki problemleri dört aşamada inceleyeceğiz: sağlık personeli yetersizliği, işgücü yoğunluğu, personel kararlarının karmaşıklığı ve uygunsuz personelin etkileri.

2.1.1. Personel Yetersizliği Ve Güvenli Personel Alımı

Hastane polikliniklerinde, özellikle de kayıt personelindeki eksikler hastanelerde hastalar açısından memnuniyetsizlik yaratmaktadır ve bu da hastane yönetimindeki karar vericiler için çeşitli sorunlara neden olmakta ve kritik bir zorluk teşkil etmektedir (Zurn ve diğerleri, 2005). Bu sorunlara bakımın süreksizliği, uzun bekleme süresi, artan maliyet, yüksek iş yükü ve örtü düzenleme için harcanan süre dahildir. Sağlık hizmetleri tıbbi personelin ve hastaların fiziksel varlığını gerektirdiğinden, bu durum talep kapasitesi boşluklarına karşı kaçınılmaz bir hassasiyet yaratmaktadır. Hizmet arabelleğinin ekonomik ya da stratejik olarak geçerli bir seçenek olmadığını kabul ederek, sağlık hizmetlerinin yönetimi, belirsizliği talep edecek çözümler bulmaya zorlanır ve bu da hastane personeli üzerinde bir iş yükü baskısı yaratır (Janiszewski Goodin, 2003). Bu genellikle hastaların sağlık ve güvenliklerinde istenmeyen sonuçlara neden olur. Bu zorluk, çalışma saatlerinin artmasına neden olmakta ve bütçe tahsislerini azaltmaktadır (Portoghese ve diğerleri, 2014).

Simülasyon modellemesi, hastane personelinin hem anlık hem de çizelgelenmiş kullanım oranlarını tespit ederek, personelin ne denli çalıştığını

gösterebilmektedir. Kendisine ayrılan süre boyunca yüzde kaç verimle çalıştığı, zamanının yüzde kaçını aylak geçirdiği, yüzde kaçında meşgul olduğu tespit edilebilmektedir.

2.1.2. İşgücü Yoğunluğu

Hastaneler, hizmetlerinin envantörel olmayan, manevi, yüksek derecede müşteri teması ve kişiselleştirme olarak tanımlandığı emek yoğun yerlerdir; hizmet müşterinin yanında eşzamanlı olarak üretilir ve tüketilir (Li ve Benton, 2003). Sağlık hizmetleri, tıbbi personelin ve hastaların fiziksel varlığını gerektirdiğinden, bu, talep kapasitesi boşluklarına karşı kaçınılmaz bir hassasiyet yaratmaktadır. Ayrıca, sağlık hizmeti süreçlerini, sunucular (personel) ve işlenen ürünler (hastalar) farklı algılar; beklentiler ve özelliklerle, insan olduklarından dolayı, üretim süreçlerinden farklıdır. Aynı zamanda, sağlık hizmetlerinin verilmesi hem maliyete hem de maliyeti düşüren personele büyük ölçüde bağlıdır (Ganguly ve diğerleri, 2014). Bu nedenle, çoklu faktörlerin çakışması, sağlık sistemine dahil edilen zorlukları ele almak için bütüncül bir yaklaşıma duyulan ihtiyacı tetiklemiştir. Sağlık kurumlarındaki insan kaynaklarında bütçelerinin ve bilgi varlıklarının bel kemiğini temsil etmesi göz önüne alındığında, personel planlaması bir önceliktir. Entegre bir yaklaşım, sadece fiziksel özelliklerin yanı sıra sağlık sisteminin davranış unsurlarının da göz önüne alınmasını gerektirmektedir.

2.1.3. Hastane Personeli Ve Planlama Sürecinin Karmaşıklığı

Hastane personeli ve çizelgeleme süreci, iş yükü değişkenliği nedeniyle inanılmaz derecede karmaşık bir hale geldi. Ayrıca, personel ihtiyacı, kısa vadede, ihtiyaç duyulan çalışanın büyüklüğü ve beceri karmaşıklığı bakımından da sıklıkla değişmektedir (Norrish & Rundall, 2001). Soruna katkıda bulunan iç faktörler, hastanenin organizasyon yapısını, bölüm özelliklerini, bölümler arası iş birliği ve koordinasyonu ve esnek politikaları içerir. Personel konularının karmaşıklığını artıran dış etkenler ise talep profili ve hasta ihtiyaçları, hastane politikası tarafından kabul edilen yönetmelik ve kurallar, sendika düzenlemeleri, farklı personel kategorileri için

sözleşmeler ve personel ve zamanlama uygulamalarını zorunlu kılan devlet kanunlarıdır. Her şeyden önce, zorunlu kurallar ve esnek politikalar bir hastaneden diğerine (Carter & Lapierre, 2001) farklılık gösterir; çoğu zaman önemli ölçüde, bir yöntemin tüm vakaları ele almasını zorlaştırır.

2.1.4. Uygun Olmayan Personelin Etkileri

Yıllar geçtikçe, ekonomik faktörler, kadrolama ve çizelgeleme kararlarını desteklemek için itici sebep olmuştur (Brusco ve diğerleri, 1995). Günümüzde iş yükü dengesi ve personel tercihleri (Van de Bergh ve diğerleri, 2013) gibi diğer faktörler göz önünde bulundurulmuştur. Az sayıda personel bulundurmamak, kaliteye zarar veren riskler taşır ve hastane performansı birçok dala ayrılmadan dolayı etkilenir. Adalet, maliyet ve moral gibi birçok perspektif arasında bir takas yapılması düşünülmelidir. Bazı çalışmalar, personel çizelgeleme ve personel morali arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Etkili olmayan programlar (Dunn ve diğerleri, 2005) iş baskısı (Aiken ve diğerleri, 2013), uzun saatler boyunca çalışma (Rogers, 2008) ve adil olmayan vardiya saatleri (Dunn, 2005) moralde düşüşe yol açan önemli faktörlerdir. Literatürde uygun personel sayısı ile düşük sayıda hastane kaynaklı ölüm oranları arasında doğrudan bir ilişki olduğu bildirilmektedir (Kane ve diğerleri, 2005). Yüksek ciro lu çalışanlar, devamsızlık ve fazla çalışan personel nedeniyle maliyetler dolaylı olarak artmaktadır (Hayes ve Bonnet, 2010).

Bu nedenle, bir personel çizelgesinin optimize edilmesi, sağlık kuruluşlarının maliyet, bakım kalitesi ve personel memnuniyeti ile hasta memnuniyetine ilişkin performansının artırılmasında temel bir rol oynayabilir. Bununla birlikte, üst yönetimden personel kapasitesini artırma konusundaki yüksek iş yükü baskısına gelen yanıt yavaş ve esnek değildir. İş baskısını azaltmak için personelden iki olası reaksiyon ortaya çıkabilir:

1. Daha sıkı çalışmak (bu daha kısa sürede tükenmişliğe yol açar) veya
2. Hastaya ayrılan süreyi ve aynı şekilde kaliteyi azaltmak (artan iş yüküne cevaben, doktorlar ve hemşireler yoğun çalışır) (Kalisch ve diğerleri, 2009)

Endüstriyel sistemler düşünüldüğünde Japon üretim felsefesi Yalın Üretim bu noktada kurumlar açısından örnek bir model olabilir. Yalın üretim felsefesinde Muri, Mura ve Muda kavramları vardır. Süreçler, hastalar açısından değer yaratan ve değer yaratmayan süreçler olarak ayrılır ve yalın felsefeye göre değer yaratamayan her proses yok edilmelidir. Değer yaratmayan ancak zorunlu olan proseslerin ise işlem süreleri minimize edilmelidir. Muri ise çizelgelemeden dolayı personele aşırı iş yükü bindirilmesidir. Aşırı iş yükü altındaki personel, işini yapmakta zorlanarak, normalde yaptığı üretimin çok altında bir üretim performansı gösterecektir. Mura ise dengesiz iş yükü anlamına gelmektedir. Simülasyon modellemesiyle işte bu şekilde personelin üzerindeki eksik veya fazla iş yükü, normalize edilerek, dengesiz iş yükleri ortadan kaldırılabılır.

2.2. İŞGÜCÜ PLANLAMASI

İşgücü planlaması ile ilgili literatürde, birkaç çalışma, personel planlama ve zamanlama kararlarını birbirine bağlı çoklu aşamalarda ele almıştır. 1973 yılında Abernathy ve diğerleri, üç aşamalı bir personel çerçevesi oluşturdu. İlk aşama işletme prosedürlerini içeren politika kararları ve personel kontrol süreci ile ilgilidir. Personel planlaması, işe alma, işten çıkarma, eğitim ve yeniden tahsis etme gibi kararlarla ilgili olan ikinci aşamada ele alınmaktadır. Son olarak, üçüncü aşamada mevcut personelin kısa vadeli planlaması ele alınmaktadır. Bu çerçevede, daha düşük seviyelerde alınan eylemler, daha yüksek seviyelerde alınan kararlarla sınırlandırılmıştır. 1982'de Tien ve Kamiyama (1982) süreci beş aşamaya böldü: fiziksel personel ihtiyacı, toplam personel ihtiyacı, rekreasyon blokları, rekreasyon / iş programları ve vardiya çizelgesi. Aşama 1 ve 2, personel sorununu temsil eder; öncelikle hizmet düzeyini veya bütçeleme kısıtlamalarını yerine getirme gereksinimlerini karşılar. Programlama aşamaları, dördüncü ve beşinci aşamada, personelin refahını ve tercihlerini dikkate alır. Benzer şekilde, 1999'da Campbell üç seviyeli bir karar verme çerçevesi sunar: planlama, çizelgeleme ve tahsis. Planlama aşaması, personel gereksinimlerini belirler. Programlama aşaması izin günleri, çalışma günleri atar ve kişilere geçer. Yeniden planlama veya yeniden gönderme ile ilgili olan tahsis aşaması, talep dalgalanmalarına ve plansız personelin eksikliklerine uyum sağlamak için personelin gerçek zamanlı

ayarlaması ile ilgilidir. Diğer bir önemli çalışma, personel çizelgelemesini sınıflandırmak ve görevlendirmek için altı modüllük bir çerçeve ortaya koymaktadır: talep modellemesi, gün kapalı programı, vardiya çizelgeleme, bir iş inşaatı hattı, görev atama ve çalışanların görevlendirilmesi. Birinci modül, üç büyük talep vakası arasında ayırım yapan, dönem başına ve vardiya başına personel gereksinimlerini belirlemek için talep tahminini ele alır: görev tabanlı, esnek ve vardiyaya dayalı talep. İkinci, üçüncü ve dördüncü modüller, sağlık hizmeti sisteminde ortaya çıkan üç tür zamanlama problemi ile ilgilidir; yani güne ayırma tahsisi, vardiya çizelgeleme ve tur çizelgeleme problemleri (Morris ve Showalter, 1983). İşten ayrılma tahsisi sorunu, personelin çalışması tesisin çalışma haftasından (yani sürekli sistemden) farklı olduğunda ortaya çıkar. Vardiya çizelgesi, bazı planlama dönemi üzerindeki talebi karşılamak için geniş bir vardiya havuzundan seçim ile ilgilidir. Tur çizelgeleme (iş inşaatı hattı), planlama dönemi üzerinde uygulanabilir iş kalıpları oluşturmak için vardiya planını ve gün dışı zaman planını birleştirir. Görev ataması işleri (örneğin hastalar) personele (örneğin hemşireler) tahsis eder.

Kadrolama kararlarının kalitesi, iş yükü tahmininin güvenilirliğine bağlıdır (Duffield ve diğerleri, 2006). İş yükü analizi, hastanın zaman aşımını (örneğin, molalar ve izin günleri) ve hasta sonuç ölçütlerini (O'Brien-Pallas, 2004) dikkate alarak belirli bir birim tarafından sağlanacak iş yönünü (örneğin saat) doğrudan veya dolaylı olarak belirler. Hastaların bakım hacmini, standart faaliyet veya verimlilik birimi ile ilgili bir hizmetten ifade etmek için bir temel sağlamayı amaçlamaktadır. İş yükünü benzer personel gereksinimlerine uygun hale getirmek için standartlar geliştirilebilir. Genel olarak, iş yükünü nicelemek iki türe ayrılabilir: faaliyete ve bağımlılığa dayalı (DeGroot, 1994). Faaliyete dayalı bakım faaliyetlerini / görevlerini tanımlar ve zamanlarını tahmin eder. Buna karşılık, bağımlılık temelli, keskinliği ve bağımlılıkları sınıflandıran bir hasta sınıflandırma sistemidir. Personelin iş yükünü ölçmek, özellikle iş ortamının daha karmaşık, zorlu ve stresli bir yer haline geldiği durumlarda göz korkutucu bir iştir (Rashwan, 2017).

2.3. TEK AŞAMALI MODELLER

Tek aşamalı modeller, işe alma ve planlama aşamasını ele alan çalışmaları içerir. Dört aşamaya ayrılır: Planlama, zamanlama, yeniden planlama ve görevlendirme. Aşağıdaki bölüm, bu sınıftaki literatürü özetlemektedir.

2.3.1. Personel Planlama Aşaması

Personel planlaması, öngörülen işgücü ve organizasyonel faaliyetlerde gerekli becerilerin eşleştirilmesiyle ilgilidir (Bowey, 1977). Etkili bir şekilde planlamak için, dikkat edilmesi gereken iki karar problemi vardır: (Wright, 2006) personelin boyutlandırılması ve seviyelendirme kararları. Personel büyüklüğü (personel bütçesi veya personel kapasitesi planlaması), birkaç aydan bir yıla kadar uzanan uzun vadeli bir plandır. Yönetim, işgücünün genel büyüklüğüne ve becerilerine karar vererek temel işe alım ve eğitim kararlarını verir (Venkataraman ve Brusco, 1996). Personel boyutlandırma, her bir birime ne kadar toplam personelin atanması gerektiğine ilişkin kararları da içerebilir. Ayrıca, normal personelin yanı sıra, fazla mesai, yarı zamanlı, taşeronluk ve çapraz eğitim (Mincsovic & Dellaert, 2010) gibi ek personel kapasitelerinin öngörülen kullanımına ilişkin kararlar da vardır. Bu düzeydeki kararlar, yıllık bütçe kısıtlarını (Henderson ve diğerleri, 1982) göz önünde bulundurarak yeterli personel kapasitesini belirler. Bu kararlar örgütsel yapıya göre hastane veya bölüm düzeyinde alınabilir. Kadrolama problemi (personel ihtiyaç planlaması), belirli bir servis seviyesi ile zamanla değişen talebi karşılamak için uygun kademe seviyelerine karar vermek için iş yükü modellerini içermektedir. Personel hizmetlerinin, çoklu hizmet merkezleri için zamana bağlı değişken talep ile verimli bir şekilde eşleştirilmesiyle ilgilidir. Kadrolama, hacmine dayalı kadrolama (yani, hasta sayısına göre geleneksel olarak) veya daha kesin ve esnek olan keskinliğe dayalı kadrolama olabilir (Izady & Worthington, 2012). Esnek kaynaklar, hastanelerin güvenli personeli korurken iş yüklerindeki dalgalanmalarla başa çıkmalarına yardımcı olabilecek uygulamalar arasındadır (Abarnathy, 1973). Görev esnekliğinin sağlanması, işgücü zayıfladığında ve zamanla değişen talebi yönetmeye ve maliyetleri

düşürmeye yardımcı olan bir kapasite yastığı sağladığından kısa ve uzun dönemlerde geçerli bir alternatiftir (Barton, 2013).

Yönetim, yarı zamanlı personeli, belirsizlik, esneklik ve koordinasyon karmaşıklığına karşı iş akışının sürekliliğini sağlamak için personel faaliyetlerinin yeniden düzenlenmesi yoluyla iş yeniden tasarımı aracı olarak kullanabilir. Yarı-zamanlı politikaların tanıtılması, akışın süreksizliğinin yönetilmesi için, sistem tasarımını ve dolayısıyla performansı iyileştirmek için bir mekanizma sağlar, ancak iş ve görevlerin tasarımını değiştirmeyi gerektirebilir. Fazla mesai ve geçici personel kullanımı, maliyet, bakım kalitesi ve çalışanların memnuniyetsizliği ile ilgili birçok soru ortaya çıkarmıştır. Görüşme sırasında fazla mesai, dış taşeron işçilerine olan güven, ancak sağlık ve personelin moral kalitesi giderlerini azaltarak maliyeti düşürür. Her ne kadar çapraz eğitim ve çapraz kullanım, iş yükü değişimlerini karşılamak için takım çevikliğini ve sistem sağlamlığını artırabilse de çalışanların öğrenme kapasitesiyle sınırlandırılması masraflı, zaman alıcı olabilir ve iş sorumluluklarıyla ilgili belirsizliğe yol açabilir. Çapraz kullanılan personel, genellikle normal personelle aynı kalite veya verimlilik seviyesini sağlamak için mücadele etmişlerdir.

2.3.2. Personel Planlama Kararları

'Çizelge' terimi, özellikle personel kadrosu gibi belirli sorun türlerini kapsayacak şekilde genel bir terim olarak kullanılır. Wren (1996) çizelgeleme ve liste oluşturma faaliyetleri arasında bir ayırım yapmıştır; bu çizelgelemenin, zaman içinde yer alan ve bir dizi sert ve yumuşak kısıtlamaya tabi olan nesnelere, kaynakların toplam tahsisat maliyetini en aza indirdiğini iddia etmektedir (Aickelin & Burke, 2009; Glass & Knight, 2010; Goodman ve diğerleri, 2007). Kapsama kısıtlaması gibi herhangi bir ihlal olmaksızın zor bir kısıtlama sağlanmalıdır, personel tercihleri gibi yumuşak kısıtlamalar gevşetilebilir. Personel çizelgeleme için personel ihtiyacı, olası vardiya ve gün modelleri hakkında bilgi gerekir. Vardiya üretildikten sonra, hangi vardiyanın hangi işçilere tahsis edildiğini göstermek üzere bir kadroya yerleştirilirler. Bu kadro belirleme süreçleri, çalışanları, personelin tercihleri, yönetim politikaları, sendika ve sözleşmeye bağlı kısıtlamalar dikkate alınarak çizelgeleme probleminde tanımlanan çizelgelere atama ile ilgilidir. Literatürde, kadrolama terimi kötü

tanımlanmıştır ve özel bir programlama durumu olarak kabul edilebilir. Bu araştırma için, personel çizelgeleme (Burke ve diğerleri, 2004) ve personel listesi terimleri genellikle karşılıklı olarak kullanılır ve eşanlamlı olarak kabul edilir ve ilk ifade kabul edilir. Pratik personel çizelgeleme problemleri, çok sayıda karar değişkenini ve NP-tamamlanmış problemlere yol açan geniş bir dizi kısıtlamayı içeren karmaşık bir birleşme problemidir (Baeklund, 2014; Burke & Curtois, 2014; Cheang, ve diğerleri, 2003).

Gelişmiş ve kısıtlı olduğu için, zamanlama problemi çeşitli araştırma topluluklarının dikkatini çekmiştir (Rashwan, 2017).

Sağlık sistemlerinde üç tür zamanlama problemi ortaya çıkmaktadır. Yani vardiya, izin günleri ve nöbet çizelgeleme problemleri (Morris & Showater, 1983). Vardiya çizelgeleme, bazı planlama dönemi üzerindeki talebi karşılayan iş vardiyalarının seçilmesiyle ilgilidir (Brunner ve diğerleri, 2009; Siferd & Benton, 1994). Planlama dönemi, her gün hangi vardiya yapılacak belirlemek amacıyla işçileri günlük olarak tahsis etmek için çalışma zamanlarını tasarlamayı içerir. İzin günleri atama problemi, personelin çalışma haftası çalışan tesislerden farklı olduğu zaman ortaya çıkmaktadır (Lin ve diğerleri, 2014). İzin günlerinin iş günleriyle nasıl paylaştırıldığını ele alır. Her çalışan için aynı anda hem izin hem de çalışma günlerini belirler. Nöbet çizelgeleme, tipik olarak hem vardiya çizelgesini hem de izin gününü birleştiren ve planlama dönemi üzerinde uygulanabilir iş kalıpları oluşturmak için sonuçları kullanan bir yöntemdir (24 saat boyunca -örneğin hastaneler- çalışan kuruluş içindir). Yönetim iyi bir program oluşturmak için beş nitelik arasında değiş tokuş yapar (Maenhout & Vanhoucke, 2013b). Operasyonel verimlilik, işgücü maliyeti ve üretkenliği içerir. Maliyet, kaynakların israf edilmeden verimli bir şekilde tahsis edilmesini sağlamak için birincil amaçtır (örneğin, denetleme). Kapsama kısıtı, servis seviyesini, bakımın sürekliliğini ve hasta ihtiyaçlarını karşılamak için gereken minimum personel seviyesini sağlar. Personel memnuniyeti ile ilgili adalet ve eşitlik, personel tercihlerini dikkate almanın yanı sıra, yüksek kalitede bir programın hayati bir belirleyicisi haline gelir. Esneklik, yöneticilerin çevresel değişikliklere uyum sağlamasına olanak tanırken istikrar, yönetim yükünü ve personel memnuniyetsizliğini dayatan program değişikliklerini en aza indirmeyi amaçlar (Rashwan, 2017).

Programlama literatüründe personel programını geliştirmek için iki ana strateji benimsenmiştir: Döngüsel (yani yuvarlanma / rotasyon) ve döngüsel olmayan (yani isteğe bağlı) program. Döngüsel personel programı, her bir çalışanın (ekibin) eşit şekilde döneceği talepleri karşılamak için katı kalıplara uyar. Döngüsel zamanlama, vardiya başına düşen iş yükü, bir planlama (Isken, 2004) döneminden diğerine yaklaşık olarak sabit kaldığı sürece düzenli olarak kullanılır. Döngüsellik, kapsama alanı, adalet, istikrar ve daha az çabayı bile garanti eder. (Lau, 1996). Bununla birlikte, program kalitesi personel memnuniyeti konusunda düşüktür ve kişisel ya da hastane ortamlarından kaynaklanan değişiklikleri absorbe etmek esnek ve katıdır (Burke ve diğerleri, 2008).

Öte yandan, döngüsel olmayan programlama, her planlama periyodunda (örneğin birkaç hafta) yeni bir program oluşturarak döngüsel programın eksikliğini giderir (Dohn ve Mason, 2013; Hadwan ve diğerleri, 2013; M'Hallah ve Alkhabbaz, 2013). Esnek olmasından dolayı, döngüsel olmayan programlamaya büyük önem verilir. Bir vardiya, her bir personel için ve her gün farklı başlangıç ve bitiş zamanları ile, uzunlukları veya aralarla sabitlenmiş veya esnek olabilir. Zamanlama, personelin çalışma saatleri üzerinde esnek bir değişim gibi bazı kontrolleri tam olarak kontrol edilebilmesini sağladığında esnek program olarak adlandırılır. Hastane sistemlerinde, değişkenliği hesaba katmak, personel maliyetlerini düşürmek, iş ortamını iyileştirmek ve işgücünün istikrarını teşvik etmek için zamanlama esnekliği stratejisi şarttır. Bununla birlikte, planlama sürecine fazladan bir karmaşıklık katmanı da getirmektedir. Oldukça fazla tercih edilen bir tercih çizelgesi yöntemi de kendi kendine çizelgelemedir; bu çalışanlara bir çizelge üretme sorumluluğunu aktarır. Kendini zamanlama stratejisinin yüksek esnekliğine rağmen, genellikle kısıtlamaların çoğunun ihlali olduğu kadar, genellikle fazla / az personel istihdamından da muzdariptir (Asgeirsson, 2012; De Grano, 2009; Kaplansky & Meisels, 2007). Bazı çalışmalar da öz çizelgeleme ve tercih çizelgeleme arasındaki bir karışımı araştırmıştır. Bulgular, kişisel zamanlamanın verimli bir şekilde uygulanmasının zor olabileceği anlamına gelir. Müzakere gücü ve birimin büyüklüğü, kendini planlama yaklaşımının başarısını / başarısızlığını etkileyebilir. Silvestro ve Silvestro (2000), 35'ten fazla çalışana olan orta ila büyük ünitelerde otomatik zamanlama uygulamasında zorluklar yaşadıklarını bildirmiştir.

Birçok çalışma, planlama sürecinde belirli görevleri yerine getirme becerisi gibi çalışanların becerilerini dikkate almıştır (De Brucecker ve diğerleri, 2015). Personel, edindikleri deneyim, nitelik ve eğitim seviyelerini yansıtan beceri kategorileri ile ayırt edilebilir. Beceri grubu kısıtı, planlama dönemi boyunca belirli bir günde belirli bir vardiya tipini kapsamaya için gereken belirli sınıftaki çalışanların minimum / maksimum sayısını temsil eder. Kesinlikle ayrık beceri kategorileri, farklı sınıflar arasında yer değiştirmeye izin vermez. Bazı çalışmalar, yüksek sınıf çalışanlarının, alt sınıfın yerine geçebileceği hiyerarşik becerilerin yerine getirilmesini benimsemiştir. Alternatif beceri kategorilerini kişilere atama, yer değiştirme için kullanılır (Aickelin ve Burke, 2009; Aickelin ve Dowsland, 2004; Bard ve Purnomo, 2005a; Beddoe ve Petrovic, 2006).

2.3.3. Personel Tahsis Kararları

Günümüzde yöneticilerin en büyük sorunlarından biri personel tahsisidir. Çünkü doğru personelin seçimi, işgücü performansını olumlu yönde etkilemektedir.

2.3.3.1. Yeniden Zamanlama (Yeniden Başlatma)

Personel takvimi, genellikle personel üyeleri için çalışma alanlarını tanımlayan belirleyici bir listedir. Hastaneler dinamik ortamlara sahip olduğundan, önceden belirlenmiş bir programı bozan beklenmeyen olaylar, programın değiştirilmesine veya yeniden yapılandırılmasına neden olabilir. Literatürde bu süreç, personelin yeniden yapılandırılması olarak bilinir. Beklenmedik aksaklıklara cevap vermek için reaktif bir yaklaşımı temsil eder (örneğin hasta izni, devamsızlık, doğum / babalık izni, eksik beceriler ve hatta ani talep artışı). Bu olaylar mevcut programdaki bazı kısıtlamaları ihlal ediyor. Personel yeniden planlama, orta vadeli veya gerçek zamanlı (geçici) planlama dönemi üzerinde uygulanabilir. Yeni sürümün orijinal programa mümkün olduğu kadar yakın olması için programın yeniden oluşturulmasına karar vermeden önce bir aksama kaynağının çözüldüğü varsayımına dayanır (yani, düzeltilen ile orijinal plan arasındaki farklılıkları en aza indirir). Personel yenileme (personel

yetersizliği), personel maliyetini azaltmak veya personel memnuniyetini arttırmak için yapılabilir.

2.3.3.2. Gerçek Zamanlı Ayarlama Kararları

Personel yöneticileri genellikle talep değişikliklerine bağlı olarak personel programına gerçek zamanlı bir ayarlama yapmaya çalışırlar. Talep düştüğü takdirde, örneğin personelin gönüllü veya zorunlu bir izinli güne atanması, personelin yüksek iş yükü veya geçici olarak daha düşük personel seviyesi olan bir birime atanması. Eğer talep düşerse, bireysel personel kapasitesini azaltmak, personelin gönüllü veya zorunlu olarak bir izin gününe atanması, personelin yüksek iş yükü veya geçici olarak daha düşük personel seviyesi olan bir birime atanması ile uygulanabilir. Talepteki değişikliklerin çok kısa vadede sıkça meydana gelmesi nedeniyle, personelin bu değişikliklere cevaben yeniden tahsis kararları, tipik olarak bir vardiya başlangıcında, kısa bir dönemde karar vermeyi gerektirir. Gerçek zamanlı personel ayarlaması, hastanelerdeki çoğu birim için sıradan bir sorun gibi görünmektedir. Ancak bu alanda araştırma çalışmaları sınırlıdır ve gerçek zamanlı personel ayarlama kararları, personel tercihleri konusunda sınırlamalar içeren pahalı bir seçenek olabilir (Rashwan, 2017).

Taleplerin çok hızlı değişmesi durumu kurum tarafından simülasyon modellemesi için veri toplama aşamasında tespit edilebilir. İstatistiki olarak dağılım haline getirilebilir ilgili dağılımın ortalaması ve güven aralıkları bulunabilir. Böylece minimum ve maksimum talep durumu göz önüne alınarak personel tahsis politikasının nasıl olacağı belirlenebilir. Talebin aşırı olduğu saatler veya anlar simülasyon yardımıyla tespit edilebilir, bu noktalarda hangi politikanın izleneceği kararlaştırılabilir ve model üzerinde denenip, sonuçlar kaydedilebilir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SİSTEM SİMÜLASYONU

Son yıllarda, ekonomik baskılar nedeniyle, rakip şirketler ile rekabet edebilmek için, bireysel kuruluşlar ve endüstriler, ürünlerini veya hizmetlerini geliştirmeye yönelmiştir. Verimliliği artırmak için birçok strateji ve araç kullanılmıştır, ancak bu sistemlerin karmaşıklığı simülasyonu özellikle kullanışlı bir araç haline getirmektedir. Simülasyon, bir sistemin birbiriyle ilişkili bir şekilde çalışan birimler grubu olarak tanımlandığı, dinamik sistemleri incelemek için kullanılan birçok metodolojiden biridir. Özellikle, zamanla sistem davranışını tanımlayan bir model tasarlayarak genel işlemenin anlaşılmasını sağlamak için simülasyon kullanılabilir (Patvivatsiri, 2003).

3.1. SİMÜLASYONUN TANIMI VE KAVRAMI

Tüm kaynaklara yatırım yapmadan önce gelişmiş bir tasarımın uygulanmasının sonucunu öğrenmeye çalışmamız doğaldır. Herhangi bir sürecin iyileştirilmiş tasarımı, başarının ölçülmesine yardımcı olan bazı göstergeler üzerindeki iddia edilen etkilere dayanarak uygulamanın onaylanması ile sona ermektedir. Bu anlamda, kararları alan kişilerin daha doğru tahminlere sahip olmaları çok önemlidir. Simülasyon, gerçek durumun modellenmesine yol açan uzun bir görevdir ve amacı ile teklif, süreçte yapmak istediğiniz değişikliklerin etkilerini daha net bir şekilde tanımlamaktır (J. A. López ve diğerleri, 2017). Bu yöntem, bir modelde aynı anda iki veya daha fazla aşamanın incelenmesini sağlar. Örneğin, hemşire personel ve tur çizelgeleme problemini birbirine bağlayan bütünleştirici bir yaklaşım, hemşire-hasta oranını ve diğer politikaları değerlendirmek için kullanılmaktadır. Aynı zamanda da birbirine bağlı kararların yararlarını değerlendirmek için yöntemler önermektedir (Rashwan, 2017-11).

Bu çalışmada, simülasyon terimi, belirli bir matematiksel simülasyon türü olan bilgisayar simülasyonu kullanılacaktır. Simülasyonun mutlaka bir bilgisayar gerektirmemesine rağmen, bilgisayarların yaygın olarak bulunabilmesi simülasyon modellemesinin bu kadar popüler olmasının ana nedeni olmuştur (Patvivatsiri, 2003).

Bilgisayar simülasyonu, sistemin operasyonlarını veya özelliklerini taklit etmek için tasarlanan yazılımı kullanarak, çoğu zaman zaman içerisinde çeşitli yazılım modellerini sayısal değerlendirme yoluyla incelemek için kullanılan yöntemleri ifade eder (Kelton ve diğerleri, 2002)

Simülasyon modelleme tekniği, karmaşık sistemlerin neden olduğu sorunları maliyet açısından etkin bir şekilde ele almanın nihai yolu olmuştur. Programlama dilleri son on yılda oldukça gelişti ve GASP, SLAM, SIMIAN / ARENA, SIMIO gibi simülasyon programlarında bir patlamaya yol açtı; bu, simülasyonu güçlü, kullanışlı ve uygun maliyetli bir modelleme tekniği haline getirdi (Kadry, 2016).

Sistemlerin bilgisayar ortamında taklit edilmesine dayanan simülasyon ile modelleme, var olan sistemler için oluşturulabilir, ilişkiler kullanılarak ele alınan sistemin zaman içindeki davranışı incelenebilmektedir. Gerçek sistemlere müdahale edilmeden hem var olan sistemlerdeki kontrollü değişikliklerin etkilerinin incelenebilmesine hem de yeni sistemlerde olası farklı koşulların performansa etkilerinin tahmin edilebilmesine olanak sağlaması dolayısıyla yaygın şekilde kullanım alanı bulmuştur.

Simülasyon, kararların sonuçlarını ve gidişatlarını tahmin eder, gözlemlenen sonuçların sebeplerini belirlemede, değişikliklerin etkilerini ortaya çıkarmada, bütün sistem değişkenlerinin bulunmasını sağlamada, fikirleri değerlendirmede, yeni fikir geliştirmeyi ve yeni düşünceyi teşvik etmede, planların bütünlüğünü test etmede kullanılmaktadır (Özdağoğlu ve diğerleri, 2009).

Simülasyonun, gerçek veya tasarım aşamasındaki bir sistemin davranışlarını yansıttığından, kullanıcılar açısından oldukça çekicidir. Simülasyondan elde edilen sonuçlar, gerçek sistemden elde edilmiş gibi düşünülebilir. Optimizasyon modellerine zıt olarak, simülasyon modelleri çözülmek yerine “çalıştırılırlar”. Verilen girdi setine ve modelin karakteristiklerine bağlı olarak model çalıştırılır ve simüle edilen davranışlar gözlenir. Girdi setinde ve sistemin karakteristiklerinde yapılan değişiklikler, farklı senaryoların elde edilmesini sağlar (Swisher ve diğerleri, 2000).

Simülasyonun üretim, hizmet, ekonomi sistemleri gibi birçok alandaki başarılı uygulamaları günümüzde bu tekniğin en çok kullanılan teknikler arasına girmesine yol açmıştır (Dengiz ve Belgin, 2005).

Bir simülasyon çalışmasının temel amaçları; gerçek hayat sistemini girdi ve çıktılarıyla matematiksel olarak ifade etmek, gerçek sistemi, kurulan model üzerinden tanıyıp araştırmak, değişik kararları ve seçenekleri gerçek sistemde hiçbir değişiklik yapmadan deneyebilmek, elde edilen bilgiler ışığında sistemle ilgili ön gözlemlerde bulunabilmek ve uygulamaya esas olan kararları belirlemek, bir sistemin bileşenleri arasındaki etkileşimi görmek veya kompleks bir sisteme ait bir alt sistemi inceleyebilmek ve analitik çözüm yöntemlerini desteklemek şeklinde sıralanabilir (Fu, 2001).

Mevcut durumdaki ortalama iş yükü yoğunlukları belirlendikten sonra sürelerle ilişkin geliştirilen alternatifler simülasyon modeli kullanılarak karşılaştırılmıştır. Farklı senaryolar aracılığıyla elde edilen çözüm önerileri ve bunların beklenen performans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın bulunup bulunmadığı incelenerek alternatifler arasından en uygun çözüme karar verilmiştir.

3.2. SİMÜLASYON MODELLERİNİN SAĞLIK SİSTEMİNDEKİ KULLANIM ALANLARI

Simülasyon modelleri sistem kavramının bulunduğu, istatistiksel olarak veri alabileceğimiz her alanda kullanılabilir. Modelleme için kullanılan programlara veri girişleri istatistik dağılımları olarak yapıldığından dolayı, eldeki verilerle bir dağılım elde edilmeli ve bu dağılım, programa girilerek sistemin işleyişi simüle edilmektedir.

3.2.1. Yönetim Sistemi Simülasyonu

Maliyetleri kontrol etmek için artan baskı ve artan rekabet, sağlık yöneticilerinin kurumlarını etkin bir şekilde işletmek için araçlar aramasına neden olmuştur. Hasta gelişleri genel olarak rastlantısal ve varış saatleri arasındaki olasılık dağılımı genellikle zamana bağlı parametreler tarafından yönetilir. Örneğin, hastaların öğleden önceki geliş şekli öğleden sonrakinden farklı olabilir veya günlük hasta yoğunluğu değişebilir. Fiziksel veya insan olarak gerekli kaynakların sayısı zamana bağlı parametrelere göre farklılık gösterebilir. Örneğin, çalışan personel sayısı bazı

durumlarda değişmektedir. (Patvivatsiri, 2003). Bu sistemi kullanmak, sadece yeni sürecin nasıl gerçekleştirileceğini bilmekle değil, aynı zamanda garip durumlar söz konusu olduğunda mevcut sürecin nasıl tepki vereceğini bilmekle de ilgilidir (J. A. Lpez ve arkadaşları, 2017).

Sağlık hizmetleri sistemleri çok karmaşık olduğu için gelişmiş ve uygun maliyetli simülasyon modellerinin kullanımı birçok sorunun kolaylıkla çözümünü sağlayacaktır. Bu, karmaşıklığı kolaylıkla ele almak için modellemede görselleştirmeler kullanılmaktadır.

3.2.2. Kayıt Sistemi Simülasyonu

Kayıt sistemlerindeki en büyük sorunlar yavaş işleyişin veya personelin azlığından kaynaklanan beklemeledir. Herhangi bir kayıt sisteminin girdisi insan olduğu dolayısıyla memnuniyet kriterleri için yapılış süresiyle ters orantılıdır. Yani bir iş ne kadar kısa sürede yapılırsa, memnuniyet o düzeyde artar. Fakat günümüzde gerek belli dönemlerdeki iş yükü gerekse maliyeti azaltmak adına personel yetersizliği nedeniyle beklemeleler çok fazla görülmektedir. Simülasyon sistemlerinin kullanılmasıyla, sistemdeki tıkanıklığın nerede olduğunun görülmesi sağlanarak hem işveren hem de müşteri açısından maksimum memnuniyet olacak şekilde beklemeleleri azaltarak, personelin iş yükünü de minimize etmek amaçlanmaktadır.

3.3. SİMÜLASYON MODELLEME TEKNİKLERİ

 dinamik modelleme paradigması, bir sağlık hizmeti sistemindeki karmaşıklığı belirleme sürecine müdahale edebilir: Ayrık Olay Simülasyonu (DES), Sistem Dinamiği (SD) ve Ajan Tabanlı Model (ABM). Sağlık bakımı literatürüne hizmet eden bir diğer simülasyon paradigması da Monte Carlo Simlasyonudur (MCS) (Katsaliaki ve Mustafee, 2011). Bu dinamik modelleme paradigmalarının davranışındaki temel fark, ilk ikisinin (DES ve SD) fiziksel dünyada tanımlanan kurallara, daha sonra da varlıkların bu kurallara göre modellenmesine bağlı olmasıdır. Ajan Tabanlı Modellemeye gelince, bu tanımlanmış kurallara dayanan varlıklar arasındaki etkileşim, sistem davranışını geliştirmede anahtar faktördür (Kadry, 2016).

3.3.1. Sistem Dinamiği (SD)

Tüm karmaşık sistemin davranışını anlamak için, bu simülasyon paradigması sistemin iç karmaşıklığına odaklanır ve geri bildirim süreçlerini bu karmaşıklığı çözmek için bir varlık olarak kullanır. Sistem dinamiği modelleri, geri besleme (veya nedensel) döngüleri ve stokları ve akışları kullanarak doğrusallığı yakalar. Bu, sağlık bakım sisteminin dinamik davranışına bağlanabilir ve doğası gereği karmaşık bir sistemdir (Kadry, 2016).

3.3.2 Kesikli Olay Simülasyonu (KOS)

KOS, sistemin ayrık trafik (veya işlem) akışı şeklinde görüntülediği en popüler tekniktir. Modelin durumu yalnızca rastgele oluşturulabilecek olay zamanları adı verilen ayrık zaman noktalarında değişir. Bu, hastalığın gelişi veya taburcu edilmesi gibi sistemdeki her olayın sistemin genel davranışını değiştirebileceğini kanıtlayarak sağlık hizmeti ortamına bağlanabilir (Kadry, 2016).

3.3.3. Ajan Tabanlı Modelleme (ATM)

ATM en son teknolojidir. Bu yöntem, SD ve KOS ile karşılaştırıldığında farklı düzeylerde sorunların üstesinden gelir ve gerçek dünyada çok çeşitli uygulamalara sahiptir. İnsan davranışının modellenmesini daha verimli kılar, çünkü bazı basit tanımlanmış kuralları izleyen basit karar verme ajanlarına dayanır. Bu paradigmanın sonucu, bu ajanların birbirleriyle ve dış dünyayla etkileşimi ile sonuçlanır. Bu, hastaların ve kaynakların belirli bir görevi gerçekleştirmek için etkileşime girdiği sağlık sektörü için de geçerlidir.

Monte-Carlo Simülasyonu (MCS) belirsiz kalıtsal olayların rastgele değerler ile değiştirildiği olasılık dağılımına dayanır. Sonuçlar, bu olasılık fonksiyonundan farklı bir rasgele değer seti kullanılarak, her bir zaman diliminde hesaplanır. Bu aynı zamanda sistemin yorumlanması için büyük miktarda veri toplanacağı sağlık sistemleriyle de ilgilidir (Kadry, 2016).

3.4. SAĞLIK SİSTEMİNDE SİMÜLASYONUN AVANTAJLARI

Programlama dilleri, Nesne Yönelimli Simülasyon (NYS) modelleri sunan ilk kuruluşlardı. NYS modelleri kullanılarak paralel olarak birden fazla işlemci çalıştırılabilir ve bu da işlem ve bellek kaynaklarının daha yüksek kullanılmasına yol açar. Bu avantaj anahtar faktörü, bu tür simülasyon modellemesini düşük maliyetli bir model yapar. Sağlık hizmeti sistemlerinin karşılaştığı sorunların çoğu simülasyon modellemesi kullanılarak çözülebilir, böylece simülasyon bugünlerde önemli bir stratejik avantaj ve etkin bir teknolojidir. Uygun maliyetli bir sağlık hizmeti simülasyon modellemesi için göz önünde bulundurulması gereken ana faktörler aşağıdaki gibidir (Akshay, 2012):

* Hasta Akışı ve Optimizasyonu: Poliklinik Planlama, Yatan Hasta Planlama ve Kabul, Acil Oda Simülasyon Modelleri, Uzman Klinikler, Hekim ve Sağlık Personeli Çizelgeleme;

* Sağlık Varlığı Tahsisi: Yatak Boyutlandırma ve Planlama, Oda Boyutlandırma ve Planlama, Personel Boyutlandırma ve Planlama;

* Sağlık politikası modellemesi;

* Çok tesisli modelleme.

3.5. SİMÜLASYONUN GELİŞTİRİLMESİ

Dillerin ve simülasyon paketlerinin yetenekleri ve karmaşıklığı, 40'lı yıllara göre çarpıcı bir şekilde artmaya başladığında, simülasyonun nasıl ve ne zaman kullanılacağı kavramı değişti. İlk başta, 50'li ve 60'lı yılların sonunda, simülasyon genellikle büyük sermaye yatırımları gerektiren büyük şirketler tarafından kullanılan pahalı ve özel bir araçtı. Simülasyonun bugün bilindiği gibi kullanımı 70'lerde ve 80'lerin başında başlamıştır. Bilgisayarlar daha hızlı ve daha ucuz olmaya başladı ve çoğu şirket hala büyük olmasına rağmen simülasyonun değeri diğer endüstriler tarafından keşfedilmeye başladı (J. A. López ve diğerleri 2013).

3.6.ARENA'DA SİMÜLASYON MODELLEMESİ

Bu bölüm, Systems Modeling Corporation tarafından geliştirilen ve şu anda Rockwell Software tarafından dağıtılan Arena adlı bir SIMAN / Sinema tabanlı modelleme / animasyon sisteminin özelliklerini ve işlevlerini vurgulamaktadır. Arena, simülasyon teknolojisinde önemli bir ilerlemeyi temsil etmekte ve yalnızca belirli sorun alanlarıyla sınırlı kalmadan hızlı ve kolay bir şekilde modelleme olanağı sunmaktadır. Arena, yüksek seviyeli simülasyon paketlerinde bulunan özellikleri, simülasyon dillerinin esnekliği ile çok çeşitli problem alanlarında birleştiren popüler bir simülasyon yazılımıdır. Arena, SIMAN ve Sinema paketlerinin bir uzantısıdır. SIMAN dili, karmaşık sistemleri modellemek için kullanılan genel amaçlı bir Simülasyon analiz programıdır. Cinema, SIMAN'a eşlik eden ve bir SIMAN modelinin gerçekçi grafik tasvirlerini tasarlamak ve çalıştırmak için kullanılan esnek bir animasyon modülüdür. Arena, SIMAN / Sinema ailesinin en yeni üyesidir. Veri analizi, model oluşturma, etkileşimli uygulama, izleme, doğrulama ve çıktı analizi de dahil olmak üzere bir simülasyon çalışmasında tüm temel prosedürleri desteklemektedir. Ayrıca, Arena aynı çalışma ortamında bir grafik modelleme animasyon sistemi içerir. Bu dinamik animasyon, nesne yönelimli programlama ve hiyerarşik modelleme kavramlarına dayanmaktadır. Arena ayrıca girdi verilerine uygun bir istatistiksel dağılım sağlamak için bir araç olarak bir "Giriş Analizörü" de içerir. Benzer şekilde, "Çıkış Analizörü", çeşitli simülasyon işlemlerinden elde edilen çıkış verileri üzerinde istatistiksel testler yapmak için kullanılabilir (Patvivatsiri, 2003).

Arena paketi ile birlikte gelen OptQuest adlı pratik bir yazılım sistemi, OptTek Systems Inc. tarafından geliştirilen en son yeniliktir (Kelton ve diğerleri, 2002). Bu sistem, karar vericilere Arena ve Excel tabanlı Crystal Ball yazılım paketi de dahil olmak üzere çeşitli yazılım paketleri içinde en uygun parametreleri etkin bir şekilde belirleme konusunda yardımcı olur. OptQuest, meta-teknik, klasik optimizasyon ve yapay zekayı bütünleştirir ve en uygun veya en uygun çözüm senaryolarını belirlemek için simülasyon serilerine rehberlik etme kabiliyetine sahiptir (Patvivatsiri, 2003). Law ve Kelton (2000), Arena için OptQuest'i şöyle açıklamaktadır: "OptQuest for Arena, seçtiğiniz model girdilerinin nasıl değiştirileceğine karar veren ve daha sonra

belirlediğiniz çıktı performansı ölçütlerini optimize eden (maksimize eden ya da en aza indiren) bu girdilerin bir kombinasyonunu aramak için bir dizi simülasyon çalıştıran bir uygulamadır.”

3.6.1. Arena Yazılımı

Büyük bir karmaşık sistem olarak, sağlık sektörü sürekli değişimlerle karşı karşıya. Bu nedenle, öngörücü modelleme, sistem maliyetlerini kontrol etmek, yeni düzenlemelere cevap vermek, hasta deneyimini geliştirmek vb. gibi daha iyi sonuçlar elde etmek için çok yararlı ve etkilidir. Günümüzde, pazarda lider sağlık hizmeti simülasyon yazılımı çözümü, ARENA, Systems Modeling şirketi tarafından geliştirilmiştir. Hasta akışı çalışmalarını, personel gereksinimlerini kolaylaştırır, tesislerin kullanımını optimize eder, ER (Acil Servis Odaları) ve kabul süreçlerini, tesis planlamasını ve daha fazlasını kolaylaştırır. ARENA, SIMAN / Sinema üzerine kurulu bir modelleme sistemidir. Nesne yönelimli programlama ve hiyerarşik modelleme kavramını temel alan bir grafik ve animasyon sistemidir (Kadry, 2016).

ARENA, araştırılan sağlık sistemini hızlıca kolaylaştırmak ve işlemek için öngörücü bir modelleme akış çizelgesi metodolojisinin tasarlanabileceği çok kullanıcı dostu bir araçtır. ARENA'nın ortak bir özelliği, kullanıcının simülasyonlar oluşturmasına ve sonuçları görselleştirmesine izin veren sürükle ve bırak elemanları ve yapılarıdır. Dahası, ARENA'nın hastanede neler olup bittiğini ve işlemlerin öngörücü analitik gelişiminin daha iyi anlaşılmasını sağlayan model bilgilerinin özelleştirilmiş gösterimlerini oluşturabileceğiniz yerleşik dinamik gösterge panoları ile model analizi hızlı ve kolaydır. ARENA müşterileri, yeni modüller oluşturmak için SIMAN blokları ve eleman kütüphanesinde bulunan temel modelleme ilkelerini kullanabilirler. Bu modüller daha sonra şablonlara (veya kütüphanelere) kaydedilebilir ve çalışmada projeye hizmet verecek şekilde uyarlanabilir (yani doktorlar, hemşireler, yataklar, röntgen vb. gibi sağlık hizmeti modelleme ilkeleri). Bu mekanizma, modelleyiciye, modellenmekte olan gerçek sisteme benzer bir modelleme sistemi kurma becerisi sağlar (Kadry, 2016).

Gerçekçi bir hasta akışının tanımlanması ve doğru verilerin toplanması, modelleme projesinin başarısında kilit faktörlerdir. Son model, ARENA hastane

simülasyon modeliyle birleştirilmiş bir Excel kullanıcı arayüzünden oluşur. Excel arayüzü, kullanıcıların giriş yapmasına, modeli çalıştırmasına ve çıktıları kolayca görmesine olanak tanır. Excel arayüzünde çeşitli girdiler değiştirilerek karşılaştırma için sayısız senaryo oluşturulabilir. Kullanıcı, işlem akışlarını, işlem gecikmelerini, hasta rutinlerini ve ayrıca kaynak programlarını ve yatak sınırlamalarını, kullanıcı arayüzünden yönetebilir. Senaryo çalıştırdıktan sonra, kullanıcı birden fazla çıktı rapor sayfasını inceleyerek sonuçları ölçebilir. Hasta döngüsü sürelerinden kaynak kullanımlarına kadar her çalışma için analiz için çeşitli anahtar çıktılar kaydedilebilir. Senaryoların analizi ve karşılaştırılması, doğru kararların alınmasında kilit bilgiler sağlar (Kadry, 2016).

Bu yazılımın temel avantajları: karmaşık gelecekteki performanslarını tanımlamak, belgelemek ve iletmek için süreçleri modellemek, karmaşık ilişkileri anlamak ve iyileştirme fırsatlarını belirlemek için sistemin gelecekteki performansını simüle etmek, işlemleri dinamik animasyon grafikleriyle görselleştirmek ve bunların nasıl yapıldığını analiz etmek. Sistem farklı olasılıklarda çalışacak, böylece en iyi karar seçilebilecektir. ARENA'da modüller, bir işlemi simüle etmek için gerekli tüm bilgilerin depolandığı yerlerde simüle edilecek işlemi tanımlayan akış şeması ve veri nesnelere sahiptir. Bununla birlikte, varlıklar hizmet verilen müşteriler / hastalar olabilir. Bir model farklı tipte varlıklara sahip olabilir. Örneğin, eczanede, reçeteler doldurulma sürecinden geçen varlık olarak modellenir. Aynı zamanda, eczacının dikkatini tıbbi sorularla çekmek için yarışan müşteriler de ayrıca, varlıklar olarak modellenir.

3.6.2. Arena'nın Avantajları

Yazılım çıktı üretimini değiştirmek, özel istatistikler ve görselleştirmeler sağlamak için modelleme araçlarında esnekliğin olmayışı ve aracın birden fazla simülasyon paradigmasında kullanılamaması araştırmacıları nesne yönelimli bir yaklaşım kullanmaya yönlendirmiştir. ARENA yazılım programı böyle bir simülasyon ortamına örnek olarak gösterilebilir. Sağlık hizmetinde simülasyon modellerinin az sayıda kullanılmasının çok yaygın bir nedeni, uygulamaların %50'sinin yalnızca tesise özgü konulara odaklanması, gerçek hayatta oluşan karmaşık etkileşimi görmezden gelmesidir. Farklı bölümlerdeki farklı tesisler tüm sağlık sistemi üzerinde kötü bir

etkiye yol açmaktadır. Bu çalışmanın amaçlarından biri, karmaşık sistem düşüncesini ele almak için sağlık hizmetlerinde simülasyon modellemesini geliştirmektir. Bunun için, bir modelleyici olarak, tesise özgü konuların çok işlevli sorunlara dönüştürülmesi gerekir. Bunu başarmak için, simülasyon modellerinin geliştirilmesinde nesne yönelimli bir yaklaşım kullanılacaktır. Her tesis bağımsız olarak modellenebilir ve daha sonra hastane model sisteminin tamamını oluşturmak için birleştirilebilir (Kadry, 2016).



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

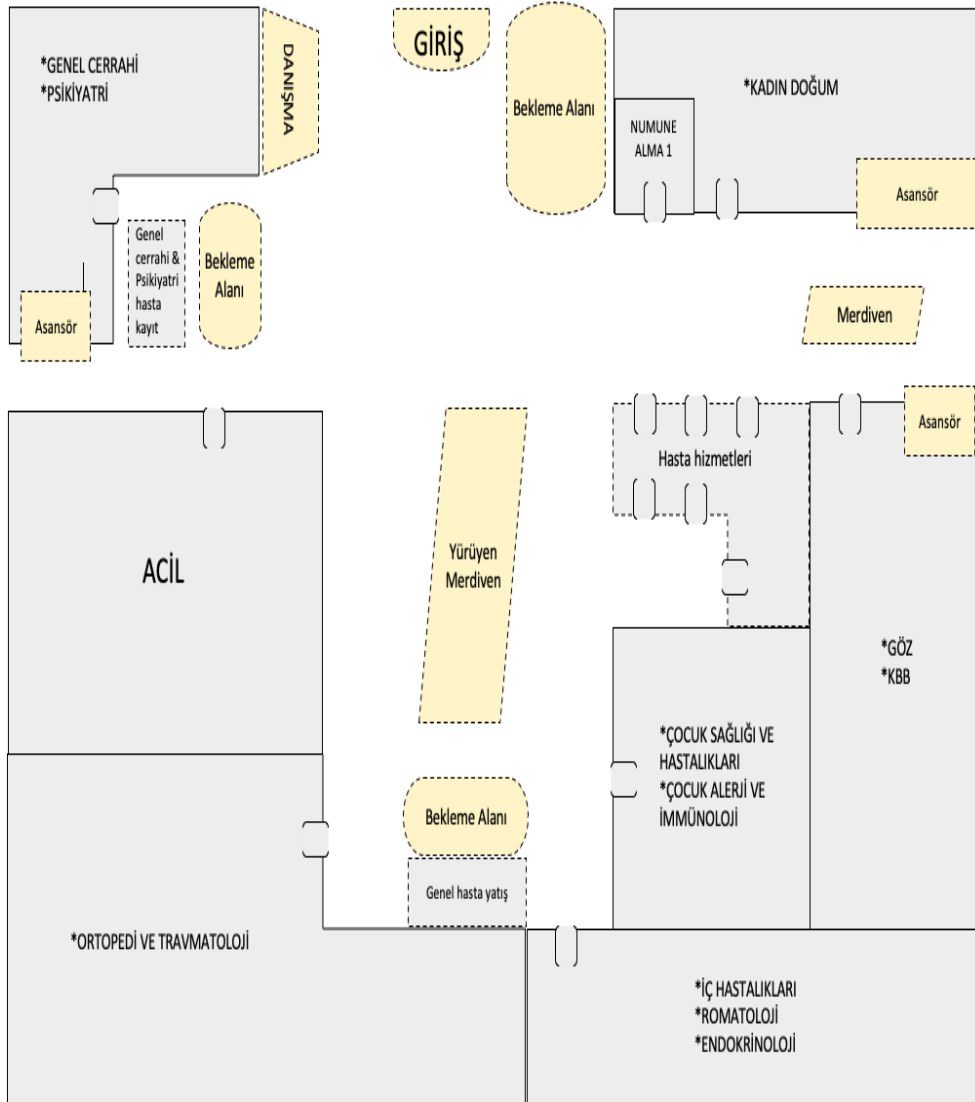
Bu çalışma, Özel XYZ Hastanesi'nin polikliniklerindeki hasta kayıt birimlerinde bulunan personel azlığı/fazlalığı durumunun ölçülmesi ve mevcut durumun değiştirilerek hasta bekleme sürelerinin azaltılması amacıyla yapılmıştır.

4.1. HASTANE SİSTEMİNİN BİLEŞENLERİ VE TANITIMI

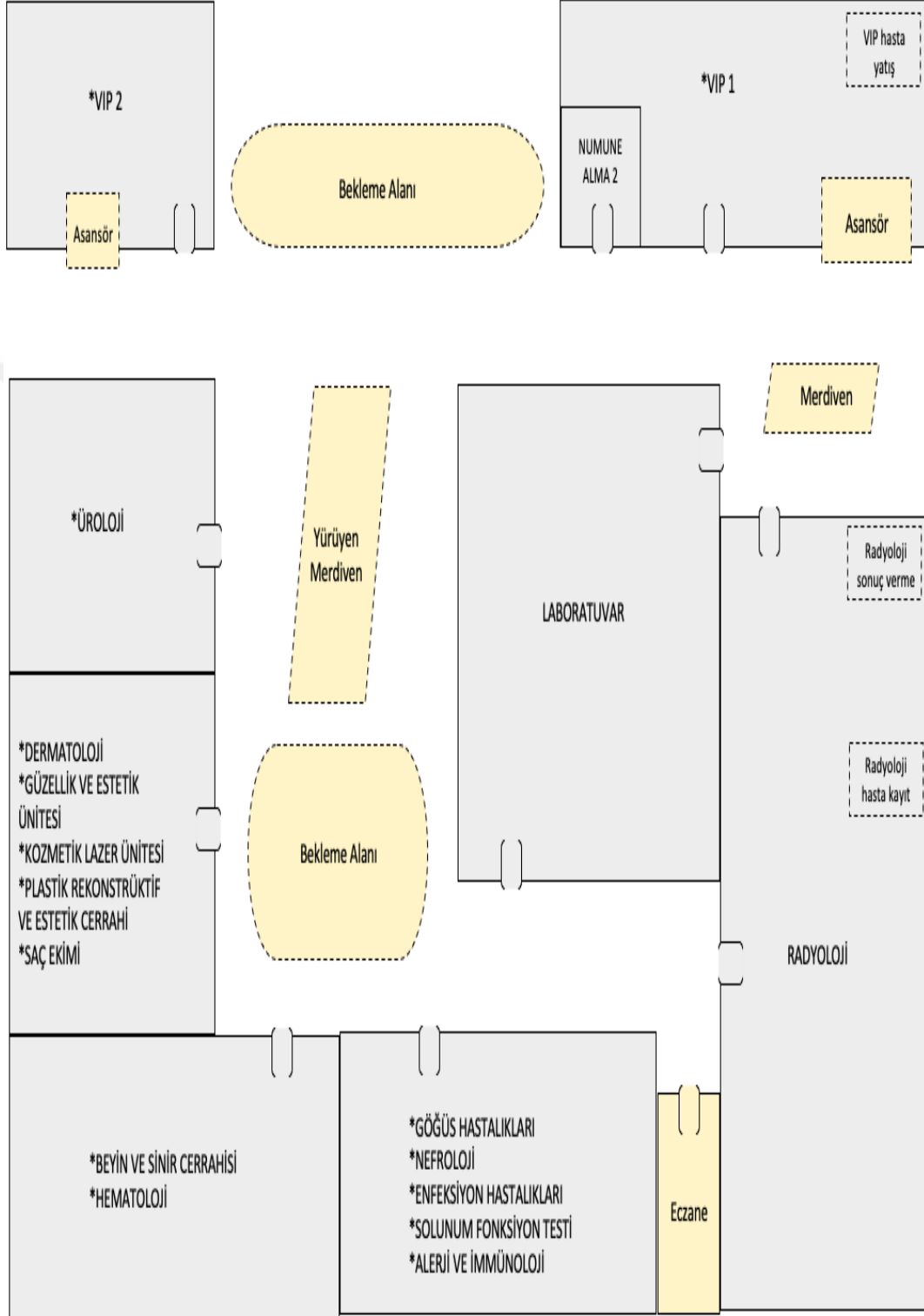
Teze konu olan hastanenin özel hastane olması dolayısıyla hem randevulu hem randevusuz hasta bakımları mevcuttur. Hastanede ücretli hastaların yanı sıra, SGK'lı hastalar, tamamlayıcı sağlık sigortası olan hastalar, özel sigortalı hastalar ve Türk Telekom, Ziraat gibi devlet kurumlarından gelen özel sigortalı hastalara bakım yapılmaktadır. Hastanenin -1, zemin ve 1.katları poliklinikler için ayrılmıştır. SGK'lı hastalar için her polikliniğin ayrı bölümü olmakla birlikte diğer özel sigortalı ve ücretli hastalar için 1.kattaki VIP1 ve VIP2 bölümlerinde hasta tanı ve tedavileri yapılmaktadır. Hastaların ilk giriş işlemleri için hasta kayıtların çoğu her bölümün kendi içindeki hasta kayıt personeli tarafından yapılmakta, bazıları içinse birkaç bölümün kayıtları bir arada olmaktadır. Radyoloji 1.katta olmakla birlikte, tetkik kayıtları radyolojik inceleme istemi yapılan bölümün hasta kayıt kısmında yapılmakta, hasta ücretli hastaysa ödemeler bu bölümlerde alınmakta ve daha sonra radyoloji birimine yönlendirilerek buradaki hasta kayıta sıra alması sağlanmaktadır. Eğer hastanın tetkikleri kısa süreli tetkiklerse gün içinde çekimi yapıp sonuç göstermek için tekrar doktora yönlendirilmektedir; aksi takdirde tetkik için verilen randevu gününde tekrar gelmek üzere çıkış işlemlerini yapmak için tekrar muayene olduğu polikliniğin hasta kayıt birimine başvurmaktadır. Tetkik sonuçlarına göre doktor hastanın durumunu belirleyip yatış veya ameliyat istediye, hasta, yatış veya ameliyatla ilgili bilgi almak ve ücret ödemesi için zemin kattaki hasta yatış birimine (SGK lılar için) veya 1.kattaki VIP1 bölümü içindeki hasta yatış birimine (Özel sigortalı ve ücretli hastalar için) yönlendirilmektedir. Eğer yatış veya ameliyat istemi yoksa hasta çıkış işlemleri için muayene olduğu polikliniğin hasta kayıt bölümüne gidip çıkış işlemlerini yapmaktadır. Tahliller için de 1.kattaki, zemin kattaki ve çocuk

bölümünün içindeki numune alım bölümlerine yönlendirmeler yapılmaktadır. Sonuç gün içinde verilirse doktora gösterilip, yatış veya ameliyat istemi yapılması durumunda ise hasta ilgili birimlere yönlendirilmekte (başka gün çıkacaksa da uygun randevu verilip) gerekli işlemler yapıldıktan sonra da çıkış işlemi yapılmak üzere muayene olduğu birimin hasta kayıt kısmına gönderilmektedir. Çıkış işlemleri için SGK'lı hastalar adına herhangi bir işlem bulunmamakta; ücretli hastalar girişler yapılırken ödemelerini yaptıkları için direk çıkışa yönlendirilmekte; fakat özel sigortalı hastalar provizyon işlemleri için 10-60 dk arası beklemektedir. Sigorta şirketleriyle görüşülüp işlemler tamamlandıktan sonra çıkış işlemleri yapılmaktadır.

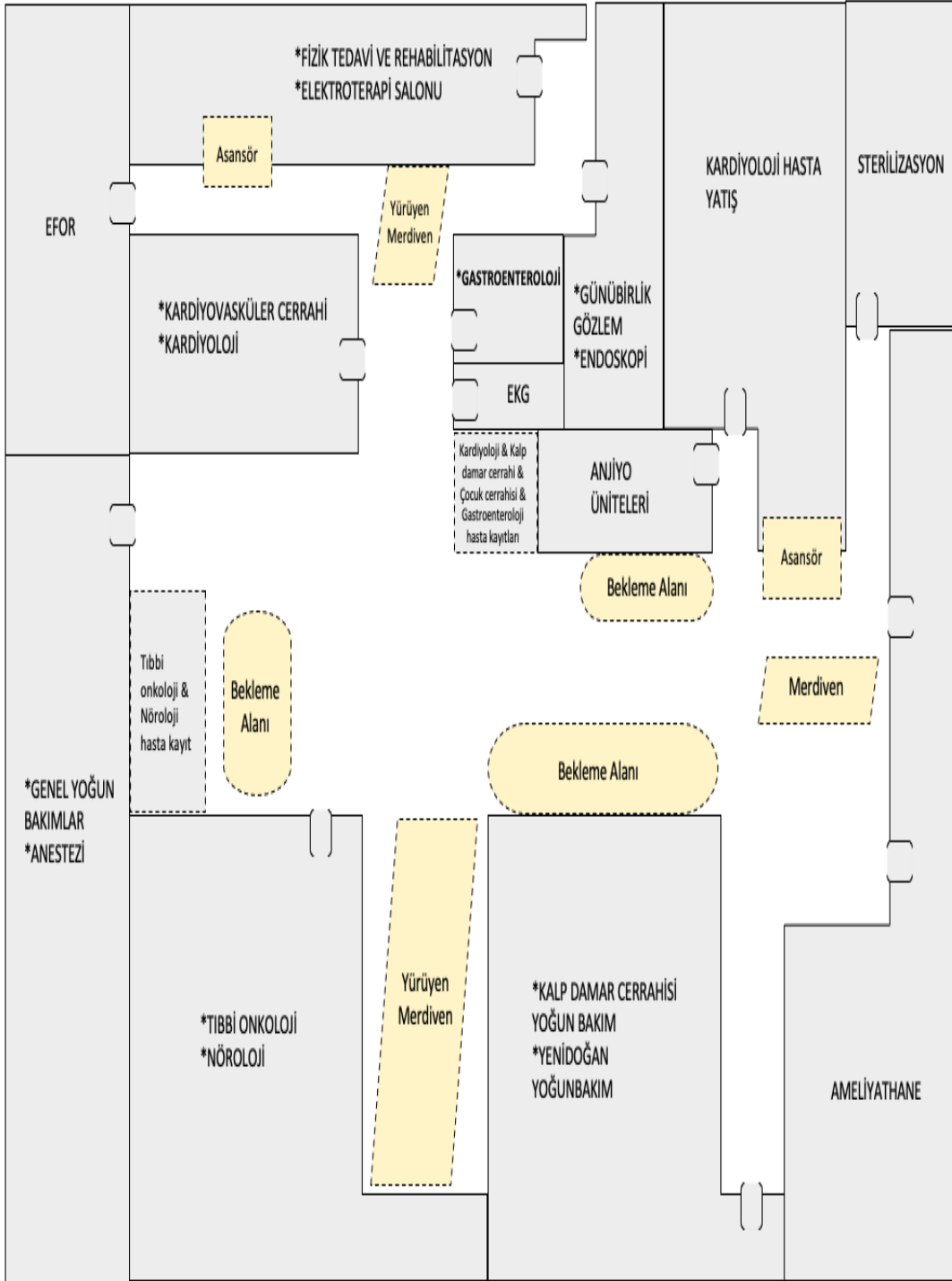
Şekil 1: Hastane Zemin Kat



Şekil 1 : Hastane Birinci Katı



Şekil 2 : Hastane - 1 katı



Yukarıdaki Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'te hastanenin -1. kat, zemin kat ve 1. katın elle çizilen taslak planları görülmektedir.

4.2. HASTANE SİSTEMİNİN MODELİNİN OLUŞTURULMASI

Modeli oluştururken hastane planından yararlanılmıştır. Poliklinikler modele yerleştirilip, hastane yönetiminden alınan bilgilerle iş akış diyagramı çıkarılmış ve modelin gidişatı belirlenmiştir.

4.2.1. Simülasyon Modeli İçin Olasılık Dağılımlarının Belirlenmesi

Model için verilerin bazıları hastane sisteminden alınırken bazı veriler günün belli saatlerinde süre tutularak alınmış olup analiz için kullanılmak üzere veri setine eklenmiştir. Modelde Özel XYZ hastanesinin 2019 yılının ocak ayı verileri kullanılmıştır.

Tablo 1’de görülen veriler, polikliniklerde bir ay boyunca istenen ameliyat sayısını göstermektedir.

Tablo 1 : Toplam Ameliyat Sayısı

3	Toplam Amlyt_say	Sütun Etiketleri	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	29	30	31	Genel Toplam	
4	Satır Etiketleri		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	29	30	31	Genel Toplam	
5	ACİL TIP		14	14	13	8	12	6	6	6	10	5	12	11	11	12	2	4	8	10	15	9	6	9	10	5	14	7	7	17	8	3	13	287	
6	AĞIZ VE DIŞ SAĞLIĞI										1																								1
7	ANESTEZİ VE REANİMASYON		4	4	4	3	3	3	6	5	11	10	11	4	2	6	3	1	2	9	4	4	5	9	12	7	7	6	3	4	3		155		
8	BEYİN VE SINIR CERRAHİSİ									4						3	4	3	2	2		4		1		1	1		3	1		3		32	
9	ÇOCUK CERRAHİSİ		3	2	1			1	2			1	1		1	3		2	4	8	10	9	4	3	3	3		5	5	2	1		74		
10	DERMATOLOJİ		3	9	21	7		12	8	4	13	7	3		8	6	12	9	1	1		2	13	8	12	15	4		3	13	9	5		208	
11	FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON				2	1		2											1	1	1													8	
12	GASTROENTROLOJİ		19	19	14	4		19	13	21	21	20	14		29	23	16	25	25	14	18	17	15	29	20	11		7	6	7	9		435		
13	GENEL CERRAHİ		3	16	8	10	8		17	8	4	15	4	8	1	13	7	10	8	3	2	11	13	7	20	11		2	11	6	6	6		238	
14	GÖĞÜS CERRAHİSİ		2						1	2						1		2		1				1		2	3					2		16	
15	GÖĞÜS HASTALIKLARI				1						1		1			1	1	1																6	
16	GÖZ HASTALIKLARI		1	11	2			2	2	2	7	1	1		2	2	1	5	1		1	2		4	3				5	3			58		
17	HEMATOLOJİ		3	6	3		1	4		1	3				1	4	2	2		2	1	3	1	1	1	1		1	1	2	7	2		50	
18	İÇ HASTALIKLARI											1																							1
19	KADIN HASTALIKLARI VE DOĞUM		10	12	27	28	11	6	23	31	14	16	20	13	2	24	22	24	18	30	7	31	31	25	21	23	11	1	26	14	19	13		553	
20	KALP VE DAMAR CERRAHİSİ		1			1		1	3	1	1	1			1	2	2		2		1	4	1	1	3			1	1	5	1		34		
21	KARDİYOLOJİ		7	25	34	31	14	6	32	24	27	23	29	17	5	31	35	29	31	28	24	9	24	36	38	18	32	16	9	38	43	28	38		781
22	KULAK-BURUN-BOĞAZ HASTALIKLARI		1	2	7			3	5	3	5	4			4	4		2	7		6	5	10	10	4	1		9	4	8	5		109		
23	NEFROLOJİ		1	1											1								1									1		5	
24	NEONATOLOJİ					1	2	1	1			1					1	1	4							1								13	
25	ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ		5	4	7	2		7	3	4	9	8	4		5	2	3	5	5	1	5	1	4	7	1	3		2	6	3	6		112		
26	PLASTİK, REKONSTRÜKTİF VE ESTETİK CERRAHİ			2	2			3	2	7	3	3										2	15	2	11	9			5	7	3		76		
27	PRATİSYEN HEKİMLİK		7	2	6	7	2	3		5	3	5	3	6		5	2		1								4		5				66		
28	RADYOLOJİ			1				2								5	2	3		1	3			1	3		1	3	7	3			31		
29	TIBBİ ONKOLOJİ		1	1	2	5	1	1			2	2	1	2							3	2	1		2	3		3					32		
30	ÜROLOJİ		5	16	10	10	4		5	9	7	3	10	3		12	14	17	12	14	6	19	18	14	11	14	2		9	9	8	11		272	
31	Genel Toplam		56	124	149	165	71	29	144	132	121	142	137	88	25	159	138	128	140	140	91	26	152	182	147	164	169	76	30	145	137	122	124	3653	

Tablo 2’de görülen veriler, polikliniklerde bir ayda istenen tetkik sayılarını göstermektedir,

Tablo 2: Polikliniklerde İstenen Aylık Toplam Tetkik Sayısı

Toplam TET_sAY	
Satır Etiketleri	Genel Toplam
BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ	571
ÇOCUK ALERJİSİ	1079
ÇOCUK CERRAHİSİ	187
ÇOCUK HEMATOLOJİSİ	715
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI	8107
DERMATOLOJİ	1329
ENDOKRİNOLOJİ VE METABOLİZMA HASTALIKLARI	11523
ENFEKSİYON HASTALIKLARI	1560
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON	865
GASTROENTROLOJİ	6081
GENEL CERRAHİ	4388
GİRİŞİMSEL RADYOLOJİ	9
GÖĞÜS CERRAHİSİ	317
GÖĞÜS HASTALIKLARI	5870
GÖZ HASTALIKLARI	50
HEMATOLOJİ	31067
İÇ HASTALIKLARI	12479
İMMÜNOLOJİ VE ALERJİ HASTALIKLARI (GÖĞÜS HASTALIKLARI)	1028
KADIN HASTALIKLARI VE DOĞUM	6251
KALP VE DAMAR CERRAHİSİ	1672
KARDİYOLOJİ	12321
KULAK-BURUN-BOĞAZ HASTALIKLARI	585
NEFROLOJİ	3955
NÖROLOJİ	4121
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ	1711
PLASTİK, REKONSTRÜKTİF VE ESTETİK CERRAHİ	123
PSİKIYATRİ	111
RADYASYON ONKOLOJİSİ	273
RADYOLOJİ	355
ROMATOLOJİ	5004
TIBBİ ONKOLOJİ	36856
ÜROLOJİ	3898
Genel Toplam	164461

Tablo 3'te görülen veriler, polikliniklerde hastaların kayıtlarını ve sigorta işlemlerini yapan personel sayılarını içermektedir.

Tablo 3: Polikliniklerde Çalışan Hasta Kayıt Personeli Sayısı

Say Bölüm	
Satır Etiketleri	AYAKTAN HASTA KAYIT
ÇOCUK HASTALIKLARI	5
DAHİLİYE - ROMATOLOJİ - ENDOKRİNOLOJİ	2
DERMATOLOJİ	1
ENDOSKOPİ	1
FİZİK TEDAVİ	4
GÖĞÜS-ALERJİ-ENFEKSİYON	4
HEMATOLOJİ - BEYİN SİNİR	1
KADIN HASTALIKLARI	3
KADIN HASTALIKLARI VE DOĞUM	1
KARDİYOLOJİ	1
KARD-KVC	1
KBB-GÖZ	3
NÜKLEER TIP	1
ONKOLOJİ - NÖROLOJİ	3
PLASTİK CERRAHİ - DERMATOLOJİ	1
TÜP BEBEK	1
ÜROLOJİ	1
Genel Toplam	34

Tablo 4'teki veriler, muayene için randevu alıp muayene olan hasta sayısını göstermektedir.

Tablo 4: Randevu Gerçekleşme Durumu

1		GERCEKLESME_DURUMU
2	Beslenme ve Diyetetik	65
3	Beyin ve Sinir Cerrahisi	338
4	Check Up	258
5	Çocuk Cerrahisi	101
6	Çocuk Hematolojisi	72
7	Çocuk İmmünolojisi ve Alerji Hastalıkları	249
8	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	1819
9	Dermatoloji	1345
10	Diğer Dallar	639
11	Endokrinoloji ve Metabolizma Hastalıkları	296
12	Enfeksiyon Hastalıkları	224
13	Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon	408
14	Gastroenteroloji	553
15	Genel Cerrahi	444
16	Göğüs Cerrahisi	44
17	Göğüs Hastalıkları	943
18	Göz Hastalıkları	1110
19	Hematoloji	316
20	İç Hastalıkları	773
21	İmmünoloji	195
22	Kadın Hastalıkları ve Doğum	2697
23	Kalp ve Damar Cerrahisi	161
24	Kardiyoloji	1674
25	Kulak-Burun-Boğaz Hastalıkları	1481
26	Nefroloji	180
27	Nöroloji	771
28	NULL	1520
29	Ortopedi ve Travmatoloji	1065
30	Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi	95
31	Psikiyatri	1517
32	Psikoloji	15
33	Romatoloji	543
34	Tıbbi Onkoloji	312
35	Üroloji	933
36	Genel Toplam	23156
--		

Tablo 5, hastanenin ana girişinden birim zamanda geçen kişi sayısını göstermektedir.

Tablo 5 : Birim Zamanda Hastaneye Gelişler

	A	B	C	D
1		TARİH	SAAT	SAYI
2	30 dk lık ölçüm	11.01.2019	10:35:00 (ana giriş)	18 çocuk + 295 yetişkin
3			11:06:00 (danışma)	9 direkt danışma + 4 güvenlik + 2 araç çağırma + 11 içeriden geliş

Tablo 6’da aylık veride poliklinik başına düşen hasta sayısı ve bekleme durumu analizi görülmektedir.

Tablo 6 : Otuz Günlük Verinin Poliklinik Başına Düşen Hasta Sayısının Analizi

Satır Etiketleri	Say Bölüm			PROTOKOL BREKLESME DURUMU
2. KAT	1			Beslenme ve C 65
3. KAT	1			Beyin ve Sinir 338
4. KAT	1			Check Up 258
4. KAT KVC SERVİS	1			Çocuk Cerrahi 101
5. KAT VIP	1			Çocuk Hemati 72
ACİL SERVİS	9			Çocuk İmmün 249
ÇOCUK HASTALIKLARI	5	2240	448	Çocuk Sağlığı 1819
DAHİLİYE- ROMATOLOJİ - ENDOKRİNOLOJİ	2	1612	322,4	Dermatoloji 1345
DERMATOLOJİ	1	1345	269	Diğer Dallar 639
ENDOSKOPİ	1		0	Endokrinoloji 296
FİZİK TEDAVİ	4	408	81,6	Enfeksiyon Ha 224
GENEL YOĞUN BAKIM	1		0	Fiziksel Tıp ve 408
GÖĞÜS-ALERJİ-ENFEKSİYON	4	2507	501,4	Gastroentrolc 553
GÜNÜBİRLİK	1		0	Genel Cerrahi 444
HASTA HİZMETLERİ	1		0	Göğüs Cerrahi 44
HEMATOLOJİ - BEYİN SİNİR	1	1111	222,2	Göğüs Hastalığı 943
KADIN HASTALIKLARI	3	2697	674,25	Göz Hastalıkları 1110
KADIN HASTALIKLARI VE DOĞUM	1	2697	674,25	Hematoloji 316
KARDİYOLOJİ	1	1674	334,8	İç Hastalıkları 773
KARD-KVC	1	161	32,2	İmmünoloji 195
KBB-GÖZ	3	2591	518,2	Kadın Hastalığı 2697
KEMOTERAPİ	2		0	Kalp ve Damar 161
NÜKLEER TIP	1		0	Kardiyoloji 1674
ONKOLOJİ - NÖROLOJİ	3	1083	216,6	Kulak-Burun-İ 1481
PLASTİK CERRAHİ - DERMATOLOJİ	1	95	19	Nefroloji 180
TÜP BEBEK	1		0	Nöroloji 771
ÜROLOJİ	1	933	186,6	NULL 1520
YATAN KAT	1			Ortopedi ve Tı 1065
Genel Toplam	55			Plastik, Rekon 95
				Psikiyatri 1517
				Psikoloji 15
				Romatoloji 543
				Tibbi Onkoloji 312
				Üroloji 933
				Genel Toplam 23156

Bu veriler MATLAB’da analiz edilmiş ve aşağıdaki tablolarda yer alan sonuçlara ulaşılmıştır.

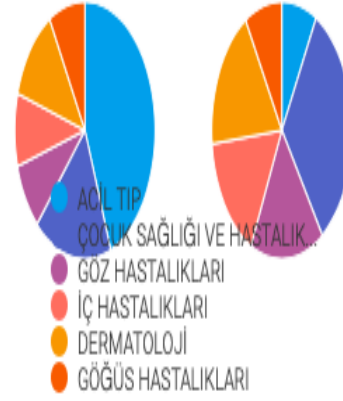
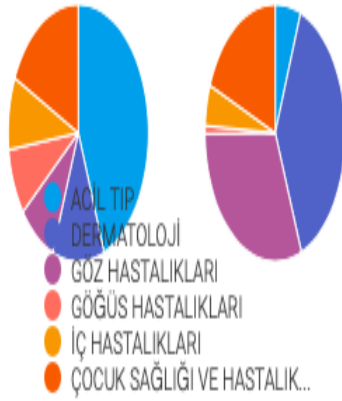
Şekil 3 : Sigorta İncelemesi 1

Total PRT_SAY share by PROTOKOL_BRANSI,
filtered by KURUM_GRUBU = 'BİREYSEL'

Total PRT_SAY share by PROTOKOL_BRANSI,
filtered by KURUM_GRUBU = 'SGK + OSS'

All KURUM_GRUBUs vs. KURUM_GRUBU = 'BİREYSEL'

All KURUM_GRUBUs vs. KURUM_GRUBU = 'SGK + OSS'



Total PRT_SAY share for PROTOKOL_BRANSI = 'ACİL TIP' is much lower than usual for KURUM_GRUBU = 'BİREYSEL'

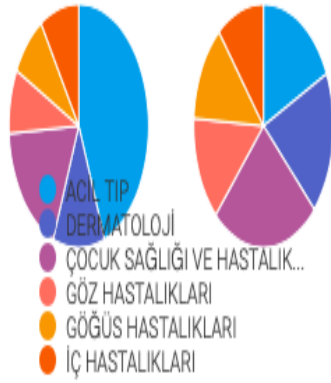
Total PRT_SAY share for PROTOKOL_BRANSI = 'ACİL TIP' is much lower than usual for KURUM_GRUBU = 'SGK + OSS'

Şekil 4'te, ücretli hastalar açısından veriler incelendiğinde, acil tıp, göğüs hastalıkları ve iç hastalıklarına genele oranla daha az, dermatolojiye ve göz hastalıklarına ise daha fazla ücretli hasta geldiği görülmektedir. Yine ikinci diyagramda "SGK+OSS" açısından bakıldığında, acil tıpta genele oranla çok daha az hasta sayısı olduğu, fakat çocuk hastalıkları bölümünün hastane geneline oranla daha fazla hasta sayısına ulaştığı görülüyor.

Şekil 5 : Sigorta İncelemesi 2

Total PRT_SAY share by PROTOKOL_BRANSI,
filtered by KURUM_GRUBU = 'AK'

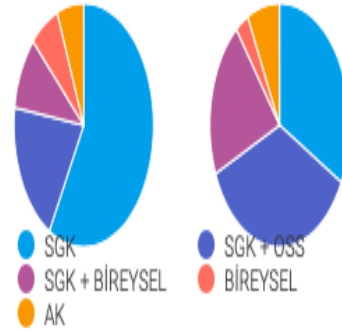
All KURUM_GRUBUs vs. KURUM_GRUBU = 'AK'



Total PRT_SAY share for PROTOKOL_BRANSI =
'ACIL TIP' is much lower than usual for
KURUM_GRUBU = 'AK'

Total PRT_SAY share by KURUM_GRUBU, filtered by
PROTOKOL_BRANSI = 'ÇOCUK SAĞLIĞI VE
HASTALIK...'

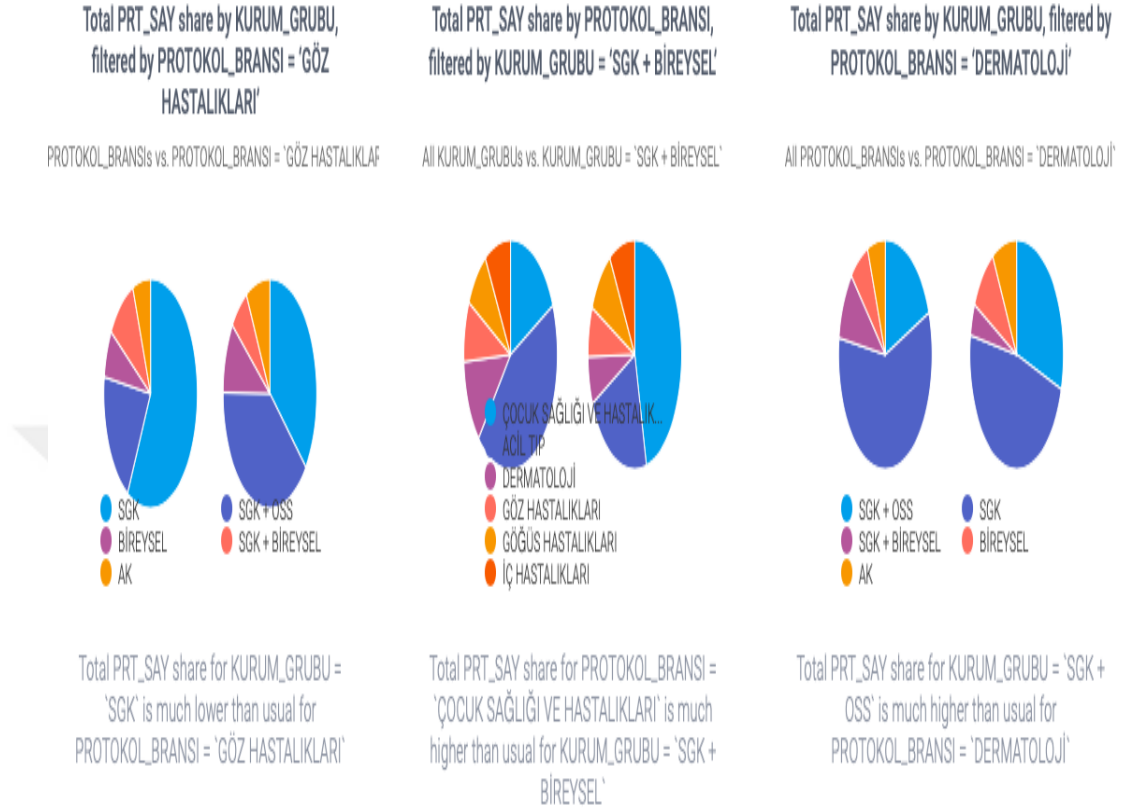
All PROTOKOL_BRANSIs vs. PROTOKOL_BRANSI = 'ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIK...'



Total PRT_SAY share for KURUM_GRUBU = 'SGK' is
much lower than usual for PROTOKOL_BRANSI =
'ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIK...'

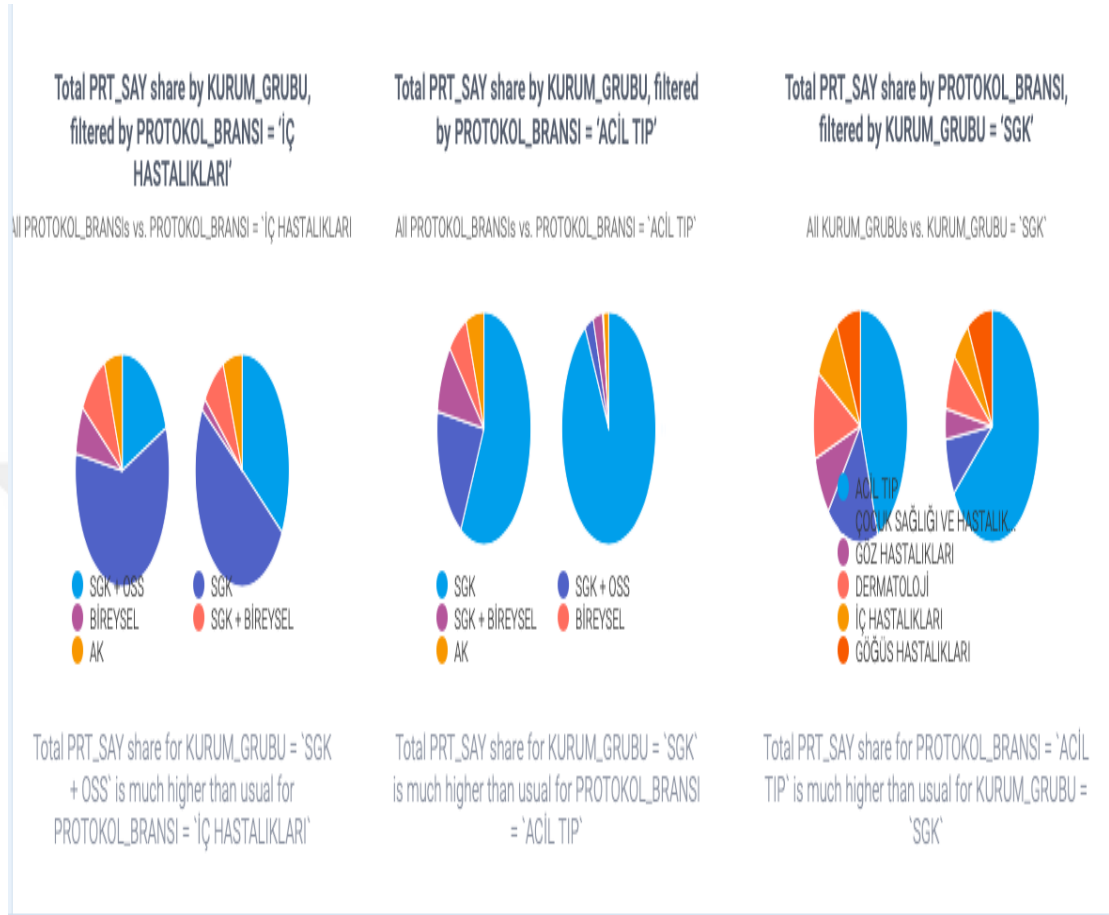
Şekil 5'te, veriler anlaşmalı kurumlar açısından incelendiğinde acil tıpa genele oranla daha az anlaşmalı kurum hastası gelmiştir. Dermatoloji ve göğüs hastalıklarında ise anlaşmalı kurumlar açısından genele oranla fazlalık göze çarpmaktadır. Çocuk sağlığı ve hastalıkları birimine gelen hastalarda genele oranla SGK'lı hasta sayısının az olduğu, buna karşın "SGK+bireysel" ile "SGK+OSS" hastalarının ise daha az olduğu görülmüştür.

Şekil 6 : Sigorta İncelemesi 3



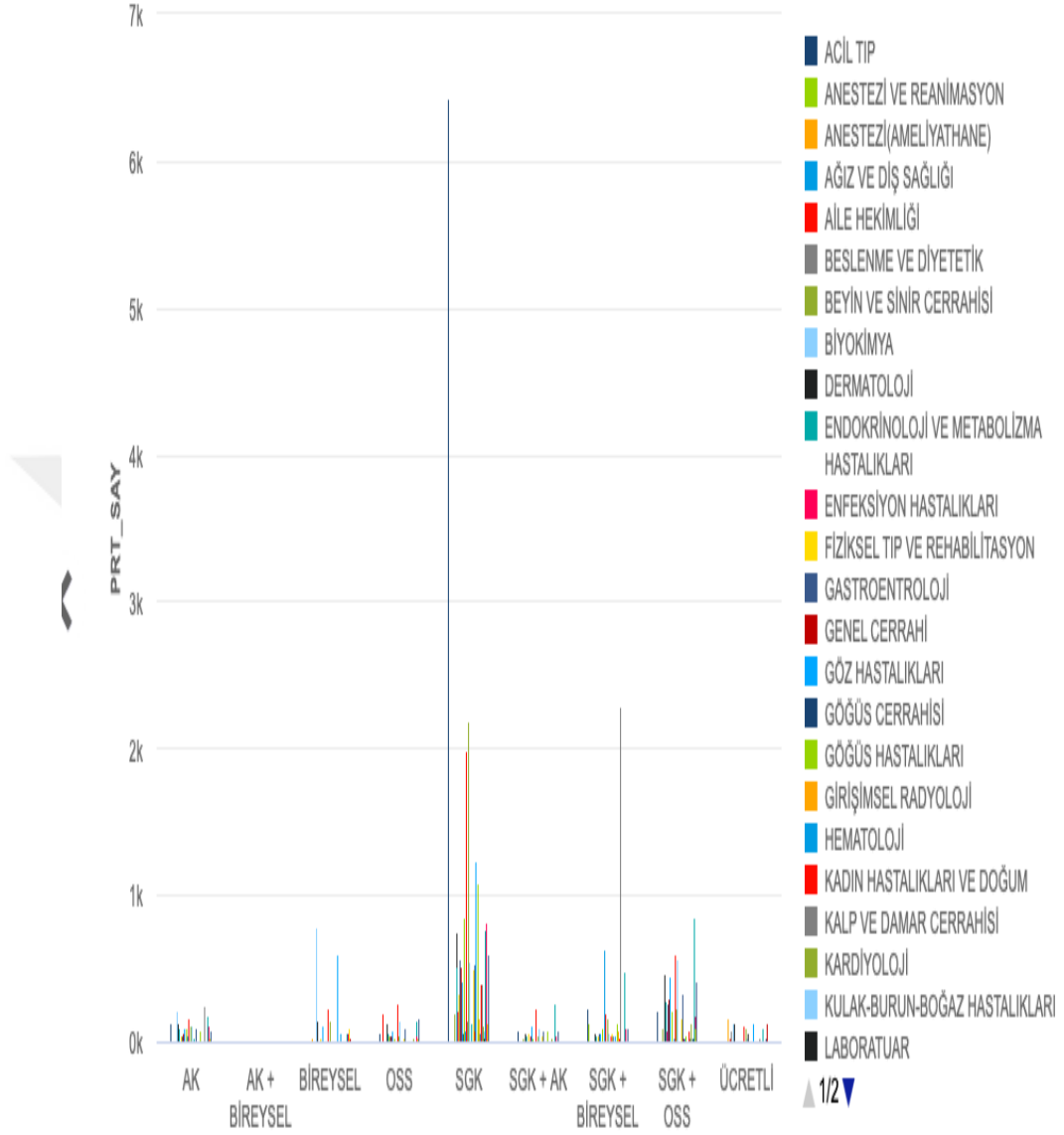
Şekil 6'da, göz hastalıklarındaki SGK'lı hasta yoğunluğunun hastanedeki SGK'lı genel hasta yoğunluğuna oranla az olduğu; çocuk sağlığı ve hastalıklarındaki "SGK+bireysel" hasta yoğunluğunun hastane geneline oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Dermatoloji bölümünde ise "SGK+OSS" hasta yoğunluğunun hastane geneline oranla daha düşük olduğu, bununla birlikte SGK'lı hasta sayısının genele göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Şekilden de görüleceği üzere dermatoloji ve çocuk hastalıklarının da en çok SGK'lı hasta kabul ettiği ortaya çıkmaktadır.

Şekil 7 : Sigorta İncelemesi 4



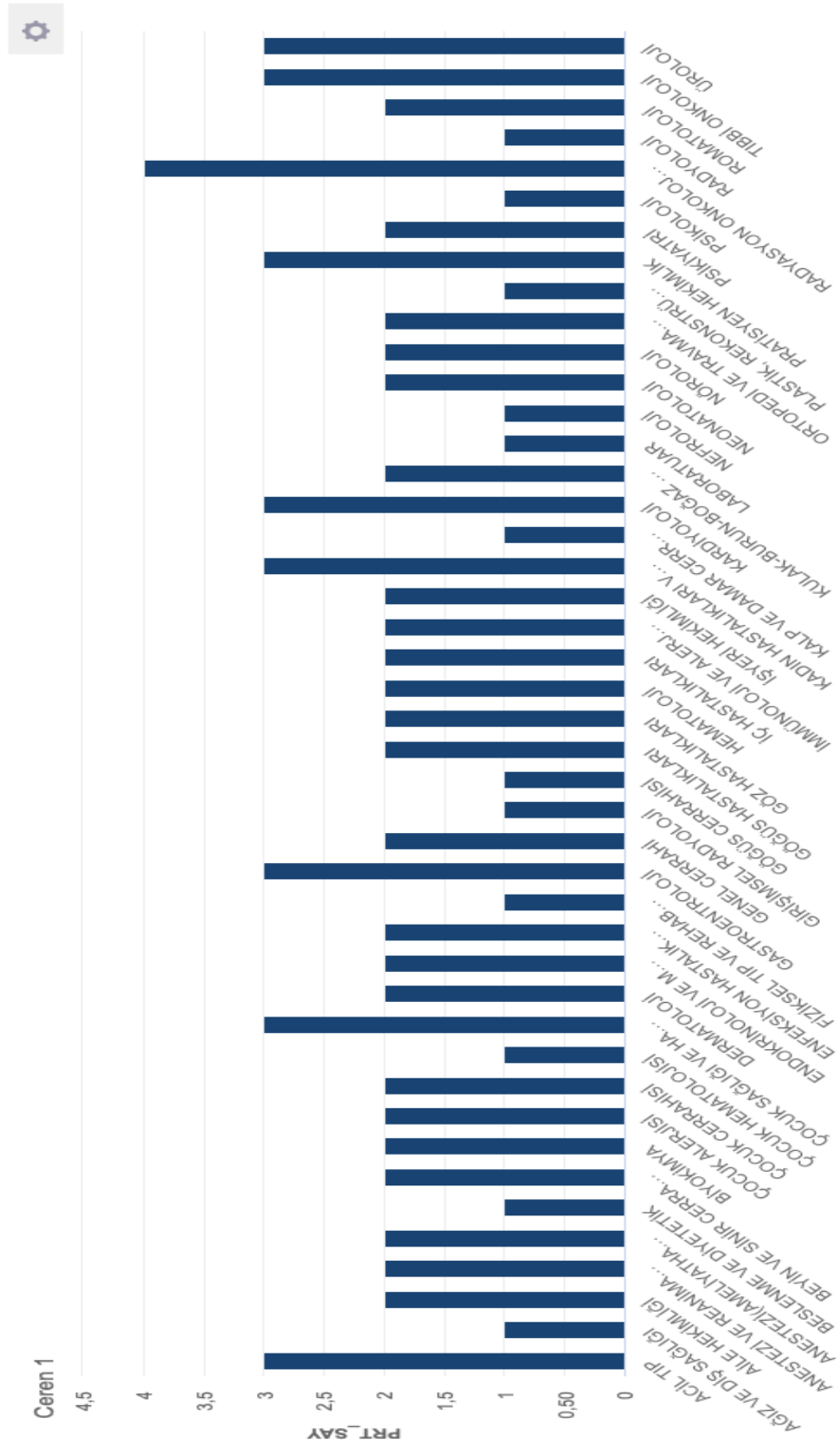
Şekil 7'deki ilk diyagramda iç hastalıklarının sigorta kurumlarına göre dağılımı incelenmiş olup genel yüzdede en çok SGK'lı hasta geldiği görülmüştür, fakat "SGK+OSS" açısından bakıldığında iç hastalıkları polikliniğine gelen hasta yüzdesi hastane geneline oranla daha fazladır. İkinci diyagramda ise acil tıp hastalarının diğer branşlara göre kurum incelenmesi yapılmış olup yine SGK'lı hasta sayısı oldukça fazla görülmektedir. Üçüncü diyagramda ise, hastane geneline göre en çok SGK'lı hastanın acil tıpa geldiği görülmektedir.

Şekil 8 : Hasta Dağılımları



Şekil 8’de görülen analize göre özel bir hastanede olmaması gereken bir durumla karşı karşıyayız. Hastanede en fazla gelişlerin SGK’lı hastalar olduğu görülmekte, ücretli hastalarına çok az sayıda olduğu açıktır.

Şekil 9: Bölümlere Göre Hasta Kayıt Personeli Dağılımları



Tablo 9'a bakarsak 4 adet ile en çok hasta kayıt personelinin radyasyon onkolojisinde çalıştığını görüyoruz.

4.2.2. Hastane Sistemi İş Akışı Ve Simülasyon Modeli

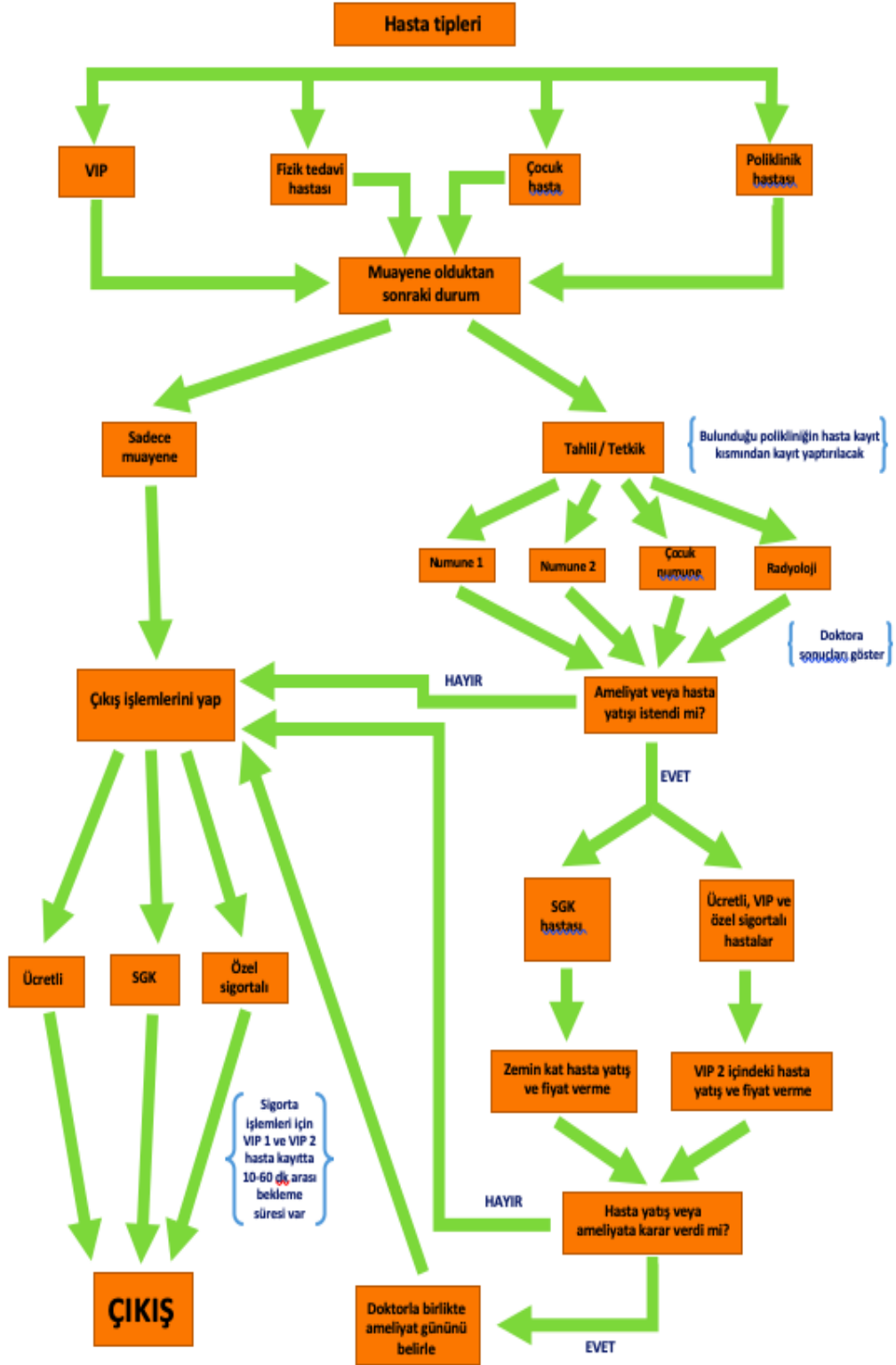
Hastanedeki işleyişin daha iyi anlaşılabilmesi için bir hastanın, hastaneye gelişinden itibaren çıkışa kadar izlediği yol aşağıdaki diyagramlarda belirtilmiştir.

Şekil 10: Hasta Kayıt Aşaması



Şekil 10’da görüldüğü üzere hastaneye gelen hastanın, girişten geçtikten sonra danışmaya gidip gitmediği kontrolü yapılıyor. Eğer gittiyse, danışmadaki personel tarafından doğru bölüme yönlendiriliyor ve hastanenin en büyük problemlerinden biri olan hastanın sigorta tipine göre değil de poliklinik isimlerine göre kendi başına yönelen yanlış bölümde gereksiz bekleme yapması, dolayısıyla hasta memnuniyetsizliği oluşması problemi ortadan kalkmış oluyor. Eğer hasta danışmaya uğramadıysa, hastaneye girdikten sonra doğru yere gidip gitmediği kontrolü yapılıyor. Eğer hasta fizik tedavi hastası ise tabelalardan yönünü bulup doğru yere gidecektir. Çünkü, fizik tedavi hastaları için ayrılan bölümde sadece SGK’lılar değil, anlaşmalı kurum hastaları ile ücretli hastalar veya özel sigortalı hastalar da bakılıyor. Aynı durum çocuk hastalar için de geçerli. Yani çocuk hasta bölümünde de bütün sigortalı ve ücretli hastalara ayırım olmaksızın bakılıyor. Eğer gelen hasta SGK’lı hasta ise yine yön levhalarına göre doğru polikliniği bulup muayene olmak için kayıt sırasına girebilir. Şayet gelen kişi çocuk hasta veya fizik tedavi hastası değilse; anlaşmalı kurum hastası-özel sigortalı hasta-ücretli hasta tiplerinden biriyse ve danışmaya uğramadan direk polikliniklere geçtiyse, kayıt sırasına girip bekleme yaptıktan sonra sırası geldiğinde yanlış bölümde bekleme yaptığını öğrenip, kayıt personeli tarafından doğru bölüme yönlendirilerek 1.katta bulunan VIP1 ve VIP2 bölümlerine gitmesi sağlanıyor. Aynı şekilde yanlışlıkla polikliniklere getirilen çocuk hastaların da personelin yardımıyla çocuk bölümüne gitmeleri sağlanıyor.

Şekil 11 : Kayıttan Sonraki İşlemler

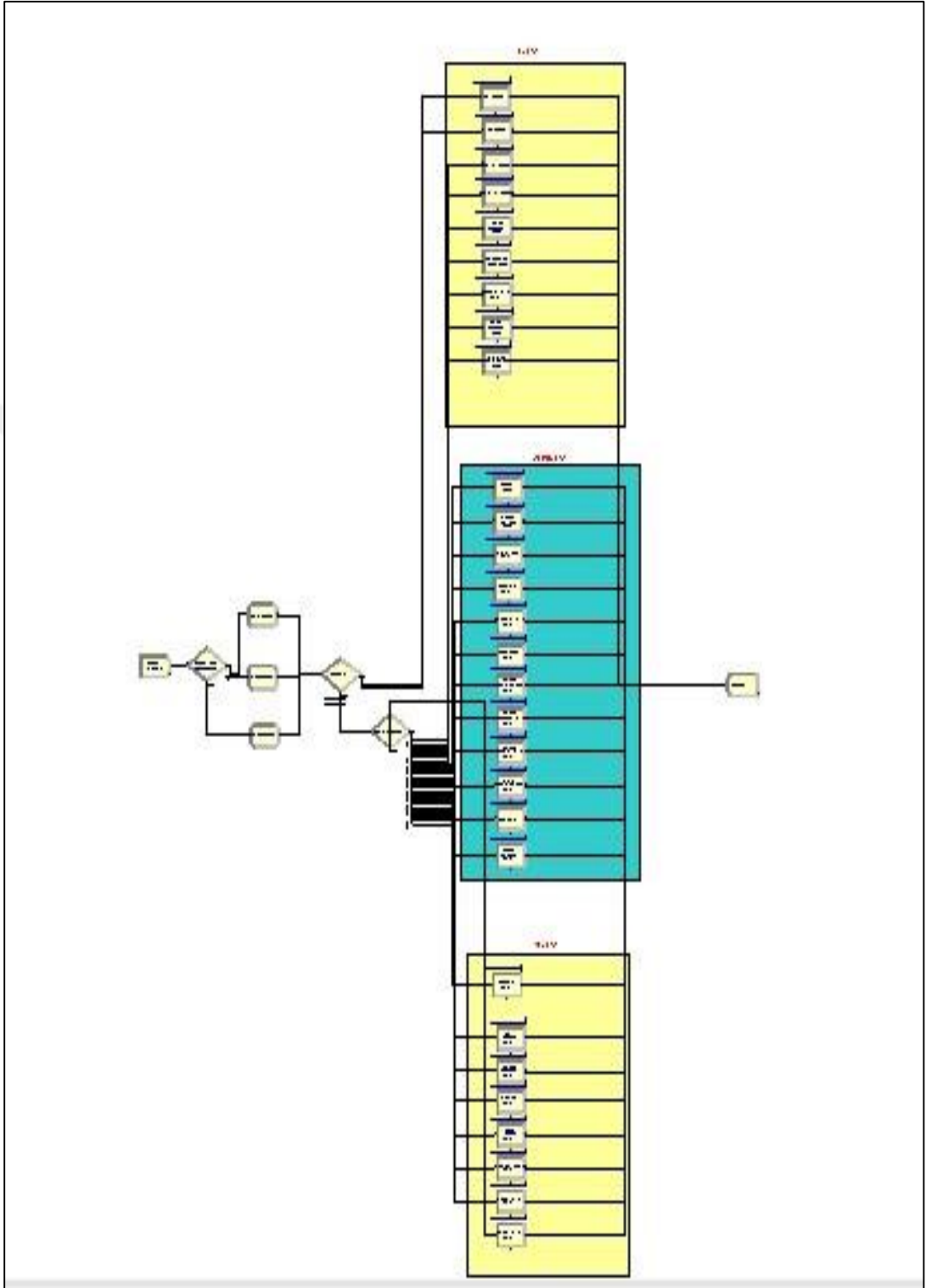


Şekil 11’de ise hastaneye gelen hastanın kayıt olduktan sonraki aşamaları görülmektedir. Hasta sadece muayene olduysa ve herhangi bir tahlil/tetkik/ameliyat/yatış istemi yoksa çıkış işlemleri yapılmak üzere muayene olduğu bölümün hasta kayıt kısmına giderek çıkış işlemlerini başlatıyor. Eğer doktor tahlil/tetkik istediye yine muayene olduğu bölümün hasta kayıt personeline gidip tahlil/tetkik kaydını yaptırdıktan sonra, tahlil için zemin katta bulunan “Numune 1” ve 1. katta bulunan “Numune 2” bölümlerine (çocuk hasta ise çocuk bölümünün içindeki “Çocuk numune” kısmında), tetkik içinse yine 1. katta bulunan “Radyoloji” bölümüne yönlendirilmektedir. Tahlil/tetkik sonuçlarının çıkmasından sonra hasta tekrar doktoruyla görüşmekte ve eğer herhangi bir ameliyat/yatış istemi yoksa çıkış işlemleri yapılmak üzere muayene olduğu hasta kayıt personeline gitmektedir. Şayet ameliyat ya da yatış istendiye, SGK’lı hastalar zemin kattaki “Hasta yatış ve fiyat verme” birimine, ücretli hastalar/anlaşmalı kurum hastaları/özel sigortalı hastalar ise VIP2 bölümünün içinde bulunan “Hasta yatış ve fiyat verme” birimine yönlendirilip eğer ameliyat veya yatışa karar verirse tekrar doktoruna gelip gün belirledikten sonra muayene olduğu birimdeki hasta kayıt personeline gidip çıkış işlemlerini başlatmaktadır.

Hastanedeki işlemlerini bitirip çıkış işlemlerini başlatmak için muayene olduğu birimin hasta kayıt personeline gelen ücretli hastaların herhangi bir işlemi bulunmamakta ve direkt olarak çıkışa yönlendirilmektedir. Aynı şekilde SGK’lı hastalara da hiçbir işlem uygulanmamakta olup çıkışa yönlendirmeleri sağlanmaktadır. Eğer kişi özel sigortalı veya anlaşmalı kurum sigortalı hastaysa çıkış işlemlerinin yapılması için personelin yoğunluğuna göre 10-60 dk’lık bir süre beklemesi gerekmektedir.

Verilerin ARENA programına aktarılması sonucu oluşturulan simülasyon modeli Şekil 12’de gösterilmektedir.

Şekil 12 : Hastane Simülasyon Modeli



4.2.3. Simülasyon Modelinin Çıktısı Ve Yorumlanması

Bu çalışmaya başlamadan önce yaptığımız gözlemler ve araştırmalarda 4 darboğaz mevcuttu,

* Özel sigortalı hastaların sigorta işlem sürelerinin uzunluğu nedeniyle polikliniklerdeki hasta kayıt masalarında oluşan yoğunluk,

* Bu yoğunluk dolayısıyla özel sigortalı hastaların memnuniyetsizliği,

* Polikliniklerdeki hasta kayıt personel sayısında yetersizlik/fazlalık,

* Hastaların, hastane işleyiş sistemini bilmedikleri halde danışmaya uğramadan yanlış polikliniklere gitmeleri dolayısıyla poliklinik kayıt masalarında gereksiz bekleme süreleri ve buna bağlı olarak hem personelin iş yükünü arttırmaları hem de kendi beklentilerinin artması nedeniyle memnuniyetsizlik artışı,

Çalışmaya başladıktan sonra hastaneden aldığımız istatistiki verileri ve kendi edindiğimiz zamansal verileri ARENA simülasyon programına girerek elde ettiğimiz çıktılarda da bu darboğazlar ve darboğazların neden olduğu sorunlar açıkça görünmektedir.

SONUÇ

Uygulamanın yapıldığı hastane olan Özel XYZ Hastanesi'nin yönetimiyle görüşüldüğünde yönetim tarafından birkaç adet problemden aktarıldı. Bunlardan en önemlisi, hasta kayıt bölümlerinde hastaların gereğinden fazla beklediği ve personele çok fazla iş yüklendiği idi. Çünkü, hasta kayıta çalışan personeller kayıt yapmanın yanı sıra sigorta işlemleri ve hasta soruları yanıtlamak için de zaman kaybediyordu. Personel SGK'lı ve ücretli hasta dışındaki özel sigortalılar için muayene sonrası işlemlerinde kişi başı 10-60 dk arası süre harcıyor ve bu işlem süresi dolayısıyla hem kayıt hastalarında hem de muayenesi bitip sigorta işlemlerinin tamamlanmasını bekleyen hastalarda memnuniyetsizlik yaratıyordu. Bununla birlikte hasta kayıt personeli, soru sormaya veya sigortasına göre yanlış bölüme gelen hastalarla da (SGK dışındaki bir hasta ise VIP bölümüne gitmeli) zaman kaybetmekteydi.

Bu bilgiler doğrultusunda öncelikle hastanede keşif yapılarak dokümanlar oluşturuldu. Hastanede polikliniklerin, VIP bölümünün, numune alım odalarının, laboratuvarın ve radyolojinin bulunduğu -1.kat, zemin kat ve 1.kat planları taslak olarak çizilip bilgisayara aktarıldı. Daha sonra girişten itibaren her polikliniğe ayrı ayrı (normal bir hasta profiline göre) yürüyüş süreleri tutuldu. Bunu yaparken hastaların en kısa yolu tercih edeceği dikkate alınarak gidiş yönü ona göre tayin edildi (yürüyen merdiven, normal merdiven veya asansör kullanımı için). Sonra da gün içinde giriş kapısında birim zamanda birkaç ölçüm yapıldı. Bu birim zamanın yarım saat olmasının yeterli olacağı düşünüldü ve ilk olarak yarım saatte hastane kapısından geçen kişi sayısı belirlendi. Tablo 5'te de görüleceği üzere yarım saatte hastaneye giriş yapan kişi sayısı 295 yetişkin ve 18 çocuk olarak not edildi. Daha sonra bir yarım saatlik daha toplanılan veride ise danışmanın yoğunluğunu ölçüldü. Bunun yapılmasındaki neden ise hastanedeki sistem gereği polikliniklerin sigortalara göre ayrılmış olmasıdır. SGK'lular için hastanenin her katında farklı bir poliklinik birimi bulunmakla birlikte, özel sigortalı ve ücretli hastalar için 1.kattaki VIP1 ve VIP2 bölümleri ayrılmış ve bu hastaların muayenesini de bu VIP bölümlerde bulunan farklı doktorlar yapmaktadır. Ancak, hastaneye muayene olmak için ilk defa gelen özel sigortalı ve ücretli hastalar bu sistemi bilmediğinden dolayı, kendi rahatsızlıklarıyla ilgili yönlendirme tabelalarında okudukları bölüme (hiçbir personele danışmadan) direkt olarak

yönlenebilirler. Bölüme gidip sıra bekledikten sonra da hasta kayıt personelinin doğru yerin orası olmadığını ve boşuna beklediklerini öğrendiklerinde hem hastaneden memnuniyetsizlikle ayrılmakta hem de hasta kayıt personelinin oyalamaktadırlar. Bu nedenle hastaneye birim zamanda gelen hasta sayısının ne kadarının danışmaya uğradığını ne kadarının direkt olarak polikliniklere yönlendiğini görmek amacıyla ikinci bir yarım saatlik ölçüm daha yapıldı ve yine Tablo 5'te bu ölçümün sonuçları görülmektedir. Sonrasında ise hastane yönetiminden hastanenin istatistiksel verilerinin tutulduğu programdan Ocak'19 a ait bir aylık veri seti talebinde bulunulmuştur. Bu veri setinde bir ay içinde hastaneye gelen günlük hasta sayıları, hangi polikliniğe kaç hastanın geldiği, randevulu hastaların kaç tanesinin randevusuna geldiği, hangi poliklinikte ve birimde kaç personel çalıştığı, hangi kurum grubundan hastanın kaç adet geldiği, hangi anabilim dalına en çok hangi kurum grubundan hasta geldiği, hangi anabilim dalından kaç adet tetkik, yatış veya ameliyat istendiği bilgileri bulunmaktadır. Bu verilere de ulaşıldıktan sonra istatistiksel dağılımlar elde edildi. ARENA programına hastane taslağının modeli çizilip bu dağılımlar modele aktarıldıktan sonra da çalıştırılan modelde beklenen sonuçlara ulaşılmıştır.

Tablo 7'de, polikliniklere 1 ayda gelen hasta sayılarının günlük ve saatlik ortalamaları görülmektedir. Bu sayılar Ocak'19 un tatil günleri çıkarılarak 25 gün üzerinden hesaplanmış verilerdir.

Tablo 7: Polikliniklere göre saatlik, günlük ve aylık hasta gerçek verileri

1	Toplam PRT_SAY			
2	Satır Etiketleri	Genel Toplam	Günlük Hasta Sayısı	Saatlik Hasta Sayısı
3	KADIN HASTALIKLARI VE DOĞUM	3790	151,6	21,65714286
4	KARDİYOLOJİ	3071	122,84	17,54857143
5	TIBBİ ONKOLOJİ	3060	122,4	17,48571429
6	ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI	2887	115,48	16,49714286
7	DERMATOLOJİ	1903	76,12	10,87428571
8	KULAK-BURUN-BOĞAZ HASTALIKLARI	1607	64,28	9,182857143
9	İÇ HASTALIKLARI	1477	59,08	8,44
10	PSİKİYATRİ	1467	58,68	8,382857143
11	GÖZ HASTALIKLARI	1383	55,32	7,902857143
12	ÜROLOJİ	1381	55,24	7,891428571
13	GÖĞÜS HASTALIKLARI	1364	54,56	7,794285714
14	ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ	1245	49,8	7,114285714
15	ENDOKRİNOLOJİ VE METABOLİZMA HASTALIKLARI	1104	44,16	6,308571429
16	GENEL CERRAHİ	1081	43,24	6,177142857
17	GASTROENTROLOJİ	1044	41,76	5,965714286
18	NÖROLOJİ	936	37,44	5,348571429
19	HEMATOLOJİ	847	33,88	4,84
20	FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON	844	33,76	4,822857143
21	ROMATOLOJİ	581	23,24	3,32
22	İMMÜNOLOJİ VE ALERJİ HASTALIKLARI (GÖĞÜS HASTALIKLARI)	455	18,2	2,6
23	ENFEKSİYON HASTALIKLARI	415	16,6	2,371428571
24	BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ	401	16,04	2,291428571
25	ÇOCUK ALERJİSİ	359	14,36	2,051428571
26	RADYASYON ONKOLOJİSİ	267	10,68	1,525714286
27	KALP VE DAMAR CERRAHİSİ	224	8,96	1,28
28	NEFROLOJİ	214	8,56	1,222857143
29	ÇOCUK CERRAHİSİ	191	7,64	1,091428571
30	PLASTİK, REKONSTRÜKTİF VE ESTETİK CERRAHİ	165	6,6	0,942857143
31	GÖĞÜS CERRAHİSİ	105	4,2	0,6
32	ÇOCUK HEMATOLOJİSİ	97	3,88	0,554285714
33	BESLENME VE DİYETETİK	86	3,44	0,491428571
34	NEONATOLOJİ	51	2,04	0,291428571
35	PSİKOLOJİ	29	1,16	0,165714286
36	AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI	1	0,04	0,005714286
37	Genel Toplam	34132	1365,28	195,04

Modelimiz, Arena'da aylık poliklinik/tetkik başına düşen hasta yüzdelere göre 60 dakikalık ve 10'ar kez her senaryo için tekrarlayarak çalıştırılmıştır. Kayıt elemanı sayısı sabit tutulmuştur.

60 dk olmasının sebebi tetkiklerin ne kadar süreceğini bilmememiz, hastanenin polikliniklerinin geceleri açık olmaması, öğle aralarında hasta bakılmaması ve haftasonları çalışılmaması nedeniyledir. Kesitsel aldığımızda, hastanedeki yoğunluk gün/saat/hafta olarak kompleks farklılık gösterdiğinden, aylık hasta verisi yerine, saatlik ortalama giriş çıkışlar ile gerçek bekleme süresine en yakın şekilde ulaşılmıştır.

Biz bu 60 dakikalık simülasyonda, en fazla bekleme süresinin VIP kayıtlarında olduğunu gördük.

Tablo 8: Senaryolara Göre Çalışan Sayısı/Bekleme Sürelerinin ARENA'da Karşılaştırılması

Waiting Time	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5	Scenario 6
BEYİN CERRAHI Kayıt.Queue	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COCUK CERRAHI KAYIT.Queue	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ÇOCUK HASTALIKLARI KAYIT.Queue	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ELEKTROTHERAPI KAYIT.Queue	1,727	0,000	1,727	1,727	0,000	0,000
ENDOKRİN KAYIT.Queue	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GASTRO KAYIT.Queue	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Genel Cerrahi Kayıt.Queue	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GOZ HASTALIKLARI KAYIT.Queue	2,275	4,039	5,219	6,936	8,057	8,057
KADIN DOĞUM KAYIT.Queue	0,000	0,000	0,000	0,000	1,562	1,562
KBB KAYIT.Queue	4,818	6,322	4,837	5,104	8,486	8,486
NOROLOJİ KAYIT.Queue	8,208	7,348	17,994	0,000	38,688	38,688
ORTOPEDİ KAYIT.Queue	0,000	0,000	0,000	4,459	2,187	2,187
ONKOLOJİ KAYIT.Queue	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	27,553
UROLOJİkayt.Queue	1,245	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
VIP1Kayıt.Queue	3,265	5,240	0,000	8,039	3,885	3,885
VIP2Kayıt.Queue	5,094	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Senaryo 1: Personal sayısı sabit; VIP2 kayıt kısmına 2 kayıt elemanı transfer edildi.

Senaryo 2: Personal sayısı sabit; VIP1 kayıt kısmına 3 kayıt elemanı transfer edildi.

Senaryo 3: Personal sayısı sabit; VIP2 kayıt kısmına 2 kayıt elemanı transfer edildi.

Senaryo 4: Personel sayısı sabit; nöroloji kayıt kısmına 1 kayıt elemanı transfer edildi (Nöroloji kayıta bekleme süresi arttı (17 dk 9 sn)).

Senaryo 5: Personel sayısı sabit; VIP1Kayıt'a 2 kayıt elemanı transfer edildi. (Nöroloji kayıta bekleme süresi arttı (8 dk)).

Senaryo 6: Personel sayısı sabit; nöroloji kayıt kısmına 1 kayıt elemanı transfer edildi. (Onkoloji kayıta bekleme süresi arttı (27 dk 5 sn)).

Çalışan sayısı sabit tutulup; VIP1'e +2 kişi ve VIP2'ye de +3 kişi şeklinde kayıt elemanı taşındığında, Senaryo 3'te görüldüğü gibi (Tablo 8), VIP bölümlerde bekleme süresi minimize edilmiştir ama nöroloji kayıta hasta yoğunluğu nedeniyle bekleme süresi artmıştır (17 dk).

Nörolojiden var olan kadroyu yer değiştirmektense yeni istihdam yapılması en uygun bekleme süresini sağlamaktadır.

Nöroloji ve Onkolojide totalde 4 kayıt elemanı çalışmaktadır, saatlik yoğunluk onkolojide 17 hasta, nörolojide 5 hasta olduğu için, kayıt elemanı bu bölümden VIP'lere taşındığında, hasta yoğunluğu nedeniyle onkoloji kayıt hastalarına öncelik veren modelimiz, nöroloji kayıt ve sigorta işlemlerinin çok uzadığını görmüştür. Onkoloji kayıt yoğun bir bölüm olduğundan dolayı, nöroloji kayıta istihdam yapılabilir.

Hem Onkoloji hem Nöroloji çok yoğun bölümler olduğundan, ikisinin kaydının ayrılması önerilir. Modelimiz bu iki bölümde uyumsuzluk tespit etmiştir.

Fizik Tedavi bölümünde modelimize göre 4 kayıt elemanının fazla olduğu tespit edilmiştir. Bazı günler yoğunluk olabileceği için, seyyar eleman önerilir (Aylık veriye göre saatlik 4 hasta, günlük 33 hasta).

KAYNAKÇA

Abernathy ve diğerleri (1973). **“3 Stage Manpower Planning and Scheduling Model: Service Sector Example, (693-711)**

Abernathy ve diğerleri (1973). **A Three-Stage Manpower Planning And Scheduling Model–A Service-Sector Example, Operations Research, 21(3)**

Abo-Hamad, W. ve Arisha, A. (2013). **Simulation-Based Framework To Improve Patient Experience In An Emergency Department, European Journal Of Operational Research, 224(1)**

Aickelin, U. ve Burke, E. K. (2009). **An Evolutionary Squeaky Wheel Optimization Approach To Personnel Scheduling, Ieee Transactions On Evolutionary Computation, 13(2)**

Aickelin, U. ve Dowsland, K. (2000). **Exploiting Problem Structure In A Genetic Algorithm Approach To A Nurse Rostering Problem, Journal Of Scheduling, 3(3)**

Aickelin, U. ve diğerleri (2007). **An Estimation Of Distribution Algorithm With Intelligent Local Search For Rule-Based Nurse Rostering, Journal Of The Operational Research Society, 155(1)**

Aiken ve diğerleri (2013). **Nurses’ Reports Of Working Conditions And Hospital Quality Of Care, (12)**

Countries In Europe, **International Journal Of Nursing Studies, 50(2)**

Asgeirsson, E. I. (2012). **Bridging The Gap Between Self Schedules And Feasible Schedules In Staff Scheduling, Annals Of Operations Research**

Atalan, A. (2019). **Development of Heuristic Optimization Methods and Experimental Simulation Design For The Components And Resources Of Healthcare**, 68(21): 52-83

Baeklund, J. (2014). **Nurse Rostering At A Danish Ward**, *Annals Of Operations Research*

Bard, J. & Purnomo, H. (2005A). **A Column Generation-Based Approach To Solve The Preference Scheduling Problem For Nurses With Downgrading**, *Socio-Economic Planning Sciences*, 39(3)

Bard, J.F. & Purnomo, H.W. J.S. (2007) **Journal Of Scheduling, Cyclic Preference Scheduling Of Nurses Using A Lagrangian-Based Heuristic**, Volume 10, Issue 1, (5-23)

Barton, N. (2013). **Acuity-Based Staffing: Balance Cost, Satisfaction, Quality, And Outcomes**. *Nurse Leader*, 11(6)

Beddoe, G. R. & Petrović, 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)

Bowey, A. M. (1977). **Corporate Manpower Planning**, *Management Decision*, 15(5)

Brunner, J. O. ve diğerleri (2009). **Flexible Shift Scheduling Of Physicians**. *Health Care Management Science*, 12(November 2008), 285-305

Brusco, M.J. ve diğerleri (1995). **Improving Personnel Scheduling At Airline Stations**, *Operations Research*, 43

Burke, E. ve diğeri (2004). **The State Of The Art Of Nurse Rostering, Journal Of Scheduling, 7(6)**

Burke, E. K. ve diğeri (2008). **A Hybrid Heuristic Ordering And Variable Neighbourhood Search For The Nurse Rostering Problem, European Journal Of Operational Research, 188**

Burke, E. ve Curtois, T. (2014). **New Approaches To Nurse Rostering Benchmark Instances, European Journal Of Operational Research, 237(1)**

Campbell ve diğeri (1999). **Consumption And Portfolio Decisions When Expected Returns Are Time Varying, Quarterly Journal of Economics, 114, 433–495**

Carter, M. ve Lapierre, S. (2001). **Scheduling Emergency Room Physicians, Health Care Management Science, 4(April)**

Ceglowski, R. ve diğeri (2006). **Combining Data Mining And Discrete Event Simulation For A Value-Added View Of A Hospital Emergency Department, Journal Of The Operational Research Society, 58(2)**

Cheang, B. ve diğeri (2003). **Nurse Rostering Problems–A Bibliographic Survey, European Journal Of Operational Research, 151(3)**

De Grano ve diğeri (2009). **Accommodating Individual Preferences In Nurse Scheduling Via Auctions And Optimization, Health Care Management Science, 12(3)**

Degroot, H. A. (1994). **Patient Classification Systems And Staffing, Part 1, Problems And Promise, The Journal Of Nursing Administration, 24(9), 43-51**

Doğan, N.Ö. (2011). **Sağlık Sektöründe Etkinliğin İyileştirilmesi: Bir Yalın Üretim Uygulaması**, 27(8): 33-45

Dohn, A. & Mason, A. (2013). **Branch-And-Price For Staff Rostering: An Efficient Implementation Using Generic Programming And Nested Column Generation**, *European Journal Of Operational Research*, 230(1)

Duffield, C. ve diğerleri (2006). **Methods Of Measuring Nursing Workload In Australia, Collegian (Royal College Of Nursing, Australia)**, 13(1)

Dunn, S. ve diğerleri (2005). **Perceptions Of Working As A Nurse In An Acute Care Setting**, *Journal Of Nursing Management*, 13

Fu, M. ve diğerleri (2001). **International Journal Of Nursing Terminologies And Classifications, A Multivariate Validation Of The Defining Characteristics Of Fatigue**, Volume 12, Issue 1

Ganguly, S. ve diğerleri (2014). **Emergency Department Staff Planning To Improve Patient Care And Reduce Costs**, *Decision Sciences*, 45(1)

Glass, C. A. & Knight, R. A. (2010). **The Nurse Rostering Problem: A Critical Appraisal Of The Problem Structure**, *European Journal Of Operational Research*, 202(2)

Goodman, M. D. ve diğerleri (2007). **A Grasp-Knapsack Hybrid For A Nurse-Scheduling Problem**. *Journal Of Heuristics*, 15(4)

Hadwan, M. ve diğerleri (2013). **A Harmony Search Algorithm For Nurse Rostering Problems**, *Information Sciences*, 233

Harper, P. (2002). **A Framework For Operational Modelling Of Hospital Resources**, *Health Care Management Science*, 5(3)

Hayes, B. & Bonnet, A. (2010). **Job Satisfaction, Stress And Burnout Associated With Haemodialysis Nursing: A Review Of Literature**, *Journal Of Renal Care*, 36

Henderson, J. ve diğeri (1982). **An Integrated Approach For Manpower Planning In The Service Sector**, *Omega*, 10(1)

Izady, N. & Worthington, D. (2012). **Setting Staffing Requirements For Time Dependent Queueing Networks: The Case Of Accident And Emergency Departments**, *European Journal Of Operational Research*, Elsevier, vol. 219(3),

J. A. López ve diğeri (2013). **World Academy Of Science, Engineering And Technology International Journal Of Biomedical And Biological Engineering**, Vol:7, No:7, 434-435

Jacobson ve diğeri (2006). **Discrete-Event Simulation Of Health Care Systems. Patient Flow: Reducing Delay In Healthcare Delivery**, Springer

Janiszewski Goodin, H. (2003). **The Nursing Shortage In The United States Of America: An Integrative Review Of The Literature**, *Journal Of Advanced Nursing*, 43(4)

Kalisch, B. J. ve diğeri (2009). **Missed Nursing Care: A Concept Analysis**, *Journal Of Advanced Nursing*, 65(7)

Kane, R. L. ve diğeri (2007). **The Association Of Registered Nurse Staffing Levels And Patient Outcomes**, *Medical Care*, 45(12)

Kaplansky, E. ve Meisels, A. (2007). **Distributed Personnel Scheduling-Negotiation Among Scheduling Agents**, *Annals Of Operations Research*

Karaca, S. (2007). **Simülasyon Modellemesi İle Mobilya Üretiminde Sistem Analizi Ve Optimizasyonu**, 5(14):17-23

Katsaliaki, K. ve Mustafee, N. (2011). **Applications Of Simulation Within The Healthcare Context**, *Journal Of The Operational Research Society*, 62, (1431–1451)

Li, L. ve Benton, W. (2003). **Hospital Capacity Management Decisions: Emphasis On Cost Control And Quality Enhancement**, *European Journal Of Operational Research*, 146(3)

Lin, C. C. ve diğerleri (2014). **Modelling A Nurse Shift Schedule With Multiple Preference Ranks For Shifts And Days-Off**, *Mathematical Problems In Engineering*

M'hallah, R. ve Alkhabbaz, A. (2013). **Scheduling Of Nurses: A Case Study Of A Kuwaiti Health Care Unit**, *Operations Research For Health Care*, 2(1-2)

Maenhout, B. ve Vanhoucke, M. (2011). **“An Evolutionary Approach For The Nurse Rerostering Problem”**, *Computers & Operations Research*, 38(10), 1400-1411

Maenhout, B. ve Vanhoucke, M. (2013). **An Integrated Nurse Staffing And Scheduling Analysis For Longer-Term Nursing Staff Allocation Problems**, *Omega*, 41(2)

Mincsovičs, G. ve Dellaert, N. (2010). **Stochastic Dynamic Nursing Service Budgeting**, *Annals Of Operations Research*, 178(1)

Morris, J. G. ve Showalter, M. J. (1983). **Simple Approaches To Shift, Days-Off And Tour Scheduling Problems**, *Management Science*, 29 (8)

Norrish, B. R. & Rundall, T. G. (2001). **Hospital Restructuring And The Work Of Registered Nurses, The Milbank Quarterly**, 79(1), 55-79; 2 P Preceding V1

O'brien-Pallas, L. ve diğerleri (2004). **Evidence-Based Standards For Measuring Nurse Staffing And Performance Report For The Canadian Health Services Research Foundation Revised And Resubmitted**, September , 2004

Patvıvatsırnı, L. (2003). **A Simulation-Based Approach For Optimal Nurse Scheduling In An Emergency Department**, 65(3): 56-88

Portoghese, I. ve diğerleri (2014). **Burnout And Workload Among Health Care Workers: The Moderating Role Of Job Control, Safety And Health At Work**, 5(3)

Rashwan, W. (2017-11). **An Integrated Framework For Staffing And Shift Scheduling In Hospitals**, 48(9): 39-102 5-7 / 22-33

Rogers, A. E. (2008). **The Effects Of Fatigue And Sleepiness On Nurse Performance And Patient Safety, In Patient Safety And Quality: An Evidence-Based Handbook For Nurses** (509-545)

Ronnberg, E. & Larsson, T. (2010). **Automating The Self-Scheduling Process Of Nurses In Swedish Healthcare: A Pilot Study, Health Care Management Science**, 13(1)

Rothberg, M. B. ve diğerleri (2005). **Improving Nurse-To-Patient Staffing Ratios As A Cost-Effective Safety Intervention, Medical Care**, (43)

Seifedine, K. (2016). **Simulation Models For Enhancing The Health Care Systems**, Volume 4, Issue 4 – December, 6-14

Sıferd, S. P. & Benton, W. C. (1994). **A Decision Modes For Shift Scheduling Of Nurses, European Journal Of Operational Research**, 74(3), 519-527

TieN, J. ve Kamiyama, A. (1982). **On manpower scheduling algorithms - SIAM Review**, 24(3), 275–287.

Van Den Bergh, J. ve diğerleri (2013). **Personnel Scheduling: A Literature Review**, **European Journal Of Operational Research**, 226(3)

Venkataraman, R. & BRUSCO, M. M. J. M. (1996). **An Integrated Analysis Of Nurse Staffing And Scheduling Policies**, **Omega**, 24(1)

Wierzbicki, A. P. (2007). **Modelling As A Way Of Organising Knowledge**, **European Journal Of Operational Research**, 176(1)

Wren, A. (1996). **Scheduling, Timetabling And Rostering, Practice And Theory Of Automated Timetabling**, **Lecture Notes In Computer Science**, vol 1153. Springer, Berlin, Heidelberg

Zurn, P. ve diğerleri (2005). **Nurse Retention And Recruitment: Developing A Motivated Workforce**, **The Global Nursing Review Initiative**, (Who) (Vol. 4)



EKLER

EK 2: Bireysel Veri

KURUM_GRUBU	BİREYSEL																															-T	
Toplam PRT_SAY	Sütun Etiketleri																																
Satır Etiketleri	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	29	30	31	Genel Toplam	
ACIL TIP	3		1	1	1	1			2			1				1			1	3	1			2		1		1			3	23	
AİLE HEKİMLİĞİ	3	1	1				1			1					1		2	1			3	2	2									18	
ANESTEZİ(AMELİYATHANE)	3	2	1				1	2	1	3		2		2	3	1	1					2	2	1	2	1	1		1	5	3	40	
BESLENME VE DİYETETİK																									1							1	
BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ				1						1										1			2									5	
BİYOKİMYA	6	21	28	22	16		29	25	45	19	24	26	1	41	20	26	37	21	24	2	43	34	25	30	35	25	7	42	50	42	24	790	
ÇOCUK CERRAHİSİ		1	1	1			1							1				1	4		5	3	1	1	1		1	1	1	2	25		
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI	5	2	5	1			5	3	1	1	5	2		3	4	4	1	5		8	2	3	1	4			1	3	2	3	74		
DERMATOLOJİ	4	7	9	4			7	8	6	7	8			7	6	6	6	5	3	3	6	3	5	6	2		5	11	5	8	147		
ENDOKRİNOLOJİ VE METABOLİZMA HASTALIKLARI				1											2			1			1	2			1					3	11		
ENFEKSİYON HASTALIKLARI			2				1								1			1													5		
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON	2	4	2	1			1	2	3	1				2	1	2		1		2								1	2		1	28	
GASTROENTROLOJİ		2							1					1		1	1						3		1						10		
GENEL CERRAHİ				1			1		1	1		1				1			1	2	1		1					2			13		
GÖĞÜS CERRAHİSİ									1																						1		
GÖĞÜS HASTALIKLARI												1																			4		
GÖZ HASTALIKLARI	7	8	5	4			6	6	6	4	1	1		5	4	3	6	4	2		8	7	3	9	3	1		5	5	4	4	121	
HEMATOLOJİ									1						3		3						2	1					2		2	14	
İÇ HASTALIKLARI			1	1			1	1			2			1	1		3	2	2		1		1					3			20		
İMMÜNOLOJİ VE ALERJİ HASTALIKLARI (GÖĞÜS HASTALIKLARI)	4	5	3	6			5	5	4	6	6	6		4	2	2	4	3	6	5	1	2	5	8	6		2	1	1	4	106		
İŞYERİ HEKİMLİĞİ	1	2		1			2		3	1	2	1				3	1		3		1	1			1			3			26		
KADIN HASTALIKLARI VE DOĞUM	8	11	11	10	1		6	10	3	8	8	6		13	7	11	11	13	4		8	8	8	14	9	6	1	15	8	7	6	231	
KALP VE DAMAR CERRAHİSİ	2	1	2				1			1	1				1			1			1		1						2		14		
KARDİYOLOJİ	8	9	5	6			10	6	6	8	5	1		3	8	5	5	10	1		9	4	4	6	7	3		10	4	7	6	156	
KULAK-BURUN-BOĞAZ HASTALIKLARI			1	2			2	1	1	1					1	1					1		1	2	2			1	2	1	3	23	
NEFROLOJİ				2																			1						1		4		
NÖROLOJİ			1	2			1		2							1	1			1		1	3	1	2						1	17	
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ			4						1	1	2	1			2	1				1		1	1	2	3	1				2	23		
PLASTİK, REKONSTRÜKTİF VE ESTETİK CERRAHİ			1									1										1	1		1				1		6		
PRATİSYEN HEKİMLİK	21	20	23	24	36	16	23	15	21	20	14	26	11	18	16	19	16	15	20	33	24	16	15	21	15	23	17	19	12	17	15	601	
PSİKIYATRİ		1		3	1										1	2	1	1	1					1		1	2		1	1	1	18	
PSİKOLOJİ																1	1	1								1			2	2	3	11	
RADYASYON ONKOLOJİSİ																															1	1	
RADYOLOJİ	4	4	1	1			5	3	5		2			2	1	3	5				6	7	2	1	4	1		5	1	4	1	68	
ROMATOLOJİ				1						1												1										3	
TIBBİ ONKOLOJİ		2						2	1		1	1			2	1	2						1	1						2	1	17	
ÜROLOJİ	3	1	1	1			2	3	3	3	2	2		3	3	3	1	2	1			5	1	4	2	5	1		6	1	1	1	61
Genel Toplam	31	101	119	107	90	18	110	93	118	88	81	81	12	111	91	97	105	90	77	36	141	112	81	111	106	71	25	128	111	111	83	2736	

