



**HASTANE GÖRÜNTÜLEME MERKEZLERİNDE
İSTASYONLARIN YÜK DENGESİNİN SAĞLANMASI
İÇİN BENZETİM TABANLI BİR MODEL**

Masoud KHORSHIDI

**Yüksek Lisans Tezi
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Yrd. Doç. Dr. Burak ERKAYMAN
2017
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HASTANE GÖRÜNTÜLEME MERKEZLERİNDE
İSTASYONLARIN YÜK DENGESİNİN SAĞLANMASI İÇİN
BENZETİM TABANLI BİR MODEL**

Masoud KHORSHIDI

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2017**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü
TEZ ONAY FORMU



HASTANE GÖRÜNTÜLEME MERKEZLERİNDE İSTASYONLARIN YÜK
DENGELEMESİNİN SAĞLANMASI İÇİN BENZETİM TABANLI BİR MODEL

Yrd. Doç. Burak ERKAYMAN danışmanlığında, Masoud KHORSHIDI tarafından hazırlanan bu çalışma, 23/01/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Yrd. Doç. Gökay AKKAYA

Üye : Yrd. Doç. Ahmet DURLU

Üye : Yrd. Doç. Burak ERKAYMAN

İmza :

İmza :

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun **02.02/2017** tarih ve **05/29** nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HASTANE GÖRÜNTÜLEME MERKEZLERİNDE İSTASYONLARIN YÜK DENGESİNİN SAĞLANMASI İÇİN BENZETİM TABANLI BİR MODEL

Masoud KHORSHIDI

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Burak ERKAYMAN

Hastane cihazlarını verimli bir şekilde kullanmak, sağlık sistemlerinde aranan bir hedeftir. Bu çalışmada, hastanelerin görüntüleme merkezlerinde kullanılan istasyonların etkinliğini arttırmak için yeni bir yaklaşım getirilmiştir. Ayrıca, bu akıllı modelin benzetimi MATLAB programlama ile yapılmış. Bu modelde hastaların atanması, hastanın türüne dayanmaktadır. Ayrıca, dünyadaki hastanelerde kullanılan mevcut modelin benzetimi yapılmış. Üstelik, iki simülasyonun sonuçları elde edilmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmış. Son olarak, simülasyonda elde edilen sonuçların güvenilirliği SPSS programında Varyans Analizi (ANOVA) ve Wilcoxon sıralama testi ile incelenmiştir. Sonuçlara göre, bu çalışmada tanıtılan modelin etkinliği mevcut yöntemden daha iyidir.

2017, 121 sayfa

Anahtar Kelimeler: Benzetim, Akıllı Algoritma, Hastaların Tahsisi

ABSTRACT

Master Thesis

A SIMULATION-BASED MODEL FOR PROVIDING THE LOAD BALANCE OF STATIONS IN HOSPITAL IMAGING CENTERS

Masoud KHORSHIDI

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Industrial Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Burak ERKAYMAN

Using hospital devices in an efficient way is a coveted goal in healthcare systems. In this study, a novel approach is introduced in order to improve efficiency of stations in imaging centers of hospitals. Furthermore, simulation of this intelligent model is done by MATLAB programming. Assignment of patients in this model is based on patients type. In addition, simulation of current model, which is using in hospitals around the world is conducted. Moreover, the results of two simulation are acquired and compared with each other. Finally, the reliability of obtained results in simulation is examined by Analysis of Variance (ANOVA) and Wilcoxon (signed rank) test in SPSS program. According to results, the efficiency of introduced model in this study is better than current method.

2016, 121 pages

Keywords: Simulation, Intelligent Algorithm, Patients Allocation

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışma boyunca her türlü yardım ve desteği ile beni sürekli gayretlendiren, bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren ve çok emeği olan danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Burak ERKAYMAN'e teşekkürlerimi borç bilirim.

Ayrıca, eğitim hayatım boyunca bana maddi ve manevi destek sağlayan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Masoud KHORSHIDI

Ocak, 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Genel Sağlık Ekonomisi Problemi	1
1.2. Amaç ve Kapsam.....	2
2. KURAMSAL TEMELLER.....	3
2.1. Sağlık Sistemlerinde Benzetim	3
2.2. Bilgi Sistemleri.....	5
2.3. Kural Tabanlı Sistem.....	6
2.4. Karar Destek Sistemleri.....	7
2.5. Sağlık Ekonomisi	8
2.6. Sağlık Sistemi.....	10
2.7. Hastanedeki Hasta Akışı	12
2.8. Hastanelerde Hasta Tahsisi	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1. Benzetim.....	17
3.2. Cihaz Yükleme	18
3.3. Matlab.....	19
3.4. Varyans Analizi.....	20
3.5. Wilcoxon Signed-Rank Testi	20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	21
4.1. Uygulama ve Problem Tanıtımı	21
4.1.1. Hastanelerde kullanılan hasta tahsis yöntemi (birinci senario)	21
4.1.2. Bu çalışmada hasta tahsisine önerilen yenilikçi yöntem (ikinci senaryo).....	23
4.1.3. MATLAB ile hastaların cihazlara simülasyonu	26

4.1.3.a. MATLAB ile ilk senaryonun simülasyonu	26
4.1.3.b. MATLAB ile ikinci senaryonun simülasyonu	27
4.2. İlk Senaryoda Hastaların Hastaneye Gelişi ve İstasyonlara Dağılımı.....	27
4.3. İlk Senaryoda, Farklı İstasyonlarda Cevaplanan Hastaların Sayısı.....	30
4.4. İlk Senaryoda, Çeşitli İstasyonlardan Bir Sonraki Güne Akan Hastaların Sayısı.....	31
4.5. İlk Senaryoda, Farklı İstasyonlarda Çeşitli Cihazların Kapasitesi	32
4.6. İlk Senaryoda, Hasta Tiplerin Farklı İstasyonlara Akışı	35
4.7. İkinci Senaryoda Hastaların Hastaneye Gelişi ve İstasyonlara Dağılımı.....	36
4.8. İkinci Senaryoda, Farklı İstasyonlarda Cevaplanan Hastaların Sayısı.....	39
4.9. İkinci Senaryoda, Farklı İstasyonlarda Çeşitli Cihazların Kapasitesi	42
4.10. İkinci Senaryoda, Çeşitli İstasyonlardan Bir Sonraki Güne Akan Hastaların Sayısı	45
4.11. Birinci Senaryo İle İkinci Senaryo Arasındaki Karşılaştırma	48
4.12. İstatistiksel Analizler	51
4.12.1. Varyans analiz sonuçları	51
4.12.1.a. Tek yönlü varyans analiz uygulanması	51
4.12.2. Wilcoxon (signed-rank) analizin sonuçları	54
5. SONUÇLAR.....	56
EKLER.....	58
EK 1.....	58
KAYNAKLAR	116
ÖZGEÇMİŞ	122

KISALTMALAR DİZİNİ

ANOVA	Analysis of Variance
ATT	Access Time Target
DL	Device Loading
EMS	Emergency Management Systems
FIFO	First In First Out
GA	Genetic Algorithm
MATLAB	Matrix Laboratory
MDP	Markov Decision Process
PN	Patient Navigation
SPSS	Statistical Analysis in Social science

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Birinci senarionun şematik akış şeması	22
Şekil 4.2. İkinci senaryonun şematik akış şeması	24
Şekil 4.3. Hastaların hastanede akışları	25
Şekil 4.4. Matlab'daki ilk senaryonun bir parçası	26
Şekil 4.5. Matlab'daki ikinci senaryonun bir parçası	27
Şekil 4.6. Farklı günlerde, birinci senaryoda verimlilik ve cihazların kullanımının grafiği	50
Şekil 4.7. Farklı günlerde, ikinci senaryoda verimlilik ve cihazların kullanımının grafiği	51
Şekil 4.8. Ortalama toblosu.....	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Başlarından resim çekmek isteyen hastaların (birinci tip) farklı istasyonlara gelişleri	28
Çizelge 4.2. Göğüs ve karnından resim çekmek isteyen hastaların (ikinci tip) farklı istasyonlara gelişleri.....	29
Çizelge 4.3. Bacaktan resim çekmek isteyen hastaların (Üçüncü tip) farklı istasyonlara gelişleri	30
Çizelge 4.4. Çeşitli istasyonlarda resim çekmeyi başaran hastaların sayısı	31
Çizelge 4.5. Çeşitli istasyonlardan bir sonraki güne akan hastaların sayısı.....	32
Çizelge 4.6. Farklı günlerde ve farklı istasyonlarda, kafayı görüntü alacak cihazların kapasitesi (Dakika baz alınarak)	33
Çizelge 4.7. Farklı günlerde ve farklı istasyonlarda, göğüs ve karından görüntü alacak cihazların kapasitesi.....	34
Çizelge 4.8. Farklı günlerde ve farklı istasyonlarda, bacaktan görüntü alacak cihazların kapasitesi	35
Çizelge 4.9. Farklı günlerde, her istasyona ilk gelen hastaların tipi	36
Çizelge 4.10. Başlarından resim çekmek isteyen hastaların (birinci tip) farklı istasyonlara gelişleri	37
Çizelge 4.11. Göğüs ve karnından resim çekmek isteyen hastaların (ikinci tip) farklı istasyonlara gelişleri	38
Çizelge 4.12. Bacaktan resim çekmek isteyen hastaların (Üçüncü tip) farklı istasyonlara gelişleri	39
Çizelge 4.13. Kafa cihazlarında. farklı istasyonlarda resim çekmeyi başaran hastaların sayısı	40
Çizelge 4.14. Karın ve göğüs cihazlarında. farklı istasyonlarda resim çekmeyi başaran hastaların sayısı	41
Çizelge 4.15. Bacak cihazlarında. farklı istasyonlarda resim çekmeyi başaran hastaların sayısı	42
Çizelge 4.16. Farklı günlerde ve farklı istasyonlarda, kafayı görüntü alacak cihazların kapasitesi (Dakika baz alınarak).....	43

Çizelge 4.17. Farklı günlerde ve farklı istasyonlarda, göğüs ve karından görüntü alacak cihazların kapasitesi	44
Çizelge 4.18. Farklı günlerde ve farklı istasyonlarda, bacadan görüntü alacak cihazların kapasitesi	45
Çizelge 4.19. Çeşitli istasyonlarda, birinci tip (kafa) cihazdan bir sonraki güne akan hastaların sayısı	46
Çizelge 4.20. Çeşitli istasyonlarda, ikinci tip (karın ve göğüs) cihazdan bir sonraki güne akan hastaların sayısı	47
Çizelge 4.21. Çeşitli istasyonlarda, üçüncü tip (bacak) cihazdan bir sonraki güne akan hastaların sayısı	48
Çizelge 4.20. Birinci senaryonun ve ikinci senaryonun verimliliği.....	49
Çizelge 4.21. Birinci ve ikinci senaryoda cihazların kullanımı	49
Çizelge 4.22. Birinci senaryonun verimliliği ve Cihazların kullanımı farklı günlerde	49
Çizelge 4.23. İkinci senaryonun verimliliği ve Cihazların kullanımı farklı günlerde	50
Çizelge 4.24. İstatistiksel Çizelge.....	52
Çizelge 4.25. Varyans analizi ANOVA tablosu	52

1. GİRİŞ

1.1. Genel Sağlık Ekonomisi Problemi

Sağlık ekonomisi, sağlık üretiminde ve tüketiminde verimlilik, etkililik, değer ve davranış ile ilgili konularda bir ekonomi dalıdır. Genel Sağlığı açısından bakıldığında, Sağlık ekonomisi, özellikle sağlık hizmetleri araştırması etiketli analitik yöntemlerden biri olan sağlık ve sağlık konularını analiz etmek için kullanılabilecek pek çok disiplinden biridir. Fakat ekonomi açısından bakıldığında, Sağlık ekonomisi, sadece ekonomik prensipler ve yöntemlerin uygulanabileceği birçok konudan biridir. Dolayısıyla, sağlık ekonomisi ilkelerini açıklarken, gerçekten ekonomi ilkelerini ve sağlık ve sağlık hizmetleri bağlamında yorumlanabileceklerini ortaya koyuyoruz. Sağlık ekonomisi, ekonomi teorisinin, modellerin ve ampirik tekniklerin bireyler, sağlık hizmeti sunucuları ve hükümetler tarafından sağlık ve sağlık bakımı ile ilgili karar verme analizi uygulanmasıdır.

Sağlık hizmeti piyasasını düşündüğümüz takdirde, sağlık hizmeti talebiyle ilgileneceğiz. Bununla birlikte, bu talebi değerlendirirken, sağlık bakımının diğer mallardan farklı olmasını sağlayacak özel niteliklere sahip olduğunu bilmek önemlidir. Bir faktör sağlık bakımının genellikle zevkinden dolayı talep edilmediğidir; Aslında hoş olmayan bir şey olabilir. Bunun yerine, esasen sağlığın iyileştirilmesi talep edilmektedir.

Sağlık hedefi ile finansal kaynakların bulunabilirliği arasındaki ilişkiyi yansıtan sağlık ekonomisi giderek daha da önem kazanmaktadır. Verimlilik, girdi ve çıktılar arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kullanılan genel bir terimdir. Eldeki kaynaklarla sağlanan faydaları en üst düzeye çıkarmak veya belirli bir seviyede fayda sağlamak için maliyetleri en aza indirmekle ilgilidir. Ürünler, emek ve teçhizat gibi farklı kaynakların bir araya getirilmesini içeren bir üretim sürecinin çıktılarıdır.

1.2. Amaç ve Kapsam

Şu günlerde sağlık sistemi daha sofistike hale gelmiş ve hastanelerin tıbbi seviyesi büyük ölçüde gelişmiştir. Bununla birlikte, "beklemek" ve "gecikme" fenomeni, kapsamlı hastanelerde oldukça yaygındır. Dolayısıyla, "gecikme" nedeniyle hastaların memnuniyeti azalacaktır, aynı zamanda çalışma yoğunluğu çok yüksek olduğu için sağlık personelinin memnuniyeti düşecek ve çalışma saatleri çok uzun olacaktır. Bu yüzden darboğazları ortadan kaldırmak ve sağlık sistemi sürecini optimize etmek için anahtar süreci analiz etmek önemlidir. Görüntüleme departmanları (ID), çeşitli görüntüleme bölümleri, yardımcı ofisler, kurtarma odası vb. Dahil olmak üzere diğer bölümlerle olan karmaşık işbirliğine sahiptir. Ek olarak, yapay değişiklikler yanı sıra, yük hacminde değişkenlik, hasta keskinliği ve özel ihtiyaçlar görüntüleme merkezlerini çok etkiler ve tıkanıklık bölgelerinde kaçınılmaz sorunlara neden olur. Görüntüleme işlemi sırasında gereken kaynaklar arasında insan gücü kaynakları (ör. Doktorlar, hemşireler, tıp görevlileri vs.) ve tesisler (ör. Yataklar, taşıyıcılar, vb.) Bulunur. Akılcı bir kaynak kullanımı, ID'nin etkinliği ve hastaların memnuniyeti açısından kritik öneme sahiptir.

Herhangi bir ekonomik analiz için bir başlangıç noktası maliyetlerin elde edilmesidir. Sabit maliyetler, kaç hastaya cevap verip vermediğine bağımsız bir sabit kalan maliyetlerdir. Değişken maliyetler, çıktı seviyesine (cevaplanan hasta sayısına) göre değişen maliyetlerdir. Bu çalışmanın en önemli hedeflerinden biri hastaların ve hastanelerin maliyetlerini düşürmektir. Belli ki hastane cihazlarının verimliliğini artırarak hastane masrafları azalacak ve geliri artacaktır. Başka bir deyişle, hastane hizmetlerinin maliyeti azalacak ve hasta memnuniyetine yol açacaktır.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Sağlık Sistemlerinde Benzetim

1930'ların başında, Peter Safar ağız-ağız yoluyla kardiyopulmoner resüsitasyonun etkinliğini tarif etti (Cooper and Taqueti 2004). Çalışmalarından örnek alarak, plastik bir oyuncak üreticisi olan Ausmund Laerdal ağızdan ağıza havalandırma öğretmek için gerçekçi bir simülatörü tasarladı. 1968'de, Amerikan Kalp Cemiyeti Bilimsel Toplantıları sırasında, Miami Tıp Fakültesi'nden Doktor Michael Gordon, Harvey'yi, Kardiyoloji Hasta Simülatörü'nü tanıttı (Cooper and Taqueti 2004).

Önlenebilir tıbbi hatalar Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl 400.000'den fazla ölüme neden olmakta ve bu ülkedeki üçüncü ölüm nedenini kardiyovasküler hastalıklar ve kanser izlemektedir (James 2013). Simülasyona dayalı tıp eğitimi, daha iyi klinik uygulama için değerli bir araç olabilir. Sorunlu öğrenimin geliştirildiği ve yüksek standartlarda yeterliliklerin uygulandığı, güvenli, kontrollü bir ortam sağlar. Tıp eğitiminde simülasyonun kullanımı son yirmi yılda artmış olsa da, sistematik olmayan bir şekilde olmuştur. Bu makalenin amacı, tıp eğitiminde simülasyona dayalı tekniğin tarihçesi ve metodolojisini gözden geçirmektir (Jones *et al.* 2015).

1980'li ve 1990'lı yıllarda teknoloji geliştikçe fizyolojik tepkileri taklit edebilen ve gerçek geri bildirim sağlayabilen yazılımlar ve bilgisayarlı sistemler üretildi. Stanford Üniversitesi'nde David Gaba liderliğindeki bir grup kapsamlı Anestezi Simülasyon Ortamını (CASE) geliştirmiş (Gaba and DeAnda 1988). İlk prototipler, anestezi işlemi sırasında bir hastayı taklit etmek için Macintosh bilgisayar, manken ve dalga formu jeneratörleri gibi piyasada bulunan teknolojiyi birleştirmiş.

Simülasyon, öğrenci odaklı bir öğrenme modelinde merkezi bir rol oynayabilir (Datta *et al.* 2012). Gerçek yaşam koşullarını taklit ederek ve öğrencilerin kontrollü bir ortamın güvenliğinde hem ele alınacak vakaların niteliklerini önceden belirleyebilme imkânı

verdiği için, açık bir "öğrenme ihtiyacı" yaratmaya yardımcı olur. Böylece, bir hastane ortamında gerçek senaryoların beklenen değişkenliğini aşan en önemli hastalıkları (yani, hemen müdahale gerektirebilecek en yaygın ve akut koşulları) düzenli bir şekilde örtmek mümkündür. Bu incelemenin ilerleyen bölümlerinde daha ayrıntılı olarak anlatıldığı gibi, simülasyonu benimseyerek çeşitli hedefler başarılabılır, ancak her durumda erişkin öğrenme varsayımlarını karşılamak üzere uyarlanabilir. Simülasyonun kritik yönü, sürekli geri bildirimdir (Abela 2009). Bu görev çoğunlukla, yetişkin öğrenmesinin temel varsayımlarını güçlendirmenin yanı sıra dışsal motivasyon sağlamak ve rehberli yansımayı canlandırmak için benzersiz bir fırsat olarak görülecek olan bilgilendirme toplantısı ile yapılır. Deneyimin gelecekteki uygulamaları nasıl etkileyeceğini anlamak, performansı artırmak için çok önemli bir adımdır (Kaufman 2003).

Simülasyon kendi başına öğrenmeyi garanti etmez, ancak uygun ortamda simülasyon, yetişkin öğrenme teorisi tarafından yönlendirilen modern müfredat için çok önemli bir araçtır (Gaba 2004). Hasta güvenliği talebi arttıkça eğitim enstitüleri tıp eğitim sistemini yeniden düşünmeye itiyor. Geçmiş yüz yıl boyunca tıp eğitiminin mevcut modeli değişmeden kalmış. Çıraklık modeli temel alınarak, stajyerler tıp fakültesindeki hastalara erkenden maruz kalır ve hasta bakımında artan zorluk seviyelerine girerler. Bu hiyerarşik sistemde, klinik kararlar doktor, üst düzey sakinler ve öğrenciler arasında paylaşılır. Nihai karar hekime bağlı olmakla birlikte, stajyerlere "hands-on" dersi verilmektedir. Riskli prosedürlerin uygulanması ve karmaşık ve kritik problemlerin eğitimi göz önüne alındığında, bu sorunlu olabilir (Ziv 2000).

Bir hastanedeki bir radyoloji departmanı, X-ray, MR, CT tarama ve Ultrasonografi (USG) gibi birçok alt bölüm içeren işlevsel bir birimdir. Bunların her biri hastanın tıbbi durumunun teşhisi için kullanılan bir veya daha fazla görüntüleme makinesine sahiptir. Böyle bir tesis için hasta akışının kaynakları çeşitlidir ve klinikleri, hastanenin yatarak ve acil bölümünü ve diğer hastanelerden ve sağlık merkezlerinden gelenleri içerebilir (Bhattacharjee and Ray 2016). Bir hastanenin tipik bir Radyoloji Departmanında,

gelişler planlanmış ve planlanmamış (normal yürüyüş ve acil) gelişler olarak geniş bir şekilde sınıflandırılabilir.

Randevu planlaması, ayaktan tedavi merkezlerinde hasta akışlarını (örneğin, ayakta tedavi konsültasyonları, endoskopik işlemler ve diyaliz gibi çeşitli prosedürler, MR ve CT taraması gibi soruşturmalar) ve bir hastanenin cerrahi tesisatlarını yönetmek için hayati bir unsurdur. Randevu planlaması, belirsizlik altında kaynak planlamasının bir problemidir (Cayirli and Veral 2003). Bir randevu sisteminin performansını etkileyen faktörler hem çevresel hem de karar ile ilgili faktörleri içerir. Çevresel faktörler, beklenmedik durumları ve hasta gösterimini ve hizmet süresi değişkenliğini içerir (Bhattacharjee and Ray 2016). Karar faktörleri, farklı randevu politikaları ve sunucuların türleri ve sayısı ve kullanılacak diğer kaynaklar (örn. Hemşire ve teknisyenler) gibi konfigürasyonla ilgili faktörlerden oluşabilir.

2.2. Bilgi Sistemleri

Bilgi tabanlı bir sistem (KBS), karmaşık problemleri çözmek için bir bilgi tabanını kullanan ve kullanan bir bilgisayar programıdır. Terim geniş ve birçok farklı sistemlerde kullanılır; Tüm bilgi temelli sistemleri bir araya getiren ortak bir tema, geleneksel bir bilgisayar programında olduğu gibi örtük olarak kod yoluyla değil, ontolojiler ve kurallar gibi araçlarla açıkça bilgi temsil etme girişimidir. Bilgi tabanlı bir sistem iki tür alt sisteme sahiptir: bilgi tabanı ve çıkarım motoru.

Bilgiye dayalı sistemler ilk önce yapay zeka araştırmacıları tarafından geliştirildi. Bu erken bilgi tabanlı sistemler öncelikle uzman sistemlerdi. Aslında bu terim sıklıkla uzman sistemler ile eşanlamlı olarak kullanılır. Aradaki fark, sistemi tanımlamak için alınmıştır: "uzman sistem", sistemin karmaşık bir görevde bir uzmana yardımcı olması için yardımcı olmaya çalıştığı görev türünü belirtir; "Bilgi tabanlı sistem", bilginin açıkça temsil ettiği sistemin mimarisini ifade eder.

Bilgi tabanlı sistemler daha da karmaşıktıkça, bilgi tabanını temsil etmek için kullanılan teknikler daha sofistike hale geldi. Bilgi tabanı daha yapılandırılmış hale geldiğinde, hem bağımsız kurallar hem de bilgi tabanı içindeki etkileşimler yoluyla mantık yürütülebilir (Mettrey 1987).

2.3. Kural Tabanlı Sistem

Bilgisayar bilimlerinde kural tabanlı sistemler bilgiyi yararlı bir şekilde yorumlamak için bilgiyi depolamak ve yönlendirmek için kullanılır. Genellikle yapay zeka başvuruları ve araştırmalarda kullanılırlar. Ayrıca, Kural tabanlı sistemler, bilgisayar programlarını derlemek veya yorumlamak için sözcük analizini yapmak için veya doğal dil işleminde kullanılabilir. Kuralı temel alan sistemler, doğrulama koşullarının bir birleşimiyle gerçekleştirilecek mantık üretim kuralları ve yürütülecek bir dizi eyleme dayalı olarak tündengelimli akıl yürütme mekanizmalarını üretebilir ve sonuçlarının nasıl elde edildiğini açıklayabilir. Bu yetenekler sayesinde, tıbbi tercihlerde, takip edilecek tedavileri ve / veya tedavileri kodlayan ve böylece, her yerde ve her zaman bireyleri sürekli olarak destekleyebilen yeni nesil sağlık uygulamaları geliştirmeyi mümkün kılmak için yararlı bir şekilde kullanılmıştır (Minutolo *et al.* 2011). Aslında, telekomünikasyon altyapısıyla birleşen mobil cihazların penetrasyonu, sağlık hizmetleri sunumunu derinden etkilemiş bulunmaktadır (Malvey and Slovensky 2014).

Hesaplama karmaşıklığı ve yürütme süresi, gerçek zamanlı sistemlerde önemli faktörlerdir, çünkü doğru sonuç zamanında mevcut olmalıdır. Bu kriter sağlık izleme sistemlerinde (örn. Yazarların gerçek zamanlı spor faaliyeti risk hesaplama modeli) önemlidir (Takács and Tóth-Laufer 2013). Hızlı karar vermede, hesaplama karmaşıklığının azaltılması, hesaplama karmaşıklığı ile sonucun doğruluğu arasındaki dengeyi bulacak bir şekilde gerçekleştirilmelidir (Dvořák *et al.* 2015).

Farklı özelliklere göre çeşitli önceden tanımlanmış kategorilerdeki örnekleri organize etme göreviyle karşılaştığımızda, sınıflandırma sorunu söz konusudur (Alpaydin 2010). Genel olarak, örneklerle ilgili mevcut bilgiyi kullanarak gelecekteki örnekler için

sınıflandırmayı gerçekleştirmek için kullanılan sınıflandırıcı diye bir karar fonksiyonu öğrenebilen bir öğrenme algoritması uygular (Lucca *et al.* 2016). Bulanık Kural Tabanlı Sınıflandırma Sistemleri (FRBCS), sınıflandırılabilir problemlerle baş etmede yaygın olarak kullanılmaktadır, çünkü genellikle yorumlanabilir bir model sunmanın yanı sıra iyi bir performans sergilemektedir (Ishibuchi *et al.* 2005). Problem alanının modellenmesi için dil terimlerinin kullanılması, bu sistemlerin gerçek dünya uygulamalarının son kullanıcıları tarafından kolaylıkla uygulanmasını ve anlaşılmasını sağlar (Sanz *et al.* 2014; Sanz *et al.* 2015). Üstelik, FRBCS'ler, farklı kaynaklardan, yani uzman bilgi, matematiksel modeller, veri tabanları veya ampirik ölçülerden gelen bilgileri birleştirebilir.

Herhangi bir FRBCS'de önemli bir husus, yeni örneklerin sınıflandırılacağı sınıfı belirlemek için bilgi tabanında saklanan bilgileri kullanan bir çıkarım prosedüründen oluşan, akıl yürüten metodu (FRM) olarak düşünülmektedir (Cordón *et al.* 1999). Bunu yapmak için, ilk önce, sınıflandırılacak örnek ile yerel bilgi sağlayan her kural arasındaki uyumluluğu hesaplamak gerekiyor. Ardından, bu yerel bilgi toplanır ve bilinen her sınıfla ilişkili genel bilgi elde edilir. Son olarak, yeni örnek için belirlenen sınıf, maksimum global bilgiyi sunan sınıftır (Lucca *et al.* 2016).

2.4. Karar Destek Sistemleri

Bir karar destek sistemi, genellikle sıralama veya alternatifler arasından seçim yapma ile sonuçlanan iş veya organizasyonel karar verme faaliyetlerini destekleyen bir bilgisayar tabanlı bilgi sistemidir. DSS'ler bir organizasyonun yönetim, operasyon ve planlama seviyelerine hizmet eder ve insanlara hızla değişen ve önceden kolayca belirlenemeyen sorunlar hakkında kararlar vermelerine yardımcı olur. DSS'ler bilgiye dayalı sistemleri içerir. Düzgün tasarlanmış bir DSS, kararı belirleyip çözmek ve karar vermek için karar vericilere ham veri, belge ve kişisel bilgi birikiminden veya kişisel bilgi birikiminden yararlı bilgiler derleyebilmesine yardımcı olmak için tasarlanmış interaktif bir yazılım tabanlı sistemdir.

Kağıt temelli rehberlerin geliştirilmesinde, sağlık mesleği mensuplarının klinik mantığı nadiren düşünülür. Sonuç olarak, kağıda dayalı kılavuz ilkeler genellikle kitlelerini hedef almıyor, klinik uygulamada zorlanıyor ve sonunda isteksizlik yaratıyor ve bu yüzden sağlık uygulayıcıları tarafından gözardı ediliyor (Verhoeven *et al.* 2010). ancak, Bilgisayarlı Klinik Karar Destek Sistemleri (CDSS'ler) kağıt bazlı kılavuzlarla ilgili sorunların üstesinden gelme potansiyelleri için git gide daha fazla kabul edilmektedir (Jaspers *et al.* 2011; Blum *et al.* 2015).

DSS ile sağlanan potansiyel faydalar hastanenin klinik iş akışına uyabilecek sağlam bir sistemi etkinleştirmek için yürütülen araştırmaların, bakım noktasında bir tanı aracı olarak kullanılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

2.5. Sağlık Ekonomisi

Sağlık ekonomisi, sağlık hizmeti sunucuları, hastaneler ve klinikler, yönetilen bakım ve halk sağlığı geliştirme faaliyetleri aracılığıyla sağlık teşvik etmek için kullanılır. Sağlık ekonomistleri, kamu ve özel sektörü en etkin veya uygun maliyetli ve adil davranma şekliyle daha iyi bilgilendirmek için üretim, verimlilik, eşitsizlik, rekabet ve yönetmelik teorilerini uygularlar. Bu tür araştırmalar, yeni teknolojilerin ekonomik değerlendirilmesinin yanı sıra uygun fiyatların araştırılması, güven karşıtı politika, en uygun kamu ve özel yatırım ve stratejik davranışları da içerebilir. Klinik DSS kullanımının tedavi sonuçlarını iyileştirme potansiyeline sahip olacağı konusunda genel bir görüş birliği vardır (Kaplan 2001). Bu nedenle, klinik ortamda teknolojinin hesaplama gücünü tam olarak kullanmak için, bilgi sistemlerinin (İS) kullanımı idari ve alarm fonksiyonlarının ötesine geçmelidir, ve bireysel hastanın tıbbi ve dış durumuna göre uyarlanmış danışmanlık işlevleri sağlamalıdır (Goh *et al.* 2016).

Sağlık ekonomisi, piyasa başarısızlığı ve kaynakların adaletsiz tahsisi gibi bazı sosyal problemlerin bir toplumun veya nüfusun sağlığını nasıl etkileyebileceğini değerlendirmek için de kullanılabilir. Daha sonra sağlık ekonomisi, düzenlemeye, ulusal

sağlık paketlerine, sağlık sigortası paketlerini ve diğer ulusal sağlık programlarını belirleme konusunda hükümete en iyi yol haritasını vermek için kullanılabilir.

Kaynak yetersizliği ekonominin temelidir. Bu nedenle, mevcut kaynakların optimizasyonu ihtiyacı, asgari harcamalarla mümkün olan en fazla fayda sağlamak amacıyla birincil önem taşımaktadır (Kernick 2003). İnsan sermayesi olarak sağlık, sağlığa yapılan yatırımların daha geniş getiri sağlayacağını ve sağlık ile ekonomik performans arasındaki bu bağın hem mikro hem de makro düzeyde kurulduğunu ima etmektedir. Yoksul sağlık işgücüne katılımı engelleyebilir ve ekonomik büyümeyi durdurabilir. Zayıf sağlık durumunun tarımsal olarak bağımlı alanlarda olumsuz etkileri belgelenmiştir ve hastalık, kaynak bağımlı hane halkları arasında ekonomik hareketliliği bastırarak yoksulluk tuzaklarını derinleştirebilir ve devamlı hale getirebilir (Canning 2006; Walker *et al.* 2006).

Sunulan yer ve hizmetler gibi faktörler, bir poliklinik etkinliğini etkileyebilir, çünkü bu poliçe enstrümanının değerini etkileyebilecek bölgesel bir klinik sistemin etkinliği olabilir. Erişim, sağlık literatüründe mekansal olmayan ya da mekansal olarak geniş bir biçimde tanımlanmıştır (Dodson *et al.* 2016). Konumsal olmayan erişim genellikle sağlık hizmetlerine erişimin engellenmesine katkıda bulunan toplumsal faktörleri belirtir (Yao *et al.* 2013). İdeal olarak, toplumun tüm üyeleri, ihtiyaç duydukları sağlık bakım hizmetlerini kazanmak için eşit fırsatta bulunmalıdır (Ricketts 1994). Bununla birlikte, uygulamada, mekansal olmayan erişim genellikle demografik ve ekonomik faktörlerden doğrudan etkilenmekte ve "kazanan" ve "kaybedenler" yaratan bir ortam oluşturmaktadır (Dodson *et al.* 2017).

Son birkaç on yılda, kalite ve verimliliği arttırmak için koruyucu hekimlik, tüketicilerin sağlık hizmetlerine aktif katılımı ve tıbbi olarak işbirliği içinde sağlık hizmeti ağları üzerinde durulmuştur (Schau *et al.* 2005). Sağlık ekonomisi, insan kaynakları yönetimi ve kamu politikasında sigortaya ve tıbbi tedavi seçeneklerine tüketici katılımı konusunda artan bir vurgu vardır. Etik pazar odaklı sağlık yönetimi altında, bu tartışmalar, sağlık kararlarına artan tüketici katılımı ve daha aktif son kullanıcılara,

özellikle de tedavi kullanılabilirliği ve maliyet sınırlamasına yönelik pazar yanıtlarına odaklanmaktadır (Larson 1974). Pazar odaklı perspektiften geliştirilen, eskiden tanımlanmış katkı sağlık planı olarak bilinen yeni bir sağlık hizmeti fayda sağlama şekli ortaya çıkmıştır. Şimdi tüketici odaklı sağlık adı verilen bu model, arz ve talep arasında denge kurarken tüketicilere sağlık hizmetleri avantajlarıyla ilgili seçim yapmalarını sağlıyor (Maillet and Halterman 2004).

Hastane maliyetleri ve belirleyicileri hakkındaki son literatürde hastane hizmetleri için muhtemel maliyet tasarruflarıyla ilgili birçok konu ortaya çıkarken, yığılma ekonomileri aynı anda büyük ve genişleyen bir kentsel ve bölgesel ekonomi literatürünün hedefi haline gelmiş (Duranton and Puga 2001; Rosenthal and Strange 2004). Bu literatürler, endüstri ve coğrafi yoğunluğun ölçek, kapsam ve topluluk ekonomileri aracılığıyla firma (hastane) verimliliğine katkıda bulunabileceğini önermektedir.

Hastaneler için en yaygın olarak kabul edilen maliyet ekonomileri boyut ve çeşitlilik ile ilişkilendirilir. Ölçek ekonomileri, hastane birleşmelerinin nispi faydalarını ve dolayısıyla isteneğini etkileyerek, daha büyük veya daha çeşitlendirilmiş hastanelerin daha uygun maliyetli olmasına neden olabilir (Connor *et al.* 1998). Tedaviler arasında birliktelikten kaynaklanan kapsam ekonomileri, daha çeşitlendirilmiş hastanelerin uzmanlaşmış kurumlardan daha maliyetli olmasına neden olabilir (Friesner and Rosenman 2002).

2.6. Sağlık Sistemi

Sağlık sistemini bir hasta olarak dolaşmak Ezici bir deneyimdir, özellikle sağlık sistemine ulaşmak için birden fazla engel var ise. Hasta navigasyonu (PN) farklı engellerin üstesinden gelmek için tasarlanan bir sağlık müdahalesidir (Freeman 2006). PN, bir seyirci ile bir hasta arasındaki bire bir etkileşim olarak tanımlanır, Ve geleneksel olarak, taramadan tanıya ve çözünürlüğe kadar önerilen sağlık hizmetleri kullanım davranışlarını teşvik etmek için bir hastaya sağlık eğitimi ve desteği sağlayan eğitilmiş bir yerleşik kişi içerir (Freeman and Rodriguez 2011; Lorhan *et al.* 2013). Hastaların

sağlık davranışlarını gözlemlemek ve öğrenmek için bir model oluşturması nedeniyle , önerilen sağlık davranışlarına katılmak için hastaların algılanan öz yeterliklerini artırabilir. Duygusal bilgilendirici ve değerlendirme içeren sosyal destek sağlanması yoluyla, gezginler öz yeterliliğini artırabilirler Ve sonuç olarak, önerilen sağlık hizmeti kullanım davranışlarının tamamlanmasını etkilemektedir (Dennis 2003). PN, 1990'da azınlık topluluklarının maruz kaldığı kanser bakımının önündeki engellerin azaltılmasına yönelik bir müdahale olarak tasarlandı (Freeman *et al.* 1994). İletişim, bilgi, tıbbi sistem ve yoksulluk içinde yaşayan Siyah kadınların maruz kaldığı duygusal engeller dahil olmak üzere (Freeman 2013). PN müdahaleleri çoğu zaman, bireyleri, etkilenen bir topluluğu temsil eden ve belirli bir hastalık / durumla deneyim sahibi olan seyirci olarak eğitir ve çalıştırır Ve bir kimlik topluluğunu paylaşması yaptırır (Faisal *et al.* 2016). Gezinler, başkalarına fayda sağlamak için sağlık sistemi ile ilgili ilk elden bilgi ve tecrübeyi kullanan, genellikle sağlık personeli olmayan ya da akran yardımcılarıdır (Freeman 2006).

Dünya çapındaki sağlık kuruluşları, daha iyi kalite ve performans elde etmekle ilgileniyor; Sağlık performansını tanımlamak ve kalite geliştirme boyutlarını ve yöntemlerini tanımlamak önemlidir. Pek çok çalışma, sağlık performansının iyileştirilmesinin tüm sağlık hizmetleri paydaşlarının birlikte ve sürekli çabalarını nasıl içerdiğini tartışmaktadır; Sağlık uzmanları, hastalar ve aileleri, araştırmacıları, ödeyenler, planlamacılar ve eğitimcileri, daha iyi hasta sonuçları, daha iyi sistem performansı ve daha iyi mesleki gelişim sağlayacak değişiklikler yapmak için çaba harcıyorlar (Batalden and Davidoff 2007). Güvenlik, etkinlik, verimlilik, kullanılabilirlik, erişilebilirlik, güncel olma ve öz sermaye gibi sağlık kriterlerini ve ölçülebilir nitelikleri sağlık performansını ve kalitesini tanımlayabilir. Bu yüzden sağlık mesleği mensupları ve organizasyonları, kaliteyi değerlendirmede ve güvence altına almada hasta tercihlerini ve sosyal tercihleri hesaba katmaları gerekir. Dünya çapındaki sağlık sistemindeki en yaygın ve kronik sorunlardan biri hastane bölümlerinin kalabalık olmasıdır; ve çok ciddi sonuçlara ve komplikasyonlara yol açıyor. Bu sorunun daha yenilikçi ve alışılmadık çözümlerle ele alınması gerekiyor (Hoot and Aronsky 2008). Kavramsal modelleri kullanarak hastanede kalabalığı azaltmak ve performansı artırmak

için stratejiler ve çözümler geliştirmeye çalışabiliriz. Yetersiz personel kullanımı, düşük sayıda cihaz, düşük hastane personelinin çalışması ve tedavi alanlarının yetersizliği hastanede kalabalığa neden oluyor ve hastaların kuyrukta beklemelerine sebep oluyor (Wiler *et al.* 2010).

Sağlık kalitesi, yenilikçilik, büyüme ve rekabetçiliğin önemli bir denetleyicisidir. Sağlık kalitesi ve ilişkili işletmeler, özellikle yönetim perspektifinden, iş dinamizmi, inovasyon ve sosyal ekosistemdeki iyileştirmelerin anahtar kaynağıdır. Sağlıkta kalite yeniliği yoluyla toplumsal değişimlerde anlamlı gelişmelerin uygulanması için bir takım girişimler gerekecektir; örneğin, Sağlık bakım endüstrisinde yeni bir kalite paradigmasının teşvik edilmesi, sosyal güvenlik açığının önlenmesine yönelik uzmanlıkların sentezlenmesi, yenilikçiliğin sistematik uygulanmasına bağlılık, ve kaynaklara erişimi kolaylaştırma yöntemleri (Kim *et al.* 2016). Amerika Birleşik Devletleri'nde sağlık harcaması, 2011 yılında gayri safi yurtiçi hasılanın (GSYİH) yaklaşık %18'ini temsil etti ve 2020 yılına kadar %20'ye ulaşması bekleniyor (Keehan *et al.* 2011; Berwick and Hackbarth 2012). Sağlık sektörüne yeni teknoloji ve onun yaygın olarak benimsenmesi bu harcamaların artmasına katkıda bulunan ana unsurlardan ikisi olarak görülüyor (Aaron and Ginsburg 2009; Burns *et al.* 2011). Araştırmacılar şimdiye kadar birçok kez finansal yatırıma karşı sağlık bilgi teknolojisi (HIT) benimsemesinin faydalarını inceledi. Örneğin, Elektronik Sağlık Kayıtları'nın (EHR) uygulanmasının ayaktan bakımın niteliğine veya etkinliğine etkisi (DesRoches *et al.* 2008) ve Karar desteğinin (DS) ayaktan bakım kalitesi üzerindeki etkisi (Romano and Stafford 2011).

2.7. Hastanedeki Hasta Akışı

Bir hastane departmanı, yetersiz cihazlar nedeniyle hastaların geri çevrilme durumuyla karşı karşıya kalabilir ve mevcut sağlık hizmetlerinin yetersizliği nedeniyle ilgili sağlık hizmeti ertelenir. Yetersiz mali destek veya zayıf bir kaynak yönetimi sıklıkla bu duruma neden ola bilir. Öte yandan, hastane cihazlarının aşırı kullanımı veya gerçekçi olmayan bir sağlık hizmet süresi, zaten sınırlı olan kaynakların boşa harcanmasıdır. Bu nedenle, hasta bakımını iyileştirmek ve hastane masraflarını azaltmak için hastaları

hastane aygıtlarına tahsis etmek için ileri analitik yöntemlerin kullanılması esastır. Çoklu absorpsiyon durumlarına sahip Coxian fazi tipi model, bir sağlık kuruluşundaki hastalarının tedavi maliyetini modellemek için uygulanmış (Gillespie *et al.* 2011). Zamana bağlı olmayan kovaryantları içeren homojen olmayan bir ayrık zamanlı Markov zinciri, hasta akışını bir maliyet veya kapasite kısıtlı sağlık sistemi içinde modellenmek üzere geliştirilmiştir (Garg *et al.* 2010). Genel hastanede yatak ayrımı problemi için çok amaçlı kapsamlı öğrenme optimizasyonu ikili bir arama tabanı ile kullanılmış (Gong *et al.* 2010). Klinik içerisinde ve hastane ile klinik arasındaki hasta akışını yakalamak için yarı kapalı göç ağı geliştirilmiştir (Lee and Zenios 2009).

Bununla birlikte, kuyruk modelleri, müşteri hizmetini iyileştirmek için endüstride yaygın şekilde kullanılsa da, sağlık bakımındaki uygulama sayısı nispeten azdır. Muhtemelen iki alanın farklı doğasından kaynaklanıyor, ancak Müşteri ve hastanın eşdeğerliği genel kabul görmesi zor (Belciug and Gorunescu 2015). Önceki çalışmalar, hem bir kayıp modelinde hem de genişletilmiş bir modelde hastane kaynaklarının kullanımını optimize etmek için $M / PH / c$ ve $M / PH / c / N$ kuyruk modelleri geliştirmiştir (Gorunescu *et al.* 2002a; Gorunescu *et al.* 2002b). Kuyruk teorisine ve hedef programlamaya dayalı çok amaçlı bir karar destek modeli hastanede yataklar tahsisi için tanıtılmış (Li *et al.* 2009). Bir Acil Servisin kapasitesini artırmak için, homojen olmayan varış desenlerine, üstel olmayan hizmet süresi dağılımlarına ve çoklu hasta tiplerine dayalı bir kuyruk yaklaşımı kullanılmış (Cochran and Roche 2009). Hemşirelik birimlerinin boyutlarını değerlendirmek için Erlang kayıp modeline dayalı karar destek sistemi geliştirilmiştir (de Bruin *et al.* 2010). Compartmental modellerin daha önce geriatrik tıp için hastane bölümündeki hasta akışının uygun bir tanımını sağladığı gösterilmiştir. Deterministik bir iki bölmeli matematiksel modelle başlayarak, stokastik modellerin karışık üstel dağılımlarla birlikte sürekli zaman Markov modeli ve Bayes inanç ağları önerildiğinde daha da ilerleme meydana gelmiş (Harrison and Millard 1991; Taylor *et al.* 1997; Marshall *et al.* 2001).

Zaman periyoduna bağlı varış hızı ve sunucu sayısı iki seviye olan karar süreci bir kontrol politikası için öngörülmüştür. Optimum politikaları elde etmek için bir MDP

modeli oluşturulmuş. MDP'nin maliyet fonksiyonunu bulmak için $M(t) / M / c / c$ kuyruğunun geçici çözümleri gerekiyormuş; RK4, geçici olasılıkları bulmak için değiştirilir. Sonuçlara göre, kontrol politikaları da periyodiktir, bu nedenle sonlu planlama ufku sonuçları sonsuza kadar yükseltilebilir. Kontrol politikaları ve ücret fonksiyonu arasındaki farklılıklar, varış oranı maksimuma ulaştığında kriz durumunu önlemeye ve kaynakları minimumda tutmaya yardımcı olur (Tirdad *et al.* 2016).

Acil tıbbi servislerde (EMS) acil çağrının gerçekleşmesi ile tıbbi ekibin çağrı yerine gelmesi arasındaki süre olan yanıt süresi büyük önem taşır çünkü bu gecikme hastaların Tıbbi ciddiyetlerine göre yaşam ile ölüm arasındaki farkı belirler. EMS yöneticileri, sistem kullanıcılarına uygun bakımı sağlama ile tıbbi kaynaklar ve kapasite ile ilgili maliyetleri azaltma arasındaki dengeyi değerlendirmek için bu sistemlerdeki operasyonel ve taktiksel kararları almalıdır (de Souza *et al.* 2015). Hypercube modeli başlangıçta Larson tarafından önerildi, daha sonra genişledi ve çeşitli çalışmalarda uygulandı (Larson 1974; Galvao and Morabito 2008). Bu model, sistemlerin belirsizliklerini temsil edebilir ve sunucuların kimliğini ve aralarındaki olası işbirliğini içerir. Larson'un temel modeli, sunucuların yalnızca bir çağrı geldiğinde kullanılabilen sunucular varsa sevkiyatı için öncelikli disiplinleri içerir. Tüm sunucular meşgul durumda, gelen çağrılar bir sıra beklemektedir ve kuyruklama çağrıları bir FIFO disiplinine dayalı olarak sunulmaktadır.

2.8. Hastanelerde Hasta Tahsisi

Hastane personeli, odalar, yataklar, tesisler vb. Bakımından sağlık kapasitesi tahsisi sorunlarına yönelik önemli miktarda çalışma yapılmıştır. Beklenen taşmaları en aza indirmek için yatakların periyodik olarak yeniden hizmetlere yerleştirilmesi için kuyruk teorisine dayalı bir yaklaşım önerilmiş (Kao and Tung 1981). Her birimin boyutu ile ilgili iyi kararlar vermek için saatlik nüfus sayımı verilerini kullanan bir zaman serisi modeli geliştirilmiştir (Lapierre *et al.* 1999). Tercih edilen bir karışım ve tedavi türleri hacmini elde etmek için hastanelerde kaynak tahsisi için iki lineer hedef programlama modelini içeren bir metodoloji sunulmuştur (Blake and Carter 2002).

Günümüzde kamu hastaneleri sıkı kaynak kısıtlamaları altında faaliyet gösteriyor ve artan hasta talebi ve bütçe kesintileri nedeniyle yeni zorluklarla karşı karşıyadır. Muhtemelen bu durum, ambulans rampalama vakalarının görülme sıklığı ve daha uzun bekleme süreleri ve diğer olumsuz etkilerin eşlik ettiği hasta akış tıkanıklığı olaylarının daha sık görülmesi ile ortaya çıkmaktadır ve bu da kamu şikayetlerinde artışa neden oluyor. Sonuç olarak, tüm paydaşların menfaati için hastane kaynaklarının ve uzmanlığın daha etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamak için tüm mevcut bilgi ve alan bilgisini en iyi şekilde kullanma ihtiyacı duyulmaktadır. Talep sürecinin stokastik niteliği ve tıbbi tedavilerin süresi ve hasta iyileşmesindeki belirsizliği, kaçınılmaz olarak yatakta bulunabilirlik olasılıklarına yol açmaktadır (Ben-Tovim *et al.* 2016). Etkili acil sağlık hizmetleri (EMS), herhangi bir sağlık sistemi için kritik bir noktadır.

Bir EMS performansında önemli bir faktör, acil durum araçlarının olaylara tepki verme hızıdır. Acil durum araçlarının her zaman yeterli kapsama alanı ve hızlı tepki süreleri sağlayacak şekilde yerleştirilmesi hayati önem taşımaktadır (Brotcorne *et al.* 2003). EMS araç filosu tahsisi ve baz istasyonu yerini optimize etmek için entegre bir EMS simülasyon modeli ve genetik algoritması (GA) uygulanmış (McCormack and Coates 2015). Bu çalışmada, EMS modeli için iki kat, iki araç sınıfındaki farklı talepleri fark etti; Ambulanslar ve hızlı tepki araçları. Birden fazla hasta sınıfı modellenmiş ve gerekli hizmet düzeylerini ayırt etmek için hayatta kalma fonksiyonları kullanılmış. Ve amaç, hasta sınıfları arasında beklenen genel sağkalım olasılığının maksimizasyonu idi.

Görüntüleme olanakları, yüksek tedarik ve işletme maliyetleri nedeniyle hastanede kritik kaynaklardır (Green *et al.* 2006; Geng *et al.* 2011). Hastane yöneticileri, bu tür tesislerin yüksek kullanımını sağlamak için yüksek baskı altındadırlar. Bununla birlikte, farklı hasta türleri acil düzeylere, önceliklere ve ödemelere göre belirlenen farklı erişim zamanı hedeflerine (ATT'ler) sahiptirler (Zhou *et al.* 2017). ATT, randevu tarihi ile görüntüleme tarihi arasındaki maksimum süre olarak tanımlanır.

Hasta ayırma problemini çözmek için pratik bir çözüm, kapasiteyi bir araya getirmek ve dinamik çizelgeleme yöntemini kullanmaktır. Bununla birlikte, çok öncelikli müşterileri

gelir ve öz sermayeyi dengelemek amacıyla planlamak karmaşık bir konudur. Ve bu konuları dikkate alan zamanlama konusunda çok az araştırma var. Farklı kapasitelere ve hizmet düzeyi gereksinimlerine sahip müşteriler için havuz kapasitesi her zaman yararlı değildir (Tekin *et al.* 2009; Joustra *et al.* 2010).

Bazı sağlık politikası çalışmaları, sağlık hizmeti alma fırsatı erişim hakkının önemli bir unsuru olduğunu önermektedir (Gulliford *et al.* 2002). Buna göre, bu makalede, erişimin eşitliği, kabul oranının kontrol edilmesi olarak tanımlanmaktadır (bu, gerçek varış sayısı ile karşılaştırıldığında görüntüleme muayeneleri yapılan hastaların yüzdesi olarak yorumlanabilir). Dünya Sağlık organizasyon tarafından önerilen bekleme süresi yanıt verme hakkının ölçülmesi için bir perspektiftir (Organization 2000).

Sağlık kapasitesi tahsisi literatüründe matematiksel programlama modelleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Brailsford and Vissers 2011). Sözleşmeyi belirlemek için Monte Carlo yaklaşımı yerel arama ile birleştirilmiş. Optimal kontrol politikasının yapısal özelliklerini ispatlamak için Markov Karar Süreci modeli önerilmiş. Çok amaçlı tıbbi kaynak tahsisi problemini çözmek için, çok amaçlı bir hesaplama bütçesi tahsisi ile domine edilmemiş sıralama genetik algoritmasını bütünleştirerek çok amaçlı bir simülasyon optimizasyon algoritması geliştirilmiştir (Feng *et al.* 2015).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu tez çalışmasında, hastanelerde resim çektiren cihazların verimliliğini artırmak için yeni bir simülasyon yöntemi geliştirilmiştir. MATLAB yazılımı, hastanelerin cihazlarının hasta dağılım simülasyonu için kullanılmış. İlk adımda, hastanelerde yaygın olan hasta tahsis yönteminin simülasyonu yapılmış. Daha sonra, bu tez çalışmasında geliştirilmiş algoritmanın simülasyonu yapılmış. Son olarak, bu senaryolar farklı günlere çalıştırılmış ve elde edilen sonuçlara dayanarak iki senaryo karşılaştırılmış

3.1. Benzetim

Simülasyon, gerçek dünya sürecini veya sisteminin zaman içindeki işleyişini taklit etmektir. İlk önce bir şeyi taklit etme eylemi, bir modelin geliştirilmesini gerektirir; Bu model, seçilen fiziksel sistemin veya işlemin anahtar özelliklerini veya işlevlerini temsil eder. Model, sistemin kendisini temsil ederken simülasyon, sistemin zaman içindeki işleyişini temsil eder.

Simülasyon, performans optimizasyonu, güvenlik mühendisliği, test, eğitim ve video oyunları gibi birçok bağlamda kullanılır. Simülasyon modellerini incelemek için genellikle bilgisayar denemeleri kullanılır. Simülasyon, doğal sistemlerin veya insan sistemlerinin bilimsel modellemesiyle birlikte işleyişini anlamada kullanılır. Ayrıca, Simülasyon, alternatif koşulların ve eylem yollarının nihai gerçek etkilerini göstermek için kullanılabilir. Simülasyon, gerçek sistem devre dışı bırakılamadığı zaman da kullanılabilir, çünkü erişilebilir olmayabilir veya devreye girmek tehlikeli ya da kabul edilemez ya da tasarlanmış ancak henüz inşa edilmemiş olabilir ya da olmayabilir.

Simülasyondaki temel hususlar, temel özelliklerin ve davranışların seçimi ile ilgili geçerli kaynak bilgilerinin edinilmesi, simülasyonda tahmin ve varsayımların basitleştirilmesi ve simülasyon sonuçlarının geçerliliği ve doğruluğunun kullanılmasıdır. Model doğrulama ve doğrulama prosedürleri ve protokolleri,

simülasyon teknolojisinde, özellikle de bilgisayar simülasyonu alanında, akademik çalışmalarda, araştırma ve geliştirme alanlarında devam etmektedir.

Bir bilgisayar simülasyonu, bir bilgisayarda gerçek bir hayatı veya varsayımsal durumu modellemek için yapılan bir girişimdir, böylece sistemin nasıl çalıştığını görmek için incelenebilir. Simülasyondaki değişkenleri değiştirerek sistemin davranışı hakkında tahminler yapılabilir. Ve bu, çalışılan sistemin davranışını hemen hemen araştırmanın bir aracıdır. Bilgisayar simülasyonu, fizik, kimya ve biyolojide birçok doğal sistemi modellemenin yararlı bir parçası olmuştur. Buna ek olarak, simülasyon, çeşitli sistemlerin işleyişi hakkında fikir sahibi olmak için mühendislikte kullanılır. Benzetim için bilgisayarları kullanmanın kullanışlılığına iyi bir örnek, ağ trafik simülasyonu alanında bulunabilir. Bu benzetimlerde, model davranışı, her simülasyonu, çevre için varsaydığı başlangıç parametrelerinin kümesine göre değiştirecektir. Modelleme işlemini neredeyse zahmetsiz hale getiren bilgisayar tabanlı simülasyonun çalıştırılması için çeşitli yazılım paketleri bulunmaktadır. Örneğin, Monte Carlo simülasyonu, stokastik modelleme ve çoklu yöntem modelleme.

Tıbbi simülatörler, sağlık mesleklerinde personel için tıbbi kavramlar ve karar verme kadar terapötik ve tanı yöntemlerini öğretmek için giderek daha fazla geliştirilmekte ve konuşlandırılmaktadır. Simülatörler kan alma gibi temellerden laparoskopik cerrahi ve travma bakımına kadar çeşitli eğitim prosedürleri için geliştirilmiştir. Biyomedikal mühendislik problemleri için yeni cihazların prototiplenmesine yardımcı olmak için de önemlidir. Ayrıca, Günümüzde simülatörler, tıpta yeni terapiler, tedaviler ve erken tanı için araçlar araştırmak ve geliştirmek için uygulanmaktadır.

3.2. Cihaz Yükleme

Günümüzde cihaz yükleme (DL), endüstri ve sağlık sistemleri gibi farklı alanlarda büyük rol oynamaktadır. Malzemelerin cihazlara tahsisi genellikle basit algoritmalara göre yapılmaktadır. Bununla birlikte, sistemlerin verimliliğini arttırmak için, malzemelerin dağılımında çeşitli faktörleri göz önüne alan akıllı algoritmaların

uygulanması mümkündür. Buna ek olarak, sağlık sistemi sistemlerinde cihaz yükleme (DL), hastanın güvenlik ve hastanelerin verimliliğini artırır. Hastalara cihazlara dağıtmada uygun modellerin kullanılması, cihazların etkinliğini dolaylı olarak artırabilir. Ayrıca, Hastanelerde cihazların verimliliğini arttırarak hasta memnuniyet oranı artacaktır.

Hastanelerin görüntüleme merkezlerinde hastalar temel gereksinimlerine göre cihazlara tahsis edilir. Başka bir deyişle, sıradaki hastaların tiplerine dikkat edilmemektedir. Bununla birlikte, hastalar hakkında daha fazla bilgi toplamak ve sıradaki tüm hastaların tiplerine göre onları cihazlara tahsis etmek mümkündür.

Cihaz yükleme, hastanelerin maliyetlerini birçok açıdan etkiler. Örneğin, cihazların verimliliğini artırarak, daha fazla cihaza duyulan ihtiyaç ortadan kalkacak ve artık alan problemi olmayacak. Dahası, hastanelerin daha az sayıda işçi çalıştırması gerekecek. Böylece, hastanelerin maliyeti düşecek ve hizmet kalitesi artacak.

3.3. Matlab

MATLAB (matris laboratuvarı) çok paradigmatlı bir sayısal bilgi işlem ortamı ve dördüncü nesil programlama dilidir. MathWorks, MATLAB tarafından geliştirilen tescilli bir programlama dili matris manipölasyonlarına, fonksiyonların ve verilerin çizilmesine, algoritmaların uygulanmasına, kullanıcı arayüzlerinin oluşturulmasına ve C, C ++, C #, Java, Fortran ve Python dahil olmak üzere diğer dillerde yazılmış programlarla arabirime izin verir.

MATLAB, bilim insanları, araştırmacılar ve mühendisler için vazgeçilmez bir varlıktır. MATLAB hesaplama ortamının zenginliği, entegre bir geliştirme ortamıdır ve basit arayüz, araç setleri ve simölasyon ve modelleme yetenekleriyle birleştğinde, güçlü bir araç oluşturur. Hızlı kod prototiplemesinden tamamen uygulanabilir uygulamalara kadar MATLAB geniş bir kullanıcı yelpazesinin teknik ihtiyaçlarına hizmet eden fiili bir geliştirme dili ve çevresi olarak durmaktadır.

MATLAB, uygulanan matematiğin tüm alanlarında, üniversitelerde ve endüstride eğitim ve araştırmada yaygın olarak kullanılan bir programdır. Bu, yazılımı doğrusal cebir için özellikle yararlı kılar, ancak MATLAB da cebirsel ve diferansiyel denklemleri çözmek için ve sayısal entegrasyon için mükemmel bir araçtır. MATLAB güçlü grafik araçlarına sahiptir ve 2D ve 3D de güzel resimler üretebilir.

3.4. Varyans Analizi

Varyans analizi (ANOVA), grup ortalamalarıyla ilişkili prosedürler arasındaki farklılıkların (gruplar arasında ve varyasyon gibi) analiz edilmesi için kullanılan istatistiksel modellerin bir toplamıdır. İki grubun ortalamasını karşılaştırmak ve anlamlı olup veya olmadığına karar vermek için varyans analiz yöntemi kullanılır. İki grubun karşılaştırılmasında varyans analizi t-testi ile aynıdır. Bu yöntemde, grupların ortalamalarını kıyaslamak için varyans kullanılır, bu yüzden bu yöntem varyans analizi denilir. Varyan analizi modelleri aşağıdaki gibi belirlenmektedir.

- 1) Sabit Etki Modeli: Modelde kullanılan parametreler sabit tutulmuş, amma gerekli yerlerde kontrollü bir şekilde değiştirilmesi mümkündür.
- 2) Rassal Etki Modeli: Modeleki parametreler araştırmacı tarafından kontrol yapılmadığı zaman ortaya çıkar.
- 3) Karma Etki Modeli: Birden fazla parametre içeren deneyler için bazı parametreler rastgele durumları içerir, bazıları ise sabit tutulur.

3.5. Wilcoxon Signed-Rank Testi

Wilcoxon imzalı sıralama testi, iki ilgili numuneyi, eşleştirilen numuneyi ya da tek bir numunede tekrarlanan ölçümleri karşılaştırırken, popülasyon ortalamaları sıralamaları farklı olup olmadığını değerlendirmek için kullanılan parametrik olmayan istatistiksel hipotez testidir. Veriler normal olmadığı zaman, Wilcoxon, eşleştirilmiş Öğrencinin t-testine veya bağımlı örnekler için t-teste alternatif olarak kullanılabilir.

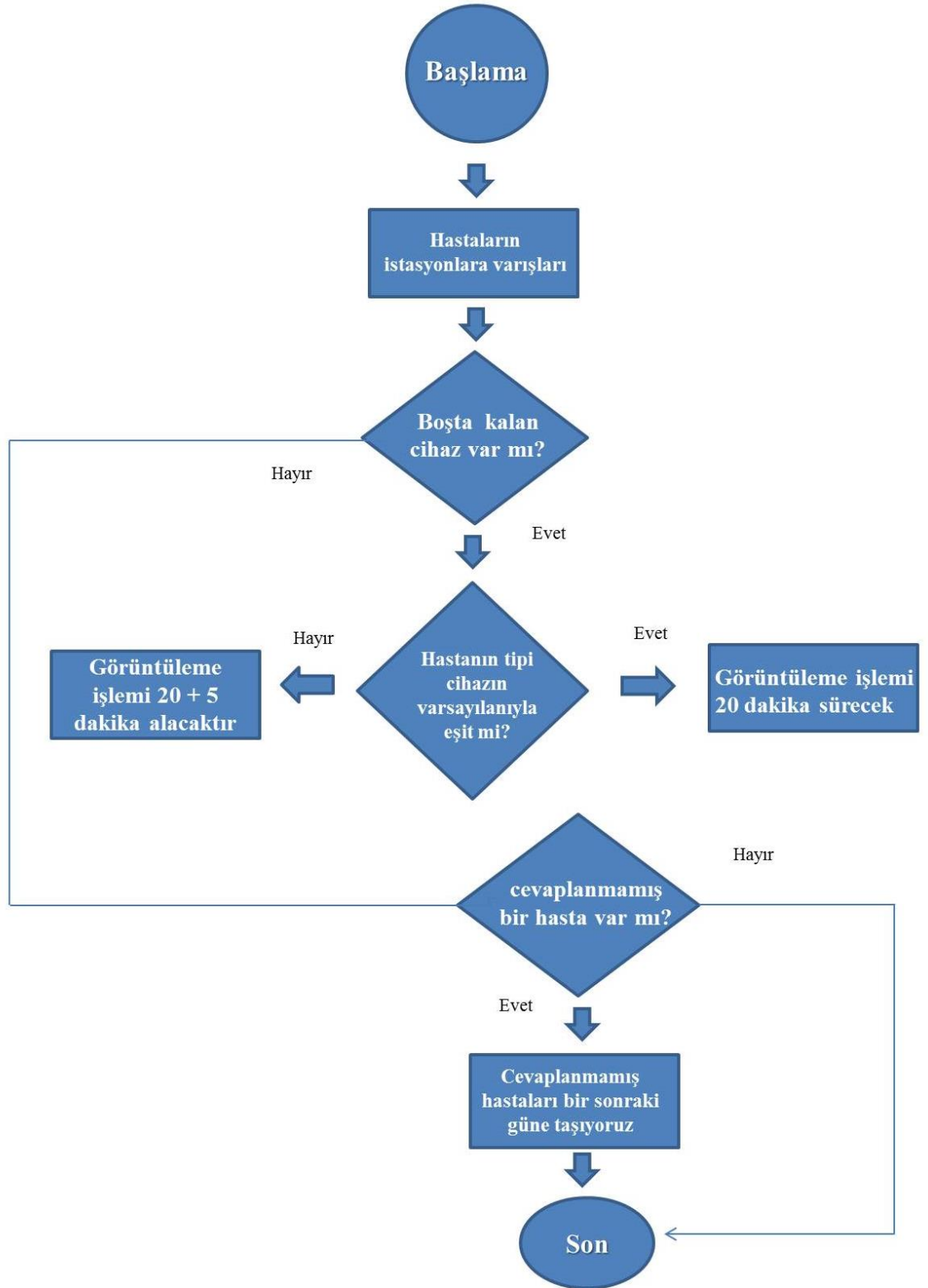
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Uygulama ve Problem Tanıtımı

4.1.1. Hastanelerde kullanılan hasta tahsis yöntemi (Birinci Senaryo)

Bu çalışmada, üç cihaz içerdği beş farklı istasyonun bulunduğu varsayılmıştır. Her istasyonda, cihazlar belirli hasta tiplerinden resim çekmek üzere atanır. Üç tip hasta hastaneye gelmektedir: birinci tip hastalar, ikinci tip hastalar ve üçüncü tip hastalar. Ayrıca, hastaneye her gün 450 ile 650 arası hasta gelmektedir.

Hasta ve cihazın tipi eşit olursa, görüntüleme süresi 20 dakika olacaktır. Aksi halde, cihazın varsayılanını hasta türüne çevirmek için 5 dakika gerekir. Bu senaryoda, her istasyonda, hastalar boş olan cihaza yönlendiriliyor. Her iş günü 720 dakikaya eşit 12 saattir. Hastalar üstel dağılıma göre hastaneye geliyorlar; ve stasyonlara rassal bir şekilde dağıtılıyorlar. Sonra, Her günün cevaplanamayan hastaları diğer güne atanılıyor. Birinci senarionun Şematik akış şeması aşağıda Şekil 4.1’de gösterilmektedir. Ayrıca, hasta tipleri rassal olarak belirleniyor.

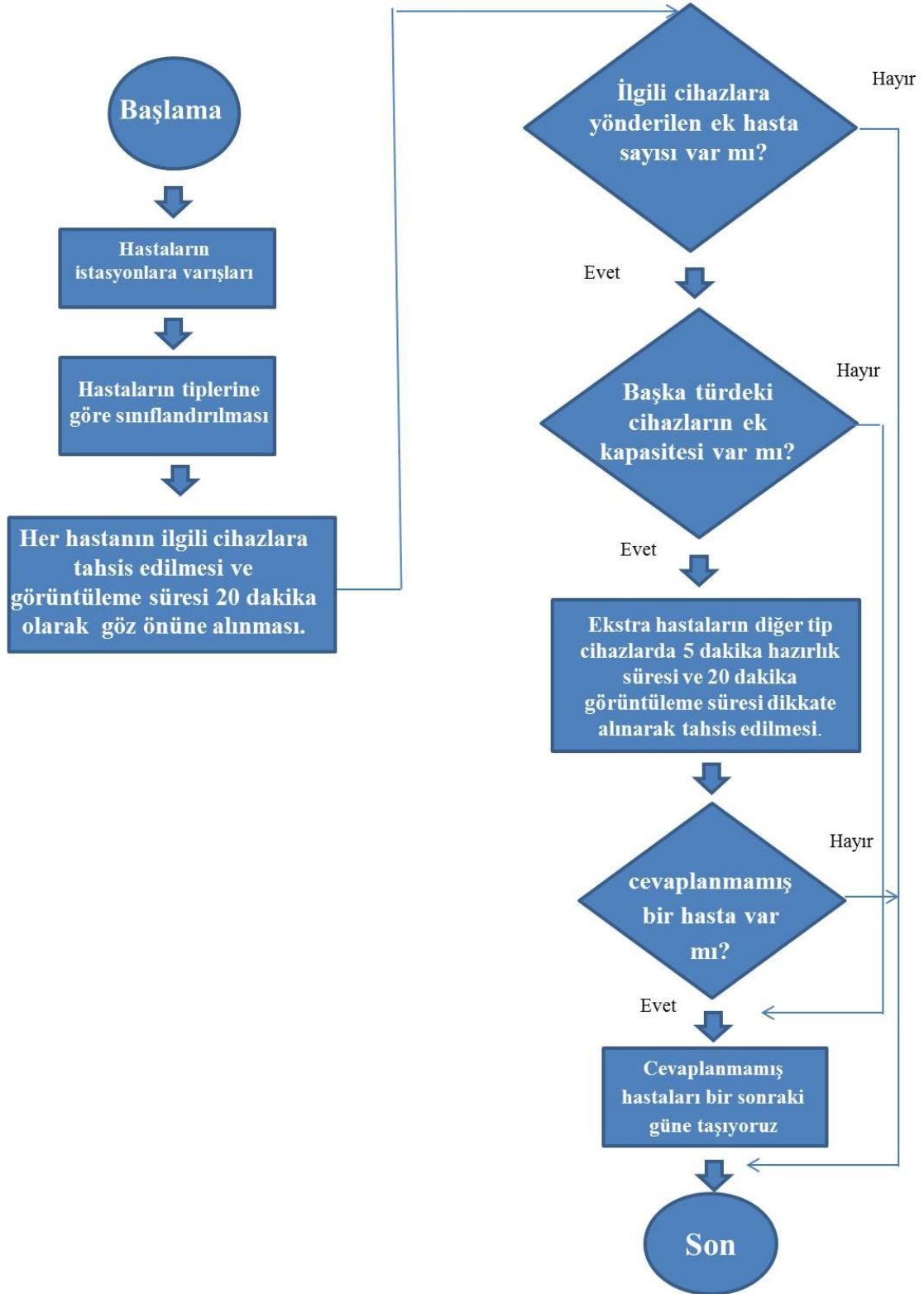


Şekil 4.1. Birinci senarionun şematik akış şeması

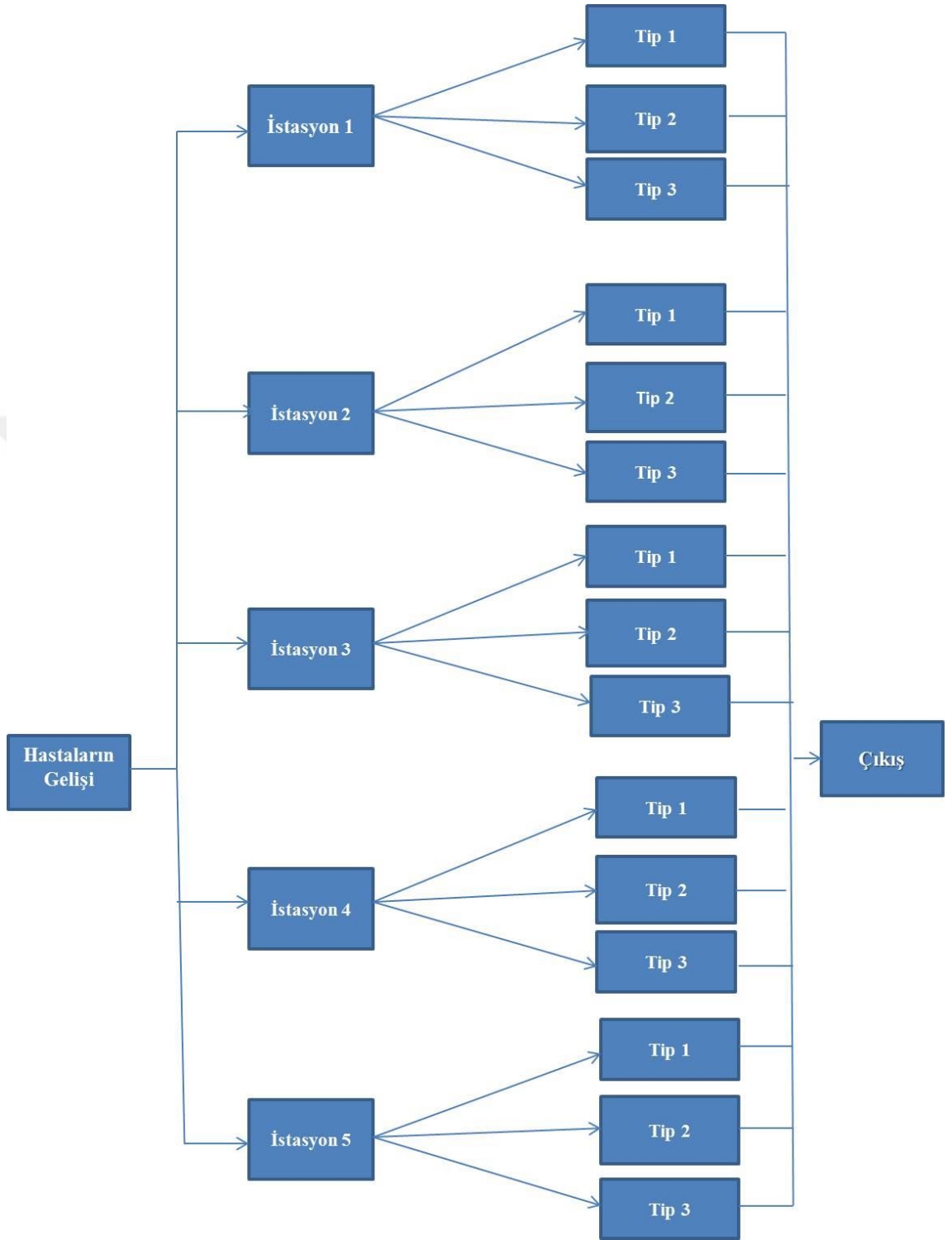
4.1.2. Bu çalışmada hasta tahsisine önerilen yenilikçi yöntem (ikinci senaryo)

Bu tez çalışmasında, ikinci senaryo aynı birinci senaryo gibi üç cihaz içerdği beş farklı istasyonun bulunduğu varsayılmıştır. Her istasyonda, cihazlar belirli hasta tiplerinden resim çekmek üzere atanır. Hastaneye üç tip hasta gelmektedir: birinci tip hastalar, ikinci tip hastalar ve üçüncü tip hastalar.

Bu senaryoda, hastaların tiplerine ve cihazların tiplerine göre hastalar cihazlara atanıyor. Ayrıca, hasta tipleri rassal olarak belirleniyor. Örneğin, birinci tip hastaları birinci tipten resim çeken cihazlara yönlendiriliyor, ikinci tip hastalar ikinci tip cihazlarına atanıyorlar ve üçüncü tip hastalar üçüncü yip cihazlarına yönlendiriliyor. Ek olarak, eğer bir istasyonda, bir cihazın kapasitesi bitip ve diğerlerinde kapasite var ise hastalar hazırlama zamanının düşünerek boş kapasiteli cihazlara yönlendirilecek. Ve eğer cihazların hepsinin kapasitesi tükenirse hastalar diğer güne yönlendirilecek. İkinci senaryonun şematik akış şeması Şekil 4.2’de gösterilmektedir. Hastaların hastanede akışları Şekil 4.3’de gösterilmektedir.



Şekil 4.2. İkinci senaryonun şematik akış şeması



Şekil 4.3. Hastaların hastanede akışları

4.1.3. MATLAB ile hastaların cihazlara simülasyonu

Bu tez çalışmasında hastaların cihazlara tahsisi Matlab yazılımıyla yapılmış. Aşağıda her iki senaryonun kodlamasının küçük bir kısmı gösterilmektedir.

4.1.3.a. MATLAB ile ilk senaryonun simülasyonu

```

end
%% Defining order of patients and machine default condition
for j=1:5
    if ( i>1 )
        for k=1:ov(i-1,j)
            % disp('adding yesterday patient order to today first !');
            arg(i,j,k)=arg(i-1,j,r(i-1,j)+k);
        end
    end
    if (i>1)
        for k=(ov(i-1,j)+1):s(i,j,1)
            arg(i,j,k)=randi([1 3]);
            if ( arg(i,j,k)==1 )
                s(i,j,2)=s(i,j,2)+1;
            else if ( arg(i,j,k)==2 )
                s(i,j,3)=s(i,j,3)+1;
            else if ( arg(i,j,k)==3 )
                s(i,j,4)=s(i,j,4)+1;
            end
        end
    end
end
else
    for k=1:s(i,j,1)
        arg(i,j,k)=randi([1 3]);
        if ( arg(i,j,k)==1 )
            s(i,j,2)=s(i,j,2)+1;
        else if ( arg(i,j,k)==2 )
            s(i,j,3)=s(i,j,3)+1;
        else if ( arg(i,j,k)==3 )
            s(i,j,4)=s(i,j,4)+1;
        end
    end
end

```

Şekil 4.4. Matlab'daki ilk senaryonun bir parçası

4.1.3.b. MATLAB ile ikinci senaryonun simülasyonu

```

32 - end
33
34 - %% Adding previous day patients to today
35 - for j=1:5
36 -     if ( i>1 )
37 -         s(i,j,1)=s(i,j,1)+ov(i-1,j,1)+ov(i-1,j,2)+ov(i-1,j,3);
38 -     end
39 - end
40
41 - %% Defining order of patients and machine default condition
42 - for j=1:5
43 -     if ( i>1 )
44 -         for k=1:ov(i-1,j,1)
45 -             arg(i,j,k)=1;
46 -         end
47 -         for k=(ov(i-1,j,1)+1):(ov(i-1,j,1)+ov(i-1,j,2))
48 -             arg(i,j,k)=2;
49 -         end
50 -         for k=(ov(i-1,j,1)+ov(i-1,j,2)+1):(ov(i-1,j,2)+ov(i-1,j,1)+ov(i-1,j,3))
51 -             arg(i,j,k)=3;
52 -         end
53 -     end
54 -     if (i>1)
55 -         for k=(ov(i-1,j,2)+ov(i-1,j,1)+ov(i-1,j,3)+1):s(i,j,1)
56 -             arg(i,j,k)=randi([1 3]);
57 -             if ( arg(i,j,k)==1 )
58 -                 s(i,j,2)=s(i,j,2)+1;
59 -             else if ( arg(i,j,k)==2 )
60 -                 s(i,j,3)=s(i,j,3)+1;
61 -             else if ( arg(i,j,k)==3 )
62 -                 s(i,j,4)=s(i,j,4)+1;
63 -             end
64 -         end
65 -     end
66 - end
67 - end
68 - s(i,j,2)=s(i,j,2)+ov(i-1,j,1);
69 - s(i,j,3)=s(i,j,3)+ov(i-1,j,2);
70 - s(i,j,4)=s(i,j,4)+ov(i-1,j,3);

```

Şekil 4.5. Matlab'daki ikinci senaryonun bir parçası

4.2. İlk Senaryoda Hastaların Hastaneye Gelişi ve Istasyonlara Dağılımı

Benzetim sonuçlarına göre, birinci tip hastaların ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlara gelişleri Çizelge 4.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Birinci tip hastaların farklı istasyonlara gelişleri

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	15	19	29	9	132
2	89	1	18	65	32
3	36	95	4	28	32
4	39	24	12	30	84
5	14	54	107	6	19
6	27	2	56	94	4
7	4	37	122	1	21
8	3	8	19	114	59
9	13	110	25	35	21
10	53	16	67	4	68
11	1	26	44	75	62
12	1	41	43	61	14
13	32	4	46	61	21
14	83	11	36	38	77
15	3	0	58	67	62
...	...	...	...	...	...
1486	94	90	8	8	9
1487	14	8	38	59	31
1488	17	1	109	36	19
1489	114	47	17	12	16
1490	11	1	103	76	39
1491	58	81	23	13	46
1492	13	47	75	14	68
1493	2	5	23	5	146
1494	1	172	3	7	21
1495	17	32	85	20	3
1496	31	44	13	21	77
1497	29	59	21	10	20
1498	30	8	12	79	42
1499	16	11	29	53	114
1500	8	22	64	68	12

Benzetim sonuçlarına göre, ikinci tip hastaların ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlara gelişleri Çizelge 4.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.2. İkinci tip hastaların farklı istasyonlara gelişleri

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	17	26	27	10	133
2	95	1	16	76	35
3	39	94	5	25	50
4	41	35	7	41	70
5	17	60	91	9	20
6	23	1	37	97	2
7	6	62	114	0	30
8	1	6	21	118	76
9	16	93	31	44	25
10	43	19	50	3	75
11	1	31	47	83	52
12	1	55	29	54	23
13	25	6	41	74	17
14	57	15	30	29	74
15	4	0	63	73	42
...	...	...	...	...	...
1486	92	72	12	8	9
1487	16	5	40	57	27
1488	21	4	128	32	23
1489	116	46	11	9	10
1490	12	1	91	64	31
1491	72	54	25	6	43
1492	9	54	71	11	59
1493	5	9	15	5	149
1494	0	171	5	8	26
1495	17	29	85	21	1
1496	36	36	12	27	65
1497	30	79	19	10	16
1498	33	11	10	97	40
1499	14	5	28	50	110
1500	5	13	55	81	17

Benzetim sonuçlarına göre, Üçüncü tip hastaların ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlara gelişleri Çizelge 4.3'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.3. Üçüncü tip hastaların farklı istasyonlara gelişleri

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	20	17	29	11	128
2	89	3	14	51	35
3	40	103	3	20	40
4	37	41	7	38	86
5	30	61	91	6	17
6	21	2	49	93	4
7	4	39	129	0	31
8	4	9	33	95	74
9	22	93	39	40	11
10	50	19	59	3	71
11	2	24	53	96	47
12	4	56	36	60	23
13	45	10	28	76	14
14	55	9	17	32	73
15	2	0	59	81	54
...	...	...	...	...	...
1486	92	81	12	7	8
1487	16	5	45	64	41
1488	20	4	122	36	20
1489	102	52	15	12	16
1490	9	0	115	62	26
1491	69	59	25	12	49
1492	8	52	55	8	68
1493	6	11	16	5	135
1494	1	185	8	7	25
1495	11	26	93	22	5
1496	50	49	15	27	64
1497	39	67	25	9	19
1498	31	14	6	80	33
1499	21	6	23	48	122
1500	10	16	51	73	8

4.3. İlk Senaryoda, Farklı İstasyonlarda Cevaplanan Hastaların Sayısı

Benzetim sonuçlarına göre, ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlarda resim çektiren hastaların sayısı Çizelge 4.4'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.4. Çeşitli istasyonlarda görüntü çekmeyi başaran hastaların sayısı

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	52	62	85	30	91
2	93	5	48	93	92
3	91	92	26	93	92
4	93	93	90	93	91
5	90	93	90	92	94
6	94	93	92	93	92
7	94	91	92	90	92
8	63	93	91	93	93
9	92	91	93	92	90
10	58	93	92	91	91
11	6	91	93	93	92
12	91	93	92	92	91
13	91	92	93	90	90
14	93	93	92	92	928
15	93	91	92	94	90
...	...	...	...	...	...
1486	92	94	94	91	92
1487	93	92	92	93	93
1488	90	93	90	92	90
1489	93	91	91	91	94
1490	92	93	92	91	93
1491	90	91	94	93	91
1492	92	91	92	91	91
1493	94	93	93	91	91
1494	91	90	93	92	92
1495	92	91	92	92	92
1496	89	90	92	93	91
1497	92	90	90	92	90
1498	92	92	91	93	92
1499	93	92	91	92	90
1500	94	92	94	90	91

4.4. İlk Senaryoda, Çeşitli İstasyonlardan Bir Sonraki Güne Akan Hastaların Sayısı

Benzetim sonuçlarına göre, ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlarda bir sonraki güne akan hastaların sayısı Çizelge 4.5'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.5. Çeşitli istasyonlardan bir sonraki güne akan hastaların sayısı

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	0	0	0	0	302
2	180	0	0	99	312
3	203	199	0	80	341
4	229	207	0	96	489
5	197	289	199	24	454
6	178	201	251	216	370
7	98	246	524	124	360
8	12	178	505	361	477
9	0	381	509	387	441
10	54	344	592	305	565
11	0	332	644	468	635
12	0	393	659	550	603
13	11	320	682	669	564
14	115	263	672	678	698
15	31	170	760	807	764
...	...	...	...	...	...
1486	31875	34008	33872	33250	30120
1487	31828	33934	33903	33337	30126
1488	31796	33850	34172	33349	30098
1489	32035	33904	34124	33291	30046
1490	31975	33813	34341	33402	30049
1491	32084	33916	34320	33340	30096
1492	32022	33978	34429	33282	30200
1493	31941	33910	34390	33206	30539
1494	31852	34348	34313	33136	30519
1495	31805	34344	34484	33107	30436
1496	31833	34383	34432	33089	30551
1497	31839	34498	34407	33026	30516
1498	31841	34439	34344	33189	30539
1499	31799	34369	34333	33248	30795
1500	31728	34328	34409	33380	30741

4.5. İlk Senaryoda, Farklı İstasyonlarda Çeşitli Cihazların Kapasitesi

Benzetim sonuçlarına göre, ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlarda kafa resmini çektiren cihazların kapasitesi Çizelge 4.6'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.6. Farklı günlerde ve farklı istasyonlarda, birinci tip hastalardan görüntü alacak cihazların kullanılmamış kapasitesi (Dakika baz alınarak)

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	315	235	50	480	5
2	5	675	340	0	10
3	0	0	620	-5	5
4	15	0	520	0	10
5	0	0	10	5	0
6	5	0	-5	10	0
7	0	0	5	0	0
8	-5	15	10	5	0
9	225	0	15	0	-5
10	5	15	-5	5	0
11	285	0	10	15	-5
12	675	15	-5	5	0
13	5	5	15	10	0
14	0	0	0	15	10
15	0	10	15	0	5
...	...	...	...	...	...
1486	5	10	-5	15	5
1487	-5	5	5	5	15
1488	0	-5	5	0	-5
1489	-5	15	10	0	0
1490	0	-5	5	0	10
1491	-5	-5	-5	5	0
1492	10	10	0	10	-5
1493	5	5	5	-5	-5
1494	5	15	5	10	10
1495	0	5	0	0	-5
1496	15	15	15	-5	0
1497	-5	15	15	15	15
1498	10	10	0	10	15
1499	10	0	5	15	10
1500	10	-5	-5	10	15

Benzetim sonuçlarına göre, ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlarda göğüs ve karın resmini alan cihazların kapasitesi Çizelge 4.7'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.7. Farklı günlerde ve farklı istasyonlarda, ikinci tip hastalardan görüntü alacak cihazların kullanılmamış kapasitesi

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	330	230	45	480	15
2	-5	675	335	15	10
3	10	10	625	5	10
4	10	-5	525	-5	15
5	5	15	15	0	5
6	15	10	15	-5	15
7	-5	5	15	0	15
8	-5	5	10	5	5
9	220	10	10	0	10
10	-5	10	0	15	5
11	265	10	10	0	5
12	675	5	10	0	5
13	5	5	-5	15	-5
14	10	15	0	10	10
15	10	0	5	5	15
...	...	...	...	...	...
1486	10	-5	5	-5	15
1487	15	-5	10	10	10
1488	0	-5	10	5	15
1489	15	10	5	10	10
1490	10	0	15	5	0
1491	10	-5	0	5	10
1492	15	10	10	5	0
1493	5	0	15	0	5
1494	-5	0	-5	0	10
1495	-5	5	15	0	5
1496	0	5	5	15	-5
1497	15	0	15	-5	0
1498	10	-5	15	-5	0
1499	15	10	15	10	10
1500	5	10	5	0	15

Benzetim sonuçlarına göre, ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlarda bacak resmini alan cihazların kapasitesi Çizelge 4.8'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.8. Farklı günlerde ve farklı istasyonlarda, üçüncü tip hastalardan görüntü alacak cihazların kullanılmamış kapasitesi

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	315	255	60	490	0
2	-5	695	350	10	10
3	10	5	635	15	0
4	0	0	515	10	-5
5	0	0	5	-5	15
6	15	0	10	10	-5
7	0	-5	0	5	0
8	15	0	0	10	0
9	235	0	0	15	10
10	-5	10	5	-5	15
11	270	0	5	10	15
12	675	0	10	0	-5
13	15	-5	5	5	10
14	10	0	15	15	15
15	-5	10	-5	5	5
...	...	...	...	...	...
1486	0	5	0	-5	-5
1487	10	-5	-5	0	0
1488	10	10	15	0	0
1489	0	0	5	15	10
1490	15	5	15	0	0
1491	15	10	5	15	15
1492	-5	0	5	0	10
1493	0	-5	0	15	5
1494	5	15	10	15	0
1495	5	0	5	15	15
1496	10	5	5	-5	5
1497	0	0	10	-5	10
1498	-5	10	5	10	15
1499	5	10	10	5	10
1500	5	0	10	-5	5

4.6. İlk Senaryoda, Hasta Tiplerin Farklı İstasyonlara Akışı

Benzetim sonuçlarına göre, ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlara ilk gelen hastaların tipi Çizelge 4.9'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.9. Farklı günlerde, her istasyona ilk gelen hastaların tipi

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	2	2	1	1	2
2	3	3	3	3	1
3	3	1	3	3	1
4	3	1	2	3	2
5	1	3	1	3	2
6	2	3	2	2	1
7	3	2	1	3	1
8	3	3	3	3	3
9	3	2	3	3	2
10	1	2	3	1	2
11	3	1	2	3	1
12	1	3	1	2	2
13	1	3	1	2	1
14	1	3	1	1	3
15	2	3	3	2	1
...	...	...	...	...	...
1486	1	1	1	1	1
1487	3	2	3	2	2
1488	1	2	3	2	2
1489	2	1	2	2	1
1490	3	1	3	1	3
1491	1	2	2	2	2
1492	2	3	2	2	3
1493	1	3	1	1	1
1494	3	1	1	3	1
1495	1	3	2	3	2
1496	1	2	2	1	2
1497	1	3	2	1	3
1498	1	1	2	1	3
1499	1	3	2	1	2
1500	1	3	2	2	3

(1: kafadan resim çekirmek isteyen hastalar, 2: göğüs ve karından resim çekirmek isteyen hastalar, 3: bacadan resim çekirmek isteyen hastalar)

4.7. İkinci Senaryoda Hastaların Hastaneye Gelişi ve İstasyonlara Dağılımı

Benzetim sonuçlarına göre, birinci tip hastaların ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlara gelişleri Çizelge 4.10'da gösterilmektedir. İstasyonlara ulaşan toplam hasta sayısı daha önce cevaplanmamış hastaları içermektedir.

Çizelge 4.10. Birinci tip hastaların farklı istasyonlara gelişleri

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	4	46	63	6	48
2	29	40	58	60	38
3	51	49	73	52	47
4	18	48	61	143	35
5	9	12	71	109	114
6	34	5	69	161	80
7	71	30	58	147	61
8	45	36	28	217	34
9	11	30	84	257	35
10	34	69	75	243	44
11	57	40	56	271	46
12	136	14	40	257	12
13	108	18	39	359	14
14	96	3	48	427	17
15	167	23	38	448	13
...	...	...	...	...	...
1486	3699	3518	2812	3049	2140
1487	3755	3510	2813	3056	2118
1488	3764	3476	2859	3105	2084
1489	3760	3445	2827	3072	2167
1490	3745	3470	2816	3085	2183
1491	3713	3562	2799	3063	2174
1492	3704	3528	2781	3073	2226
1493	3721	3584	2749	3100	2200
1494	3755	3581	2744	3092	2193
1495	3744	3584	2753	3077	2198
1496	3784	3560	2735	3101	2177
1497	3791	3529	2711	3149	2169
1498	3792	3514	2712	3131	2211
1499	3758	3600	2686	3105	2252
1500	3806	3599	2671	3104	2226

Benzetim sonuçlarına göre, ikinci tip hastaların ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlara gelişleri Çizelge 4.11'de gösterilmektedir. İstasyonlara ulaşan toplam hasta sayısı daha önce cevaplanmamış hastaları içermektedir.

Çizelge 4.11. İkinci tip hastaların farklı istasyonlara gelişleri

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	12	64	66	8	37
2	34	64	78	47	27
3	53	67	83	42	39
4	19	70	80	86	120
5	11	35	80	86	120
6	47	11	91	130	87
7	71	24	70	112	90
8	52	50	44	181	61
9	19	50	89	199	62
10	23	81	81	186	69
11	47	52	63	207	69
12	157	32	47	187	41
13	132	31	42	289	34
14	125	5	45	335	25
15	167	36	36	350	9
...	...	...	...	...	...
1486					
1487	4116	3368	2764	2879	2348
1488	4130	3336	2795	2918	2317
1489	4130	3314	2766	2882	2372
1490	4120	3349	2747	2892	2378
1491	4086	3442	2728	2869	2360
1492	4069	3410	2700	2881	2401
1493	4088	3468	2669	2898	2373
1494	4125	3483	2652	2891	2365
1495	4114	3486	2667	2868	2379
1496	4161	3456	2655	2880	2359
1497	4161	3427	2627	2937	2355
1498	4176	3418	2616	2912	2402
1499	4141	3505	2586	2885	2442
1500	4206	3521	2570	2895	2416

Benzetim sonuçlarına göre, üçüncü tip hastaların ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlara gelişleri Çizelge 4.12'de gösterilmektedir. İstasyonlara ulaşan toplam hasta sayısı daha önce cevaplanmamış hastaları içermektedir.

Çizelge 4.12. Üçüncü tip hastaların farklı istasyonlara gelişleri

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	12	58	64	7	42
2	34	61	59	66	30
3	54	75	70	56	47
4	19	84	61	138	34
5	7	49	64	105	125
6	30	17	80	150	90
7	56	22	73	128	83
8	47	47	48	193	52
9	12	46	76	218	50
10	33	86	55	210	63
11	57	58	36	231	56
12	148	37	20	221	25
13	120	17	29	310	18
14	115	4	30	383	26
15	183	23	27	401	6
...	...	...	...	...	...
1486	3623	3640	2752	2626	2296
1487	3675	3634	2750	2638	2270
1488	3693	3602	2798	2676	2234
1489	3684	3576	2767	2642	2318
1490	3659	3616	2756	2658	2339
1491	3630	3718	2736	2633	2316
1492	3615	3686	2712	2641	2362
1493	3620	3730	2678	2660	2332
1494	3664	3740	2664	2663	2326
1495	3659	3735	2667	2645	2342
1496	3710	3714	2648	2663	2318
1497	3716	3682	2624	2705	2309
1498	3737	3673	2620	2690	2347
1499	3701	3746	2591	2672	2381
1500	3766	3758	2571	2685	2356

4.8. İkinci Senaryoda, Farklı İstasyonlarda Cevaplanan Hastaların Sayısı

Benzetim sonuçlarına göre, ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlarda, kafa cihazında resim çektiren hastaların sayısı Çizelge 4.13'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.13. Birinci tip cihazlarında. farklı istasyonlarda görüntü çekmeyi başaran hastaların sayısı

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	4	36	36	6	36
2	29	36	36	36	36
3	36	36	36	36	36
4	18	36	36	36	36
5	9	12	36	36	36
6	35	5	36	36	36
7	36	30	36	36	36
8	36	36	28	36	34
9	11	30	36	36	35
10	34	36	36	36	36
11	36	36	36	36	36
12	36	14	36	36	12
13	36	18	36	36	14
14	36	3	36	36	17
15	36	23	36	36	13
...	...	...	...	...	...
1486	36	36	36	36	36
1487	36	36	36	36	36
1488	36	36	36	36	36
1489	36	36	36	36	36
1490	36	36	36	36	36
1491	36	36	36	36	36
1492	36	36	36	36	36
1493	36	36	36	36	36
1494	36	36	36	36	36
1495	36	36	36	36	36
1496	36	36	36	36	36
1497	36	36	36	36	36
1498	36	36	36	36	36
1499	36	36	36	36	36
1500	36	36	36	36	36

Benzetim sonuçlarına göre, ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlarda, karın ve göğüs cihazında resim çektiren hastaların sayısı Çizelge 4.14'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.14. İkinci tip cihazlarında, farklı istasyonlarda görüntü çekmeyi başaran hastaların sayısı

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	12	36	36	8	36
2	34	36	36	36	27
3	36	36	36	36	36
4	19	36	36	36	23
5	11	35	36	36	36
6	36	11	36	36	36
7	36	24	36	36	36
8	36	36	36	36	36
9	19	36	36	36	36
10	23	36	36	36	36
11	36	36	36	36	36
12	36	32	36	36	36
13	36	31	36	36	34
14	36	5	36	36	25
15	36	36	36	36	9
...	...	...	...	...	...
1486	36	36	36	36	36
1487	36	36	36	36	36
1488	36	36	36	36	36
1489	36	36	36	36	36
1490	36	36	36	36	36
1491	36	36	36	36	36
1492	36	36	36	36	36
1493	36	36	36	36	36
1494	36	36	36	36	36
1495	36	36	36	36	36
1496	36	36	36	36	36
1497	36	36	36	36	36
1498	36	36	36	36	36
1499	36	36	36	36	36
1500	36	36	36	36	36

Benzetim sonuçlarına göre, ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlarda, bacak cihazında resim çektiren hastaların sayısı Çizelge 4.15'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.15. Üçüncü tip cihazlarında, farklı istasyonlarda görüntü çekmeyi başaran hastaların sayısı

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	12	36	36	7	36
2	34	36	36	36	30
3	36	36	36	36	36
4	19	36	36	36	34
5	7	36	36	36	36
6	35	17	36	36	36
7	36	22	36	36	36
8	36	36	36	36	36
9	12	36	36	36	36
10	33	36	36	36	36
11	36	36	36	36	36
12	36	36	20	36	25
13	36	17	29	36	18
14	36	4	30	36	26
15	6	23	27	36	6
...	...	...	...	...	...
1486	36	36	36	36	36
1487	36	36	36	36	36
1488	36	36	36	36	36
1489	36	36	36	36	36
1490	36	36	36	36	36
1491	36	36	36	36	36
1492	36	36	36	36	36
1493	36	36	36	36	36
1494	36	36	36	36	36
1495	36	36	36	36	36
1496	36	36	36	36	36
1497	36	36	36	36	36
1498	36	36	36	36	36
1499	36	36	36	36	36
1500	36	36	36	36	36

4.9. İkinci Senaryoda, Farklı İstasyonlarda Çeşitli Cihazların Kapasitesi

Benzetim sonuçlarına göre, ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlarda kafa resmini çektiren cihazların kapasitesi Çizelge 4.16'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.16. Farklı günlerde ve farklı istasyonlarda, birinci tip cihazların kullanılmamış kapasitesi (Dakika baz alınarak)

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	640	0	0	600	0
2	140	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	360	0	0	0	20
5	540	480	0	0	0
6	15	620	0	0	0
7	0	120	0	0	0
8	0	0	160	0	40
9	500	120	0	0	20
10	40	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	440	0	0	480
13	0	360	0	0	440
14	0	660	0	0	380
15	0	260	0	0	460
...	...	...	...	...	...
1486	0	0	0	0	0
1487	0	0	0	0	0
1488	0	0	0	0	0
1489	0	0	0	0	0
1490	0	0	0	0	0
1491	0	0	0	0	0
1492	0	0	0	0	0
1493	0	0	0	0	0
1494	0	0	0	0	0
1495	0	0	0	0	0
1496	0	0	0	0	0
1497	0	0	0	0	0
1498	0	0	0	0	0
1499	0	0	0	0	0
1500	0	0	0	0	0

Benzetim sonuçlarına göre, ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlarda göğüs ve karın resmini alan cihazların kapasitesi Çizelge 4.17'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.17. Farklı günlerde ve farklı istasyonlarda, ikinci tip cihazların kullanılmamış cihazların kapasitesi

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	480	0	0	560	0
2	40	0	0	0	180
3	0	0	0	0	0
4	340	0	0	0	260
5	500	20	0	0	0
6	0	500	0	0	0
7	0	240	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	340	0	0	0	0
10	260	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	80	0	0	0
13	0	100	0	0	40
14	0	620	0	0	220
15	0	0	0	0	540
...	...	...	...	...	...
1486	0	0	0	0	0
1487	0	0	0	0	0
1488	0	0	0	0	0
1489	0	0	0	0	0
1490	0	0	0	0	0
1491	0	0	0	0	0
1492	0	0	0	0	0
1493	0	0	0	0	0
1494	0	0	0	0	0
1495	0	0	0	0	0
1496	0	0	0	0	0
1497	0	0	0	0	0
1498	0	0	0	0	0
1499	0	0	0	0	0
1500	0	0	0	0	0

Benzetim sonuçlarına göre, ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlarda bacak resmini alan cihazların kapasitesi Çizelge 4.18'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.18. Farklı günlerde ve farklı istasyonlarda, üçüncü tip cihazların kullanılmamış kapasitesi

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	480	0	0	580	0
2	40	0	0	0	120
3	0	0	0	0	0
4	340	0	0	0	40
5	580	0	0	0	0
6	15	380	0	0	0
7	0	280	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	480	0	0	0	0
10	60	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	0	320	0	220
13	0	380	140	0	360
14	0	640	120	0	200
15	0	260	180	0	600
...	...	...	...	...	...
1486	0	0	0	0	0
1487	0	0	0	0	0
1488	0	0	0	0	0
1489	0	0	0	0	0
1490	0	0	0	0	0
1491	0	0	0	0	0
1492	0	0	0	0	0
1493	0	0	0	0	0
1494	0	0	0	0	0
1495	0	0	0	0	0
1496	0	0	0	0	0
1497	0	0	0	0	0
1498	0	0	0	0	0
1499	0	0	0	0	0
1500	0	0	0	0	0

4.10. İkinci Senaryoda, Çeşitli İstasyonlardan Bir Sonraki Güne Akan Hastaların Sayısı

Benzetim sonuçlarına göre, ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlarda birinci tip cihazdan bir sonraki güne akan hastaların sayısı Çizelge 4.19'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.19. Çeşitli istasyonlarda, birinci tip cihazlardan bir sonraki güne akan hastaların sayısı

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	0	10	27	0	12
2	0	4	22	24	2
3	15	13	37	16	11
4	0	12	25	107	0
5	0	0	35	73	78
6	0	0	33	125	44
7	35	0	22	111	25
8	0	0	0	181	0
9	0	0	48	221	0
10	0	33	39	207	8
11	21	4	20	235	10
12	100	0	4	221	0
13	72	0	3	323	0
14	60	0	12	391	0
15	131	0	2	412	0
...	...	...	...	...	...
1486	3663	3482	2776	3013	2104
1487	3719	3474	2777	3020	2082
1488	3728	3440	2823	3069	2048
1489	3724	3409	2791	3036	2131
1490	3709	3434	2780	3049	2147
1491	3677	3526	2763	3027	2138
1492	3668	3492	2745	3037	2190
1493	3685	3548	2708	3064	2164
1494	3719	3545	2708	3056	2157
1495	3708	3548	2717	3041	2162
1496	3748	3524	2699	3065	2141
1497	3755	3493	2675	3113	2133
1498	3756	3478	2676	3095	2175
1499	3722	3564	2650	3069	2216
1500	3770	3563	2635	3068	2190

Benzetim sonuçlarına göre, ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlarda ikinci tip cihazdan bir sonraki güne akan hastaların sayısı Çizelge 4.20'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.20. Çeşitli istasyonlarda, ikinci tip cihazlardan bir sonraki güne akan hastaların sayısı

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	0	28	30	0	1
2	0	28	42	11	0
3	17	31	47	6	3
4	0	34	40	86	0
5	0	0	44	50	84
6	5	0	55	94	51
7	35	0	34	76	54
8	16	14	8	145	25
9	0	14	53	163	26
10	0	45	45	150	33
11	11	16	27	171	33
12	121	0	11	151	5
13	96	0	6	253	0
14	89	0	9	299	0
15	131	0	0	314	0
...	...	...	...	...	...
1486	4034	3321	2732	2826	2343
1487	4080	3332	2728	2843	2312
1488	4094	3300	2759	2882	2281
1489	4094	3278	2730	2846	2336
1490	4084	3313	2711	2856	2342
1491	4050	3406	2692	2833	2324
1492	4033	3374	2664	2845	2365
1493	4052	3432	2633	2862	2337
1494	4089	3447	2616	2855	2329
1495	4078	3450	2631	2832	2343
1496	4125	3420	2619	2844	2323
1497	4125	3391	2591	2901	2319
1498	4140	3382	2580	2876	2366
1499	4105	3469	2550	2849	2406
1500	4170	3485	2534	2859	2380

Benzetim sonuçlarına göre, ilk onbeş gün ve son onbeş gün içinde farklı istasyonlarda üçüncü tip cihazdan bir sonraki güne akan hastaların sayısı Çizelge 4.21'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.21. Çeşitli istasyonlarda, üçüncü tip cihazlardan bir sonraki güne akan hastaların sayısı

Gün	İstasyon 1	İstasyon 2	İstasyon 3	İstasyon 4	İstasyon 5
1	0	22	28	0	6
2	0	25	23	30	0
3	18	39	34	20	11
4	0	48	25	102	0
5	0	13	28	69	89
6	0	0	44	114	54
7	20	0	37	92	47
8	11	11	12	157	16
9	0	10	40	182	14
10	0	50	19	174	27
11	21	22	0	195	20
12	112	1	0	185	0
13	84	0	0	274	0
14	79	0	0	347	0
15	147	0	0	365	0
...	...	...	...	...	...
1486	3587	3604	2716	2590	2260
1487	3639	3598	2714	2602	2234
1488	3657	3566	2762	2640	2198
1489	3648	3540	2731	2606	2282
1490	3623	3580	2720	2622	2303
1491	3594	3682	2700	2597	2280
1492	3579	3650	2676	2605	2326
1493	3584	3694	2642	2624	2296
1494	3628	3704	2628	2627	2290
1495	3623	3699	2631	2609	2306
1496	3674	3678	2612	2627	2282
1497	3680	3646	2588	2669	2273
1498	3701	3637	2584	2654	2311
1499	3665	3710	2555	2636	2345
1500	3730	3722	2535	2649	2320

4.11. Birinci Senaryo İle İkinci Senaryo Arasındaki Karşılaştırma

Simlasyon sonuçlarına göre, birinci senaryonun verimliliği %80.6 ve ikinci senaryonun verimliliği %94.5 belirlenmektedir. Diğer bir deyişle, birinci senaryoda hastaneye gelen

hastaların %80.6 görüntü çektire biliyorlar. Ve ikinci senaryoda, hastaneye gelen hastaların %94.5 görüntü çektirmeyi başarıyorlar.

Çizelge 4.20. Birinci senaryonun ve ikinci senaryonun verimliliği

	Senaryo 1	Senaryo 2
Günde ortalama varış hasta sayısı	568	569
Günde ortalama cevaplanan hasta sayısı	458	538
Verimlilik	80.63 %	94.55 %

Çizelge 4.21. Birinci ve ikinci senaryoda cihazların kullanımı

	Senaryo 1	Senaryo 2
Cihazların ideal koşulda cevap verebilecek maksimum hasta sayısı	540	540
Günde ortalama cevaplanan hasta sayısı	458	538
Cihazların kullanımı	84.81 %	99.63 %

Simlasyon sonuçlarına göre, birinci senaryoda cihazların %84.8 kapasiteleri doğru bir yönde kullanılıyor. Ancak, ikinci senaryoda cihazların %99.6 kapasiteleri doğru yönde kullanılmaktadı.

Çizelge 4.22. Birinci senaryonun verimliliği ve Cihazların kullanımı farklı günlerde

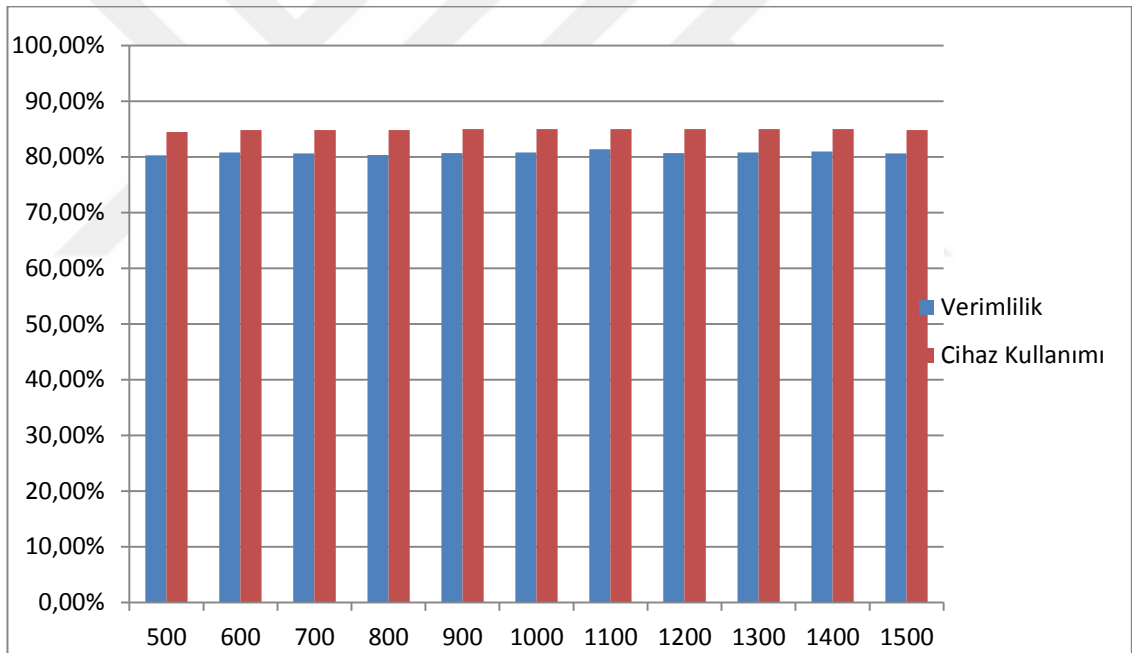
1.senaryo	500 gün	800 gün	1200 gün	1500 gün
Verimlilik	80.28 %	80.35 %	80.67 %	80.63 %
Cihazların kullanımı	84.44 %	84.81 %	85 %	84.81 %

Simülasyon sonuçlarına göre, birinci senaryoda verimlilik ve cihaz kullanım miktarları günler artarak önemli fark göstermemektedir ve bu Şekil 4.4’de gösterilmektedir..

Çizelge 4.23. İkinci senaryonun verimliliği ve Cihazların kullanımı farklı günlerde

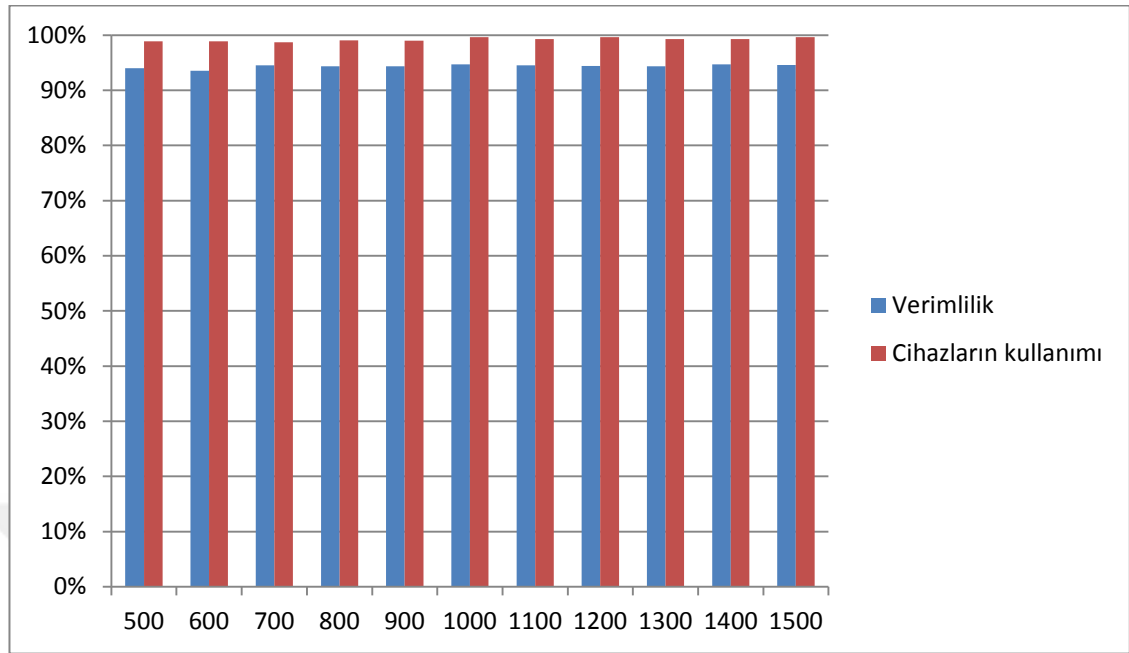
2.senaryo	500 gün	800 gün	1200 gün	1500 gün
Verimlilik	94 %	94.35 %	94.38 %	94.55 %
Cihazların kullanımı	98.88 %	99.07 %	99.63 %	99.63 %

Simlasyon sonuçlarına göre, ikinci senaryoda simülasyon günleri arttıkça verimlilik ve cihazların kullanımı artıyor. Diğer bir deyişle, artan simülasyon günleriyle birlikte modelin etkinliği yüzde 100'e yakın olacaktır.



Şekil 4.6. Farklı günlerde, birinci senaryoda verimlilik ve cihazların kullanımının grafiği

*Simülasyon günleri artarak Verimlilik ve cihaz kullanımında belirli bir fark yoktur



Şekil 4.7. Farklı günlerde, ikinci senaryoda verimlilik ve cihazların kullanımının grafiği

*Simülasyon günleri artarak verimlilik oranı artıyor ve cihaz kullanım oranı %100 yaklaşıyor.

4.12. İstatistiksel Analizler

Bu bölümde elde edilen sonuçların anlamlı olup veya olmadığını incelenecektir. Yeni senaryo ile eski senaryo arasındaki cevaplanan hasta sayısı kıyaslama yapılacaktır. 200 gün simülasyonda, cevaplanan hasta sayıları her iki senaryo için **Ek. 1**'de gösterilmektedir. Amma, istatistiksel analizler tam 1500 gün simülasyon için yapılmıştır.

4.12.1. Varyans analiz sonuçları

4.12.1.a. Tek yönlü varyans analiz uygulanması

Bu çalışmada, tek yönlü ANOVA analizi uygulanmıştır. Açık ki grupların sayısının iki olması nedeniyle t-testi ve tek yönlü ANOVA analizi sonuçları aynıdır. Ayrıca, deneylerin sayısı fazla olduğu için SPSS programı kullanılmıştır; ve $\alpha = 0.05$ tutulmaktadır.

i. Testin Hipotezi:

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 \\ H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$$

H_0 : Senaryolarda ortalamalar arasında fark yoktur.

H_1 : Senaryolarda ortalamalar arasında fark vardır.

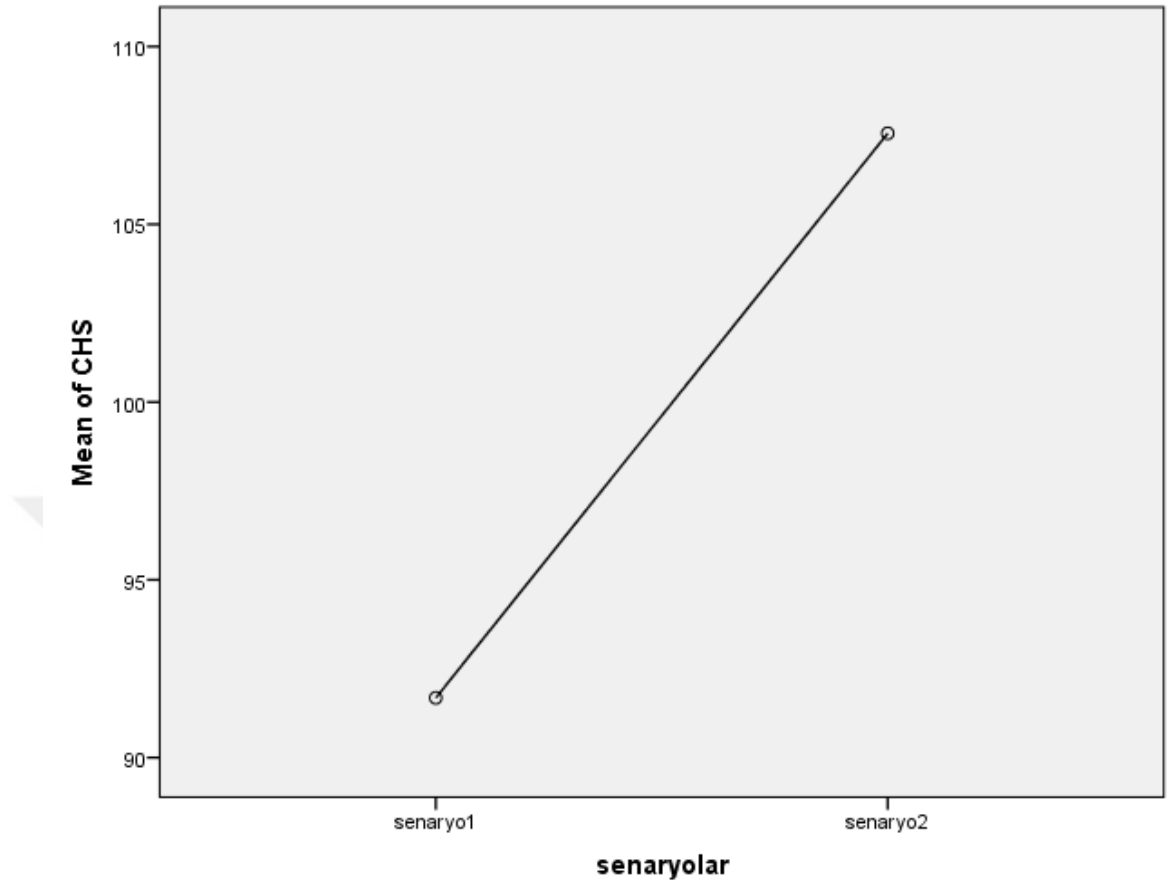
ii. SPSS (tek yonlu ANOVA) Sonuçları

Çizelge 4.24. İstatistiksel Çizelge

Tanımlayıcılar								
CHS								
	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata	Ortalama için %95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
senaryo1	1500	91.68	1.636	.042	Alt sınır	Üst Sınır	59	93
senaryo2	1500	107.56	2.565	.066	107.43	107.69	77	108
Toplam	3000	99.62	8.226	.150	99.33	99.91	59	108

Çizelge 4.25. Varyans analizi ANOVA tablosu

ANOVA					
CHS					
	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arasında	189083.163	1	189083.163	40864.790	.000
Gruplar İçinde	13871.877	2998	4.627		
Total	202955.040	2999			



Şekil 4.8. Ortalama toblosu

SPSS'ten elde edilen ortalama toblosuna göre snarylar arasında anlamsal bir fark vardır.

iii. Karar

Sigma= 0 < 0.05, bu yüzden H_0 reddedilir.

iv. Yorum

%95 güven aralığı seviyesinde senaryolar arasında önemli bir fark vardır.

4.12.2. Wilcoxon (signed-rank) analizin sonuçları

Bu çalışmada verilerin normal dağıtıldığı varsayılmadığı için Wilcoxon (signed-rank) analizi kullanılmaktadır. İki senaryonun ortalamalarının farklı olup veya olmadığı bu yöntemi kullanarak belirlenebilir.

i. Testin Hipotezi:

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 \\ H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$$

H_0 : Senaryolarda ortalamalar arasında fark yoktur.

H_1 : Senaryolarda ortalamalar arasında fark vardır.

ii. SPSS (Wilcoxon signed-rank analiz) Sonuçları

Tanımlayıcı istatistikler					
	N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
senaryo1	1500	91.68	1.636	59	93
senaryo2	1500	107.56	2.565	77	108

Ranks				
		N	Ortalama Sıralaması	Sıralama toplamı
senaryo2 - senaryo1	Negatif Sıralar	8 ^a	11.31	90.50
	Positif sıralar	1491 ^b	753.96	1124159.50
	Bağlar	1 ^c		
	Toplam	1500		

a. senaryo2 < senaryo1

b. senaryo2 > senaryo1

c. senaryo2 = senaryo1

Test Statistikleri

	senaryo2 - senaryo1
Z	-34.659 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Based on negative ranks.	

iii. Karar

$\text{Sigma} = 0 < 0.05$, bu yüzden H_0 reddedilir.

iv. Yorum

%95 güven aralığı seviyesinde senaryolar arasında önemli bir fark vardır.

5. SONUÇLAR

Bu yapılan simülasyon çalışmasında bazı sonuçlar tespit edilmiştir:

Şu günlerde, hastanelerde kullanılan hasta tahsis yöntemi kabul edilmez bir verimliliğe sahiptir.

Hastanelerin genellikle kullandığı modelde, cihazların kapasiteleri doğru bir şekilde kullanılmamaktadır.

Bu çalışmanın hasta tahsisi için önerdiği algoritma yüksek bir verimliliğe sahiptir.

Bu yeni yaratıcı yöntemde, kapasite kullanım oranları %100'e yakındır.

Ayrıca, bu çalışmada elde edilen sonuçların doğruluğunu kontrol etmek için istatistiksel analizler kullanılmıştır. Her gün cevaplanan hastaların ortalamaları her iki senaryo için 1500 günde elde edilmiş ve istatistiksel analizleri yapılmış. İlk olarak tek yönlü varyans analizi kullanılmış ve elde edilen sonuçlara göre cevaplanan hasta sayısı ikinci senaryoda birinci senaryoya göre önemli bir farka sahiptir. Diğer bir deyişle, bu çalışmanın önerdiği senaryo eski senaryoya göre daha iyi hastaları cevaplamaktadır.

Dahası, bu çalışmada Wilcoxon (signed-rank) testi cevaplanan hasta sayılarında fark olup veya olmadığını kontrol etmek için kullanılmış. Ve elde edilen sonuçlar ikinci senaryonun birinci senaryodan daha iyi olmasını göstermektedir.

Dolayısıyla, gecikme zamanını düşürerek hastaların memnuniyeti artacaktır, aynı zamanda çalışma yoğunluğu azaldığı için sağlık personelinin memnuniyeti artacak ve çalışma saatleri düzenli bir şekilde olacaktır. Ek olarak, hastaların sırada bekleme zamanları düşecek ve hasta memnuniyeti artacak. Bu çalışmanın en büyük amaçlarından birisi hastane cihazlarının verimliliğini artırmak ve hizmet maliyetlerini düşürmektir.

Dolayısıyla hastane kazancını artırmak ve hasta masraflarını düşürmek bu çalışmanın önerdiği modelde mümkündür.



ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Urmia’da doğdu. İlköğretim ve lise eğitimini Urmia’da tamamladı. 2009 yılında girdiği Tabriz Üniversitesi endüstri mühendisliği bölümü’nden 2013’de mezun oldu.

