

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MEME MERKEZİNDE HASTA AKIŞ DİYAGRAMININ OLUŞTURULMASI  
VE İYİLEŞTİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Duygu ARSOY İLİKAN**

**İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı**

**İşletme Mühendisliği Programı**

**MAYIS 2014**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MEME MERKEZİNDE HASTA AKIŞ DİYAGRAMININ OLUŞTURULMASI  
VE İYİLEŞTİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Duygu ARSOY İLİKAN  
(507101008)**

**İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı**

**İşletme Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hatice CAMGÖZ AKDAĞ**

**MAYIS 2014**



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 507101008 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Duygu ARSOY İLİKAN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**MEME MERKEZİNDE HASTA AKIŞ DİYAGRAMININ OLUŞTURULMASI VE İYİLEŞTİRİLMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :**      **Yrd. Doç. Dr. Hatice CAMGÖZ AKDAĞ**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :**            **Prof. Dr. Bahadır Güllüoğlu**  
Marmara Üniversitesi

**Doç. Dr. Ferhan Çebi**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Teslim Tarihi :**            **5 Mayıs 2014**  
**Savunma Tarihi :**        **29 Mayıs 2014**



*Aileme,*



## ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tez çalışması İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı İşletme Mühendisliği bölümünde Yrd. Doç. Dr. Hatice Camgöz Akdağ danışmanlığında gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmamın her aşamasında beni destekleyen ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Hatice Camgöz Akdağ'a destek ve yönlendirmeleri için en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitim hayatım boyunca sağlamış oldukları başarı bursu için TÜBİTAK – Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı'na maddi destekleri için sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca fikir ve görüşlerinden faydalandığım, tezimin her aşamasında bana yardımcı olan Araş. Gör. Çağatay Bahadır'a yardımlarından dolayı çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübesinden yararlandığım sevgili hocam Prof. Dr. Abut Kebudi'ye teşekkür eder, şükranlarımı sunarım.

Bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan ve eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi açıdan desteklerini asla esirgemeyen kıymetli annem Nurcan Arsoy, canım babam Turgay Arsoy, sevgili kardeşim Gamze Arsoy'a ve benim ikinci ailem olan değerli annem Selma İlikan, babam Faruk İlikan ve ablam Ceren İlikan Rasimoğlu'na tüm kalbimle teşekkür ediyorum. Tezimin daha kısa sürede bitmesini sağlayan, çalışmamın her aşamasında yanımda olan ve desteğini bir an olsun esirgemeyen sevgili eşim Ayhan Nazmi İlikan'a çok teşekkür ediyorum.

Mayıs 2014

Duygu ARSOY İLİKAN



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	ix
KISALTMALAR .....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY .....	xix
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemin Tanımı.....	1
1.2 Çalışmanın Amacı .....	1
1.3 Çalışmanın Kapsamı ve Varsayımlar .....	2
1.3.1 Kapsam.....	2
1.3.2 Varsayım .....	2
1.4 Çalışmanın Aşamaları .....	2
1.5 Orjinal Katkı.....	2
<b>2. LİTERATÜR ÖZETİ .....</b>	<b>5</b>
2.1 Kuyruk Sistemleri .....	5
2.1.1 Kuyruk modellerinin sınıflandırılması.....	8
2.2 Kısıtlar Teorisi.....	9
2.3 Kuyruk Sistemlerinin Sağlık Sektörüne Uygulanması.....	9
2.4 Kanser Hakkında Bilgi .....	13
2.5 Simülasyon ile Modelleme.....	18
2.5.1 Sağlık sektöründe simülasyon ile modelleme.....	21
2.5.2 Kanser merkezleriyle ilgili simülasyon çalışmaları .....	21
2.5.3 Arena programı .....	23
<b>3. YÖNTEM.....</b>	<b>25</b>
3.1 Araştırmanın Amacı .....	25
3.2 Materyal ve Metod .....	27
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>31</b>
4.1 Veri Analizi ve Simülasyon .....	31
4.2 Sistemin İyileştirilmesi.....	41
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>45</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>47</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>51</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>69</b>



## **KISALTMALAR**

<b>ANOVA</b>	: Analysis of Variance (Varyans Analizi)
<b>FCFS</b>	: First Come First Serve (İlk Gelen İlk Hizmet Alır)
<b>LCFS</b>	: Last Come First Serve (Son Gelen İlk Hizmet Alır)
<b>SIRO</b>	: Serve in Random Order (Rastgele Sırada Hizmet)
<b>RR</b>	: Round Robin
<b>WHO</b>	: World Health Organisation (Dünya Sağlık Örgütü)
<b>IARC</b>	: International Agency for Research on Cancer (Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı)
<b>TB</b>	: Tuberculosis (Verem)
<b>MRU</b>	: Maximum Resource Utilization (Maksimum Kaynak Kullanımı)
<b>ZWT</b>	: Zero Waiting Time (Sıfır Bekleme Süresi)
<b>CBA</b>	: Coordinated Booked Admission (Eşgüdümlü Rezervasyon Kabul)
<b>UBA</b>	: Uncoordinated Booked Admission (Koordinasyonsuz Rezervasyon Kabul)
<b>BCCA</b>	: British Columbia Cancer Agency (Britanya Kolumbiyası Kanser Ajansı)
<b>ACU</b>	: Ambulatory Care Unit (Ayakta Bakım Ünitesi)
<b>USG</b>	: Ultrason



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 4.1 : 18.03.2014 tarihindeki hasta gelişleri.....	32
Çizelge 4.2 : Hastanedeki süreçlerin dağılım tipleri.....	34
Çizelge 4.3 : Hastanedeki kaynak sayıları.....	35
Çizelge 4.4 : Mevcut durum performans ölçütleri.....	40
Çizelge 4.5 : Senaryo 1 için performans ölçütleri.....	41
Çizelge 4.6 : Senaryo 1 ile mevcut durumun performans kriteri 1 açısından.....	42
karşılaştırılması.....	42
Çizelge 4.7 : Senaryo 2 için performans ölçütleri.....	42
Çizelge 4.8 : Senaryo 3 için performans ölçütleri.....	43
Çizelge 4.9 : Senaryo 4 için performans ölçütleri.....	44
Çizelge A.1 : 1. hafta hasta gelişleri.....	52
Çizelge A.2 : 2. hafta hasta gelişleri.....	52
Çizelge A.3 : 3. hafta hasta gelişleri.....	52
Çizelge A.4 : 4. hafta hasta gelişleri.....	53
Çizelge A.5 : 5. hafta hasta gelişleri.....	53
Çizelge C.1 : Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 1 açısından.....	57
karşılaştırılması.....	57
Çizelge C.2 : Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 2 açısından.....	57
karşılaştırılması.....	57
Çizelge C.3 : Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 3 açısından.....	57
karşılaştırılması.....	57
Çizelge C.4 : Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 4 açısından.....	58
karşılaştırılması.....	58
Çizelge C.5 : Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 5 açısından.....	58
karşılaştırılması.....	58
Çizelge C.6 : Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 6 açısından.....	58
karşılaştırılması.....	58
Çizelge C.7 : Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 7 açısından.....	58
karşılaştırılması.....	58
Çizelge C.8 : Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 8 açısından.....	59
karşılaştırılması.....	59
Çizelge C.9 : Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 9 açısından.....	59
karşılaştırılması.....	59
Çizelge C.10 : Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 1 açısından.....	59
karşılaştırılması.....	59
Çizelge C.11 : Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 2 açısından.....	60
karşılaştırılması.....	60
Çizelge C.12 : Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 3 açısından.....	60
karşılaştırılması.....	60
Çizelge C.13 : Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 4 açısından.....	60
karşılaştırılması.....	60

<b>Çizelge C.14</b> : Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 5 açısından.....	60
karşılaştırılması. ....	60
<b>Çizelge C.15</b> : Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 6 açısından.....	61
karşılaştırılması. ....	61
<b>Çizelge C.16</b> : Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 7 açısından.....	61
karşılaştırılması. ....	61
<b>Çizelge C.17</b> : Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 8 açısından.....	61
karşılaştırılması. ....	61
<b>Çizelge C.18</b> : Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 9 açısından.....	62
karşılaştırılması. ....	62
<b>Çizelge C.19</b> : Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 1 açısından.....	62
karşılaştırılması. ....	62
<b>Çizelge C.20</b> : Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 2 açısından.....	62
karşılaştırılması. ....	62
<b>Çizelge C.21</b> : Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 3 açısından.....	63
karşılaştırılması. ....	63
<b>Çizelge C.22</b> : Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 4 açısından.....	63
karşılaştırılması. ....	63
<b>Çizelge C.23</b> : Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 5 açısından.....	63
karşılaştırılması. ....	63
<b>Çizelge C.24</b> : Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 6 açısından.....	63
karşılaştırılması. ....	63
<b>Çizelge C.25</b> : Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 7 açısından.....	64
karşılaştırılması. ....	64
<b>Çizelge C.26</b> : Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 8 açısından.....	64
karşılaştırılması. ....	64
<b>Çizelge C.27</b> : Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 9 açısından.....	64
karşılaştırılması. ....	64
<b>Çizelge C.28</b> : Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 1 açısından.....	65
karşılaştırılması. ....	65
<b>Çizelge C.29</b> : Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 2 açısından.....	65
karşılaştırılması. ....	65
<b>Çizelge C.30</b> : Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 3 açısından.....	65
karşılaştırılması. ....	65
<b>Çizelge C.31</b> : Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 4 açısından.....	65
karşılaştırılması. ....	65
<b>Çizelge C.32</b> : Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 5 açısından.....	66
karşılaştırılması. ....	66
<b>Çizelge C.33</b> : Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 6 açısından.....	66
karşılaştırılması. ....	66
<b>Çizelge C.34</b> : Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 7 açısından.....	66
karşılaştırılması. ....	66
<b>Çizelge C.35</b> : Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 8 açısından.....	67
karşılaştırılması. ....	67
<b>Çizelge C.36</b> : Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 9 açısından.....	67
karşılaştırılması. ....	67

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1 : En basit haliyle kuyruk sistemi [7].	6
Şekil 2.2 : Kuyruk ve servis sistemi [8].	6
Şekil 2.3 : Tek kanallı ve tek aşamalı servis hizmeti [11].	7
Şekil 2.4 : Tek kanallı ve çok aşamalı servis hizmeti [11].	7
Şekil 2.5 : Çok kanallı ve tek aşamalı servis hizmeti [11].	8
Şekil 2.6 : Çok kanallı ve çok aşamalı servis hizmeti [11].	8
Şekil 2.7 : WHO'nun kanserle mücadeleye kapsamlı yaklaşımı [38].	14
Şekil 2.8 : Gelişmekte olan ülkelerde kanser [39].	15
Şekil 2.9 : Tahmini küresel kanser vakaları [41].	16
Şekil 2.10 : Kıtalardaki kanser görülme oranları [41].	16
Şekil 2.11 : Türkiye'deki kanser türleri [41].	17
Şekil 2.12 : Dünyadaki en yüksek kanserli hasta sayısına sahip 20 ülke [41].	17
Şekil 2.13 : Simülasyonun çalışma şeması [42].	19
Şekil 2.14 : En basit haliyle Arena modeli [55].	24
Şekil 3.1 : Oncomap ile hastanenin belirlenmesi [56].	26
Şekil 3.2 : Oncomap ile hastanelerin haritada işaretlenmesi [56].	26
Şekil 3.3 : Meme kanseri şüphesiyle gelen hasta süreci için işleyiş şeması.	27
Şekil 3.4 : Genel cerrahiye gelen saatlik hasta sayısı.	28
Şekil 4.1 : Mesai saatlerinin belirlenmesi.	31
Şekil 4.2 : Uygunluk testleri.	32
Şekil 4.3 : Sistemi çalıştırma bilgileri.	33
Şekil 4.4 : Hastanın sistemde ilerleyişi.	33
Şekil 4.5 : Create modülü ile hasta gelişlerinin oluşturulması.	35
Şekil 4.6 : Process modülü ile hasta kayıt işlemi.	36
Şekil 4.7 : Decide modülü ile meme ultrasonu çektiren hasta yüzdesi.	36
Şekil 4.8 : Hold modülü ile hastaları öğle arasında bekletme.	37
Şekil 4.9 : Separate modülü ile orjinal akışın kopyalanması.	37
Şekil 4.10 : Batch modülü ile eşleşme yapılması.	38
Şekil 4.11 : Record modülü ile kayıt tutulması.	38
Şekil 4.12 : Dispose modülü ile hastanın sistemden ayrılması.	38
Şekil B.1 : Cerrahiye hasta gelişi.	54
Şekil B.2 : Cerrahi diğer işlemler.	54
Şekil B.3 : Cerrah ve patoloji arası süreç.	54
Şekil B.4 : Radyoloji süreci 1.	55
Şekil B.5 : Radyoloji süreci 2.	55
Şekil B.6 : Radyoloji süreci 3.	55
Şekil B.7 : Radyoloji süreci 4.	56
Şekil B.8 : Radyoloji diğer işlemler.	56
Şekil B.9 : Patoloji işlemleri.	56
Şekil B.10 : Patoloji sonrası süreç.	56



## **MEME MERKEZİNDE HASTA AKIŞ DİYAGRAMININ OLUŞTURULMASI VE İYİLEŞTİRİLMESİ**

### **ÖZET**

Sağlık kişilerin hayattaki en önemli değerlerinden biridir. Önemli olması da korunması ve iyileştirilmesini gerektirir. Ancak günümüzde gerek sağlık hizmetlerine olan talebin fazla olmasından dolayı gerekse kaynakların yetersiz olmasından ötürü, istenilen kalitede ve hızda sağlık hizmetleri sunulamamakta ve sağlık merkezlerinde uzun kuyruklar oluşmaktadır. Sağlık sektörünün en önemli temsilcisi olan hastanelerde ise hastalar tedavi olmak için beklemektedir. Hastanedeki kuyruk direkt olarak insan hayatıyla ilgili olduğu için diğer alanlardaki kuyruklardan daha önce dikkate alınması ve düzeltilmesi gerekmektedir. Her hastalığın tedavi süreci birbiriyle aynı olmayıp farklılık göstermekte, bazılarının süreci çok uzun ve karmaşık olarak sürmektedir. Kanseri hastalığı hem hastalığın seyrinin hızlı olması hem de tedavinin karmaşık olması hem de çağımızın hastalığı olması nedeniyle diğer hastalıklardan daha hızlı bir şekilde dikkate alınması gerekmektedir. Gerek Türkiye’de gerekse Dünya’da kanser görülme oranı her geçen sene artmaktadır. Meme kanseri ise ülkemizde en sık görülen kanser türüdür. Bu nedenle bu çalışmada bir vakıf üniversitesindeki meme merkezi bölümü incelenmiştir. Bölüme meme kanseri şüphesiyle ve tedavi sürecinde gelen hastaların geliş saatleri, hastane içinde izledikleri yol ve her bir bölümde ne kadar süre harcadıkları izlenmiş 30 gün boyunca kayıt edilmiştir. Bazı veriler için ise doktorların bilgisine başvurulmuştur. Kayıt edilen veriler ile meme merkezinin modeli oluşturulmuş ve kesikli olay simülasyonu kullanılarak model ARENA simülasyon programında çalıştırılmış ve darboğazlar belirlenmiştir. Performans kriteri olarak hasta kuyrukları seçilmiştir. Amaç hastaların kuyruktaki bekleme sürelerinin anlamlı bir şekilde azaltılmasıdır ve bunun için birçok senaryo üretilmiştir. Bu senaryolar; kaynak sayılarının değiştirilmesi, mesai saatlerinin değiştirilmesi ve hasta kabul saatlerinin değiştirilmesidir. Her bir senaryonun sonunda elde edilen değerlerin birbirinden farklı olması, bu farklılığın anlamlı olduğunun göstergesi olmayacağı için, her bir senaryo ve mevcut durumu karşılaştırmak için ANOVA istatistiksel metodu kullanılmıştır. ANOVA ile % 95 güven aralığında mevcut durum ve senaryolar arasındaki değişikliğin anlamlı olup olmadığı sınımlanmıştır. Birçok performans kriteri bu analize göre anlamlı farklılık içermekte iken bir kısmı ise mevcut durumdan farksızdır. Sistemin darboğaz radyoloji kısmında oluşmakta ve bu nedenle de radyoloji bölümünde yapılan iyileştirmeler anlamlı çıkmıştır.



# **MODELING AND IMPROVMENT OF PATIENT FLOW CHART IN A BREAST CANCER CENTER**

## **SUMMARY**

Healthcare is one of the trend topics in the world. There is an increase in standardization. As health is one of the most valuable issue in human life, it must be maintained with rehabilitation. Nowadays, the increased demand versus insufficient sources caused in healthcare services due to poor quality with long queues during the diagnosis and treatment processes. Hospitals are the most important parts of healthcare service systems, as it is also the place where patients can wait for a long time just to be treated. Since queues in hospitals are directly affecting the quality of human life, it should have priority compared to other types of queues. Special efforts should be made to shorten patient queues. Unfortunately there is no single type of disease, neither one type of treatment. On the other hand each type of diseases may need different types of treatments. In addition some treatments can take more time than the other and the complexity of each treatment may vary.

Queuing theory is expressed as the mathematical study of waiting lines or queues. The beginning of the queuing theory is based on 100 years ago. In a classical queuing system; customers arrive for the service system, they wait in the line, if not urgent, and finally they get the service and leave the system. In order to better explain and distinguish between systems, Kendall has symbolize the systems in 1953 which includes 6 symbols; the arrival pattern, the service pattern, the number of servers, the queuing discipline, the system capacity, the population size respectively. In order to eliminate the problems in the phone line Erlangen uses formulas and methods in 1900s; which are not only used for the telecommunication field, but also in many fields such as supermarkets, computer area, traffic control, production systems, airport traffic, and many more areas in the health service using has become a part of life.

Simulation is the set of implemented strategies in order to establishment of a real system model, examining the behavior of the system and improvement of the system. Towards the end of the 1960s, simulation was only used by large companies that require large capital investments as a tool which was very special and expensive. Simulation was started to use by other companies in 1990s. Good animations, ease of use, fast computers and fitting easily with other packets made simulation a standard tool in many companies. There are many advantages to using simulation. Creating a mathematical model of the system provides a better understanding of the system and it allows to monitoring periods longer. It allows running and understanding the system at a lower cost. There is no need to stop the working system in order to monitor the system or changing solutions for alternative tests. Moreover, system bottlenecks can be determined. By animations it makes operations visual. In a complex system, it provides visibility of internal interactions. There are different simulation types such as deterministic-stochastic, discrete-continuous, dynamic-

static. Arena, Extend, Micro Saint and AutoMod are some examples of simulation languages.

Arena is a flexible and powerful simulation tool consisting of template modules, uses SIMAN simulation language that visually enhanced. This program is used in the analysis of the effects under varying conditions of important and complex new designs in the supply chain, manufacturing, processes, logistics, distribution and storage.

Cancer is a type of an illness which is seen in the form of uncontrolled growth and division of cells or to change the location of the cells. Rather than a single disease, cancer is a disease that affects cells and tissues. Therefore, it is a quite complex illness and early diagnosis is important. Because of treatment process of that disease is complex, many specialties are required to work together. It can be taken as one of the example of a type of disease that progresses fast needs, and complex treatment processes. Cancer became a global issue which has to be taken in the most priority. Optimization studies in the health sector have recently been made on especially triage (priority relative to each other), emergency services and appointment systems. However, more emphasis should be given for cancer clinical studies because of quite complex system and the criticality of patients. In Turkey, studies for the improvement of oncology centers are quite inadequate. In our country there has not been a study for the improvement of patient flow diagram in oncology centers yet. Therefore, in this study, breast oncology department from a private university hospital in Istanbul, is taken into consideration in order to determining patient flow diagram for the current situation and also the situations after making improvements that is introduced. There is a very rapid increase of cancer patients in the world and as well as in Turkey makes this disease to be considered more seriously. Among cancer types, breast cancer is the most encountered type in Turkey. Therefore, in this thesis, breast cancer center in a private university in Turkey is investigated and tried to be improved. The arrival times of patients who are suspicious about being breast cancer patients or the patients already taking treatments, the way they take the treatment, and the time that they spend inside the hospital are recorded during 30 days. In addition to the observation, interviews were also done with each responsible doctor from each unit. The flowchart of the breast cancer center is modeled by means of commercial software ARENA. Discrete event simulations in ARENA are performed by using recorded data to find bottleneck of the system. Patients' queues are chosen as performance criteria.

Various scenarios are derived to obtain a significant decrease of waiting time. These scenarios include change of number of sources, working hours and patient admission times. There are 9 performance criteria chosen such as; time spent from the first physical examination of breast surgeon to the dispose, additional waiting time for the MR and USG reports, time spent from the first visit to the hospital without having biopsy dispose, patient waiting time from visiting the hospital till leaving without surgery, time for waiting biopsy, physical examination of surgeon, physical examination of radiologist, consultation of surgeon and radiologist, and evaluation of the results by surgeon. There are 4 scenarios which are applied for improvement of the current situation. First scenario is changing the patient admission time to 16:00, which is 16:50 for the current situation. In that scenario only 3 performance criteria is improved which are; time spent from the first physical examination of breast surgeon to the dispose, time spent from first visit to the hospital without having biopsy dispose and physical examination of surgeon. The second scenario is adding

one more radiologist and one more radiology technician. In this scenario only the time for waiting biopsy is improved. Third scenario is about increasing the number of the breast surgeon to two. In that scenario time spent by patient from the first physical examination of breast surgeon to the dispose, time spent from first visit to the hospital without having biopsy dispose, physical examination of surgeon and consultation of surgeon and radiologist is improved. In the fourth scenario, USG machine number is increased to two, which the number of USG machine is one for the current situation. The time for waiting biopsy and physical examination of radiologist is the improved performance criteria. ANOVA statistical method is used to compare the results of each scenario with that of the current status since different results obtained from different scenarios do not necessarily guarantee that the change (improvement) is significant. The significances of the improvements obtained from different scenarios are investigated by applying 95% confidence interval in ANOVA. The results of this test show that most of the performance criteria give significant differences compared to the actual situation whereas some of them are insignificant. According to the results of scenarios and ANOVA test, with scenario 3, more improvement is seen in the patient flow time. Improvement caused by scenario 3 is lightening the workload both for surgeons and radiologists, as it is proved that the system bottleneck was exactly at the workload of the surgeon and radiologist. For this reason scenario 3 is chosen as the critical improvement scenario for the breast cancer center patient flow system.



## **1. GİRİŞ**

### **1.1 Problemin Tanımı**

Günümüzde gerek kişi sayısının fazla oluşu gerekse kaynakların kıt oluşu nedeniyle her alanda kuyruklarda beklemek kaçınılmazdır. Süpermarketlerden bankalara, kuaförden hastanelere kadar hayatın her alanında kuyruktan söz etmek mümkündür. Bu anlamda bekleme, yaşantının bir parçası haline gelmiştir. Ancak kişilerin sırada fazla beklemesi aldıkları hizmetten memnun olmamalarına ve kuruluşların müşterilerini kaybetmelerine neden olabilmektedir. Daha da önemli bir sonuç ise hayati anlamdadır. Hastanelerde oluşan kuyruklar göz önüne alındığında sırada bekleyen kişiler için kuyruk, kişilerin sağlık durumlarının ağırlaşmasına ve ölümcül sonuçlara neden olmaktadır. Bunun için kuruluşlar etkin olarak bir servis hizmeti sunmak zorundadırlar. Etkin servis hizmeti hem müşteriye kısa sürede hizmet vermeyi hem de bu hizmeti verebilmek için uygun sayıda personeli barındırmayı içermektedir. Bu sayı optimum olarak belirlendiği sürece hem hastalar sırada fazla beklememiş hem de çalışan personel için gereksiz yere fazla para harcanmamış olur [1].

### **1.2 Çalışmanın Amacı**

Hastaneler bekleme problemlerinin en belirgin olarak ortaya çıktığı kurumlardır. Çoğu hasta muayene olmak için sıra beklerken, birçoğu da hastanede yatarak tedavi görme veya ameliyat olmak için işlemlerini gerçekleştirme esnasında sırada beklemektedir [2]. Bir diğer problem de hastanelerde hastalar sırada beklerken (çoğu zaman izdihama yol açacak kadar yoğun bir şekilde), cihazlar da boşa durmaktadır. Bu sebeple hem kişiler bekleyerek boşa zaman harcamakta hem de kaynaklar (doktor, hemşire, cihaz vb.) etkin bir şekilde kullanılmamış olmaktadır.

Hasta akış diyagramları hastaların adım adım hangi aşamalardan geçmesi gerektiğini ve bu aşamaların ortalama sürelerini belirlemede ve buna bağlı olarak da geliştirilen yöntemlerle departmanlar arasındaki geçiş sürelerinin ne kadar kısaltılabileceğini,

sistemdeki darboğazları görmeye olanak sağlayan, hasta çalışan ve kaynaklar arasında bir senkronizasyon sağlayarak etkin kaynak kullanımı (böylece bekleme sürelerinin de kısaltılması) öngören şemalardır. Bu çalışmada bir hastane örneğinde hasta akış diyagramının çıkarılması ve mevcut bekleme süresinin uygulanan yöntemlerle azaltılması amaçlanmıştır. Böylece hem hastaların hem de hastane personelinin refah seviyesinin artırılması hem de kaynakların etkin kullanımının sağlanması, bekleyerek geçen zaman kaybının en aza indirilerek mali kayıpların minimuma düşürülmesi hedeflenmektedir.

### **1.3 Çalışmanın Kapsamı ve Varsayımlar**

#### **1.3.1 Kapsam**

Bu çalışmada İstanbul'da bulunan bir vakıf üniversitesi hastanesinin onkoloji bölümü ele alınmıştır. Ancak kanserin türüne göre tedavi şekli de farklılaştığı için spesifik bir kanser türü ele alınmıştır. Bu nedenle çalışma kapsamında meme kanseri incelenecektir.

#### **1.3.2 Varsayım**

Hasta gelişleri birbirinden bağımsızdır. Her bir hastanın herhangi bir cerrah tarafından tedavi edilme oranı eşittir. Buna ek olarak her cerrahın ortalama olarak eşit sayıda hastayı tedavi ettiği kabul edilmiştir. Hastaların randevularına zamanında geldiği, geç kalmadığı kabul edilmiştir.

### **1.4 Çalışmanın Aşamaları**

Çalışmada ilk olarak, hastaların merkez içindeki hareketlerini içeren hasta akış diyagramları ve hastaların her birinde geçirdikleri süreler ile kuyrukta bekledikleri süreler belirlenecektir. Daha sonra veriler ARENA programına girilerek sistemdeki darboğazlar belirlenecek ve darboğaz oluşan bölgelerde iyileştirmeler yapılacaktır.

### **1.5 Orjinal Katkı**

Sağlık sektöründeki optimizasyon çalışmaları; triyaj (hastaların birbirlerine göre öncelikli durumda olması), acil servis ve son zamanlarda randevulu sistemler konusunda yapılmıştır. Ancak sistemi oldukça karmaşık olan ve hastaların

sağlıklarının kritikliği nedeniyle ön planda tutulup iyileştirmelerin daha fazla önem taşıyacak bir şekilde yapılması gereken kanser klinikleriyle ilgili yapılan çalışmalar sınırlıdır. Türkiye’de onkoloji merkezlerinin iyileştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar oldukça yetersizdir. Onkoloji merkezlerinde hasta akış diyagramlarının oluşturulmasına yönelik bir çalışma ülkemizde daha önce yapılmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada bir vakıf niversitesi hastanesinin onkoloji bölümünün meme merkezi kısmı dikkate alınmış ve hasta akış diyagramları çizilerek önce mevcut durum belirlenmiş daha sonra ise iyileştirmeler yapılarak sistemin son durumu ortaya konulmuştur.



## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

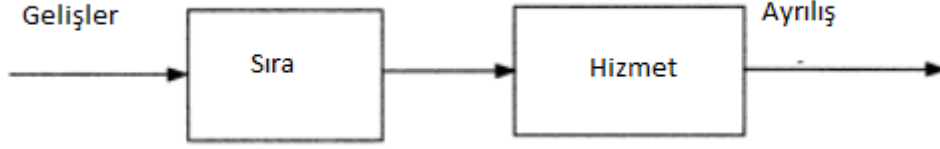
### 2.1 Kuyruk Sistemleri

Kuyruk teorisi, bekleme hatlarının veya sıraların matematiksel çalışması olarak ifade edilmektedir. Kuyruk teorisinin başlangıcı 100 yıl öncesine dayanmaktadır. 1907 senesinde Johannsen tarafından yazılan ‘Bekleme Süreleri ve Arama Sayıları’ adlı makale ilk yayınlanan makale olmasına karşın matematiksel anlamda tam olarak açık olmadığı için, kuyruk teorisinin 1909 senesinde A. K. Erlang tarafından konu alındığı kabul edilmektedir. ‘Olasılık Teorileri ve Telefon İletişimi’ adlı bu makalede Poisson dağılımından bahsetmektedir. Sonraki 20 yıl içinde yaptığı çalışmalarda istatistiksel eşitlikler ve Chapman-Kolmogorov eşitlikleri gibi çok önemli denklemleri oluşturmuştur [3]. 1917 senesinde yayınladığı çalışmada ‘Erlang Kayıp Formülü’ olarak bilinen kayıp ve bekleme olasılıklarından bahsetmiştir. 1920 ve 1930’larda yapılan çalışmalara Erlang’ın çalışmaları kaynak olmuştur. 1927’de Molina ve 1928’de Fry bu alanda çalışmalar yapmıştır. Ayrıca bu alanda Crommelin, Pollaczek, Khintchine, Kolomogorovv ve Palm gibi birçok bilim adamının çalışması mevcuttur [4].

1950’lere kadar sadece telekomünikasyon alanında kullanılan uygulamanın, bu tarihten itibaren kullanım alanı genişletilmiştir. Trafik akışı (hem insanları hem araçları içeren), çizelgeleme (hastanedeki hastalar, makinadaki işler, bilgisayardaki programlar) ve banka gibi işletmelerin tasarımı başta olmak üzere birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Pollaczek, Syski, Saaty, Bhat ve Taha bu dönemlerde çalışmalar yapmış bilim adamlarıdır. Pollaczek, çok kanallı kuyruk sistemlerinin servis süreleriyle ilgili modeller için çalışma yapmıştır. Kendall ise çok kanallı kuyruk hatları için gelişmeler yapmıştır [5].

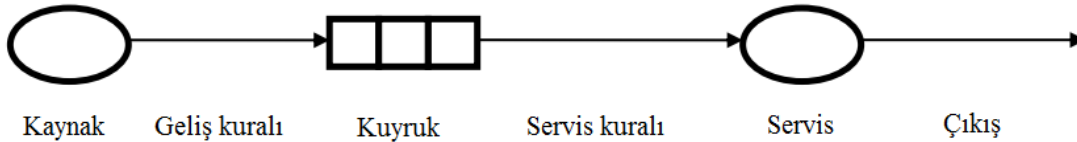
Kuyruk sistemi, müşterilerin hizmet almak için sisteme gelmesi, eğer acil değilse servis almak için sırada beklemesi ve sırada beklediyse servis almış bir şekilde ayrılması olarak ifade edilebilir. Müşteri ifadesi kişileri ifade edebileceği gibi aynı zamanda boyanmak için sırada bekleyen bilyeleri veya kalkış için bekleyen uçaklar

gibi nesnelere de ifade edebilmektedir [6]. En basit şekilde kuyruk sistemi Şekil 2.1’de gösterilmektedir. Buna göre bir hizmet almak için gelen hastalar sırada bekler ve hizmetini aldıktan sonra sistemi terk ederler.



Şekil 2.1 : En basit haliyle kuyruk sistemi [7].

Kuyruk sisteminin temel bileşenleri farklı kaynaklarda farklı olarak ele alınmıştır. Gross’a göre kuyruk sistemi; geliş kaynağı mekanizması, servis mekanizması, kuyruk disiplini, sistem kapasitesi, servis kanalları sayısı ve servis basamak sayısı olmak üzere 6 adet bileşen içermektedir [6]. Sundarapandian’a göre ise bileşenler; geliş mekanizması, servis mekanizması, sıra disiplini ve sistem kapasitesidir [7]. Bhat’a göre de kuyruk sistemi geliş prosesi, servis mekanizması, sistem kapasitesi ve sıra disiplinini içermektedir [3]. Kuyruk ve servis sistemi bir arada düşünüldüğünde; kaynak, kaynaktan belirli bir geliş kuralı, kuyruktaki varlıkların belirlenen servis kuralı doğrultusunda hizmet alması ve sistemden çıkış kuyruk ve servis sistemini oluşturmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 : Kuyruk ve servis sistemi [8].

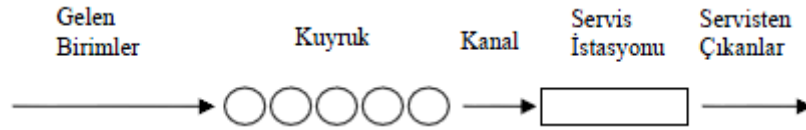
Geliş mekanizması, sisteme gelen müşterileri ifade eder. Sisteme gelişler sonlu olabileceği gibi sonsuz da olabilmektedir. Müşteri sayısı 30 veya 50’den küçükse sonlu, büyükse sonsuz olarak adlandırılır. Geliş kaynağı birden fazla olabilir. Örneğin, dahiliye doktorunu bekleyen hastalar ile göz doktorunu veya kulak burun boğaz doktorunu bekleyen hastalar farklı geliş kaynaklarını oluşturmaktadır. Sisteme gelişler toplu şekilde olabileceği gibi tek tek de olabilir. Ayrıca gelişler arası zaman bazı sistemlerde standart istatistiksel dağılıma uyarken bazı sistemler ise kendi ampirik dağılımını oluşturur [9].

Servis disiplini, gelen müşterilerin hangi sıralamayla hizmet alacaklarını ifade eder. Birçok servis disiplininden bahsetmek mümkündür. FCFS’de ilk gelen ilk hizmet

alır, LCFS’de son gelen ilk hizmet alır, SIRO’da rastgele seçilen bir müşteri hizmet alır, Öncelikli Serviste ise önceliği olan müşteri hizmet almak için sırada bekleyenlerin önüne geçer, RR’de belirlenen bir sürede işlem tamamlanmazsa sıra sıradaki müşteriye geçer [10].

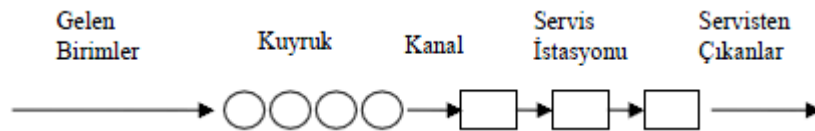
Kuyruk disiplini, gelen müşterilerin hizmet almak için kuyrukta bekleyip beklememelerini veya bir süre bekledikten sonra hizmet almadan kuyruktan çıkmalarını ifade etmektedir. Sistem kapasitesi dolduğu anda sisteme yeni müşteri girişi kabul edilmez. Gelen müşteriler sistemin sağlayacağı kapasitenin üzerinde ise sistemde kuyruk oluşur. Eğer kuyruk varsa bu kuyrukta bekleme kararı tamamen müşteriye aittir [7].

Kanal düzenine göre kuyruklar farklılık göstermektedir. Bir servis kanalından bahsediliyorsa tek veya çok kanallı olabileceği gibi tek veya çok aşamalı servis sisteminden de bahsedilebilir. Şekil 2.3’te görülen tek kanallı ve tek aşamalı servis sisteminde gelişler tek bir sıra üzerinden olmaktadır ve servis tek aşamalı olduğu için müşteriler hizmet aldıktan sonra sistemi terk ederler.



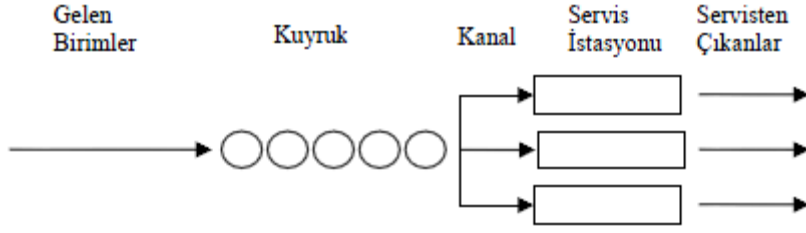
**Şekil 2.3 :** Tek kanallı ve tek aşamalı servis hizmeti [11].

Şekil 2.4’te tek bir kuyruk üzerinden ilerleyen bir sıra ve çok aşamalı bir servisten bahsedilmektedir. Servis çok aşamalı olduğundan dolayı ilk istasyonda işi biten müşteri ikinci istasyona ve orda da işi bitince aynı servisi tamamlamak için aynı sıra üzerinden diğer istasyonlara gitmektedir.



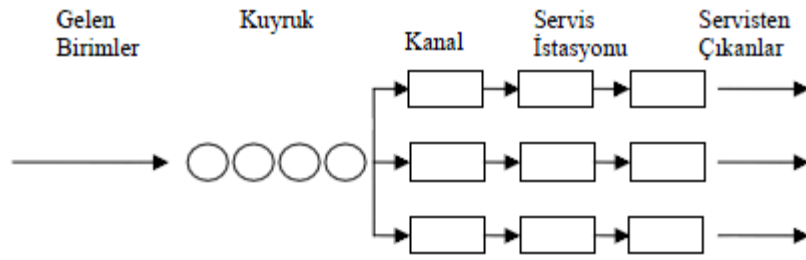
**Şekil 2.4 :** Tek kanallı ve çok aşamalı servis hizmeti [11].

Şekil 2.5’te servis tek aşamada tamamlanmasına rağmen özdeş olan her bir servis istasyonunun önünde, istasyon sayısı kadar kuyruk oluşmaktadır.



Şekil 2.5 : Çok kanallı ve tek aşamalı servis hizmeti [11].

Şekil 2.6'ta ise hem çoklu aşamadan oluşan servis hizmeti hem de çoklu kanal görülmektedir. Buna göre müşteriler her bir hizmet birimi önünde kuyruk oluşturur ve bir serviste işi biten müşteri diğer serviste hizmet almak için yeni sıraya geçer.



Şekil 2.6 : Çok kanallı ve çok aşamalı servis hizmeti [11].

Sistemden hizmet almadan ayrılış ise 3 şekilde gerçekleşmektedir. Müşteri kuyruğa hiç girmeden hizmet almaktan vazgeçebilir, kuyrukta bir süre bekledikten sonra vazgeçip sıradan çıkabilir veya hizmet veren birim belli bir sayıda geliş alacağını bildirerek sıranın bir bölüme hizmet veremeyeceğini açıklar [9].

### 2.1.1 Kuyruk modellerinin sınıflandırılması

Sistemleri daha iyi açıklayabilmek ve birbirinden ayırt etmek amacıyla 1953 yılında Kendall hizmet veren sistemleri simgelemiştir. Sonraki yıllarda Lee ve Taha'nın da katkılarıyla simgeleme daha da geliştirilmiştir. Bu simgeler şöyledir:

$A/B/s/q/c/p$

A: gelişlerin dağılımı

B: servis dağılımı

s: sunucu sayısı

q: servis disiplini

c: sistem kapasitesi

p: gelişlerin hacmi

Bu gösterimde her bir harf belirli bazı sayı veya ifadelerle gösterilir. A ve B yerine Poisson gelişleri simgeleyen M, deterministik veya sabit bir değerde gelişleri

simgeleyen D, varyansı ve ortalaması bilinen genel dağılımdaki gelişleri simgeleyen G kullanılır. Sunucu sayısını gösteren c yerine bir sayı gelebilir. Servis disiplini simgeleyen q yerine ise LCFS, SIRO gibi sistemde uygulanan disiplin yazılır, ancak FCFS uygulanıyorsa q yerine bir şey yazılmasına gerek yoktur. c ve p ise sonlu değerler alabileceği gibi sonsuz değerini de alabilir. c ve p sonsuz değerini alıyorsa notasyonda gösterilmesine gerek yoktur [12].

## **2.2 Kısıtlar Teorisi**

Kısıtlar teorisinden ilk olarak Elli Goldratt ve Jeff Cox, 'The Goal' isimli kitapta bahsetmişlerdir. Bu teoriye göre her üretimde en az bir kısıttan bahsetmek mümkündür ve böylece tanımlanan bu kısıtla birlikte sınırsız üretimden uzaklaşılır. Kısıt, sistem performansını azaltıcı yönde etki eden her elemandır. Amaç, bu kısıtı en iyi şekilde kullanarak ulaşılabilen en yüksek verime ulaşmaktır. Bir sistem ele alınacak olursa öncelikle sistemi alt parçalarına ayırmak ve onlara bakmak gerekir. Sistemde üretilecek olan ürünün bu alt parçaların birlikte çalışmasıyla birlikte ortaya çıkacağı düşünülürse, en yavaş çalışan alt parça sistemin hızını belirleyecektir. Diğer parçalar ne kadar hızlı çalışırsa çalışsın, yavaş çalışan parça hızlanmadığı sürece sonuç değişmeyecektir. Yavaş çalışan bu parça darboğaz oluşturup sistemin hızını belirleyici yönde rol oynayacaktır [13].

## **2.3 Kuyruk Sistemlerinin Sağlık Sektörüne Uygulanması**

1900'lü yıllarda Erlang'ın telefon hatlarındaki sorunları ortadan kaldırmak için kullandığı formül ve yöntemler bugün sadece telekomünikasyon alanında değil birçok alanda kullanılmaktadır. Bugün telekomünikasyonun yanında; matematiksel modelleme veya simülasyonlar kullanılarak banka, süper market gibi işletmelerde, bilgisayar alanında, trafik kontrolünde, üretim sistemlerinde, havaalanı trafiğinde, sağlık servislerinde ve daha birçok alanda kullanılarak hayatın bir parçası haline gelmiştir.

Kuyruk modelleri bir sağlık sistemi (bekleme süresi, kullanım oranı, kuyruk uzunluğu vb.) içindeki faaliyetler hakkında bilgi elde edinmek ve hasta bakımı ve tedavi sürecinde hataların nedenlerini belirtmek için kullanılır. Ayrıca olumsuz

eğilimleri ve alınan kararların sonuçlarını tahmin etmek ve bir sistemin genel performansına iyileştirmeler yapmak için kullanılır.

Sağlık sektörü, diğer alanlardan farklı olarak insan hayatıyla doğrudan ilgili olduğu için ve kendi içindeki karmaşıklığından dolayı farklı bir önem arz etmektedir. 1993 ile 2012 yılları arasında hem sıralama teorisi hem de sağlık sektörü üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında bu konudaki çalışmaların gittikçe arttığı görülmektedir. Yapılan çalışmaların %25'i acil departmanıya ilgilidir. Sıralama teorisi kullanılarak tüm hastanenin genel analizinin yapıldığı çalışma oranı %23'tür. Çalışmaların %14'ü ayakta tedavi edilebilen hastaların bekleme süresi ve hasta memnuniyeti açısından değerlendirilmesine yöneliktir. %9'u ameliyat, %7'si kalp, %7'si hasta taşımacılığı, %7'si yataklı hastalar için yatak tahsisi, %2'si kaza acil bakımı, %2'si endoskopi ve geri kalan %2'si ise toplama merkeziyle ilgilidir [14]. Bunun dışında yapılan çalışmalar incelendiğinde kuyruk teorisinin bekleme süresi, kaynak kullanımı, sistem tasarımı, randevu sistemi, sistem analizi, hasta çizelgeleme, kaynak çizelgeleme ve ambulans hizmetleri hakkında yapıldığı görülmüştür.

1970'li yıllarda yatak tahsisi için hem matematiksel hem de istatistiksel yöntemlerin kullanıldığı ve hem sağlık sektörü hem de kuyruk sistemleriyle ilgili ilk çalışmalar Hancock, Navarro ve McClain tarafından yapılmıştır [15]. 2001 yılında müşteri memnuniyetini arttırmak için kuyruk sistemleri bir eczaneye uygulanmıştır. Müşteri bekleme sürelerinin tahmini ve kısaltılması ayrıca personelin ayarlanmasına yönelik yapılan çalışmalarla müşteri memnuniyeti artırılmıştır [16]. 2007 yılında hazırlanan bir teknik raporda ise sağlık alanında kuyruk teorisinin katkılarında ve uygulamalarından bahsedilmektedir. Bekleme süresi ve kaynak kullanım analizi, sistem tasarımı ve randevu sistemi konularındaki çalışmalardan bahsedilmiştir. Ayrıca bağımsız bölüm veya birimler, sağlık tesisleri ve bölgesel sağlık sistemleri dahil olmak üzere farklı ölçeklerdeki sistemler de incelenmiştir. Bu randevu sistemleri genellikle, hasta bekleme süresi dikkate alınmadan, doktorun boşta kalmasından kaçınmak için tasarlanmış olsa da, önemli ölçüde doktor bekleme süresini arttırmadan hasta bekleme süresinin azaltılmasının mümkün olmadığını göstermektedir [17]. Hastaların yaşadığı gecikmeler azaltılarak sağlık alanının düzeltileceği düşünülmüştür. Bunun için ilk adım hasta akışının oluşturulmasıdır. Bir diğer adım ise servisleri hastaların ihtiyaçları ile senkronize olacak şekilde

oluşturmaktır. Son olarak da yardımcı hizmetlerin (taşıma veya evde bakım gibi) doğrudan hasta bakımı ile koordineli çalışmasıdır [18]. Green (2006), M/M/s modelini kullanarak gecikme, kaynak kullanımı ve sunucu sayısı arasındaki ilişkiden bahsetmiştir [19].

Bir grup çalışma sağlık hizmetlerinin tasarımına yöneliktir. Beklenen nüfus talep tahminleri ve daha sonra kaynakların tahsisi yapılarak geleceğe yönelik tahminlerde bulunmaktadır. Ayakta bakım merkezi, hastane veya her ikisinin bir arada olduğu farklı sağlık kurumlarına yönelik çeşitli çözümler incelenmiştir. Bir hastanedeki yatak sayısının optimize edilmesi gibi niceliğe yönelik veya acil sistem hizmetlerine dengeli bir erişim sağlamak için ambulans dağıtımı gibi kaliteye yönelik şekilde çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar hastane ve ambulans hizmetleri gibi değişik sağlık alanlarında yapılmıştır. Ambulans sistemlerinde hastaların bekleme süreleri önemli bir performans göstergesidir. Bell ve Allen 1992 senesinde, belirlenen yanıt oranına ulaşmak için çoklu sunuculu kuyruk modeliyle ilgili çalışmalar yapmıştır [20]. Ambulansla ilgili yapılan diğer bir çalışma ise hiperküp modeli kullanılarak acil sağlık sistemine gelen bir acil çağrı için sistemin ortalama yanıt verme süresinin incelenmesi yönündedir [21], [22]. Hastane sistemlerinde bakıma zamanında erişim yüksek kaliteli hastane hizmetlerinin göstergesi haline gelmiştir. Hastanelerde yapılan birçok çalışma genellikle kazalar ve acil durum üzerinedir. Poliklinikler, cerrahi operasyonlar, kadın doğum ve yeni doğan ile ruh sağlığını konu alan birçok çalışma yapılmıştır.

Hastane ve klinikler hizmetleri konusunda artan rekabetle karşı karşıyadır. Bunun için de hızlı ve verimli bir sağlık hizmeti sunmak zorundadırlar. Etkin ve verimli bir hasta akışı; taburcu olan hasta sayısının yüksek olması, hasta bekleme sürelerinin düşük olması, klinikte kalış süresinin kısa olmasıyla birlikte doktorun boşta bekleme süresinin en az olduğu ve personelin yeterli sayıda olduğu zaman sağlanır. Kaynak planlaması ve hasta zamanlaması; kliniklerde hastayı etkileyebilecek iki alandır. Kaynak planlaması olarak birçok çalışmada acil serviste yatak yönetimi incelenmiştir. Bruin, yaptığı çalışmada acil bakımdaki kalabalığı çözmek istemiş ve bunun için de statik 2 boyutlu sıralama sistemini kullanmış ve acil bakım servisindeki optimum yatak sayısını belirlemiştir [23]. Bir diğer çalışmada, acil bakım zincirindeki hasta akış diyagramlarının darboğazları belirlenip, gelişlerdeki

varyasyon ile kalış süreleri ve doluluk oranları arasındaki ilişki belirlenmiştir [24]. Hastane genelinde yataklı hastalar için yatak kullanımı ve yoğun bakımdaki hastalar için yatak optimizasyonu çalışma yapılan diğer konularıdır [25], [26]. Talebi karşılamak için personel planlaması bu alandaki problemlerden bir başkasıdır. Hastaların tedavi edilmeden hastaneden ayrılma oranı hastanenin farklı birimleri için belirlenerek her bir birimde ihtiyaç duyulan personel sayısı belirlenmiştir [27]. De Vericourt ve Jennings her bir sağlık biriminde herhangi bir zamanda çalışması gereken hemşire sayısını; tek bir sağlık biriminde bulunan s sayıda hemşire ve n adet hastanın olduğu kapalı bir sistemde (M/M/s/n) çok sunuculu asimptotik yaklaşımı kullanarak hesaplamayı öngörmüşlerdir [28]. Sıra uzunluğunun sınırlı olarak ele alındığı çalışmalarda, sıra izin verilen en yüksek sayıya ulaştığında yeni gelen hastalar, sıradakilerin sayısı azalınca kadar geri dönmektedir, bu durum, bloklama olarak açıklanmaktadır. Bretthauer ve diğ., bir birimden diğer birime geçen ve ilk birimdeki tedavisini tamamlayıp ikinci birimde kapasitenin yetersiz oluşundan dolayı ikinci birime geçemeyen hastaların ilerleyemediği için oluşan bloklamayı hüristik bir yaklaşımla izlemişlerdir [29]. Hasta çizelgeleme ve hasta kabulü hasta randevularının; randevular arasındaki süre, randevunun alındığı zaman açısından nasıl çizelgelendiği üzerine yoğunlaşır. Amaç; uygun bir randevu sistemi uygulayarak ve ilgili kaynakları kullanarak tahmin edilen hasta akışına uygun bir şekilde hastaların bekleme süresini kontrol etmektir. Bazı sistemler hastanın kliniğe geldikten sonra en az beklemesine dayanırken, bazı sistemler de hastaların randevu almak için bekledikleri süreleri dikkate alırlar. Hasta randevu sistemleri hastaların bekleme süreleri ve sunucu kullanımı ile oldukça ilişkilidir. Bu konudaki ilk çalışma Bailey tarafından yapılmıştır. Bailey, randevu aralığı ve doktorun varış zamanı olmak üzere randevu sisteminin etkinliğini belirleyen iki değişken belirleyip bireysel-blok sisteminden bahsetmiştir [30]. Ho ve Lau, değişken aralıklara sahip randevulu sistemden bahsetmişlerdir [31].

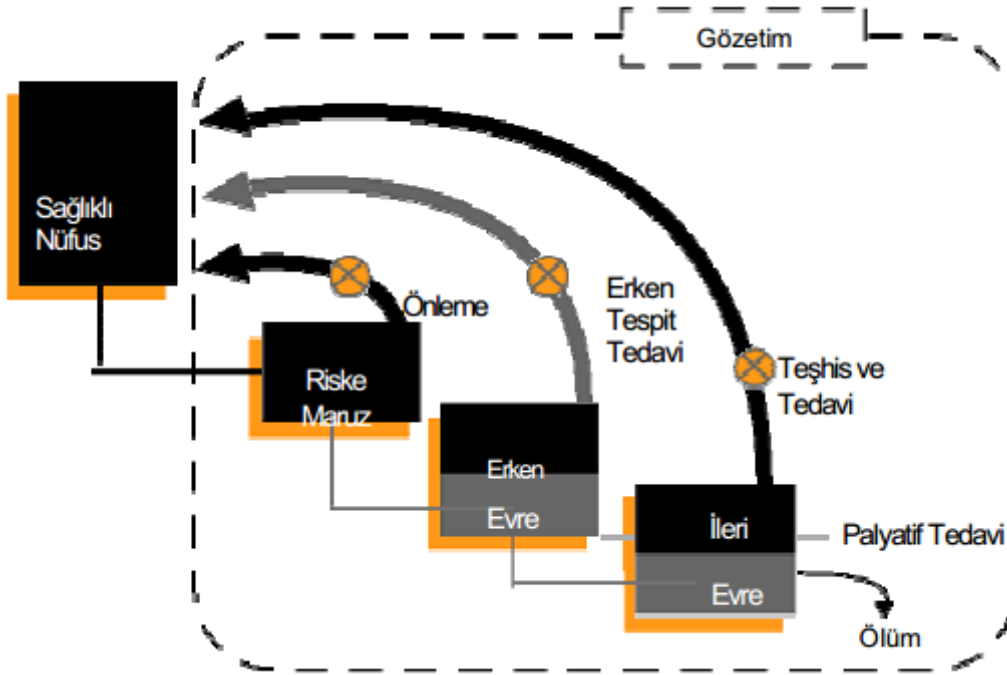
Sağlık sistemi analizinde bekleme süresiyle kullanım oranı ve maliyet minimizasyonu ile kuyruk uzunluğundan bahsedilir. Bir kuyruk sisteminde müşterilerin (sağlık sistemi için hastaların) bekleme süresinin minimize edilmesi ve sunucu ile kaynakların (sağlık sistemi için doktor, hemşire, yatakların) kullanım oranlarının maksimize edilmesi hedeflenir. Sırada bekleyen bir hasta, sıranın uzunluğundan sıkılıp beklemekten vazgeçebilir ve sıradan çıkabilir. Özellikle

hastanelerin acil servislerinde hastaların hizmet almadan sıradan ayrılması hastane performansını ölçmek için kullanılan önemli bir parametre olarak incelenmiştir [32]. Çoğu analitik kuyruk modeli, sabit geliş oranını kabul etmesine rağmen, birçok sağlık bakım sistemi değişken bir geliş oranına sahiptir. Bazı durumlarda geliş oranı zamana bağlıdır ancak sistem durumundan bağımsızdır, örneğin geliş oranları günlere veya mevsimlere göre değişiklik gösterebilir. Diğer durumlarda ise gelişlerin oranı sistemin durumuna bağlıdır. Uzun kuyrukları azaltmak için geleneksel yöntem olan servis kapasitesini arttırmanın sıra uzunluğu üzerinde çok az etkisi vardır çünkü hastalar bekleme sürelerinin azalacağına farkına vararak geliş hızını arttırmaları ve böylece sıra uzunluğu yeniden artar [33]. Bir randevu sisteminin olmadığı durumlarda sağlık sisteminde kuyruk düzeni ya ilk giren ilk çıkar prensibine dayanır ya da acil servisteki gibi farklı önceliklere sahip hasta sınıfları oluşturulmasına dayanır. Kullanım oranı yüksek olan sistemlerde, daha kısa hizmet süresine ihtiyaç duyan müşterilere (sağlık sisteminde hastalara) öncelik verilerek bekleme sürelerinin kısaltılması mümkündür [34]. Acil bakım hastası olmayan ancak acil bakıma gelen hastalar bekleme süresini arttırmaktadır, bunun üzerine hastalar öncelikli disipline göre kategorilere ayrılmakta ve her bir kategori kendi içinde ilk giren ilk çıkar prensibine göre tedaviye alınmaktadır. Böylece ortalama bekleme süresi düşmektedir, ancak bu durum yüksek öncelikli hastaların bekleme süresinin azaltılması ve düşük öncelikli hastaların bekleme süresinin ortalamasının üzerine çıkartılmasıyla mümkündür [35]. Birçok araştırmada bekleme süresinin maliyeti söz konusu olmuştur. Sistem, kuyruk teorisine göre modellendikten sonra maliyeti en düşük olacak veya kar getirecek şekilde kaynak tahsisi yapılır. Young, yaptığı çalışmada marjinal analiz yaklaşımını kullanarak, eklenen her bir yatağın maliyeti ile sağladığı yararı karşılaştırmıştır. Yataklar, artan maliyetle yararı eşitleninceye kadar arttırılmaya devam eder [36].

## **2.4 Kanser Hakkında Bilgi**

Kanser; kişilerin yaşam şekillerine ve aile öykülerine bağlı olarak, hücrelerin kontrolsüz bir şekilde büyümesi ve bölünmesi veya vücudun başka bölgelerine yerleşmesi sonucu ortaya çıkan bir hastalık türüdür. Kanseri tek bir hastalıktan çok, hücre ve dokuları etkileyen bir hastalıktır. Bu nedenle oldukça kompleks ve erken tanı önemlidir. Hastalığın bu denli karmaşık olması tedavi sürecini de zorlaştırmakta

ve birçok uzmanlık dalının birlikte çalışmasını gerektirmektedir. Tedavi sürecinde cerrahi operasyon, radyoterapi, kemoterapi ve immünoterapi gibi yöntemler kullanılmaktadır [37]. İlk ziyaret için bekleme süresinin kısa tutulması ile kemoterapi ve diğer tedavi yöntemlerinin uygulanması için geçen zamanın minimum olması ayakta tedavi hizmeti sunan kanser merkezlerinin kalitesinin gelişmesi açısından öncelikli parametrelerdir. Şekil 2.7’de bu hastalıkla mücadele için Dünya Sağlık Örgütü’nün (WHO) kapsamlı mücadele yaklaşımı görülmektedir. Buna göre eğer önlem alınırsa riske maruz kalan kişiler sağlıklı bireyler haline getirilebilir. Ancak önlem alınmazsa hastalığın erken evresine geçiş olabilir. Erken tespit ve tedaviyle erken evredeki bir hasta iyileştirilebilir. İleri evredeki bir hasta ise doğru teşhis ve tedavi ile ya sağlıklı nüfus olarak hayata katılır veya palyatif tedavi ile hastanın ağrıları azaltılır veya hasta kaybedilir [38].

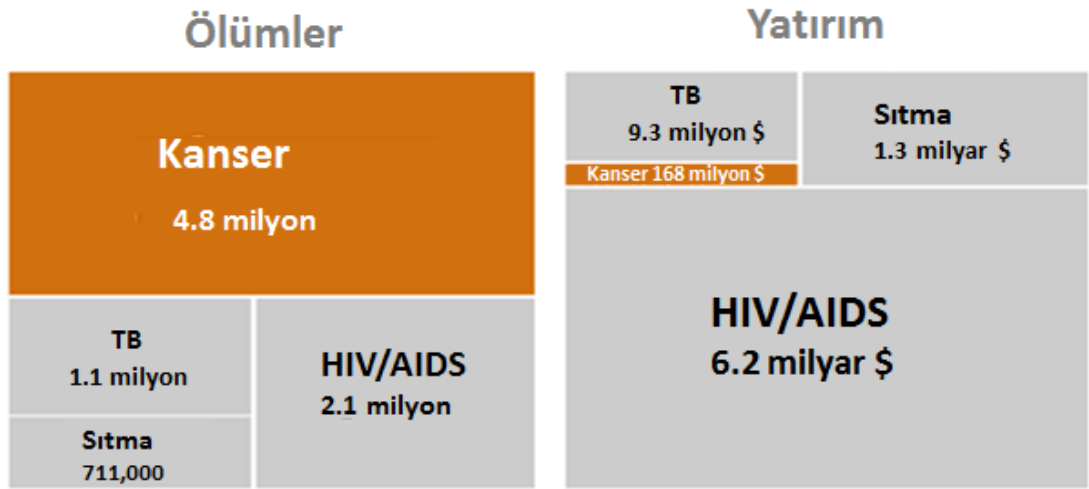


Şekil 2.7 : WHO'nun kanserle mücadeleye kapsamlı yaklaşımı [38].

Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC), kanser hakkında genel araştırma yapıp, Dünya'daki kanser vakalarının artışı, kanserden ölenlerin sayısını, hangi kanser türünün hangi bölgede/kıtada/ülkede hangi sıklıkta görüldüğünü, ileriye yönelik tahminlerde bulunan ve kontrolü için çalışan, 40'tan fazla ülkeden 250'ye yakın bilim adamını barındıran Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) bir birimidir [39]. IARC'ın 2014 raporuna göre, 2012 yılında dünya genelindeki yeni kanser

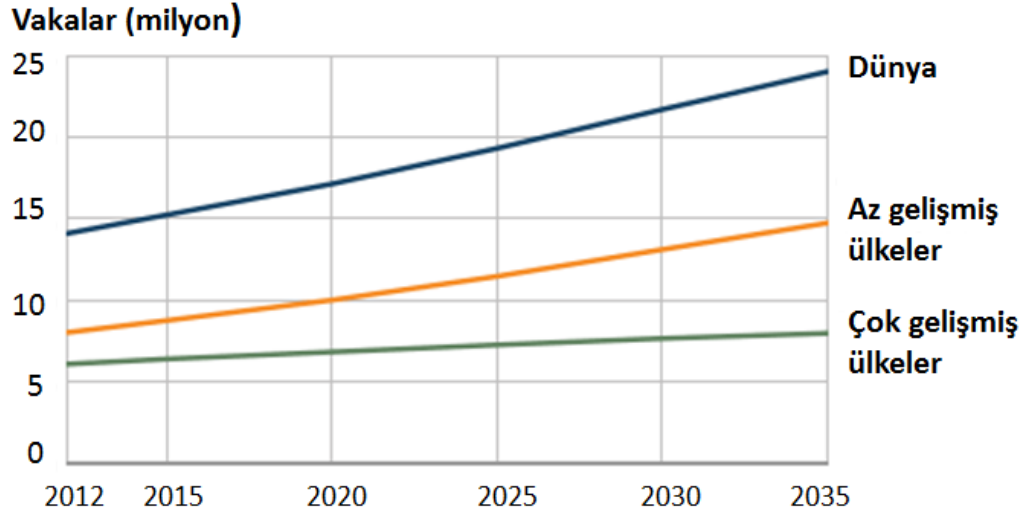
hastalarının sayısı 14 milyon iken, bu sayının gelecek 20 sene içerisinde 22 milyona erişmesi beklenmektedir. Aynı şekilde 2012 yılındaki dünya genelinde 8.2 milyon olan ölüm oranının 20 sene sonra 13 milyona çıkacağı gözlenmiştir. Rapora göre gelişmekte olan ülkeler, kanser artış hızından daha çok etkilenmektedirler. Dünya kanser oranının %60'ının Afrika, Asya, Orta ve Güney Amerika'da olduğu ve yine bu bölgelerde erken tanının ve tedavi oranının düşük olması nedeniyle kanserden ölüm oranının dünya genelinin %70'ini oluşturduğu belirtilmektedir [40].

Şekil 2.8'de gelişmekte olan ülkelerdeki ölüm oranları ve bu ülkelerde belirli hastalıklara ayrılan ödenekler gösterilmektedir. Buna göre kanserden meydana gelen ölümlerin sayısı AIDS, verem (TB) ve sıttadan oluşan ölümlerin sayısına göre dikkat çekecek kadar fazla olduğu görülmektedir. Buna karşın ülkelerin aynı hastalıklara ayırdığı ödenekler arasında kanser için ayrılan ödenek en düşüktür.



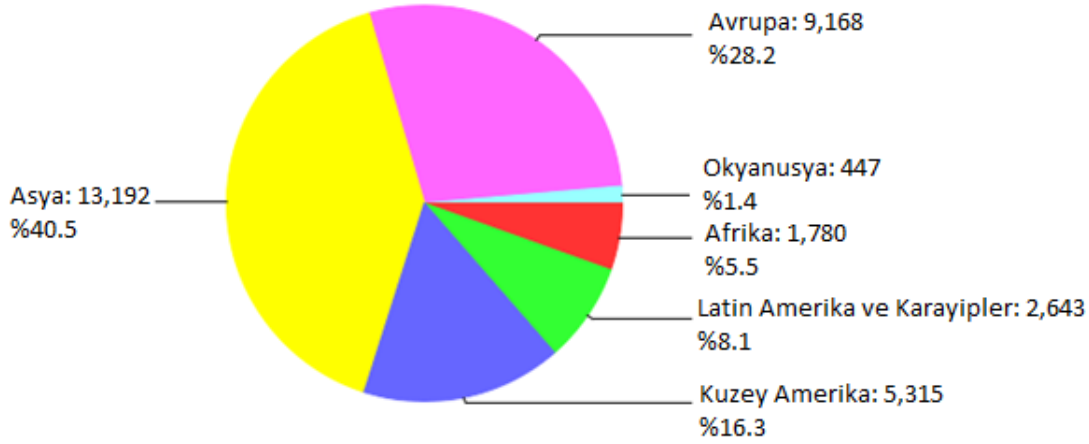
Şekil 2.8 : Gelişmekte olan ülkelerde kanser [39].

GloboCan, dünyadaki 184 ülke için, ulusal düzeyde, önemli kanser türleri için insidans (belirli bir zamanda ortaya çıkan yeni olguların sayısı) ve ölüm oranının yaygınlığı konusunda tahminler yapan dünya kanser veri tabanıdır. Bu veri tabanından alınarak oluşturulan Şekil 2.9'da az gelişmiş ülkelerdeki, çok gelişmiş ülkelerdeki ve dünyadaki kanser vakalarının 2012 ile 2035 yılları arasındaki tahmini değerleri verilmiştir.



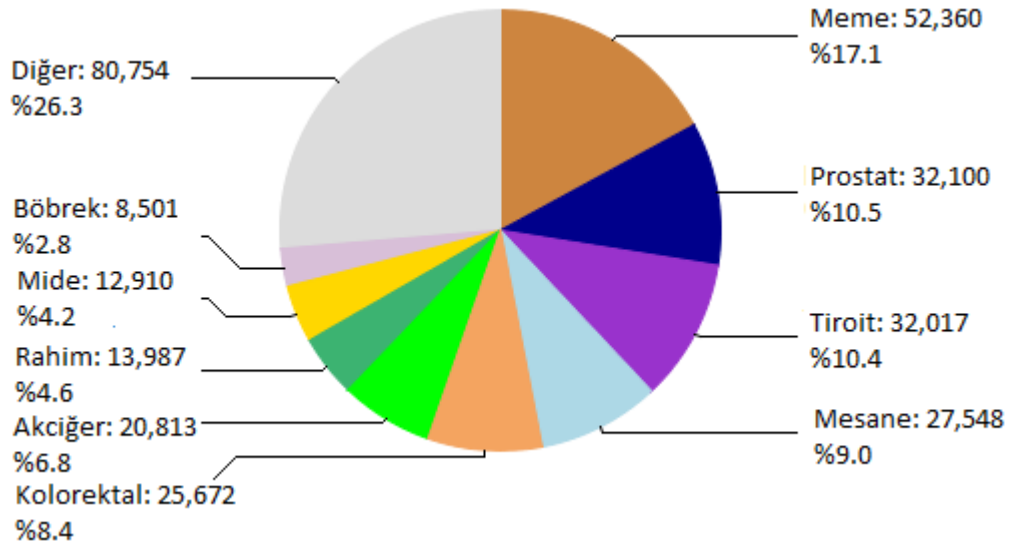
**Şekil 2.9 :** Tahmini küresel kanser vakaları [41].

Şekil 2.10'da (melanoma dışı deri kanseri haricinde) yetişkin her iki cinsten kıtalardaki kanser oranları ve sayıları görülmektedir. Buna göre en yüksek kanser payı Asya'ya aitken, en düşük oran Okyanusya'ya aittir.



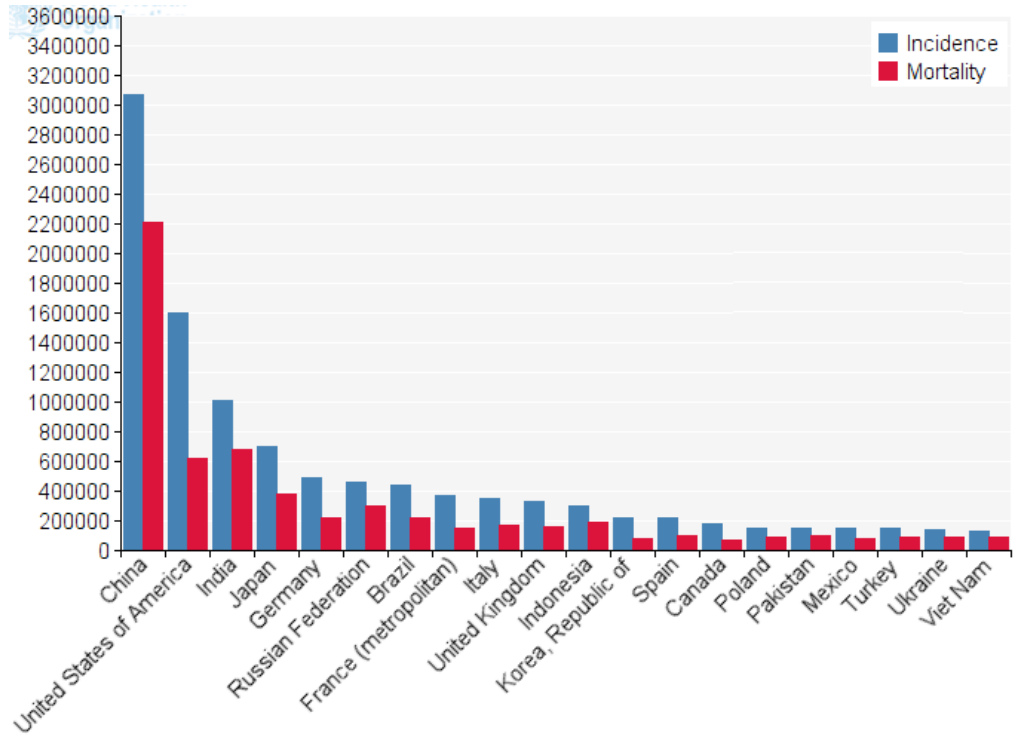
**Şekil 2.10 :** Kıtalardaki kanser görülme oranları [41].

Türkiye'de yetişkinlerde (kadın ve erkek toplam olarak verilmiş) görülen kanser türlerinin oranı ve sayısı Şekil 2.11'de verilmiştir. Grafikten de anlaşılacağı gibi Türkiye'deki en yaygın kanser tipi meme kanseridir, meme kanserini prostat kanseri takip etmektedir.



Şekil 2.11 : Türkiye'deki kanser türleri [41].

Ülkeler kanserli hasta ve kanserden ölenlerin sayısına göre sıralandığında, 20 ülke arasında Türkiye 17. sırada yer almaktadır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 : Dünyadaki en yüksek kanserli hasta sayısına sahip 20 ülke [41].

GloboCan'ın verilerinde de görüldüğü gibi kanser çağımızın hastalığı haline gelmiştir. Dünyadaki kanser vakalarının ve kanserden ölümlerin sayısı günümüze kadar ciddi artış göstermiş ve yapılan tahminler sonucunda da artmaya devam edeceği belirlenmiştir. Kanser hastalarının artışı kanser merkezlerine olan ihtiyacı

arttırmaktadır. Bu nedenle gerek dünyada gerek Türkiye’de kanser merkezlerinin sayısı arttırılmalı ve mevcut merkezlerin de iyileştirilerek daha iyi hizmet sunması gerekmektedir. Daha iyi hizmet sunabilmek için de kaynak planlaması, personel çizelgeleme gibi konulara önem verilmelidir. Hastalar açısından bakıldığında talebin yüksek oluşu hastaların beklemesini arttırmaktadır. Servis sağlayıcısı açısından bakıldığında ise sürecin geliştirilmesi daha çok hasta çıkışı sağlanmaktadır ve bu da daha çok gelir demektir. Hizmet edilen hasta sayısının fazla oluşu, sunulan sağlık hizmetinin çok kademeli oluşu, günlük talebin ve hasta akış diyagramının son derece belirsiz oluşu nedeniyle kanser merkezlerinde süreç iyileştirmesi oldukça zordur.

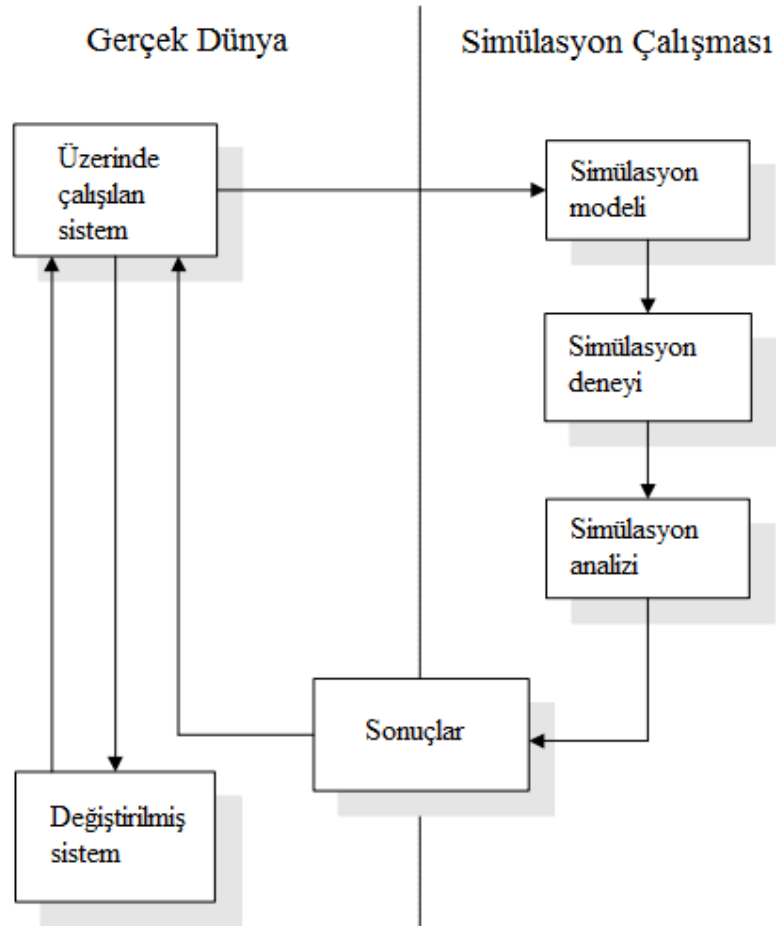
Kanser hastaları kanser merkezini birçok nedenden dolayı ziyaret edebilir. Hastaların kanserden şüphelenmelerinden dolayı, tedavi şeklinin belirlenmesi için, tedavi görürken kontrol amaçlı olarak ve tedavi sonuçlandıktan sonra takip amaçlı olmak üzere kanser merkezleri birçok nedenden dolayı ziyaret edilmektedir. Ancak her hasta öngörülen tedavi sürecine uymamaktadır. Bazı hastalar yalnızca kliniğe gelip süreci yarıda bırakmakta, yarım bırakan bazı hastalar bir süre sonra tedaviye yeniden başlamaya karar vermekte, kanser merkezindeki hastalardan bazıları yeni hasta, bazıları devam eden hasta olmakta ve bazıları kliniğe gittiği gün tedaviye başlamakta, bazıları bir süre sonra başlamaktadır. Bu nedenlerden dolayı hasta akış sürecinde hem belirsizlikler hem de karmaşıklıklar görülmektedir. Ayrıca kanser merkezlerine olan talebin günden güne artışı da hasta akışının yönetiminde zorluklara yol açmaktadır.

## **2.5 Simülasyon ile Modelleme**

Simülasyon, gerçek bir sistem temel alınarak, bu sistemin modelinin kurulması ve sistem davranışlarının incelenmesine veya sistemin iyileştirilmesine yönelik olarak uygulanan stratejiler bütünüdür.

Simülasyon, 1960’ların sonuna doğru yalnızca büyük şirketler tarafından kullanılan ve büyük sermaye yatırımları gerektiren çok özel ve pahalı bir araç olarak kullanılmaktaydı. Bu dönemdeki tipik simülasyon kullanıcıları çelik ve havacılık endüstrisindendi. Yalnızca doktorlar (Ph.D) gibi belirli bir alanda özelleşmiş ve Fortran gibi dilleri kullanarak büyük ve karmaşık simülasyon modellerini geliştiren kişiler simülasyon araçlarını kullanabiliyordu. Bugün bildiğimiz anlamdaki

simülasyon modelleri 1970'lerin sonu, 1980'lerin başında kullanılmaya başlanmıştır. Bilgisayarların daha hızlı ve ucuz olarak temin edilmesi, simülasyonun değerinin diğer sektörler tarafından keşfedilmesine olanak sağlamıştır. Ancak üretim hattında bir darboğaz (problem) olana kadar simülasyon kullanımı çok rağbet görmemiştir. Özellikle otomotiv ve ağır sanayi endüstrisinde problemin kaynağını belirlemek için bir tercih aracı olarak kullanılmıştır. Simülasyon araçlarını kullanarak şirketler bu şüpheli veriler üzerinde iyi bir duyarlılık analizi gerçekleştirmiş ve uygulamadan önce problem ortadan kaldırılmıştır. Bu esnada simülasyon, endüstri mühendisliği ve yöneylem araştırma alanının standart bir parçası haline gelerek akademik dünyada kendine bir yer edinmiştir. 1980'lerin sonuna gelindiğinde simülasyon artık birçok büyük firma için tanınmış bir araç haline gelmiştir. Ancak hala yaygın olarak kullanılmakta değildi. Simülasyonun tam anlamıyla kullanımı 1990'larda başladı. İyi animasyonlar, kullanım kolaylığı, hızlı bilgisayarlar ve diğer paketlerle kolay uyumu simülasyonun birçok şirkette standart bir araç olmasına olanak sağlamıştır [42].



**Şekil 2.13** : Simülasyonun çalışma şeması [42].

Şekil 2.13'te simülasyonun çalışma şeması görülmektedir. Simülasyon çalışması için ilk olarak üzerinde çalışılan gerçek bir sistem olması gerekir. Bu sistem simülasyonda modellenerek, deneyleyerek ve daha sonra analiz edilerek simülasyon çalışması yapılır. Daha sonra alınan sonuçlara göre üzerinde çalışılan ve gerçek hayatta var olan sistemde bazı değişikliklere gidilir.

Simülasyon kullanmanın birçok avantajı vardır. Sistemin matematiksel modelini oluşturarak sistemin daha iyi anlaşılmasını sağlar ve uzun bir süre boyunca sistem çalışmasının gözlenmesini sağlar. Daha düşük bir maliyetle sistem üzerinde çalışma ve öğrenmeye olanak sağlar. Gerçek sistemi durdurmadan veya gerçek sistem üzerinde uygulanması riskli olabilecek deneyleri yapmadan sistemin değiştirilmesine yönelik alternatif çözümleri test eder. Sistemin darboğazlarını (kişi veya kaynak) belirler. Animasyonlar ile operasyonları görsel hale getirir. Karmaşık bir sistemde iç etkileşimlerin görülmesini sağlar. Bu avantajlara rağmen simülasyon sistem analizi için kusursuz bir araç değildir. Çünkü bazı gerçek sistemler kontrol edilemeyen rastgele değişkenlerden etkilenirler ve bazı simülasyon modelleri, çıktının da rassal olmasına neden olan, rassal girdi bileşenleri içerir. Modelin tasarımı ve simülasyon deneylerinin analizi üzerinde ne kadar düşünülürse düşünülün bazen çıktı hala belirsiz olabilir. Bu belirsizlik sistemin basitleştirilmesine dayanan varsayımlarla çözülebilir. Ancak bu durumda da basitleştirilmiş sistem, tam anlamıyla gerçek sistemi temsil etmeyecektir [43].

Simülasyon sınıfları deterministik-stokastik, kesikli-sürekli, dinamik-statik olarak gruplandırılabilir. Deterministik model, sistemin bütün kurallarının belirli olduğu ve elemanlar arası ilişkilerin açıkça bilindiği modellerdir. Stokastik model, deterministik modellerin aksine modelin durumunun tamamen bilinmediği ve bu nedenle de bazı istatistiksel bilgilerin (olasılıkla) kullanıldığı modellerdir. Ardışık iki inceleme arasında zaman geçiyorsa, zaman içinde belirli noktalarda değişkenlerin değişimi gözleniyorsa bu modellere kesikli sistem denmektedir. Sürekli modeller ise modeldeki değişimlerin herhangi bir zaman dilimi için incelenmesi sonucu oluşan modellerdir. Sistemdeki değişkenler zaman içinde değişiyorsa dinamik modelden, değişkenlerin birbirleriyle olan ilişkisi biliniyor ve değişmiyorsa statik modelden bahsetmek mümkündür [44].

Simülasyon dilleri (Arena, Extend, GPSS, Micro Saint, SIMSCRIPT vb.) ve uygulama odaklı simülatörler (MedModel, AutoMod, Taylor II, SIMPROCESS vb.) olmak üzere simülasyon paketlerinin iki türü vardır.

### **2.5.1 Sağlık sektöründe simülasyon ile modelleme**

Sağlık hizmetlerinin ilk amacı sağlığı sağlamaktır ancak bu sektöre olan talep oldukça belirsiz ve değişkendir. Hastane veya klinik yöneticileri için belirsizlik ve karmaşıklık bir yükür. Fakat simülasyon kullanılarak, çalışan sisteme zarar verilmeden veya kaynakların herhangi biri işgal edilmeden, olası değişimler yapılarak değişiklikler gözlenebilmektedir. Hastaneler büyüklüklerine ve görevlerine göre genel sağlık üniteleri, teşhis, tedavi ve tıbbi bakım içermektedirler. Bunlar arasında ameliyathaneler, yoğun bakım üniteleri ve acil servisler ana birimlerdir. Hastanelerin, tedavi gören hastaların kalması için yer temin etmesi ve yataklı hastaların beslenmesini sağlaması diğer hedefleri arasında yer almaktadır. Yataklar, hastaların kalması için bir gereklilik olduğundan dolayı hastanenin büyüklüğü sağladığı yatak sayısıyla belirlenir. Bu nedenle yatak bir maliyet faktörü olarak görülerek kapasite analiz ve tahmininde kullanılır. Cochran ve Barti tarafından ABD’de yapılan bir çalışmada kuyruk ağ analizi ile kesikli olay simülasyonu birleştirilerek hastanede yatak kullanımı araştırılmıştır. Modelin temelini oluşturmak için hastane veri tabanı yönetim sisteminden veriler alınmıştır. Kuyruk ağ analizi, sistemdeki darboğazları belirler, bu darboğazlar daha sonra kaynakların yeniden düzenlenmesi ile ortadan kaldırılabılır [45].

Vissers’in çalışmasında hastanelerdeki kayıt kabul sistemlerinin performansları karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda; Maksimum Kaynak Kullanımı (MRU), Sıfır Bekleme Süresi (ZWT), Eşgüdümlü Rezervasyon Kabul (CBA) ve Koordinasyonsuz Rezervasyon Kabul (UBA) planları incelenmiştir. Bu farklı kabul planları sonra yatak, yoğun bakım yatağı, ameliyathane ve hemşire personelinin kaynak kullanımına göre değerlendirilmiştir. Çalışmada en uygun başvuru stratejisini belirlemek için acil durum planı bakış açısı önerilmektedir [46].

### **2.5.2 Kanser merkezleriyle ilgili simülasyon çalışmaları**

Santibanez, 2009’da yaptığı çalışmada BCCA (British Columbia Cancer Agency)’nin Vancouver merkezinde bulunan ayakta bakım merkezini (ambulatory

care unit-ACU) konu almıştır. Bu çalışmada hasta bekleme süresi, klinikte fazla mesai ve kaynak kullanımını etkileyen fiziksel yapılandırma, planlama politikaları ve kapasite tahsisinin değişiklikleri üzerindeki etkisini değerlendirmek üzere ACU'nun bir simülasyonunu oluşturmuştur. Çalışmada saatlik, günlük ve aylık olarak farklı seviyelerdeki (ACU geneli, program türüne göre (medikal, radyasyon ve cerrahi onkoloji), hasta tipine göre (yeni hasta, takip eden hasta, danışan)) hasta hacmi temel alınmıştır. Bunun sonucunda da bir değişkenin değil de birden fazla değişkenin eşzamanlı olarak değiştirildiğinde en iyi sonuçlar elde edilmiştir ve hasta bekleme süreleri %70 azaltılırken, fiziksel alan gereksinimleri (muayene odalarının boyutu, sayısı ve yapılandırması ile hekimlerin çalışma alanı ve hastaların bekleme alanını içerir) %25 azaltılmıştır. Bunun için hasta bekleme süreleri, randevu süresi ve kaynakların (muayene odası, doktorlar vs.) kullanımı ölçülmüştür [47].

Planlama ve zamanlama metotları olarak simülasyon yerine matematiksel programlama da kullanılabilir. Tam sayılı programlama yöntemi kullanılarak kemoterapi gören hastaların bekleme süresinin azaltılması ve tedavi planlarına bağlılığın en çoklanması amaçlanmıştır [48].

Sepulveda, 1999 yılında yaptığı çalışmada tam hizmet sunan bir kanser tedavi merkezinin simülasyonunu gerçekleştirmiştir. Amacı birim boyunca hasta akışını analiz etmek, farklı çözümler seçeneklerini kullanmak, kaynakları analiz etmek ve oluşturulan bu modelle yeni bir bina için hasta akış gerekliliklerini belirlemektir. Simülasyon modeli ile hasta çıkışlarında %30 artış sağlayacak şekilde merkezin laboratuvar ve eczanesinin yerinin değiştirilmesi ve planlama prosedürlerinde değişikliğe gidilmesi yönünde güçlü bir gerekçe sağlanmıştır [49].

Kapamara'nın çalışmasında bir kanser merkezinde gözlenen kompleks yapıdaki radyoterapi tedavi sistemini ele almıştır. Bu sistemde hasta tedavisini tamamlamak için çeşitli makinalardan oluşan bir süreci takip eder. Sürecin birçok bölümünde hastaların akışını, dolayısıyla hasta bekleme süresini ve hasta çıkışını engelleyecek şekilde bozukluklar olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle tedavi sürecini anlayarak, sistemdeki karmaşıklıkları ve darboğazları belirlemek amacıyla kesikli olay simülasyonu kullanılmıştır [50].

Woodall'ın çalışmasında Kuzey Carolina'da bulunan kliniğe hastaların ulaşımını arttırmak için kesikli olay simülasyonu ve karışık tam sayılı programlama modellerini kullanmıştır. Kemoterapi infüzyon (infusion) merkezindeki hemşirelerin optimizasyonu ve gelecekte hasta ihtiyaçlarının karşılanması için kapasite artırımını hesaplanmıştır. Ayrıca ulusal bazda kalifiye hemşire sayısını sınırlı olduğu için bu çalışmanın önceliği hemşirelerin tahsisidir [51].

Louisville'de yapılan çalışmada 6 farklı senaryo oluşturulmuş ve mevcut durumla karşılaştırılmıştır. Senaryolar arasında; 2 adet spesifik hemşire (örneğin meme hamşiresi) eklenmesi veya kan alma elemanının yerinin değiştirilerek kliniğin içine getirilmesi gibi durumlar söz konusudur. Bu çalışmada kesikli simülasyon yöntemi kullanılmıştır [52].

### **2.5.3 Arena programı**

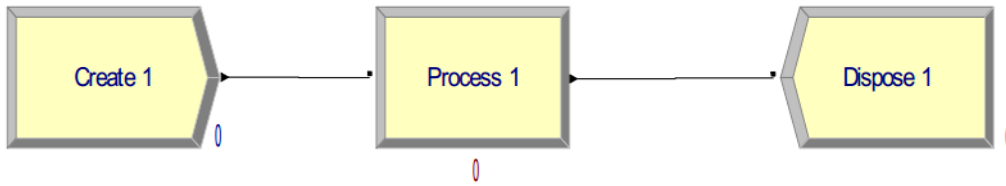
Arena; modül şablonlarından oluşan, SIMAN simülasyon dilinin görsel olarak geliştirilmiş olduğu, esnek ve güçlü bir simülasyon aracıdır. İlk defa 1993 yılında yayımlanan program, grafik modeli geliştirmek için nesne odaklı tasarım kullanmıştır. Analistler, makinalar ve operatörler gibi sistem bileşenlerini açıklamak için grafik nesnelerini yerleştirir ve modülleri çağırırlar. Grafikselsel bir simülasyon modeli oluşturulduktan sonra, Arena otomatik olarak altta yatan SIMAN dilini çalıştırır [53].

Arena şablonu, genel Arena sisteminin bir parçası olarak sağlanan 60'tan fazla modülün ana topluluğudur. Kaynaklar, kuyruk ve sistem mantığı için temel özellikleri sağlamanın yanı sıra, özellikle imalat ve malzeme elleçlemenin belirli yönleri ile ilgili modülleri de sağlar [8].

Arena şablonu, 3 panelden oluşur. Genel panel; gelişler, servis ve çıkışlar gibi temel simülasyon süreçlerini içeren modülleri içerir. Destek paneli; belirli eylemler ve karar mantığı için ek modülleri içerir. Transfer panelinin modülleri ise varlıkların sistemdeki akışlarını modellemek için kullanılır [8].

Bu program; tedarik zincirindeki önemli ve karmaşık yeni tasarımlar, üretim, süreçler, lojistik, dağıtım ve depolamanın değişen koşullar altındaki etkisinin analizinde kullanılır. Arena, maksimum esneklik ve uygulama kapsamının genişliği ile istenilen detay ve karmaşıklığın modellenmesine olanak sağlar [54].

Varlıklar, mantıksal davranışlarını tanımlayan modül ağlarından akarlar. Arena’da her bir modül bir komuttur. Komutun çalışması için üzerinden varlık geçmesi gerekmektedir. Arena, simülasyon modellerini tamamen grafiksel bir süreç oluşturmak olarak tasarlanmıştır. Eğer/başka/sonra (if/then/else) tipi dallanma ve kuyruk seçim kuralları gibi sistem mantığı için, kullanıcı sistemine uygun grafiksel modülleri seçerek ve bu modülleri birbirine bağlayarak bir akış şeması oluşturur. Arena şablonu kullanılarak bir simülasyon modeli oluşturulmak istenirse, kullanıcı sadece bir modül olarak modeline yerleştirir ve daha sonra modülün içine gerekli olan bilgileri girer. Uygun bilgiler girildikten sonra, kullanıcı tamamlanan modülü kabul etmek için iletişim kutusunu kapatır. Arena şablonundaki birçok modülün içinde otomatik olarak animasyon bulunmaktadır. Şablondan yerleştirilen bir modül ile otomatik olarak birlikte gelen grafik sembolleri Arena dahili grafik araçları ile değiştirilebilir. Modül ağları, proses akış şeması geliştirilerek oluşturulur. Şekil 2.14’te en basit Arena modeli görülmektedir. Bu modelde işler (Arena varlıkları), “Create” modülü ile oluşturulur. Daha sonra işler “Proses” modülü ile işlenir ve son olarak da “Dispose” modülü kullanılarak modelden çıkış sağlanır [55].



Şekil 2.14 : En basit haliyle Arena modeli [55].

### 3. YÖNTEM

#### 3.1 Araştırmanın Amacı

Onkoloji servisleri gerek hastanın hayati faaliyeti açısından gerekse yapısının oldukça karmaşık oluşundan dolayı en önemli ve ele alınması gereken sağlık merkezlerinden biridir. Verilen yanlış kararlar veya hastanın fazla bekletilmesinden dolayı ölümlerle sonuçlanan vaka sayısı oldukça yüksektir. Hastanenin kapasitesinin en yüksek düzeyde kullanılması hem hastanın sağlığı açısından hem de hastanenin maliyetlerini en aza indirmesi açısından oldukça önemlidir. Bunun için onkoloji merkezlerinde kalite konusu dikkate alınması gereken bir alandır.

Almanya, İtalya, İsviçre ve Avusturya’da “Oncomap” adı verilen bir sistem kullanılmaktadır. Bu sistem ile hastalar online olarak onkoloji merkezi, meme sağlığı merkezi, kolorektal kanser merkezi, jinekolojik onkoloji merkezi, cilt kanseri merkezi, baş/boyun tümör merkezi, akciğer kanseri merkezi, nöro-onkoloji merkezi, pankreas kanser merkezi ve prostat kanser merkezlerinden kendisiyle ilgili olanı daha sonra ise gideceği tıbbi birimi (organ, patoloji, radyoloji veya dayanışma derneği) ve son olarak da yaşadığı ülke ve şehri seçer. Karşısına sağlık sektöründe uygulanan ve tamamıyla kalite kriterlerine uygun parametrelere sahip hastanelerin listesi çıkar. Bu liste her pazartesi günü güncellenir ve belirlenen kriterleri sağlayamayan hastaneler bu listeden kaldırılır [56]. Şekil 3.1’de Oncomap ile istenilen şehirdeki kliniklerin/hastanelerin belirlenmesi gösterilmektedir.

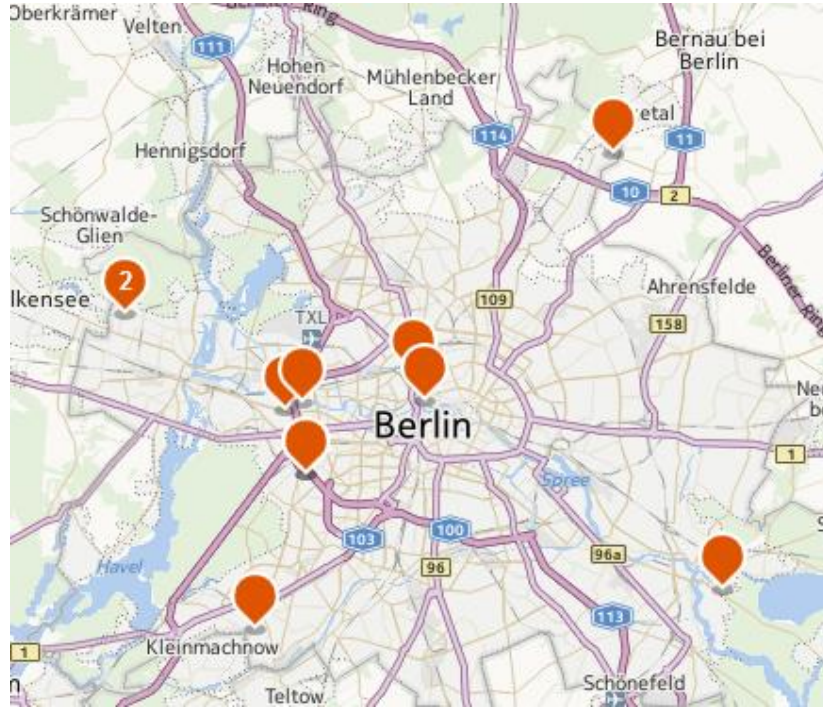
Merkez: Meme sağlığı Merkezi  
Tıbbi birim: Patoloji  
Ülke: Almanya  
Eyalet: Berlin  
Posta kodu:   
Çevre:   
12 S

Sonuç listesi Harita

Organ	Tıbbi birim	Tedavide partner	Klinik / Kurum	Posta kodu	Şehir	Km
Meme	Patoloji	Institut für Pathologie (2)	DRK- Kliniken Berlin / Köpenick	12559	Berlin	
Meme	Patoloji	Institut für Pathologie (4)	Evangelischen Waldkrankenhaus Spandau	13589	Berlin	

Şekil 3.1 : Oncomap ile hastanenin belirlenmesi [56].

Ayrıca bu sistem harita tabanlı bir sisteme aktarılarak harita üzerinden hastanelerin yerlerinin görülme imkanı da sunmaktadır (Şekil 3.2).



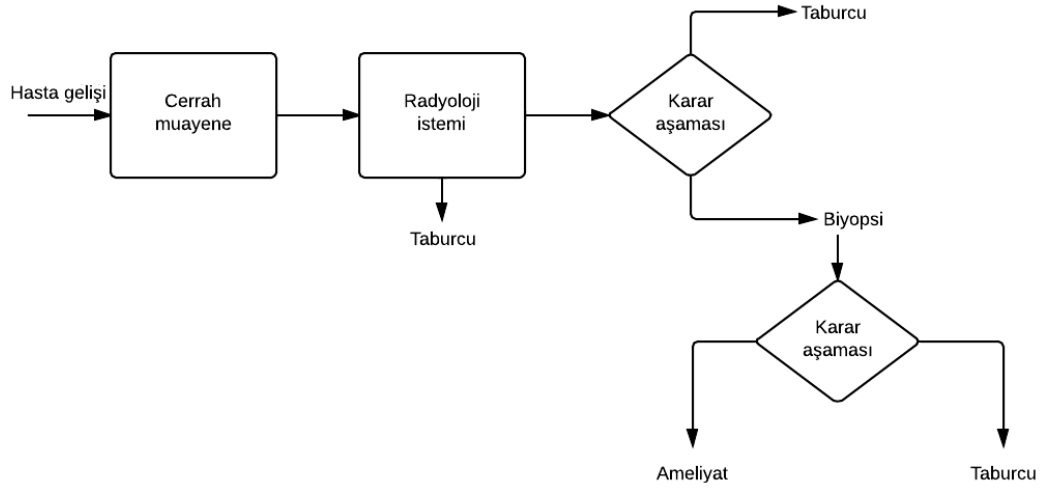
Şekil 3.2 : Oncomap ile hastanelerin haritada işaretlenmesi [56].

Kaliteyi sağlamak için hazırlanan bu sistem tüm Avrupa'ya yayılmakta ve Türkiye de gelecekte bu sisteme uyum sağlamak zorundadır. Ancak şu an için Türkiye'de kalite indikatörlerini dikkate alarak çalışan bir onkoloji merkezinden bahsetmek söz konusu değildir. Bu nedenle bu çalışmada bir onkoloji merkezinde Türkiye'de en yaygın olarak görülen kanser türü olan meme kanseri bölümünde kalitenin ilk basamağı olan hasta akış diyagramları oluşturulacaktır.

### 3.2 Materyal ve Metod

Simülasyon çalışmasının ilk adımı olarak problem belirlenerek Türkiye’de en yaygın olarak görülen meme kanseri bölümü incelenmeye karar verilmiştir. Yapılan gerek literatür araştırmaları gerekse gözlemler sonucunda hastaların kuyrukta beklemekten muzdarip oldukları tespit edilmiş ve hedef olarak da bekleme işleminin en aza indirilmesi belirlenmiştir. Bu çalışmada, durum değişkenleri belirli noktalarda (hasta gelişlerinde veya hastalar servis aldıktan sonra) farklılaştığından dolayı kesikli olay simülasyonu kullanılmıştır.

Her ülkede hastaların tedavisi için izlenen süreç farklılaşmaktadır. Bu farklılık aynı ülke içindeki hastanelerde de görülmektedir. Seçilen hastanedeki meme kanserli veya meme kanseri şüphesiyle gelen bir hasta için işleyiş şeması Şekil 3.3’teki gibidir.



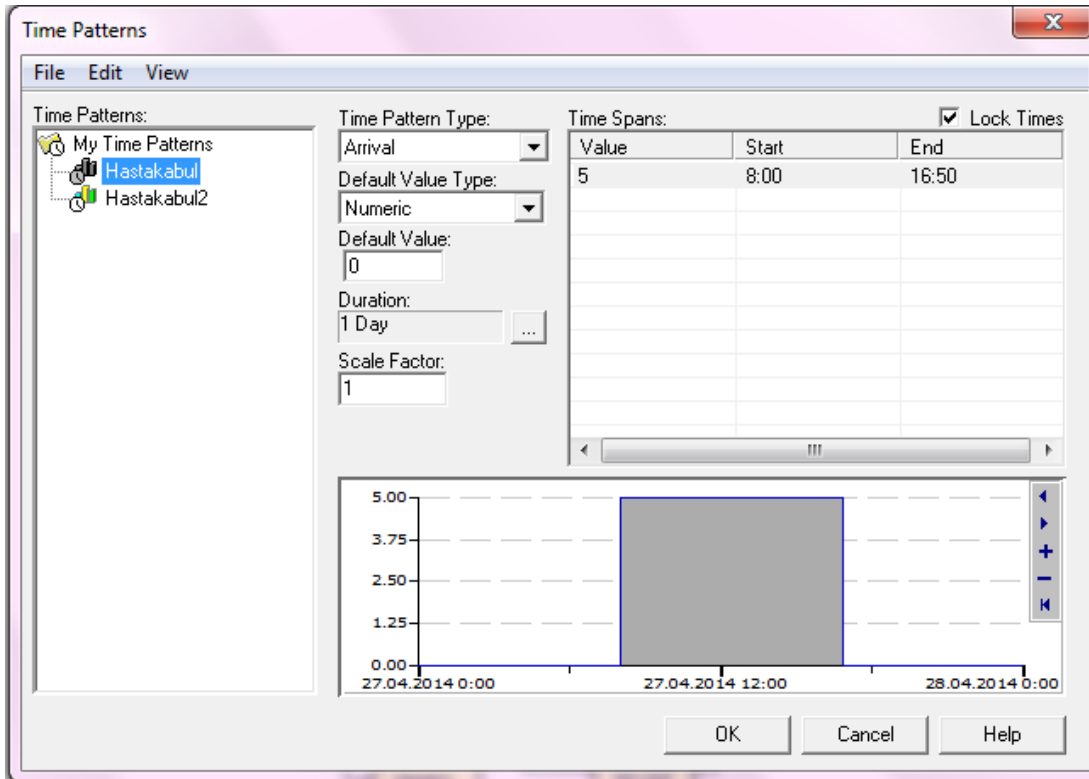
**Şekil 3.3 :** Meme kanseri şüphesiyle gelen hasta süreci için işleyiş şeması.

Süreci detaylandırmak için uzman görüşüne başvurulmuştur. Bunun için çalışma yapılan hastanedeki meme cerrahı, radyoloji uzmanı, patoloji uzmanı, patoloji teknikeri, radyoloji teknikeri ve banko çalışanlarıyla mülakatta bulunularak birebir görüşme sağlanmış ve görüşme içerikleri yazılmıştır. Görüşmede hem açık uçlu sorulara hem de kapalı uçlu sorulara yer verilmiştir. Böylece hem sistemin işleyişi hem de doktorların çizelgeleri öğrenilmiştir. Bir diğer veri toplama tekniği olarak ise gözlem metodu uygulanmıştır. Bunun için hastanede çeşitli departmanlarda bulunularak hastaların makinada kalma süreleri, muayene süreleri gerek kronometreyle ölçülerek gerekse uzman (doktor, banko görevlisi teknisyen) görüşüne

başvurularak bir kayıt formuna not edilmiştir. Hastaneden kayıt alma işlemleri 10.03.2014 - 8.04.2014 tarihleri arasındaki 1 aylık bir süreyi kapsamaktadır. Arena simülasyon programında hasta akış diyagramı çizilmiş ve ilgili verilerin dağılımı analiz edildikten sonra simülasyon programında oluşturulan diyagrama girilmiştir. Sistemin Arena’da modellenmiş hali Ekler kısmında Şekil B1 – Şekil B 10’da görülmektedir.

Hastane her gün 08:00 – 17:00 saatleri arasında hizmet vermektedir. Ancak 16:50’den itibaren hasta kaydı yapılmamaktadır. Buna ek olarak mesai saatinin bittiği sırada doktorun odasında veya cihazda bulunan hasta için mesaiye kalınır ve hastanın işlemi tamamlandıktan sonra mesai tam olarak bitmiş olur.

12:00 ile 12:59 saatleri arası hastane öğlen tatilindedir ve ameliyathane ile acil servis dışındaki birimler hizmet vermemektedir. Hastanede 1 adet meme cerrahisi bulunmaktadır. Genel cerrahiye gelen hasta sayısı saatlik olarak 5’tir (Şekil 3.4). Meme cerrahisine gelen hasta sayısı cerrahlara gelen tüm hastaların %25’ini oluşturmaktadır.



Şekil 3.4 : Genel cerrahiye gelen saatlik hasta sayısı.

Hastalar hastaneye randevulu olarak (telefonda veya internetten) gelmektedirler. Kayıttan sonra cerrahın odasına gelen hasta muayeneye tabi olur. Bu muayene elle olur ve doktor tarafından hastanın hikayesi dinlenir (hangi hastalıkları geçirdiği, ailesinde meme kanseri olan kişilerin olup olmadığı vb.). Doktor elle muayenenin ardından önemli bir bulgu olmadığı düşüncesindeyse hastayı taburcu eder. Diğer durumda ise çeşitli görüntüleme işlemlerinin yapılması için hastadan radyoloji tetkikleri ister. Hastanın 40 yaşının altında veya üstünde olması önemlidir. 40 yaşının altındaki hastalarda radyoloji tetkiki olarak yalnızca ultrason istenirken, 40 yaş ve üstü hastalarda ise yalnızca ultrason veya hem ultrason hem de mamografi isteminde bulunabilir. Radyolojiye gelen hasta öncelikle radyoloji bankosundaki hemşire tarafından kayıt edilir ve radyolog tarafından yapılan elle muayene işlemi gerçekleştirilir. Ultrason çekimini doktor gerçekleştirirken, mamografi çekimini teknisyen gerçekleştirir. Her ikisinin de sonuçlarının çıktısı alınmaz, sonuçlar doğrudan doktorun ekranına düşer ve doktor sonuçları sesli olarak yorumlayarak bir ses dosyası halinde kaydeder. Raportör, bu ses dosyalarını yazılı hale döker. Her iki çekimde de raporunu almak için 1 gün sonra hasta tekrar çağırılır. Eğer biyopsi yapılmayacaksa hasta taburcu edilir. Hastaya biyopsi yapılmasına karar verildiyse biyopsi hemen yapılır ve hasta biyopsiden sonra evine gönderilir. Biyopside alınan parça ise patolojiye gönderilir. 3-4 gün sonra patoloji sonuçları çıkar ve hasta sonuçları almaya gelir. Eğer sonuçlar çıkmadan hasta gelirse, sonuçları almak için sonraki gün yeniden gelir. Meme cerrahı sonuçları değerlendirip MR'ın gerekli olup olmadığına karar verir. MR teknisyen tarafından çekilen bir görüntüleme sistemidir. MR sonuçları hastaya 1 gün sonra verilir. MR sonrasında veya patoloji sonuçlarına bakılarak hastaya ameliyat kararı verilebilir veya hasta izlenmek üzere taburcu edilir.

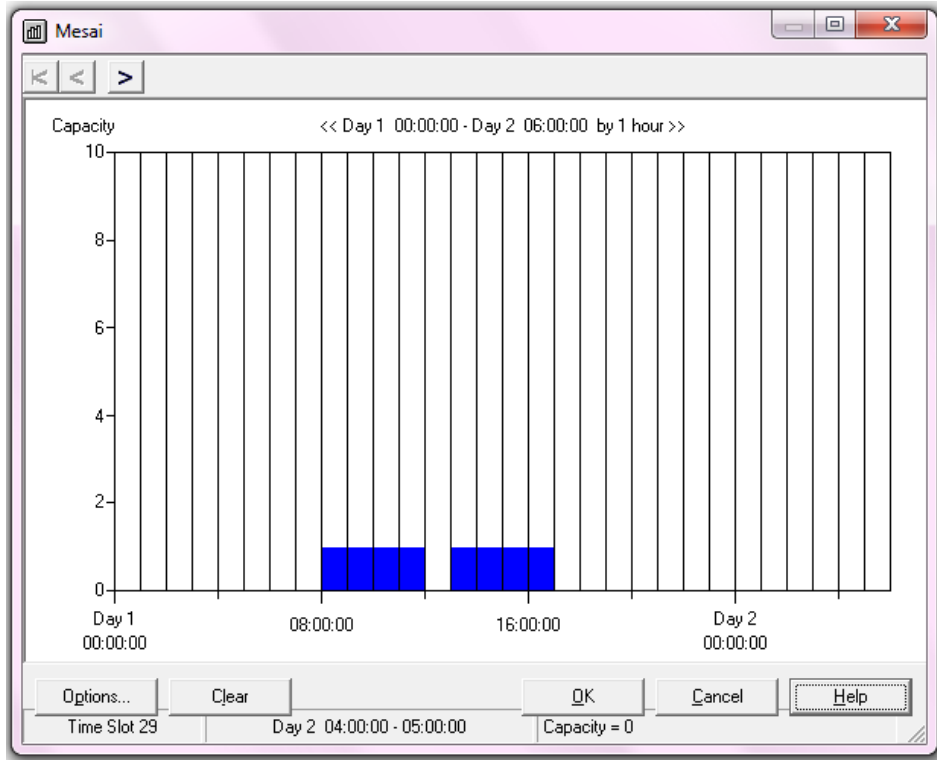
Model çalıştırılarak kuyruklar ve hastaların belirli yerlerde geçirdikleri süreler belirlenmiştir. Sistem iyileştirmesi için ise birden fazla senaryo üretilmiştir.



## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Veri Analizi ve Simülasyon

Veri toplama işlemi 10.03.2014 ile 08.04.2014 arasındaki 30 günlük süreyi kapsamaktadır. Hastanenin çalışma saatleri her gün 08:00 – 17:00 saatleri arasındadır. Ancak hasta kayıt işlemleri 16:50'den sonra yapılmamaktadır. 12:00 ile 12:59 saatleri arası hastane öğlen tatilindedir ve ameliyathane dışındaki birimler hizmet vermemektedir. Bir hasta saat 17:00'da doktorun odasındaysa hizmetini alır ve odadan öyle ayrılır yani doktorun odasında hasta var ise doktor mesaiye kalır. Şekil 4.1'de Arena programında mesai saatlerinin nasıl oluşturulduğu gösterilmektedir.



Şekil 4.1 : Mesai saatlerinin belirlenmesi.

Cerrahlara gelen hasta gelişleri her gün 1'er saat aralıklarla kayıt edilmiştir. Çizelge 4.1'de hasta gelişlerinin bir örneği olarak 18.03.2014 tarihi seçilmiştir, diğer tarihler için de aynı tablolar Ek A kısmında verilmiştir.

**Çizelge 4.1** : 18.03.2014 tarihindeki hasta gelişleri.

18.03.2014
4
6
6
2
0
6
7
8
4

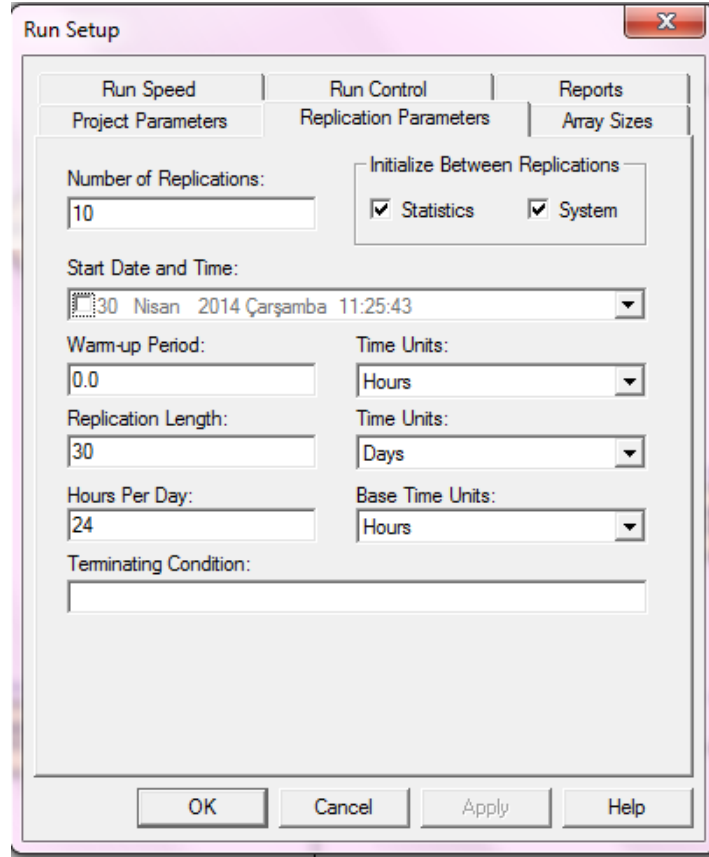
Elde edilen tüm verilerin dağılımı ExcelEasyFit eklentisi kullanılarak belirlenmiştir. Buna göre Çizelge 4.1'deki verilerin dağılımı Poisson dağılımına ( $\lambda=40$  hasta/gün) uymaktadır. ExcelEasyFit ile dağılım belirlendikten sonra istatistiksel olarak uygunluğu test edilerek en çok Poisson dağılımına uyduğu görülmektedir (Şekil 4.2).

#	Distribution	Kolmogorov Smirnov		Anderson Darling	
		Statistic	Rank	Statistic	Rank
1	Binomial	0,25365	3	1,0297	1
2	D. Uniform	0,21212	2	4,5962	3
3	Geometric	0,57055	4	8,649	4
4	Logarithmic	0,73418	5	14,725	5
5	Poisson	0,18889	1	1,8233	2
6	Bernoulli	No fit (data max > 1)			
7	Hypergeometric	No fit			
8	Neg. Binomial	No fit			

**Şekil 4.2** : Uygunluk testleri.

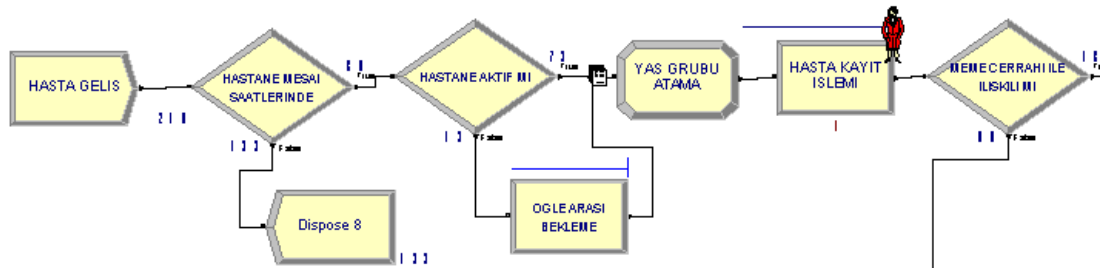
Hastanede 4 adet genel cerrah bulunmaktadır ve cerrahlara gelen hastaların %25'i meme cerrahisiyle ilgilidir. Meme cerrahına gelen hastaların %0,2'sine biyopsi yapılırken, %0,07'sine ise ameliyat yapılmaktadır.

Sistem 30 gün (replication length) boyunca, 10 defa (number of replications) çalıştırılmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 : Sistemi çalıştırma bilgileri.

Hastaların sistemdeki ilerleyişi görsel olarak da takip edilmektedir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 : Hastanın sistemde ilerleyişi.

Sistemdeki süreçlerden bazıları gözlemlenmiş bazıları için de uzman görüşüne başvurulmuştur. Uzman görüşüne başvuru değerler toplu olarak Çizelge 4.2’de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.2 : Hastanedeki süreçlerin dağılım tipleri.**

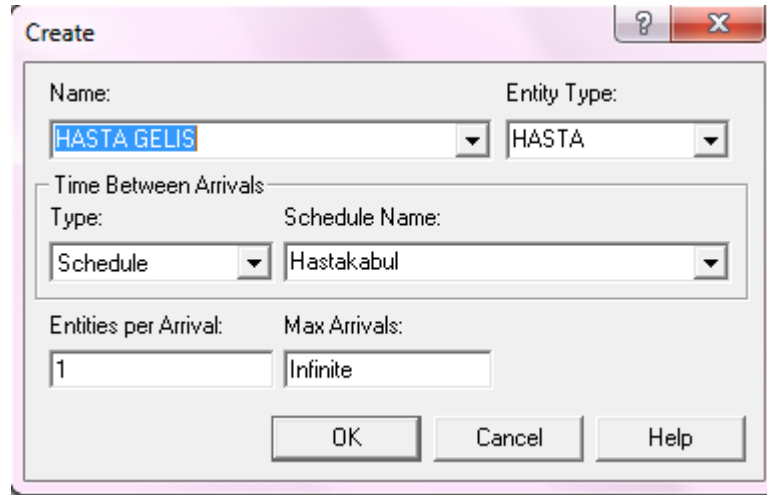
İşlem Türü	Kullanılan Kaynak	Dağılım Tipi	Dağılım Parametreleri
Hastane kayıt	Banko görevlisi	Sabit dağılım	2 (dk)
Fiziksel muayene	Meme cerrahı	Düzensün dağılım	15-20 (dk)
Radyoloji kayıt	Rady. banko görevlisi	Düzensün dağılım	2-3 (dk)
Fiziksel muayene	Radyolog	Sabit dağılım	1 (dk)
Meme ultrason	Radyolog	Düzensün dağılım	14-16 (dk)
Mamografi	Teknisyen	Düzensün dağılım	15-20 (dk)
Ultrason Raporlama	Radyolog	Düzensün dağılım	1,8-2,2 (dk)
Mamografi Raporlama	Radyolog	Düzensün dağılım	1,8-2,2 (dk)
Raporlama	Raportör	Sabit dağılım	4 (dk)
Konsültasyon	Meme cerrahı ve radyolog	Düzensün dağılım	5-8 (dk)
Biyopsi	Radyolog	Düzensün dağılım	20-25 (dk)
Meme MR	Teknisyen	Düzensün dağılım	20-30 (dk)
MR Yorumlama	Radyolog	Sabit dağılım	3 (dk)
MR Raporlama	Radyolog	Sabit dağılım	2 (dk)
Patoloji	Teknisyen ve patolog	Düzensün dağılım	3-4 (dk)
Sonuç değerlendirme	Meme cerrahı	Düzensün dağılım	4,8-5,2 (dk)
MR sonrası muayene	Meme cerrahı	Düzensün dağılım	4-6 (dk)
Ameliyat	Meme cerrahı	Düzensün dağılım	1-1,5 (sa)
Diğer işlemler	Meme cerrahı	Düzensün dağılım	20-25 (dk)
Meme cerrahı diğer konsültasyon	Meme cerrahı ve diğer doktor	Düzensün dağılım	5-8 (dk)
Radyoloji diğer kayıt	Rady. banko görevlisi	Düzensün dağılım	2-3 (dk)
Radyoloji diğer işlemler	Radyolog	Düzensün dağılım	5-8 (dk)
Radyoloji diğer konsültasyon	Radyolog ve diğer doktor	Sabit dağılım	10 (dk)
Radyoloji diğer ultrason	Radyolog	Düzensün dağılım	14-16 (dk)
Radyoloji diğer işlemler	Teknisyen	Düzensün dağılım	15-20 (dk)

Bir meme onkolojisinden bahsedildiğinde, kaynaklar meme cerrahı, radyolog, patolog, teknisyenler, hastaları kayıt eden banko çalışanları, ultrason, mamografi ve MR’dan oluşmaktadır. Çizelge 4.3’te hastanede bulunan bu kaynaklar sayıları ile gösterilmektedir.

**Çizelge 4.3 : Hastanedeki kaynak sayıları.**

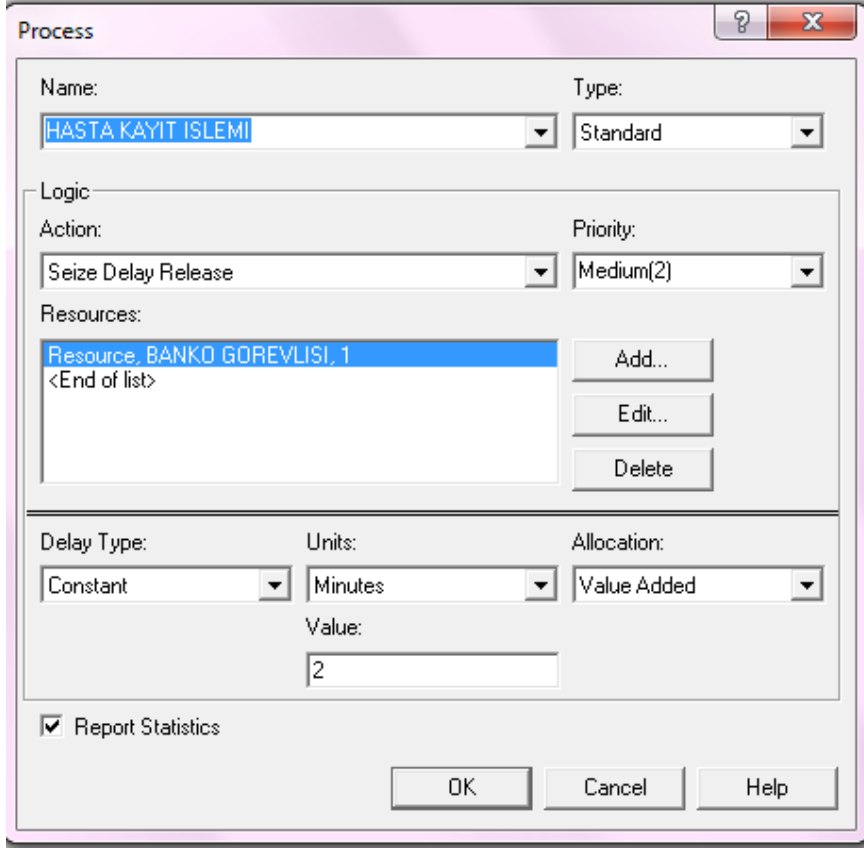
Kaynak Adı	Türü	Adet
Doktor	Cerrah	4
	Meme cerrahı	1
	Radyolog	3
	Patolog	3
Teknisyen	Radyoloji	7
	Patoloji	2
Banko görevlisi	Cerrah	1
	Radyoloji	4
	Ultrason	2
Cihazlar	Mamografi	1
	MR	1

Hastanedeki cerrahlara gelişlerin Poisson dağılımına uyduğu belirlenmiştir. Cerrahlara gelen meme hastaları da bu küme içinden alınan bir örneklem olduğu için bu hastaların geliş dağılımları da Poisson'a uymaktadır. Gelişlerin Poisson dağılımına uymasına ek olarak belirli saatler arasında gelişler olmaktadır. Bunun için de hasta gelişleri belirlenen çizelgeye (Şekil 3.4) göre yapılmaktadır. Geliş dağılımlarının Arena programında oluşturulmuş hali Şekil 4.5'te gösterilmektedir.



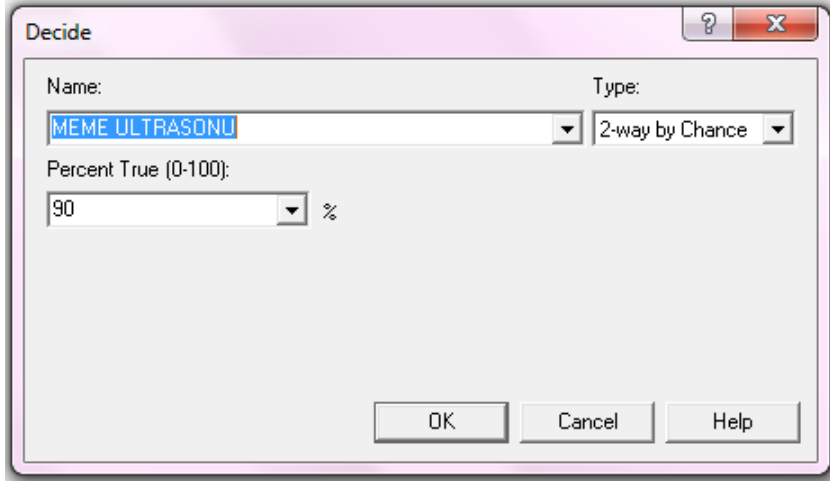
**Şekil 4.5 : Create modülü ile hasta gelişlerinin oluşturulması.**

Hasta kayıt işlemleri, standart bir değere sahip olup 2 dakika sürmektedir. Bu işlem process modülü ile yapılmaktadır (Şekil 4.6).



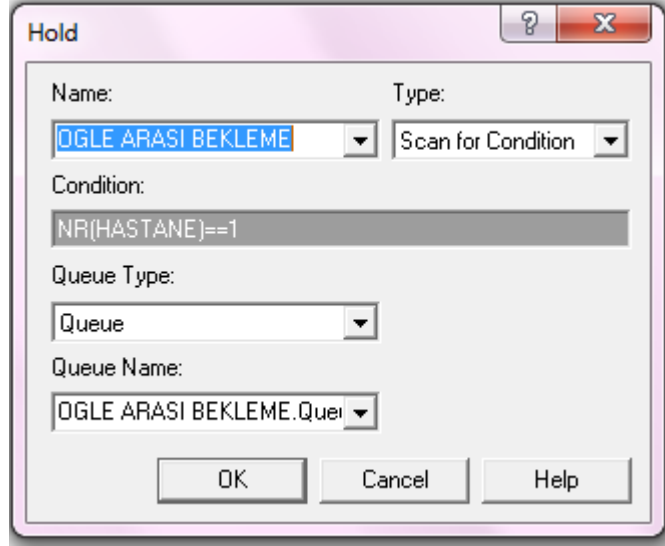
Şekil 4.6 : Process modülü ile hasta kayıt işlemi.

Karar verme süreci Decide modülü ile yapılır. Karar aşaması 2 veya çok seçenekli olabilir ve her birinin yüzdesi sisteme girilir (Şekil 4.7).



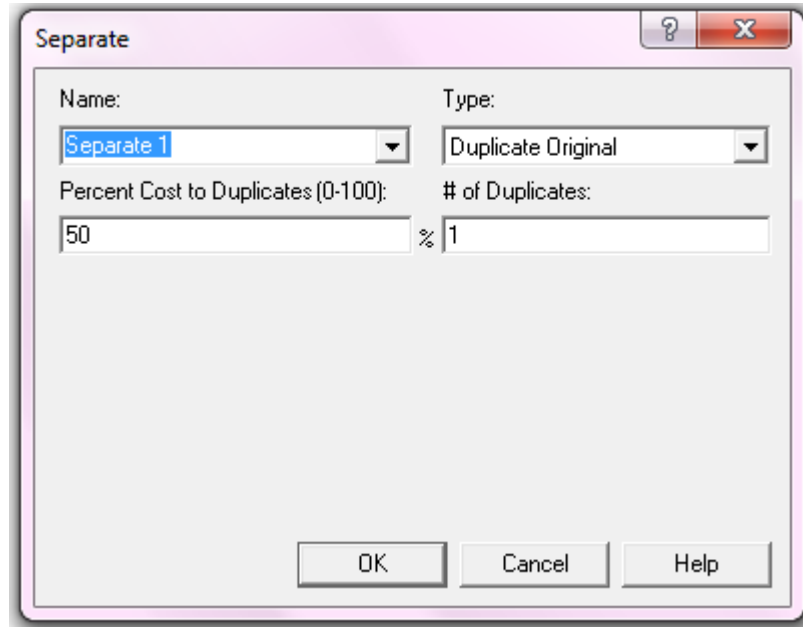
Şekil 4.7 : Decide modülü ile meme ultrasonu çektiren hasta yüzdesi.

Öğle arasında gelen hastaların geri gönderilmemesi için Hold modülü kullanılarak hastalar hastane çalışanına kadar bekletilir (Şekil 4.8).



**Şekil 4.8 :** Hold modülü ile hastaları öğle arasında bekletme.

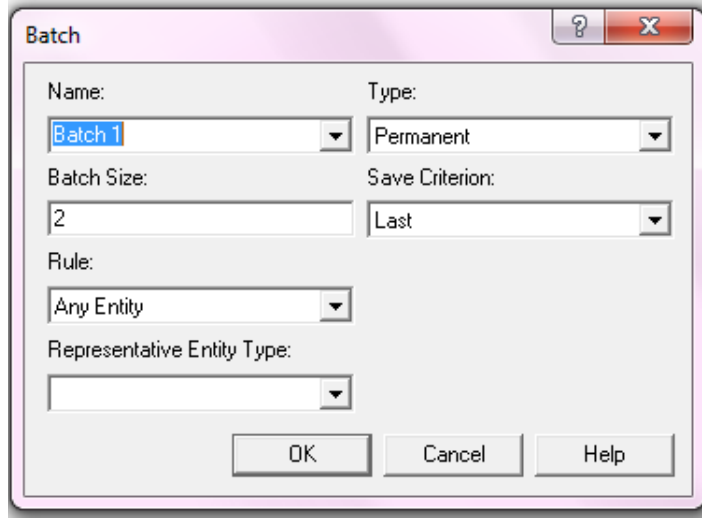
Çalışmada insan akışı incelenmektedir. Ancak kan örneklerinin alınması veya radyolojideki çekim sonuçlarının elde edilebilmesi için kişi akışının yanı sıra iş akışları da dikkate alınmaktadır. Bunun için orijinal olan kişi akışına paralel olarak iş akışı da eklenir ve aynı anda her ikisinin de olması sağlanır. Bunun için Separate modülü kullanılmaktadır (Şekil 4.9).



**Şekil 4.9 :** Separate modülü ile orijinal akışın kopyalanması.

Batch modülü herhangi iki varlığın eşleştirilmesinde kullanılır. Örneğin; sistemde batch modülü hastaların rapor sonuçlarının çıkması ve hastaların sonraki tarihte hastaneye gelmesini eşleştirir. Böylece hastalar hastaneye geldiklerinde sonuçları

çıkmadıysa eve dönerler, sonuçları çıktıysa sistemde sonraki adımdan devam ederler (Şekil 4.10).

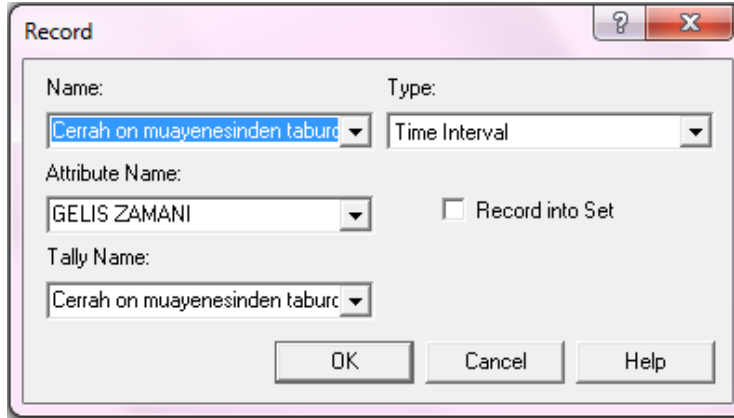


The screenshot shows a dialog box titled "Batch". It contains the following fields and options:

- Name: Batch 1 (dropdown)
- Type: Permanent (dropdown)
- Batch Size: 2 (text input)
- Save Criterion: Last (dropdown)
- Rule: Any Entity (dropdown)
- Representative Entity Type: (empty dropdown)
- Buttons: OK, Cancel, Help

Şekil 4.10 : Batch modülü ile eşleşme yapılması.

Record modülü ile istenilen modüller arasında geçen zamanların kayıtları tutulur (Şekil 4.11).

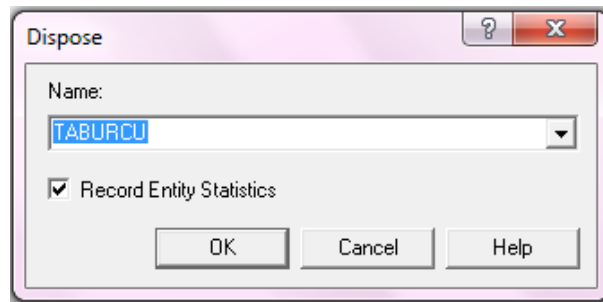


The screenshot shows a dialog box titled "Record". It contains the following fields and options:

- Name: Cerrah on muayenesinden taburc (dropdown)
- Type: Time Interval (dropdown)
- Attribute Name: GELİS ZAMANI (dropdown)
- Tally Name: Cerrah on muayenesinden taburc (dropdown)
- Record into Set:  (checkbox)
- Buttons: OK, Cancel, Help

Şekil 4.11 : Record modülü ile kayıt tutulması.

Sistemde işi biten hasta Dispose modülü ile sistemden çıkartılır (Şekil 4.12).



The screenshot shows a dialog box titled "Dispose". It contains the following fields and options:

- Name: TABURCU (dropdown)
- Record Entity Statistics:  (checkbox)
- Buttons: OK, Cancel, Help

Şekil 4.12 : Dispose modülü ile hastanın sistemden ayrılması.

Tüm veriler girildikten sonra sistem 30 gün için 10 defa çalıştırılmıştır. Sonuçlarda hem kuyruk uzunlukları, hem kuyruklarda bekleyen kişi sayısı elde edilir hem de ölçülmek istenen aralıklara belirli modüller (assign ve record) konularak bu aralıkların ölçümü yapılabilir. Bu çalışmada hastaneye gelen ve yalnızca cerrahın ön muayenesinden geçip taburcu olan hastaların ne kadar zaman harcadıkları, normal koşullarda 1 gün sonra alınan MR ve USG (ultrason) sonuçları için hastaların 1 güne ek olarak ne kadar süre bekledikleri, radyolojiye gelen ve sonuçlara bağlı olarak biyopsi yapılmadan hastaneden taburcu edilen hastaların bunun için ne kadar süre harcadıkları, biyopsi olduktan sonra ameliyat olmadan hastaneden taburcu olan hastanın geçirdiği zaman hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Tablodaki değerler saat cinsindedir. Burada 'Ortalama' değeri tekrarlamaların (replikasyon) ortalamasının ortalamasını ifade eder. 'Minimum Ortalama' değeri tüm tekrarlamalar içinde en küçük ortalamayı; 'Maksimum Ortalama' değeri tüm tekrarlamalar içinde en büyük ortalamayı ifade eder. 'Minimum Değer' değeri tüm tekrarlama genelinde gözlenen en küçük değeri; 'Maksimum Değer' değeri tüm tekrarlama genelinde gözlenen en büyük değeri ifade eder.

9 adet performans kriteri seçilmiştir. Bu kriterler; cerrah ön muayenesinden taburcu olan hasta, MR ve USG raporu ek bekleme süresi, radyolojiye gelip biyopsi yapılmadan taburcu edilen hasta, tüm muayene sonrası ameliyatsız taburcu edilen hasta, biyopsi işlemi, fiziksel muayene (cerrah fiziksel muayene), fiziksel muayene 2 (radyolog fiziksel muayene), cerrah ve radyolog konsültasyon ve meme cerrahı sonuç değerlendirmesidir.

Performans kriterleri, kısaca belirlenen sayılarla ifade edilecektir:

- 1: Cerrah ön muayenesinden taburcu olan hasta
- 2: MR ve USG raporu ek bekleme süresi
- 3: Radyolojiye gelip biyopsi yapılmadan taburcu edilen hasta
- 4: Tüm muayene sonrası ameliyatsız taburcu edilen hasta
- 5: Biyopsi işlemi

6: Fiziksel muayene (cerrah fiziksel muayene)

7: Fiziksel muayene 2 (radyolog fiziksel muayene)

8: Cerrah ve radyolog konsültasyon

9: Meme cerrahı sonuç değerlendirme

**Çizelge 4.4 : Mevcut durum performans ölçütleri.**

Performans Kriteri	Ortalama	Yarı Güven Genişliği	Min. Ortalama	Maks. Ortalama	Min. Değer	Maks. Değer
1	1,6477	0,37	0,878	2,3559	0,2857	20,8303
2	0,6633	0,48	0,00	6,5448	0,00	99,67
3	30,1598	1,93	27,5552	36,7841	24,617	141,41
4	123,71	3,71	117,91	136,01	102,16	190,53
5	0,2586	0,13	0,058917	0,7847	0,00	1,1547
6	1,2665	0,32	0,6822	1,9578	0,00	21,652
7	0,4132	0,45	0,0962	2,1778	0,00	20,654
8	4,1301	2,26	1,3412	11,0448	0,00	115,75
9	2,3552	0,75	0,8036	4,8262	0,00	8,4399

Çizelge 4.4'e göre sadece cerraha muayene olup, radyolojiye gitmesine gerek kalmadan taburcu olan hasta hastaneye geldikten ortalama olarak 1,6 saat sonra taburcu olmaktadır. Minimum bekleyen hasta hastaneye girişinden itibaren 0,28 saat yani 17 dakika sonra, maksimum bekleyen hasta ise 20,83 saat sonra taburcu olmaktadır. Ortalama olarak da en az 0,88 saat (53 dakika), en çok 2,4 saat ertelemeye hasta taburcu olmaktadır.

Normalde 1 gün sonra çıkan MR ve USG sonuçlarının gecikmeli olarak hastaya verilme süresi ortalama olarak 0,66 saattir (40 dakika). Raporun teslimi için en az erteleme süresi 0 saat iken en çok bekleme süresi 99 saattir (4 gün). Ortalama olarak da en az 0 saat, en çok 6,5 saat ertelemeye hasta raporunu almaktadır.

Radyolojiye gelen ancak biyopsi yapılmasına gerek olmayan hasta ortalama olarak hastaneye ilk girişinden itibaren 30,2 saat (1,3 gün) sonra taburcu edilmektedir. En az bekleyen hasta 24,6 saat beklerken en çok bekleyen hasta ise 141 saat (5,9 gün) beklemiştir. Ortalama olarak da en az 27,6 saat (1,2 gün), en çok 36,8 saat (1,5 gün) ertelemeye hasta taburcu olmaktadır.

Biyopsi yapıldıktan sonra ameliyat olmadan taburcu olan hastalar ortalama olarak 123,7 saat (5,1 gün) sonra taburcu olmaktadır. En kısa sürede taburcu olan hasta 102 saat (4 gün) sonra, en uzun sürede taburcu olan hasta ise 190 saat (7,9 gün) sonra taburcu olmaktadır. Ortalama olarak en az 118 saat (5 gün), en çok 136 saat (5,7 gün) sonra hasta taburcu olmaktadır.

#### 4.2 Sistemin İyileştirilmesi

Sistemin mevcut durumuyla ilgili model oluşturulduktan sonra çeşitli performans kriterlerinin iyileştirilmesi için farklı senaryolar önerilmektedir.

Senaryo 1:

16:50 olan son hasta kabul saati, 16:00 olarak değiştirilmiştir. Buna bağlı olarak birçok aralıkta ve kuyrukta önemli değişimler olmuştur. Bu değişiklikler Çizelge 4.5'te gösterilmektedir.

**Çizelge 4.5 : Senaryo 1 için performans ölçütleri.**

Performans Kriteri	Ortalama	Yarı Güven Genişliği	Min. Ortalama	Maks. Ortalama	Min. Değer	Maks. Değer
1	1,0362	0,25	0,6715	1,713	0,2887	5,2685
2	0,073736	0,03	0,00	0,7374	0,00	22,5634
3	27,814	1,00	26,723	31,2933	24,5312	65,4906
4	111,63	28,34	0,00	131,39	0,00	171,15
5	0,0926	0,01	0,00	1,3941	0,00	1,3187
6	0,7375	0,20	0,4268	1,3286	0,00	17,1997
7	0,4853	0,17	0,051657	3,1193	0,00	23,3505
8	2,4148	1,38	1,0239	7,3099	0,00	45,1529
9	1,7229	0,73	0,00	3,5286	0,00	13,315

Cerrah ön muayenesinde ortalamada önemli bir değişiklik olmamasına rağmen, en çok bekleyen hasta (20,8303 saat) bu senaryoda çok daha az beklemiştir (5,2685 saat). MR ve USG raporu için ek beklenen süre ise mevcut durumun %10'una düşmüştür. Tüm bu farklılıkların anlamlı olup olmadığının testi ANOVA ile yapılmıştır. Bu test ile %95 güven aralığında çalışılmıştır.  $p < 0,05$  değerleri karşılaştırılan iki senaryo arasında anlamlı fark olduğunun göstergesidir. Bunun için senaryolar ve mevcut durum arasında fark olan her kriter belirlenmektense,  $p < 0,05$  değerini veren yani istatistiksel olarak aralarında anlamlı fark olan kriterler belirlenecektir.

Çizelge 4.6'da Senaryo 1 ile mevcut durumun performans kriteri 1 açısından karşılaştırılması gösterilmektedir.

**Çizelge 4.6 :** Senaryo 1 ile mevcut durumun performans kriteri 1 açısından karşılaştırılması.

Anova: Tek Etken

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	16,4768541	1,64768541	0,27267871
S1	10	10,3622992	1,03622992	0,12467858

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	1,86938907	1	1,86938907	9,40910897	0,006635	4,413873419
Gruplar İçinde	3,57621571	18	0,198678651			
Toplam	5,44560479	19				

Buna göre Senaryo 1'deki performans kriteri 1 açısından olan azalma anlamlı ve sistemin iyileşmesine yöneliktir. Diğer ANOVA testleri Ekler bölümünde sunulmuştur. Senaryo 1'deki iyileştirmeler 1., 5., ve 6. kuyruklarda görülmektedir.

Senaryo 2:

Kaynak sayıları değiştirilerek hasta kuyruklarının bu durumdan nasıl etkilendiği belirlenmiştir. Radyolog sayısı 1 artırılarak 4 yapılmıştır, 7 olan teknisyen sayısı da 8 yapılmıştır. Sistemin yeni halindeki çıktılar Çizelge 4.7'de görülmektedir.

**Çizelge 4.7 :** Senaryo 2 için performans ölçütleri.

Performans Kriteri	Ortalama	Yarı Güven Genişliği	Min. Ortalama	Maks. Ortalama	Min. Değer	Maks. Değer
1	1,3769	0,26	0,6978	1,8382	0,2872	4,5641
2	0,044901	0,1	0,00	0,4490	0,00	20,6459
3	29,3702	0,71	28,4308	31,5178	24,6144	49,9598
4	126,34	6,03	119,36	142,70	101,29	167,81
5	0,1049	0,08	0,0052	0,2834	0,00	1,0468
6	1,0724	0,20	0,7194	1,5810	0,00	17,4101
7	0,4431	0,11	0,066	3,2570	0,00	23,4552
8	2,6619	1,03	1,3184	5,9390	0,00	26,4076
9	2,2395	1,32	0,587	6,0489	0,00	14,9968

Çizelge 4.7'ye göre 1., 2., 3., 5., 6., 8. ve 9. kuyruklarda iyileşmeler görülmektedir. Çünkü hastaların beklemedikleri süreler azalmıştır. Ancak ANOVA ile bu farkın anlamlılığı sınıandığında iyileşmenin yalnızca 5. kuyrukta olduğu görülmektedir.

Senaryo 3:

Kaynak sayısının artırılmasının kuyruklar üzerindeki etkisine bakılmıştır. Meme cerrahı sayısı 2'ye çıkarılmıştır.

Çizelge 4.8'e göre mevcut duruma göre 1., 2., 3., 4., 6., 8. ve 9. kuyruklarda azalmalar görülmektedir. Ancak hepsi istatistiksel olarak anlamlı değildir. Anlamlı iyileştirmeler 1., 3., 6., ve 8. kuyruklarda görülmektedir.

**Çizelge 4.8 :** Senaryo 3 için performans ölçütleri.

Performans Kriteri	Ortalama	Yarı Güven Genişliği	Min. Ortalama	Maks. Ortalama	Min. Değer	Maks. Değer
1	0,4497	0,04	0,3864	0,5862	0,2845	1,4689
2	0,0554	0,02	0,00	0,5440	0,00	20,0493
3	27,1822	1,06	26,0904	30,8431	24,5612	64,1288
4	121,42	4,76	110,11	135,27	100,90	168,1
5	0,4714	0,13	0,0000	3,7254	0,00	17,5754
6	0,104	0,03	0,5241	0,1833	0,00	1,3086
7	0,5756	0,20	0,03799	3,1114	0,00	21,0926
8	0,5806	0,12	0,07197	2,9914	0,00	41,2086
9	1,3718	1,17	0,1777	6,8685	0,00	13,737

Senaryo4:

Bu senaryoda da kaynak sayısı artırılarak, USG cihaz sayısının 1 tane artırıp 2'ye çıkartılarak, kuyrukların nasıl etkilendiğini incelemek üzere oluşturulmuştur.

Çizelge 4.9'a göre Senaryo 4'teki iyileştirmeler 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7. ve 8. kuyruklarda olmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı iyileştirilenler ise 5. ve 7. kuyruklardır.

**Çizelge 4.9** : Senaryo 4 için performans ölçütleri.

Performans Kriteri	Ortalama	Yarı Güven Genişliği	Min. Ortalama	Maks. Ortalama	Min. Değer	Maks. Değer
1	1,5172	0,38	0,9275	2,7761	0,2885	16,2941
2	0,0078	0,01	0,00	0,0624	0,00	3,6259
3	29,1389	0,69	27,7088	30,3119	24,6298	48,4838
4	123,3	3,24	118,73	132,63	113,24	141,8
5	0,2115	0,11	0,0128	1,4711	0,00	1,1209
6	1,1883	0,22	0,662	1,7054	0,00	17,1001
7	0,237	0,09	0,0684	0,4857	0,00	3,7925
8	2,975	0,68	1,7563	5,0214	0,00	26,1006
9	2,4081	0,78	0,7803	4,7417	0,00	13,7234

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Türkiye’de kanser oranının görülme sıklığı gün geçtikçe artmasına rağmen, kanser hastalarının daha az beklemesi ve süreçlerinin iyileştirilmesi için yapılan çalışmalar sınırlıdır. Özellikle hasta akış diyagramlarının oluşturulup modelin simüle edilmesine ve darboğazların belirlenip iyileştirmeler yapılmasına yönelik bir çalışma yoktur. Bu açıdan bu çalışma Türkiye’de ilk olma özelliğini taşımaktadır. Çalışmada İstanbul’daki bir vakıf hastanesinde bulunan meme merkezi hasta akış süreci incelenmiştir. Ayrıca sürecin iyileştirilmesi için çeşitli alternatif senaryolar üretilmiştir. Sürecin karmaşık olmasından dolayı model oluşturulurken çeşitli kabuller yapılmıştır. Çalışma meme merkezinde hasta akış diyagramlarının oluşturulmasına temel teşkil etmektedir.

Bu çalışmada mevcut durumda sistemde radyoloji doktorunda ve meme cerrahında iş yükü fazlalığı ve hasta yığılması görülmektedir. Bu yığılmaları azaltmak ve iyileştirmeler sağlamak için 4 farklı senaryo üretilmiştir. Bu senaryoların bir kısmı kaynak sayılarının değiştirilmesini içerirken, bir kısmı da hasta kabul saatlerinin değiştirilmesine yöneliktir. Ancak iyileştirmenin de yalnızca kuyruk uzunluğunu değiştirmek için değil de istatistiksel açıdan anlamlı olması da gerekmektedir. Bunun için de ANOVA anlamlılık testleri yapılmıştır.

İlk senaryoda 16:50 olan hasta kabul saati, 16:00 olarak değiştirilmiştir. Böylece hem doktorların yükünün azaltılması hem de hastaların hastaneye gelerek boş yere beklemeleri ve zaman kayıpları önlenmeye çalışılmıştır. Bu durumda aslında kanser şüphesi taşımayan, yanlışlıkla meme cerrahına gelmiş bir hasta cerrahın fiziksel muayenesinden sonra daha kısa sürede taburcu olmaktadır. Ayrıca radyolojik çekimleri olmuş (MR ve/veya USG) bir hastanın raporlarına bakılıp biyopsi yapılmasına daha kısa sürede karar verilir ve cerrahın fiziksel muayenesinde daha az zaman harcamış olur.

İkinci senaryoda ise radyolog ve radyoloji teknisyeni sayısı 1'er arttırılmıştır. Bu durumda ise yalnızca biyopsi işlemi olan hasta daha erken sürede, daha az bekleyerek biyopsi olmaktadır.

Üçüncü senaryoda meme cerrahının sayısının 2'ye çıkartılmasıyla birçok kuyrukta bekleyen hasta mevcut durumdan daha az sırada beklemiş olmaktadır. Aslında kanser şüphesi taşımayan, yanlışlıkla meme cerrahına gelmiş bir hasta cerrahın fiziksel muayenesinden sonra daha kısa sürede taburcu olmaktadır. Radyolojik çekimleri (MR ve/veya USG) yapıldıktan sonra biyopsi yapılmasına gerek olmayan hasta daha kısa sürede hastaneden taburcu olmakta, hiçbir tedavi almayacak olmasına rağmen boşuna beklememiş olacaktır. Ayrıca hem meme cerrahına daha kısa sürede muayene olacak hem de cerrah ve radyoloğun konsültasyonları için saatlerce, günlerce beklemeyecektir. Çünkü mevcut durumda radyolog boş iken meme cerrahı ya fiziksel muayenede ya da ameliyathanede olmaktadır, böylece hasta 5 dakikalık konsültasyon için, meme cerrahının sayısının yetersiz olmasından dolayı, meme cerrahını beklemektedir.

Dördüncü ve son senaryoda ise eklenen 1 USG cihazına karşılık, radyolog fiziksel muayenesini ve biyopsiyi daha kısa sürede yapacaktır.

Tüm bu senaryolar dikkate alındığında, hem meme cerrahının hem de radyoloğun bölümündeki iş yükünün azaltılması senaryo 3 ile mümkün olmaktadır.

Hem hastanede verilerin önceden kayıt altına alınmıyor olmasından hem de yapılabilecek iyileştirme senaryolarının sınırsız olmasından dolayı çalışma birçok konuda geliştirilmeye açıktır. Çalışmanın sonraki aşamalarında hastanedeki süreçle ilgili geliştirmeler, birden fazla kaynağın aynı anda iyileştirilmesi, öğle tatilinin kaldırılması gibi çalışmalar yapılabilir.

Bu çalışma yalnızca bahsi geçen hastanenin meme merkezi dikkate alınarak yapılmıştır, diğer kanser türleri için izlenen süreç farklılaştığından dolayı diğer kanser türlerinin süreçlerinde doğrudan kullanılamaz. Diğer kanser türlerinde veya diğer hastanelerin meme merkezleri için adapte edilerek kullanılabilir.

## KAYNAKLAR

- [1] **Aydın, Y.** (2009). *Stokastik Süreç Olarak Kuyruk Sistemleri Teorisi*. (yüksek lisans tezi)
- [2] **Acar, M.** (2005). *Kuyruk ve Randevu Sistemleri: Hastane Poliklinik Hizmetlerinde Bir Araştırma*. (yüksek lisans tezi)
- [3] **Bhat, N.** (2008). *System Element Models, An Introduction To Queueing Theory*, Boston.
- [4] **Sarıaslan, H.** (1986). *Sıra Bekleme Sistemlerinde Simülasyon Tekniği*. Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları.
- [5] **Sztrik, J.** (2010). *Queueing Theory and Its Applications: A Personal View*, in *Proceedings of the 8th International Conference on Applied Informatics* Eger, Hungary.
- [6] **Gross, D.** (2008). *Fundamentals of Queueing Theory*. 4th ed. Wiley series in probability and statistics. Hoboken, N.J.: Wiley. xiii, 500 p.
- [7] **Sundarapandian, V.** (2009). *Probability, Statistics and Queueing Theory*. New Delhi
- [8] **Mazzi, I.** (2011). *Computer Simulation and Arena Software*, in *Facoltà di Ingegneria*. Università degli Studi di Padova İtalya, Padova.
- [9] **Köksal, M.**, (1980). *Kuyruk Teorisi (Bekleme Hattı Teorisi)*. İ.Ü., İşletme Fakültesi Dergisi, **9**(1).
- [10] **Taha, H.A.** (2002). *Yöneylem Araştırması*. İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- [11] **Sezgin, A., Ada, E.** (1991). *İşletmeciler için Yöneylem Araştırması*. Türk Pazarlama Vakfı Eğitim ve Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- [12] **Sztrik, J.** (2001). *Finite-source Queueing Systems and Their Applications*. Formal Methods in Computing.
- [13] **Gupta, M.** (2003). *Constraints Management: Recent Advances and Practices*. International Journal of Production Research, **41**(4).
- [14] **Divya, V., Bagyalakshmi, S., Priya, S. ve Vivek, N.** (2013). *Application of Queueing Theory in Health Care: A Review of Literature*. The International Innovative Research Journal for Advanced Mathematics, **1**(1).
- [15] **Pendergast, J., Vogel, W.** (1988). *A Multistage Model of Hospital Bed Requirements*. Health Services Research, 1988. **23**(3).
- [16] **Nosek, R.A., Wilson, J.P.** (2001). *Queueing Theory and Customer Satisfaction: A Review of Terminology, Trends and Applications to Pharmacy Practice*. Hospital Pharmacy, **36**.

- [17] **Fomundam, H., Herrmann, J.** (2007). *A Survey of Queuing Theory Applications in Healthcare*, The Institute for Systems Research ABD.
- [18] **Hall, R.W.** (2006). *Patient Flow: Reducing Delay in Health Care Delivery*, ed. First. 2006, New York: Springer.
- [19] **Green, L.V.** (2006). *Patient Flow: Reducing Delay in Health Care Delivery*. New York: Springer.
- [20] **Bell, C., Allaen, D.** (1969). *Optimal Planning of an Emergency Ambulance Service*. Socio-Economic Planning Sciences 3.
- [21] **Burwell, T.H., Jarvis, J.P. ve Mcknew, M.A.** (1993). *Modelling Co-located Servers and Dispatch Ties in the Hypercubemodel*. Computers and Operations Research, **20**(2).
- [22] **Mendonca, F.C., Morabito, R.** (2001). *Analysing Emergency Medical Service Ambulance Deployment on a Brazilian Highway Using the Hypercube Model*. Journal of the Operational Research Society, **52**.
- [23] **Bruin, A.M., Koole, G.M. ve Visser, M.C.** (2005). *Bottleneck Analysis of Emergency Cardiac In-Patient Flow in a University Setting: An Application of Queuing Theory*. Clinical and Investigative Medicine, **28**.
- [24] **Bruin, A.M., Rossum, A.C., Visser, M.C. ve Koole G.M.** (2007). *Modelling The Emergency Cardiac In-Patient Flow: An Application of Queuing Theory*. Health Care Management Science, **10**.
- [25] **Cochran, J.K., Bharti, A.** (2006). *A Multi-Stage Stochastic Methodology for Whole Hospital Bed Planning Under Peak Loading*. International Journal of Industrial and Systems Engineering, **1**(1).
- [26] **Green, L.V.** (2002). *How Many Hospital Beds?* Inquiry, **39**(4).
- [27] **Green, L.V., Soares, J., Giglio, J.F. ve Green, R.A.** (2006). *Using Queuing Theory to Increase the Effectiveness of Emergency Department Provider Staffing*. Academic Emergency Medicine, **13**: p. 61-68.
- [28] **Vericourt, F.D., Jennings, O. B.** (2011) *Nurse staffing in medical units: a queueing perspective*. Operation Research, **59**(6): p. 1320–1331.
- [29] **Brethauer, K.M., Heese, H.S., Pun, H. ve Coe, E.** (2011). *Blocking in Healthcare Operations: A New Heuristic and an Application*. Production and Operations Management, **20**(3): p. 375–391.
- [30] **Bailey, N.T.J.** (1952). *A Study of Queues and Appointment Systems in Hospital Outpatient Departments, with Special Reference to Waiting-times*. Journal of the Royal Statistical Society: Series B, **14**(2): p. 185–199.
- [31] **Ho, C.J., Lau, H.S.** (1992). *Minimizing Total Cost in Scheduling Outpatient Appointments*. Management Science, **38**(12): p. 1750–1764.
- [32] **Solberg, L., Asplin, B., Weinick, B. ve Magid, D.** (2003). *Emergency Department Crowding: Consensus Development of Potential Measures*. Annals of Emergency Medicine, **42**(6): p. 824–834.
- [33] **Worthington, D.J.** (1991). *Hospital Waiting List Management Models*. Journal of the Operational Research Society, **42**(10): p. 833–843.

- [34] **McQuarrie, D.G.** (1983). *Hospital Utilisation Levels. The Application of Queueing Theory to a Controversial Medical Economic Problem*. Minnesota Medicine, **66**: p. 679–686.
- [35] **Siddharthan, K., Jones, W.J.** (1996). *A priority Queueing Model to Reduce Waiting Times in Emergency Care*. International Journal of Health Care Quality Assurance, **9**(5): p. 10–16.
- [36] **Young, J.P.** (1962). *Estimating Bed Requirements in a Queueing Theory Approach to the Control of Hospital Inpatient Census*, John Hopkins University: Baltimore. p. 98–108.
- [37] **Gültekin, M.** (2013). *Türkiye'de Kanser Kontrolü*, T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye Halk Sağlığı Kurumu.
- [38] **Boyle P.** (2008). *Dünya 2008 Kanser Raporu*, Dünya Sağlık Örgütü, Uluslararası Kanser Araştırmaları Kurumu: Lyon.
- [39] **Silva, I.S.** (1999). *Cancer Epidemiology: Principles and Methods*. World Health Organisation, International Agency for Research on Cancer: Lyon.
- [40] **Stewart, B.W., Wild, C.P.** (2014). *World 2014 Cancer Report*, International Agency for Research on Cancer: Lyon.
- [41] **Globocan 2012.** (2012). *Estimated Cancer Incidence, Mortality and Prevalence Worldwide in 2012*, International Agency for Research on Cancer Lyon.
- [42] **Andradóttir, S., Helay, K.J., Withers, D.H. ve Nelson, B.L.** (1997). *Introduction to Modeling and Simulation*. in *Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference*. Binghamton, New York, USA.
- [43] **Law, A.M., Kelton, W.D.** (1991). *Simulation Modeling and Analysis*. 2 ed. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- [44] **Seila, A.F., Ceric, V. ve Tadikamalla, P.R.** (2003). *Applied Simulation Modeling*. Belmont, CA: Thomson, Brooks/Cole.
- [45] **Cochran, J.K., Bharti, A.** (2006). *A Multi-Stage Stochastic Methodology for Whole Hospital Bed Planning Under Peak Loading*. International Journal of Industrial and Systems Engineering, **1**: p. 8-36.
- [46] **Vissers, J.M., Adan, I.J. ve Dellaert, N.P.** (2007). *Developing a Platform for Comparison of Hospital Admission Systems: An Illustration*. European Journal of Operational Research, **180**: p. 1290-1301.
- [47] **Santibáñez, P., Chow, V.S., French, J., Puterman, M.L. ve Tyldesley, S.** (2009). *Reducing Patient Wait Times and Improving Resource Utilization at British Columbia Cancer Agency's Ambulatory Care Unit Through Simulation*. Health Care Management Science, **12**(4): p. 392-407.
- [48] **Turkcan, A., Zeng, B. ve Lawley, M.** (2012). *Chemotherapy Operations Planning and Scheduling*. IIE Transactions on Healthcare Systems Engineering, **2**(1): p. 31-49.
- [49] **Sepúlveda J., Baesler F., Alvarez M. ve Cahoon L.** (1999). *The Use of Simulation for Process Improvement in a Cancer Treatment Center*, in *Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference*. Phoenix, USA. p. 1541-1548.

- [50] **Kapamara, T., Sheibani, K., Petrovic, D., Haas, O, ve Reeves, C.R.** (2007). *A Simulation of a Radiotherapy Treatment Systems: A Case Study of a Local cancer Centre.* in *Proceedings of ORP3 Conference.* Guimaraes Portugal.
- [51] **Woodall, J.C., Boswell, A., Murr, M., Denton, B.T. ve Gosselin, T.** (2003). *Improving Patient Access to Chemotherapy Treatment at Duke Cancer Institute.* *Interfaces*, **43**(5): p. 449-461.
- [52] **Brandner, J.R.** (2009). *Increasing Patient Flow and Resource Utilization in a Multidisciplinary Cancer Clinic.* University of Louisville: USA.
- [53] **Takus, D.A., Profozich, D.M.** (1997). *Arena® Software Tutorial.* in *Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference.* Sewickley, Pennsylvania, USA.
- [54] **Arena.** (2005). *Arena User's Guide.* Rockwell Automation: USA.
- [55] **Kelton, W.D., Sadowski, R.P. ve Sturrock, D.T.** (2007). *Simulation with Arena.* 4th ed. Boston: McGraw-Hill
- [56] **Oncomap.** (2014). DKG Krebsgesellschaft.

## **EKLER**

**EK A:** Saatlik Hasta Gelişleri

**EK B:** Sistem Modeli

**EK C:** ANOVA Çıktıları

**EK A****Çizelge A.1 : 1. hafta hasta gelişleri.**

Saat / Tarih	10.03.2014	11.03.2014	12.03.2014	13.03.2014	14.03.2014
08:00-08:59	8	5	4	6	6
09:00-09:59	2	4	4	6	5
10:00-10:59	6	8	5	4	6
11:00-11:59	8	6	7	3	8
12:00-12:59	0	0	0	0	0
13:00-13:59	6	4	7	5	4
14:00-14:59	5	4	6	6	6
15:00-15:59	6	1	4	7	6
16:00-16:59	2	3	5	4	0

**Çizelge A.2 : 2. hafta hasta gelişleri.**

Saat / Tarih	17.03.2014	18.03.2014	19.03.2014	20.03.2014	21.03.2014
08:00-08:59	8	4	2	6	6
09:00-09:59	6	6	2	4	6
10:00-10:59	4	6	8	8	5
11:00-11:59	6	2	6	4	3
12:00-12:59	0	0	0	0	0
13:00-13:59	6	6	5	4	6
14:00-14:59	8	7	2	5	4
15:00-15:59	4	8	6	0	4
16:00-16:59	0	4	2	6	3

**Çizelge A.3 : 3. hafta hasta gelişleri.**

Saat / Tarih	24.03.2014	25.03.2014	26.03.2014	27.03.2014	28.03.2014
08:00-08:59	8	6	6	4	3
09:00-09:59	5	4	6	4	6
10:00-10:59	6	6	4	6	1
11:00-11:59	4	7	6	6	4
12:00-12:59	0	0	0	0	0
13:00-13:59	6	6	6	8	5
14:00-14:59	3	7	6	5	6
15:00-15:59	6	5	4	6	5
16:00-16:59	0	2	4	2	5

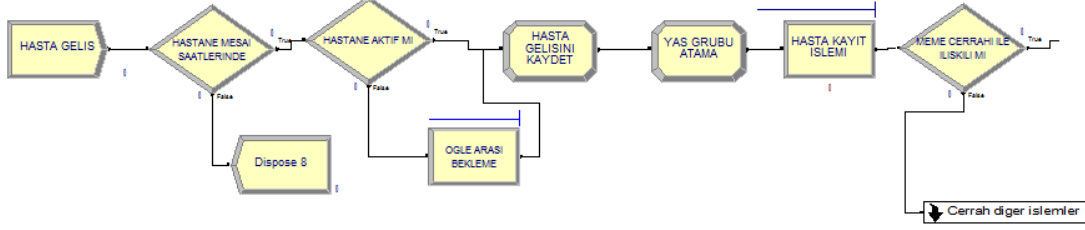
**Çizelge A.4 : 4. hafta hasta gelişleri.**

Saat / Tarih	31.03.2014	01.04.2014	02.04.2014	03.04.2014	04.04.2014
08:00-08:59	6	8	5	4	8
09:00-09:59	2	4	7	6	6
10:00-10:59	6	4	3	4	4
11:00-11:59	4	6	6	6	3
12:00-12:59	0	0	0	0	0
13:00-13:59	6	6	2	6	6
14:00-14:59	8	6	5	8	4
15:00-15:59	2	3	4	4	1
16:00-16:59	4	4	2	2	7

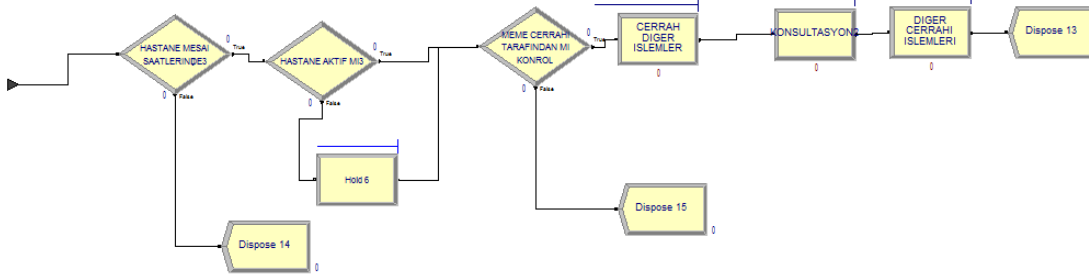
**Çizelge A.5 : 5. hafta hasta gelişleri.**

Saat / Tarih	07.04.2014	08.04.2014
08:00-08:59	5	8
09:00-09:59	7	4
10:00-10:59	6	6
11:00-11:59	7	7
12:00-12:59	0	0
13:00-13:59	4	6
14:00-14:59	6	8
15:00-15:59	4	4
16:00-16:59	6	1

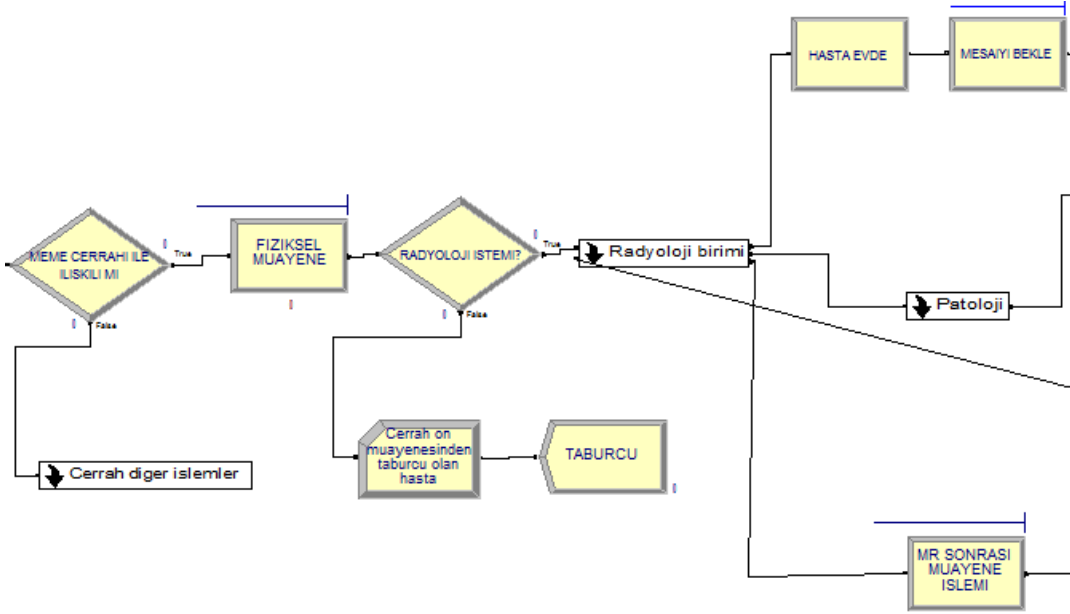
## EK B



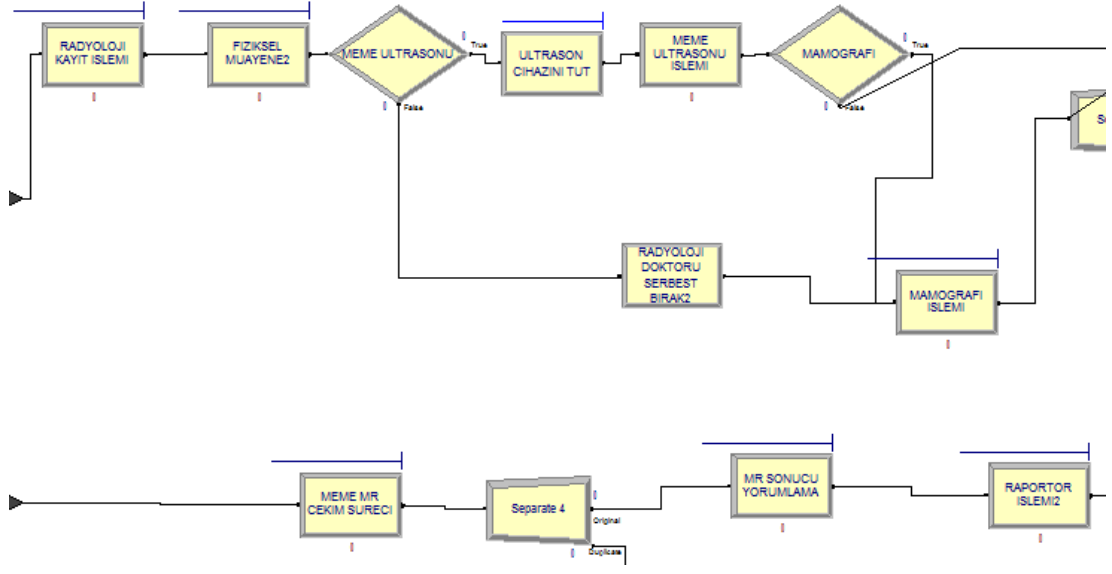
Şekil B.1 : Cerrahi hasta gelişi.



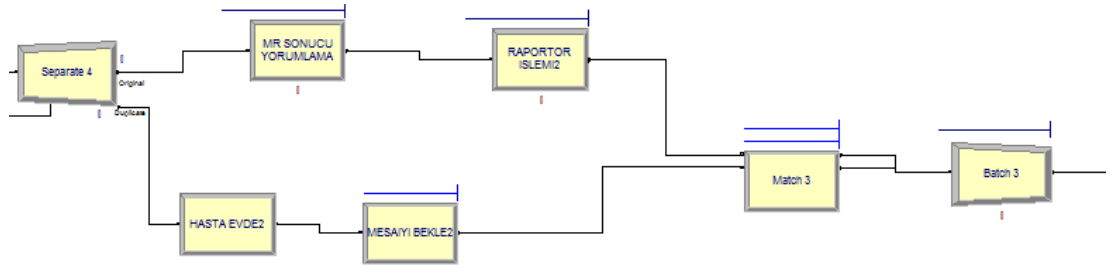
Şekil B.2 : Cerrahi diğer işlemler.



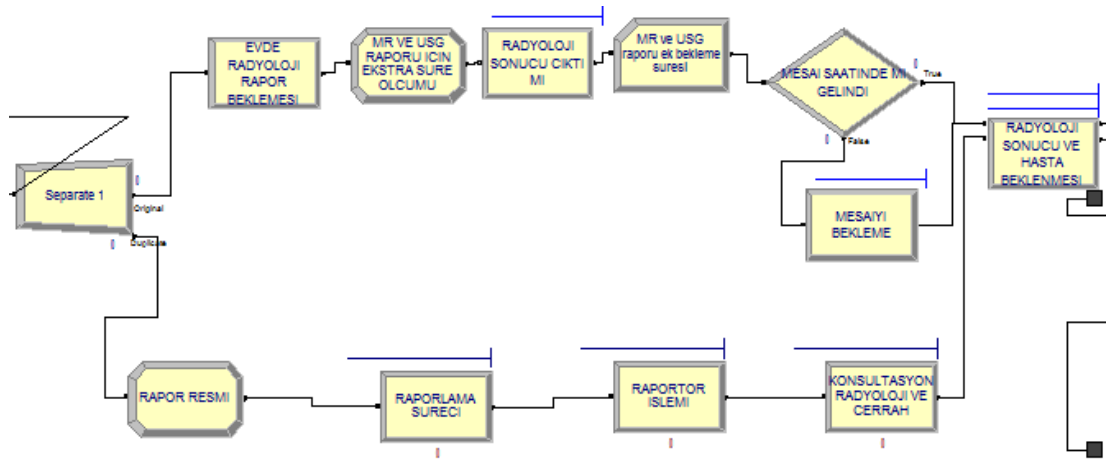
Şekil B.3 : Cerrah ve patoloji arası süreç.



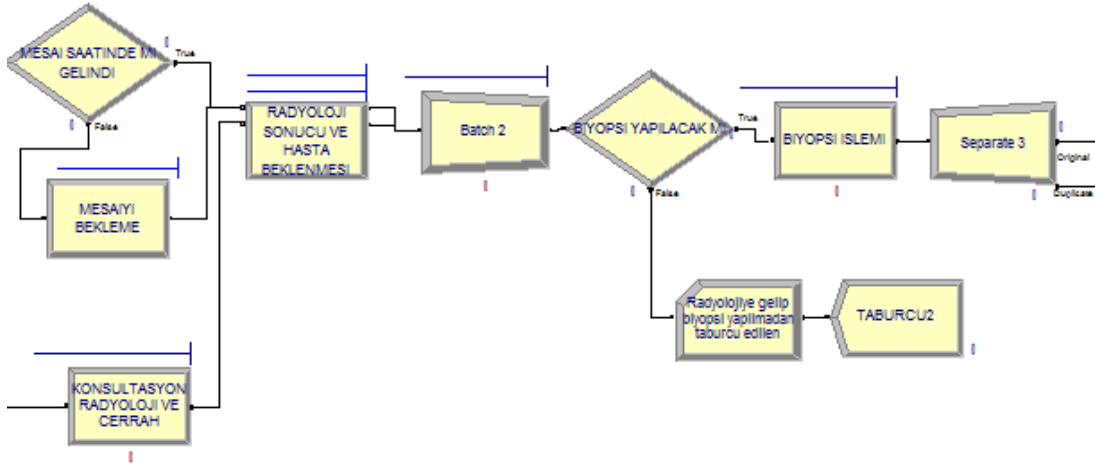
Şekil B.4 : Radyoloji süreci 1.



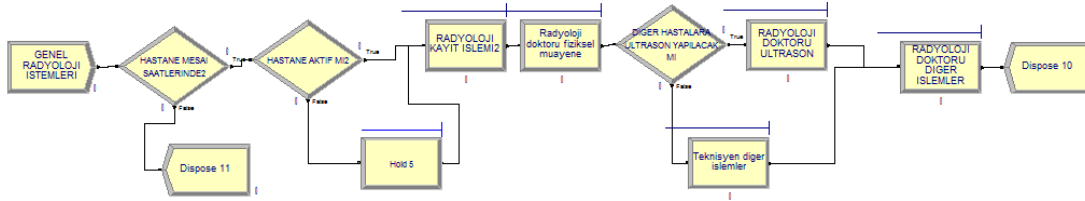
Şekil B.5 : Radyoloji süreci 2.



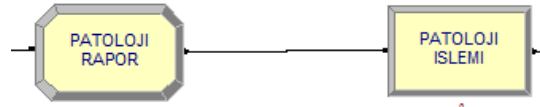
Şekil B.6 : Radyoloji süreci 3.



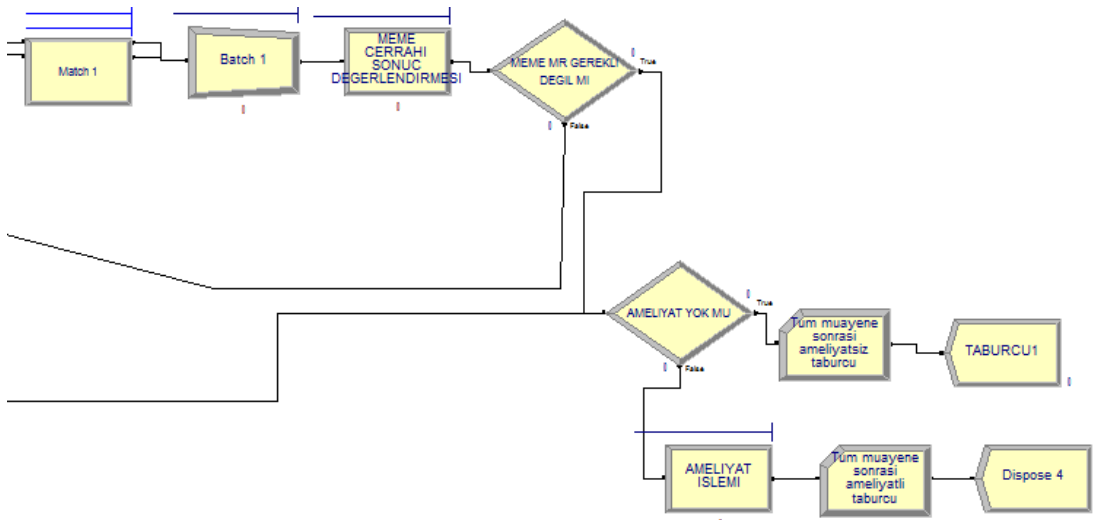
Şekil B.7 : Radyoloji süreci 4.



Şekil B.8 : Radyoloji diğer işlemler.



Şekil B.9 : Patoloji işlemleri.



Şekil B.10 : Patoloji sonrası süreç.

## EK C

### Mevcut Durum & Senaryo 1

**Çizelge C.1 :** Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 1 açısından karşılaştırılması.

#### ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	16,4768541	1,64768541	0,27267871
S1	10	10,3622992	1,03622992	0,12467858

#### ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	1,86938907	1	1,86938907	9,40910897	0,006635	4,413873419
Gruplar İçinde	3,57621571	18	0,198678651			
Toplam	5,44560479	19				

**Çizelge C.2 :** Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 2 açısından karşılaştırılması.

#### ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	6,63269280	0,66326928	4,27109835
S1	10	0,73736005	0,07373600	0,05436998

#### ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	1,737747414	1	1,737747414	0,803495611	0,38188	4,41387341
Gruplar İçinde	38,92921506	18	2,16273417			
Toplam	40,66696247	19				

**Çizelge C.3 :** Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 3 açısından karşılaştırılması.

#### ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	301,597749	30,1597749	7,24424608
S1	10	278,139896	27,8139896	1,94615834

#### ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	27,51354343	1	27,5135434	5,98744998	0,02490	4,413873419
Gruplar İçinde	82,71363982	18	4,595202212			
Toplam	110,2271833	19				

**Çizelge C.4 :** Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 4 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	1237,10228	123,710228	26,9352783
S1	10	1239,94986	123,994986	31,0480967

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	0,405437172	1	0,40543717	0,01398460	0,90717	4,413873419
Gruplar İçinde	521,8503763	18	28,99168757			
Toplam	522,2558135	19				

**Çizelge C.5 :** Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 5 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	46,784295	4,67842950	16,2758642
S1	10	0,9264321	0,09264321	0,01608669

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	105,147179	1	105,147179	12,90786844	0,002080471	4,413873419
Gruplar İçinde	146,627558	18	8,14597545			
Toplam	251,774737	19				

**Çizelge C.6 :** Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 6 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	11,860690	1,18606902	0,08910265
S1	10	7,3754693	0,73754693	0,08153465

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	1,005860302	1	1,00586030	11,7894530	0,00296268	4,413873419
Gruplar İçinde	1,535735831	18	0,085318657			
Toplam	2,541596133	19				

**Çizelge C.7 :** Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 7 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	22,0990402	2,20990402	0,06052042
S1	10	4,852614418	0,485261442	0,890218577

## ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	14,8719601	1	14,87196015	31,2850533	2,619E-05	4,41387341
Gruplar İçinde	8,55665098	18	0,475369499			
Toplam	23,4286111	19				

**Çizelge C.8 :** Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 8 açısından karşılaştırılması.

## ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	35,24768473	3,524768473	1,168711864
S1	10	24,14770227	2,414770227	3,711476114

## ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	6,16048053	1	6,16048053	2,52468985	0,1294868	4,41387341
Gruplar İçinde	43,9216918	18	2,44009398			
Toplam	50,0821723	19				

**Çizelge C.9 :** Mevcut durum ve senaryo 1'in performans ölçütü 9 açısından karşılaştırılması.

## ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	24,34600449	2,434600449	2,753491265
S1	10	14,6294843	1,46294843	1,218341885

## ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	4,7205382	1	4,72053823	2,37700731	0,14053019	4,41387341
Gruplar İçinde	35,746498	18	1,98591657			
Toplam	40,467036	19				

**Mevcut Durum & Senaryo 2**

**Çizelge C.10 :** Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 1 açısından karşılaştırılması.

## ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	16,47685413	1,647685413	0,272678718
S2	10	13,72468775	1,372468775	0,127423337

## ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	0,37872098		0,37872098	1,89312193	0,1857298	4,41387341
Gruplar İçinde	3,6009184	18	0,20005102			

Toplam 3,9796394 19

**Çizelge C.11 :** Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 2 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	6,632692806	0,663269281	4,271098355
S2	10	0,449009912	0,044900991	0,02016099

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	1,9118967	1	1,91189670	0,89106556	0,35768783	4,41387341
Gruplar İçinde	38,621334	18	2,14562967			

Toplam 40,533230 19

**Çizelge C.12 :** Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 3 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	301,5977492	30,15977492	7,244246081
S2	10	293,7020156	29,37020156	0,992892573

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	3,1171304	1	3,11713047	0,75684788	0,39577044	4,41387341
Gruplar İçinde	74,134247	18	4,11856932			

Toplam 77,251378 19

**Çizelge C.13 :** Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 4 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	1237,102281	123,7102281	26,93527835
S2	10	1263,413677	126,3413677	70,98612471

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	34,614478	1	34,6144785	0,70698493	0,41147744	4,41387341
Gruplar İçinde	881,29262	18	48,9607015			

Toplam 915,90710 19

**Çizelge C.14 :** Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 5 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	46,78429503	4,678429503	16,27586421

S2 10 1,049072364 0,104907236 0,011676954

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	104,58552	1	104,585529	12,8423963	0,00212311	4,41387341
Gruplar İçinde	146,58787	18	8,14377058			
Toplam	251,17340	19				

**Çizelge C.15 :** Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 6 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	11,86069024	1,186069024	0,089102656
S2	10	10,72423073	1,072423073	0,078501614

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	0,0645770	1	0,06457701	0,77058908	0,39160169	4,41387341
Gruplar İçinde	1,5084384	18	0,08380213			
Toplam	1,5730154	19				

**Çizelge C.16 :** Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 7 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	22,09904022	2,209904022	0,060520422
S2	10	4,431085143	0,443108514	0,982215511

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	15,60783	1	15,6078318	29,9363076	3,3861E-05	4,413873419
Gruplar İçinde	9,384623	18	0,52136796			
Toplam	24,99245	19				

**Çizelge C.17 :** Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 8 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	35,24768473	3,524768473	1,168711864
S2	10	26,6193599	2,66193599	2,059837098

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	3,7223994	1	3,72239946	2,30592722	0,14625018	4,41387341
Gruplar İçinde	29,056940	18	1,61427448			

Toplam 32,779340 19

**Çizelge C.18 :** Mevcut durum ve senaryo 2'nin performans ölçütü 9 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	24,34600449	2,434600449	2,753491265
S2	10	22,39480793	2,239480793	3,40581231

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	0,1903583	1	0,19035839	0,06181166	0,80646961	4,41387341
Gruplar İçinde	55,433732	18	3,07965178			

Toplam 55,624090 19

**Mevcut Durum & Senaryo 3**

**Çizelge C.19 :** Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 1 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	16,47685413	1,647685413	0,272678718
S3	10	4,497485894	0,449748589	0,003597769

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	7,1752631	1	7,17526316	51,9426262	1,0481E-06	4,41387341
Gruplar İçinde	2,4864883	18	0,13813824			

Toplam 9,6617515 19

**Çizelge C.20 :** Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 2 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	6,632692806	0,663269281	4,271098355
S3	10	0,554085092	0,055408509	0,029483892

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	1,8474735	1	1,84747358	0,85917370	0,36623255	4,41387341
Gruplar İçinde	38,705240	18	2,15029112			

Toplam 40,552713 19

**Çizelge C.21 :** Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 3 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	301,5977492	30,15977492	7,244246081
S3	10	271,8224147	27,18224147	2,180871289

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	44,328527	1	44,3285273	9,40646691	0,00664147	4,41387341
Gruplar İçinde	84,826056	18	4,71255868			
Toplam	129,15458	19				

**Çizelge C.22 :** Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 4 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	1237,102281	123,7102281	26,93527835
S3	10	1214,162194	121,4162194	44,2980979

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	26,312378	1	26,3123787	0,73876545	0,40135921	4,41387341
Gruplar İçinde	641,10038	18	35,6166881			
Toplam	667,4127	19				

**Çizelge C.23 :** Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 5 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	46,78429503	4,678429503	16,27586421
S3	10	4,713878218	0,471387822	1,316524319

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	88,495998	1	88,4959985	10,0607144	0,00527891	4,41387341
Gruplar İçinde	158,33149	18	8,79619426			
Toplam	246,82749	19				

**Çizelge C.24 :** Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 6 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	11,86069024	1,186069024	0,089102656
S3	10	1,040459013	0,104045901	0,001248909

## ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	5,8538701	1	5,85387019	129,579829	1,1742E-09	4,41387341
Gruplar İçinde	0,8131640	18	0,04517578			
Toplam	6,6670342	19				

**Çizelge C.25 :** Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 7 açısından karşılaştırılması.

## ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	22,09904022	2,209904022	0,060520422
S3	10	5,755742728	0,575574273	1,24578221

## ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	13,355168	1	13,3551686	20,4472812	0,00026396	4,41387341
Gruplar İçinde	11,756723	18	0,65315131			
Toplam	25,111892	19				

**Çizelge C.26 :** Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 8 açısından karşılaştırılması.

## ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	35,24768473	3,524768473	1,168711864
S3	10	5,806082648	0,580608265	1,012331648

## ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	43,340396	1	43,3403966	39,7428079	6,0811E-06	4,41387341
Gruplar İçinde	19,629391	18	1,09052175			
Toplam	62,969788	19				

**Çizelge C.27 :** Mevcut durum ve senaryo 3'ün performans ölçütü 9 açısından karşılaştırılması.

## ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	24,34600449	2,434600449	2,753491265
S3	10	13,71773987	1,371773987	4,697971785

## ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	5,6480004	1	5,64800044	1,51594402	0,2340796	4,4138734
Gruplar İçinde	67,063167	18	3,72573152			
Toplam	72,71116789	19				

#### Mevcut Durum & Senaryo 4

**Çizelge C.28 :** Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 1 açısından karşılaştırılması.

##### ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	16,47685413	1,647685413	0,272678718
S4	10	15,17184035	1,517184035	0,278541031

##### ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	0,08515304	1	0,08515304	0,30896225	0,58516129	4,4138734
Gruplar İçinde	4,96097774	18	0,27560987			
Toplam	5,04613079	19				

**Çizelge C.29 :** Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 2 açısından karşılaştırılması.

##### ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	6,63269280	0,663269281	4,271098355
S4	10	0,07800661	0,007800662	0,000392342

##### ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	2,1481955	1	2,14819555	1,00582944	0,32919665	4,41387341
Gruplar İçinde	38,443416	18	2,13574534			
Toplam	40,591611	19				

**Çizelge C.30 :** Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 3 açısından karşılaştırılması.

##### ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	301,5977492	30,15977492	7,244246081
S4	10	291,3891218	29,13891218	0,924798642

##### ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	5,2108036	1	5,210803686	1,275743704	0,27351987	4,4138734
Gruplar İçinde	73,521402	18	4,084522362			
Toplam	78,73220	19				

**Çizelge C.31 :** Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 4 açısından karşılaştırılması.

##### ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	1237,102281	123,7102281	26,93527835
S4	10	1232,964051	123,2964051	20,48119268

## ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	0,8562474	1	0,85624744	0,03611603	0,8514028	4,41387341
Gruplar İçinde	426,74823	18	23,7082355			
Toplam	427,60448	19				

**Çizelge C.32 :** Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 5 açısından karşılaştırılması.

## ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	46,78429503	4,678429503	16,27586421
S4	10	2,115363494	0,211536349	0,022091372

## ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	99,765672	1	99,7656722	12,2427223	0,00256263	4,41387341
Gruplar İçinde	146,68160	18	8,14897779			
Toplam	246,44727	19				

**Çizelge C.33 :** Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 6 açısından karşılaştırılması.

## ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	11,86069024	1,186069024	0,089102656
S4	10	11,88264359	1,188264359	0,094026889

## ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	2,409E-05	1	2,4097E-05	0,00026317	0,98723523	4,41387341
Gruplar İçinde	1,6481659	18	0,09156477			
Toplam	1,6481900	19				

**Çizelge C.34 :** Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 7 açısından karşılaştırılması.

## ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	22,09904022	2,209904022	0,060520422
S4	10	2,36985781	0,236985781	0,017532724

## ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	19,462031	1	19,4620319	498,686673	1,424E-14	4,41387341
Gruplar İçinde	0,7024783	18	0,03902657			
Toplam	20,1645102	19				
	5					

**Çizelge C.35 :** Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 8 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	35,24768473	3,524768473	1,168711864
S4	10	29,74985324	2,974985324	0,892544134

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	1,5113075	1	1,51130755	1,46639481	0,24157554	4,41387341
Gruplar İçinde	18,551303	18	1,03062799			
Toplam	20,062611	19				

**Çizelge C.36 :** Mevcut durum ve senaryo 4'ün performans ölçütü 9 açısından karşılaştırılması.

ÖZET

Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans
MD	10	24,34600449	2,434600449	2,753491265
S4	10	24,08118298	2,408118298	1,175936925

ANOVA

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	0,0035065	1	0,00350652	0,00178474	0,96676746	4,41387341
Gruplar İçinde	35,364853	18	1,96471409			
Toplam	35,368360	19				



## **ÖZGEÇMİŞ**

**Ad Soyad:** Duygu ARSOY İLİKAN  
**Doğum Yeri ve Tarihi:** İstanbul, 1986  
**Adres:** İstanbul  
**E-Posta:** duyguarsoy@yahoo.com  
**Lisans:** İTÜ Kimya Mühendisliği, İTÜ Çevre Mühendisliği  
**Mesleki Deneyim ve Ödüller:** TÜBİTAK Başarı Bursu,  
İTÜ Çevre Mühendisliği Bölüm Birinciliği