

**AMELİYATHANE SİSTEMLERİNDE
SIRA BAĞIMLI HAZIRLIK SÜRELİ
ÇİZELGELEME YAKLAŞIMI**

(Doktora Tezi)

Esra YILDIRIM

Kütahya - 2013

T.C.
DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İşletme Anabilim Dalı

Doktora Tezi

**AMELİYATHANE SİSTEMLERİNDE SIRA BAĞIMLI HAZIRLIK
SÜRELİ ÇİZELGELEME YAKLAŞIMI**

Danışman:
Prof. Dr. Nihat YÜZÜGÜLLÜ

Hazırlayan:
Esra YILDIRIM

Kütahya – 2013

Kabul ve Onay

Esra YILDIRIM'ın hazırladığı "Ameliyathane Sistemlerinde Sıra Bağımlı Hazırlık Süreli Çizelgeleme Yaklaşımı" başlıklı Doktora tez çalışması, jüri tarafından lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddelerine göre değerlendirilip oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

...../...../2013

Tez Jürisi	İmza	
	Kabul	Red
Prof. Dr. Nihat YÜZÜGÜLLÜ (Danışman)		
Prof. Dr. Hüseyin ERGİN		
Doç. Dr. Gülnur KEÇEK		
Yrd. Doç. Dr. Servet HASGÜL		
Yrd. Doç. Dr. Aydın KAYABAŞI		

Doç. Dr. Fatih ÇELEBİOĞLU

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

Yemin Metni

Doktora tezi olarak sunduğum ‘‘Ameliyathane Sistemlerinde Sıra Bağımlı Hazırlık Süreli izelgeleme Yaklaşımı’’ adlı çalışmamın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım kaynakların kaynakçada gösterilenlerden olduğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

...../...../2013

Esra YILDIRIM

Özgeçmiş

1982 yılında Kütahya'da doğdu. İlköğrenimini Lala Hüseyin Paşa İlköğretim Okulunda, lise öğrenimini ise Kütahya Lisesinde tamamladı. 2000 yılında Kütahya Yabancı Dil Ağırlıklı Lise'yi bitirdi. Lisans öğrenimini 2000-2004 yılları arasında Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği bölümünde yaptı. Yüksek Lisans öğrenimini 2005-2008 yılları arasında Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Pazarlama Anabilim Dalında tamamladı. 30 Aralık 2004 yılında Dumlupınar Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Bu görevi halen sürdürmektedir.

ÖZET

AMELİYATHANE SİSTEMLERİNDE SIRA BAĞIMLI HAZIRLIK SÜRELİ ÇİZELGELEME YAKLAŞIMI

YILDIRIM, Esra

Doktora Tezi, İşletme Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nihat YÜZÜGÜLLÜ

Şubat, 2013, 223 sayfa

Bir hizmet işletmesi olan hastanelerde, en yüksek kazanç ve maliyet birimlerinden biri ameliyathanelerdir. Hastane yönetiminin, en düşük maliyetle yüksek kalitede cerrahi bakım sağlanması baskısı altında olan ameliyathanelerde çizelgeleme sürecine ve önemli bir kaynak olan ameliyat odası kullanımına ilişkin yaygın uygulanan genel bir yapının olmaması çalışmanın çıkış noktasını oluşturmaktadır.

Belirsizlik ve değişkenliğin fazlaca yaşandığı ameliyathane ortamında, ameliyat odası kullanım oranının en büyüklenmesi, çalışma kapsamının amacını oluşturmaktadır. Ameliyat odasının kullanım etkinliği, gerçekleştirilen ameliyathanelerin planlanan tamamlanma zamanından erken ve geç tamamlanmasıyla ölçülmektedir. Tıp fakültesi hastanesi ameliyathanesinde çocuk cerrahisi ameliyat odası, tek makineli bir iş ortamı olarak düşünülmüş ameliyathanelerin çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Çizelgeleme probleminin gerçek sistemi daha iyi yansıtması açısından ameliyathaneler arasındaki sıraya bağımlı hazırlık süreleri ile ameliyat sürelerinin stokastik olarak ele alındığı çalışmada, ameliyathanelerin sıralanmasına ilişkin bir sıralama kuralı geliştirilmiştir. Geliştirilen modelin, karmaşık ve risk taşıyan ameliyathane ortamına uygunluğunun sınanması gerektiği düşüncesiyle benzetim yöntemi kullanılmış ve Promodel Benzetim programından faydalanılmıştır.

Tez kapsamında yapılan inceleme ve araştırmalar doğrultusunda önerilen modelin ameliyat odası kullanımı açısından gelişme sağladığı görülmektedir. Ameliyathanede farklı cerrahi birimlerde ve tüm ameliyathane ortamında kullanılacak modelin hem hasta, hem ameliyathane personeli hem de hastane – ameliyathane yöneticileri açısından memnuniyeti artıracakları düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çizelgeleme, Sıraya Bağlı Hazırlık Süreli Tek Makine Çizelgeleme Problemleri, Ameliyathane Çizelgelemesi, PROMODEL.

ABSTRACT**SCHEDULING WITH SEQUENCE DEPENDENT SETUP TIMES APPROACH
IN SURGERY SYSTEMS****YILDIRIM, Esra****Ph. D. Thesis, Department of Business Administration****Supervisor: Prof. Dr. Nihat YÜZÜGÜLLÜ****February, 2013, 223 pages**

Surgeries are one of the highest income and cost units in the hospitals which are the service business. The main problem motivating this paper is that there is not common structure related to usage of surgery rooms and the scheduling process in surgeries which are under the pressure of hospital management in terms of providing surgery care with the highest quality and the lowest cost.

The paper aims to maximize the utilization rate of surgery room in the surgeries under the uncertainties and variability environment. The efficiency of surgery room is measured with the difference between completion time and planned time of the surgeries. Pediatric surgery room in the medical faculty is regarded as the single machine business environment and the scheduling problem is examined. In this paper, we take the sequence dependent setup times between the surgeries and the surgery times as a stochastic process and we develop a sequencing rule for surgeries. We use a simulation method to test the suitability of the developed model to complex and risky surgery environment and benefit from Promodel Simulation Software.

The findings of the paper show that the developed model is useful for increasing the the utilization of surgery room efficiency. The model, which can be used in different surgery units and the all surgey environment, will increase the satisfaction of patients, personnel and surgery management in hospitals.

Keywords: Scheduling, Single Machine Scheduling Problems with Sequence Dependent Setup Times, Surgery Scheduling, PROMODEL.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇİZELGELEME VE SIRAYA BAĞIMLI HAZIRLIK SÜRELİ TEK MAKİNE ÇİZELGELEME PROBLEMLERİ

1.1. ÇİZELGELEME KAVRAMI VE ÇİZELGELEME PROBLEMLERİNİN YAPISI	6
1.1.1. Çizelgeleme Problemlerinin Sınıflandırılması	8
1.1.2. Çizelgeleme Problemlerinin Amaçları Ve Performans Ölçütleri	10
1.1.3. Çizelgeleme Problemlerinin Çözüm Yaklaşımları	12
1.1.3.1. Matematiksel Teknikler	13
1.1.3.2. Sezgisel Yaklaşımlar	15
1.1.3.3. Benzetim Yaklaşımı	22
1.2. SIRAYA BAĞIMLI HAZIRLIK SÜRELİ TEK MAKİNE ÇİZELGELEME PROBLEMLERİ.....	24
1.2.1. Problemin Tanımlanması	29
1.2.2. Problemin Matematiksel Modeli	29
1.3. ÇİZELGELEMENİN İŞLETMELERDEKİ YERİ VE ÖNEMİ	32

İKİNCİ BÖLÜM

AMELİYATHANELERDE YÖNETİM VE ÇİZELGELEME

2.1. BİR İŞLETME OLARAK HASTANELERDE AMELİYATHANE YÖNETİMİ.....	38
2.1.1. Ameliyathanelerde Karar Verme Aşamaları.....	39
2.1.1.1. Stratejik Karar Verme Ortamı	40

2.1.1.2. Taktik Karar Verme Ortamı	41
2.1.1.3. İşlemsel Karar Verme Ortamı	41
2.1.2. Ameliyathane Yönetiminde Kullanılan Performans Ölçütleri.....	45
2.1.3. Ameliyat Odası Kullanımı Ve Etkileyen Faktörler	50
2.1.3.1. Erken Tamamlanma-Geç Tamamlanma	53
2.1.3.2. Ameliyat Süreleri	55
2.1.3.3. Çevrim Süreleri	56
2.1.3.4. Acil Ameliyatlar	58
2.1.3.5. Geç Başlama.....	58
2.2. AMELİYAT SÜRECİNİN TANIMI.....	59
2.2.1. Hasta Açısından Ameliyat Süreci	63
2.2.2. Ameliyat Odası Açısından Ameliyat Süreci	64
2.3. AMELİYATHANELERDE ÇİZELGELEME	65
2.3.1. Acil Ameliyat Çizelgeleme.....	67
2.3.2. Elektif Ameliyat Çizelgeleme.....	71
2.3.2.1. Blok Çizelgeleme	74
2.3.2.2. Açık Çizelgeleme (Blok Olmayan Çizelgeleme).....	76
2.4. AMELİYATHANE ÇİZELGELEMESİNE İLİŞKİN YAPILMIŞ	
ÇALIŞMALAR	78

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TIP FAKÜLTESİ HASTANESİ ÇOCUK CERRAHİSİ AMELİYAT ODASI KULLANIM ETKİNLİĞİ - BENZETİM ÇALIŞMASI

3.1. ARAŞTIRMA HAKKINDA.....	97
3.1.1. Araştırma Problemi.....	97
3.1.2. Araştırmanın Amacı.....	99
3.1.3. Araştırmanın Önemi	100
3.1.4. Araştırmanın Konusu.....	100
3.1.5. Araştırmanın Kapsamı, Sınırlılıkları ve Varsayımları	102
3.1.6. Araştırmanın Kavramsal Modeli	103
3.1.7. Araştırmanın Verileri	104
3.1.8. Araştırmanın Yöntemi	105

3.1.9. Araştırmanın Planı	105
3.2. NİTEL ARAŞTIRMA SÜRECİ	106
3.2.1. Mevcut Sistemin İncelenmesi	106
3.2.2. Nitel Araştırma Kapsamında Benzetim Modeline İlişkin Veri Toplama Süreci.....	112
3.3. NİCEL ARAŞTIRMA SÜRECİ	118
3.3.1. Çocuk Cerrahisi Ameliyat Odasının Mevcut Durumunun Araştırılması ve Model İçin Verilerin Dönüştürülmesi	118
3.3.2. Modelleme Yaklaşımı ve Benzetim.....	126
3.3.2.1. Bir Benzetim Programı Olarak PROMODEL Yazılımının Temel Özellikleri.....	130
3.3.2.2. Çocuk Cerrahisi Ameliyat Süreci Benzetim Modeli.....	133
3.3.3. Yeni Modelin Oluşturulması	135
3.3.3.1. Modelin Varsayımları	137
3.3.3.2. Modelin Değişkenleri.....	137
3.3.3.3. Değişkenlerin Modele Aktarılması	138
3.3.4. Geliştirilen Sıralama Kuralı ve Algoritması	139
3.3.5. Modelin Çalıştırılması ve Elde Edilen Sonuçlar.....	144
3.3.6. Ameliyathane Çizelgelemede Kullanıcılara Yönelik Arayüz Oluşturma....	157
3.3.7. Mevcut Uygulama ve Önerilen Modelin Karşılaştırılması.....	160
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	166
EKLER.....	173
KAYNAKÇA	185
DİZİN	208

TABLOLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1.1: Çizelgeleme Problemlerinin Sınıflandırılması.....	10
Tablo 1.2: Sıralama Kuralları.....	21
Tablo 1.3: Çizelgeleme Problemlerinin Özellikleri ve İfadeleri.....	28
Tablo 2.1: Yedek Ameliyat Odası Kapasitesine Sahip Bir Ameliyathenede Çizelgeleme.....	70
Tablo 2.2: Ameliyat Odası Çizelgeleme Türleri.....	77
Tablo 2.3: Ameliyathane Çizelgelemesine İlişkin Yapılmış Çalışmalar.....	95
Tablo 3.1: Ameliyathane Bulunan Cerrahi Servisler ve Ameliyat odaları.....	107
Tablo 3.2: Ameliyat Odasında (14 numaralı ameliyat odası) Çocuk Cerrahisi Bölümüne Ayrılan Gün ve Blok Süreler.....	112
Tablo 3.3: Ameliyat Türlerine Göre Ameliyat Odasında Geçirilen Süre Dağılımları.....	113
Tablo 3.4: Ameliyathanedeki Temel Süre Tanımları.....	114
Tablo 3.5: Çocuk Cerrahisi Ameliyat Odasında Sürelere İlişkin Mevcut Durum.....	119
Tablo 3.6: Ameliyat Odasında Gerçekleştirilen Ameliyat Türlerine Göre Veriler ve Dağılımları.....	123
Tablo 3.7: Ameliyatların Hazırlık Sürelerine İlişkin Kruskal-Wallis Analizi Sonuçları	126
Tablo 3.8: Benzetim Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları.....	130
Tablo 3.9: Modele İlişkin Oluşturulan Senaryolar.....	146
Tablo 3.10: Günlük Ameliyat ve Hazırlık Sürelerine İlişkin Analiz Sonuçları.....	148
Tablo 3.11: Gerçekleştirilen Ameliyatların Erken/Geç Tamamlanma Durumları.....	149
Tablo 3.12: Planlanan – Tamamlanan Ameliyat Sayıları Analiz Sonuçları.....	150
Tablo 3.13: Çalışma Günlerine Ayrılan Blok Sürelere Göre Erken/Geç Tamamlanma Durumu Analiz Sonuçları (Senaryo = S).....	151

Tablo 3.14: Ameliyat Sıralamalarına İlişkin Diziler Testi Analiz Sonuçları.....	152
Tablo 3.15: Senaryo 1, Senaryo 2 ve Senaryo 3 İçin En Kısa Erken/Geç Tamamlanma Süresine Sahip Ameliyat Türleri Sıralaması	154
Tablo 3.16: Senaryo 4, Senaryo 5 ve Senaryo 6 İçin En Kısa Erken/Geç Tamamlanma Süresine Sahip Ameliyat Türleri Sıralaması	156
Tablo 3.17: Erken/Geç Tamamlanma Sürelerinin Karşılaştırılması	160
Tablo 3.18: Ameliyat Sayılarının Karşılaştırılması	161
Tablo 3.19: Ameliyat Odası Kullanım Oranlarının Karşılaştırılması	163
Tablo 3.20: Senaryoların Performans Göstergeleri ve Hedefler Açısından Karşılaştırılması	164

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Çizelgeleme Problemlerinde Kullanılan Çözüm Yaklaşımları	13
Şekil 1.2: Hazırlık Süreli Çizelgeleme Problemlerinin Sınıflandırılması	26
Şekil 1.3: Bir Üretim Sisteminde Bilgi Akış Diyagramı	34
Şekil 1.4: Bir Hizmet Sisteminde Bilgi Akış Diyagramı.....	36
Şekil 2.1: Ameliyathanede Hiyerarşik Karar Ortamları	42
Şekil 2.2: Bir Hastanenin Sağlık Bakımı Planlama ve Kontrol Yapısı	44
Şekil 2.3: Ameliyat Odasında Ameliyatların Erken Tamamlanma ve Geç Tamamlanma Durumları	54
Şekil 2.4: Ameliyathane Çalışanları Açısından Çevrim Süresi Çizelgesi	57
Şekil 2.5: Ameliyathane Tesis Kaynakları	60
Şekil 2.6: Hastanede Ameliyat Süreci ve Hasta Akışı.....	62
Şekil 2.7: Hasta Açısından Ameliyat Süreci.....	64
Şekil 2.8: Ameliyat Odası Açısından Ameliyat Süreci	65
Şekil 2.9: Hastaneye Gelen Acil Bir Ameliyatın Süreci.....	69
Şekil 2.10: Acil Ameliyatlar İçin Ayrılmış Rezerve Kapasiteyi ve Tamamlanma Zamanı Değişkenliğini İçeren Ameliyat Odası Çizelgesi.....	71
Şekil 2.11: Ameliyathane Çizelgeleme Süresi.....	73
Şekil 2.12: Ameliyathanelerde Çalışma Alanları ve Sınıflandırılması.....	79
Şekil 3.1: Araştırmanın Kavramsal Modeli	103
Şekil 3.2. Klinik, Yoğun Bakım ve Acil Servisten Gelen Hastaların Ameliyathane Süreci.....	110
Şekil 3.3: Ameliyathanedeki Tanımlı Süre Aralıkları	115
Şekil 3.4: Ameliyat Bilgi Formu	116
Şekil 3.5: Elde Edilen Verilerin Düzenlenmesi	117

Şekil 3.6: Statfit (Promodel) ve Input Analyzer (Arena) Editörleri ile Olasılık Dağılımlarının Belirlenmesi.....	121
Şekil 3.7: Benzetim Yönteminin Aşamaları	128
Şekil 3.8: Promodel Programı Temel Elemanları.....	131
Şekil 3.9: Çocuk Cerrahisi Ameliyat Süreci Temel Modeli	134
Şekil 3.10: Promodel Shift Editörü Ve Çocuk Cerrahisine Ayrılan Blok Süreler.....	135
Şekil 3.11: Benzetim Modeli ve Kullanılan Değişkenler	136
Şekil 3.12: Harici Dosyaların Promodelde Kullanılması	139
Şekil 3.13: Geliştirilen Ameliyat Sıralama Kuralı Akış Şeması	143
Şekil 3.14: Koşum Sayısının Belirlenmesi	145
Şekil 3.15: Çizelge Oluşturulacak Gün Verisinin Sisteme Girilmesi.....	158
Şekil 3.16: Ameliyat Türlerinin Veri Olarak Sisteme Girilmesi	158
Şekil 3.17: Ameliyatların Sıralama ve Erken/Geç Tamamlanmasına İlişkin Sistem Çıktısı	159
Şekil 3.18: Gerçekleştirilen Ameliyat Sayıları Mevcut Durum ve Önerilen Senaryo Değerleri.....	162
Şekil 3.19: Ameliyat Odası Kullanım Oranı Mevcut Durum ve Önerilen Senaryo Değerleri.....	164

TEZ METNİ

GİRİŞ

Günümüzde hızla gelişmekte olan hizmet sektörü, kaynaklarını artırmakta; ülke ekonomisi ve istihdamındaki payı gittikçe büyümektedir. Bu doğrultuda hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmeler de toplumda önemli bir yere sahip olmaktadır. Hizmet üretimi veya bir hizmetin yerine getirilmesi ile uğraşan ve günlük hayatta sıkça karşılaşılan taşıma şirketleri, oteller, restoranlar, banka ve sigorta şirketlerinin dışında en önemlilerinden bir diğeri, hastane gibi sağlık hizmeti sağlayan işletmelerdir.

Amaçlarına yönelik olarak işlevsel tanımı ile hastaneler; tedavi hizmetlerini gerçekleştirdikleri için tıbbi bir kuruluş, yönetimlerinde ekonomi kurallarının geçerli olması nedeni ile ekonomik bir işletme, doktorların ve diğer sağlık personelinin eğitimindeki rolleri nedeni ile bir araştırma kurumu ve mesleki bir örgüt, sosyal faydası dolayısıyla da sosyal bir kurum; hasta ve yaralıları metotlu bir biçimde tedavi eden, normal veya en iyi hale getiren, bunu başarmak için de çeşitli işletme ve iş idaresi tekniklerini kullanan karmaşık, modern bir örgüttür (Şahin, 1999).

Sağlık hizmetlerinin ülke bütçesinde önemli paya sahip olmasının yanında sosyal açıdan insan hayatıyla ilgili olması nedeniyle sağlık alanında hizmet veren hastaneler, toplumda önemli bir yeri olan işletmelerdir. Hastaneler, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından; gözlem, tanı, tedavi ve rehabilitasyon şeklinde gruplandırabilecek sağlık hizmetleri veren, hastaların uzun veya kısa süreli tedavi gördükleri yataklı kuruluşlar olarak tanımlanmaktadır.

Hastanelerde sıfır hata politikası çerçevesinde faaliyetlerin, eldeki olanaklar ile en iyi hizmeti verecek şekilde düzenlenmesi ve planlanmasıyla hastanın en kısa zamanda mümkün olan en iyi hizmeti alması hedeflenmelidir. Hizmet üretim süreci en karmaşık işletmelerden olan hastanelerde verilen hizmet ve kaynakların etkinliği, finansal durum ve yetişmiş personel ihtiyaçları, bilgi akışı vb. faktörler, hedeflenen amaçlara ulaşmada önemli rol oynamaktadırlar. Bir hastanede ekipman kaynakları ve en yüksek personel maliyetleriyle birlikte hastane bütçesinde büyük paya sahip birimlerden biri ameliyathanelerdir. Bu nedenle yüksek maliyete sahip, zor süreçler içeren ameliyathaneler, sağlık alanında yapılan önemli araştırma ve çalışma alanları arasında yer almaktadır.

Hastaya uygulanan operasyon için önemli, maliyeti yüksek araç ve uzmanlaşmış personel-ekip gerektiren bir hizmet ünitesi olan ameliyathaneler, cerrahi müdahalelerin yapıldığı alanlardır. Zaman zaman darboğazlara rastlanabilen ameliyathanelerde akış sürecinin en iyilenmesine yönelik çalışmalar ve iyileştirmeler, sağlık çalışanları-yöneticileri-idarecileri için özel ilgi alanı haline gelmiş; hastanede süreç ve kaynaklarının etkin kullanımı ve geliştirilmesi araştırma yapılan en önemli alanlardan biri olmaya başlamıştır.

Sonlu malzeme ve insan kaynağına sahip bir üretim sistemi olarak düşünülebilen ameliyathaneler, diğer hizmet alanlarına göre değişkenliğin ve belirsizliğin fazlaca yaşandığı birimlerdir. Bu belirsizlikler cerrah ve diğer çalışanların yanında hastaların üzerinde de olumsuz etkiler yaratmaktadır. Ayrıca yirmi dört saat çalışma prensibine göre tasarlanan ameliyathanelerde, çalışma saatleri içerisinde bile bu sürecin büyük bir kısmı atıl durumda olabilmektedir. Diğer taraftan ekip çalışması gerektiren, dikkat isteyen ve hassas bir iş olması nedeniyle personelin uzun saatler boyunca ve aşırı iş yükü ile çalışması da önemli ve ciddi problemler doğmasına sebep olabilmektedir. Dolayısıyla ameliyat odalarında çalışma saatlerine ilişkin, atıl süre ve fazla mesai durumlarının ayrı ayrı birer problem olduğu görülmektedir. Gerekli olan malzeme-makine kullanımına ilişkin karşılaşılabilecek darboğaz gibi önemli problemler de göz önüne alındığında ameliyathane faaliyetlerinin planlanması ve yönetilmesi için iyi bir ameliyathane çizelgelemesinin gerekli ve önemi olduğu; dikkatli ve iyi yapılması gerektiği görülmektedir.

Çizelgeleme, üretim ve hizmet sistemlerinde işletmelerin hedefleri doğrultusunda makine, malzeme taşıma donatıları, işletmenler, araçlar ve donanımlar gibi kısıtlı kaynakların görevlere tahsis edilmesi olarak tanımlanmaktadır (Pinedo, 2002:1). İşlerin verilen terminlerde teslim edilmesinin ve etkin kaynak kullanımının sağlanması, işlemler arasında en az düzeyde stok tutulması gibi amaçlar taşıyan çizelgeleme bir ameliyathane ortamı için ameliyatların ne zaman başlayıp ne zaman tamamlanacağı, hangi odada, hangi sırada ve hangi ekip tarafından gerçekleştirileceğinin planlanması olarak ifade edilebilir.

Ameliyathanelerde çizelgeleme, bir fabrikadaki yapılacak işlerin makinelere atanma problemine benzemektedir. Ameliyathaneler satın alma ve elde tutma maliyeti

çok yüksek olan makineler olarak düşünölmelidir. Bu kaynağın ziyan edilmeden en verimli şekilde boş bırakılmadan kullanılması gerekir. Ayrıca fabrikalarda işlenmeyi bekleyen bir fiziksel ürün veya makine parçası iken ameliyathanede ameliyat olmayı bekleyen hastalardır. Ameliyat için bekleyen bir hastanın yaşadığı stres nedeniyle sağlığının olumsuz olarak etkilenmesinin maliyetinin çok yüksek olduğu da göz önüne alınması gereken önemli bir etkidir (Özkarahan, 2002: 5).

Gerçek bir ameliyathane ortamında genelde deterministik yerine stokastik ve dinamik bir sistem yapısıyla karşılaşölmaktadır. Dolayısıyla yapılacak araştırma ve çalışmalarda sürelerin tanımlanmasında kullanılacak dağılımların ve tanımlanacak sürecin gerçek sistemi yansıtmaması, bunun yanında süreci etkileyebilecek beklenmeyen durumların da dikkate alınması gerekir. Bu nedenle problemin gerçek ortamı veya sistemi en uygun şekilde yansıtmaması ve ifade etmesi için ayrıntılı olarak incelenmesine ve değerlendirilmesine ihtiyaç duyulur.

Bu çalışma kapsamında, sürelerin belirsizliğini dikkate alan çalışmaların az olduğu ameliyathane ortamı ve ameliyat süreci için çizelgelemede bir ameliyat sıralama problemi çalışılmıştır. Önemli konulardan biri ameliyat türlerine ilişkin sıraya bağımlı hazırlık sürelerinin dikkate alınmış olmasıdır. Pek çok çalışmada hazırlık süreleri incelenmemiş veya deterministik oldukları varsayılmıştır. Bazı çalışmalarda ise, hazırlık süreleri ameliyat sürelerine dahil edilmiştir. Bu doğrultuda çalışmada ameliyat türlerine ilişkin hazırlık süreleri ayrı olarak ele alınmakta; önce ve sonraki ameliyat türüne göre değişen sıraya bağımlı hazırlık süreleri olarak tanımlanmaktadır. Burada özellikle dikkat edilen konu ameliyat odasına ayrılan sürenin etkin kullanılması için ameliyatların planlanan tamamlanma zamanına en yakın zamanda tamamlanmalarını sağlayarak erken ve geç tamamlanma durumlarını en küçüklemeştir. Bu doğrultuda sağlık sistemleri ve özellikle ameliyathane ortamında bu tür problemler için genelleme yapılmak istenmektedir. Öncelikle ameliyat ve hazırlık süreleri ile birlikte ameliyat sürecinin mevcut durumu yansıtabilecek şekilde tanımlanması gerekmektedir. Bu ve buna benzer durumları konu edinen çalışma ve araştırmalar incelenerek uygulanabilir bir çözüm yaklaşımı araştırılmaktadır.

Geliştirilen ve önerilen yaklaşımın etkinliğini ve uygunluğunu incelemek için tıp fakültesi hastanesi ameliyathanesi Çocuk Cerrahisi ameliyat odasında elektif

ameliyatlara yönelik bir uygulama denemesi yapılmıştır. Mevcut sistemde, ameliyat odasına ayrılan sürenin etkin kullanılması amacını sağlayacak bir ameliyat sıralama çizelgelemesine ihtiyaç duyulduğu görülmüştür.

Çalışma kapsamında önerilen çözüm yaklaşımı üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama, gerçekleştirilen ameliyat türlerinin uzman görüşleri ile sınıflandırılması, bu ameliyat türlerine ilişkin ameliyat ve hazırlık sürelerinin tanımlanmasıdır. Bu tanımlanan süreler, sonraki aşama olan ameliyatların sıralanması süreci için girdi olarak kullanılmaktadır. Geçmiş verilerin analiz edilmesi ve literatürdeki çalışmaların incelenmesiyle birlikte süreler, uygun dağılımlar ile ifade edilmiştir. İkinci aşamada uygulama yerinde gözlem yoluyla incelenerek ameliyat süreci tanımlanmış, bu süreç cerrah ve diğer ameliyathane çalışanları ile incelenerek doğrulanmıştır. Son aşamada ameliyat ve hazırlık süreleri kısa olan ameliyatların önceliklendirildiği bir sıralama algoritması geliştirilmiştir. Çalışmada benzetim yöntemi kullanılmıştır. Geliştirilen ve önerilen yaklaşımların, insan hayatının söz konusu olduğu ameliyathane ortamında uygulanmasından önce bir model üzerinde çalıştırılması ve denenmesinin, karşılaşılabilecek tehlike ve riski azaltacağı düşünülmüştür.

Çizelgeleme ile özel bir alanı olan sıraya bağlı hazırlık sürelerini içeren tek makine çizelgeleme problemleri genel hatlarıyla çalışmanın birinci bölümünde anlatılmıştır. İkinci bölümde ameliyathane yönetimi anlatılmış, ameliyathanelerde çizelgeleme ile ilgili kavramlar ve yaklaşımlar ayrıntılı olarak incelenmiştir. Son beş yıl içinde yapılmış çalışmalar ve çözüm yaklaşımlarına bu bölümde yer verilmiştir. Çalışmanın son bölümünde tıp fakültesi ameliyathanesi çocuk cerrahisi bölümünde yapılan uygulama çalışması anlatılmıştır. Öncelikle ameliyat sürecinin genel yapısı ve karşılaşılan sorunlara değinildikten sonra çalışma kapsamında tanımlanan problem, oluşturulan model ve geliştirilen sıralama algoritması benzetim yöntemi yardımıyla değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçları ile önerilen veya ilerleyen çalışmalarda ele alınabilecek konular sonuç ve öneriler başlığı altında verilerek çalışma sonlandırılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇİZELGELEME VE SIRAYA BAĞIMLI HAZIRLIK SÜRELİ TEK MAKİNE ÇİZELGELEME PROBLEMLERİ

1.1. ÇİZELGELEME KAVRAMI VE ÇİZELGELEME PROBLEMLERİNİN YAPISI

Günümüzde gücü gittikçe daha çok hissedilen rekabet ortamı, üretim ve hizmet işletmelerini, varlıklarını devam ettirebilmek için kaynaklarını daha etkin kullanmaya, faaliyetlerini daha iyi planlamaya bunun için de etkin bir çizelge oluşturmaya zorlamaktadır. Pek çok farklı faaliyetin gerçekleştirildiği bölümlerden oluşan ve bu bölümlerde verilen her bir hizmetin insan hayatıyla ilgili olması sebebiyle ayrı önem taşıdığı sağlık bakım işletmelerinde de kaynakların etkin şekilde kullanılması, verilen hizmetin kaliteli ve uygun şekilde verilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda sağlık bakım işletmelerinin başarılı bir şekilde yönetilmesi açısından kaynak kullanımı, işlerin çizelgelenmesi ve bir program çerçevesinde gerçekleştirilmesi ayrı önem taşımaktadır.

Bir veya birden fazla amacı gerçekleştirmek için kaynakların işlere atanması ile ilgili olan çizelgeleme, üretim ve hizmet sistemlerinde firmanın amaç ve hedefleri doğrultusunda makine, malzeme taşıma donatıları, işletmenler, araçlar ve donanımlar gibi kısıtlı kaynakların görevlere tahsis edilmesini sağlayan önemli bir karar verme sürecidir (Pinedo, 2002:1; Pinedo, 2005: 3).

Çizelge, işlerin gerçekleştirilme zamanlarını tahmin etmeye çalışan somut bir plan olarak tanımlanır. Her şeyin yolunda gittiği durumda “belirli bir faaliyetin veya işin hangi sırada ve ne zaman gerçekleştirileceği”nin belirlenmesini sağlamaktadır. Bu planın oluşturulma süreci de çizelgeleme olarak ifade edilir. Sıralama ve çizelgeleme olmak üzere iki adımdan oluşan sürecin ilk adımında işlerin gerçekleştirilme sırasına veya bir sonraki işin nasıl seçileceğine karar verilir. İkinci adımda, her bir işin başlama ve tamamlanma zamanları ayrıntılı olarak planlanmaya çalışılır (Baker ve Trietsch,2009:2).

Çizelgeleme sürecinde her iş gerekli süre, başlayabileceği en erken zaman, tamamlanması gereken zaman ve ilgili kaynak bilgileri ile tanımlanır. Her kaynağın büyüklüğünün ve tipinin bilinmesi ile işlerin ne zaman gerçekleştirilebilecekleri belirlenir. Ayrıca kaynaklar ve işlere ait bilgiler çizelgeleme probleminin tanımlanmasını sağlamakta, sınırlarının belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

Çizelgeleme problemleri, m sayıda (M_1, M_2, \dots, M_m) makinede veya süreçte işlem göreceği olan n sayıda (I_1, I_2, \dots, I_n) iş veya faaliyetin her makine/süreçten bir kez

gececeğinin varsayıldığı atama ve sıralama problemleridir. İşlerin sistemli olarak düzgün bir sırada ve zamanda nasıl yapılacağı belirlenmesini amaçlayan çizelgeleme problemlerinde olası kısıtları sağlayabilecek bir çizelge oluşturulmaya çalışılır (French,1982:5).

Çizelgeleme problemlerinde, makinelerin veya iş istasyonunun kısıtlı kapasitesi ile işlerin makinelerdeki işlem sırası olarak ifade edilen teknolojik kısıt olmak üzere iki çeşit kısıt bulunmaktadır. Problemlerin çözümü bu kısıtların geçerli çözümü olup,

- İşlerin gerçekleştirilmesi için hangi kaynakların gerekli olduğu,
- İşlerin ne zaman gerçekleştirilmesi gerektiği

sorularına cevap aranmaktadır (Baker ve Trietsch,2009:4). Dolayısıyla çizelgeleme problemlerinde çözüm, bir veya birkaç performans ölçütünü eniyileyecek şekilde kısıtlı kaynakların zaman temelinde görevlere atanmasını kapsamaktadır.

Üretim ve hizmet işletmelerinde çizelgelemede karşılaşılan zor ve karmaşık problemler, amaç fonksiyonları ve işlerin özellikleri ile ilgili bir takım varsayımlar altında çözülmeye çalışılmaktadır. Bu varsayımlardan en önemlileri aşağıda belirtilmiştir (French, 1982: 8):

- Her işin belirli, birden çok işlemi olmasına rağmen aynı işe ait hiçbir iki işlem eş zamanlı olarak gerçekleştirilemez.
- Önceliğe izin verilmez. Bir makinede başlayan her işlem, başka bir işlem başlamadan önce bitmelidir.
- Her iş, her biri ayrı makinede olmak üzere n tane işlemden oluşur. Bir işin aynı makinede iki defa işlem görmesine izin verilmez. Her bir iş her makinede işlem görür, makineler atlanmaz.
- İş iptallerine izin verilmez. Başlayan her iş tamamlanmak zorundadır.
- İşlem süreleri çizelgeden bağımsızdır. İki ayrı varsayım düşünülmektedir. Birincisi sıra-bağımsız hazırlık süresi yani bir makinenin ayarlanması için harcanan hazırlık süresi işlem gören son işten bağımsızdır. İkincisi işlerin makineler arasındaki hareket süresi ihmal edilebilir.

- Süreç içi stoka izin verilir. İşler, sonraki makinede işlem görmek için bekleyebilirler.
- Her makine tipinden sadece bir tane bulunur. Bir iş sürecinde makine seçimine izin verilmez.
- Makineler boş kalabilir.
- Belirli bir anda bir makinede sadece bir işlem gerçekleştirilebilir.
- Makineler her zaman uygun ve çalışır durumdadır.
- Teknolojik kısıtlar önceden kesin olarak bilinir.
- Rassallık yoktur. İş sayısı, makine sayısı, işlem süreleri, hazır olma zamanları sabittir ve bilinir. Bir probleme ilişkin tanımlanması gereken diğer tüm sayısal değerler sabittir ve önceden bilinir.

Çizelgeleme problemlerinde kullanılan varsayımlar, problemlerinin daha kolay çözümlenmesine olanak sağlayabilmekte; araştırılan probleme göre bir veya bir kaç göz ardı edilebilmektedir.

1.1.1. Çizelgeleme Problemlerinin Sınıflandırılması

Çeşitli varsayım ve amaçlara sahip çizelgeleme problemleri literatürde farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. Çizelgeleme problemlerinin ifade edilmesinde kullanılan $\alpha / \beta / \gamma$ ile gösterilen üç parametreye göre yapılan sınıflandırma en genel sınıflandırmalardandır. α kaynak ortamını ifade ederken, β süreç özelliklerini ve kısıtlarını, γ ise amacı veya performans ölçütünü göstermektedir (Pinedo, 2002).

α ile tanımlanan kaynak veya üretim ortamları tek makineli, paralel makineli, akış tipi veya atölye tipi sistemler olabilmektedir:

Tek Makineli Çizelgeleme Problemleri: Diğer çizelgeleme problemleri ile karşılaştırıldığında daha az karmaşık olan tek makineli çizelgeleme problemleri pek çok üretim sisteminin karşılaştığı problemleri çözmek için başvurduğu modellerdir. Karşılaşılan karmaşık problemler tek makineli çizelgeleme modellerine indirgenerek çözülmeye çalışılır. Bunun nedeni tek makineli ortamlarda uygun çözümleri gerçekleştirmek ve uygulamak daha kolay olmaktadır. Tek makineli çizelgeleme

problemleri genelde, üretim süresinin, her makinede harcanan sürenin ve en büyük gecikmenin en küçüklenmesi gibi amaçlara sahip olmaktadır.

Paralel Makineli Çizelgeleme Problemleri: Genelde üretim ortamlarında, iş merkezlerinin her aşamasında özdeş veya özdeş olmayan paralel, birçok makine kullanılabilir. Bu tür sistemlerde, hangi ürünün hangi makinede ve hangi sırada işlem görmesinin uygun olacağı sorularına cevap aranmaya çalışılır. Paralel makineli çizelgeleme problemlerinde amaç fonksiyonu genelde, toplam tamamlanma zamanının ve üretim süresinin en küçüklenmesi olmaktadır.

Akış Tipi ve Atölye Tipi Çizelgeleme Problemleri: Tüm işlerin rotalarının aynı olduğu diğer bir ifadeyle işlerin aynı makineleri aynı sırada takip ettiği üretim ortamları akış tipine sahip üretim ortamları olarak tanımlanırlar. Montaj hatları, akış tipi sistemlerdir. Akış tipi sistemlerinin geliştirilmiş olarak ifade edilebilen atölye tipi üretim ortamlarında ise sisteme gelen, farklı rotalara sahip işler, alternatif makinelerden boş olanlarında veya boş yoksa makineler arasında kuyrukta beklemek suretiyle sürece alınırlar. Atölye tipi ve akış tipi üretimin çizelgelenmesinde amaç genelde, kısıtları (tesis maksimum kapasitesi, elverişli makine sayısı vb.) sağlayacak şekilde, süreç içi stok zamanını veya tüm işlerin birlikte tamamlanma zamanını en küçüklemektir (Akkaya ve Gökçen, 2006: 122).

Çizelgeleme problemlerinin parametrelerinden biri olarak süreç özelliklerini ve kısıtlarını tanımlayan alanı gösteren β , işler arasında sıra bağımlı hazırlık sürelerini, bir işin hazır olma zamanını, teknolojik kısıtları, sıralama disiplini, tıkanma durumunu, öncelik kısıtlarını ve benzer diğer durumları gösterebilmektedir.

γ parametresi de işletmenin amaçlarını ve performans ölçütlerini tanımlamaktadır. Özellikle en büyük tamamlanma zamanı, toplam ağırlıklı tamamlanma zamanı, toplam ağırlıklı gecikme, terminden en büyük sapma, ağırlıklı gecikmiş iş sayısı vb. ölçütler en küçüklenmek istenmektedir. Bu amaçların en küçüklenmesi genellikle makinelerin kullanım oranlarını artırmaktadır (Pinedo, 2002: 14; Lawler vd., 1989: 7).

Parametrelere göre sınıflandırılan çizelgeleme problemleri, yapısal olarak da deterministik ve stokastik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Problem parametrelerinin belirliliğini, işler ve sürelerin rassallığını temel alan bu sınıflandırmada işlem süreleri,

terminleri ve hazırlık süreleri gibi verilerin bilindiği problemler deterministik çizelgeleme problemleri olarak ifade edilmektedir. Parametrelerin kesin olarak bilinmediği ve çeşitli olasılık dağılımları ile tanımlandığı problemler ise stokastik problemlerdir. Bununla birlikte, çizelgelenecek işlerin sayısı ve gelişlerine göre problemler statik ve dinamik olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Çizelgelenecek işlerin sayısı belli ve sabit olan, aynı zamanda tüm işlerin aynı anda geldiği ve tüm iş merkezlerinin de buna hazır olduğu varsayımına dayanan çizelgeleme problemleri statik olarak tanımlanmaktadır. Dinamik çizelgeleme problemlerinde ise işlerin gelişleri rassaldır ve sıralama işler arasındaki önceliklere dayanır (French, 1982: 16; Eren ve Güner, 2002: 38).

Çizelgeleme problemlerine ilişkin farklı sınıflandırmalar bulunsa da en genel sınıflandırma Tablo 1.1’de özetlenmiştir (İşler vd., 2009: 228).

Tablo 1.1: Çizelgeleme Problemlerinin Sınıflandırılması

Problemin Yapısı	Makine Biçimi-Üretim Ortamı	Performans Ölçütleri -Amaçları	İş Özellikleri ve Kısıtları
<ul style="list-style-type: none"> • Deterministik • Stokastik 	<ul style="list-style-type: none"> • Tek Makineli • Paralel Makineli 	<ul style="list-style-type: none"> • Toplam Ağırlıklı Tamamlanma Zamanı • Ağırlıklı Gecikmiş İş Sayısı • Terminden En Büyük Sapma • En Büyük Tamamlanma Zamanı 	<ul style="list-style-type: none"> • Öncelik Kısıtları • Hazırlık Süreleri • Sıralama Disiplini
<ul style="list-style-type: none"> • Statik • Dinamik 	<ul style="list-style-type: none"> • Akış Tipi • Atölye Tipi 		<ul style="list-style-type: none"> vb.

1.1.2. Çizelgeleme Problemlerinin Amaçları Ve Performans Ölçütleri

Çizelgelemeye ilişkin literatür incelendiğinde bir çok kapsamlı, karmaşık ve birbiriyle çelişen çizelgeleme amaçlarına rastlanmaktadır. Bu amaçların birleştirildiği, genel işletme amaçlarından bir kaçısı olarak da tanımlanabilecek çizelgeleme amaçları üç grupta sınıflandırılmıştır (Ayhan, 2004: 18):

- Yüksek Kaynak Kullanımı

- İhtiyaçlara Hızlı Cevap Verme
- Termine Uyma.

Belirlenen amaçlarına göre çizelgeleme sürecinin değerlendirilmesi için sistemin performans ölçütlerinin olması gerekir. Çizelgeleme sürecinin çözümlenmesinden ve değerlendirilmesinden sonra farklı amaçlara göre bu ölçütlerin performansı, kullanılan çizelgeleme yaklaşımının da başarısının göstergesi olacaktır. Çizelgeleme performansının ölçülmesinde çok sayıda değişken kullanılabilir. Bu değişkenlerden en etkili olan ve yaygın olarak kullanılan performans ölçütleri; Üretim/hizmet süresi (Akış süresi), Tamamlanma zamanı, Erkenlik, Geçlik, Kullanım, Termin tarihi ve Maliyetlerdir. Bazı çalışmalarda bu değişkenlerin aynı zamanda çizelgelemenin amaçları olduğu belirtilmiştir. Pinedo (2005) çizelgelemenin amacını, termin tarihi, tamamlanma zamanı ve termininin bir fonksiyonu olarak tanımlamıştır.

Çizelgelemede, işletmenin ulaşmak istediği amaçlara, faaliyet gösterilen sektöre ve sahip olunan özelliklere göre belirlenen ve en yaygın kullanılan performans ölçütleri aşağıda belirtilmiştir.

Tamamlanma zamanı; son işin sistemi terk ettiği süre; *Üretim/hizmet süresi* ise bir işin sistemde geçirdiği süre olarak tanımlanır (French, 1982: 10). Çizelgeleme sistemleri her iki performans ölçütünün de en küçüklenmesini amaçlar. Tamamlanma zamanının en küçüklenmesi aynı zamanda üretim/hizmet süresinin en küçüklenmesini sağlayacağı için iki performans ölçütünün birbirine bağlı olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Termin, işlerin talep edildiği ve tamamlanılmasının istenildiği tarih olarak tanımlanabilir. *Erkenlik ve Geçlik* performans ölçütleriyle ilişkili olan termin performansında, erkenlik ve geçliğin en küçüklenmesi amaçlanır. En büyük gecikmeyi en küçüklemek çizelgenin en kötü performansının da en küçüklenmesi anlamına gelir. Bununla birlikte erkenlik veya işlerin erken tamamlanması da işletmeler tarafından tercih edilen bir durum değildir; yetersiz kullanım ve stok maliyetleri gibi istenmeyen durumlara neden olabilmektedir (Pinedo, 2005: 28-44).

Kullanım performansı, sahip olunan kapasitenin kullanılması ile ilgilidir. Erken-geç tamamlanma zamanlarıyla ilişkili olan kullanımın, çizelgeleme sisteminde en büyüklenmesi amaçlanır.

Hazırlık süreleri-maliyetleri; üretim veya hizmeti gerçekleştirmek için makine, proses veya tezgahlar üzerinde yapılan hazırlık faaliyetlerine harcanan süre ve katlanılan maliyetlerdir. Üretilen çıktı oranının en büyüklenmesi veya tamamlanma zamanının en küçüklenmesi, hazırlık sürelerinin en küçüklenmesiyle ilişkilidir. Maliyetle ilgili diğer performans ölçütleri *Süreç içi stok maliyetleri*, *Nihai ürün stok maliyetleri*, *Personel maliyetleri* ve *Ulaştırma maliyetleri* olup çizelgeleme sisteminde en küçüklenmeye çalışılırlar.

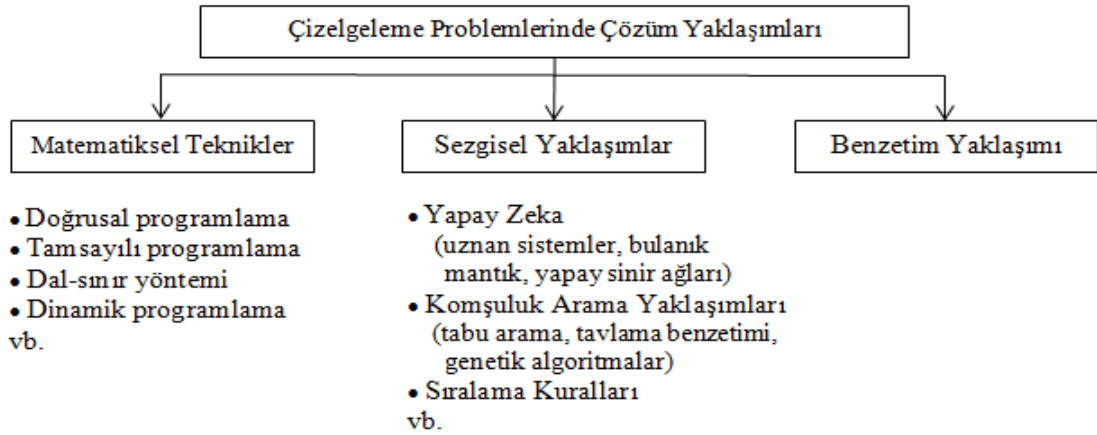
Hizmet üretimine yönelik çizelgelemede, amaçların daha kapsamlı ve karmaşık olduğu bu nedenle de hizmet sistemlerinin modellenmesinin daha zor olduğu düşünülmektedir. Çizelgelemeye yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu durum hizmet sektörüne göre üretim sektöründe yapılan çizelgeleme çalışmalarının çok daha fazla olmasının nedenlerinden biri olarak gösterilebilmektedir.

1.1.3. Çizelgeleme Problemlerinin Çözüm Yaklaşımları

Belirli bir zamanda kaynakların görevlere atanmasına yönelik karar verme süreci olarak tanımlanabilen çizelgeleme, bir veya birden fazla amacı en iyilemeyi hedeflemektedir. Üretim ve hizmet işletmelerinde farklı türde çizelgeleme problemleri ile karşılaşmaktadır. Gerçekleştirilecek işlerin doğru ve sistemli bir şekilde çizelgelenmesi için kullanılacak çözüm yaklaşımı, işlemsel verimlilik açısından kritik öneme sahip olup; işletmenin amaçları doğrultusunda kaynakların etkin kullanımı, müşteri ve çalışan memnuniyeti üzerinde etkili olmaktadır.

Çizelgeleme problemlerinde kullanılan çözüm yaklaşımları; Matematiksel Teknikler, Sezgisel Yaklaşımlar ve Benzetim Yaklaşımı olarak sınıflandırılabilir (Şekil 1.1).

Şekil 1.1: Çizelgeleme Problemlerinde Kullanılan Çözüm Yaklaşımları



1.1.3.1. Matematiksel Teknikler

Çizelgeleme problemlerinin matematiksel sembollerle ifade edilerek modellendiği matematiksel teknikler, tek boyutlu amaç fonksiyonuna sahiptirler; diğer bir deyişle işletmenin amaçlarının tek bir ölçütle açıklanabildiği modellerdir (Yüzügüllü, 1998: 31). Matematiksel teknikler, genelde en iyi çözümü bulabilen fakat büyük, karmaşık ve modellenmesi zor problemlerde çok kullanışlı olmamaktadırlar. En yaygın kullanılan matematiksel teknikler doğrusal programlama, Tamsayı programlama, Dal- Sınır Tekniği ve Dinamik programlamadır.

Doğrusal Programlama, amaç fonksiyonu ve kısıtların, karar değişkenlerinin doğrusal fonksiyonu olarak modellendiği en iyileme tekniğidir (Bakır ve Altunkaynak, 2003: 21). Çizelgeleme problemleri, en büyükleme veya en küçükleme amaç fonksiyonu içeren doğrusal programlama ile modellenip çözülebilmekte fakat büyük ve karmaşık problemlerin çözümünde yetersiz kalabilmektedir.

Tamsayı Programlama, Tüm değişkenlerin tamsayı ile sınırlandırıldığı doğrusal programlama modelidir. Değişkenlerin sadece bir kısmının tamsayı olduğu doğrusal model ise karma tamsayı programlama olarak tanımlanmaktadır (Brucker, 2004: 12). Çizelgeleme problemlerinde yaygın olarak kullanılan tamsayı programlamanın kolay modelleme olanağı sunmasına karşın, en iyi çözüm elde etmede çözüm algoritmalarının eksikliği sınırlı kullanıma sebep olmaktadır. Büyük ve karmaşık

modellerde en iyi çözüme ulaşmak çok fazla işlem yükü ve bilgisayar zamanı gerektirmektedir.

Dal Sınır Tekniği, çizelgeleme problemlerinde yaygın olarak kullanılan çözüm yöntemlerinden biri olup tüm olurlu çözümleri değerlendirerek en iyi çözüme ulaşmayı amaçlar (French, 1982: 106). Dal-sınır tekniği iki temel bileşenden oluşur: dallandırma ve sınırlama. Dallandırma, çözüm alanının bölümlere ayrılmasını ifade eder; çözüm alanının ayrılan her bölümü ayrı değerlendirilir. Sınırlama da çözüm alanının ayrılan bölümleri için alt sınır geliştirilmesi sürecidir. Eğer çözüm alanının bir bölümünde amacın alt sınırı, farklı bir bölümde bulunan tamsayı bir çözümden büyükse, önceki bölüm ihmal edilebilir (Pinedo ve Chao, 1999: 396). Dal sınır tekniğinde oluşturulan karar ağacındaki seviye sayısı çizelgeleme problemindeki iş sayısını gösterir. Ağacın kökü ilk işi temsil eder. En iyi çizelge ağaçtaki uygun pozisyonlara işler verilene kadar aşama aşama ilerler.

Sınırlama teknikleri yüzden daha az faaliyetli problemlerde kullanılabilen dal sınır yöntemi büyük problemleri çözememektedir (Kökçam ve Engin, 2010: 93).

Dinamik Programlama, çözümü zor olabilecek bir problemi daha küçük alt problemlere ayrıştırarak çözüme ulaşmayı sağlayan, birbiri ile ilişkili kararlar serisini çözüme kullanılan bir en iyileme tekniğidir. Birbirleriyle bağlantılı alt problemlere ayrılabilme özelliğinde olan problemlerde kullanılabilir. Dinamik programlama, mevcut sistemi birbiri ardına işlem gören bileşenlere ayırmakta ve ardışık iki işlem arasında fonksiyonel bir bağıntı kurulmasını sağlamaktadır. Bu bağıntılar yardımıyla, bir önceki problemde elde edilen sonuç bir sonraki adımın veya alt problemin girdisi olmakta ve çözümünde kullanılmaktadır. Böylece en iyileme adım adım gerçekleştirilmektedir. Her adımda bulunan çözüm, kendi başına problemin çözümü olmayıp, sadece en iyi çözümün bir parçasını belirleyen bilgiyi içermektedir (Durucasu, 2004: 116).

Çizelgeleme problemlerinde dinamik programların en yaygın kullanıldığı alan sıralama kararlarının verilmesinde; hangi işin ilk sırada hangi işin ikinci sırada gerçekleştirileceği kararlarıdır. Bununla birlikte çizelgeleme problemlerinde değişkenlerinin sayısı artarken problemleri çözmek için gereken işlemler de artmakta ve

bu özellik büyük boyutlu problemlerin çözümünde dinamik programlama yaklaşımının kullanımını kısıtlamaktadır (Eren ve Güner, 2002: 40).

1.1.3.2. Sezgisel Yaklaşımlar

Planlama ve çizelgeleme problemlerinin bir kısmı matematiksel tekniklerle formüle edilip etkin algoritmalar yardımıyla bilgisayar ortamında kısa sürede etkin olarak çözülebilmektedir. Bununla birlikte büyük, karmaşık ve zor problemler doğrusal programlama veya dinamik programlama gibi tekniklerle modellenebilse bile çözümü için çok büyük bilgisayar süresine ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu tür problemlerin çözümü için, tamamen matematiksel yaklaşımlara dayalı olmayan sezgisel yaklaşımlar kullanılmaktadır. Sezgisel yaklaşımlar, en iyi çözümü garanti etmeyen fakat en iyi çözümü olası bir uzaklıkla çevreleyen, en kısa sürede uygun veya yaklaşık çözümü veren sistemlerdir. Problem çözümlerinde kullanılan sezgisel yaklaşımlar yapay zeka, komşuluk arama yaklaşımları ve sıralama kuralları olmak üzere üç grupta sınıflandırılabilir.

Yapay Zeka; Karşılaşılan problemleri etkin şekilde çözmek ve ihtiyaçlara cevap vermek için geliştirilen; daha karmaşık ve zeki, kendi kendine karar alabilen yeni yöntem ve sistemlerden biri yapay zekadır.

İnsan aklının nasıl çalıştığını göstermeye çalışan bir kuram olarak ifade edilen yapay zeka, insan tarafından yapıldığında zeki olarak adlandırılan davranışların makine tarafından yapılmasıdır (Pirim, 2006: 87). İnsan zekasının bilgisayar aracılığıyla taklit edilmesini amaçlayan, insanlar gibi düşünen, değerlendiren, yorum yapan ve karar alabilen bir sistem olan yapay zeka, insan düşünme ve davranışlarını taklide yönelik olduğundan, nöroloji, psikoloji ve mühendislik gibi farklı disiplinleri içeren geniş bir alanı kapsamaktadır (Erkaymaz ve Yaşar, 2011: 1).

Geliştirilen başlıca Yapay Zeka Yöntemleri; uzman sistemler, bulanık mantık, yapay sinir ağları izleyen süreçte tanımlanmaktadır.

Uzman Sistemler, bir uzmanın görüşü veya tecrübesine dayanılarak oluşturulan kural tabanlı sistem olarak tanımlanabilmektedir. Oluşturulan bu kurallardan, insanın neden-sonuç ilişkisine bağlı kalarak bir sonuca ulaşılması gibi

mantıksal işlemler sonucunda bir çıkarım yapılmaktadır (Tektaş vd., 2002: 1). Özel bir alandaki uzmanın bilgisini gerektiren problemleri çözebilen ve bu bilgiyi belli bir formatta temsil edip, saklayabilen uzman Sistemler, Bilgiye Dayalı Sistemler (Knowledge Based Systems) olarak da isimlendirilirler. Muhakeme etme yani eldeki verilere göre en uygun durumu belirleme esasına göre çalışan uzman sistemlerle yapılan çalışmalarda, uzman sistemlerin üretimi arttırdığı, kaliteyi yükselttiği ve en önemlisi de maliyeti azalttığı sonucuna ulaşılmıştır (Özkan ve Gülesin, 2001: 170).

Bulanık mantık da uzman sistemlere benzer şekilde bir kural tabanlı sistem olarak düşünülebilir. Fakat uzman sistemlerden farklı olarak, insanın günlük hayatta yaptığı nitelermelerin büyük çoğunluğunun kesin nitelendirmeler olmaması durumundan yola çıkan bulanık mantık, kural tabanının günlük hayatta kullanılan kesin olmayan kelimelerle oluşturulmasına olanak sağlar (Tektaş vd., 2002: 1). Bulanık mantıkta bir elemanın herhangi bir kümeyle ait olması konusunda verilecek yanıt; klasik kümelerdeki gibi 'evet' yada 'hayır' gibi kesin olmayıp, bu elemanın ilgili kümeyle ait olma olasılığının 0 ile 1 arasında değerler alabilen sürekli bir üyelik fonksiyonu ile ifade edilmektedir. Sistem ile ilgili kesin bir bilgiye sahip olunmadığında, sistem hakkında bulanık yargılarda bulunabilmekte ve bir çözüm yoluna ulaşılmaktadır. Kesin olmayan çizeleme bilgileri genellikle süre bilgileri, teslim bilgileri, işletmen yetenekleri, seçenekler arasındaki öncelikler gibi bilgiler olmaktadır. Bu parametreler tanımlanan üyelik fonksiyonları ile bulanık kümelerde tanımlanmakta ve çizeleme işlemleri sürdürülmektedir (Kırış, 2008: 23).

Yapay zeka yaklaşımlarından Yapay sinir ağları ise, beynin öğrenme kapasitesinin nöronlar ve bunların birbiri ile olan bağlantısına göre olduğu düşüncesinden yola çıkarak, beynin çok basit bir nöron modelinin benzetimi olarak tanımlanabilmektedir (Tektaş vd., 2002: 1). İnsan beyninden esinlenerek geliştirilmiş, ağırlıklı bağlantılar aracılığı ile birbirine bağlanan işlem elemanlarından oluşan paralel ve dağıtılmış bilgi işleme yapıları olan Yapay Sinir Ağlarının en önemli özelliği, deneyimlerden (tecrübe) yararlanarak öğrenebilmesidir. Yapay sinir ağları, insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacı ile geliştirilmişlerdir (Uğur ve Kınacı, 2006: 1).

Yapay zeka yaklaşımında kullanılan yöntemler, karmaşık ve zor problemleri, bilgisayar ortamında hızlı ve verimli şekilde çözülmesini sağlamaktadırlar. Bilgisayar teknolojisi ve yapay zeka yöntemlerinde meydana gelen paralel gelişmeler ile birlikte işletmeler, yapay zeka yöntemlerini üretim planlama, çizelgeleme, tasarım gibi alanlarda etkin olarak kullanarak verimliliklerini artırmayı ve problemlere en kısa zamanda çözüm üretmeyi amaçlamaktadırlar.

Komşuluk Arama Yaklaşımları; Çizelgeleme gibi karmaşık ve zor problemlerin çözümünde sezgisel yaklaşımlardan biri olan komşuluk arama yaklaşımları da sıkça kullanılmaktadır. Komşuluk arama yaklaşımlarında süreç, herhangi bir yöntemle uygun başlangıç çözümünün bulunmasıyla başlar. Daha sonra çizelge değişimlerinin olası tüm yolları denenerek elde edilen sonuçlar değerlendirilir. Bu değişimlerin veya düzenlemelerin performansta veya amaç fonksiyonunda herhangi bir gelişme sağlayıp sağlamadıkları kontrol edilir. Herhangi bir gelişme yoksa süreç sonlandırılır. Gelişme sağlanmışsa, en büyük gelişmeyi sağlayan noktadan daha ilerideki küçük gelişimler için arama stratejisine devam edilir (French, 1982: 168).

Mevcut çözümün komşularının araştırılmasıyla karmaşık problemlerin en iyi yada yaklaşık en iyi çözümünü bulmaya çalışan Komşuluk arama yöntemleri, üretilen büyük çözüm alanı içerisindeki daha kabul edilebilir yerel alt çözümleri araştırır. Amaç fonksiyonunda herhangi bir gelişme sağlamayan yerel çözümler iptal edildiğinden çözümün kalitesi, başlangıç çözümüne bağlıdır. Başarılı bir arama stratejisi geliştirmek için komşular arasındaki ilişkilerin tanımlandığı komşuluk yapısının tasarımı oldukça önemlidir. Arama yöntemlerinin dezavantajı sadece yerel optimumu bulması ve çözüm için fazla zaman alabilmesidir (Geyik ve Cedimoğlu, 2001: 97).

Komşuluk arama yöntemlerinin literatürde pek çok türevi bulunmaktadır. Bunlardan birkaçı ve en yaygın kullanılanları; Tabu arama, genetik algoritmalar, tavlama benzetimi vb.dir.

Tabu Arama yöntemi, daha önce incelenmiş belli sayıda çözümü, tabu listesi olarak adlandırılan yasaklı bir listede tutarak o çözümlere geri dönmeyi bir süre yasaklayan ve böylece aramayı, çözüm uzayının farklı ve daha iyi noktalarına yönlendiren bir arama sürecidir. Tabu listesi, yapay bir hafıza fonksiyonu yardımıyla oluşturulur. Temel olarak amaç, bölgesel en iyilemeden kaçınmak için yeni ziyaret

edilen çözümlere dönmeye neden olan hamleleri tabu haline getirip iyi bir komşuluk üretme mekanizması sağlamaktır (Geyik ve Cedimoğlu, 2001: 97).

Tabu arama süreci diğer arama yöntemleri gibi başlangıç çözümünün oluşturulmasıyla başlar. Daha sonra hedef değer ve tabu şartlarına bağlı olarak komşulukta en yüksek gelişme değerini sağlayan kabul edilebilir en iyi hamlenin seçilmesiyle süreç devam eder. Bu hamleler tabu listesine alınarak sonraki iterasyondaki hamlelerin belirlenmesinde kullanılmak üzere hafızada depolanır.

Tavlama Benzetimi yöntemi ise katıların fiziksel tavlama işlemine benzerliğinden dolayı bu ismi almıştır. Fizik biliminde tavlama, bir katının ısı banyosunda düşük enerji durumlarının elde edilmesi için bir ısı süreç olarak tanımlanmaktadır. Bu süreç; ısı banyosunun sıcaklığının katının eriyebileceği en yüksek değere yükseltilmesi ve düşük enerjili durum elde edilinceye kadar ısı banyosunun sıcaklığının kontrollü bir şekilde azaltılması olmak üzere iki adımdan oluşmaktadır. Bu tanımdan yola çıkarak tavlama benzetimi yaklaşımı da bir katının en düşük enerji durumu elde edilene kadar yavaş yavaş soğutulduğu fiziksel tavlama sürecini taklit eden olasılıklı bir arama yöntemidir (Alp vd., 2001: 35).

Katıların belirli bir başlangıç sıcaklığından başlayarak yavaş yavaş soğutulması prensibine benzer olarak tavlama benzetiminde üretilen çözümlerde amaç fonksiyonlarının değerleri azalma eğilimindedir. Yaklaşım, diğer arama yaklaşımları gibi aramaya rassal olarak belirlenmiş bir başlangıç çözümüyle başlar. Hesaplama adımlarında mevcut çözümün komşu çözümleri uygun komşuluk mekanizmalarından yararlanılarak elde edilir. Üretilen komşu çözümün amaç fonksiyonu değeri hesaplanarak, mevcut çözümden daha iyi olması durumunda yeni çözüm olarak kabul edilir. Daha kötü olması halinde ise belirlenen kritere göre kabul veya red edilir. Hesaplama adımları sonunda sıcaklık belirli bir fonksiyona göre azaltılır ve bu işlem önceden belirlenen iterasyon sayısı veya önceden belirlenen sıcaklık değerine ulaşana kadar devam eder (Temiz, 2008: 303). Tavlama benzetiminde sadece en iyi sonuçlar değil aynı zamanda belli bir olasılıkla elde edilen iyi olmayan sonuçlarda kabul edilir. Buradaki amaç yerel en iyilemeden kaçınıp genel en iyi sonuca ulaşmaktır.

Komşuluk arama yaklaşımlarından Genetik algoritmalar, biyolojik süreci modelleyerek fonksiyonları en iyilemeye çalışan evrim algoritmalarıdır. Parametreleri,

biyolojideki genleri temsil ederken, parametrelerin toplu kümesi de kromozomu oluşturmaktadır. Genetik algoritmaların her bir ferdi kromozomlar (bireyler) şeklinde temsil edilen popülasyonlardan oluşur. Popülasyonun uygunluğu, belirli kurallar kapsamında enbüyük veya enküçüklenir. Her yeni nesil, rastgele bilgi değişimi ile oluşturulan diziler içinde hayatta kalanların birleştirilmesi ile elde edilmektedir (Çunkaş, 6).

Genetik algoritmalarda öncelikle topluluğu oluşturma işlemi yapılmaktadır. Başlangıç topluluğunun rastgele oluşturulması sırasında bireylerin mümkün olduğu kadar birbirine benzememesini sağlamak toplumsal çeşitlilik açısından faydalı olacak ve dolayısıyla çözüme daha hızlı yaklaşılabilecektir. Toplulukları evrim sürecine dahil etmeden önce yapılması gereken bir başka işlem de, başlangıç bireylerinin değerlendirilmesidir. Bu aşama evrim süreci içerisinde bir sonraki nesle döl verecek olan bireylerin belirlenmesi için gerekmektedir. Daha sonra istenilen düzeyde başarılı birey bulununcaya kadar veya topluluk başarıda artış sağlayamaz duruma gelince veya önceden belirlenen evrim sayısı tamamlanuncaya kadar sürecek olan evrim başlar. Son adım olarak da oluşturulan yeni bireylerin başarı değeri hesaplanır (Turgut vd., 2002: 1175).

Sıralama Kuralları; Yaklaşık çözümler veren sezgisel yöntemlerden biri sıralama kurallarıdır. Öncelik sevk kuralları olarak da isimlendirilebilen sıralama kuralları, bir makinede veya işlem merkezinde işlem görmek için bekleyen işlerin tümünün öncelik kuralları olarak tanımlanabilir. Öncelik çizelgesi, mevcut süre kadar işlerin ve makinelerin özelliklerini de dikkate almaktadır. Bir makine veya kaynak, işini tamamlayıp boşa çıktığında, bekleyen işler arasında en yüksek önceliğe sahip iş kaynağı kullanır veya makinede işlem görür (Pinedo, 2005: 414).

Literatürde incelenmiş pek çok sıralama kuralları ve bu sıralama kurallarına ilişkin farklı sınıflandırmalar bulunmaktadır. En yaygın olanları; Statik-Dinamik, Lokal-Global, Basit -Karma şeklindeki sınıflamalardır.

Statik sıralama kurallarında işlerin veya görevlerin öncelik değerleri zamana bağlı olmayıp her zaman aralığında aynı değeri alırlar. Statik sıralama kuralları, En kısa işlem süreli sıralama (SPT) gibi işin ve/veya makineye ait verilerin bir fonksiyonudur. Dinamik sıralama kuralları ise zamana bağlı olan yani zaman içerisinde işlerin öncelik

değerlerinin değiştiği sıralama kurallarıdır. Minimum gecikme (MS) kuralında işler artan gecikme sürelerine göre sıralanmaktadır (Pinedo, 2002: 336).

Lokal ve Global sıralama kuralları ise ihtiyaç duyulan bilgiye göre sınıflandırılmaktadır. Lokal sıralama kurallarında sadece işlerin beklediği kuyruk veya işlerin sıralandığı makine veya iş merkezine ilişkin bilgi kullanılmaktadır. Global sıralama kurallarında ise bir işin rotası üzerinde olan sonraki makinedeki işlem süresi gibi diğer makineler ile ilgili bilgilere de ihtiyaç duyulmaktadır (Pinedo, 2002: 336).

Sıralama kurallarına ilişkin sınıflamalardan *Basit sıralama kuralları* En kısa işlem süreli sıralama, İlk gelen ilk servis görür gibi sıralama kurallarından oluşmaktadır. Literatürde birçok çalışma bulunan basit sıralama kuralları aşağıda özetlenmiştir.

Rastgele Sırada Hizmet (Service in Random Order –SIRO) Kuralına göre işlem görecekt iş, bekleyen işler arasından rastgele seçilmektedir (Sarıoğlu, 1986: 10). Herhangi bir amacı eniyileme çabası yoktur.

En Kısa İşlem Süreli Sıralama (Shortest Process Time – SPT) Kuralı; gerçekleştirilecek işlerin veya görevlerin düşük işlem süreliye yüksek işlem süreliye doğru sıralanmasını temel alır. Bu sıralama kuralında genelde toplam akış zamanı, ortalama akış zamanı, toplam gecikme ve sistemdeki ortalama iş sayısı gibi performans ölçütlerinin en küçüklenmesi amaçlanmaktadır. En Uzun İşlem Süreli Sıralama (Longest Process Time – LPT) Kuralı da SPT kuralının aksine uzun süreli işlemde kısa süreli işleme doğru sıralamayı esas almaktadır. Paralel makinelerin bulunduğu iş ortamlarında, LPT kuralı makineler arasındaki iş yükünü dengeler (Pinedo, 2005: 415).

İlk Giren İlk Çıkar (First Come First Serve – FCFS) Kuralı, sisteme gelen ilk işin önce işlem görmesi; İlk Giren Son Çıkar (First Come Last Serve – FCLS) kuralı ise ilk gelen işin son işlem görecekt iş olması şeklinde sistemi yönlendirir. En Erken Salınma Tarihli Sıralama (Earliest Release Date First - ERD) kuralı da FCFS kuralı ile aynıdır; makinede bekleyen işlerin bekleme sürelerini en küçüklemeye çalışır ve gecikmeye izin vermez (Baker ve Trietsch, 2009: 169; Pinedo, 2005: 415).

En Erken Terminli Sıralama (Earliest Due Date – EDD) Kuralında makinede gerçekleştirilen iş tamamlandığında sonra işlem görecekt iş; en erken termine sahip iş olacaktır. Bu kural, işlem görmek için bekleyen işlerdeki en büyük gecikmeyi en küçüklemeyi amaçlamaktadır (Pinedo, 2005: 415; Lengyel vd., 2003: 216).

En Kısa Hazırlık Süreli Sıralama (Shortest Setup Time First - SST) Kuralında en kısa hazırlık süresine sahip iş makinede ilk işlem görecektir önceliğe sahiptir. Bu sıralama kuralı, üretim süresinin en küçüklenmesini amaçlar (Ang vd.,2011;3). En Uzun Hazırlık Süreli Sıralama (Longest Setup Time First - LST) kuralı ise SST'nin aksine uzun hazırlık süreli işlerin önce işlem görmesini temel alır.

Ağırlıklı En Küçük İşlem Süreli Sıralama (Weighted Shortest Process Time – WSPT) kuralı SPT kuralının ağırlıklandırılmış durumunu ifade eder; yani işlem süresinin ağırlık oranına göre makinede işlem görecektir işler küçükten büyüğe doğru sıralanır (Kutanoğlu ve Sabuncuoğlu, 1999: 167).

Basit sıralama kurallarına ilişkin bilgiler Tablo 1.2'de özetlenmiştir. Bu kurallar belirli koşul ve ortamlarda en iyi çizelgeleme sonuçlarına ulaştırabilmektedir. Ayrıca karmaşık ortamlarda bu kurallara farklı dönüşümler de uygulanabilmektedir.

Tablo 1.2: Sıralama Kuralları

Sıralama Kuralları		Veri	Amaçlar
İşlerin termin ve salınma tarihine bağlı kurallar	ERD	r_j (salınım tarihi)	Üretim süresindeki değişkenlik
	EDD	d_j (termin)	En büyük gecikme
	MS	d_j (termin)	En büyük gecikme
İşlem sürelerine bağlı kurallar	LPT	p_j (işlem süresi)	Paralel makinelerdeki iş yükü dengesi
	SPT	p_j (işlem süresi)	Tamamlanma zamanı topl., Süreç içi stok
	WSPT	p_j (işlem süresi) w_j (işlem süresi ağırlık oranı)	Ağırlıklandırılmış tamamlanma zamanı topl., Süreç içi stok
Diğer	SIRO	-	Uygulama kolaylığı
	SST	s_{jk} (hazırlık süresi)	Tamamlanma zamanı ve üretim miktarı
	vb.		

Kaynak: Pinedo, 2005: 416.

Basit sıralama kuralları en büyük gecikme, tamamlanma zamanı toplamı gibi tek amaçlı problemlere uygun çizelgelerin bulunmasında faydalı kurallardır. Gerçekte karşılaşılan problemlerde amaçlar çok daha karmaşık olup birden fazla amacı içermektedir. Bu tür problemlerde, karmaşık amaç fonksiyonunun sağlanması için

farklı parametreleri hesaba katabilen sıralama kurallarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sıralama kuralları Karma Sıralama Kuralları olarak ifade edilebilmektedir. Karma sıralama kuralları, birkaç basit sıralama kuralının birleşiminden oluşmuş sıralı bir fonksiyondur. Basit sıralama kuralı iş veya makine ile ilgili sabit veya zamana bağlı özelliğin bir fonksiyonu olarak ifade edilmektedir. Karma sıralama kuralındaki her basit kural kendi ölçek parametresine sahiptir. Ölçek parametresi, basit kuralın toplam sıralı ölçekteki katkısına göre belirlenir; sabit veya değişken olabilir (Pinedo, 2005: 417; Pinedo, 2002: 338). Karma sıralama kurallarına örnek olarak; WSPT ve MS sıralama kurallarının birleşiminden oluşan Açık-Görünür Gecikme Maliyeti (Apparent Tardiness Cost - ATC) verilebilir. ATC sıralama kuralına, salınım tarihlerinin ve sıraya bağlı hazırlık sürelerinin de eklendiği karma sıralama kuralı da Açık Hazırlık Süreli Gecikme Maliyeti (Apparent Tardiness Cost with Setups - ATCS) olmaktadır.

Sıralama kuralları, çizelgeleme problemlerinde sıkça kullanılmaktadır. Tekrarlı süreçler olmadıkları için gerçek zamanlı karar vermeye yardımcı olmak için kullanılacak basit ve hızlı çözümler sunabilmektedirler. Sıralama kuralları genelde benzetim modelli bir kontrol mekanizması altında uygulanmaktadır. Benzetim modelleri farklı sıralama kurallarının farklı senaryolardaki performans ölçütlerinin gözlenmesini sağlayabilmektedir.

1.1.3.3. Benzetim Yaklaşımı

Belirsizlik içeren, büyük boyutlu ve karmaşık sistemlerin veya karar problemlerinin en iyileme yöntemleriyle çözümü zor hatta bazen imkansız olmaktadır. Çizelgeleme problemlerini de içeren pek çok karar problemlerinde parametrelerin kesin olarak bilinmeyip olasılık dağılımları ile tanımlandığı, rassal değişkenleri içeren stokastik problemlerin analizinde kullanılan önemli çözüm yöntemlerinden biri benzetim yaklaşımıdır.

Benzetim, bir sistemi temsil edebilecek modelin oluşturulması işlemi olarak tanımlanmaktadır. Oluşturulan model, temsil ettiği sistem üzerinde yapılması çok pahalı olan veya mümkün görünmeyen işlemlerin yapılmasına olanak verir. Bu işlemlerin etkisi altındaki model incelenerek gerçek sistemin veya ona ait olan alt sistemlerin davranışları ile ilgili özellikler ve tepkiler öngörülme çalışılır. Benzetim modelleri;

bileşenler, değişkenler, parametreler, ilişkiler, varsayımlar, kısıtlardan oluşmaktadır. Bileşenler, sistemi oluşturan parçalardır. Değişkenler, istenildiği zaman kendilerine keyfi değerler atanıp, bu değer değişimlerine karşılık olarak modelin verdiği tepkileri belirlememizi sağlayan unsurlardır. Değişkenlerin değerlerindeki sınırlandırmalar ise kısıtlar olarak tanımlanabilmektedir. Parametreler, değişkenlerden farklı olarak analiz öncesinde belirlenen ve analiz boyunca sabit kalan değerlerdir. Sistem, alt sistemler, sistemin bileşenleri, değişkenleri ve parametreleri arasındaki bağlantılar ilişkiler yardımıyla oluşturulur. Varsayımlar da modelin çözümü için gerekli olan kabuller olarak ifade edilir (Erkut, 1992: 1-6).

Benzetim modellerine yönelik farklı sınıflandırmalar bulunsa da genel olarak üç grupta toplanmaktadır (Kelton vd., 2001: 9):

- Statik (Static) veya Dinamik (Dynamic),
- Belirli (Deterministic) veya Olasılıklı (Stochastic),
- Kesikli (Discrete) veya Sürekli (Continuous) modelleridir.

Statik veya dinamik benzetim modellerinde “zaman önemli bir değişken mi?” sorusuna cevap aranır. Model zamanla değişiklik göstermeyip sistemin belirli bir anını gösteriyorsa statik; zamandan etkileniyorsa yani sistemin çalışma zamanına göre yapıyorsa da dinamik benzetim modeli olarak tanımlanmaktadır.

Deterministik veya stokastik benzetim, değişkenlerin rassal olup olmamasına göre değişmektedir. Deterministik benzetim rassal değişken içermezken; stokastik benzetimde birden fazla rassal değişken bulunabilmektedir.

Kesikli veya sürekli benzetim modellerinde, durum değişkenleri zaman içerisinde yalnızca kesikli noktalarda değişiyorsa kesikli; durum değişkenleri zaman boyunca sürekli değişiyorsa da sürekli benzetim modelleri olarak ifade edilmektedir.

Bütün benzetim modelleri, bir girdi setine karşılık bir çıktı setinin elde edildiği girdi-çıkıtı modeli olarak düşünülmektedir. Sistemin davranışlarının, analizinin, ilgilenilen performans ölçütlerinin tahmininin, farklı sistem parametrelerinin sonuç üzerindeki etkisinin gözlenmesine ve modelin izlenmesine olanak sağlamaktadır (Güden vd., 2005: 2; Taha, 2000: 665). Modele yönelik elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak analiz edilerek karar vericinin benzetim modeli ile karara ulaşması amaçlanmaktadır.

Karar vericiler benzetim yaklaşımına genelde incelenecek problem matematiksel olarak ifade edilemediğinde, analitik yaklaşımın kullanılmasını zorlaştıracak çok sayıda bileşen ve rastgele değişkenler içeren karmaşık bir sistemle karşılaşıldığı; gerekli-yeterli veri elde edilemediği durumlarda başvurmaktadır. Karar problemlerinden çizelgeleme ve sıralama probleminin el ile veya analitik yollarla çözülmesi zor olmaktadır. Bu nedenle bu problemlerin çözülmesi için benzetim yönteminden önemli oranda faydalanılabilmektedir. Üretim sistemlerinde benzetim, yarı mamul ve hammadde stoklarının azaltılması, üretim verimliliğinin artırılması, üretimdeki kaynakların kullanım oranlarının artırılması, üretim kapasitesinin yükseltilmesi ve üretim süresinin kısaltılması gibi pek çok amaca hizmet etmek için uygulanabilmektedir. Üretim sektöründe olduğu kadar hizmet sektöründe de etkinlik ve verimlilikle ilgili çalışmalarda benzetim yoğun olarak kullanılmaktadır.

Bir hizmet işletmesi olarak sağlık bakım işletmelerinin karmaşık ortamı ve değişkenlik özelliği ile birlikte benzetim yaklaşımının da bu ortamlarda kullanışlı olması hastaneler başta olmak üzere sağlık bakım işletmelerinde benzetimin etkili karar verme aracı olmasına yol açmıştır. Bu çalışmada da benzetim yardımıyla ameliyat odası kullanım oranını en büyükmek amacına hizmet edecek bir ameliyat odası çizelgeleme sistemi geliştirilmiştir. Benzetim yaklaşımının kullanılma nedeni değişken ve karmaşık bir ortam olan ameliyathaneden yeterli veri elde edilmesinin çok kolay olmamasıdır. Ayrıca önerilebilecek ameliyat odası çizelgeleme stratejilerinin, insan hayatıyla ilgilenen ameliyathane ortamında uygulanmadan önce benzetim yardımıyla gözlenip uygunluğunun test edilmesi gerektiği düşünülmüştür.

1.2. SIRAYA BAĞIMLI HAZIRLIK SÜRELİ TEK MAKİNE ÇİZELGELEME PROBLEMLERİ

Son yıllarda çizelgeleme problemlerinde geniş inceleme ve araştırma alanlarından biri tek makineli çizelgeleme problemleridir. Tek makineli çizelgeleme problemleri sadece tek bir makine veya servis biriminin olduğu ortamlarla sınırlı değildir. Özellikle karmaşık makinelerin olduğu ortamlarda, karşılaşılan problemler tek makineli alt problemlere ayrılarak da çözülebilmektedir. Örneğin tek bir darboğaz

içeren karmaşık bir makine ortamında tek makine çizelgeleme problemi ile karşılaşılabilir.

Tek makineli veya servisli çizelgeleme problemlerinde işlem-servis görmek için gelen işler veya müşteriler sadece tek bir kaynağı kullanmaktadır. Her işin işlem süresi, termini, hazırlık süresi gibi farklı özellikleri bulunmaktadır. Bu kaynak üzerindeki işler farklı performans ölçütlerinin sağlanması veya en iyilenmesi için çeşitli kriterlere göre sıralanmaktadır (Allahverdi vd., 1999: 223). En iyi sıranın belirlenmesi için tüm olası sıralar amaç fonksiyonun değeri ile birlikte oluşturulmakta; bunlar arasından en iyi olan seçilmektedir.

Üretim veya hizmet sistemlerinde tek veya çok makineli ortamlarda pek çok karmaşık ve zor durumlarla karşılaşılabilen, her sistemin kendine özgü özellikleri bulunmaktadır. Talepte karşılaşılabilen nicelik ve nitelik yönlü değişim ve buna bağlı olarak üretim veya işlem sırasının değişebilmesi buna bir örnektir. Özellikle ürün çeşitliliği ve sık sık güncellenen taleplerin olduğu, hazırlık sürelerinin farklı üretim sıralamalarına göre değiştiği; bu nedenle sıralamanın çok önemli olduğu durumlarda üretim çizelgelerinin, hazırlık sürelerini dikkate alarak oluşturulması büyük önem arz etmektedir (Sağır ve Saraç, 2007: 15).

Hazırlık faaliyetleri, ürün veya hizmet üretimini gerçekleştirmek için makine, süreç veya tezgahlar üzerinde yapılan işlemler olarak ifade edilir. Bunlar gerekli ekipmanların tespiti, temini, ayarlanması, takılması gibi faaliyetlerden oluşur. Hazırlık faaliyetleri, pek çok durumda göz ardı edilip ihmal edilmekte veya işlem süresi içerisinde düşünülerek, dahil edilmektedir. Bu durum bazı çizelgeleme problemlerine uyarlandığında, hazırlık sürelerinin (maliyetinin) ayrı olarak dikkate alınması gerektiği durumlarla karşı karşıya kalındığı görülmüştür (Allahverdi vd., 1999: 219).

Hazırlık faaliyetleri için harcanan sürelerin işlem sürelerinden ayrı olarak ele alındığı problemler literatürde iki sınıfta ele alınmaktadır. Birincisinde, hazırlıklar sadece işlem görecektir işe bağlı olup *sıra-bağımsız hazırlık süresi* olarak ifade edilir. İkincisinde ise hazırlık, hem o anda işlem görecektir işe hem de bir önceki işe bağlıdır. Bu durum ise *sıra-bağımlı hazırlık süresi* olarak ifade edilir. Sıra-bağımlı hazırlık süreli uygulamalar tekstil, matbaa, kimya, ilaç endüstrisi gibi pek çok ortamda görülmektedir. Örneğin matbaa endüstrisinde makinenin temizlenmesi ve hazırlanması, en son

kullanılan mürekkep rengine, kağıdın boyutuna ve özelliğine bağlıdır (Eren ve Güner, 2007: 96; Allahverdi vd., 1999: 219).

Allahverdi (1999) hazırlık sürelerini; Parti ve parti olmayan hazırlık süreleri olmak üzere iki sınıfa ayırmıştır (Şekil 1.2). Parti tipi hazırlık problemi, sistemde ürün çeşitlerinin partiler (ürün ailesi) halinde gruplandırıldığı ve farklı partilere ait ürün çeşitleri arasındaki değişimlerde bir (büyük) hazırlık süresi ve bazı uygulamalarda da partiler içindeki (aynı ürün ailesinden) ürün çeşitleri arasındaki değişimlerde bir (küçük) hazırlık süresi gerektiği problemlerdir. Büyük hazırlık süreleri değiştirilecek partiye bağlıken; küçük hazırlık süreleri de değiştirilecek ürün çeşidine bağlıdır.

Şekil 1.2: Hazırlık Süreli Çizelgeleme Problemlerinin Sınıflandırılması



Kaynak: Allahverdi vd., 1999: 221.

Tek veya çok makineli veya servis birimli sistemlerde hazırlık sürelerinin işlem sürelerinden ayrı ele alınması, faaliyetlerin eşzamanlı gerçekleştirilmesine izin vererek performansın gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Bu kapsam, tam zamanında üretim (JIT), optimize edilmiş üretim teknolojileri (OPT), grup teknolojisi (GT) ve hücreli imalat (CM) gibi son yıllarda gelişen üretim yönetimi felsefe ve yöntemlerinde yer almaktadır (Allahverdi vd., 1999: 219).

Özellikle tam zamanında üretim felsefesinde performansın geliştirilmesi açısından hazırlık sürelerinin dikkate alınmasının yanında müşteri istekleri doğrultusunda ürün veya hizmetlerin erken veya geç teslim edilmesi değil tam zamanında ulaştırılması da önemli bir performans ölçütü olarak düşünülmektedir. Tam

zamanında çizelge olarak da ifade edilebilen çizelgede belirtilen zamandan erken biten işler, termine kadar üreticinin elinde kalmakta; stok maliyetleri ve bozulma gibi durumların yanında atıl kaynak durumlarıyla karşılaşılmasına neden olabilmektedir. Çizelgede belirlenen termini aşan yani geç tamamlanan işler ise müşteri memnuniyetsizliğine, satış ve itibar kayıplarına, fazla mesaiye neden olmaktadır. Bu tür durumlarla karşılaşmamak için tam zamanında üretim felsefesine yönelik olarak işlerin Erken ve Geç tamamlanmaların cezalandırıldığı Erkenlik/Geçlik (E/G) çizelgeleme problemleri tanımlanmaktadır (İşler vd., 2009: 229; Alpay ve Yüzügüllü, 2009: 4048).

E/G problemleri, ortak termin tarihinden işin tamamlanma zamanlarının mutlak sapması toplamının en küçüklenmesini ele alır. Bu durumda, işlere ait termin tarihleri birbirine eşittir. Eğer ortak teslim tarihi (d) yeterince büyükse, problem *kısıtlandırılmamış* E/G problemi; aksi durumda, *kısıtlandırılmış* E/G problemi adını alır. Kısıtlandırılmış ortak teslim tarihinin probleme dahil edilmesi, problemin zorluğunu önemli ölçüde artırır (Toksarı, 2008: 2).

Çizelgeleme problemlerinin tek makineli veya çok makineli olması, hazırlık süreleri gibi kısıtlar veya özellikleri ile performans ölçütleri veya amaçları; $\alpha / \beta / \gamma$ olmak üzere üç parametre yardımıyla tanımlanmaktadır. α makine ortamı, β hazırlık ve kısıtlar gibi üretim özelliklerini, γ ise performans ölçütünü ifade etmektedir (Lawler vd., 1989: 7; İşler vd., 2009: 229).

Çizelgeleme problemlerinde α , β , γ parametrelerinin alabilecekleri ifadeler Tablo 1.3'de belirtilmiştir

Tablo 1.3: Çizelgeleme Problemlerinin Özellikleri ve İfadeleri

Makine ortamı (α)	Üretim özellikleri (Hazırlık, kısıtlar vb.) (β)	Performans ölçütleri (γ)
1: Tek makine	r_j : geliş zamanı	C_{max} : Tamamlanma zamanı
F_m : m makineli akış tipi	nwt: beklemesiz	L_{max} : En büyük gecikme
	zbfr: sıfır ara stok	T_{max} : En büyük geç bitirme
P: Özdeş paralel makineler	block: bloklanma	TSC: Toplam hazırlık/değişim maliyeti
	prmp: bölünebilme	TST: Toplam hazırlık/değişim süresi
Q: Farklı hızlarda paralel makineler	prec: öncelik kısıtları	TFT: Toplam akış zamanı
	brkdwn: arızalanma	TCT: Toplam tamamlanma zamanı
R: İlişkili olmayan paralel makineler	ST_{si} : sıra-bağımsız hazırlık süresi	TE: Toplam erkenlik
		TT: Toplam gecikme
J: Atölye tipi	SC_{si} : sıra-bağımsız hazırlık maliyeti	MFT: Ortalama akış zamanı
O: Açık tip		MCT: Ortalama tamamlanma zamanı
	ST_{sd} : sıra-bağımlı hazırlık süresi	MT: Ortalama gecikme
	SC_{sd} : sıra-bağımlı hazırlık maliyeti	NLJ: Geç kalmış iş sayısı
	$ST_{si,b}$: sıra-bağımsız parti tipi hazırlık süresi	WTE: Ağırlıklı toplam erkenlik
	$SC_{si,b}$: sıra-bağımsız parti tipi hazırlık maliyeti	WTT: Ağırlıklı toplam geçlik
	$ST_{sd,b}$: sıra-bağımlı parti tipi hazırlık süresi	WMFT: Ağırlıklı ortalama akış zamanı
	$SC_{sd,b}$: sıra-bağımlı parti tipi hazırlık maliyeti	WTFT: Ağırlıklı toplam akış zamanı
		WMCT: Ağırlıklı ortalama tamamlanma zamanı
		WTCT: Ağırlıklı toplam tamamlanma zamanı

Kaynak: Allahverdi vd.,1999: 219.

1.2.1. Problemin Tanımlanması

Tıp Fakültesi hastanesi ameliyathanesinde Çocuk cerrahisine tek bir ameliyat odası ayrılmakta ve ameliyatlar bu ameliyat odasında gerçekleştirilmektedir. Ameliyatlar arasında ihtiyaç duyulan hazırlıklar için harcanan süreler ameliyat sırasına bağlı olarak değişmektedir. Ameliyatların hangi önceliğe göre ameliyata alınacağı veya hangi sırada ameliyatların gerçekleştirileceği ameliyat odasında karşılaşılan en büyük belirsizliklerden biridir. Ameliyathanedeki çocuk cerrahisi ameliyat odasına ilişkin mevcut durum incelendiğinde karşılaşılan problemin ameliyatlar arasında sıra-bağımlı hazırlık sürelerini içeren tek makineli (tek ameliyat odası) bir çizelgeleme problemi olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Ameliyathanede gerçekleştirilen ameliyatların çalışma saatlerinden erken veya geç tamamlanması sıkça gözlemlenen problemlerden biridir. Bu doğrultuda sıra-bağımlı hazırlık sürelerini içeren tek makineli çizelgeleme problemlerinde üretim veya hizmetin erken veya geç tamamlanmasını önleyerek; terminde veya termine en yakın zamanda tamamlanması yani ameliyatların erken ve geç tamamlanma sürelerinin azaltılması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Çizelgeleme problemlerinin ifade edilmesinde kullanılan $\alpha / \beta / \gamma$ parametreleri yardımıyla çalışma problemi;

$$1/S_{ij}/(E+T)_{\max}$$

şeklinde tanımlanabilmektedir. Tablo 1.3'de ifade edildiği makine ortamını temsil eden α , çalışmada tek ameliyat odasını temsil etmektedir. B, üretim veya hizmet özellikleri açısından sıraya bağımlı hazırlık sürelerinin (S_{ij}) çalışma kapsamında incelendiğini ifade etmektedir. Problemin amaçlarını yani performans ölçütlerini γ temsil etmekte; en büyük erken ve geç tamamlanma sürelerinin en küçüklenmesi olarak ifade edilmektedir.

1.2.2. Problemin Matematiksel Modeli

Çizelgeleme problemlerinde, oluşturulacak çizelgede dikkate alınan amaçlar *performans ölçütleri* olarak tanımlanır. Tam zamanında üretim felsefesini benimseyen çizelgelerde en fazla kullanılan performans ölçütleri veya amaçlar, erken ve geç tamamlanmaların en küçüklenmesidir. Erken tamamlanma, bir işin planlanan

tamamlanma zamanından daha erken bir zamanda; geç tamamlanma ise işin planlanan zamandan daha geç tamamlanmasıdır. Bir i işinin erkenlik ve geçliği aşağıdaki eşitliklerde ifade edilmektedir.

$$E_i = \max(0, d - C_i)$$

$$G_i = \max(0, C_i - d)$$

E_i : Erken tamamlanma zamanı

G_i : Geç tamamlanma zamanı

C_i : i işinin bitiş zamanı

d : tüm işler için ortak termin

İşlere ilişkin birim erkenlik ve geçlik cezaları α_i ve β_i ile ifade edilmekte; $0 < \alpha, \beta < 1$ arasında değer almaktadırlar. Ceza fonksiyonlarının doğrusal olduğu varsayılarak, bir çizelge için standart Erkenlik/Geçlik amaç fonksiyonu;

$$MinZ = \sum_{i=1}^n (\alpha_i E_i + \beta_i T_i)$$

olarak yazılabilir.

İşlerin ortak termine sahip olduğu ve işlere ait ceza ağırlıklarının eşit ($\alpha_i = \beta_i = 1$) olduğu varsayımı altında amaç fonksiyonu;

$$MinZ = \sum_{i=1}^n (E_i + T_i)$$

şeklinde ifade edilmektedir.

Erkenlik\Geçlik (E\G) problemleri erken tamamlanma ve geç tamamlanmanın aynı anda en küçüklenmesini amaçlayan çizelgeleme problemidir (Zhu ve Heady, 2000: 297) (İşler vd., 2009: 236). Literatürde Erkenlik/Geçlik problemleri dal sınır algoritması, 0-1 karma tamsayılı programlama ve dinamik programlama yöntemleriyle çözülmüştür (Hepdoğan vd., 2009: 1718). Coleman (1992), tarafından farklı terminleri, işe bağımlı E/G cezaları ve hazırlık sürelerinin sıraya bağımlı olduğu (bu özellik için gezgin satıcı problemlerindeki üçgensel eşitsizlikler kullanılmıştır) varsayımları altında bir 0/1 karma tamsayılı programlama modeli geliştirilmiştir. İşe bağımlı cezaların farklı

olması yerine eşit hale dönüştürüldüğü ve ortak terminli olacak şekilde Rabadi vd. (2004) modeli düzenlenmiştir. Modele ilişkin notasyon ve tanımlar ile oluşturulan karma tamsayılı programlama modeli aşağıda belirtilmiştir.

Notasyon ve Tanımlar

n : İş sayısı

P_j : j işinin işlem süresi

C_j : j işinin tamamlanma zamanı

d_j : j işi için temrin

d : Tüm işler için ortak temrini

E_j : j işinin erkenliği; $E_j = \max(0, d_j - C_j)$

T_j : j işinin geçliği; $T_j = \max(0, C_j - d_j)$

α_j : j işi için birim erkenlik cezası

β_j : j işi için birim geçlik cezası

S_{ij} : i işinden sonra gelen j işi için gereken hazırlık süresi

Y_{ij} : i işinden sonra j işi gelirse 1, aksi takdirde 0

M : Büyük bir pozitif sayı

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Min}Z = \sum_{i=1}^n (E_i + T_i) \quad (1)$$

Kısıtlar

$$C_i \geq P_i + S_{ij} + S_{ii} \quad (2)$$

$$C_i - T_i + E_i = d \quad (3)$$

$$C_j - C_i + M(1 - Y_{ij}) \geq P_j + S_{ij} \quad i = 1, \dots, n \quad j = i + 1, \dots, n \quad (4)$$

$$C_i - C_j + M(Y_{ij}) \geq P_i + S_{ji} \quad i = 1, \dots, n \quad j = i + 1, \dots, n \quad (5)$$

$$S_{ij} + S_{jk} \geq S_{ik} \quad \forall 1 \leq i, j, k \leq n \quad (6)$$

$$C_i, E_i, T_i \geq 0 \quad (7)$$

$$Y_{ij} \in \{0,1\} \quad (8)$$

E/G cezalarının birbirine ve 1'e eşit ($\alpha_i^t = \beta_i^t = 1$) olduğu varsayıldığında amaç fonksiyonu (1) ile gösterilir. (2) çizelgenin sıfır zamanından önce başlamamasını sağlar. Çizelgede ilk işin herhangi bir hazırlık süresi gerektirmediği durumlarda eşitsizlikte yer alan $S_{ii} = 0$ değerini alınır. Örneğin çalışmamızda ilk ameliyatların hazırlık sürelerini etkileyen pek çok etken olduğu ve tam olarak hesaplanamaması nedeniyle ilk ameliyatların hazırlık süreleri inceleme dışında tutulmuştur. (3)' de d'ye (termine) göre erken ve geç tamamlanmaların sayısını belirleyen negatif olmama koşulunun sağlanmasıdır. (4) ve (5) ve (6), hangi işten sonra diğerinin geleceğine karar veren Y_{ij} değişkenini kullanarak işlerin tamamlanma zamanlarını bulan ayrık kısıttır. Büyük bir pozitif tamsayı olan M ile, (4) kısıtı, j'nin i'den sonra geldiği durumlarda aktif ve (5) kısıtı da geçersiz olacaktır. i işi, j işinden sonra gelirse tersi durum söz konusudur. (6) kısıtında ise üçgensel eşitsizlik uygulanarak sıraya bağımlı hazırlık sürelerinin özel bir hali elde edilir. (7) ise negatif olmama kısıtıdır. (8) kısıtı, Y_{ij} değişkeninin ikili bir tamsayılı değişken olduğunu gösterir.

1.3. ÇİZELGELEMENİN İŞLETMELERDEKİ YERİ VE ÖNEMİ

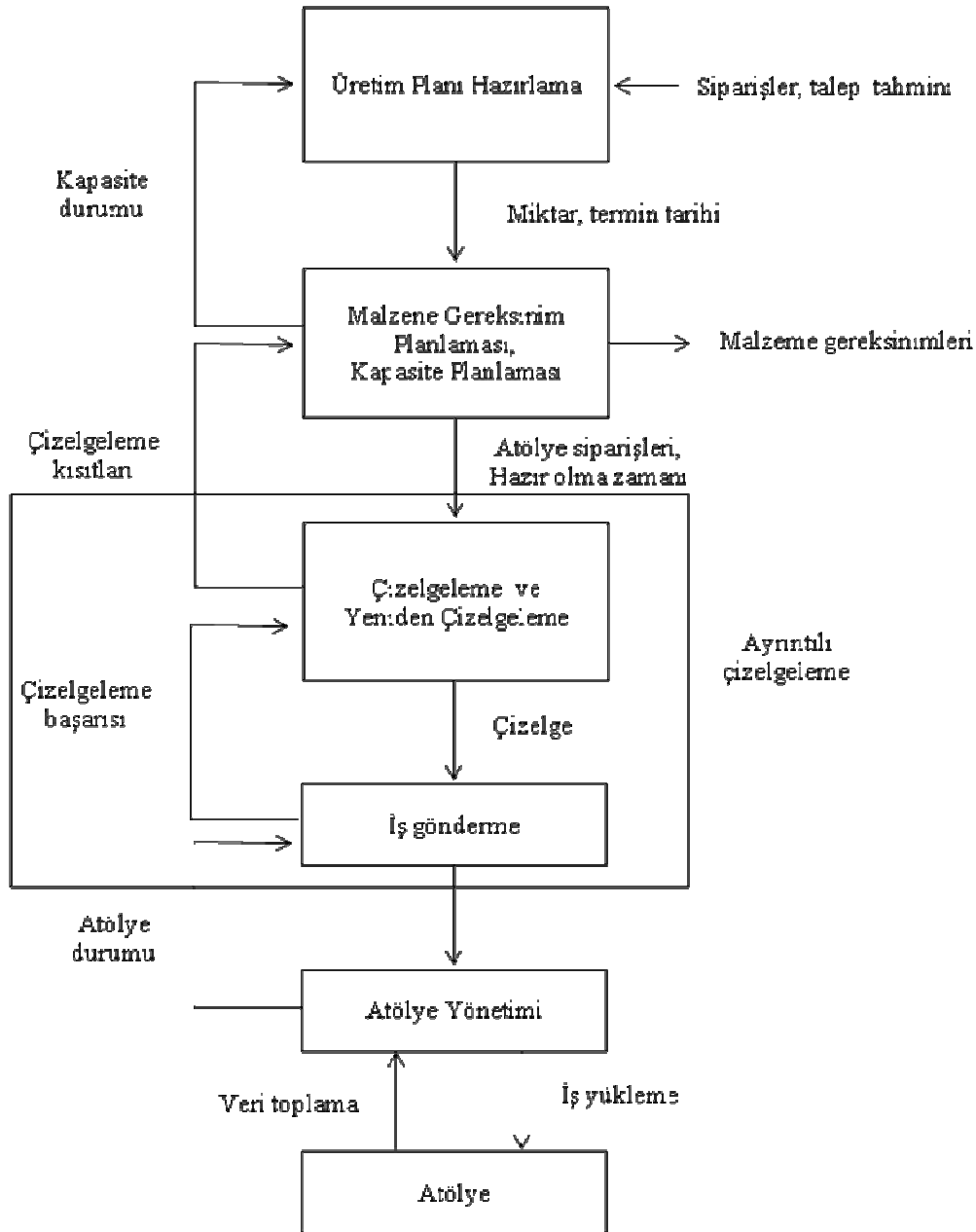
Üretim ve hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde üretim veya hizmetin gerçekleştirilmesi ve kontrol edilmesinde önemli konulardan biri çizelgelemedir. Son yıllarda müşteri memnuniyetinin yanında pazara sunum hızı ve üretim hızının geliştirilmesine verilen önemin artmasıyla etkin çizelgeleme, işletme fonksiyonlarında gittikçe önem kazanır hale gelmektedir.

Çizelgeleme fonksiyonunun hem üretim hem de hizmet işletmelerindeki diğer fonksiyonlarla etkileşim halinde olması gerekir. İşletmedeki ayrıntılı bilgi sisteminde yer alan bu etkileşimler sisteme bağlı olup bir durumdan diğer duruma önemli oranda farklılık gösterebilmektedir. Ayrıntılı bilgi sistemi de kurumsal kaynak planlaması (ERP) olarak anılan, tüm işletmeyi kapsayan, her seviyede karar destek sistemlerini birbirine bağlayan bir sistemdir (Pinedo, 2002: 4). ERP, üretim ve hizmet

sektörlerindeki tüm faaliyet birimlerini (bakım, onarım, insan kaynakları vb.) kapsayan, işletmelerde süregelen tüm bilgi akışının entegrasyonunu sağlayan ticari yazılım sistemleridir (www.erpcrm.com, 2011).

İşletmelerde etkin bir bilgi akışının geliştirilmesi, süreçlerin sağlıklı ve problemsiz sürdürülmesini, beklenmedik durumlarla karşılaşıldığında daha hızlı problem çözümü ile birlikte süreçlerin kontrolünü ve verimliliğini sağlamaktadır. Üretim sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için bilgi akışı Şekil 1.3'de verilmiştir.

Şekil 1.3: Bir Üretim Sisteminde Bilgi Akış Diyagramı



Kaynak: Pinedo, 2002: 5.

Bir atölye veya bir üretim ortamı, çizelgeleme sürecini etkileyen tek işletme birimi değildir. İşletmedeki orta dönemden uzun dönem planlamaya kadar tüm üretim planlama süreci tarafından etkilenen çizelgeleme fonksiyonu işletmedeki diğer karar verme fonksiyonları ile etkileşim halinde olmalıdır. Şekil 1.3’de görüldüğü gibi talep

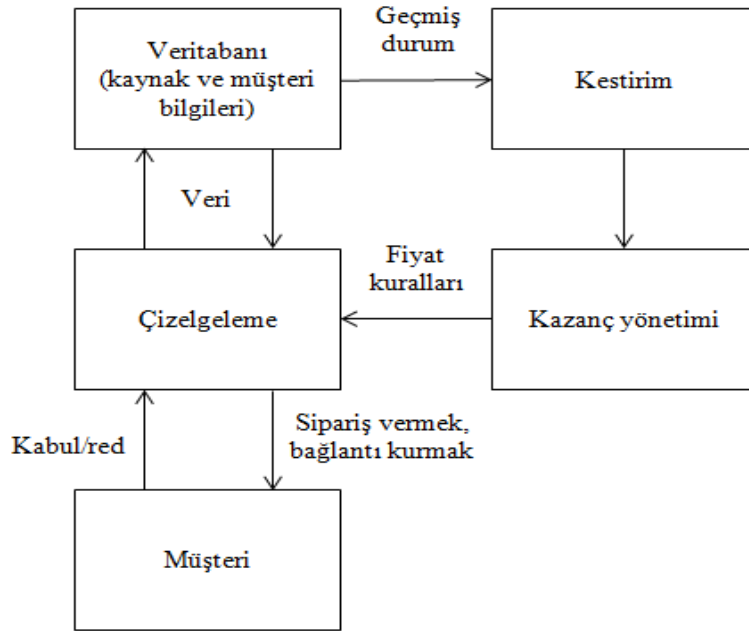
tahmini ve kapasite durumlarına baēlı olarak kararların alındığı üretim planının hazırlığı süreci çizelgeleme sürecini etkilemektedir.

Üretim işletmelerinin en önemli sistemlerinden biri olan malzeme gereksinim planlaması (MRP) süreci de çizelgelemeyi etkilemektedir. MRP, üretim için gerekli parçaları listeleyen malzeme listelerini içeren ayrıntılı malzeme planlamasıdır. Hazırlanan çizelgeye göre bu süreçte hammadde, malzeme ve kaynakların belirli zamanda hazır olması gerekmektedir. Şekil 1.3'de görüldüğü gibi bir üretim işletmesinde gerçekleştirilecek işlerin hazır olması gereken tarih, üretim planlama, MRP sistemi ve çizelgeleme sistemi tarafından birlikte belirlenmelidir (Pinedo, 2005: 10).

Üretim işletmelerine göre hizmet işletmelerinde çizelgeleme sistemini tanımlamak daha zordur. Önemli olan konu müşteri ve personelin çizelgenmesidir. Genelde amaç talep dalgalanmalarına en kısa sürede cevap verebilmektir. Hizmet üreten bir işletmedeki çizelgeleme sistemi de üretim işletmesindeki gibi ayrıntılı bilgi sistemi içindeki diğer karar verme fonksiyonlarıyla etkileşim içinde olmalıdır. Dolayısıyla kaynak durumu ile müşteri istekleri arasındaki ilişkiye yönelik bilgileri içeren kapsamlı veri tabanına dayalı bilgi sistemlerinin kurulması gerekmektedir.

Hizmet işletmelerindeki bilgi akışı Şekil 1.4'de verilmiştir. Müşteriye ve kaynak durumuna yönelik verilerin elde edildiği veri tabanı ve müşteri ile etkileşim halinde olan çizelgeleme süreci, işletmedeki kazanç yönetiminden de etkilenmektedir. Üretim işletmelerinden farklı olarak hizmet sektöründeki işletmelerde MRP sistemine ihtiyaç duyulmayabilmektedir.

Şekil 1.4: Bir Hizmet Sisteminde Bilgi Akış Diyagramı



Kaynak: Pinedo, 2002: 6.

Üretim veya hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde uygun bilgi akışının sağlandığı bir etkin çizelgeleme, istenen amaçlara ulaşmak için doğru işlemin doğru zamanda, doğru unsurlar ile yönetilmesini sağlar. Etkin çizelgeleme, işletme açısından kaynakların etkin kullanılması; müşteri açısından da siparişlerin zamanında karşılanması anlamına gelmektedir.

Siparişlerini, kaynaklarını ve süreçlerini doğru şekilde planlayıp çizelgeleyebilen işletmeler, daha verimli daha düşük maliyetli üretim yapabilirken termin sürelerini daha istikrarlı şekilde gerçekleştirebilmektedir (Gürtunca ve Özmutlu 2011: 23). Etkinlik ve verimliliği etkileyen çizelgeleme, müşteri taleplerine hızlı cevap verebilmelerini sağlarken sipariş gecikmelerinden kaynaklanan müşteri kayıplarını da önlemeye yardımcı olmaktadır.

Üretim ve hizmet işletmelerinde etkin olmayan çizelgeleme sisteminin kaynak kullanımını azaltması bununla birlikte maliyetlerin artmasına neden olduğundan işletmeler açısından büyük önem taşımaktadır.

İKİNCİ BÖLÜM
AMELİYATHANELERDE YÖNETİM VE ÇİZELGELEME

2.1. BİR İŞLETME OLARAK HASTANELERDE AMELİYATHANE YÖNETİMİ

Hastalara sağlık hizmetlerinin sağlanmasının yönetsel açıdan gittikçe önem kazandığı hastanelerde yöneticiler, bir taraftan hasta memnuniyetini eniyilemeye çalışırken diğer taraftan finansal varlıklarını geliştirmek ve maliyetlerini düşürmek istemektedirler. Ekonomik sebeplerden dolayı bütçeleri azaltılan devlet ve özel hastaneler, sonlu malzeme ve insan kaynağı kapasitesi ile kısıtlanmış, çok servisli bir üretim sistemi olarak düşünüldüğünde düşük maliyetle en iyi sağlık hizmeti sağlamak zorundadırlar.

Amaçlarına yönelik olarak işlevsel tanımı ile hastaneler; tedavi hizmetlerini gerçekleştirdikleri için tıbbi bir kuruluş, yönetimlerinde ekonomi kurallarının geçerli olması nedeni ile ekonomik bir işletme, doktorların ve diğer sağlık personelinin eğitimindeki rolleri nedeni ile bir araştırma kurumu ve mesleki bir örgüt, sosyal faydası dolayısıyla da sosyal bir kurum; hasta ve yaralıları metotlu bir biçimde tedavi eden, normal veya en iyi hale getiren, bunu başarmak için de çeşitli işletme ve iş idaresi tekniklerini kullanan karmaşık, modern bir örgüttür (Şahin, 1999).

Birbirine bağlı süreçlerden ve bölümlerden oluşan hastanede en karmaşık ve önemli birimlerden biri ameliyathanelerdir. Farklı uzmanlık alanlarından cerrahlar, anestezi uzmanları, hemşireler, ameliyathane yöneticileri ve ameliyat gereksinimiyle gelen hastalar vb. pek çok paydaşın yer alması, bu paydaşların farklı amaç ve önceliklere sahip olması, sahip olunan maliyetli kaynakların kısıtlılığı gibi sebeplerden dolayı ameliyathanelerin yönetimi kapsamlı, karmaşık ve zordur (Van der Lans vd., 2006: 2). Yapılan araştırmalarda başta ABD’de olmak üzere yaşlanan nüfus ile birlikte 2020’de cerrahi servislere olan talep ve ihtiyacın %14-47 oranında artacağı tahmin edilmekte (Etzioni vd., 2003: 176); bu nedenle ameliyathanenin yönetimi ve kontrolü ile bu doğrultuda planlama ve çizelgeleme süreçlerinin geliştirilmesinin gerekli ve önemli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Yataklı Tedavi Kurumları İşletme Yönetmeliği (1983)’e göre Ameliyathanelerin yönetimi, ameliyathanenin hizmete sürekli hazır bulundurulması, alet ve malzemelerin sağlanması, bakım, onarım ihtiyaçlarının saptanarak yaptırılmak üzere ilgililere bildirilmesi ve çalışan personelin yönetimi ile eğitimlerinin yapılması

olarak tanımlanmaktadır. Ameliyathane yönetimi ile genel cerrahi uzmanı görevli olup, bu hususlarda baştabipliğe karşı doğrudan sorumludur. Çeşitli cerrahi dalların ya da birçok cerrahın bulunduğu kurumlarda, ilgili uzmanların görüşü alınarak baştabip tarafından seçilecek cerrahi dal uzmanı ameliyathane sorumlusu olarak görevlendirilir. Bu sorumlu, anesteziyoloji uzmanının bulunmadığı kurumlarda, uyandırma odası hizmetlerinin yürütülmesi ve anestezi personeli ile uyandırma odası personelinin yönetim ve eğitimi ile de görevlidir. Bütün bu hizmetlerin yürütülmesi için ameliyat odası sayısı ve iş hacmine göre sorumlu uzmanın emrinde çalışmak üzere eczacı, ameliyathane başhemşiresi, ameliyathane anestezi teknisyeni, hemşire, ameliyathane teknisyeni ve hastane hizmetlisi gibi gerekli görülen personel görevlendirilir.

Hastane yönetimi altında ameliyathanede etkin olmayan, hatalı planlama ve çizelgeleme hem hasta hem de hastane için maliyete neden olan gecikmeli ameliyathane hatta ameliyat iptalleri gibi ameliyathane ve hastane yönetimi için olumsuz sonuçlarla karşılaşılmasına neden olacaktır. Karmaşık bir süreç olduğu daha önce de belirtilen ameliyathane yönetiminde, son zamanlarda yöneticiler tarafından diğer endüstrilerde başarıyla kullanılan matematiksel teknikler, benzetim ve kantitatif tekniklerinin kullanımı artmaktadır (Delesie, 1998: 252; Guerriero ve Guido, 2011: 90).

Hastane veya bağlı oldukları sağlık merkezinin performansına büyük etkisi olan, kritik ve maliyetli hastane kaynaklarından biri olan ameliyathanelerde yönetimin temel amacı, hastayı uzun süre bekletmeden doğru zamanlarda ameliyathanelerin gerçekleştirilmesini sağlayarak hasta akışını enbüyüklemek, aynı zamanda ek maliyetlere katlanmadan, kaynakların en iyi kullanımını ve karı da en büyüklemektir (Guerriero ve Guido, 2011: 89).

2.1.1. Ameliyathanelerde Karar Verme Aşamaları

Ameliyathane yönetiminde, ameliyathane yöneticisinin diğer yöneticiler gibi en önemli görevi, amaçlar doğrultusunda işletme veya ameliyathane için en doğru kararı, en kısa sürede verebilmektir. İyi bir karar ise, bilgilerin doğru, güncel ve zamanında üretilmesiyle orantılıdır. Stokastik ve karmaşık süreçlerin bulunması nedeniyle ameliyathane ortamında gerekli verilerin toplanması, işlenmesi ve bu doğrultuda karar verilmesi kapsamlı ve zor bir süreçtir (Çetinyokuş vd., 2003: 35).

Bununla birlikte personel, malzeme, makine, para gibi fiziksel (somut) kaynaklarla bilgi gibi kavramsal kaynakların etkili bir şekilde kullanımının sağlanması ile görevli olan ameliyathane yöneticisinin ihtiyaç duyduğu bilgiler, kararlar ve sorumluluklar da diğer yöneticilere göre farklı olabilmektedir.

Yönetimde karar verme ortamları,

- Stratejik karar verme ortamı (Stratejik Planlama)
- Taktik karar verme ortamı (Yönetimsel Kontrol)
- İşlemsel karar verme ortamı (İşlemsel Kontrol)

olmak üzere üç sınıfta toplanmaktadır (Gökçen, 2007: 15). Yönetimdeki bu karar ortamları hastane işletmesinde ameliyathane yönetimine ilişkin kararların verilmesinde de kullanılmaktadır.

2.1.1.1. Stratejik Karar Verme Ortamı

Stratejik planlama olarak da ifade edilebilen stratejik karar verme ortamında yapısal kararlar verilmektedir. Yapısal karar alanları, yerleşim, tesis, kapasite, ürün ve ekipman/süreç teknolojisi (Li vd., 2002: 391). Uzun dönem planlama ufkuna sahip Stratejik planlama bilgi, geçmiş veri ve öngörünün birleşimine ve etkileşimine dayanır. Sağlık bakım işletmesinin misyonunun (strateji veya amaç) tanımlanması; bu misyonun, sağlık hizmetlerinin süreçlerinin geliştirilmesine, boyutlandırılmasına ve tasarımına dönüştürülmesine yönelik kararlar bu aşamada verilmektedir (Hans vd., 2012: 9). Stratejik karar verme ortamlarında çok sayıda seçenekler, kısıtlayıcılar ve amaçlar söz konusu olmaktadır (Keçek, 2005: 111).

Ameliyathane ortamına yönelik olarak stratejik karar ortamında ameliyathanenin kapasite boyutları, ameliyat odası sayısı, çalışma saatleri, malzeme stoku, mevcut ekipman durumu vb. belirlenir. Bu karar seviyesi, ameliyathanenin sahip olduğu sürenin farklı cerrahi servislere atanması veya dağıtılmasına dayanan bir kaynak atama problemi olarak düşünülebilir. Mevcut ameliyathane süresinden her bir cerrahi servise, önceden tanımlı blok süre şeklinde tanımlanabilecek periyodik oturumlar (seanslar) atanır. Bunun için gerçekleştirilecek olan ameliyathane tipi ve sayısının, gerekli olacak tıbbi personelin ve ilgili maliyetlerin belirlenmesi gerekir; böylece sahip

olunan mevcut kaynakların büyüklüğü de belirlenmiş olacaktır. Ayrıca diğer servislerin sahip oldukları kaynakların büyüklüğü de (yoğun bakım odaları, servis yatakları) bu karar ortamında belirlenir (Vanberkel vd., 2007: 376; Guerriero ve Guido, 2011: 94).

2.1.1.2. Taktik Karar Verme Ortamı

Stratejik ortamda ameliyathaneye yönelik yapısal kararlar verilirken, taktik karar verme ortamında da sağlanacak sağlık hizmetinin veya ameliyatın gerçekleştirilmesi sürecindeki uygulamaların/işlemlerin planı hazırlanır; yani “ne, nerede, nasıl, ne zaman ve kim” sorularına cevap aranır (Hans vd., 2012: 10; Vissers vd., 2005: 282). Taktik karar ortamı, verilen planlama periyodu için (genelde 1-3 aydan 1 yıla kadar) “Ana ameliyat çizelgesi-AAÇ (Master Surgical Schedule-MSS)” denilen bir ameliyat çizelgesinin geliştirilmesi ile ilgili olup geçmiş veriler ve gerçek/tahmini talep büyüklükleri girdi olarak kullanılır. Bir AAC’nde, stratejik ortamda tanımlanmış blok süreler ve ameliyatlara gerçekleştirmek üzere bu sürelere atanmış cerrahi servisteki cerrahi bir grup veya cerrah bulunur (Guerriero ve Guido, 2011: 95; Samanlıoğlu vd., 2010: 1; Van Oostrum vd., 2008: 357). Diğer bir ifadeyle taktik karar ortamında cerrah ve ameliyathane personelinin planlanması yapılır. Cerrah planlaması, tıbbi uzmanların ameliyatın gerçekleştirilmesi, konsültasyon gibi temel faaliyetlerinin planlanması ve stratejik seviyede tanımlanmış blok sürelerine her bir cerrahın atanmasıdır. Uygulamada her blok süre bir cerraha atanır. Anestezi doktorlarının planlanması da benzer şekilde yapılır ve genelde iki ameliyat odasına bir anestezi doktoru atanır (Testi vd., 2007: 163; McIntosh vd., 2006: 151).

Sonuç olarak ameliyathaneye ilişkin stratejik ve taktik karar verme ortamlarında alınan kararlar ve planlama faaliyetleri sonucunda bir ameliyat odasında, cerrahi bölümlere tanımlanmış blok süreler ve ameliyatlara gerçekleştirmek üzere bu blok sürelerine atanmış bir cerrah, ameliyathane personeli veya ekibi bulunur.

2.1.1.3. İşlemsel Karar Verme Ortamı

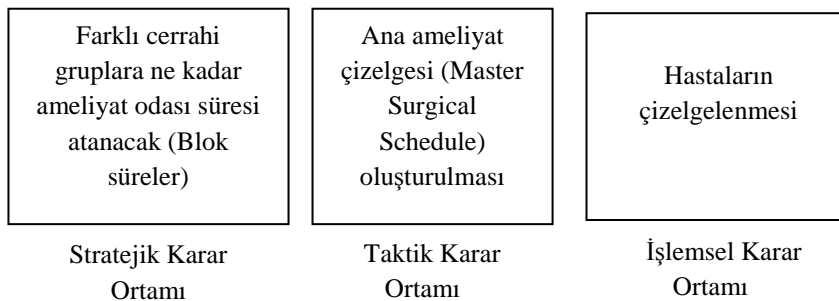
İşlemsel karar verme ortamı, ameliyathanede sağlanan süreçlerin uygulanması ile ilgili kısa vadeli kararları kapsamaktadır. Taktik karar ortamında bir AAC

geliştirildikten sonra bu karar ortamında belirli bir günde gerçekleştirilecek ameliyatlara ve hastaların ayrıntılı planlanması yapılır. Stratejik ve taktik ortamlarında verilen kararların kısıtları nedeniyle işlemsel karar ortamında verilen kararlarda esneklik çok düşüktür (Guerriero ve Guido, 2011: 93; Testi ve Tanfani, 2009: 365).

Çizelgeleme ile bütünleştirilen işlemsel karar ortamına yönelik olarak Cardoen vd. (2009), her bir ameliyatın çizelgelenmesinin 2 temel adımda düzenlenebileceğini ifade etmişlerdir. İlk adım, hastaların ameliyat odalarına atanması (ileri çizelgeleme), ikinci adım atanan bu hastaların verilen ameliyat odasına ait blok süre içerisinde sıralanmasıdır. Guinet ve Chaabane (2003), bu konuda yaptıkları çalışmada ileri çizelgeleme problemini, müşteri memnuniyeti (hasta bekleme süresinin enküçüklenmesi) ve kaynak etkinliğinin enbüyüklenmesi amaçlarını taşıyan bir atama problemi olarak düşünmüşlerdir. Kaynak kapasitesi (her ameliyat odasındaki mevcut ekipman tipi, düzenli çalışma saatleri, iş hukukunun izin verdiği fazla mesai saatleri) ve zaman pencere (çevrim süresi ve termin) kısıtları da göz önüne alınarak karar verilmektedir. İkinci adım olan hastaların sıralanması problemini, üretim süresinin (akış süresi) en küçükleme amacı taşıyan bir akış problemi olarak tanımlamışlardır. Bu aşamada insan ve malzeme kaynağı senkronizasyonunun sağlanması karar sürecine dahil edilmiştir.

Ameliyathaneye yönelik stratejik, taktik ve işlemsel karar ortamlarında alınan kararlar Şekil 2.1’de özetlenmektedir:

Şekil 2.1: Ameliyathanede Hiyerarşik Karar Ortamları



Kaynak: Guerriero ve Guido, 2011: 94.

Ameliyathaneye yönelik işlemsel karar ortamı veya planlama, çizelgelenecek ameliyathane elektif veya acil hasta ameliyat durumuna göre Çevrimdışı ve Çevrimiçi işlemsel seviye planlama olmak üzere ikiye ayrılır.

Çevrimdışı İşlemsel Karar Ortamı: Elektif hastaların ameliyatlarının önceden planlanması; planlanan bu ameliyathane işlemlerine ilişkin faaliyetlerin ayrıntılı olarak düzenlenmesi kararları Çevrimdışı İşlemsel ortamda belirlenir. Ameliyathane çizelgelenmesinde amaç beklenen ameliyat odası kullanım oranını enbüyüklemek ve/veya beklenen fazla mesai ve iptal edilmiş elektif ameliyat sayısını enküçüktür (Van der Lans vd., 2006: 4; Hans vd., 2012: 9; Guerriero ve Guido, 2011: 99; Knoeff, 2010: 24). Çevrimdışı İşlemsel Karar Ortamı Planlama süreci sonunda haftalık ameliyathane çizelgesinde ameliyathane gerçekleştirilme sırası ve gün içerisinde başlama zamanları belirlenmiş olmaktadır.

Çevrimiçi İşlemsel Karar Ortamı: Sağlık hizmetlerinin stokastik olması durumu, müdahale sürelerinin tahminlenmesini gerektirmekte; karşılaşılan durumlara tepki süresinin kısa olduğu, öncelikli hedefleri sağlanacağı hızlı bir tepki sistemine gereksinim duymaktadır (Kırış, 2008: 3). Buna yönelik olarak işlemsel karar ortamında çevrimiçi operasyon planlama, beklenmeyen veya tahmin edilemeyen olaylara karşılık verme ve süreç izleme ile ilgili kontrol mekanizmasını içerir. Aciliyetlerine göre hastaların ayrılması, acil olayların ek çizelgelenmesi, tükenen stokların ikmalî çevrimiçi planlama fonksiyonlarına örnek verilebilir (Hans vd., 2012: 9). Bu aşamada koordinasyon ameliyathane yöneticisi, o olmadığı da sorumlu veya kıdemli cerrah asistanı tarafından sağlanır. Çevrimiçi İşlemsel Seviye Karar Verme ve Planlama, olası en az fazla mesai tercihiyle tüm ameliyathane yapılmasını sağlamaya çalışır (Wullink, 2007: 543; Sierl vd., 1197: 886; Knoeff, 2010: 28).

Sağlık hizmetleri süreçlerinin çoğunlukla stokastik özelliğini ön plana çıkaran ve tepkili karar fonksiyonlarıyla birlikte yönetim alanlarını da birleştiren çalışmalar son yıllarda artış göstermektedir. Modern üretim planlama ve kontrol yöntemleri, bilinen üç hiyererşik karar verme seviyesiyle birlikte çoklu yönetim alanlarını da dikkate almaktadır. Bu yapılar genelde mühendislik merkezli, ürünlerin siparişe göre özelleştigi üretim çevreleri için tasarlanmıştır. Bu çevrelerin sağlık hizmetlerine benzerliğinden faydalanılarak Hans vd. (2012), ameliyathane de içeren sağlık hizmetlerinin

planlanması ve kontrolü için dört yönetim alanını ve dört karar seviyesini birleştirerek Şekil 2.2'deki gibi bir yapı meydana getirilmiştir. Bu yapı ameliyathane gibi çeşitli hastane departmanlarından tüm hastaneye veya sağlık bakımı personeline, kısaca tüm tedarik zincirlerine uygulanabilmekte; yapının içeriği, kapsama bağlı olarak değiştirilebilmektedir.

Şekil 2.2: Bir Hastanenin Sağlık Bakımı Planlama ve Kontrol Yapısı

	Tıbbi planlama	Kaynak kapasite planlama	Malzeme planlaması	Finansal planlama
Stratejik	Kaynak, tıbbi protokollerin gelişimi	Karmaşık olay planlama, kapasite planlama, işgücü planlama	Tedarik zinciri ve depo tasarımı	Yatırım planları, sigorta şirketleri ile iletişim
Taktik	Tedavi seçimi, protokol seçimi	Blok planlama, kadrolama, kabul planı	Tedarikçi seçimi, ihale	Bütçe ve maliyet atama
Çevrimdışı işlemsel	Teşhis ve her bir tedavinin planlanması	Görev çizelgeleme, işgücü çizelgeleme	Malzeme satın alma, sipariş büyüklüğü belirleme	İlaç faturalama, nakit akış analizleri
Çevrimiçi işlemsel	Hasta sınıflandırması, teşhis, aciller ve komplikasyonlar	Kontrol, acil olay düzeni	Acil sipariş verme, stok yenileme	Fatura karmaşıklığı ve değişimleri

← Yönetim alanları →

↑ Hiyerarşik ayrışım ↓

Kaynak: Hans vd., 2012: 11.

Geliştirilmiş sağlık hizmetlerinin planlanma ve kontrol yapısında belirlenen yönetim alanları; tıbbi planlama, kaynak kapasite planlaması, malzeme planlaması ve finansal planlama olarak sıralanmaktadır. Tıbbi Planlama, tedavi uzmanları tarafından tedaviyi, teşhisi ve hastalara yönelik verilen kararları içerir. Üretimdeki mühendisin ve teknolojik planlamanın yerini sağlık hizmetlerinde uzmanlar ve tıbbi planlama alır.

Tıbbi planlamada yeni tedavi yöntemlerindeki gelişmeler takip edilir, en karmaşık ve öngörülemeyen süreçlere yönelik çalışmalar yapılır. Kaynak Kapasite Planlaması da personel, ekipman ve tesis (MR makinesi, yatak, steril malzemeler, ameliyat odaları, rehabilitasyon odaları) kaynakları gibi yenilenebilir kaynakların kontrolü, çizelgelenmesi, planlanması, ölçülmesini içerir. Malzeme Planlanmasında sütür yani dikiş malzemesi, protez, kan, bandaj, yiyecek vb. gibi bütün tüketim malzemelerinin satın alınması, depolanması, dağıtımı ve geri dönüşünün sağlanması ile ilgilenilir. Finansal Planlama seviyesinde bir işletme olarak hastanenin şu an ve gelecek amaçlarına ulaşmak için maliyet ve gelirlerini nasıl yönetmesi gerektiğini kapsamaktadır. Sağlık hizmeti harcamalarının giderek artmasından dolayı birçok ülkede düşük maliyetli sağlık hizmetinin sağlanması yönünde bir rekabet yayılmaktadır. Finansal planlamanın da, hastanede ve ameliyathanede yönetilen süreçler üzerinde önemli etkisi vardır. Sağlık bakımında finansal planlama, yatırım planlama, sözleşme (sağlık sigortaları ile), bütçe ve maliyetleme, muhasebe, fatura gibi fonksiyonları içermektedir (Hans vd., 2012: 10).

Hans vd. (2012) oluşturdukları sağlık hizmetlerinin planlanma ve kontrol yapısı hastanede veya ameliyathanede karşılaşılabilecek problemlerin tanımlanması, sebebinin araştırılması, probleme yönelik çözümün ve verilecek kararın analiz edilmesi açısından personele ve hastanenin etkinliğine büyük kolaylık ve katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2.1.2. Ameliyathane Yönetiminde Kullanılan Performans Ölçütleri

Sağlık sektörü, kısıtlı bütçe durumu ile birlikte yaşanan nüfus oranındaki artış, yeni hastalıkların ortaya çıkması, yüksek kalitede sağlık hizmeti ihtiyacı gibi son yıllarda yaşanan değişikliklere ve baskılara cevap vermek zorundadır. Tıbbi kaynak kısıtları ve hastaneler arası yoğun rekabet koşulları nedeniyle yöneticiler, hastane gelirinin ve servis kalitesinin artırılması için maliyetin azaltılması ve kalitenin geliştirilmesi konularına odaklanmaktadırlar. Ameliyathanelerin de en yüksek maliyet ve getiriye sahip birim olmaları, yönetiminde etkinlik ve verimliliğin artırılmasında önemli bir rol oynamaktadırlar.

Birçok farklı alanda uzmanlaşmış, yüksek ücretli personele ve sınırlı kaynaklara sahip olunan ameliyathanelerin etkin kullanımı için iyi bir planlama ve çizelgelemeye ihtiyaç duyulur. Hastanın ameliyathane sürelerinde karşılaşılan belirsizlik, diğer bölümler ile çoklu ilişkilerin olması ameliyathane ve ameliyat odası planlamasını karmaşık ve değişken bir süreç haline getirmekle birlikte planlanacak kaynakların yüksek maliyetli olması ameliyathane performansının yükseltilmesini gerektirmektedir (Persson ve Persson, 2010: 182).

Fei vd. (2010)'e göre ameliyathanede üstün bir servis ve hasta memnuniyeti anlamına gelen yüksek kalitede bakım; hasta güvenliği, birinci sınıf bakım ve tedavi edilmiş hasta sayısı ile sağlanır. Bu nedenle performansın geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için hastane ve ameliyathane yöneticileri, bu üç konuya odaklanırlar (Fei vd, 2010: 221). Sierl vd. (1997) ve Souki vd. (2009) ise hastanede ameliyathane bölümünün performansı; maliyet, kaynak yönetimi, finansal yönetim, hasta bekleme süresi, ameliyat odası kullanımı, tedavi görmüş hastalar, gecikmiş ve iptal edilmiş ameliyatlara, fazla mesai, boş ameliyat odaları, ameliyata zamanında başlama, cerrah, hasta ve diğer personelin memnuniyeti gibi birbiriyle ilişkili ve etkileşimli faktörlerin düzenlenmesi ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Tüm bu amaç veya performans ölçütlerinin hedeflenmesi ve aynı anda gerçekleştirilmesi çok zor olduğu için genelde yapılan çalışmalar ve araştırmalarda mevcut duruma göre en önemli görülen amaçlar veya performans ölçütleri belirlenip temel alınmıştır.

Ameliyathane planlaması ve çizelgelemesinde farklı performans ölçümleri kullanılmakla birlikte en yaygın olanları aşağıda belirtilmiştir (Cardoen vd., 2010: 922):

- Bekleme Süreleri (Hasta - Cerrah)
- Kaynak Kullanım (Yetersiz- Aşırı Kullanım: Ameliyat Odası, Servis Odası, Yoğun Bakım Odası, Anestezi Sonrası Bakım Ünitesi, Bekleme Ünitesi)
- Kaynak Seviyeleme (Ameliyat Odası, Servis Odası, Yoğun Bakım Odası, Anestezi Sonrası Bakım Ünitesi, Hasta Yoğunluğu)
- Tedavi Edilmiş Hasta Sayısı
- Finansal Amaçlar
- Ameliyatların Ertelenmesi-İptal edilmesi

- Tercihler ve Öncelikler
- Servis Süresi
- Diğer.

Bekleme Süreleri: Sağlık hizmetlerinde yapılan çoğu çalışmada en rahatsız olunan ve en fazla şikayet edilen konunun uzun bekleme süreleri olduğu ifade edilmektedir. Özellikle hizmet sektöründe beklemekten sıkılmış bir hasta olası kazançtan çok daha önemli olmaktadır. Uzun bekleme listeleri mutsuz, endişeli ve memnun olmayan hastaya, personelin moral ve motivasyonunda düşüşe, hemşireler arasında daha fazla çevrime sebep olur (Gül vd., 2011: 147). Ayrıca Dexter vd. (1999)'nin ameliyat odası kullanımı ve bekleme süresi arasındaki ilişkiyi de inceledikleri çalışmada ameliyat odası kullanımının büyük oranda hastanın ameliyat için ortalama bekleme süresi uzunluğa bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla sürecin faydasını engellemeyecek bir bekleme süresi sağlanması hem ameliyathane performansı hem de hasta memnuniyetini artıracaktır (Vanberkel ve Blake, 2007: 373).

Kaynak Kullanımı: Bir ameliyathanede ameliyatlara gerçekleştirilmesi için her süreçte personel (cerrah, anestezi uzmanı, hemşire vb.), tesis (ameliyat odası, yoğun bakım ünitesi, anestezi sonrası bakım ünitesi, yatak, malzeme) vb. kaynaklara ihtiyaç duyulur. Bu kaynakların kullanım oranı, performansı gösteren ölçütlerden biridir. Dolayısıyla hastane bütçesinde önemli gider kaynağı olan ameliyathanelerde en iyi fayda-maliyet dengesinin sağlanması için en büyük kaynak kullanımının da sağlanması gerekir (Jan vd., 2003: 1). Personel, malzeme, yatak gibi kaynak kullanımı, oluşturulan çizelgeye bağlıdır. Ameliyathane çizelgelemesi, belirli bir zamanda öncelik ve ihtiyaçlara göre işlerin veya görevlerin gerçekleştirilmesi ve kaynakların etkin kullanılması için sınırlı hastane kaynaklarının görevlere atanması ile ilgilidir (Krempel ve Panchento, 2006: 209). Dolayısıyla gelişmiş bir çizelgeleme etkin kaynak kullanımını sağlayabilen bir çizelgedir.

Ameliyathane kaynaklarından ameliyat odasının kullanım oranı son yıllardaki ameliyathane ile ilgili araştırmaların ve hastane yöneticilerinin önemli çalışma konularından biri olmuştur. Ameliyat odası kullanım oranı, ameliyathane gibi en önemli hastane kaynaklarının kullanım etkinliğinin bir göstergesi aynı zamanda bir performans ölçütüdür (Houdenhoven vd., 2007: 231).

Bizim çalışmamızda ameliyat odası kullanım oranı temel ölçüt olarak ele alınmaktadır. Ameliyathanenin en temel performans göstergelerinden biri kabul edilen ameliyat odası kullanımı ve ameliyat odası kullanımını etkileyen faktörler devam eden bölümde ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

Kaynak Seviyeleme: Kaynak seviyeleme, dengelenmemiş kaynak kullanımını tanımlayan, kaynak atamalarında meydana gelen kaynak çakışmalarının engellenebilmesi ve fazla kaynak kullanımının tespit edilerek tasarruf edilmesini sağlayabilen bir proje yönetim sürecidir (Hendrick vd., 2011: 143).

Ameliyathane çizelgelemede ameliyat odası ile birlikte servis veya yoğun bakım ünitelerindeki yatak gibi diğer kaynakların kullanımlarının ve iş yüklerinin de düşünülmesi gerekmektedir. Hastanın kalış süresi veya daha uzun süreli ameliyat gibi beklenmeyen ve tahmin edilemeyen olayların sebep olduğu kapasite riskinin en küçüklenmesi amaçlanmaktadır (Cardoen vd., 2010: 923). Ayrıca ameliyathanede mevcut durumdan daha fazla kaynak ihtiyacı duyulduğu durumlarda ameliyatların yeniden çizelgelenmesi veya ameliyat iptali ile karşılaşılabılır. Dolayısıyla ameliyathanedeki kaynak seviyeleme, ileriye yönelik ameliyathanedeki değişimlerin tahmin edilerek mevcut kapasite ile tahmin edilen değişim durumunun dengelenmesine yardımcı olur.

Tedavi Edilmiş Hasta Sayısı: Üretim yönetiminde “üretilen iş” olarak tanımlanan tedavi edilmiş hasta sayısı; ameliyathane etkinliğini belirleyen kriterlerden biridir (Lehtonen vd., 2007: 41). Tedavi edilmiş hasta sayısı bekleme süresi ile yakından ilgilidir. Bu konuda yapılmış çalışmaların çoğu dolaylı olarak kısa bekleme süresine öncülük eden tedavi edilmiş hastaların sayısının yükseltilmesini amaçlamışlardır (Cardoen vd., 2010: 923).

Finansal Amaçlar: Çoğu ülkede yaşanan nüfusla birlikte sağlık bakım hizmetlerine olan talebin artacağı düşünüldüğünde; sağlık sistemlerinde maliyet ve getiri oranı en yüksek olan hastane birimi olan ameliyathanede temel araştırma konularından birinin de finansal alan olacağı düşünülmektedir. Bir ameliyathane çizelgesi veya planı tasarruf veya kazanç sağlıyorsa elde edilen kazanç; karşılaşılan diğer problemlerin çözümünde kullanılır. Örneğin uzun bekleme süreleri daha fazla kapasite kurulumu ile azaltılabilir. Kapasite israfının hala temel problem olduğu iyi

gelişmiş sağlık merkezlerinde finansal konuların ihmal edildiği ve göz ardı edildiği düşünülmektedir (Cardoen vd., 2010: 924).

Ameliyatlara Ertelenmesi-İptal Edilmesi: Ertelenen ve iptal edilen ameliyatlarda düşük servis kalitesinin bir göstergesi olup ameliyathane kullanımında etkinsizlik sebebi, zaman ve kaynak kaybıdır. Gerçekleştirilecek ameliyat için bekleme, hasta ve hasta yakınları için gergin bir süreçtir; özellikle çocuk hastaların ameliyatlarındaki iptal veya erteleme durumları ek bir endişeye sebep olabilmektedir. Bu durum hasta memnuniyetsizliğine sebep olur. Ayrıca iptal edilmiş veya ertelenmiş ameliyatlarda, yeniden çizelgeleme ve atama süreçleri için ameliyathane ve hastaneye yeni yönetsel iş yükü ve maliyet getirir. Çizelgeleme hatalarından, yetersiz hasta hazırlığından, ekipman eksikliğinden vb. sebeplerden kaynaklanabilen ameliyat erteleme ve iptallerinin sebeplerinin araştırılması ve en küçüklenmeye çalışılması hasta, hastane ve ameliyathane için olumlu sonuçlar getirebilecektir (Garg vd., 2009: 35; Wahab vd., 2009: 405).

Tercihler ve Öncelikler: Ameliyat sürecinde farklı tercihler ve öncelikler bulunabilmektedir. Cerrahlar atanmış ameliyat odası blok süreleri ile ilgilenirken, hastaların da kendi ameliyatlarının zamanlaması bakımından öncelik istekleri bulunmaktadır. İlk bakışta bu amaçlar çok da önemli görülmemekle birlikte çeşitli çalışmalarda, önceliklerin dikkate alınması ile oluşturulan çizelge ve sağlık bakımının etkinliği arasında ilişki kurulmuştur (Cardoen vd., 2010: 924). Örneğin Cardoen vd. (2009) çocukların yetişkinlere göre daha fazla korku ve endişeli olmaları yanında, yemek yememe zorunluluğu aile, hemşire ve cerrah için sıkıntı yaratabileceğinden çocuk hastaların ameliyat günü olabildiğince erken çizelgelenmesinin uygun olacağını belirtmişlerdir. Bu nedenle süreçte ve planlamada dikkat edilen öncelikler ameliyathane performansını önemli derecede etkileyecektir.

Servis Süresi: Kaynak kullanımı ve hizmet kalitesinin temel göstergelerinden biri olan servis süresi termini ile ilişkilidir. Ameliyathanede son hastanın ayılması veya çıkışı olan tedavinin tamamlanma zamanının en küçüklenmesi pek çok çalışmanın amaç fonksiyonunu oluşturmuştur (Cardoen vd., 2010: 924). Hizmet süresinin en küçüklenmesi aynı zamanda ameliyat odası etkinsizliğinin bir göstergesi olan fazla mesainin de en küçüklenmesine yardımcı olabilmektedir.

2.1.3. Ameliyat Odası Kullanımı Ve Etkileyen Faktörler

Bir hastanede en büyük maliyet alanı, cerrahi bakım sağlayan ameliyathanelerdir. Yüksek ameliyathane maliyetlerinde en büyük pay ise farklı alanlarda uzmanlaşmış personel maaşlarına aittir. Cerrahi hastaların bakımlarının en az maliyetle sağlanmasını planlamakla görevli olan ameliyathane yöneticisi, hastalara gerekli bakımı en az çalışan ile sağlayarak çalışan verimliliğini sağlamak, bunun yanında en pahalı kaynaklardan ameliyat odası kullanım oranını en büyükmek zorundadır.

Ameliyat odası kullanım oranının tanımı, her bir cerrahi sürecin gerçekleştirilmesi için gerekli toplam süre (hastanın ameliyat odasında ameliyata hazırlanması, anestezi verilmesi ve çıkışı) ile gerekli hazırlık süresi toplamının mevcut ameliyat odası süresine oranlanmasıdır. Ameliyatlar çizelgelenmiş gün sonu saatini aştığında; aşılın süre kullanımın hesaplanmasına dahil edilir fakat hastane, çalışan fazla mesai ücretini ödemek durumuyla karşılaşabilmektedir (Tyler vd., 2003: 1114). Tanıma göre ameliyathane kullanımındaki iyileştirme ve gelişmeler personel maliyetlerini düşürmese de veya personel maliyetlerini içermese de ameliyat odasında daha kısa süre kalmalarını, moral ve memnuniyet düzeylerinin artmasını sağlayabilir (Mazzei, 1999: 2).

Ameliyat odası kullanım oranı, cerrahi performansın takip edilmesi açısından önemli olup bir hastaya cerrahi müdahalenin yapılması için ihtiyaç duyulan işgücünün de bulunduğu ameliyat odasının kullanımının bir ölçüsüdür. Bir cerraha daha fazla veya daha az blok süre atanıp atanmamasına karar vermede yaygın olarak kullanılan bir kriter olan ameliyat odası kullanımını Basit ve Düzeltilmiş kullanım oranları olmak üzere iki şekilde hesaplanabilir. Basit ameliyat odası kullanım oranı; ameliyat odası blok süre içerisinde gerçekleştirilen elektif ameliyatların toplam süresinin atanmış blok süreye oranlanmasıyla elde edilir (Dexter vd., 2003: 1243).

$$\text{basit kullanım} = \frac{\text{ameliyat odası süresinde gerçekleştirilen elektif ameliyatların toplam süresi}}{\text{atanmış toplam blok süre}}$$

Düzeltilmiş Kullanım oranı ise ameliyat odası blok süresi içinde gerçekleştirilen elektif ameliyatların toplam süresi; hazırlık ve ameliyat odasının temizliği için gerekli çevrim süresini içerir. Böylece ameliyat odasının kullanımını daha doğru yansıtan düzeltilmiş kullanım oranı aşağıdaki gibi hesaplanır (Dexter vd., 2003: 1243; Mazzei,1999: 1; Dexter vd., 1999: 7):

$$\text{düzeltilmiş kullanım} = \frac{(\text{ameliyatların toplam süresi} + \text{çevrim süresi})}{\text{atanmış toplam blok süre}}$$

Ameliyat odası kullanım oranı tanımına yönelik olarak Strum vd. (1999) literatürdeki Ameliyat odası kullanımı tanımının yetersizliğinden bahsetmişlerdir. “toplam kullanılan ameliyat odası süresinin ameliyat odasına atanan veya bütçelenen süreye oranı” olan klasik tanımın kullanım kalitesini yansıtmadığı için yetersiz olduğunu ve geliştirilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Verdikleri örnekte 8 saatlik bir ameliyat odası süresinde iki tane 4’er saatlik ameliyat çizelgelenmiştir. Bu iki ameliyatın ikisinin de mesai saatleri veya atanan sürede gerçekleştirildiğinde kullanım oranı tanımına göre %100 $(100*(4+4)/8)$ ’lük bir kullanım oranı gerçekleştirilmiş olur. Diğer taraftan bu ameliyatlardan biri mesai saatleri içerisinde diğerinin gerçekleştirilmesi de mesai saatlerini aştığında yine kullanım oranı %100 olmaktadır fakat ameliyat odasının az ve fazla kullanımı söz konusu olmaktadır. Atanan veya ayrılan ameliyat odası süresinin tam kullanıldığında (az veya fazla kullanım olmadan) bütçelenen veya çizelgelenen sürenin etkin olduğunu ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda ameliyat odasının etkin kullanımında ve ameliyat odasının çizelgesinin kalitesinin değerlendirilmesinde önemli ölçütler olduğunu ifade etmişlerdir.

Ameliyat odası kullanımında önemli tanımlardan biri olan ameliyathane etkinliği süre ve kaynakların, amaçlara yönelik olarak nasıl kullanıldığının bir ölçüsüdür. Dolayısıyla etkinlik-etkinsizlik terimlerinin ameliyat odası açısından daha açık şekilde tanımlanmasında Strum vd. (1999), Atanmış personeli ile birlikte ameliyat odası etkinliğini kullanılmayan ameliyat odası süresi olan az veya yetersiz kullanım ve fazla mesai durumu olan fazla veya aşırı kullanım olan iki yeni kavramı birleştiren ve dengelemeye çalışan bir ölçüm olarak tanımlamışlardır.

Genelde ameliyat odalarının planlı kullanım süreleri vardır (örneğin, günlük 8 saat). Eğer ameliyatlara, çizelgelenmiş günün bitiş saatinden yani planlı kullanım süresinden daha erken bitiyorsa ve ameliyat odasında personel görevlendirmesi yapılmasına rağmen ameliyat odası ameliyat, hazırlık veya temizlik faaliyetlerinden herhangi biri için kullanılmıyorsa ameliyat odasının yetersiz kullanım durumunda yani atıl olduğu düşünülür. Bu gibi durumlar personelin de yetersiz kullanılmasına sebep olur. Diğer taraftan personel fazla mesai ücretlerinde çalıştırıldığında, günün son ameliyatı ameliyat odasına atanan süreyi yani planlı kullanım süresini aştığında ve personel fazla mesai ücreti ile çalışarak ameliyatı tamamlamak zorunda olduğunda ameliyat odasının aşırı kullanım durumu içerisinde olduğu düşünülür (Macario, 2007: 16; BC's Physicians; 2011: 9). Planlı kullanım süresi ile gerçekleştirilen ameliyatlara tamamlanma zamanının senkronize edilmemesinden kaynaklanan bu durum ameliyathane performansını olumsuz etkilemektedir. Bunların dışında bazı ameliyat odalarının fazla kullanım ve fazla mesai olmasına rağmen çizelgelenmiş saatler içerisinde boş kalması ve bunun sonucunda yetersiz kullanım durumlarıyla da karşılaşılabilir.

Ameliyat odalarının yetersiz ve aşırı kullanımının her ikisi de etkin olmayan kaynak kullanımı göstergesidir. Yetersiz kullanım atıl kaynak; aşırı kullanım ise fazla mesai maliyetlerine, personel motivasyon ve moralinde düşümlere neden olur. Dolayısıyla etkinliğin sağlanması için, ameliyatlara geç tamamlanmasından kaynaklanan ek maliyetlerin ve kullanılmayan kaynakların fırsat maliyetlerinin en küçüklenmesi gerekir. Ameliyat odasının, sadece birkaç saatlik yetersiz veya aşırı kullanımı çok önemli olmadığı düşünülse bile kümülatif olarak ameliyat bütçesini önemli derecede etkiler ve her yıl gerçekleştirilen cerrahi müdahalenin toplam sayısını etkileyebilir (BC's Physicians, 2011: 10; Mazzei, 1999: 2).

Ameliyat odası kullanımı, yöneticiler açısından önemli bir hedef olmasına rağmen en uygun kullanım seviyesi tam olarak tanımlanmamış, en uygun kullanımın sağlanması için nelerin gerekli olduğu da net olarak belirtilmemiştir (Tyler vd., 2003: 1114). İngiltere'de çoğu sağlık bakım merkezi ameliyat odasına ilişkin %70-100'lik bir kullanım oranı amaçlamaktadırlar. Daha yüksek kullanım oranlarında ise hasta ve personel memnuniyetinde düşüş ile karşılaşılabilir (Lo, 2009: 16).

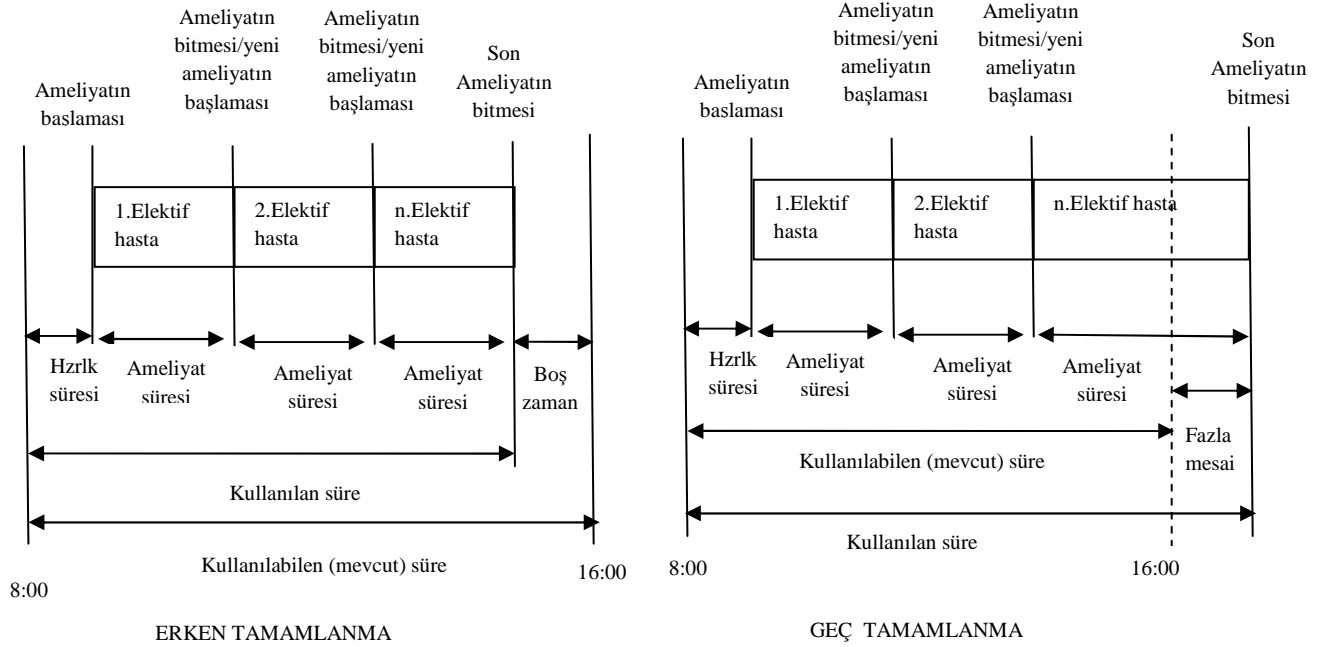
Ameliyat odası kullanımına ilişkin tam tanım ve hedeflerin belirtilmemesine rağmen kullanımı etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalar genel olarak; ameliyathane ortamındaki belirsizlik ve değişkenlik ortamı, ameliyat süreleri, çevrim süreleri, bekleme süreleri, atanan blok süreler, çizelgeleme stratejileri, iptal edilen ve eklenen ameliyatların kullanımı etkileyen faktörler olduğundan bahsetmişlerdir. Bu faktörlerden ameliyat odası kullanımına en fazla etkisi olduğu düşünülen faktörler devam eden bölümde ele alınmıştır.

2.1.3.1. Erken Tamamlanma-Geç Tamamlanma

Literatürde en önemli ameliyathane performans ölçütü olarak belirtilen ameliyat odası kullanımı ile ilgili en fazla çalışma erken tamamlanma ve geç tamamlanma faktörleri üzerine yapılmıştır. Bu tür problemler, işlerin erken ve geç tamamlanmalarının engellenmesini amaçlayan Tam zamanında üretim ve yalın üretim sistemleriyle birlikte önemli hale gelmiş; işlerin termine mümkün olan en yakın zamanda bitirilmesi için üretim sistemlerinde çizelge geliştirilmeye çalışılmıştır (Coleman,1992: 225; Hepdoğan vd., 2009: 1717; Hino vd., 2005: 190).

Ameliyatların yapılacak işler olduğu ameliyathane ortamında çizelgelenmiş ameliyatların mesai saati bitiminden önce tamamlanması erken tamamlanma; mesai saatini aşması ise geç tamamlanma olarak tanımlanabilir. Dolayısıyla ameliyat odasında ameliyatların erken veya geç tamamlanması direkt olarak ameliyat odası kullanım etsinsizliğine sebep olmaktadır; erken tamamlanma yetersiz kullanım, geç tamamlanma da fazla veya aşırı kullanım ile sonuçlanmaktadır. Erken ve geç tamamlanma durumlarının ortaya çıkması sonucu karşılaşılan boş zaman ve fazla mesai süreleri Şekil 2.3'de şematize edilmektedir.

Şekil 2.3: Ameliyat Odasında Ameliyatların Erken Tamamlanma ve Geç Tamamlanma Durumları



Kaynak: Van Houdenhovan, 2007: 36

Ameliyathaneler açısından, çizelgelenmiş ameliyatların geç tamamlanması hastane performansı üzerinde negatif bir etkiye sahiptir. Hasta ve hasta yakınlarının endişelerini artıracak; karşılaşılan fazla mesai ise hastanenin ek maliyete katlanmasını gerektirecektir. Bunun yanında günlük planlanmış ameliyatların erken tamamlanması çizelgelenmiş ameliyat odası ve görevlendirilmiş personelin atıl duruma kalmalarına sebep olacaktır. Bu nedenle ameliyatların planlanmış tamamlanma zamanı, vardiya sonu ile eşzamanlanmaya çalışılırsa (senkronize edilirse) ameliyat odasının etkin kullanılmasına önemli bir katkıda bulunulacaktır. Çalışmamızda ameliyat odasında ameliyatların erken ve geç tamamlanmasından kaynaklanan kullanım etkinsizliğinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2.1.3.2. Ameliyat Süreleri

Ameliyat süresi, hastanın ameliyat odasına girişinden ameliyat odasını terk etmesine kadar geçen süre olarak tanımlanır (Dexter ve Traub, 2002: 937). Ameliyat odasının kullanım etkinliğinin belirlenmesi veya geliştirilmesi için hangi ameliyata ne kadar süre harcadığının bilinmesi gerekir. Bu konuda literatürde pek çok çalışma ve araştırma bulunmaktadır. Çalışmalarda, geçmiş verilerin değerlendirilmesi ile ameliyatların gerçek sürelerine en yakın değerlerini karşılayacak olasılık dağılımlarının normal ve lognormal dağılımlarının olduğu varsayılmıştır (Houdenhoven vd., 2007: 713; Strum vd., 2000: 1160; May vd., 2000: 130).

Ameliyat sürelerinin olasılıksal verilere dayanması veya stokastik olması mevcut kullanımın tahmin edilmesi ve hesaplanmasını zorlaştırmaktadır. Aynı tip ameliyatların bile süresi farklı olabilmektedir. Her hastanın patolojik durumu farklı olduğu için ameliyata harcanacak gerçek sürenin ne olacağı ve ilk ameliyattan sonra gelen ameliyatların başlama zamanının ne olacağı tam ve kesin olarak belirlenemez (Tyler vd., 2003: 1115). Ameliyat sürelerinin yüksek değerlerde tahmin edilmesi kullanılmayan ameliyat odası süresine sebep olurken; ameliyat sürelerinin düşük değerlerde tahmin edilmesi fazla mesai ve ameliyat iptalleriyle sonuçlanır (Wright vd.,1996;1235). Bu belirsizliklere rağmen ameliyathane yöneticileri, ameliyat sürelerini ve ameliyatların başlama zamanlarını tahmin etmek zorundadırlar; çünkü cerrahların kendi kişisel çizelgelerini ve ameliyat-poliklinik zamanlarını ayarlamaları, ameliyat odası kullanımını açısından boş geçen zaman veya fazla mesaiden kaynaklanan maliyetlerin en küçüklenmesi, hasta ve personel memnuniyeti açısından da bekleme sürelerinin en aza indirilmesi gerekmektedir.

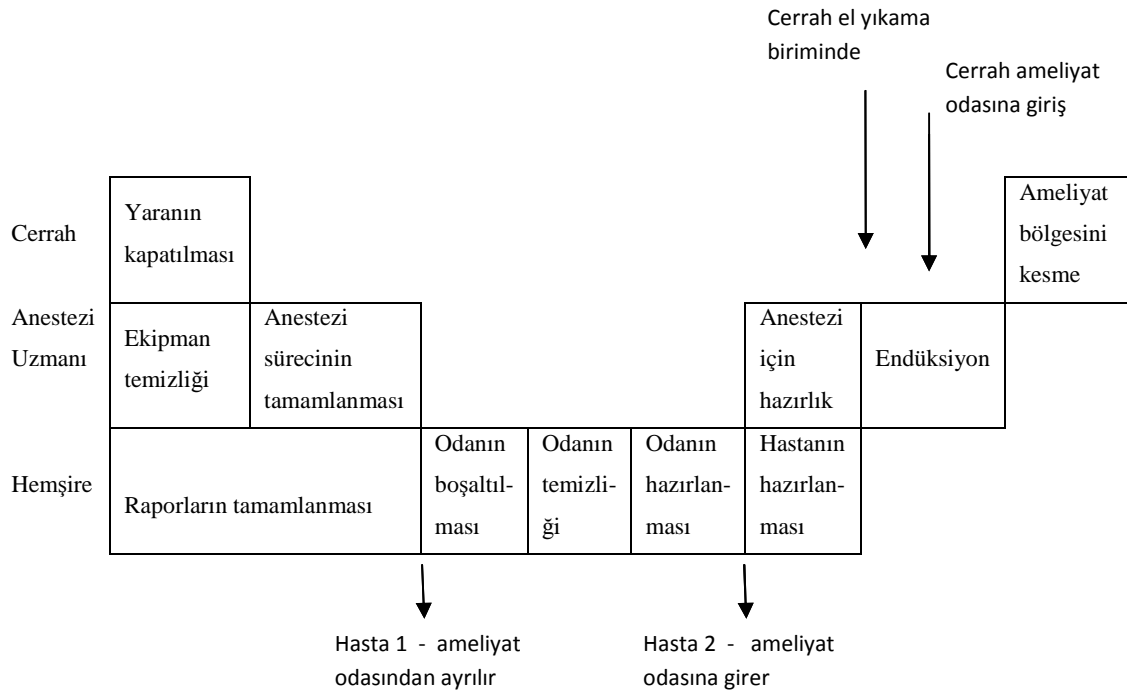
Ameliyat sürelerinin en doğru şekilde tahmin edilmesi ile ameliyatlar daha kaliteli çizelgelenmekte dolayısıyla ameliyat odası kullanımında yetersiz ve aşırı kullanım olasılıklarını azaltmaktadır. Bu nedenle ameliyat odası kullanım etkinliğinin artırılması üzerinde önemli rol oynamaktadır.

2.1.3.3. Çevrim Süreleri

Çevrim süresi, bir hastanın ameliyat odasından çıkışı ile sonraki hastanın aynı ameliyat odasına girişi arasında süredir. Çevrim süreleri sadece 16:00'dan önce gerçekleştirilen çizelgelenmiş ameliyatlara için hesaplanır ve 120 dakikadan daha az olması gerekmektedir. Çevrim süreleri oda hazırlığı ve temizliği için harcanan süreleri içermekle birlikte, ameliyatlara arasındaki gecikmeleri içermez. Ameliyatlara arasındaki tanımlanan veya çizelgelenen süre aşıldığında bu, çevrim süresi değil gecikme olarak tanımlanır (Eappen vd., 2007: 87; Dexter vd., 2011: 2).

Hastane, anestezi uzmanı ve cerrah için bir gelir kaybı olan çevrim süreleri ameliyathanedeki cerrah ve diğer çalışanlar açısından farklı tanımlanabilir. Hemşireler için hastanın ameliyat odasından ayrılması ile yani hastanın ameliyat odasına girmesi arasındaki süre iken anestezi uzmanları açısından, bir hastanın anestezi sonrası bakım ünitesine gönderilmesiyle sonraki hastaya anestezi verilmesi arasındaki süredir. Cerrah açısından çevrim süresi ise hastaya ameliyat sonrası dikiş atılması ile sonraki hastanın ameliyat bölgesi kesiği arasındaki süredir (www.surgerymanagement.com, 2011). Bir ameliyathanede çalışanlar açısından farklı çevrim süresi tanımları ve aralıkları Şekil 2.4'de verilmektedir.

Şekil 2.4: Ameliyathane Çalışanları Açısından Çevrim Süresi Çizelgesi



Kaynak: www.surgerymanagement.com, 2011

Ameliyat odasının yetersiz ve fazla kullanımı; cerrahi servislere göre değişmektedir. Her servisin de günlere göre çevrim süreleri değişmektedir çünkü her gün farklı süreçler gerçekleştirilmektedir. Çevrim sürelerinde herhangi bir azalmanın personel maliyetlerine etkisi çok fazladır; personel maliyetlerinde bir düşüş dakika olarak tanımlanır ki çevrim süresindeki toplam düşüşü aşar, çünkü ameliyat odasının fazla mesaisinin 1 dakikası, ameliyat odasında 1 dakika personelin çizelgelenmesinden daha maliyetlidir (McIntosh vd., 2006: 1512).

Ameliyat odası kullanım etkinliğini etkileyen çevrim süresi düşürüldüğünde (örneğin, oda temizliği için daha fazla personel görevlendirilme ile) bazı problemler (yeni ameliyat için malzemelerin stelize edilmesi için yetersiz süre veya hastanın yoğun bakım ünitesine yatak yetersizliğinden dolayı alınamaması) açığa çıkabilmektedir. Bu anlamda çevrim süresi birçok sorunu gizlemektedir (Macario, 2007: 17).

2.1.3.4. Acil Ameliyatlar

Acil ameliyatlar, planlı ameliyatlar gerçekleştirilirken veya günün herhangi bir saatinde hastaneye ulaşan, kısa süre içerisinde cerrahi müdahale gerektiren ameliyatlardır. Mesai saatleri içerisinde gelen acil ameliyatlar planlı çizelgelemede ameliyat sırasını bölüp gerçekleştirilebilmektedir. Böyle bir durum, planlı ameliyat çizelgesinde gecikmelere yol açmakta ve fazla mesai olasılığını yükseltmektedir.

Özel acil ameliyat odası veya kapasitesi bulunan sağlık bakım merkezlerinde, gelen acil ameliyatlara cevap verme hızı yüksektir ve hastanın bekleme süreleri kısadır. Buna karşın maliyetli ameliyat odası kapasitesinin düşük kullanımı söz konusudur (Wullink vd., 2007: 543). Özel bir acil ameliyat odasının bulunmadığı sağlık bakım merkezlerinde ise acil ameliyatlar elektif ameliyatların arasında gerçekleştirilir. Bu durumda da ameliyat odası kullanım oranı artırılırken çizelgelenmiş ameliyatların gerçekleştirilmesi için fazla mesai durumu ile karşılaşılabilir. Dolayısıyla acil ameliyatlar, ameliyat odası kullanım büyüklüğünü, acil hastaların bekleme sürelerini ve fazla mesai durumunu etkilemektedir.

2.1.3.5. Geç Başlama

Geç başlama günlük elektif ameliyatların başlama zamanındaki ortalama gecikme olarak tanımlanır. Hastanelerin önemli amaçlarından biri hastaların hastaneye ulaştıklarında ameliyatları için beklemek zorunda oldukları süreyi düşürmek veya en aza indirmektir. Hastanın ameliyathaneye geç ulaşması, cerrah ve anestezi uzmanlarının gecikmesi, ameliyathane hemşiresi tarafından malzeme hazırlığının yapılmaması, ekipman eksikliği, beklenmeyen olaylarla karşılaşılması vb. problemler ameliyatların geç başlamasının en sık karşılaşılan sebepleridir (Macario, 2007: 16; Wong vd., 2010: 192).

İyi işleyen 8 saatlik bir ameliyat odası gününde çizelgelenmiş ameliyatların başlama saatlerindeki gecikme toplam 45 dakikadan daha az olmalıdır. Bunun sağlanması için; hastaya saat kaçta ameliyathanede olması gerektiği anlatılmalı, ameliyathanedeki taşıma ve ulaşım sistemi geliştirilmeli, gerçekleştirilen ameliyatlar arasındaki gecikmeler enküçüklenmelidir. Bunun yanında hastanın tıbbi kayıtlarının diğer ihtiyaç duyulan belgelerle gönderilmek üzere hazır edilmesi, zamanında başlama

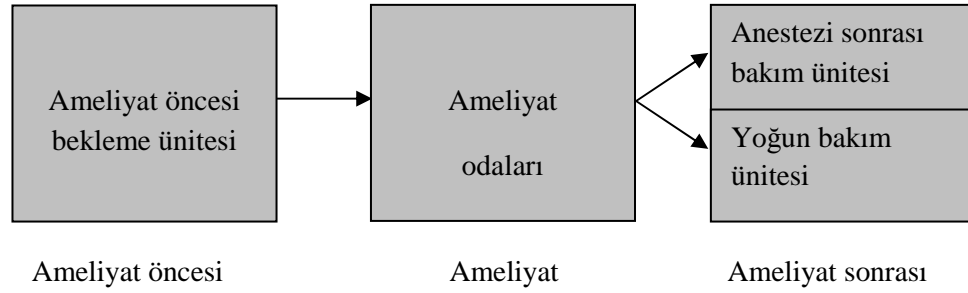
için önemlidir (Macario, 2007: 16). Çizelgelenmiş bir ameliyatın geç başlaması ondan sonra gerçekleştirilecek ameliyatlara başlama saatlerini de etkileyecek böylece gün sonunda ameliyat odasının aşırı kullanım durumu ve fazla mesai maliyetiyle karşılaşılacaktır.

2.2. AMELİYAT SÜRECİNİN TANIMI

Sağlık sektöründe faaliyet gösteren hastanelerin en önemli birimlerinden olan ameliyathane, hastane içerisinde cerrahi müdahalelerin yapıldığı steril ortamlardır. Ameliyathanelerde acil ve acil olmayan hastaların yaralanma ve hastalıklarının teşhis ve tedavilerini gerçekleştirmelerinin, ameliyat sırasında yaşamsal unsurların güvenli bir şekilde sürdürülmesinin, hastaların en güvenli ve konforlu bir şekilde bu süreci tamamlayabilmelerinin sağlanması amaçlanır. Diğer hizmet alanlarına göre değişkenliğin ve belirsizliğin çok fazla yaşandığı hastane bölümü olan ameliyathanelerde insan hayatı söz konusu olduğu için hiçbir hata ve zaman kaybı kabul edilemez; ikinci kez hata yapılma şansı yoktur. Bu nedenle, faaliyetler planlanırken hastaya eldeki olanaklar çerçevesinde en mükemmel hizmeti verecek düzenlemelerin yapılması zorunludur.

Ameliyathanede ameliyat odaları, ayılma odaları, hazırlık odaları, bekleme odaları, sterilasyon odası vb. bulunmaktadır. Ameliyatların gerçekleştirilmesi için gerekli kaynaklar; personel (cerrahlar, anestezişler, hemşireler vb.) ve sonlu malzemeyi de içeren tesis (özel araç-gereç, ameliyat öncesi kapasite olanakları, ameliyat sonrası kapasite olanakları) olmak üzere iki ana kaynak sınıfı altında toplanabilmektedir (Guerriero ve Guido, 2011: 89). Şekil 2.5’de bir ameliyathanenin temel tesis kaynakları ve hastanın ameliyat sürecinde takip ettiği yol üzerinde bu kaynakları kullanımı gösterilmektedir.

Şekil 2.5: Ameliyathane Tesis Kaynakları



Kaynak: Guerriero ve Guido, 2011: 89

Ameliyathanede personel kaynakları olan cerrahi ekip, cerrah, yardımcı cerrah/asistan, anestezi doktoru, anestezi asistanı, enstrümente hemşire ve dolaşıcı hemşireden oluşur. Cerrah, cerrahi müdahaleyi gerçekleştirirken, anestezi doktoru da hastaya anestezinin verilmesi ve hastanın uyandırılması sorumlulukları yanında cerrahi müdahale sırasında hasta durumunu sürekli kontrol etmekle görevlidir. Asistanlar, cerrah ve anestezi doktoruna yardımcı olurlar. Enstrümente hemşire, steril ortamda hemşirelik faaliyetlerini üstlenirken, dolaşıcı hemşire ise steril olmayan ortamda faaliyetleri yürütür. Ameliyathane hemşiresi yoğun ve stresli çalışma temposunu hafifletmek amacıyla, ekipteki diğer hemşire ile dönüşümlü olarak hem enstrümente hem de dolaşıcı hemşirelik görevlerini üstlenir (Uçak, 2009: 49).

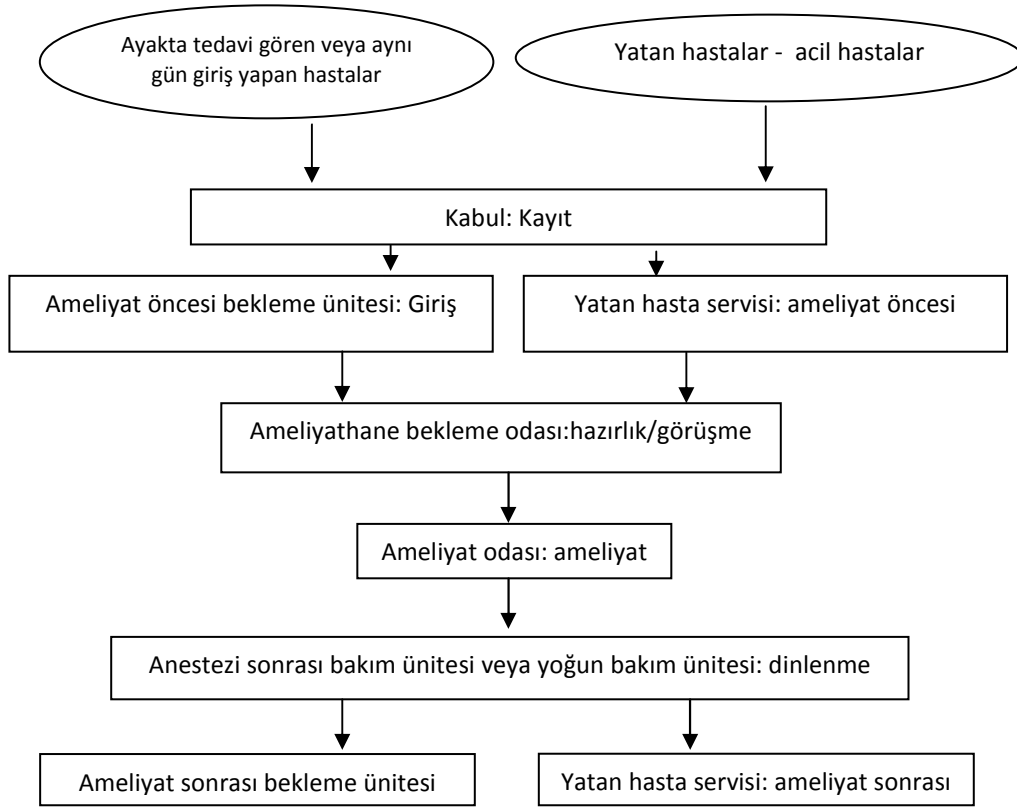
Ameliyathanede sunulan hizmetler olan cerrahi müdahaleler (ameliyatlar), sadece sağlık ve sosyal açıdan değil ekonomik açıdan da hastanelerin en önemli faaliyetleri olup; hastane maliyetinin %40'ını, gelirinin %70'ini ve bütçesinin de %15'ini oluşturmaktadır (Pariante vd., 2009: 112). Bu nedenle maliyet içeren pek çok sürecin geliştirilmesi, hasta akışının iyileştirilmesi, zamanında tedavi ve mevcut kaynakların en yüksek düzeyde kullanılabilmesi amacıyla ameliyathanelerin uygun şekilde yönetilmesi, planlanması ve çizelgelenmesi, böylece etkinliğinin ve verimliliğinin eniyilenmesi hastane için hayati öneme sahiptir.

Ameliyatların gerçekleştirildiği ameliyathanelerin yönetilmesi ve planlanması için hastaların gruplandırılması ve bu gruplandırılmış hastaların tanımlanması gerekmektedir. Hastaların gruplandırılması konusunda farklı tanımlar bulunmakla birlikte temel olarak hastalar, elektif ve elektif olmayan şeklinde ikiye ayrılmaktadır.

Elektif hasta, ameliyatı ileride planlı bir zamanda, doktor ve hastanın her ikisinin de karşılıklı karar vermesi ile gerçekleştirilen hastalar olup; yatan hasta ve ayakta tedavi gören hastalar olarak ikiye ayrılmaktadır. Elektif olmayan hasta, ameliyatı acil olan ve öngörülemeyen hastalar olarak tanımlanır (Cardoen vd., 2010: 922; Pham ve Klinkert, 2008: 1012). Elektif olmayan hastaların ameliyatları diğer bir ifadeyle acil ameliyatlar, en olası sürede yapılması gerekli, organ veya yaşam kaybı riski taşıyan, süreçlerdir.

Hastaların ameliyathaneye girişleri, yatan hasta veya ayakta tedavi gören hasta olarak gerçekleştirilmektedir. Yatan hastalar, öncelikle ilgili servisten veya acil bölümünden hastaneye kabul edilip daha sonra ameliyathaneye alınırlar. Ameliyat gerçekleştirildikten sonra yoğun bakım ünitesi veya ameliyat sonrası bakım ünitesinde bir süre bekletilip ilgili hastane servisine gönderilirler. Ayakta tedavi gören hastalar ise ameliyat günü sabahı evlerinden ameliyathaneye gelirler ve ameliyat sonrasında bir süre bekletildikleri dinlenme odasından taburcu edilirler. Ameliyatı önceden planlanmış (elektif) olarak veya acil olarak gelebilen ayakta tedavi gören hastaların ameliyat süreçleri kısa süreli ve basit, ameliyat sonrası kontrolleri daha az, komplikasyon riskleri daha düşük olmaktadır (Pham ve Klinkert, 2008: 1012). Bir hastanede ameliyat süreci ve hasta akışı Şekil 2.6'da verilmektedir.

Şekil 2.6: Hastanede Ameliyat Süreci ve Hasta Akışı



Kaynak: Niu vd., 2007: 3.

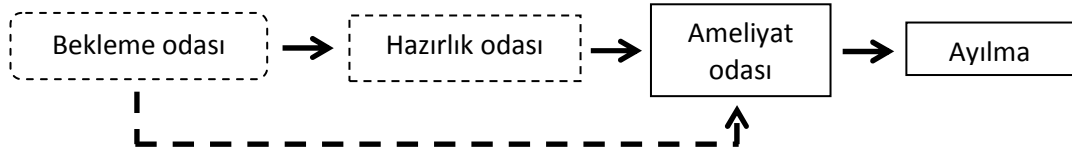
Literatürde cerrahi bir hastanın ameliyatı; operasyon, cerrahi müdahale, cerrahi olay ve prosedür olarak tanımlanabilmektedir. Cerrahi bir müdahale diğer bir ifadeyle ameliyat, bir takım tetkikler sonucu kalıcı veya geçici bir tanı konulduktan sonra gerçekleştirilir. Cerrah, bu tetkikler sonucunda hastanın seyrine göre ameliyat kararı verir. Hastanın yatış yapacağı ve ameliyatın gerçekleştirileceği tarih, planlamanın gerçekleştirilmesi için kaydedilir. Ameliyat kararının verildiği tarih ile ameliyat tarihi arasında hasta ve hasta yakınları ile iletişim kurularak hasta ameliyata hazırlanmalıdır. Hastaneye kabul ve yatış tarihi genelde ameliyattan bir gün öncedir. Bu durum hastanın yeni ortama alışması açısından önemlidir. Özellikle çocuklar, ailelerinden ayrı kaldıkları ve buldukları bu yeni ortam dolayısıyla korkuya kapılıp anksiyete içine girebilirler. Bazı durumlarda hastanın, hastaneye ameliyat günü sabahı gelmesine izin verilebilir. Ameliyat öncesi yapılması gereken testler ve işlemler gerçekleştirilip hasta ameliyata

hazırlandıktan sonra transport (taşıma) sedye ile ameliyathaneye götürülür. Gerekiyorsa ameliyat öncesi bekleme odasında bir süre bekletildikten sonra hastaya anestezi verilir ve ameliyat odasında ameliyat gerçekleştirilir. Ameliyattan sonra ayılma odasına alınıp uyandırılan hasta burada bir süre gözetim altında tutulur. Daha sonra ilgili servis odasına veya yoğun bakım odasına taşınması sağlanır. Ameliyat türüne ve hastanın durumuna göre hastanın taburcu edilip eve gönderilmesi de mümkün olabilir (Freidin ve Marshall, Çev: Değerli, 1992: 61-117; Guinet ve Chaabane, 2003: 71).

2.2.1. Hasta Açısından Ameliyat Süreci

Ameliyathanelerde en sık karşılaşılan ameliyat türü planlı ameliyat olan elektif hasta ameliyatıdır. Elektif hastalar ameliyatın tipine bağlı olarak ya ameliyat günü yada bir gün önce hastaneye gelirler. Hastaneye giriş yapıp ilgili servis odasında kalırlar. Ameliyat günü sabahı ameliyathane sekreteri servisi arayarak hastanın ameliyathaneye getirilmesini rica eder. Hasta açısından ameliyat süreci hastanın ameliyathaneye getirilmesi ile başlamış olur. Hasta, bekleme odasında anestezi doktoru ve anestezi asistanı tarafından hazırlık odasına götürülmek üzere bekler. Hazırlık odasında anestezi uygulanan hasta belli bir süre bekler. Bu süreden sonra anestezi asistanı ve cerrah asistanı hastayı doğrudan ameliyat odasına alır. Bazı ameliyathanelerde anestezi uygulaması hazırlık odası yerine ameliyat odası içerisinde gerçekleştirilir. Ameliyat odasına ulaştıktan sonra hasta, ameliyat ekibi tarafından (anestezi asistanı ve cerrah asistanı, oda personeli) ameliyat masasına yerleştirme, örtme ve kesik alanının dezenfeksiyonu gibi faaliyetlerin gerçekleştirilmesi ile ameliyata hazır hale getirilir. Ameliyat cerrah tarafından gerçekleştirildikten sonra ameliyat kesiğine dikiş atılır, bandajlanır ve hasta taşıma sedyesine alınarak anestezi asistanı ve cerrah asistanı tarafından ameliyat odasından ayılma odasına götürülür. Burada hasta, bakım hemşireleri ve anestezi uzmanları tarafından kontrol edilir; duruma bağlı olarak hasta, bakım odası veya ayılma odasında 15 dakika veya saatlerce tutulabilir. Uyandıktan sonra servis hemşiresi tarafından servis odasına alınan hasta durumuna ve ameliyat tipine göre birkaç saat veya birkaç gün kalabilir. Bir ameliyathanede hasta açısından ameliyat süreci Şekil 2.7’de özetlenmektedir.

Şekil 2.7: Hasta Açısından Ameliyat Süreci



Göz ameliyatı ve kulak burun boğaz ameliyatı için gelen elektif ayakta tedavi gören hastalar, refakatçisi ile birlikte hastaneye gelerek hazırlık odasında gerekli hazırlık yapıldıktan sonra ameliyat odasına alınır. Ameliyat gerçekleştirildikten sonra da dinlenme veya hazırlık odasındaki kısa kontrollerin ardından refakatçisi ile hastaneden ayrılırlar. Acil olarak sınıflandırılan hastalar ise çoğunlukla acil servise gelirken bir kısmı hastanede herhangi bir serviste bulunup bazı komplikasyonlarla karşılaşan hastalardır. Mesai saatleri içerisinde gelen çoğu hasta önce cerrahi servise kabul edilir; burada ameliyat odası ve cerrahın uygun olması için bekleyip elektif hastanın ameliyat sürecinde izlediği yolu takip eder (Knoeff, 2010: 19-20).

2.2.2. Ameliyat Odası Açısından Ameliyat Süreci

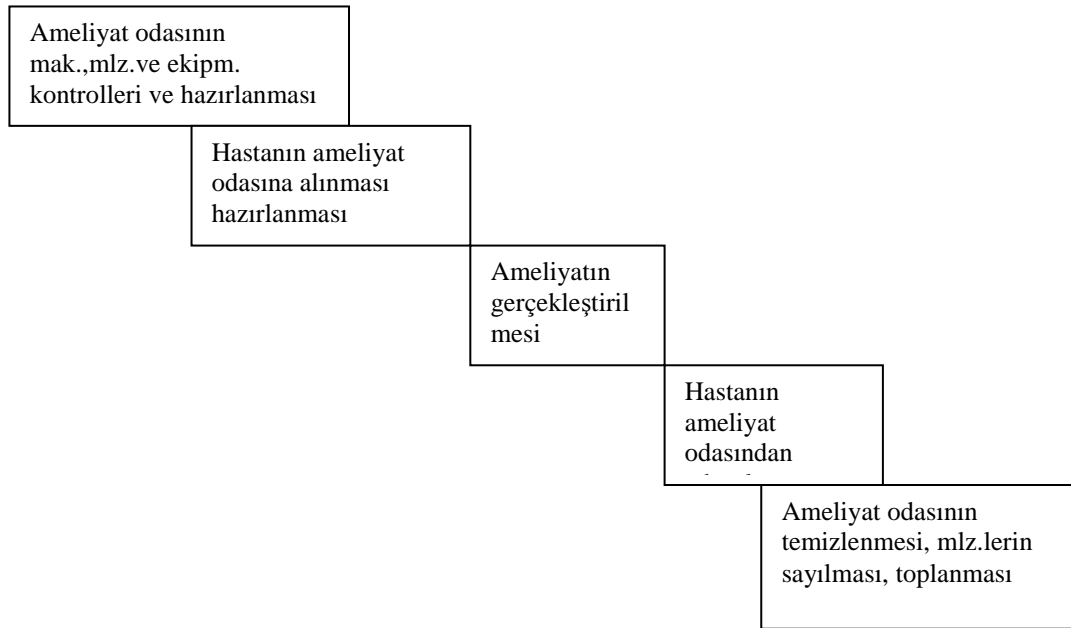
Ameliyathanede hasta ile ilgili doğrudan faaliyetlerin yanında ameliyatın temel sürecine katkısı olan bazı faaliyetler (temizlik, oda hazırlığı vb.) de bulunmaktadır. Bu faaliyetler ameliyat odası açısından ameliyat sürecinin incelenmesiyle belirtilebilmektedir.

Ameliyat odası açısından bir ameliyat günü, odanın makine ve ekipman kontrolleri gibi tekrarlı temel faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi ile başlar. Her ameliyattan önce, cerrah asistanı ve anestezi asistanı, odada görevli hemşire ile oda personeli ameliyat odasında gerekli malzeme, ekipman, araç ve gereçler ile odanın hazırlanmasını sağlarlar. Ameliyathane bilgi sistemindeki protokollerde ameliyat tiplerine göre ameliyat hazırlığı için gerekli komutlar, yönergeler ve malzeme listesi yer alır. Ameliyat odasının hazırlığı tamamlanırken hasta, anestezi asistanı veya cerrah asistanı tarafından odaya getirilir; hastanın hazırlanmasından sonra ameliyat başlar. Ameliyat gerçekleştirildikten ve hasta ameliyat odasını terk ettikten sonra oda temizlenir. Gerçekleştirilmiş ve sonraki ameliyata bağlı olarak malzemeler, araçlar düzenlenir. Bir sonraki hastanın ameliyat odasına getirilmesiyle yeni ameliyat süreci

başlar; çizelgelenmiş tüm hastaların ameliyatı tamamlanana kadar bu süreç tekrar eder (Knoeff, 2010: 22).

Ameliyat Odası açısından ameliyat süreci Şekil 2.8’de gösterilmektedir. Gerçekleştirilecek ameliyattan önce odanın hazırlanması ve hastanın ameliyat odasına alınması süreçleri eşzamanlı veya paralel gerçekleştirilebilmektedir. Benzer olarak ameliyat tamamlandıktan sonra hastanın ameliyat odasından ayılma odasına taşınması sırasında ameliyat odasının temizliği ve sonraki ameliyat için hazırlığı başlayabilir. Ameliyatın başlaması ve gerçekleştirilmesi ile hastanın ameliyat odasından ayrılması aşamaları ise bir önceki aşamalar tamamlanmadan başlayamamaktadır.

Şekil 2.8: Ameliyat Odası Açısından Ameliyat Süreci



2.3. AMELİYATHANELERDE ÇİZELGELEME

Sıfır hata ile ürün ortaya koymak veya çalışmak zorunda olan sağlık bakım işletmelerinden hastaneler, her insana doğuştan tanınan bir hak olarak sağlık hizmetini sunan en önemli işletmelerdir. Bu nedenle kar amacı güden hastaneler kapsam dışında tutulduğunda, hastane yönetimlerinin temel amacı kazancı yükseltmek yerine, sunulan hizmetlerin nitelik ve niceliklerinin artırılmasıdır (Şahin ve Bakır;5). Fakat diğer tüm işletmelerin nihai amacı gibi kar amacı güden veya gütmeyen hastanelerin de yaşamını

sürdürmek ve diğer amaçlarını gerçekleştirmek için belirli seviyede kazanç sağlamaları gerekmektedir. Bununla birlikte yıllık belirlenen sabit bütçeye uymak zorundadırlar. Hastanelerde yöneticiler, toplam ameliyathane maliyetlerini bu bütçe altında tutmakla görevlidirler. Macario (1995), çalışan ve malzeme maliyetleri en yüksek hastane birimi olan ameliyathanelerinin hastane bütçesinin %10-15'ine sahip olduklarını belirterek böyle riskli bir ortamda planlama ve çizelgelemenin karmaşık ve zor bir süreç olduğunu ifade etmiştir.

Ameliyathane ve hastane yöneticilerinin temel amacı, nasıl sağlanacağı açık ve kesin olmayan en uygun ameliyathane kullanımını sağlamaktır (Guerriero ve Guido, 2011: 94). Personel ve diğer kaynak maliyetlerinin önemli olduğu ameliyathanelerde planlı bir kullanım süresine sahip olmaları, bu süre içerisinde en uygun sayıda ameliyatın yüksek kalite hizmeti ile gerçekleştirilmesi konusunda önemli bir baskı ile karşılaşmaktadır. Bununla birlikte belirsizlik ve değişkenliği yüksek ameliyathane ortamında her hastanın patolojik durumu, sağlık hizmeti sağlayan (cerrah, anestezi, hemşire, asistan) personelin uzmanlığı, yeteneği ve kullanılan teknik farklılık göstermektedir (Wright vd., 1996: 1235-1245; Cardoen vd., 2010: 928). Hastane kaynaklarının optimum kullanımını, işlerin ihtiyaç ve önceliklerine göre gerçekleştirilmesini sağlamak için belirli bir zamanda sınırlı hastane kaynaklarının (odalar, cerrahlar, hemşireler vb.) işlere (tedaviler, ameliyatlar vb.) atanması ile ilgilenen ameliyathane çizelgelemede tüm süreç öncelik, kısıt ve süreler tarafından kontrol edilmektedir (Krempels ve Panchenko, 2006: 209).

Hastanede cerrah, hemşire, ameliyat öncesi ve sonrası maliyetli yatak ihtiyacı gibi sınırlı kaynakları kullanan, pek çok faktörün düşünülüp hesaba katıldığı karmaşık bir problem olan ameliyat odasının planlanması ve çizelgelemesi üç aşamalı bir süreçtir (Testi vd., 2007; Azari-Rad, 2010: 6):

I. Aşama; mevcut ameliyat odası süresinin farklı servislere dağıtılması aşamasıdır. Toplam ameliyat odası süresi, hastane yöneticileri tarafından belirlenir; hastane bütçesinin ve ameliyat odaları, ameliyathane hemşireleri gibi kaynakların bir fonksiyonu olarak ifade edilebilir.

II. Aşama; ana ameliyat çizelgesinin oluşturulmasıdır. Ana ameliyat çizelgesi Blake ve Donald (2002)'e göre "sağlık merkezindeki mevcut ameliyat odalarının

sayısını, türünü ve açık olduğu saatleri tanımlayan ve ameliyat odalarının her bir blok süresinin hangi cerrahi birime ayrıldığı veya atandığını belirten periyodik süreli bir tablo” dur.

III. Aşama; her servisteki mevcut ameliyat odası süresinin servisteki cerrahlarına dağıtılması; atanmış blok sürelerde elektif ameliyatlara çizelgelenmesi ve ameliyatlara sıralanmasının belirlendiği aşamadır.

Ameliyathanede farklı servislere süre atamasında; dağıtılmış blok sürelerde gerçekleştirilen toplam ameliyat sayıları gibi geçmiş veri, her bir atanmış blok süre için maliyet ve kazançlar gibi finansal kriter ve farklı servislere olan talebin görülebileceği bekleme listeleri vb. farklı kriterler dikkate alınır.

Ameliyathanede cerrahi müdahalesi gerçekleştirilecek hastaların çizelgelenmesine yönelik farklı sınıflandırmalar olmasıyla birlikte en genel sınıflandırma ameliyathaneye gelen hasta tipine göre Acil ve Elektif ameliyat çizelgelenmesidir. İzleyen bölümlerde acil ve elektif ameliyatlara çizelgelenmesi anlatılmaktadır.

2.3.1. Acil Ameliyat Çizelgeleme

Günün herhangi bir anında gelebilen ve mümkün olan en kısa süre içerisinde cerrahi müdahale gerektiren operasyonlar olarak tanımlanabilen acil ameliyatlara (elektif olmayan hasta ameliyatlara), hastanenin acil biriminden, servisten, yoğun bakım ünitelerinden ve çoğunlukla uzun ameliyat sonrası yoğun bakım gibi hasta kontrol merkezlerinden gelirler. Göğüs travmasında kanamanın kontrolü, organ nakli gibi ameliyatlara acil ameliyatlara olup günün her saati ve haftanın her günü eş zamanlı olarak gelebilirler.

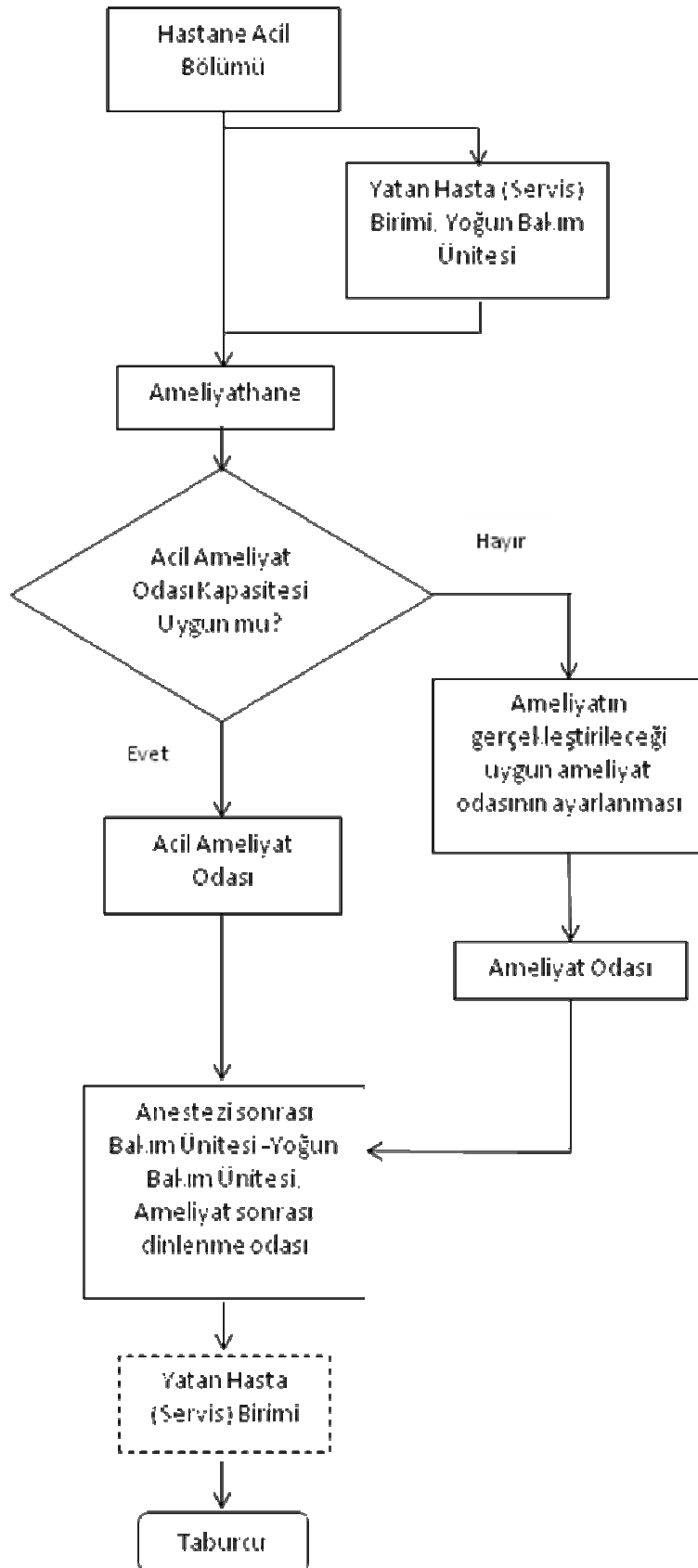
Hastane kaynakları üzerinde talep belirsizliğine ve oluşturulmuş elektif hasta planında aksaklıklara neden olabilen acil ameliyatlara, hastanın hayati tehlikesine ve hastanenin cevap verebilirliğine (ameliyatın başlamasına kadar bekleme süresi) bağlı olarak acil ve çok acil ameliyatlara olarak sınıflandırılabilir. Elektif olmayan ameliyatlardan çok acil (emergent) hasta ameliyatlarının mümkün olduğunca çabuk yani ameliyat kararını takip eden iki saat içerisinde yapılması gerekirken; acil hasta

ameliyatları (urgent), yeterli durağanlığa sahip elektif olmayan hastalar arasına sevk edilebilir; böylece ameliyatın kısa bir zaman sonra veya birkaç saat sonra ertelenmesi mümkün olabilmektedir (Cardoen vd., 2010: 922).

Acil cerrahi hastaların hastanede izlediği rota Şekil 2.9'da özetlenmiştir. Acil olarak gelen hastalar öncelikle hastanenin acil bölümünden alınırlar. Hasta acilen ameliyata ihtiyaç duyuyorsa ve ameliyathane uygun ise hasta ameliyathane gönderilir; değilse hasta yatan hasta servisine veya yoğun bakım odasına alınır. Ameliyat gerçekleştirildikten sonra hastalar durumlarına göre Anestezi sonrası bakım ünitesi ve yoğun bakım ünitesine gönderilir. Daha sonra da yatan hasta servisine gönderilirler.

Tahmin edilemeyen ve farklı farklı kaynaklara ihtiyaç duyabilen acil ameliyatlar karmaşık, zaman ve kaynak tüketebilen sürece sahiptirler. Gerçekleştirilmesi gereken zaman dilimi değişebilen acil ameliyatların zamanında yapılmaması veya ertelenmesi hastanın ameliyat sonrası komplikasyonlarını ve hayati riskini artırabilmektedir. Acil hastaların bekleme süresi, bir ameliyat odasının kaynaklarının gerekli ameliyata uygun olarak hazırlanma hızına bağlıdır (Van der Lans vd., 2006: 2).

Şekil 2.9: Hastaneye Gelen Acil Bir Ameliyatın Süreci



Ameliyathanelerde acil ameliyatların yönetilmesi ve çizelgelenmesinde 2 yaklaşım kullanılmaktadır (Jebali vd., 2006: 55; Vanoostrum vd., 2008: 359; Wullink, 2007: 453):

- Yedek acil ameliyat odası kapasite kullanımı,
- Elektif ameliyat odaları kullanımı (Rezerve kapasite).

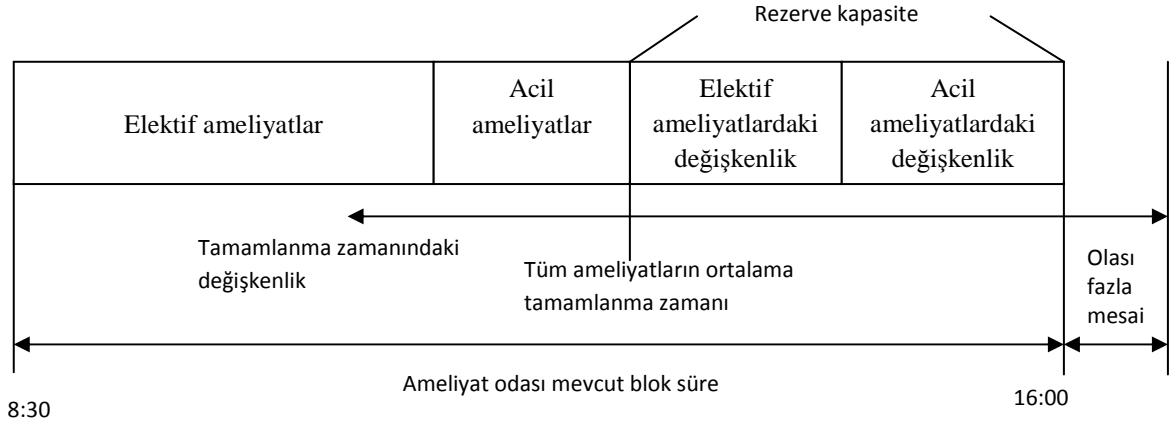
Ameliyathanede bir ameliyat odasının sadece acil ameliyatlar için ayrıldığı bir çizelge Tablo 2.1’de verilmektedir. Ameliyathanede bir acil ameliyat odasının olması, acil gelen hastaların düşük bekleme süresi ile maliyetli acil ameliyat odası kapasitesinin düşük kullanımını birleştirir. Acil hastalar için yedek kapasite olarak ayrılan bu ameliyat odalarında hiçbir elektif ameliyat için kullanılmaması ameliyathane için maliyetli bir yaklaşımdır. Buna karşın acil ameliyat odası kapasitesine sahip bir ameliyathanede, gelen acil hasta, oda boş ise hemen ameliyata alınır; odada başka bir acil ameliyat gerçekleştiriliyorsa ameliyatın bitmesini beklemek zorunda kalmaktadır.

Tablo 2.1: Yedek Ameliyat Odası Kapasitesine Sahip Bir Ameliyathanede Çizelgeleme

Ameliyat Odası	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
A.O-1	Acil Ameli.	Acil Ameli	Acil Ameli	Acil Ameli	Acil Ameli
A.O-2	Genel Cer.	Beyin Cer.	Beyin Cer.	KalpDam.Cer.	Plastik Cer.
A.O-3	Ortopedi	Çocuk Cer.	Genel Cer.	Çocuk Cer.	KalpDam.Cer.

Rezerve kapasite, acil ameliyatları gerçekleştirmek için tüm ameliyat odalarına dağıtılan veya paylaştırılan kapasitedir. Ayrı bir ameliyat odası yoktur. Ameliyat kararı verildiğinde acil ameliyat uygun odadaki önceki ameliyatların bitmesini bekler. Acil ameliyatlar için toplam ne kadar sürenin rezerve edileceği ortalama süreye ve beklenen acil ameliyat sayısına bağlıdır. Rezerve ameliyat odası kapasitesi elektif ameliyatların değişkenliği, acil ameliyatlar ve acil ameliyatların değişkenliği ile ilgilidir (Şekil 2.10) (Van houdenhoven vd., 2007: 232; Wullink vd., 2007: 543).

Şekil 2.10: Acil Ameliyatlara İçin Ayrılmış Rezerve Kapasiteyi ve Tamamlanma Zamanı Değişkenliğini İçeren Ameliyat Odası Çizelgesi



Kaynak: Van Houdenhoven vd., 2007: 232

Acil hastanın bekleme süresini etkilemesinden dolayı seçilecek herhangi bir yaklaşım fazla mesai ve ameliyat odası kullanım oranını etkileyecektir. Ameliyathanelerde tercih edilebilecek herhangi bir yaklaşımda önemli olan, acil ameliyatlardaki değişkenlik ve belirsizliği dikkate alan, aynı zamanda yüksek bakım kalitesi, fazla maliyetlerin minimize edilmesi, cerrahi bekleme sürelerinin azaltılması gibi önemli hedefleri sağlayan hastane yönetimine uygun bir ameliyathane çizelgesinin geliştirilmeye çalışılmasıdır.

2.3.2. Elektif Ameliyat Çizelgeleme

Elektif ameliyat, doktor ve hastanın karşılıklı karar vermesi ile önceden planlanan ameliyatlardır (Cardoen vd., 2010: 922; Pham ve Klinkert, 2008: 1012). Dolayısıyla elektif hastaların ameliyatı, herhangi bir gecikmenin ölüm ve hastalık riskini artırmayacağı için ileride bir zamanda ve özellikle mesai saatleri içerisinde bir saatte gerçekleştirilmek üzere çizelgenir.

Elektif ameliyat, her zaman basit ve sıradan değildir. Bazı elektif ameliyatlara karmaşık olmakta; kapsamlı hastane kaynaklarını ve birçok servisin birleşimini gerektirirken olası ciddi komplikasyonları içerebilmektedir. Elektif terimi sağlık

çalışanlarının iletişimde acillik derecelerinin bir ifadesi olarak kullanılır. Bunun yanında, ameliyatın durumunun ve ciddiyetinin veya zarar derecesinin, yarayla ilgili fonksiyon kaybının gizlenmesinde de etkilidir. Örneğin; omurga ameliyatları veya açık kalp bypass ameliyatları gelecekte çizelgelenebilen elektif ameliyatlar olarak düşünülmektedir (Lo, 2009: 6).

Elektif ameliyatlar yatan hasta ve ayakta tedavi gören hastalar olabilmektedir. Yatan hastalar ameliyattan önce hastaneye gelen ve serviste kalan hastalardır. Bu hastalar ameliyat süreci tamamlandıktan sonra ilgili servise geri dönerler. Ayakta tedavi gören hastalar ise ameliyat günü sabahı hastane gelirler ve ameliyattan sonra dinlenme odasında bir süre bekletildikten sonra taburcu edilirler (Gupta ve Denton, 2008: 804).

Elektif ameliyat yönetimi; tıbbi ve ekonomik kısıtları düşünerek belirli bir zaman aralığında ameliyatının gerçekleştirilmesi için çizelgelenmesi gereken hasta kuyruğu ile ilgilenir (Persson ve Persson, 2009: 853). Çizelgeleme süreci 3 aşamalı bir süreçtir (Blake ve Donald, 2002) (Şekil 13). İlk aşama uzun dönemli ameliyat karması planlama ile ilgilidir. Oturum planlama problemi olarak ifade edilebilen bu aşamada farklı cerrah veya cerrahi gruplara ne kadar ameliyat odası süresinin atanacağı belirlenir. Oturum denilebilen blok süreler belirlendikten sonra ikinci aşama, AAC'nin geliştirilmesidir. Son aşama olan üçüncü aşama her ameliyat için detaylı planlamayı içerir ve günlük bazda gerçekleştirilecek ameliyatlar ve bu ameliyatların sırası ve zamanı belirlenir (Belien vd., 2006: 3; Testi vd, 2007: 164; Blake vd., 2002). Şekil 2.11'de ameliyathanelerde çizelgeleme ve elektif ameliyatların çizelgelenmesinin aşamaları belirtilmektedir.

2.3.2.1. Blok Çizelgeleme

Blok çizelgeleme sisteminde cerrahlar veya cerrahi gruplar, stratejik karar verme seviyesinde belirlenen ve periyodik (haftalık veya aylık) olarak çizelgelenen ameliyat odalarının blok sürelerine atanır. Diğer bir ifadeyle blok çizelgelemede her cerrah veya cerrahi grup kendilerine uygun günlerde ameliyat odalarında blok sürelerle sahiptirler. Örneğin çocuk cerrahisi 2 nolu ameliyat odasına her Cuma günü 8 saatlik blok süreye atanır. Bir ameliyat odası blok süresi, tıbbi personel tarafından geçmişteki kullanım verileri temel alınarak belirlenir; genellikle tam gün veya yarım günlük ameliyat odası süresi aralığıdır. (Pham ve Klinkert, 2008: 1013; Özkarahan, 2000: 340; Dexter vd., 1999: 1501; Patterson, 1996: 2; Kharraja vd., 2006: 429). Cerrah kendisine tahsis edilen blok süreyi, geçmiş verileri dikkate alarak ve ameliyatların tahmin edilen ortalama sürelerini temel alarak doldurmaya çalışır. Ayrılan veya tahsis edilen blok sürenin, ameliyatlar için yetersiz kalması durumunda cerrah durumu bildirip daha fazla süre için ricada bulunabilir. Ayrıca cerrah kendisine ayrılan blok süreyi, isterse aynı cerrahi bölümdeki diğer cerrahlara, ameliyatlarını gerçekleştirmeleri için izin verebilir (Gupta, 2007: 690; Lo, 2009: 8).

Blok çizelgeleme sistemi iki ayrı problem çözümünü gerektirir: ilk problem, mevcut ameliyat odası sayısının, ameliyat odalarının açık olduğu saatlerin yani blok sürelerin ve mevcut/uygun cerrah veya cerrahi grupların belirtildiği zaman çizelgesi olan ana ameliyat çizelgesinin (AAÇ) oluşturulmasıdır. Oluşturulan AAÇ değerlendirilmesinde iki temel konuya dikkat edilir; her bir cerrahi gruba veya servise dağıtılmış gerçek ameliyat odası süresi toplamı, hedeflenen dağıtım süresine mümkün olduğunca yakın olmalıdır. Bunun yanında servislerin blok süreleri benzer şekilde elde edilmelidir. Dağıtılan blok süreler tüm blok sürenin çoklu katlarını temsil etmeyebilir; blok süreyi bölmek de pek olanaklı olmadığı için; ayrıca cerrahi gruba atanan saatlerde personel ve malzeme tedariği sınırlı olabileceği için cerrahi gruplara blok süre dağıtımı kolay değildir. Blok süre dağıtımı veya atanmasında ameliyat odası kullanımı (blok sürede gerçekleştirilen ameliyatların toplam süresi), daha önceki dönemlerde atanmış blok süreler, maliyetler ve marjinal gelir ölçütleri dikkate alınmaktadır (Guerriero ve Guinet, 2011: 93).

Blok çizelgeleme sisteminde blok süreler dağıtıldıktan sonra ikinci problem ise ameliyatların ortalama süreleri dikkate alınarak blok sürelerin bu ameliyatlar ile

doldurulmasıdır. Cerrahlar belirli bir gün için kendilerine ayrılan blok süre içerisinde gerçekleştirecekleri ameliyatların sırasını kendi tercihlerine ve önceliklerine göre belirleseler de bazı durumlarda ameliyathane başhemşiresi karşılaşılan kısıtların bertaraf edilmesi için değişiklik yapabilmektedir. Uygun ameliyat sırası belirlendiğinde hastalar ameliyat zamanı konusunda bilgilendirilirler. Ameliyat sıralaması klasik çizelgeleme teorisinden gelen; en uzun bekleme süresi, en uzun ameliyat süresi, en kısa ameliyat süresi gibi farklı sıralama kurallarına göre yapılabilmektedir (Cardoen vd., 2009: 355; Guerriero ve Guinet, 2011: 93; Sciomachen vd., 2005: 27). Cerrahın tercihinden bağımsız olarak yapılan sıralama kuralları, çizelgelenmiş ameliyatların tamamlanma zamanı, ertesi güne kalan ameliyat sayısını, fazla mesaiyi, ameliyat iptallerini, kaynak gereksinimlerini vb. direkt olarak etkiler.

Ameliyat çizelgesinde ilk adım olan blok sürelerin atanmasında, genelde ameliyat odasında fazla mesai ve eksik mesai, hasta bekleme süresi enazlanmaya çalışılırken; sıralama aşamasında sınırlı fazla mesai en küçüklenmeye çalışılır. Nihai ameliyat çizelgesinin kalitesi, ameliyat odasında ameliyatı yapılmak üzere atanan hasta sayısına bağlıdır. Hasta sayısı tıbbi malzeme, yatak kısıtları vb. açıdan esnekliği düşürüyorsa, ameliyat sıralaması çizelgenin kalitesini çok fazla geliştiremez (Cardoen vd., 2009: 355; Guerriero ve Guinet, 2011: 93).

Blok çizelgeleme sistemi, ameliyat odalarının daha az olan öğleden sonraki blok süre kullanımını artırmaktadır. Cerrahlar her ne kadar sabah saatlerindeki blok sürelerde ameliyatlarını gerçekleştirmeyi tercih etme konusunda ısrar etseler de kendilerine ayrılan blok süreyi garantilediklerinde öğleden sonraki ameliyatları da kabul edebilirler. Ayrıca ileride çizelgelenmesini planladıkları ameliyatlar için blok süre garanti edildiğinden cerrahlar arasında rekabetin de azalmasını sağlar. Cerrahlar blok süre içerisinde ard arda ameliyatları gerçekleştirdikleri için ameliyat odasının kullanım oranı artmaktadır. Bu avantajları yanında blok çizelgeleme sisteminin dezavantajlarından biri olası risklere karşı çok hassas olmasıdır. Bir ameliyatın tamamlanması ayrılan blok sürenin bitiminden önceyse kalan süre boş geçmektedir. Bunun yanında cerrahlar kendilerine ait olan fakat kullanmadıkları süreden vazgeçmek istemedikleri için ameliyat odasının atıl olduğu sürelerle karşılaşılabilir. Blok çizelgeleme sisteminin en önemli dezavantajlarından bir diğeri de acil bir ameliyat

geldiğinde hastanın, gerçekleştirilmesi gereken ameliyat için cerrah atanıncaya kadar bekletilmesidir (Özkarahan, 2000: 340).

2.3.2.2. Açık Çizelgeleme (Blok Olmayan Çizelgeleme)

Patterson (1996)'un ilk gelen ilk servis görür olarak tanımladığı açık çizelgeleme sistemi, Dexter vd. (2003) tarafından cerrahların ameliyatlar için tercih edebileceği günü ifade eden “herhangi bir gün” olarak isimlendirilmektedir.

Açık çizelgeleme sisteminde blok sürelerin cerrahlara atanması şeklinde ön atama yapılmamaktadır. Hastalar ilgili servislerinden bağımsız olarak cerrahların isteklerine göre çizelgenirler. Dolayısıyla her cerraha veya cerrahi gruba bir ameliyat odası atanması yerine her cerrah için haftalık çizelgede belirli süreler ayrılır. Cerrah, gerçekleştireceği ameliyatları, ihtiyaç duyulacak ameliyat odası süresini ameliyatı gerçekleştirmek istediği günü de belirterek ameliyathane yöneticisine bildirir (Fei vd., 2010: 222; Dexter vd., 2003: 507). Cerrahın isteğine göre gerçekleştireceği ameliyatlar bir ameliyat odasına atanır yani ilk rezerve eden cerraha göre ilk gelen ilk servis görür mantığı kullanılarak çizelgeleme yapılır.

Blok çizelgelemede gerçekleştirilecek ameliyat olsun yada olmasın cerrah, belirli gün ve blok süreye atanmıştır. Açık çizelgeleme sisteminde ise mevcut ameliyat odası süresi, çizelgenecek operasyonlar bitinceye kadar doldurulup kullanılabilir. Bu da ameliyat odasının daha etkin kullanımını sağlar. Blok süre esasına dayanmayan açık çizelgelemede bir ameliyat odası aynı gün farklı cerrahlar veya farklı cerrahi bölümlerin kullanımı için çizelgenebilir (Gupta, 2007: 690; Lo, 2009: 9). Açık çizelgeleme sisteminde acil ameliyat odası kapasitesi ayrıldığı için hastaneye gelen acil ameliyatlar için hastaların bekleme olasılığı daha düşüktür. Açık çizelgelemede cerrahlar çizelgenmiş ameliyatları gün içerisinde farklı saatlerde dağıtılmış olabileceğinden bu sistem cerrahlar tarafından çok fazla tercih edilmez (Pham ve Klinkert, 2008: 1013).

En genel ameliyathane çizelgeleme sistemleri olan blok ve açık çizelgeleme sınıflandırmasına Patterson (1996) modifiye edilmiş blok çizelgeleme sistemini eklemiştir. Modifiye edilmiş blok çizelgeleme sisteminde; ilk gelen ilk servis görür yaklaşımı yani açık çizelgeleme ile blok çizelgeleme sisteminin özellikleri birleştirilmiştir. Blok çizelgeleme stratejisinin esnekliği iki farklı yol takip edilerek

modifiye edilmiş blok çizelgeleme sistemi elde edilmektedir. Birinci yol, ameliyathane çizelgesindeki zaman bloklarının bir kısmı önemli cerrah veya cerrahi gruplara atanır; diğer zaman blokları ise çizelgenmemiş olanlar için açık bırakılır. İkinci bir yol da; herhangi bir cerrahın atanmadığı zaman blokları, çizelgenmiş bazı ameliyatlardan önceki aralıklara yerleştirilir; böylece bu aralıklar diğer ameliyatlara ile doldurulabilir. Kısacası modifiye edilmiş blok çizelgeleme sisteminde, blok çizelgeleme sistemindeki gibi bir ana ameliyat çizelgesi oluşturulur; bazı zaman blokları hiçbir cerraha yada cerrahi gruba atanmayıp boş bırakılarak esneklik sağlanır (Patterson, 1996: 20; Guerriero ve Guinet, 2011: 93; Souki ve Rebai, 2009: 845).

Açık çizelgeleme, blok çizelgeleme ve modifiye edilmiş blok çizelgeleme sistemlerinin tanımları ve karşılaştırmalı avantaj ve dezavantajları Tablo 2.2'de belirtilmiştir.

Tablo 2.2: Ameliyat Odası Çizelgeleme Türleri

Ameliyat Odası Çizelgeleme Türleri		
Çizelgeleme Türü	Tanım	Avantajları/Dezavantajları
Açık Çizelgeleme	İlk gelen ilk servis görür sistemini benimseyen çizelgede blokların atanması söz konusu değildir. Çizelge ilk başvuruda bulunana açıktır.	-Plastik cerrahi, oftalmoloji gibi ileriki bir zamanda hastalarını çizelgeleme konusunda cerrahlara yardımcı olur. -Genel cerrahi, ortopedi gibi ileriki bir zamanda çizelgeyi tahmin edemeyen cerrahi servisler için uygun değildir.
Blok Çizelgeleme	Belirli cerrah veya cerrahi grupların ameliyatlarının çizelgeneceği blok süreler atanır. Cerrah veya cerrahi grup atandığı bloka sahip olur.	-Cerrahlara kendilerine ayrılmış süre içerisinde tahmin edilebilir bir çizelge sağlar. -Kullanılmayan süreler değerlendirilmezse ameliyat odası kullanımını düşer
Modifiye Edilmiş Blok Çizelgeleme	Blok çizelgeleme 2 farklı yolla modifiye edilip düzenlenebilir. Birinci yol; bazı süreler blok süre olarak atanır, bu sürelerden bazıları açık bırakılır. İkinci yol; kullanılmayan blok süreler ameliyatlardan önce kararlaştırılmış bir zamana yerleştirilir.	-Açık ve blok çizelgeleme yöntemlerini birleştirir. -İleriki bir zamanda rezerve süreye ihtiyaç olan ve olmayan cerrahi servisleri dengeler. - En büyük kullanımı sağlamak için blok süre atamaları ve boş sürelerin iyi yönetilmesi gerekir.

Kaynak: Patternson, 1996

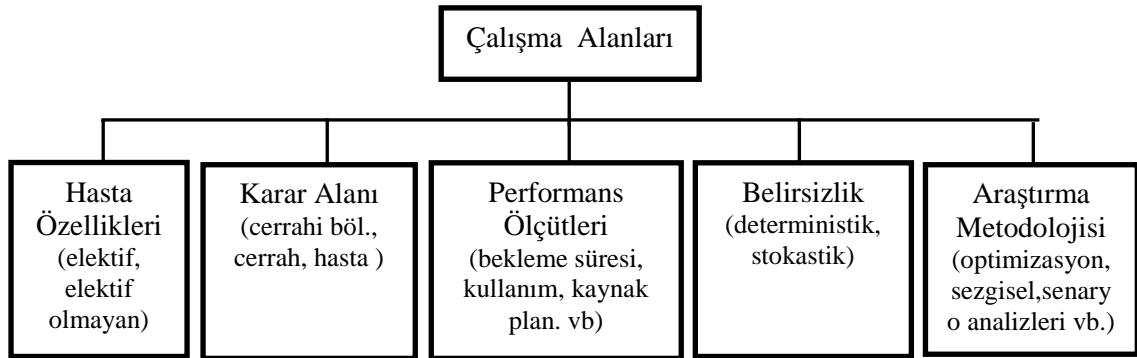
Açık çizelgeleme sistemi blok çizelgeleme sisteminden daha esnek ve uygun cerrahi atamalara daha eğilimli olmasına rağmen, sağlık hizmetlerine daha zor uygulanabilmesinden dolayı, blok çizelgeleme sistemi veya modifiye edilmiş blok çizelgeleme sistemi daha fazla kullanılmaktadır (Fei vd., 2010: 222; Guerriero ve Guido, 2011: 93).

2.4. AMELİYATHANE ÇİZELGELEMESİNE İLİŞKİN YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Ameliyathane yönetimi ve etkinliği yeni bir problem değildir. Yaklaşık yüzyıl önce bilimsel yönetimin babası olan Frederick W. Taylor ameliyathanelerde karşılaşılan sorunlardan bahsetmiştir. Daha sonra Taylor sisteminden etkilenen Frank Gilbert ameliyathaneye gidip gözlemlerde bulunmuş; yönetim uygulamalarının ameliyathanelerde kullanılması konusuna yönelik 1910'da Lillian Gilbert ile birlikte ameliyat sırasındaki hareket çalışmalarının yönetilebilmesi için filmler kullanmışlardır (Kanigel, 1997: 1).

Yüzyıl öncesine uzanan ameliyathanelere yönelik bilimsel çalışmalardan 2005 yılı ve sonrasında yapılmış daha güncel ve erişilebilen çalışmalar bu bölümde kapsama dahil edilmiştir. Cardoen vd. (2010)'nin çalışmaları referans alınıp, yapılmış çalışmalar 5 sınıfta gruplandırılarak (Şekil 2.12) ameliyathanelere yönelik çalışma alanlarının daha ayrıntılı incelenebileceği düşünülmüştür. Çalışmalarda kısıt, yöntem, çalışma alanı ve birden fazla amaç fonksiyonu içerilebildiğinden aynı çalışma farklı başlıklar altında yer alabilmektedir. Tablo 2.3'de çalışma alanlarına göre ameliyathane çizelgelemesine ilişkin yapılmış çalışmalar beş grupta toplanmıştır.

Şekil 2.12: Ameliyathanelerde Çalışma Alanları ve Sınıflandırılması



a) Hasta Özellikleri

Ameliyathanelerin veya ameliyat odalarının planlanması ve çizelgelenmesinde elektif ve elektif olmayan hastalar olmak üzere iki temel hasta sınıfı dikkate alınır. Elektif hastalar; ameliyatı ileride belirli bir tarihte yapılması planlanan hastalar, elektif olmayan hastalar ise beklenmeyen ve herhangi bir zamanda gelebilen, ameliyatı kısa süre içerisinde gerçekleştirilmesi gereken hastalardır. Literatürde, elektif (yatan – ayakta tedavi gören hasta) ve elektif olmayan (acil – çok acil) hasta durumuna göre yapılmış çalışmalar incelendiğinde, elektif olmayan yani acil hastalarda belirsizliğin çok daha fazla olduğu ve maliyet-kazanç beklentilerinin elektif hastalarla ilişkilendirilmesinin daha kolay olması gibi nedenlerden dolayı elektif hastalara yönelik yapılmış çalışmaların elektif olmayan hastalara oranla çok daha fazla olduğu görülmektedir.

Kaynak kullanımının yönetilmesi açısından belirsizliğin daha düşük olduğu elektif hastaları dikkate alan Vissers vd. (2005) çalışmalarında hasta karmaşasının veya grubunun oluşturulmasını amaçlamışlardır. Roland vd. (2006) de acil ameliyathanelerin çalışmayı karmaşıklaştırdığından sadece elektif hastaların göz önüne alındığı ameliyathane çizelgelemesini, kaynak kısıtlı proje çizelgeleme problemi olarak düşünmüşlerdir. Testi vd. (2007), Testi ve Tanfani (2010), ele aldıkları ana ameliyat çizelgesinin oluşturulması probleminde, kendileri için ayrılmış özel ameliyat odası bulunması sebebiyle acil hastaları dikkate almayıp elektif hastaları çalışma kapsamında tutmuşlardır. Fei vd. (2006), Fei vd. (2008), Fei vd. (2010) ameliyathane kapasitesinin büyük bir kısmını kapsaması ve ameliyathanelerin en önemli bileşeninin elektif ameliyathaneler olduğu düşüncesi ile çalışmalarını elektif hastalar ile kısıtlamışlardır. Benzer

şekilde Belien vd. (2009), ana ameliyat çizelgesi için bir karar destek sistemi sunmayı amaçladıkları çalışmada elektif olmayan hastaların önceden tahmin edilememesi ve bu hastaların ameliyatının elektif ameliyatların çizelgesinde değişiklik ve sapmalara neden olması sebebiyle çalışmalarına elektif olmayan hastaları dikkate almamışlardır. Persson ve Persson (2009), ekonomik açıdan acil ameliyatların, elektif ameliyatların yönetimine herhangi bir etkisi olmaması sebebiyle ayrı değerlendirilmesi gerektiğini düşünmüşlerdir. Perdomo vd. (2006), Santibanez vd. (2007), Van Oostrum vd. (2008), Hans vd. (2008) de çalışmalarında sadece elektif hastaları dikkate almışlardır.

Elektif olmayan hastaları çalışma kapsamı dışında tutan Sciomachen vd. (2005), bir üniversite hastanesi cerrahi servisine yönelik kesikli olay benzetim modelleri geliştirilmiş ve ameliyathane faaliyetlerinin çizelgelenmesi ile ilgili performans göstergelerinin değerlendirilmesi ve araştırılması ile ilgilenmişlerdir. Paoletti ve Marty (2007), sadece elektif hastaları dikkate aldıkları çalışmalarında monte carlo benzetim modeli kullanarak personel hatası riskinin (ihtiyaç anında anestezi uzmanı olmaması) farklı çizelgeleme senaryolarında ve farklı ameliyat odası sayıları durumlarında hesaplamışlardır. İki ameliyathanede aynı anda bir anestezi uzmanına ihtiyaç olduğunda karşılaşılan riski incelemek ve gezici bir anestezi uzmanının olmasının bu riske etkisini değerlendirmişlerdir.

Ballard ve Kuhl (2006), hastaların yatan hasta ve ayakta tedavi gören hastalar olarak sınıflandırıldığı çalışmada benzetim yaklaşımı kullanılarak ameliyathanenin mevcut verimliliğini ve potansiyel en büyük kapasiteyi belirlemeyi; ayrıca ek cerrahi süreçlerin ve kaynak değişimlerinin ameliyathanenin performansını nasıl etkilediğini belirlemeyi amaçlanmıştır. Aynı şekilde Denton vd. (2006), ayakta tedavi gören hastaları dikkate aldıkları çoklu ameliyat odasına sahip bir sağlık merkezinde cerrahi servislerin iyileştirilmesinde önemli olan stratejik ve işlemsel kararların verilmesinde yardımcı olabilecek bir Monte Carlo benzetim modeli geliştirmişlerdir. Belien vd. (2006), sadece ayakta tedavi gören hastaların ameliyatının yapıldığı bir günlük bakım merkezinde, ana ameliyat çizelgesinin kullanılan kaynaklara olan talep üzerindeki etkisini belirlemek için bir yazılım sistemi sunmuşlardır. Cardoen vd. (2009) de çalışmalarında günlük bakım merkezinin ameliyathane çizelgelenmesinde, elektif hasta sınıfından ayakta tedavi gören hastaların ameliyatlarının sıralanması üzerine odaklanmışlardır.

Elektif olmayan (acil) hastalara yönelik yapılmış çalışmalara bakıldığında ise Bhattacharyya vd. (2006), ameliyathanede elektif olmayan hastalara yönelik özel bir ortopedi travma odasının tahsis edilmesinin lojistik olarak uygun olduğu ve ayrılan bu özel odanın ameliyathanedeki hasta akışını iyileştireceği sonucuna ulaşmışlardır. Krempels ve Panchenko (2006), planlamada değişiklik yapılmasına sebep olan acil ameliyatlara göz önüne alarak yarı otomatik, ileti ve tercihe dayalı bir çizelgeleme önermişlerdir. Wullink vd. (2007) ise çalışmalarında acil ameliyatlara için ayrılacak en uygun ameliyat odası süresinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Oluşturulan ayırık olay benzetim modelinde acil hastalar için ayrılmış kapasitenin tüm ameliyat odalarına dağıtılması politikası izlendiğinde fazla mesai, ameliyat odası kullanım oranı ve bekleme süresinde önemli gelişmeler sağlandığını gözlemişlerdir.

Her iki hasta tipini de dikkate alan çalışmalar incelendiğinde Houdenhoven vd. (2007), elektif ve elektif olmayan hastalardan oluşan hasta karması, kullanım oranı ve fazla mesai riski arasındaki ilişkilerin araştırılması için matematiksel model geliştirmeyi amaçlamışlardır. Lamiri vd. (2007) ve Lamiri vd. (2008), acil ameliyatlara ve ameliyat süreleri ile ilgili belirsizlikler altında elektif ameliyatlara planlanmasını araştırmışlardır. Zonderland vd. (2010) de bir sağlık merkezinin beyin cerrahisi bölümünde elektif, acil ve yarı acil hasta sınıflarına odaklanarak güçlü bir hasta çizelgesi oluşturmuşlardır.

b) Karar Alanı

Ameliyathane planlanması ve çizelgelenmesi pek çok kararı içermektedir. Verilen kararların kime veya hangi cerrahi servise uygulandığına yönelik yapılan çalışmaların sınıflandırılmasında Cardoen vd. (2010) üç karar alanı belirlemişlerdir: Tıp dalı seviyesi (cerrahi bölüm), Cerrah seviyesi ve Hasta seviyesi. Pek çok çalışmada yapılan, hasta (ameliyat) karması planlanması, ana ameliyat çizelgelenmesi ve hasta çizelgelenmesi şeklindeki klasik sınıflandırmadan özellikle kaçınılmıştır. Bu şekilde bir sınıflandırmanın sınırlarının ve kapsamının net olmayacağı; farklı problemlerin aynı sınıf altında toplanabileceği veya sınıflandırmaların kapsamının farklı olabileceğini düşünmüşlerdir. Cardoen vd. (2010) Tıp dalı seviyesi (cerrahi bölüm), Cerrah seviyesi ve Hasta seviyesi olarak belirlediği üç karar alanına yönelik çalışmalar devam eden kısımda sınıflandırılmıştır.

Tıp Dalı Seviyesi

Bir cerrahi servis veya departmana yönelik alınan kararlarla ilgili yapılan çalışmalardan Bhattacharyya vd. (2006), özel bir ameliyat odasının, ortopedi servisinde elektif olmayan hastalar için ayrılmasını ve bunun etkilerini incelemişlerdir. VanBerkel ve Blake (2007) ise çalışmayı genel cerrahi servisi ile sınırlandırmışlar; performans ve kapasite planlanmasına yönelik kararlar geliştirmişlerdir.

Belien vd. (2007), çalışmalarında tek bir servis yerine ameliyathanedeki 10 temel servis için ana ameliyat çizelgesi geliştirmek istemişler; her bir gün için cerrah-hasta kombinasyonundan kaç ameliyatın, ne zaman gerçekleştirileceğini araştırmışlardır. Gupta (2007), kullanılmayan kapasitenin hastane yönetimine ve kazancına önemli etkisi olacağı sebebiyle kapasite yönetimine dikkat çekmişler ameliyat odası süresinin ameliyathanedeki tüm cerrahi servislere nasıl dağıtılacağını araştırma kapsamında ele almışlardır. Benzer şekilde Zhang vd. (2009), ameliyathane kapasitesinin farklı her bir tıbbi servise dağıtımında geliştirdikleri modelde haftalık ameliyat odası süresinin dağıtımı belirlemeye çalışmışlardır. Testi vd. (2007) ve Santibanez vd. (2007), Cerrahi servislere ameliyatlarını gerçekleştirecekleri blok sürelerin atanması, daha sonra ameliyat odalarının cerrahi servislere dağıtımı ve her blok sürede gerçekleştirilecek ameliyatların belirlenmesi şeklinde adım adım ameliyathane planlamasını gerçekleştirmişlerdir. Persson ve Persson (2010) ve Bowers ve Mould (2005) da ameliyathanelerde sadece ortopedi servislerini incelemişlerdir.

Cerrah Seviyesi

Ameliyathanedeki servisler yerine ameliyatları gerçekleştiren cerrahlara yönelik alınan kararları içeren çalışmalar çok fazla olamamakla birlikte; Belien vd. (2006), günlük bakım merkezinde geliştirdikleri, ameliyat karmasının belirlendiği ana ameliyat çizelgesinde, farklı cerrahlara ne kadar ameliyat odası süresi atanacağını araştırmışlardır. Daha sonra Belien ve Demeulemeester (2008), her cerraha atanacak ameliyat odası süresinin belirleneceği, ayrıca ameliyat talep ve kısıtlarının da göz önüne alındığı bir ameliyat karması planlaması için en iyileme modeli geliştirmişlerdir. Kharraja vd. (2006), özel bir sağlık merkezinde cerrahın da dahil olduğu ameliyatı gerçekleştirecek cerrahi gruba yönelik bir çalışma yapmışlardır.

Hasta Seviyesi

Ameliyathanede hastaların temel alınarak kararların verildiği veya planlamanın yapıldığı çalışmalardan Cardoen ve Demeulemeester (2008)'in hasta temeline dayalı oluşturdukları benzetim modelinde hastalar belirli blok süreler atanır; ameliyat sırası da bir takım önceliklere göre yapılmaktadır. Fei vd. (2006), Fei vd. (2008), sağlık hizmetlerinde, hasta memnuniyetinin sağlanmasının en temel kriter olduğunu belirterek bekleyen her bir hastanın belirli bir ameliyat odasına ve cerraha atanmasını, ameliyatın gerçekleştirileceği zaman çizelgesinin oluşturulmasını amaçlamışlardır.

Hans vd. (2007), haftalık olarak hazırlanan ameliyat çizelgesinde planlamacılar bekleme listesinden hastaları seçip cerrah gibi çeşitli kapasite kısıtlarına göre ana ameliyat çizelgesi oluşturmaktadırlar. Wullink vd. (2007) de hastalar açısından kapasite dağıtımına yönelik ayrık olay benzetim modeli geliştirmişlerdir. Lamiri vd. (2008) ise kapasitenin farklı özelliklere sahip iki hasta sınıfı olan acil ve elektif hastalar arasında paylaştırılmaya çalışıldığı bir ameliyathanede elektif ameliyatların planlanmasına odaklanmışlardır.

Persson ve Persson (2007), Persson ve Persson (2009), temel olarak hasta bakış açısıyla odaklandıkları ameliyathane planlamasında, belirli bir süre listede bekleyen hastaların ameliyatlarının çizelgelenmesini amaçlamaktadırlar. Etkin bir ameliyathane yönetimi için farklı hasta ameliyatlarının senkronize ve organize edilmesi gerektiğinden bahsetmişlerdir. Vissers vd. (2005), çalışmalarında hasta karmasının hastane yönetiminin kaynak kullanımında önemli bir konu olduğuna dikkat çekmişler; her hasta sınıfından ameliyat edilen hasta sayısını ve kaynak kapasitesi düzenlenmesini tanımlamışlardır. Van Oostrum vd. (2008), ana ameliyat çizelgesi geliştirmeyi amaçladıkları çalışmada hastaları kategorilere ayırmışlar ve buna göre hastaların ameliyat odalarının blok sürelerine atanmasını sağlamışlardır. Velasquez ve Melo (2006) ise planlamada hasta yaşına göre önceliklendirmeyi modele dahil etmişlerdir.

c) Performans Ölçütleri

Ameliyathane planlama ve çizelgelemesinin değerlendirilmesinde farklı kaynaklarda farklı performans kriterleri kullanılabilir. Referans alınan Cardoen vd. (2010) literatür çalışması ile Persson ve Persson (2010) çalışmalarında tanımlanan altı temel performans ölçütü ele alınmıştır. Bekleme süresi, tedavi edilmiş hasta sayısı

(üretileen iş), kullanım, kaynak seviyeleme, servis (üretim-akış)süresi, gecikme/erteleme ve tercihler/öncelikler olarak sınıflandırılan performans ölçütlerine yönelik yapılmış çalışmalar bu kısımda incelenmiştir.

Bekleme süresi

Ameliyathane ile ilgili yapılan çalışmaların çoğunda karşılaşılan ve diğer sağlık hizmetlerinde de en sık şikayet edilen konu, uzun bekleme listeleri ve bekleme süreleridir. Cerrahın ve hastanın bekleme süresini düşürmeye yönelik pek çok çalışma yapılmıştır. Bunlardan Denton vd.(2007), nasıl bir ameliyat çizelgesinin hasta ve cerrah bekleme süresi ile fazla mesaiyi azaltacağını araştırmışlardır. İki aşamalı stokastik sezgisel tamsayılı programlama modeli geliştirmişlerdir. Gupta (2007), çalışmasında bekleme süresini, diğer performans ölçütlerinden ameliyat odasının boş kalma süresi ve gecikme süresini birlikte ele almış, ameliyat odası süresinin cerrahi servislere nasıl dağıtılacağı, ameliyatların gerçekleştirilmesinde en iyi sıranın ne olacağı sorularına cevap aramıştır. Van der Lans vd. (2006), kullanım, fazla mesai ve acil hastaların bekleme süresi bakımından ameliyathane planlamasında uygun yaklaşımı bulmak için benzetim kullanmışlar; acil ameliyatların bekleme süresini en küçüklemeyi amaçlamışlardır. Wullink vd. (2007) acil ameliyatlar için uzun bekleme sürelerinin hastalarda ameliyat sonrası komplikasyon risklerini artırdığı gerekçesiyle, özel bir ameliyat odasının acil ameliyatlar için ayrılmasının, cevap verebilirliği artıracığını düşünmüşlerdir. Ayrık olay benzetimi ile oluşturulan modelde 3 temel performans ölçüsü; bekleme süresi, fazla mesai ve ameliyat odası kullanımı olmuştur. Acil ameliyatlar için bekleme süresinde önemli gelişmeler elde edilmiştir. VanBerkel ve Blake (2007), bir hastanede genel cerrahi bölümü için bekleme listelerinin analizinde yöneylem araştırması tekniklerinin kullanımını araştırmışlardır. Ayrık olay benzetim modeli geliştirmişler; elektif hastaların bekleme sürelerini azaltacak ve dengeleyecek ayrı ve birleştirilmiş çoklu yaklaşımlar sunmuşlardır. Ayrık olay benzetim kullanan bir diğer çalışma ile Persson ve Persson (2010), farklı yönetim politikalarının hasta bekleme süresi, ameliyat iptalleri ve ameliyat odası kullanımı gibi farklı performans göstergelerini nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Jebali vd.(2006)'nin, ameliyathane çizelgelemesi için geliştirdikleri 2 adımlı yaklaşımda amaç fonksiyonu, bekleme süresi ile fazla mesai ve boş geçirilen sürelerin en küçüklemesi olmuştur.

Denton vd. (2006), cerrah, anestezi uzmanı, ameliyat odası takımı ve diğer kritik kaynakların bekleme süresini önemli derecede etkilediği düşüncesiyle etkin bir ameliyathane çizelgesinin sağlanması için stratejik ve işlemsel kararların verilmesinde yardımcı olabilecek bir monte carlo benzetim modeli geliştirmişlerdir. Zhang vd. (2009), ameliyathane kapasitesinin farklı tıbbi servislere dağıtımında bir metodoloji geliştirerek yatan hastaların ameliyat için bekleme sürelerinin en küçüklenmesi için çalışmışlardır. Cardoen ve Demeulemeester (2008), hasta sıralamasının, hastaların beklemesine ve fazla mesaide gerçekleştirilen konsültasyon yüzdesine etkisini incelemek için benzetim yaklaşımını kullanmışlardır.

Kaynak Kullanımı

Ameliyathanede araştırma konularından biri temel kaynaklardan olan ameliyat odası kullanım oranıdır. Bir kaynağın iş yükünü temsil eden kullanım oranı, ameliyat odası açısından fazla mesai ile karşılaşılması durumunda fazla kullanım; ameliyat odasının mesai saatleri içerisinde boş kalması durumu da yetersiz kullanım olarak tanımlanabilmektedir. Fakat bazen ameliyat odasında fazla mesai ile karşılaşılırken aynı zamanda az kullanımın da söz konusu olduğu karmaşık durumlarla da karşılaşılabilir. Çalışmalarda genelde, fazla ve yetersiz kullanım ile ölçülen ameliyathane etkinliğinin sağlanması için, tanımlanan bu iki durumun dengelenmesi amaçlanmıştır.

Denton vd. (2007), çoğu hastanede performans ölçütlerinin kullanım, fazla mesai ve ameliyathane zamanında başlaması olarak belirlendiğini bu nedenle de planlı ameliyat odası kullanımını etkileyen fazla mesainin dikkat edilmesi gereken konulardan biri olduğunu belirtmişlerdir. Gecikme ve bunun bir sonucu olarak fazla mesainin, planlanmış ameliyathanelerin geç tamamlanmasına neden olmasından dolayı da işletmenin performansını olumsuz etkilediğini vurgulamışlardır. Dexter vd. (2007) bir ameliyat gününde bir saatlik yetersiz kullanımın bir saatlik fazla kullanım yanında ihmal edilebilir bir maliyete sahip olduğu düşüncesiyle; bir ameliyat odasının etkinliğini artırmak için ameliyat odası süresinin fazla kullanımını en küçüklemek ile mümkün olacağını savunmuşlardır. Benzetim ile farklı senaryoları incelemişlerdir.

Hans vd. (2008), stokastik sırt çantası problemi ile ilişkilendirilen ameliyathanelerin ameliyat odalarına atanması probleminde toplam fazla mesaiyi en küçüklerken

ameliyathane kullanımını en iyileyen pek çok sezgisel yaklaşım sunmuşlardır. Jebali vd.(2006), çizelgelemede ameliyatların ameliyat odalarına atanmalarında hastaların memnuniyetlerini ve yatak gereksinimlerinin sağlamak için yetersiz ve fazla kullanım ile hasta bekleme süresini en küçüklemeğe çalışmışlardır. Benzer şekilde Lamiri vd. (2008), etkin bir ameliyathane planında hasta ile ilgili maliyetleri ve beklenen aşırı-yetersiz kullanım maliyetlerinin en küçüklemeğe gerektiği düşüncesiyle çalışmalarında maliyetler arasındaki en iyi dengeyi sağlayacak bir çizelge geliştirmişlerdir. Marcon ve Dexter (2006); ameliyat sıralama kurallarının, anestezi sonrası bakım ünitesindeki personel sayısı ve ameliyat odasında fazla mesai ile karşılaşma durumu üzerindeki etkisini analiz etmişlerdir.

Houdenhoven vd. (2007), elektif ve elektif olmayan hastaların dikkate alındığı çalışmada hizmet görecek hasta karması, kullanım oranı ve fazla mesai riski arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak araştırılması amaçlamışlardır. Düşük bir fazla mesai riski ile karmaşık bir hasta karması birleşimi, düşük kullanım oranı ile sonuçlanırken; fazla mesai riskinin daha yüksek, hasta karmasının da daha az karmaşık olduğu durumlarda kullanım oranının %100'e yakın olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Wullink vd. (2007) acil ameliyatlar için ayrılacak en uygun ameliyat odası süresinin belirlenmesini acil hastalar için ayrılmış kapasitenin tüm ameliyat odalarına dağıtılması politikasının fazla mesai, ameliyat odası kullanımı ve bekleme süresinde önemli gelişmeler sağlandığı sonucuna ulaşmışlardır.

Ameliyat odası kullanım oranı yanında ameliyat odası ile yakından ilişkili ve etkileşimli cerrahi servis, yoğun bakım ünitesi ve anestezi sonrası bakım ünitesi, bu birimlerdeki yatak ve hemşire gibi kaynakların kullanımına yönelik olarak yapılmış çalışmalardan biri Vissers vd. (2005)'nin çalışmasıdır. Cardoen ve Demeulemeester (2008), bunlara ek olarak hastane servislerinin kullanımına da dikkate almışlardır. Cardoen vd.(2009), anestezi sonrası bakım ünitesinde kullanılan en büyük yatak sayısını en küçüklemeğe, bu doğrultuda hemşirelerin iş yüklerinin de dengelenmesini amaçlamışlardır.

Kaynak Seviyeleme

Ameliyathanelerde etkinliğin sağlanabilmesinde cerrah, ameliyat odası takımı, yatak kullanımı, ekipman ve destek servis gibi çeşitli kaynakların senkronize

edilmesinin önemli bir rolü vardır. Talepdeki dalgalanmalarla veya belirsizliklerle başa çıkmak için talep ile mevcut süreç şartlarının dengelenmesi; kaynak planlamasının yapılması gerekir ki bu da, mevcut duruma yeterli kaynağın sağlanması sürecidir.

Belien vd. (2006), Belien vd. (2007), yatak kullanımının dengelendiği bir ana ameliyat çizelgesinin oluşturulması için en iyileme algoritmaları kullanmışlardır. Benzer şekilde Hans vd. (2007)'nin çalışmalarında amaçlardan biri tüm süreç boyunca hastanedeki yatak gereksinimlerinin dengelenmesinin sağlanmasıdır. Seviyeleme ana ameliyat çizelgesinde hastane yataklarına olan en büyük talebin en küçüklenmesi ile sağlanmıştır. Van Oostrum vd. (2008), ana ameliyat çizelgeleme probleminde hem ameliyat odası kullanımının hem de sonrasındaki süreçte yatak gereksinimlerinin dengelenmesini ele almışlardır.

Marcon ve Dexter (2006), cerrahi birimlerin diğer hastane birimleri ile sürekli senkronize olması gerekliliğinden bahsetmişler; ameliyat odasında gerçekleştirilecek ameliyatlara sıralamasının anestezi sonrası bakım ünitesine saatte gelen hasta ve personel sayısına etkisini araştırmışlardır. Bir diğer çalışmalarında Marcon ve Dexter (2007), ameliyathane bekleme odası ve anestezi sonrası bakım ünitesinde gerekli personel sayısının, her cerrahın belirli bir günde ameliyat odasında yapacağı ameliyat listesinden etkilendiğini savunmuşlardır. Ayrık olay benzetimi kullanarak en uzun süreli ve en kısa süreli ameliyatlara önceliklendirilmesi gibi standart çizelgeleme kuralları ile bekleme odasındaki ve anestezi sonrası bakım ünitesindeki hasta sayısında azalma sağlamışlardır.

Servis Süresi

Ameliyathane planlama ve çizelgelemede kullanılan bir diğer performans ölçütü ameliyatlara tamamlanma zamanı yani hizmet süresidir. Endüstri ortamında üretim süresi olarak ifade edilmekte olan servis süresi ilk hastanın girişi ile son hastanın çıkışı arasındaki süre olarak tanımlanabilmektedir. Fei vd. (2006) ve Pham ve Klinkert (2008), ele aldıkları probleme yönelik oluşturdukları modelde son çizelgelenmiş ameliyatın bitiş zamanını en küçüklemeyi amaçlamışlardır. Perdomo vd. (2006), her bir ameliyatın tamamlanma zamanı toplamının en küçüklenmesini amaçlayan bir çizelgenin nasıl oluşturulacağı yönelik bir çalışma yapmışlardır.

Tedavi Edilmiş Hasta Sayısı

Belirli bir zamanda cerrahi bir bölüm için ayrılmış kaynaklara sahip ameliyathanede verimlilik tedavi edilmiş hasta sayısı ile ölçülebilmektedir (Lehtonen vd.,2007). Performans ölçütlerinden biri olan tedavi edilmiş hasta sayısının bekleme süresi ile yakından ilgili olduğunu belirten Van Berkel ve Blake (2007), ayrık olay benzetim modelinde sağlık sistemlerindeki meydana gelen kuyrukların arz ve talep arasındaki dengesizlikten veya hastanın gelişi ile hasta çıkışı arasındaki sürecin rassallığından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Amaç, süreçteki darboğazların etkilerinin belirlenerek mevcut kaynaklarla tedavi edilmiş hasta sayısını en büyükmek ve bekleme sürelerinde standardı sağlayacak bir planın geliştirilmesidir. Cardoen ve Demeulemeester (2008) de ayrık olay benzetim yaklaşımı yardımıyla tedavi planlarının etkinliğinin ve tedavi edilmiş hasta sayısı ile kaynak kullanımının karşılıklı ve karmaşık etkileşimlerini araştırmışlardır. Sciomachen vd. (2005), Baumgart vd. (2007)'ın de geliştirdikleri benzetim modellerinde odaklandıkları noktalardan biri tedavi edilmiş hasta sayısı olmuştur.

Santibanez vd. (2007)'nin karma tamsayılı programlama modelinde amaçlardan biri, hedeflenen tedavi edilmiş hasta sayısının sağlanması için yatak kullanımında karşılaşılan değişkenliği azaltmak olmuştur. Bu amaç modelde günlük en fazla yatak kullanımının en küçüklenmesi şeklinde ifade edilmiştir. Testi vd. (2007), bekleme listesi, tedavi edilmiş hasta sayısı ve fazla mesai terimleriyle açıkladıkları ameliyathane etkinliğini geliştirmek için ameliyathane planlanmasına yönelik bütünleştirilmiş bir model önermişlerdir. Fairbanks (2007), ameliyathanede elektif hastaların akış sürecine yalın üretim ve altı sigma yöntemlerini kullanarak tedavi edilmiş hasta sayısının geliştirilmesini amaçlamışlardır.

Ameliyat Gecikmesi – Ertelemesi – İptali

Ameliyathanelerde farklı sebeplerden dolayı gerçekleştirilecek olan ameliyathane gecikmekte, ertelenebilmekte veya iptal edilebilmektedir. Ameliyathane kullanımını ve performansını düşürürken, hasta ve personel üzerinde de olumsuz etkilere neden olan iptal edilen veya ertelenen ameliyathanelerin bilgileri yeniden çizelgelenmek üzere planlama ve çizelgeleme birimine aktarılmaktadır. Bu konuda Persson ve Persson (2009) geliştirdikleri benzetim modelinde iptal edilen veya yeniden çizelgelenen ameliyathanelere

yönelik ceza maliyetini kullanmışlardır. Bir diğer çalışmalarında Persson ve Persson (2010); ayrık olay benzetimi ile farklı ameliyat yönetimi politikalarının, hasta bekleme süresi, ameliyat iptalleri ve ameliyat odası kullanımı gibi farklı performans ölçütleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Ameliyat odası planlaması ve maliyeti düşünüldüğünde en önemli problemlerden birinin ameliyat iptalleri olduğu düşüncesiyle buna neden olan acil ameliyatlar için belirli bir kapasite ayırımı politikasına değinmişlerdir. Testi vd. (2007), farklı sıralama kuralları kullandıkları benzetim modelinde, hastanın ameliyatının tahmin edilen tamamlanma zamanı mesai saatlerini aşıyorsa ameliyatın ertesi gün gerçekleştirilmesi üzere ertelenmesi durumu üzerine yoğunlaşmışlardır. Zonderland vd. (2010), acil ameliyatlar için ayrılmış ameliyat odası süresi ile acil ameliyatlar nedeniyle iptal edilen elektif ameliyatları dengelemeyi amaçlayan bir kuyruk modeli geliştirmişlerdir.

Basson ve Butler (2006), ameliyathane etkinliğini değerlendirmek için veri zarflama analizi tekniğinde fazla mesai, ameliyat iptalleri ve gecikme oranlarına yönelik verileri toplamışlardır; ameliyathane etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanmışlardır.

Tercihler - Öncelikler

Ameliyathane yönetimi, pek çok paydaşın birbirleriyle çelişen tercih ve önceliklerinin sağlanmaya çalışılmasından dolayı zor ve karmaşık bir görevdir. Ameliyathane yönetiminde, çizelgeleme ihtiyaç ve önceliklerine göre faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için sınırlı kaynakların işlere atanması ile ilgilendir. Tüm süreç, kısıtlar ve tercih/öncelikler ile sınırlanır. Tercihler ve önceliklere dikkat edilerek hazırlanan ameliyathane planlama ve çizelgelerin etkinliğinin daha fazla olduğu düşünülmektedir.

Cardoen vd.(2009), günlük bakım merkezinde ameliyat odası blok süreleri ile hasta ve cerrahın tercihlerine-önceliklerine göre ameliyatların çizelgelenmesini amaçlamışlardır. Diğer çalışmalarında Cardoen vd.(2009); beş yaş altı çocukların ameliyatlarının olabildiğince erken gerçekleştirilmesini istemişler, iptal veya gecikmelerini önlemek için de bu hastaları çizelgede önceliklendirmişlerdir. Ayrıca çok kriterli amaç fonksiyonunda çeşitli hasta ve doktorların tercihlerini de dikkate almışlardır.

Testi vd. (2007), ana ameliyat çizelgelemesi probleminde amaç fonksiyonunu, cerrahın haftalık istekleri dikkate alınarak tercihlerinin maksimize edilmesi olarak

belirlemişlerdir. Ameliyatlara sıralanmasında da en uzun bekleme süreli, en uzun ameliyat süreli ve en kısa ameliyat süreli öncelik kuralları dikkate alınmıştır. Benzer olarak Velasques ve Melo (2006), oluşturdukları modelde hastanın yaşı ve sağlık durumuna göre gerçekleştirilecek ameliyatın önceliğinin belirlenmesine dikkat etmişlerdir.

d) Belirsizlik

Sağlık hizmetlerinin önemli bir parçası olan ameliyathanelerde karşılaşılan temel problemlerden biri belirsizlik durumudur. Belirsizlik, gerçekleştirilecek faaliyetlerin sürelerinin tahmin edilen süreden daha uzun veya daha kısa sürmesi, kaynakların kullanılabilir durumda olmayışı, malzemelerin taşınması ile ilgili sorunların ortaya çıkması, hazırlık süreleri ve servis sürelerinin değişebilmesi, yeni faaliyetlerin eklenmesi, gecikmelerle vb. karşılaşılması gibi pek çok nedenden kaynaklanabilir. Ameliyathaneye yönelik yapılan çalışmaların büyük bir kısmı deterministik olsa da stokastik verilerle ameliyat ortamını inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır.

Deterministik planlama ve çizelgeleme yaklaşımları ile yapılmış çalışmalarda belirsizlik ve değişkenlik göz ardı edilmektedir. Belien vd. (2006), çalışmalarında tüm kaynak kullanım verilerinin deterministik olduğunu varsayarak modellerini deterministik ve basit bir model olarak tanımlamışlardır. Roland vd. (2006)'in fazla mesai ve ameliyat odalarının kullanım maliyetlerini en küçükmek amacı taşıyan çalışmalarında faaliyet süreleri deterministik olarak ele alınmıştır. Pham ve Klinkert (2008) ameliyat öncesinde, ameliyat sırasında ve ameliyat sonrasındaki faaliyetlerin sürelerinin deterministik olduğunu varsayımlardır. LaGanga ve Lawrence (2007), servis sürelerinin deterministik olduğu varsayımı altında hasta bekleme ve fazla mesai süresinin tahmini için bir benzetim modeli geliştirmişlerdir.

Deterministik yaklaşımların aksine stokastik yaklaşımlar belirsizlik ve değişkenliği de sürece dahil etmeye çalışmaktadırlar. Genelde hastaların varış zamanlarının ve ameliyat sürelerinin belirsizliğini, ameliyatların başlama zamanlarında ve faaliyetlerin planlı ve gerçek süreleri arasındaki sapmaları vb. içermektedirler.

Lamiri vd. (2008), Lamiri vd. (2008), acil hastaların ameliyathaneye gelişindeki belirsizliği ve ameliyat sürelerinin belirsizliği altında elektif ameliyat planlamasının gerçekleştirilmesini amaçlamışlardır. Acil ameliyatlara için kullanılan

ameliyat odası kapasitesi ve ameliyat süreleri rassal değişkenler olarak tanımlanmıştır. Değişkenliği artıran faktörler olan acil hastaların varışları, ameliyat sürelerindeki belirsizlik ve personel durumu; planlama ve çizelgelemeye dahil edilmiştir. Cardoen ve Demeulemeester (2008) tıbbi süreçlere eşlik eden kaynak, süre ve varış belirsizliklerinin dikkate alındığı bir benzetim modeli geliştirmişlerdir.

Persson ve Persson (2010); ortopedi servisindeki hasta varışlarının ve ameliyat sürelerinin belirsizliğinin göz önüne alındığı bir benzetim modeli geliştirmişlerdir. Ameliyat sürelerinin lognormal dağılım, hasta varışlarının da poisson dağılım gösterdiği varsayılmıştır.

Van der Lans vd. (2006), Wullink vd (2007), Zhang vd. (2009), Hans vd. (2007)'nin çalışmalarında hastaların varış sürelerinin poisson dağılımına yani acil ameliyathane varışları süresinin bağımsız ve üstel dağıldığı; ameliyat sürelerinin de lognormal dağıldığı varsayılmıştır. Sciomachen vd. (2005), Paoletti ve Marty (2007), Van Oostrum vd. (2008), Marcon ve Dexter (2006) da çalışmalarında süreleri olasılık dağılımları ile tanımlamışlardır.

e) Araştırma Metodolojisi

Ameliyathane planlama ve çizelgelemesine yönelik çalışmalar çok geniş araştırma metodolojisi içermektedir. Üretim yönetimi ve yöneylem araştırması çözüm ve değerlendirme tekniklerini kullanan çalışmalardan Fei vd. (2006)'nin çalışmalarında ameliyathane planlamasını dinamik programlama ile modellemiş; çözümünde ise sezgisel dayalı sütun oluşturma yöntemi ve hibrit bir genetik algoritma kullanmışlardır. Belien ve Demeulemeester (2008) da dinamik programlama yaklaşımından, hemşire ve ameliyat odası çizelgesinde faydalanmışlardır.

Mulholland vd (2005), üçüncü basamak sağlık merkezinde cerrahi servislerin modellenmesinde doğrusal programlama ve senaryo analizi kullanmışlardır. Chaabane vd. (2008) ameliyathane planlamasında, aynı kapasite kısıtlarını düşündükleri iki farklı planlama yönetiminden birinde doğrusal programlamadan faydalanmışlardır. Daha sonra kapasite kısıtlı atama problemini tamsayılı programlama ile modellemişler; çözümünde macar algoritmasına dayalı bir sezgisel geliştirmişlerdir.

Persson ve Persson (2007), temel kaynakların atanması ve ameliyathane hastaların çizelgenmesinde tamsayılı optimizasyon modeli geliştirmişlerdir. Başka bir

çalışmada ise Persson ve Persson (2009) yine ameliyathane yönetim kararları için karma tamsayılı programlama ve kesikli olay benzetiminden faydalanmışlardır.

Pham ve Klinkert (2008) atölye tipi çizelgeleme problemi olarak karma tamsayılı doğrusal programlama yöntemi kullandıkları yeni bir ameliyathane çizelgeleme modeli sunmuşlardır. Santibanez vd. (2007), ameliyat odalarının ve blok sürelerin her bir cerrahi servise atanması temel kararını içeren en iyileme modeli geliştirmişlerdir. Günlük gerçek ameliyat odası kayıtlarından faydalanarak oluşturdukları senaryolar ile blok çizelgeler geliştirmişler, bu geliştirdikleri blok çizelgeleri de en iyileme modelinde girdi olarak kullanmışlardır. Çözümünde karma tamsayılı programlamadan faydalanmışlardır.

Roland vd. (2006), ameliyathane planlaması ve çizelgelemesi probleminin en iyilenmesi için bir genetik algoritma yaklaşımı sunmuşlardır. Problemi karma tamsayılı programlama ile modelleyip dal sınır algoritması ile test etmişlerdir. Testi vd. (2007) ameliyathane planlama ve çizelgelemesi için geliştirdikleri 3 aşamalı hiyerarşik yaklaşımın ilk iki aşamasında en iyileme modeli-tamsayılı programlama; üçüncü aşamasında ise benzetim modeli-senaryo analizi kullanmışlardır. Benzer olarak Zhang vd. (2009), karma tamsayılı programlama yaklaşımı ile oluşturulmuş en iyileme modelinin kalitesini belirlemek için bir benzetim modelleme metodolojisi sunmuşlardır. Vissers vd. (2005) de taktiksel seviye planlama olarak görülen ameliyathane çizelgeleme problemini karma tamsayılı doğrusal programlama ile modellemişlerdir. Geliştirilen model farklı senaryolara uygulanmıştır. Fei vd. (2006), Hans vd. (2007), Van Oostrum vd (2008), ameliyathane probleminde karma tamsayılı programlama modeli; çözümünde sütun geliştirme yöntemi kullanmışlardır.

Cardoen vd.(2009), ameliyat odalarında hastaların sıralanmasında çok amaçlı kombinatoriyal en iyileme problemi çalışmışlardır. Karma tamsayılı doğrusal programlama ile kesin ve sezgisel çözüm yaklaşımları geliştirmişlerdir. Başka bir çalışmada Cardoen vd. (2009), kombinatoriyal en iyileme probleminin çözümünde sütun oluşturma yaklaşımını kullanmışlar ve bir dinamik programlama algoritması sunmuşlardır. Bu yaklaşımın etkinliği de karma tamsayılı programlama ile karşılaştırılmıştır. Belien vd. (2007), Belien vd. (2009), bir ana ameliyat çizelgesinin oluşturulması için bir karar destek sistemi sunmayı amaçladıkları çalışmada çok amaçlı

doğrusal ve kuadratik en iyileme problemlerinin ve tavlama benzetimi meta sezgiselinin çözümünü içeren karma tamsayılı programlama tekniklerine dayanmaktadır.

Lamiri vd. (2007), stokastik planlama problemini deterministik en iyileme problemine benzetmek için monte carlo örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Problem öncelikle stokastik tamsayılı programlama ile modellenmiş daha sonra monte carlo benzetim, en son olarak da sütun oluşturma yaklaşımından faydalanılmıştır. Lamiri vd. (2008), ilk önce stokastik tamsayılı programlama olarak modelledikleri planlama problemini sütun oluşturma yöntemi ile çözmüşlerdir. Problemin bir kısmını sırt çantası problemi olarak modellemek için dinamik programlama kullanmışlardır. Denton vd.(2007), stokastik en iyileme modeli geliştirmişler ve ameliyat sürelerindeki belirsizliğe karşı ameliyat odası çizelgesi için bazı pratik sezgiseller tanımlamışlardır. Hans vd. (2008), ameliyathane planlanmasının stokastik sırtçantası problemi ile ilişkilendirdikleri çalışmada ameliyat yükleme problemi için pek çok sezgisel yaklaşım sunmuşlardır. Senaryo analizi ve monte carlo benzetim ile en iyi çözüm algoritmaları araştırılmıştır.

Van houdenhoven vd. (2007), çalışmalarında ameliyathane kullanımını yönelik matematiksel yöntemler kullanmışlar; ek olarak çeşitli işletme özelliklerini yansıtan senaryolarla etkin bir ameliyat çizelgesi oluşturmak için benzetime başvurmuşlardır. Ballard ve Kuhl (2006), senaryo analizleri kullanılarak ameliyathanenin mevcut verimliliğini, potansiyel maksimum kapasiteyi belirlemeyi ve ameliyathanenin performansını ek cerrahi süreçlerin ve kaynak değişimlerinin nasıl etkilediğini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bowers ve Mould (2005); elektif yatan hasta yatakları ve ameliyathane gereksinimlerini incelemek için ortopedi departmanının birkaç yıllık verilerini beş ayrı senaryoda ve benzetim yaklaşımında kullanmışlardır. Cardoen ve Demeulemeester (2008), çalışmalarında konsültasyon birimi ile ameliyat odasının modellenmesi ve sıranması için senaryo analizleri ile ayrık olay benzetim yaklaşımı kullanarak değerlendirmişlerdir. Marcon ve Dexter (2006), ameliyathanenin dinamik yapısını göstermek ve sıralama kurallarının performansını değerlendirmek için kesikli olay benzetimi kullanmışlardır. Sıralama kurallarını da senaryo analizleri ile test etmişlerdir. Paoletti ve Marty (2007), çalışmalarında monte carlo stokastik benzetim modeli kullanarak farklı çizelgeleme senaryolarında personelle ilgili problemlerin aşılmasını araştırmışlardır. Sciomachen vd. (2005), bir üniversite hastanesi cerrahi

servisine yönelik kesikli olay benzetim modelleri geliştirilmiş ve ameliyathane faaliyetlerinin çizelgelenmesi ile ilgili performans göstergelerinin değerlendirilmesi ve araştırılmasını farklı senaryo analizleri ile değerlendirmişlerdir. VanBerkel ve Blake (2007), genel cerrahi bölümünde Ayırık olay benzetim modeli geliştirmişler, senaryo analizini kullanmışlar; elektif hastaların bekleme sürelerini azaltacak ve dengeleyecek ayrı ve birleştirilmiş çoklu yaklaşımlar sunmuşlardır. Wullink vd (2007) çalışmada ayırık olay benzetim ile oluşturulan modelde 3 temel çıktı ölçüsü; bekleme süresi, fazla mesai ve ameliyat odası kullanım olmuştur. Acil ameliyathane için bekleme süresinde önemli gelişmeler elde edilmiştir.

Basson ve Butler (2006), ameliyathane etkinliğini değerlendirmek için veri zarflama analizi tekniğini kullanmışlardır. Ameliyat odalarına ilişkin çeşitli girdi ve çıktı verileri toplanmış ve karşılaştırma yapılmıştır. Girdi ve çıktı değerlerinin optimal ağırlığının hesaplanmasında doğrusal programlamaya başvurulmuştur. O Neil ve Dexter (2007) da hastane ameliyathanesinin etkinliğinin belirlenmesinde veri zarflama analizini kullanmışlardır.

Ameliyathanelere ilişkin yapılmış çalışmalar incelendiğinde, süreçlerinin karmaşık ve verilerin elde edilmesinin zor olduğu ameliyathane ortamında genelde deterministik verilerin kullanıldığı görülmektedir. Araştırma kapsamında, yapılan çalışmalardan farklı olarak ayrıntılı incelenen çocuk cerrahisi ana bilim dalına ilişkin ameliyat süreçlerinde, mevcut durumu daha iyi yansıtacağı düşüncesiyle stokastik veriler kullanılmaktadır. Ayrıca ameliyathanelerin önceliklendirilmesi veya gerçekleştirilme sırasına yönelik bir sıralama kuralı geliştirilerek sistemin belirli bir disipline sahip olmasına yardımcı olunmaya çalışılmıştır. Bu konuda yapılmış çalışmalar incelendiğinde genelde ameliyat süreleri dikkate alınıp hazırlık süreleri inceleme kapsamı dışında tutulmuştur. Bu çalışmada olasılık dağılımları ile ifade edilen ameliyat sürelerinin yanında süreç üzerinde büyük etkisi olan hazırlık süreleri de sıralama kuralına dahil edilmiştir. Böylece ameliyat sürecinde hem ameliyat süreleri hem de hazırlık süreleri ile daha gerçeğe yakın sonuçlar elde edileceği düşünülmektedir. Bunun yanında hastaların çocuk olması nedeniyle dikkat ve hassasiyet gereksiniminin arttığı çocuk cerrahisi ameliyat sürecinin incelenmesi ve geliştirilen sıralama kuralı algoritması ile bu çalışmanın literatüre önemli katkı sağlayacağı, çalışan ve hasta

açısından gerek olumsuz psikolojik etkilerin azaltılması gerekse süreç işleyişi açısından ameliyathane ve hastane için önemli bir çalışma olacağı düşünülmektedir.

Tablo 2.3: Ameliyathane Çizelgelemesine İlişkin Yapılmış Çalışmalar

Hasta Özellikleri	Elektif	Vissers vd.(2005), Roland vd.(2006), Testi vd.(2007), Testi ve Tanfani (2010), Fei vd.(2006), Fei vd (2008), Fei vd.(2010), Belien vd.(2009), Persson ve Persson(2009), Perdomo vd.(2006), Santibanez vd.(2007), Van Oostrum vd.(2008), Hans vd.(2008), Sciomachen vd.(2005), Paoletti ve Marty (2007), Denton vd.(2006),Belien vd.(2006), Cardoen vd.(2009)
	Elektif Olmayan	Panchenko (2006), Bhattacharyya vd.(2006), Wullink vd(2007)
	Elektif+Elektif Olmayan	Houdenhoven vd.(2007), Lamiri vd.(2007), Lamiri vd.(2008), Zonderland vd (2010)
Karar Alanı	Tıp Dalı	Bhattacharyya vd.(2006), VanBerkel ve Blake(2007), Belien vd.(2007), Gupta(2007), Zhang vd.(2009), Testi vd.(2007), Santibanez vd.(2007), Persson ve Persson(2010), Bowers ve Mould(2005)
	Cerrah	Belien vd.(2006), Belien ve Demeulemeester(2008), Kharraja vd.(2006),
	Hasta	Cardoen ve Demeulemeester (2008), Fei vd.(2006), Fei vd.(2008), Hans vd.(2007), Wullink vd.(2007), Lamiri vd. (2008), Persson ve Persson (2007), Persson ve Persson(2009), Vissers vd.(2005),Van Oostrum vd.(2008), Velasquez ve Melo(2006)
Performans Ölçütleri	Bekleme Süresi	Denton vd.(2007), Gupta(2007), Van der Lans vd.(2006), Wullink vd. (2007),VanBerkel ve Blake (2007), Persson ve Persson(2010), Jebali vd. (2006), Denton vd.(2006), Zhang vd.(2009), Cardoen ve Demeulemeester (2008)
	Kaynak Kullanımı	Cardoen ve Demeulemeester (2008), Denton vd.(2007), Dexter vd.(2007), Hans vd.(2008), Jebali vd.(2006), Lamiri vd.(2008), Marcon ve Dexter(2006), Houdenhoven vd.(2007), Wullink vd.(2007), Cardoen ve Demeulemeester (2008), Vissers vd.(2005), Cardoen vd.(2009)
	Kaynak Seviyel.	Belien vd. (2006), Belien vd.(2007),Hans vd.(2007), Cardoen vd.(2009),Marcon ve Dexter(2006), Marcon ve Dexter(2007)
	Servis Süresi	Fei vd.(2006), Perdomo vd.(2006), Pham ve Klinkert(2008)
	Tedavi Edil. Hasta Sayısı	Van Berkel ve Blake(2007), Cardoen ve Demeulemeester (2008), Sciomachen vd. (2005), Baumgart vd.(2007), Santibanez vd.(2007), Testi vd.(2007), Fairbanks (2007)
	Amel. Ert.-İpt	Persson ve Persson(2009), Persson ve Persson(2010),Testi vd.(2007), Zonderland vd.(2010), Basson ve Butler(2006)
	Tercih.-Öncel.	Cardoen vd.(2009), Cardoen vd.(2009), Testi vd.(2007), Velasques ve Mela(2006)
Belirsizlik	Deterministik	Belien vd.(2006), Roland vd.(2006), Pham ve Klinkert(2008), LaGanga ve Lawrence(2007)
	Stokastik	Lamiri vd.(2008), Lamiri vd.(2008), Cardoen ve Demeulemeester(2008), Persson ve Persson(2010), Van der Lans vd.(2006), Wullink vd.(2007), Zhang vd.(2009), Hans vd.(2007), Sciomachen vd.(2005), Paoletti ve Marty (2007), Van Oostrum vd.(2008), Marcon ve Dexter(2006)
Araştırma Metodolojisi	Matematiksel Prog.	Fei vd.(2006), Demeulemeester(2008), Mulholland vd(2005), Persson ve Persson(2007), Persson ve Persson(2009), Pham ve Klinkert(2008), Santibanez vd.(2007), Roland vd.(2006), Testi vd.(2007), Zhang vd. (2009), Vissers vd (2005), Fei vd.(2006), Hans vd.(2007), Van Oostrum vd(2008),Cardoen vd.(2009), Cardoen vd (2009), Belien vd.(2007), Belien vd(2009), Lamiri vd(2007), Lamiri vd (2008),Denton vd.(2007), Hans vd.(2008)
	Benzetim	Van houdenhoven vd.(2007),Ballard ve Kuhl(2006), Bowers ve Mould (2005), Cardoen ve Demeulemeester(2008), Marcon ve Dexter(2006), Paoletti ve Marty (2007), Sciomachen vd.(2005), VanBerkel ve Blake (2007), Wullink vd(2007), Persson ve Persson(2009), Testi vd.(2007), Zhang vd.(2009), Lamiri vd.(2007)
	Sezgisel	Fei vd.(2006), Chaabane vd.(2008), Roland vd.(2006), Cardoen vd (2009), Belien vd.(2007), Belien vd (2009), Denton vd.(2007), Hans vd.(2008)
	Veri zarfl. Anal.	Basson ve Butler(2006), O Neil ve Dexter(2007)

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

**TIP FAKÜLTESİ HASTANESİ ÇOCUK CERRAHİSİ AMELİYAT ODASI
KULLANIM ETKİNLİĞİ - BENZETİM ÇALIŞMASI**

3.1. ARAŞTIRMA HAKKINDA

Bu bölümde, araştırma süreci ayrıntılı olarak ele alınmaktadır. Öncelikle araştırmanın yapıldığı Eskişehir Osmangazi Tıp Fakültesi Hastanesi ve ameliyathanesine yönelik kısa bilgi verildikten sonra araştırmanın problemi tanımlanmaktadır. Araştırmanın amacı, önemi, konusu ve kapsamına değinilmektedir. Araştırma kapsamında geliştirilen kavramsal model anlatıldıktan sonra araştırmada kullanılan veriler, yöntem ve araştırma planı hakkında kısa bilgiler verilmekte; araştırmanın nicel ve nitel süreçleri anlatılmaktadır.

3.1.1. Araştırma Problemi

Eskişehir Osmangazi Tıp Fakültesi Hastanesi, temeli 1976 yılında atılan, Eskişehir ve çevre illere gerekli hizmetleri sunan 1000 yataklı bir hastanedir. Diğer hastanelerde olduğu gibi Osmangazi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde de en önemli birimlerden biri ameliyathanedir. Hastane içerisinde cerrahi müdahalelerin yapıldığı steril ortam olan ameliyathanede temel amaç, acil ve aciliyeti olmayan hastaların yaralanma ve hastalıklarının teşhis ve tedavilerini yapmak, ameliyat sırasında yaşamsal unsurların güvenli bir şekilde sürdürülmesi ve hastaların en güvenli ve konforlu bir şekilde bu süreci tamamlayabilmelerini sağlamaktır.

Ameliyathanede yapılan gözlemler ve görüşmeler sonucunda Tıp Fakültesi Hastanesi ameliyathanesinde karşılaşılan en temel problemler aşağıda belirtilmiştir:

- Ameliyathanede problem teşkil eden konuların başında, hastanenin kayıt, tıbbi tedavi ve bakım almadan önceki süreçlerinde de karşılaşılan, uzun bekleme süreleridir. Hasta gün içerisinde ne zaman ameliyata gireceğini bilmeden önceki ameliyat durumuna göre ameliyathanede uzun süre bekleme durumuyla karşılaşabilmektedir. Uzun bekleyiş süresi, servis kalitesini etkilemekte; düşük hasta memnuniyetine sebep olmaktadır. Bekleme süreci, hastane fonksiyonlarının düzgün ilerleyişini negatif etkileyen bir darboğaz veya bir kısıt olarak düşünülebilir. Bu doğrultuda ameliyathanedeki gereksiz bekleme süresi, hastaların yetersiz bilgilendirilmesi ve belirsizliği azaltmak hem hasta için hem de hastane servis kalitesi için oldukça önemlidir.

- Ameliyathanelerde ameliyat odalarında sık karşılaşılan önemli durumlardan biri de gerçekleştirilen ameliyatların, mesai (çalışma) saatlerinden (08:00-16:00) erken veya geç tamamlanmasıdır. Erken biten ameliyatlar, ameliyathanede ameliyat odaları ve diğer mevcut kaynakların kullanımını düşürerek atıl durumda kalmalarına neden olmaktadır. Diğer taraftan geç tamamlanan ameliyatlar ise fazla mesai maliyetlerine yol açmaktadır. Bu durum hasta-hasta yakınlarının memnuniyetsizliğine neden olurken, çalışan üzerinde performans ve memnuniyet konusunda olumsuzluklarla sonuçlanmaktadır.
- Günlük gerçekleştirilecek ameliyatların çizelgelenmiş listesinde, hasta sırası kesin değildir. Listede, gün içerisinde ameliyatı gerçekleştirilecek hastalar yer alır; cerrah gerçekleştirdiği ameliyattan sonraki hastayı, ameliyatın durumuna ve ilerleyişine göre bulunduğu ameliyat sırasında belirler. Listedeki hastaların sırasının değişebilmesi veya kesin bir sıranın olmaması, belirsizliği de beraberinde getirir. Ameliyathaneye getirilmiş bir hasta uzunca bir süre bekleme odasında bekletilebilmektedir. Ayrıca hastaya sadece ameliyat gününün bildirilmesi, belirli bir saat verilmemesi yani yetersiz bilgilendirme olumsuz bir durum olarak düşünülmektedir. Sonuç olarak ameliyatların hangi sırada gerçekleştirilecekleri, ne zaman başlayıp ne zaman biteceği, ameliyatlar arasında öncelik ilişkilerinin nasıl belirleneceği konusunda problemler ve belirsizliklerle karşılaşmaktadır. Bu durum hasta üzerinde olumsuz etkilere neden olacak; psikolojik olarak kendini hazırladığı bir operasyonun, çizelgelemeden doğan aksaklıklar nedeniyle aksaması veya iptal edilmesi hastalara rahatsızlık verecektir. Bu tür bir durum hem hastane hem de cerrah için olumsuz yargıların oluşmasına neden olabilmektedir.
- Ameliyatın, ekip çalışması gerektiren, dikkat isteyen ve hassas bir iş olması nedeniyle personelin uzun saatler boyunca ve aşırı iş yükü ile fazla mesaide çalışması da önemli ve ciddi problemler doğmasına sebep olabilmektedir. Dolayısıyla ameliyat odalarında çalışma saatlerinin, ameliyatların erken veya geç tamamlanma durumlarının ayrı ayrı birer problem olduğu görülmektedir. Gerekli olan malzeme-makine kullanımı ile çalışan kaynağına ilişkin karşılaşılabilecek darboğaz gibi önemli problemler de göz önüne alındığında iyi

bir ameliyathane çizelgelemesinin gerekli ve önemli olduğu; dikkatli ve iyi yapılması gerekliliği görülmektedir.

Bahsedilen problemler çerçevesinde araştırmanın problem cümlesi; “Çocuk cerrahisinde bir kaynak olarak ameliyat odasının etkin kullanımının sağlama konusunda erken ve geç tamamlanma zamanlarının en küçüklenmesi için, gerçekleştirilecek ameliyatlara en iyi sıralaması nedir?” şeklinde oluşturulmuştur. Çalışmada, iyi performans gösteren ameliyat sıralamasının nasıl oluşturulacağı sorusuna cevap aranmaktadır.

3.1.2. Araştırmanın Amacı

Bu tez çalışması Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Ameliyathanesinde çocuk cerrahisi ameliyat odasını incelemektedir. Ameliyat odasında gerçekleştirilen ameliyatlara 15 ameliyat türü altında toplandığı ve ameliyatlara arasında sıraya bağımlı hazırlık sürelerinin olduğu bir süreç incelenmektedir. Amaç, ameliyatlara erken ve geç tamamlanma zamanını en küçükleme yoluyla en önemli kaynaklardan biri olan ameliyat odası kullanım oranını en büyükmektir. Yöneticilerin ameliyathane çizelgelemesinde dikkat ettikleri hedeflerden biri, ameliyathane kullanımını %70 - %100 kullanım seviyesine yükseltmektir. Bu amaca ulaşmak için bir benzetim modeli kurarak tek odada gerçekleştirilen ameliyatlara, en uygun sıralama kuralı geliştirmek ve bunun performans üzerine etkilerini araştırmak istenmektedir.

Özet olarak ameliyathane yönetimine çizelgeleme yönlü bir karar destek aracı sağlayarak;

- ameliyathanenin yapısını ve performans göstergelerini anlama, analiz etme ve değerlendirmek,
- ameliyatlara çizelgenmesi için uygun sıralama kuralı geliştirmek,
- erken ve geç tamamlanma zamanını azaltmak,
- ameliyat odasının etkin kullanımını sağlamak,
- sıralama kuralının performans üzerindeki etkilerini incelemek hedeflenmektedir.

3.1.3. Araştırmanın Önemi

Sağlık sektöründe hizmet gösteren hastanelerde ameliyathaneler, diğer hizmet alanlarına göre değişkenliğin ve belirsizliğin çok fazla yaşandığı; insan hayatıyla ilgilendiği için hiçbir hata ve zaman kaybının kabul edilmesinin mümkün olmadığı en önemli hastane birimleridir. Bununla birlikte hastane bütçesinin büyük bir kısmını ameliyathane kaynaklarının oluşturması ve en yüksek personel maliyetinin de ameliyathaneye ait olması, süreç ve kaynaklarının etkin planlanmasını zorunlu hale getirmektedir. Karmaşık ve zor süreçler içeren ameliyathanelerin hastanenin en yüksek kazanç ve maliyetine sahip birimleri olması nedeniyle ameliyathanelerde ameliyat odasının etkin kullanımının sağlanması, karşılaşılan problemler ve bu problemlere ilişkin geliştirilebilecek çözümlerin, önlemlerin ve yeniliklerin hastane, ameliyathane ve hastalar ile çalışanlar için büyük önem taşıyacağı bir gerçektir.

3.1.4. Araştırmanın Konusu

Bu araştırmada, işlerin belirli bir sırada gerçekleştirilmesi ihtiyacına yönelik görevlerin planlanması olarak tanımlanabilen çizelgelemenin, çocuk cerrahisi ameliyat odasında gerçekleştirilen ameliyatlardaki kullanımı konu edinilmiştir. Mevcut kaynak kullanımını en iyilemek için bir araç olan çizelgelemenin yardımıyla ameliyatların erken ve geç tamamlanma zamanlarının en küçüklenmesiyle ameliyat odasının daha etkin kullanılması araştırılmaktadır.

Çocuk cerrahisine ait tek bir ameliyat odasında gerçekleştirilen ameliyatlarda sıraya bağımlı hazırlık sürelerini içeren, eşit ağırlıklandırılmış, erkenlik-geçlik zamanlarının en küçüklenmesinden oluşan amaç fonksiyonlu problem NP zor problemlerdendir.

Ameliyat odasını da bir makine olarak düşünebileceğimiz tek makine çizelgeleme problemleri, bir grup işin tek makinede işlem gördüğü ve işlerin hangi sırada yapılacağına belirlenmeye çalışıldığı bir sıralama problemidir. Çalışmamızda incelenen Çocuk Cerrahisi bölümünde hastaların ameliyatları tek bir ameliyat odasında yapılmakta; dolayısıyla ameliyat odasının çizelgelenmesinin “Tek makine çizelgeleme” problemi olarak ele alınmasının uygun olduğu düşünülmektedir. Tek makine çizelgeleme problemlerinde amaç fonksiyonunda yer alan bir takım performans ölçütleri

en iyilenmeye çalışılır. Bu çalışmada performans ölçütleri, ameliyatların erkenlik ve geçlik ölçütleri, gerçekleştirilen ameliyat sayısı ve ameliyat odası kullanım oranıdır.

Erkenlik ve geçlik cezalarını içeren makine çizelgeleme problemleri, endüstrideki Tam Zamanında Üretim (JIT- Just In Time) sistemine dayanmaktadır. JIT üretim sistemlerinde işlerin termine en yakın zamanda bitirilmesi amaçlanmaktadır. JIT felsefesini benimseyen yöneticilerin ameliyathane çizelgelemesinde amaçları ameliyathane kullanım oranında %70-%100 seviyesine ulaşmaktır. Bu hedefe ulaşmayı olumsuz etkileyen pek çok etken söz konusudur: atıl süre - fazla mesai, ameliyat süreleri ve hazırlık sürelerindeki belirsizlik, ameliyatlara geç başlama, acil ameliyatlar vb. Fazla mesai ve atıl süreler her ikisi de planlı son ameliyatın bittiği zamana bağlıdır. Bu son ameliyatın bitiş anı da, gerçekleşmiş ameliyatların süresi ve hazırlık (çevrim) sürelerine bağlıdır. Her ameliyat cerrah veya ameliyathane planlayıcı tarafından belirtilen veya tahmin edilen bir süreye sahip olmasına rağmen gerçekte bu süre stokastik ve tahmin edilen süreden farklı olabilmektedir.

Ameliyatların öncesi ve sonrasında ameliyat odasında gerçekleştirilen oda hazırlığı, temizliği vb. işlerin yapıldığı bir hazırlık süreci bulunmaktadır. Böyle bir hazırlık süreci endüstriyel uygulamalardaki ürün partisi üretimini veya bir ürün çevrimini gerçekleştirmek için makine, proses veya tezgahlar üzerinde yapılan işlemler ve hazırlıklara benzetilebilir. Hazırlık işlemleri, literatürde yer alan problemlerde iki grupta ele alınmıştır. İlk grupta, makinelerin işlere her zaman hazır olduğu ve belli bir hazırlık süresine ihtiyaç duymadığı varsayılır yada hazırlık süresi işlem süresinin içerisinde yer alır. Bu tür durumlarda makine hazırlık süresinin sadece işlem görecekt işe bağlı olduğu varsayılarak sıra-bağımsız hazırlık süresi olarak ifade edilir. İkinci grupta ise hazırlık süresi, hem o anda işlem görecekt işe hem de bir önceki işe bağlı olduğu varsayılarak, sıra-bağımlı hazırlık süresi olarak ifade edilir (Allahverdi vd.,1999). Ameliyat odalarının hazırlığı, tamamlanmış ameliyattan sonra odanın temizliği, sonraki ameliyat için odanın hazırlığı için harcanan süreleri kapsamaktadır. Dolayısıyla önceki ve sonraki ameliyata bağlı olması nedeniyle hazırlık süresinin, sıra-bağımlı hazırlık süresi olarak tanımlanmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Ameliyat odasının etkin kullanımının sağlanması amacı doğrultusunda, tek bir ameliyat odasında gerçekleştirilen ameliyatların erken ve geç tamamlanma zamanını en

küçükleyecek şekilde uygun ameliyat sıralamasının belirlenmesi problemin çatısını oluşturmaktadır.

3.1.5. Araştırmanın Kapsamı, Sınırlılıkları ve Varsayımları

Hastanelerde, hastalara sağlık hizmeti sağlanmasının yönetilmesi konusu giderek artan bir öneme sahip olmaktadır. Hastaneler bir taraftan maliyetleri azaltıp finansal getirileri sağlamaya çalışırken diğer taraftan hasta memnuniyet seviyesini en büyükmek isterler. Bu durumu yaşayan birimlerden biri de ameliyathanelerdir.

Araştırmada ameliyat odası benzetim yöntemi yardımıyla modellenmeye çalışılmıştır. Benzetim çalışmasının ameliyathanenin geneline uygulanması çalışmayı daha karmaşıklaştıracağı ve güvenilir veri elde etmeyi zorlaştıracacağı için çalışmanın kapsamı daraltılmış ve benzetim uygulamasının ameliyathanedeki çocuk cerrahisi ameliyat odasında gerçekleştirilmesinin uygun olacağı düşünülmüştür. Uygulama için çocuk cerrahisi bölümünün seçilmesinin nedeni, bu ana bilim dalında aynı hasta üzerinde birden fazla operasyonun gerçekleştirilmekte; bundan dolayı sürelerin tanımlanmasının daha zor ve karmaşık olmasıdır. Ayrıca hastaların çocuk olması, dikkat ve hassasiyet gerektirmekte, erken ve geç tamamlanma durumlarının önemini artırmaktadır.

Araştırmada çocuk cerrahisinde gerçekleştirilen, genel anestezi verilen elektif hastalar ile çalışma sınırlı tutulmuştur. Elektif olmayan (acil) hastalar için boş odaların tahsis edileceği varsayımıyla acil hastalar araştırma kapsamı dışında tutulmuştur. Nedeni, acil hasta geliş zamanlarındaki belirsizlik ve bu ameliyatlarda hazırlık sürelerine ilişkin verilerin güvenilir olarak belirlenmesine yönelik güçlüklerle karşılaşılması; bu doğrultuda analiz sonuçlarını ve kararlarını olumsuz etkileyeceği düşünülmüştür. Bunun yanında saat 16:00'dan sonra yapılan ve haftasonu yapılan ameliyatlara için sadece ameliyat süreleri dikkate alınmış; hazırlık süreleri dikkate alınmamıştır.

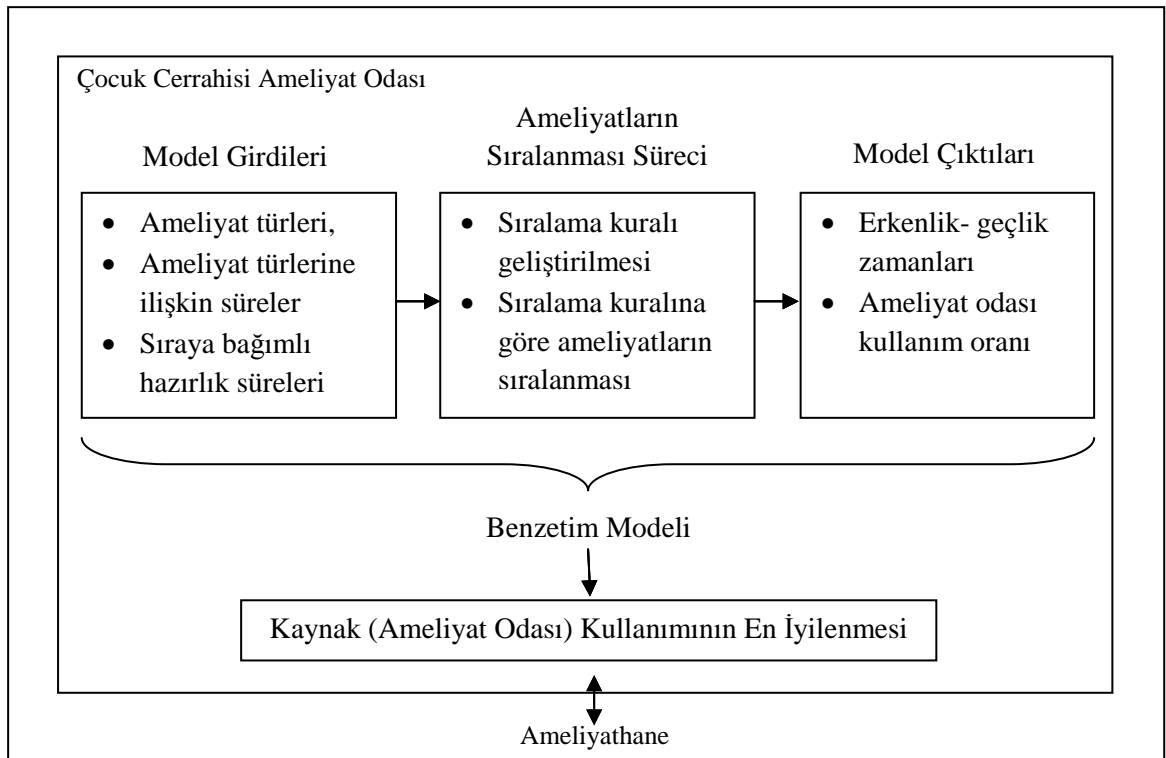
Çok servisli, sonlu malzeme ve insan kaynağı kapasitesine sahip bir üretim sistemi olarak düşünülebilen ameliyathanede bir ameliyat odasının çizelgelenmesi tek makine çizelgeleme problemine dönüştürüldüğünde;

- Ameliyat odası-makine, yapılacak ameliyatlara-işler olarak düşünülür
- Ameliyatlara sadece tek odada gerçekleştirilir
- Ameliyatlara başlamadan önce ekipman, personel ve oda hazırlığına ihtiyaç duyulur. Bu hazırlık süresi, yapılacak ameliyata ve önceki ameliyata yani ameliyat sırasına bağlıdır.
- Ameliyat odasında gerçekleştirilecek n tane ameliyat birbirinden bağımsız olarak düşünülür
- Gerçekleştirilecek ameliyatlara bir gün önceden kesinleşir
- Mümkün olduğunca tüm ameliyatlara gerçekleştirilmesini sağlamak; erken ve geç tamamlanma durumlarını en küçükleme amaçlanmaktadır.

3.1.6. Araştırmanın Kavramsal Modeli

Araştırma kapsamının daha anlaşılır olması amacıyla sistemin girdi, süreç ve çıktılarının genel anlamda belirtildiği bir kavramsal model geliştirilmiştir (Şekil 3.1).

Şekil 3.1: Araştırmanın Kavramsal Modeli



Araştırma kapsamında geliştirilen ameliyat odası benzetim modeli, teorik olarak hastanın ameliyat odasına alınması ile ameliyat odasından çıkışı arasındaki süreci ve hazırlık (çevrim) sürelerini kapsamaktadır. Bu süreçte hastanın ve odanın ameliyat için hazırlığı, ameliyatın gerçekleştirilmesi, hastanın odadan ayrılması ile bir sonraki hasta için odanın temizliği ve hazırlığı işlemleri gerçekleştirilir. Bu doğrultuda modelin girdileri olarak, 15 grupta toplanan ameliyat türleri, bu ameliyat türlerine ilişkin ameliyat süreleri ve ameliyatlarda gerçekleştirilen, önceki ve sonraki ameliyata bağlı olarak değişen sıraya bağlı hazırlık süreleri verileri kullanılır. Ameliyat odasında ameliyatların gerçekleştirilme sırası, geliştirilen sıralama kuralı algoritmasına göre olur. Modelde, geliştirilen sıralama kuralına göre gerçekleştirilen ameliyatların gün sonunda tamamlanma zamanı ile mesai bitiş zamanının karşılaştırılması sonucu ameliyat odasına ilişkin erkenlik ve geçlik zamanlarına ilişkin sonuçlar elde edilir.

Bu performans göstergelerinin incelenmesiyle, ameliyat süreleri ile sıraya bağlı hazırlık sürelerini içeren modelde geliştirilen sıralama kuralının performans göstergelerine etkisi değerlendirilebilmekte; en önemli kaynaklardan ameliyat odasının kullanım oranı ile ilgili sonuçlar ortaya çıkarılabilmektedir.

3.1.7. Araştırmanın Verileri

Çalışmada çocuk cerrahisi ameliyat odası tek makine çizelgeleme problemi olarak ele alınmıştır. Mesai saatleri (8:00-16:00) içerisinde gerçekleştirilen elektif ameliyatlarda hastanın ameliyat odasına girişi, ameliyat odasından çıkışı ve sonraki hasta için odanın hazırlanması süreçleri dikkate alınmıştır. Ameliyat türlerine ait ameliyat süreleri ve sıraya bağlı hazırlık süreleri olasılık dağılımları ile ifade edilmiştir. Model, 31.08.2010 – 09.06.2011 tarihleri arasında (hafta sonu ve resmi tatiller çalışma kapsamı dışında bırakılmış) yaklaşık 40 haftalık veriler doğrultusunda oluşturulmuştur. 15 farklı ameliyat türü ele alınmış, yetersiz ve hatalı kayıtların olduğu ameliyatlardan elendikten sonra 440 ameliyata ait veriler analize dahil edilmiştir.

3.1.8. Araştırmanın Yöntemi

Araştırmada öncelikle Eskişehir Osmangazi Tıp Fakültesi Hastanesi ameliyathanesinin yapısı ve süreci genel olarak incelenmiştir. Daha sonra benzetim uygulamasının gerçekleştirileceği çocuk cerrahisi ameliyat odası ayrıntılı olarak incelenip analiz edilmiştir. Sistemin yapısını oluşturan elemanların özellikleri ve sistemin işleyişi hakkında ayrıntılı bilgi toplanmıştır. Ameliyathanede sistem süreci yerinde izlenerek gözlem yapılmıştır. Sistemin özellikleri, yapısı ve süreci ile ilgili bilgiler başhekim yardımcısı, cerrahlar, anestezi ve cerrah asistanları, hemşireler ve oda personeli ile görüşülerek; model için gerekli sayısal veriler ise ameliyathane bilgi işlem merkezi ve ameliyathane kayıtlarından elde edilmiştir. Sürecin incelenmesi, gerekli verilerin toplanması ve verilerin düzenlenmesinin ardından benzetim modeli kurulmuştur. Ameliyat odasında ameliyathane süreçlerinin gerçekleştirilme sırası için; bu konuda literatürde yapılmış çalışmalar incelenerek ve cerrahlarla görüşülerek yeni bir sıralama algoritması geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritma modele uygulanmıştır. Modelin kurulması, çalıştırılması ve sonuçlarının elde edilmesinde Promodel 7.0 Benzetim Paket Programı kullanılmıştır. Bu programdan elde edilen çıktılar yardımıyla sonuçlar değerlendirilmiştir.

3.1.9. Araştırmanın Planı

Çalışmanın üç bölüme ayrılması planlanmıştır. Birinci bölümde, çizelgeleme ve çizelgeleme problemlerinde kullanılan çözüm yaklaşımları anlatılmış; çizelgelemenin performans ölçütleri ile işletmeler açısından önemine değinilmiştir. Araştırmada konu edinilen çizelgeleme türlerinden sıraya bağımlı hazırlık süreli tek makine çizelgeleme problemleri anlatılmıştır. İkinci bölümde, hastanelerde ameliyathane yönetimi ve çizelgeleme ayrıntılı olarak ele alınmış; literatür incelenmiştir. Üçüncü bölümde çocuk cerrahisi ameliyat odasında gerçekleştirilecek ameliyathane süreçlerinin sıralanması probleminin tanımı, amacı ve benzetim modeli anlatılmıştır. Araştırmanın nitel ve nicel süreci adımları incelenmiştir. Geliştirilen benzetim modeli ve mevcut sistem karşılaştırılmıştır. Sıralama algoritması için benzetim modeli çalıştırılarak sonuçlar incelenmiş; sonraki çalışmalar için öneriler ve sonuçlar vurgulanmıştır.

3.2. NİTEL ARAŞTIRMA SÜRECİ

Benzetim modeline ilişkin nitel araştırma süreci iyi bir model geliştirmek için gerekli olan, modelin alt yapısını oluşturmaya yönelik olarak sistemin incelenip anlaşılması ve veri toplama süreçlerini içermektedir. Yapılmış çalışmaların incelenmesi ve literatür taraması ile gözlem, yüzyüze görüşmeler ve bilgi sistemleri ile kayıtlardan veri elde etme yöntemleri kullanılmıştır.

3.2.1. Mevcut Sistemin İncelenmesi

Eskişehir Osmangazi Tıp Fakültesi Hastanesi'nin en önemli birimlerinden olan ameliyathanede, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı ve Patoloji Anabilim dalları ile birlikte Çocuk Cerrahisi, Genel Cerrahi, Göğüs Cerrahisi, Göz, Kadın Hastalıkları, Kalp ve Damar Cerrahisi, Kulak-Burun-Boğaz, Nöroşirurji, Ortopedi ve Travmatoloji, Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahisi, Üroloji Anabilim Dallarının ameliyatları gerçekleştirilmektedir. Ameliyathanede; 20 ameliyat odası, 3 hasta bekleme odası (kadın-erkek-çocuk), ayılma odası, sterilizasyon odası, laboratuvar (patoloji odası), eczane, soyunma-hazırlanma (doktor-asistan-hemşire) odaları ve 2 kantin bulunmaktadır.

Ameliyathanede odalar, cerrahi servislere tahsis edilmiştir. Farklı dalların veya cerrahi bölümlerin ameliyatlarının yapıldığı ameliyat odaları ve hangi cerrahi servisler tarafından kullanıldığı Tablo 3.1'de verilmektedir. Cerrahi servislere ait odalar, bazı günler başka bir servis tarafından blok olarak kullanılabilir. Örneğin Cuma günleri Ortopedinin ikinci odası Çocuk Cerrahisi bölümü tarafından kullanılabilir. Cerrahi servisin ameliyat odasında çalışacağı ekip de bellidir; her ameliyat odasının hemşiresi ve oda personeli sabittir. Görevli anestezi uzmanı, anestezi asistanı ve hemşiresinin kim olacağı anestezi bölümü tarafından yıllık olarak belirlenmektedir. Örneğin çocuk cerrahisi odasında görevli olan hemşire, oda personeli, anestezi ekibi bilinmektedir.

Tablo 3.1: Ameliyathane Bulunan Cerrahi Servisler ve Ameliyat odaları

Cerrahi Servis	Oda sayısı	Oda no	Oda no	Oda no
Ortopedi	2	1	12	
Beyin Cerrahi	2	2	13	
Genel Cerrahi	3	3	10	11
Kadın-Doğum	2	4	15 (Hiç Kullanılmıyor; sistemde problem yok. Eski ameliyat masası ve cihazlar bulunmakta) (eski kadın doğum odası)	
Plastik Cerrahi	1	5		
Göğüs	1	6		
Kulak-Burun-Boğaz	1	7		
Üroloji	1	8		
Lokal Anestezi	2	9 (Eski Plastik Odası. Kbb,Genel Cerrahi ve Lokal Odası Olarak Kullanılmaktadır)	20 (Sıkça kullanılmamaktadır)	
Çocuk Cerrahisi	1	14		
Algoloji	1	16 (Pztesi ve Çrş. olmak üzere haftada 2 gün çalışmaktadır)		
Göz	2	17	18	
Kalp Damar Cerrahisi	1	19		

Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesinde cerrahi tıp bilim dallarından biri olan Çocuk Cerrahisi Anabilim Dalı 3 yılı aşan bir hazırlık döneminden sonra 1996 yılında kurulmuştur. Bu Anabilim Dalında 18 yaşına kadar olan hastalarda toraks, gastrointestinal sistem ve genitouriner sisteme yönelik doğumsal ve edinsel cerrahi hastalıkların tedavileri yapılmaktadır. Hastane ameliyathanesinde, Çocuk Cerrahisi Bölümü tarafından yılda yaklaşık 750 ameliyat gerçekleştirilmektedir. Bölümde 2 profesör doktor, 1 öğretim görevlisi ve 3 araştırma görevlisi bulunmaktadır.

Çocuk Cerrahisine ayrılan ameliyat odasında fiziki olarak ameliyat masası, iki lamba, aspiratör, anestezi cihazı, malzeme-ilaç dolapları, malzeme-bohça masaları, kayıt bilgisayar ve masası; ameliyat odasının içindeki malzeme odasında da ameliyatlar için gerekli cihaz ve malzemeler (sistoskop, imec cihazı vb.) bulunmaktadır. Ameliyatların gerçekleştirilmesi sırasında ameliyat odasında; çocuk cerrahı, cerrah

asistanı, oda hemşiresi, anestezi doktoru, anestezi asistanı, anestezi hemşiresi ve oda personeli bulunur.

Hastaneye gelen bir hastanın ameliyat (operasyon) kararı, tıbbi seyre göre cerrah tarafından verilir. Hasta ve yakınları bilgilendirilir; onay alınır. Bilgilendirme sonucunda hasta ameliyat olmak istemeyebilir; bu durumda ameliyat işlemleri gerçekleştirilmez. Ameliyat kararı hastanın durumuna, ameliyat türüne ve süresine göre hangi tarihte yapılacağı belirlenir; ameliyathane bilgi sistemine kaydedilip tarih konusunda istekte bulunulur. Cerrahların bu istekleri sistemde toplanır; her gün sonunda bir sonraki günün bütün ameliyat programı kesinleşmektedir. Ameliyathane sekreteri bir sonraki gün yapılacak ameliyat çizelgesini günün sonunda sistemden alıp dağıtarak ameliyathane personelinin bilgilendirilmesini sağlar.

Eskişehir Osmangazi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde klinik, yoğun bakım ve acil servisten gelen hastaların, ameliyat öncesindeki ve sonrasındaki süreci (Şekil 3.2) izleyen kısımda ayrıntılı olarak anlatılmaktadır:

Ameliyathanede üç dış posta ve bir iç posta elemanı bulunmaktadır. Ameliyat günü sabahı, hangi servis hastalarının hangi posta elemanı tarafından ameliyathaneye getirileceğine, posta elemanları kendi aralarında karar verirler. Sabah ilk hastalar için posta elemanı sekreterden aldığı kimlik bilgileri doğrultusunda hastayı ilgili servisten ameliyathaneye getirir. Hasta bilgilerini yeniden sekretere bildirir; sekreter de hastanın geldiği bilgisini sisteme girer (Bu bilgi girişi, hasta yakınlarının hasta durumu hakkında bilgilendirilmesi için ameliyathane bekleme salonunda bilgilendirme ekranında görülebilmektedir). Hastanın ameliyattan çıkması anında da sekreter bilgilendirilir ve hasta yakınları aynı şekilde sisteme girilen veri ile bilgilendirilmiş olur.

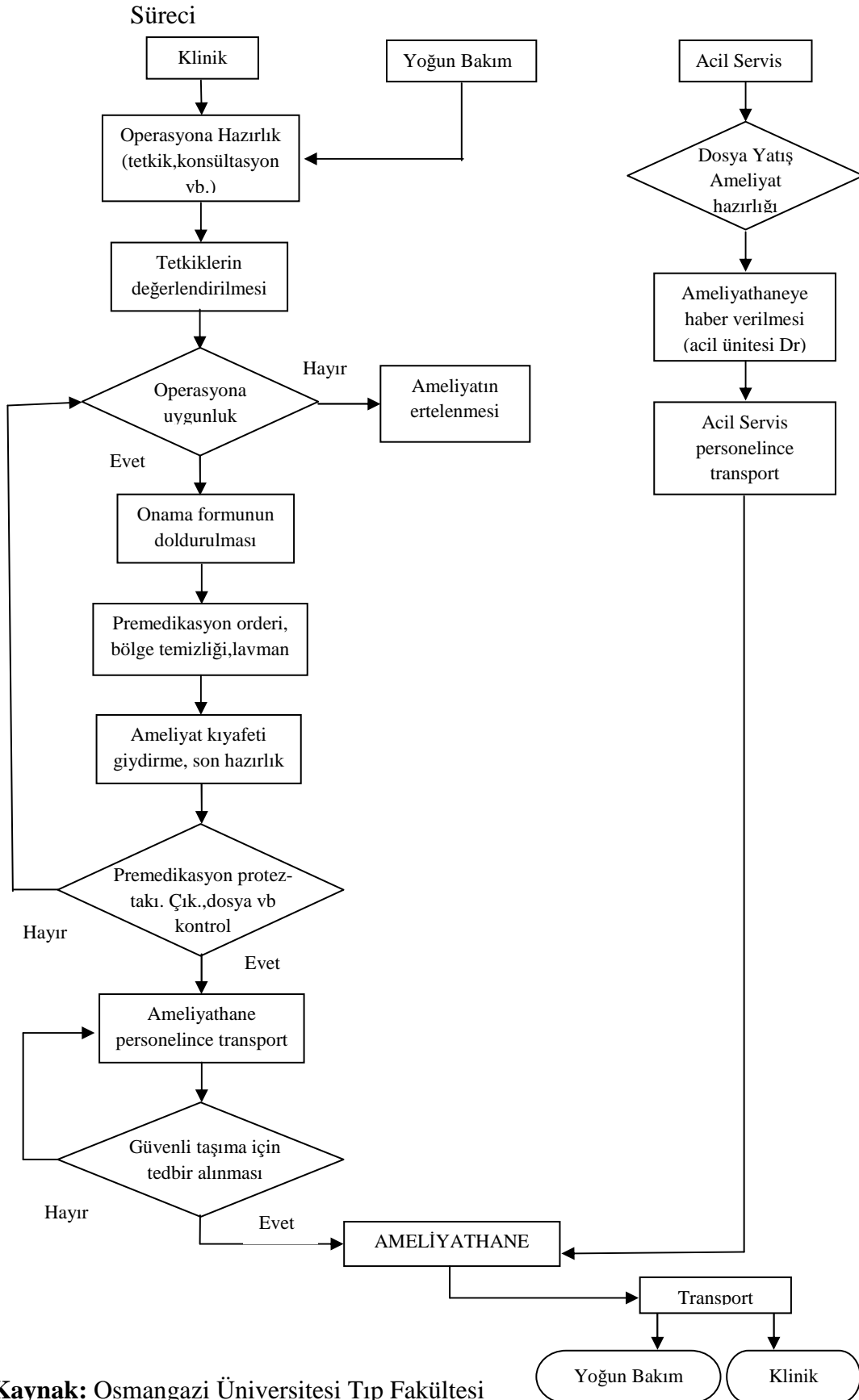
Ameliyathaneye getirilen hastanın bulunduğu sedyenin ameliyathane girişinde iç posta elemanı, cerrah asistanı veya oda personeli tarafından değiştirilerek içeri alınmasıyla ameliyat süreci başlamış olur. Ameliyathaneye alınan hasta, sedyesiyle birlikte ameliyat odasının önüne veya bekleme odasına götürülür (sabah ilk hastalar doğrudan ilgili ameliyat odası önüne getirilirken sonraki hastalar bekleme odasında bekler).

Oda personeli sabah ameliyat odasına gelerek ameliyat masasının hazırlığını yapar; malzeme bohçalarını ve odanın eksiği olup olmadığını kontrol eder. Anestezi hemşiresi de gerekli cihaz, malzeme ve ilaç hazırlığını yapar.

Ameliyat odası kapısına getirilen hasta odaya alınır (çocuk cerrahisinde genelde iç posta elemanı yerine cerrah asistanı hastayı alıp odaya getirir). Ameliyat masasına yerleştirilerek anestezi personeli (anestezi asistanı, anestezi hemşiresi) tarafından hazırlanır. Oda Personeli hastanın operasyon pozisyonu için gerekli olursa ameliyat masasının montajı veya demontajıyla ilgilenir. Oda hemşiresi bohçaların açılması ve malzemelerin masalara yerleştirilmesi, cerrah ve cerrah asistanının hazırlanmasına yardımcı olurken oda personeli de hemşireye katılır. Aynı zamanda ameliyat için gerekli olacak cihazların yerleştirilmesi ve bağlanmasında oda personeli görevlidir.

Damar yolunun açılması ve anestezinin verilmesi ile hasta uyutulduktan sonra operasyon bölgesi cerrah asistanı tarafından batikonla boyanır. Daha sonra steril yeşiller karşılıklı uçlardan tutularak hastanın üzerine örtülür. Operasyon cerrah, cerrah asistanı ve hemşire ile başlar. Anestezi doktoru ve asistanı da hastanın başında bulunurlar. Anestezi hemşiresi ise gerekli evrakları doldurup anestezi doktoruna yardımcı olur.

Şekil 3.2. Klinik, Yoğun Bakım ve Acil Servisten Gelen Hastaların Ameliyathane



Ameliyatın gerçekleştirilmesi sırasında bir sonraki hastanın kim olacağı ameliyat odasındaki vakanın durumuna göre cerrah tarafından belirlenir; asistan veya personel tarafından sekretere bildirilir. Sekreter sonraki hastanın ameliyathanede olup olmadığını kontrol eder; değilse dış posta elemanlarını yönlendirerek hastanın ameliyathaneye getirilmesini sağlar.

Ameliyat tamamlandıktan sonra anestezi doktoru ve anestezi asistanı uyandırma işlemlerine başlar. Oda hemşiresi, spanchların sayımı, malzemelerin toplanması vb. işlemlerden sonra operasyon evraklarını doldurur. Daha sonra topladığı ameliyat malzemelerini sterilizasyon odasına götürür.

Uyandırma işlemi tamamlandıktan sonra hasta, taşıma sedyesine alınarak anestezi asistanı ve cerrah asistanı tarafından ayılma odasına götürülür. Burada hasta durumuna göre anestezi uzmanı onayıyla iç posta ve dış posta elemanları tarafından hasta yoğun bakım odasına veya servise alınır.

Ameliyat kayıtları, hasta dosyasına ve sisteme cerrah veya asistanı tarafından yapılır. Oda personeli de ameliyat odasının yeni hasta için hazırlanmasını; gerekli cihazların (tanısal vakalarda kayıt için bilgisayar, sistoskop, röntgen imeci vb.) malzeme odasından çıkarılması, gerekli olmayan cihazların malzeme odasına alınması, masanın yeni hasta için hazırlanması (örtüsünün örtülmesi vb.) işlemlerini yapar. Oda personeli gerekli hazırlıkları tamamladıktan sonra yeni hastayı almak için bekleme odası veya ameliyathane girişine gider. Hastayı getiren personel, anestezi asistanı ve cerrah asistanı ile birlikte hastanın odaya ve ameliyat masasına alınmasını sağlar. Oda hemşiresi yeni vaka için eczaneden aldığı ilaç ve malzemeler ile odaya gelir, evrak ve malzeme hazırlığına geçer. Anestezi personellerinin hastayı hazırlamalarıyla süreç devam eder.

Ameliyat sırasında varsa tüm numune ve biyopsi örnekleri patoloji kaplarına alınır; hasta ile ilgili bilgilerin yazıldığı patoloji formu ile birlikte ameliyathanedeki specimen dolabında toplanır ve aynı gün patoloji laboratuvarına gönderilir. Operasyon sırasında acil sonuca ihtiyaç duyulan patoloji örnekleri ise ameliyathanedeki patoloji odasına götürülür.

Ameliyat odalarında beş odaya 3 personel şeklinde görevlendirilen, anestezi cihazlarından sorumlu personel, gün boyu ameliyat odalarını dolaşarak anestezi

cihazının temizliği, malzeme temini (enjektör, serum, vazelin, alkol), ameliyat sonrası malzemelerin, maskelerin yıkanması gibi işleri gerçekleştirirler.

3.2.2. Nitel Araştırma Kapsamında Benzetim Modeline İlişkin Veri Toplama Süreci

Yirmidört saat çalışma prensibine göre tasarlanan ameliyathanede normal çalışma saatleri Pazartesi-Cuma günleri, 08:00-16:00 saatleri arasındadır. Çocuk cerrahisine tek ameliyat odası ayrılmış ve bu odada çocuk cerrahisi ameliyatlarının gerçekleştirildiği blok süreler Tablo 3.2’de verilmiştir. Tabloya göre çocuk cerrahisi iki tam gün, üç yarım gün bu odayı kullanmaktadır. Blok süreler çerçevesinde ameliyatların erken bittiği ameliyat odasının atıl olarak kaldığı, bunun yanında planlı ameliyatların tamamlanması için çalışma saatlerinin aşılıarak fazla mesai durumlarıyla sıkça karşılaşıldığı gözlenmiştir.

Tablo 3.2: Ameliyat Odasında (14 numaralı ameliyat odası) Çocuk Cerrahisi Bölümüne Ayrılan Gün ve Blok Süreler

	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
08:00		Çocuk Cerrahisi		Çocuk Cerrahisi	Çocuk Cerrahisi
09:00					
10:00					
11:00					
12:00	Çocuk Cerrahisi		Çocuk Cerrahisi		
13:00					
14:00					
15:00					
16:00					

Çocuk Cerrahisi Anabilim dalı kapsamında, gerçekleştirilen 50’ye yakın ameliyat türü vardır. Bu anabilimdalında diğer anabilimdallarından farklı olarak ameliyatlar birleştirilebilmekte; bir operasyon süresi içerisinde aynı hasta üzerinde birden fazla ameliyat türü gerçekleştirilebilmektedir; örneğin sünnet ile birlikte inguinal

herni onarımı yapılabilmektedir. Böyle bir durum ameliyatları gruplandırılmasında ve sürelerin ayırt edilerek tespit edilmesinde zorluklar çıkarmakta, çalışmayı zorlaştırmaktadır. Uzman görüşünün önemli olduğu düşüncesiyle; çocuk cerrahisi bölümünde en sık yapılan ameliyat türleri ele alınarak cerrah ve cerrah asistanı eşliğinde, birbirlerine yakın ve benzer ameliyatlar aynı grupta toplanmak suretiyle ameliyat türleri 15 grupta ele alınmış; az rastlanan ameliyatlar göz ardı edilmiştir. 15 ameliyat türü ve bu ameliyat türleri ile karşılaşılma olasılığı ve ameliyat odasında bu ameliyat türleri için harcanan sürelere ilişkin bilgiler Tablo 3.3’de verilmektedir.

Tablo 3.3: Ameliyat Türlerine Göre Ameliyat Odasında Geçirilen Süre Dağılımları

Ameliyat türü		İncelenen Ameliyat Sayısı	Karşılaşılma Olasılığı	Ameliyat Odasında Geçirilen Süre (dk)	Toplam süre içerisindeki oram
1	Apendektomi-Bridektomi	13	0,030	1886	0,048
2	Böbrek Cerrahisi	16	0,036	4283	0,109
3	Cerrahi Biyopsiler	17	0,039	1221	0,031
4	Endoskopik Girişimler	57	0,130	2994	0,076
5	Frenilum Linguale Plastisi	8	0,018	371	0,009
6	Genel Anestezi Altında Muayene	18	0,041	661	0,017
7	Hipospadias	40	0,091	4600	0,117
8	Karaciğer Kist Hidatik Eksizyon	5	0,011	1106	0,028
9	Kasık Kanalı Patolojileri	87	0,198	7940	0,202
10	Katater Takılması	27	0,061	1826	0,046
11	Özefagus Atrezisi	9	0,020	1360	0,035
12	Sistoskopi Grubu	65	0,148	4737	0,121
13	Stoma Grubu	23	0,052	3778	0,096
14	Sünnet	49	0,111	1987	0,051
15	Tiroglossal Kitle Eksizyonu	6	0,014	526	0,013
TOPLAM		440	1,000	39276	1,000

Ameliyat odasında en fazla gerçekleştirilen ameliyat türü kasık kanalı patolojileri olup ameliyat odasında geçirilen toplam sürenin %20'si bu ameliyat türüne aittir. En kısa süreli ameliyatlardan biri olan Frenilum Linguale Plastisi ameliyat odasını en az meşgul eden ameliyat türüdür.

Gerçekleştirilen ameliyat türlerine ilişkin ameliyat süreleri ve sıraya bağlı hazırlık süreleri verileri, geliştirilen kavramsal modelin girdilerini oluşturmaktadır. Bu verilerin elde edilmesinden önce bu süre aralıklarının tanımlanması ve buna göre verilerin toplanması gerekmektedir. Ameliyathane çizelgelenmesi ve kullanımı üzerinde etkili olan bu sürelerle yönelik pek çok kaynakta farklı tanımlamalar olmasıyla birlikte, Association of Anesthesia Clinical Directors'un ameliyat ve ameliyathaneye ilişkin oluşturdukları standart tanımlar temel alınmıştır (Tablo 3.4). Çocuk cerrahisi ameliyatlarına ilişkin veriler de bu tanımlar kapsamında toplanmıştır.

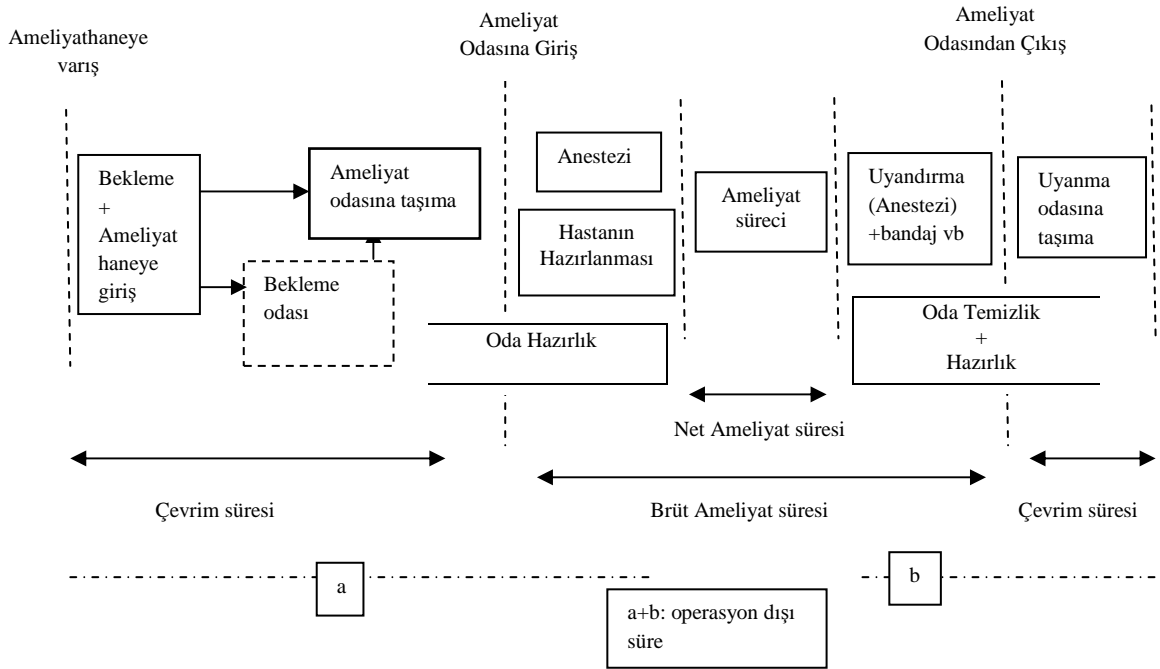
Tablo 3.4: Ameliyathanedeki Temel Süre Tanımları

Süre	Tanımı
Ameliyat Süresi	bir hastanın ameliyat odasına girmesi ile ameliyat odasından çıkması arasındaki süredir.
Hazırlık Süresi (çevrim süresi)	bir hastanın ameliyat odasından çıkması ile yeni bir hastanın ameliyat odasına girmesi arasındaki süre olarak tanımlanır. Temizlik ve hazırlık sürelerini içerir. Fakat ardışık olaylar arasındaki gecikmeleri içermemektedir.
Yetersiz Kullanım Süresi (Under utilized time)	kullanılabilir mevcut ameliyat odası süresi ile kullanılan ameliyat odası süresi arasındaki negatif farktır.
Aşırı Kullanım Süresi- Fazla mesai (Over utilized time)	kullanılabilir mevcut ameliyat odası süresi ile kullanılan ameliyat odası süresi arasındaki pozitif farktır.

Kaynak: Dexter vd., 2003; Dexter vd., 2011; Krupta ve Sathaye, 2008; Mariano vd., 2009; 254.

Araştırmada kullanılacak ameliyat sürecine ilişkin standart süre tanımları ve aralıkları, Knoeff (2010) çalışmasından da faydalanılarak Şekil 3.3’de modellenmiştir.

Şekil 3.3: Ameliyathanedeki Tanımlı Süre Aralıkları



Hastanın ameliyat odasına girişi ve ameliyat odasından çıkışı arasındaki süre olarak tanımlanan brüt ameliyat süresi, ameliyat odasının yani kaynağın meşgul edildiği süre olarak çalışmamızda temel alınmıştır. Net ameliyat süresi ise cerrahın hasta ile meşgul olduğu süredir. Ameliyat odasında ameliyat öncesi ve sonrasında yapılan hazırlıkları içeren çevrim süresi; ameliyat türüne, önceki ve sonraki ameliyat türüne göre değişmekte; dolayısıyla her ameliyat türüne göre hazırlık (çevrim) süreleri de farklılık göstermektedir. Bu süreler ve ameliyat sürelerine ilişkin veriler tutulan kayıtlardan elde edilmiştir.

Çocuk cerrahisinde gerçekleştirilen ameliyat türleri ve ameliyatlara ilişkin süre aralıklarıyla ilgili veriler ve kayıtlar ameliyat bilgi formuna kaydedilmektedir (Şekil 3.4). Ameliyat bilgi formu çocuk cerrahisi ana bilim dalında gerçekleştirilen ameliyatlara ilişkin bilgilerin kaydedilmesi için hazırlanmış bir formdur. Cerrah veya cerrah asistanı bu formu ameliyat öncesi ve sonrasında doldurmakla görevlidir.

Şekil 3.4: Ameliyat Bilgi Formu

Sıra No	Ameliyat Bilgileri	
	Tarih: Adı Soyadı: Protokol No: Ameliyat Öncesi Tanı: Ameliyat Sonrası Tanı: Yapılan Ameliyatın Türü: Yapılan İşlemler: Ameliyat Başlama Saati: Ameliyat Bitiş Saati:	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Hasta Barkodu</div> Ameliyat Ekibi: Operatör: Asistanlar: Ameliyat Hemşiresi: Anestezi Ekibi: Öğretim Üyesi: Asistanlar: Anestezi Hemşiresi:
	Tarih: Adı Soyadı: Protokol No: Ameliyat Öncesi Tanı: Ameliyat Sonrası Tanı: Yapılan Ameliyatın Türü: Yapılan İşlemler: Ameliyat Başlama Saati: Ameliyat Bitiş Saati:	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Hasta Barkodu</div> Ameliyat Ekibi: Operatör: Asistanlar: Ameliyat Hemşiresi: Anestezi Ekibi: Öğretim Üyesi: Asistanlar:

31.08.2010 – 09.06.2011 tarihleri arasında çocuk cerrahisinde tutulan Ameliyat bilgi formları incelenerek ameliyatlara ilişkin veriler elde edilmiştir. Bu tarihler arasında (hafta sonu ve resmi tatiller çalışma kapsamı dışında bırakıldığında 1088 saat mevcut kullanılabilir süre) yapılan 685 ameliyatın verileri elde edilmiştir. Az rastlanan ameliyat verileri ile eksik, yetersiz ve hatalı kayıtların olduğu ameliyat verileri elendikten sonra 440 ameliyatın verileri incelemeye dahil edilmiştir. Araştırmada genel anestezi verilen elektif hastalar dikkate alınmış; gelebilecek acil hastalar için ameliyathanedeki boş odaların tahsis edileceği varsayımıyla acil hastalar araştırma kapsamı dışında tutulmuştur. Saat 16:00'dan sonra yapılan ve haftasonu yapılan ameliyatlar için sadece ameliyat süreleri dikkate alınmış; hazırlık süreleri dikkate alınmamıştır. Aralarında 2

saatten fazla süre olan ameliyatların, birbirleri ardına gerçekleştirilmedikleri için, hazırlık süreleri analizlere katılmamıştır. Bunun yanında çocuk cerrahisi bölümü Cuma günleri çok yoğun olduğu zamanlarda ortopedi bölümünün ameliyat odasını kullanarak iki oda çalışabilmesine rağmen, bu durum sürekli olmadığı için ikinci odada yapılan ameliyatlar çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır.

Ameliyat bilgi formunda (Şekil 3.4), ameliyatın tarihi ve bu tarihteki ameliyat sıra numarası, ameliyat türü ile ameliyatın başlama ve bitiş zamanlarına ilişkin veriler dikkate alınmıştır. Ameliyat türleri ve süreleri incelenirken cerrah farklılığı göz ardı edilmiştir. Ameliyatın başlama zamanı hastanın odaya girdiği zaman; bitiş zamanı da hastanın odayı terk ettiği zamandır. Şekil 3.3'deki tanımlamalar doğrultusunda araştırmada ameliyatın başlama zamanı ve bitiş zamanı arasındaki süre ameliyat süresi; ameliyat sırasına göre önceki ameliyatın bitiş zamanı ile sonraki ameliyatın başlama zamanı arasındaki süre ise sıraya bağlı hazırlık süresi (çevrim süresi) olarak ifade edilmiştir.

Ameliyat bilgi formundan elde edilen verilerin düzenlenmesi ve kullanıma uygun hale getirilmesi için Excel programında süre aralıkları için bir tablo hazırlanmış; tarih ve sıraya göre gerçekleştirilen ameliyat türlerinin süreleri için veriler düzenlenmiştir (Şekil 3.5)

Şekil 3.5: Elde Edilen Verilerin Düzenlenmesi

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	TARİH	Hasta sırası	Ameliyat türü	A.odasına giriş (Başlama)	A.odasından çıkış (Bitiş)	Ameliyat Süresi	Ameliyat Süresi (dk)	Hazırlık (Çevrim) Süresi (dk)
2	31.08.2010	1	Stoma Grubu	10:55	13:43	02:48	168	
3	31.08.2010	2	Karaciğer Kist Hidatik Eksizyon	14:07	17:53	03:46	226	24
4	01.09.2010	1	Genel Anestezi Altında Muayene	08:31	08:58	00:27	27	
5	01.09.2010	2	Apse drenajı	08:59	09:52	00:53	53	32
6	01.09.2010	3	Özefagus Atrezisi	10:24	12:16	01:52	112	32
7	01.09.2010	4	Özefagus Atrezisi	12:36	15:12	02:36	156	20

Şekil 3.5'e göre ameliyatın gerçekleştirilme tarihi, o gün içindeki ameliyatlar arasındaki ameliyat sırası, gerçekleştirilecek ameliyatın türü ve süre aralıklarını içeren bir tablo şeklinde düzenlenmiştir. Günün ilk ameliyatlarına ait hazırlık sürelerinin sağlıklı veriler olmayacağı için bu hazırlık süreleri araştırma kapsamı dışında tutulmuştur.

3.3. NİCEL ARAŞTIRMA SÜRECİ

Nicel araştırma süreci, ameliyat odasının mevcut durumunun nicel olarak araştırılması, gerçekleştirilen ameliyatların geçmiş verilerine yönelik tanımlayıcı istatistiklerin incelenmesi, elde edilen verilerin benzetim modeline hazır hale getirilmesi, modelin geliştirilmesi ve uygulama aşamalarından oluşmaktadır.

3.3.1. Çocuk Cerrahisi Ameliyat Odasının Mevcut Durumunun Araştırılması ve Model İçin Verilerin Dönüştürülmesi

Çocuk cerrahisi ameliyat odasında gerçekleştirilen ameliyatlara ilişkin geçmiş veriler kullanılarak; Şekil 3.3'de tanımlanan süre aralıklarına göre ameliyat odasının mevcut kullanım oranı araştırılmıştır.

31.08.2010-09.06.2011 tarihleri arasında yaklaşık 40 haftalık (hafta sonları ve resmi tatiller çıkarılmış) zaman içerisinde gerçekleştirilen ameliyatlara ilişkin Excelde düzenlenen verilerden ameliyat odasına ayrılan blok sürenin 65280 dakika (1088 saat) olduğu; bir hastanın ameliyat odasına girişi ve çıkışı arasındaki süre olarak tanımlanan ameliyat süreleri toplamının da 39276 dakika olduğu hesaplanmıştır. Bu süre, gerçekleştirilen ameliyatların toplam ameliyat süreleridir. Fakat bu süre içerisinde saat 16:00'dan sonra mesai saatleri aşarak tamamlanan ameliyat süreleri de dahildir. Bu geç tamamlanma zamanı çıkarıldığında ameliyat odasının, mesai saatleri içerisinde ameliyatlar ile meşgul olduğu süre 20787 dakikadır. Yine aynı düzenlenmiş Excel veri tablosundan yararlanılarak ameliyatlar arasında gerçekleştirilen hazırlıkların toplam süresi de 3585 dakika olarak elde edilmiştir (Tablo 3.5).

Tablo 3.5: Çocuk Cerrahisi Ameliyat Odasında Sürelere İlişkin Mevcut Durum

Verilerin Ait Olduğu Tarih Aralığı		31.08.2010 - 09.06.2011	Ameliyat Odası Kullanım Oranı
İncelenen Ameliyat Sayısı		440	$(39276+3585) : 65280$ $= \mathbf{0,66}$ $(20787+3585) : 65280$ $= \mathbf{0,37}$
Ameliyat Odasının Kullanılabilir Olduğu Süre (dk)		65280	
Hazırlık İçin Harcanan Süre (Çevrim Süresi I) dk		3585	
Ameliyat Odasının Meşgul Olduğu Süre (dk)	Blok süreyi aşan kullanımlar dahil	39276	
	Blok süreler içerisindeki kullanım	20787	
Performans Göstergeleri	Erken tamamlanma zamanı (dk)	11567	
	Geç tamamlanma zamanı (dk)	8489	

Bir ameliyat odasının kullanımı veya düzeltilmiş (modifiye edilmiş) ameliyat odası kullanım oranı; ameliyat odasının meşgul olduğu süre (brüt ameliyat süreleri toplamı) ile hazırlık süreleri toplamının ameliyat odasının kullanılabilir süresine oranlanmasıyla elde edilmektedir (Bölüm 3.5). Tablo 3.5’de görüldüğü gibi mesai saatleri içerisinde ameliyat odasının kullanım oranı yaklaşık % 37 iken; mesai saatlerinde başlayıp saat 16:00’den sonra tamamlanan ameliyat süreleri de hesaplama katıldığında kullanım oranı %66 olarak elde edilmektedir. Ameliyat odasının mevcut durumuna ilişkin her iki kullanım oranı da hedeflenen (%70-100) kullanım oranının çok altında olup; %70-100 olmasını hedefleyen hastane yöneticileri için böyle bir kullanım oranı hedefleri karşılayamamaktadır. Dolayısıyla çocuk cerrahisi ameliyat odasının düşük bir kullanım oranına sahip olduğu; bu yönde iyileştirmelere ihtiyacı olduğu görülmektedir.

Araştırmada planlanmış tüm ameliyatlar gerçekleştirildikten sonra ameliyat odasının boş, atıl kaldığı süre yani erken tamamlanma zamanı ve ameliyat odasında planlı tüm ameliyatların yapılması için gerekli olan fazla mesai süresi, ameliyat odasının kullanımına ilişkin performans ölçütleridir. Bir erken – geç tamamlanma problemi olarak performans ölçütlerine ilişkin eşitlikler aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$ET = \max(0, d - C_j)$$

$$GT = \max(0, C_j - d)$$

ET: Erken tamamlanma zamanı

GT: Geç tamamlanma zamanı

C_j : Son ameliyatın bitiş zamanı

d : Ameliyat odasına ayrılan çalışma süresinin (blok süre) sonu

Tanımlanan erken ve geç tamamlanma eşitlikleri doğrultusunda ameliyat odasında karşılaşılan erken tamamlanma (boş,atıl) süresi 11567 dakikadır; ameliyatların geç tamamlanma (fazla mesai) süresi toplamı ise 40 haftalık inceleme süreci için 8489 dakikadır (Tablo 3.5). Bu doğrultuda 11567 dakikalık bir sürede ameliyat odası; çocuk cerrahisine blok süre olarak ayrıldığı halde atıl halde kalmaktadır. Bunun yanında çalışan personelin memnuniyetini ve performansını etkileyen fazla mesai durumuyla sıkça karşılaşılmaktadır. Tablo 3.5'deki değere göre haftada (5 iş gününde) yaklaşık 4 saat fazla mesaiye kalındığını görülmektedir

Erken ve geç tamamlanan ameliyatlardan kaynaklanan etkin olmayan ameliyat odası kullanımını artırmak için araştırma kapsamında amaç, erken tamamlanma ve geç tamamlanma zamanları toplamının en küçüklenmesidir.

$i=1, \dots, n$ gerçekleştirilmesi planlanan ameliyat sayısı olmak üzere

$$\text{Min}Z = ET + GT$$

Tanımlayıcı İstatistikler

Çocuk cerrahisinde gerçekleştirilen ameliyatların gruplandırıldığı 15 ameliyat türüne ilişkin gerçekleştirilmiş ameliyat sayıları, hazırlık (çevrim) süreleri ve ameliyat

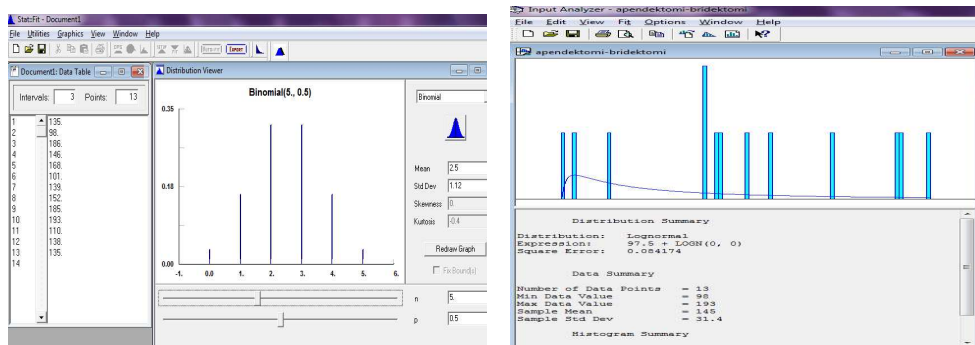
sürelerinin minimum, maksimum, ortalama değerleri ile standart sapmaları (tanımlayıcı istatistiksel değerleri) hesaplanmış; sürelerle ilişkin olasılık dağılımları araştırılmıştır.

Ameliyathanede mesai sabah 8:00'da başlamasına rağmen cerrahların veya anestezi doktorlarının gecikmesi, diğer personellerin sosyal ihtiyaçları gibi sebeplerle, günün ilk ameliyatlarının başlaması yaklaşık 8:30'u bulmaktadır. Bu nedenle ilk ameliyatların hazırlık sürelerine ilişkin belirsizliklerle karşılaşmaktadır. Bu belirsizlikleri azaltmak için hazırlık sürelerine ilişkin Çevrim Süresi I ve Çevrim süresi II olmak üzere iki farklı durum düşünülmüş; sürelerle ilişkin incelemeler yapılmıştır.

Çevrim (hazırlık) Süresi I, günün ilk ameliyatı için gerçekleştirilen hazırlık süresinin göz ardı edildiği çevrim sürelerini ifade etmektedir. Çevrim (hazırlık) süresi II ise ameliyat odasına ayrılan blok sürelerdeki ilk ameliyatların hazırlık sürelerinin de dikkate alındığı değerleri ifade etmektedir.

Ameliyat türlerine göre ameliyat sürelerine ve çevrim (hazırlık) sürelerine ilişkin olasılık dağılımları araştırılmıştır. Promodel'in Statfit ve Arena'nın Input Analyzer editörleri (Şekil 3.6) yardımıyla ameliyatlara ilişkin veriler analiz edilmiştir. Analiz sonucunda ameliyatlara ilişkin elde edilen olasılık dağılımları Tablo 3.6'de belirtilmiştir.

Şekil 3.6: Statfit (Promodel) ve Input Analyzer (Arena) Editörleri ile Olasılık Dağılımlarının Belirlenmesi



Tablo 3.6 incelendiğinde ilk ameliyatların hazırlık süreleri dahil edildiğinde ortalama ve standart sapma değerlerinin artmasından dolayı ilk ameliyat hazırlık

sürelerinin analizler dışında tutulması ile daha güvenilir sonuçlar elde edileceği düşünülmektedir.

Ameliyat odası hazırlık (çevrim) sürelerine ilişkin az sayıda veri elde edimiştir. Herhangi verinin bulunmadığı veya yeterli verinin elde edilemediği durumlarda makul varsayılan bir dağılım olan üçgen dağılım kullanılmaktadır. Bu doğrultuda ile hazırlık (çevrim) süreleri, elde edilen veriler ve cerrahlardan alınan görüşler yardımıyla üçgen dağılıma uygun olduğu varsayılmıştır. Üçgen biçiminde bir olasılık fonksiyonuna sahip üçgen dağılımda alt sınır (minimum), üst sınır (maksimum) ve en çok rastlanan (mod) değerleri parametreler olarak kullanılır.

Üçgen dağılım için olasılık yoğunluk fonksiyonu;

$$f(x) = \begin{cases} \frac{a+x}{a^2}, & -a \leq x \leq 0 \\ \frac{a-x}{a^2}, & 0 \leq x \leq a \\ 0, & \text{diğer durum} \end{cases}$$

olarak ifade edilmektedir.

Ameliyat süresi, brüt ameliyat süresi olup; bir hastanın ameliyat odasına girişi ve ameliyat odasından çıkışı arasındaki süreyi ifade etmektedir. Her ameliyat türüne ilişkin yeterince veri elde edilememesinden dolayı ameliyat türlerine ait verilerin Beta, Weibull, Uniform vb. dağıldığı görülmüş; çok sağlıklı sonuçlara ulaşılamamıştır. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde ameliyat sürelerinin normal veya lognormal dağılımlarına daha uygun olduğu belirtildiğinden (Hepdoğan vd., 2009, May vd., 2000; Zhou ve Dexter, 1998; Houdenhoven vd., 2007) tüm ameliyat sürelerinin normal dağıldığı varsayılmaktadır.

Normal dağılım, doğadaki ölçülebilir ve tartılabilir birçok değişkenin teorik dağılımını açıklar. Özellikle ortalama etrafında simetrik dağılım gösteren biyolojik değişkenlerin büyük bir bölümü normal dağılım gösterir (Özdamar, 2004: 165). Parametreleri μ (ortalama) ve σ^2 (varyans) olan Normal dağılımda gözlemlenen rassal değişkenlerin büyük bir çoğunluğunun frekans bölünmeleri yaklaşık olarak çan eğrisi görünümünde olup, normal olasılık yoğunluk fonksiyonu ile elde edilmektedir. Olasılık yoğunluk fonksiyonu;

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad -\infty < x < \infty$$

şeklinde ifade edilmektedir (Serper, 2000: 313).

Ameliyat türlerine göre ameliyat süreleri ve hazırlık sürelerine ilişkin olasılık dağılım tabloları Ek1 ve Ek2’de verilmiştir.

Tablo 3.6: Ameliyat Odasında Gerçekleştirilen Ameliyat Türlerine Göre Veriler ve Dağılımları

Ameliyat türü		Süreç	Amel. Sayısı	Min - Max değer		Ort.	St. sapma	Dağılım	St. hata
1	Apendektomi-Bridektomi	Çevrim süresi I	8	0	16	5.13	5.74	Lognormal	0.0909
		Çevrim süresi II	10	0	16	6	5.81	Gamma	0.0508
		Ameliyat süresi	13	83	178	130	31.4	Beta	0.0735
2	Böbrek Cerrahisi	Çevrim süresi I	13	3	108	15.5	28.5	Weibull	0.0062
		Çevrim süresi II	14	3	108	19.2	29.5	Exponential	0.0081
		Ameliyat süresi	16	123	429	250	85.8	Beta	0.0085
3	Cerrahi Biyopsiler	Çevrim süresi I	12	1	35	11.3	10.5	Beta	0.0592
		Çevrim süresi II	16	1	43	14.6	13	Beta	0.0409
		Ameliyat süresi	17	39	120	62.8	23.8	Beta	0.0411
4	Endoskopik Girişimler	Çevrim süresi I	34	0	106	9.88	18.4	Exponential	0.0099
		Çevrim süresi II	50	0	106	15.4	18.9	Exponential	0.0009
		Ameliyat süresi	57	16	136	43.5	24.2	Exponential	0.0143
5	Frenilum Linguale Plastisi	Çevrim süresi I	2	5	9	7	2.83	Beta	0.1700
		Çevrim süresi II	8	5	30	21.1	12.3	Beta	0.1737
		Ameliyat süresi	8	8	75	37.1	20.5	Beta	0.1023
6	GAA Muayene	Çevrim süresi I	10	0	24	6.3	7.51	Lognormal	0.0545
		Çevrim süresi II	17	0	36	13.9	12.4	Lognormal	0.0456
		Ameliyat süresi	18	14	56	26.7	10.2	Weibull	0.0281
7	Hipospadias	Çevrim süresi I	30	0	70	11.4	17.8	Lognormal	0.0487
		Çevrim süresi II	39	0	70	12.9	18.2	Lognormal	0.0312
		Ameliyat süresi	40	11	366	102	67.3	Normal	0.0234
8	Karaciğer Kist Hidatik Eksizyon	Çevrim süresi I	5	5	24	10.8	7.79	Beta	0.1576
		Çevrim süresi II	5	5	24	10.8	7.79	Beta	0.1576
		Ameliyat süresi	5	147	272	203	45.8	Normal	0.0741
9	Kasık Kanalı Patolojileri	Çevrim süresi I	48	0	59	10.4	12.9	Weibull	0.0177
		Çevrim süresi II	83	0	59	16.3	15.2	Beta	0.0126
		Ameliyat süresi	87	25	235	75.3	32.6	Weibull	0.0098
10	Katater Takılması	Çevrim süresi I	15	1	62	21.5	20.2	Exponential	0.0600
		Çevrim süresi II	20	0	62	20.6	20.8	Weibull	0.0574
		Ameliyat süresi	27	5	143	52.6	33.6	Weibull	0.0207

Tablo 3.6: (Devam) Ameliyat Odasında Gerçekleştirilen Ameliyat Türlerine Göre Veriler ve Dağılımları

Ameliyat türü		Süreç	Amel. Sayısı	Min - Max değer		Ort.	St. sapma	Dağılım	St. hata
11	Özefagus Atrezisi	Çevrim süresi I	8	1	82	36.6	29.3	Beta	0.0954
		Çevrim süresi II	9	1	82	35.4	29.7	Beta	0.0884
		Ameliyat süresi	9	60	202	134	47.5	Uniform	0.0099
12	Sistoskopi Grubu	Çevrim süresi I	34	0	68	11.7	14	Beta	0.0231
		Çevrim süresi II	63	0	68	15.9	14.6	Beta	0.0259
		Ameliyat süresi	65	5	314	66	60	Exponential	0.0023
13	Stoma Grubu	Çevrim süresi I	12	0	115	17.6	31.8	Weibull	0.0322
		Çevrim süresi II	18	0	115	18.4	32.2	Weibull	0.0111
		Ameliyat süresi	23	43	298	147	72.6	Triangular	0.0348
14	Sünnet	Çevrim süresi I	20	0	35	6.6	10.3	Lognormal	0.0411
		Çevrim süresi II	49	0	46	17.6	15.4	Lognormal	0.0291
		Ameliyat süresi	49	10	68	30.6	10.1	Poisson	0.0245
15	Tiroglossal Kitle Eksizyonu	Çevrim süresi I	6	1	27	7.17	9.87	Lognormal	0.0571
		Çevrim süresi II	6	1	27	7.17	9.97	Lognormal	0.0571
		Ameliyat süresi	6	59	78	69.7	7.2	Beta	0.0899

Çevrim Süresi I: ilk ameliyatlarda hazırlık sürelerinin göz ardı edildiği; Çevrim Süresi II: ilk ameliyatlarda hazırlık sürelerinin de dikkate alındığı

Ameliyat sürelerine ilişkin tanımlayıcı istatistik verileri incelendiğinde en uzun süreli ameliyatın ortalama 250 dakika ile böbrek cerrahisi ameliyatı olduğu; en kısa süreli ameliyatın da ortalama 27 dakika ile genel anestezi altında muayene ameliyatı olduğu görülmektedir. Cerrahlarla elde edilen bu veriler hakkında görüşülmesi sonucu; ameliyat süresi 90 dakikaya kadar olan ameliyatlarda kısa süreli; daha uzun süreye sahip ameliyatlarda da uzun süreli ameliyatlara olarak tanımlanabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bu doğrultuda kısa süreli ameliyatlara;

- Apendektomi-Bridektomi
- Cerrahi Biyopsiler
- Endoskopik Girişimler
- Frenilum Linguale Plastisi
- GAA Muayene
- Kasık Kanalı Patolojileri
- Katater Takılması

- Sistoskopi Grubu
- Sünnet
- Tiroglossal Kitle Eksizyonu
Uzun süreli ameliyatlar ise
- Böbrek Cerrahisi
- Hipospadias
- Stoma Grubu
- Özefagus Atrezisi
- Karaciğer Kist Hidatik Eksizyonu ameliyatlarıdır.

Çocuk cerrahisi ameliyat odasının sıraya bağımlı tek makine çizelgeleme problemine uygunluğunu araştırmak için çeşitli istatistiksel analizler yapılmıştır.

Ameliyat odasında karşılaşılan hazırlık (çevrim) sürelerinin ameliyat türlerine ve ameliyat sırasına göre farklılık gösterip göstermediğini anlamak için hazırlık süreleri (Çevrim Süresi I-ilk ameliyat hazırlık süreleri dahil edilmedi) incelenmiştir. Elde edilen sonuçlarına göre hazırlık sürelerinin normal dağılıma uymadıkları görülmüştür (Tablo 3.6). Aralarında ilişki olduğu düşünülen değişkenler normal dağılımlı bir anakütleden değillerse ve yeterli sayıda gözlem değeri olmadığı yani örneklem hacminin yeterli büyüklüğe ulaşmadığı durumlarda parametrik olmayan testler kullanılmaktadır (Canküyer ve Aşan, 2005;239). Dolayısıyla hazırlık sürelerinin karşılaştırılması için normal dağılım şartı aranmayan, sıralamalı tek-yönlü varyans analizi için, g tane grup bulunan bir anakütlenin grup medyanlarının eşit olup olmadığını araştıran Nonparametrik testlerden Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Analize ilişkin kurulan hipotez şu şekildedir:

H_0 : Ameliyatların hazırlık süreleri arasında anlamlı bir fark yoktur.

H_1 : Ameliyatların hazırlık süreleri arasında anlamlı bir fark vardır.

SPSS yardımıyla yapılan Kruskal-Wallis analizinde; %5 anlamlılık düzeyinde ($p=0.03$) olup, 15 ameliyat türü hazırlık süreleri arasında anlamlı fark olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 3.7). H_0 hipotezi reddedilmiştir. Bu test tek yönlü ANOVA'nın non-

parametrik karşılıdır. Analizde veri değerleri sıralı hale getirilir, sıra toplamları grup büyüklüğüne bölünerek sıra ortalamaları hesaplanır ve bu ortalamalar karşılaştırılır. Tablo 3.7 'de sıra ortalamaları incelendiğinde en yüksek ortalamaya Özefagus atrezisi ameliyatının sahip olduğu, Sünnet ve Apendektomi-Bridektomi ameliyatlarının da en düşük ortalamaya sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 3.7. Ameliyatların Hazırlık Sürelerine İlişkin Kruskal-Wallis Analizi Sonuçları

Ameliyat Türleri		Kruskal-Wallis Testi				
		N	Hazırlık Süreleri Sıra Ortalaması	X ²	s.d.	p
1	Apendektomi-Bridektomi	8	95,44	25,04	14	0.03
2	Böbrek Cerrahisi	13	146,38			
3	Cerrahi Biyopsiler	12	144,63			
4	Endoskopik Girişimler	34	114,93			
5	Frenilum Linguale Plastisi	2	139,75			
6	Genel Anes.Alt.Muayene	10	104,60			
7	Hipospadias	30	122,30			
8	Karaciğer Kist Hid.Eks.	5	161,10			
9	Kasık Kanalı Patolojileri	48	127,03			
10	Katater Takılması	15	177,47			
11	Özefagus Atrezisi	8	200,50			
12	Sistoskopi Grubu	34	134,18			
13	Stoma Grubu	12	129,88			
14	Sünnet	20	95,38			
15	Tiroglossal Kitle Eks.	6	108,67			

Kruskal-Wallis Testi sonucunda hazırlık sürelerinin ameliyat türlerine ve ameliyat sırasına bağlı olarak değiştiği sonucuna ulaşılmış; çocuk cerrahisi ameliyat odasının tek makine çizelgeleme problemi kapsamında erken ve geç tamamlanmaların en küçükleşmesinin amaçlandığı sıraya bağımlı hazırlık süreleri içeren bir problem olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3.3.2. Modelleme Yaklaşımı ve Benzetim

Araştırmada benzetim yöntemi kullanılmış; çocuk cerrahisi ameliyat sürecinin modellenmesinde Promodel 7.0 benzetim yazılımından faydalanılmıştır. Gerçek bir olgunun belli bir anlatımı olan model üzerinde deney yapmak olarak tanımlanan

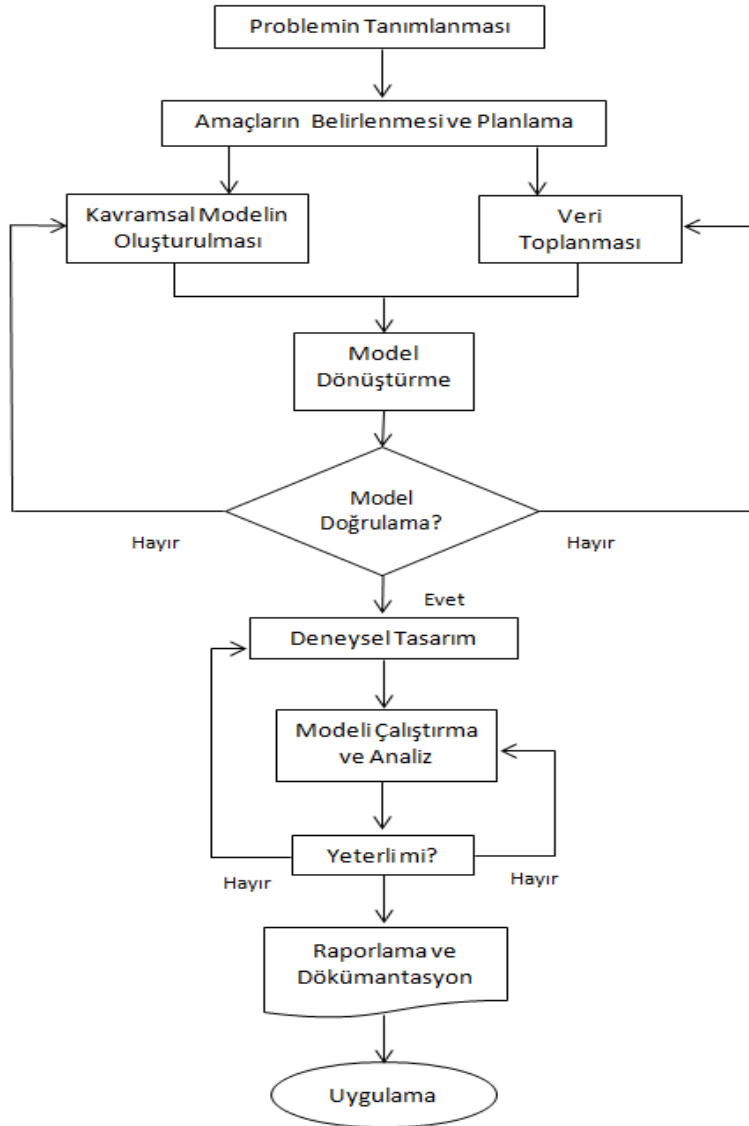
benzetim, pek çok alanda kullanılan problem çözme metodolojisidir (Öztürk ve Özbek, 2004: 1).

Benzetimde pek çok parametre davranışının olasılık dağılımları ile ifade edilebilmesi özelliği ve avantajından faydalanılarak Çocuk cerrahisi ameliyat odasının modellenebilmesi için benzetim yöntemi kullanılmıştır. Bunun nedeni sağlık sistemlerinden biri olan ameliyat sürecinin, belirsizliğin yaşandığı bir ortam olması ve elde edilen verilen stokastik olmasıdır. Ayrıca sistemin ve sürecin benzetim yardımıyla daha uygun modelleneceği düşünülmektedir. Sağlık sistemi ve insan hayatı söz konusu olduğu için gerçek süreç veya sistem üzerindeki bir değişikliğin etkileri risk yaratabileceğinden; benzetim modeli üzerinde yapılacak bir değişiklik ve bunun sistem üzerindeki etkisinin benzetim yardımıyla incelenmesi daha faydalı ve güvenilir olacaktır.

Benzetim, bir yöntem, strateji veya teknolojinin bir sistemdeki davranışını ve etkisini analiz etmek için kullanılan bir araçtır. Belirsizlik ve değişkenlik içeren problemlerin analizi için yönetim ve mühendislikte yaygın olarak kullanılan benzetim, iş süreçlerinin ve akışlarının anlaşılması, analizi, değerlendirilmesi ve uygulanması için uygun bir ortam sağlar. Ameliyathane ve diğer sağlık süreçlerinde de yaygın olarak kullanılan etkin bir yöntemdir.

Ameliyat odasına ilişkin gerçekleştirilecek benzetim modelinin belirli bir düzende adım adım ilerlemesi hem kontrol mekanizması sağlamakta hem de hangi aşamada olunduğunun bilinmesi açısından faydalı olmaktadır. Bu anlamda araştırma sürecinde de kullanılan benzetim aşamaları aşağıda belirtilmiştir (Şekil 3.7).

Şekil 3.7: Benzetim Yönteminin Aşamaları



Kaynak: Yavuz, 2008.

Problemin Tanımlanması: Araştırma probleminin açık ve net şekilde tanımlanması benzetim yönteminin ilk aşamasıdır. Problemin kısıtlarının ve varsayımlarının belirlenmesi süreçlerini de kapsamaktadır.

Amaçların Belirlenmesi ve Planlama: Benzetim yönteminin güçlü bir araç olabilmesi için ulaşılmak istenen amaç veya amaçların belirlenmesi gerekmektedir. Tanımlanan problemin performans, kapasite, en iyileme gibi pek çok amacı bulunabilir.

Bu amaç veya amaçlara ulaşmak için verilerin nereden ve nasıl elde edileceğine karar verilir. Herhangi bir hata ya da problemle karşılaşırsa düzeltmelere gidilir.

Veri Toplama ve Kavramsal Modelin Oluşturulması: Araştırma problemine ilişkin veriler planlanan şekilde elde edilir. Kapsam ve ayrıntıya göre değişkenleri ve parametreleri belirlenen kavramsal model oluşturulur.

Modelin Dönüştürülmesi ve Doğrulanması: Oluşturulan kavramsal modelin ayrıntılandırıldığı, olaylar arası ilişkilerin tanımlandığı, elde edilen verilerin modele aktarıldığı modelin geliştirildiği aşamadır. Geliştirilen modelin belirlenen amaçlar doğrultusunda çalışıp çalışmadığı çeşitli yöntemlerle test edilerek model doğrulanır.

Deney Tasarımı: Modelin geliştirilip doğrulanmasından sonra, uygulanacak senaryoların ayrıntılı olarak belirlendiği aşamadır. Deney sayısı, çalıştırma süresi veya tekrar sayısı bu aşamada belirlenmektedir.

Modelin Çalıştırılması ve Analizlerin Yapılması: Model, belirlenen senaryolarla çalıştırılıp istatistiksel analizler yapılır. Modelin çalıştırılması ve elde edilen analiz sonuçları yeterli ise sonraki aşamaya geçilir. Aksi takdirde önceki aşamalara geri dönülüp düzeltme ve kontroller yapılır.

Raporlama ve Dokümantasyon: Modelin çalıştırılması ile elde edilen analiz sonuçları karar verici veya yöneticilere incelenmesi için sunulur. Uygulama öncesi sistemin kurulumu değerlendirilir.

Uygulama: Sonuç ve raporların incelenmesiyle uygun olduğuna karar verilen model, gerçek sisteme uygulanır.

Her biri zaman alıcı adımlardan oluşan benzetim süreci, sistem işleyişinin anlaşılması, önemli kararların verilmesi, gerçek sistemde denemeler yapmak için harcanan zaman ve maliyetin önlenmesi; ayrıca gerçek sistemde hata yapma riskinin azaltılmasına yardımcı olur (Yeroğlu, 2001: 11). Son yıllarda kullanımı gittikçe artan benzetim yöntemiyle modellemenin avantaj ve dezavantajları Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8: Benzetim Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları

Benzetimin Avantajları	Benzetimin Dezavantajları
<ul style="list-style-type: none"> • Sistemin modeli kurulduktan sonra, farklı durumların analizi için tekrarlı olarak istenildiği kadar kullanılabilir • Sistem verilerinin detaylı olmadığı durumlarda elverişlidir • Bir sistemdeki karmaşık etkileşimlerin denenmesi olanağını sağlar • Sistemin daha iyi anlaşılması, ayrıntılı gözlemi, daha önce fark edilmemiş eksikliklerinin giderilmesi ile daha etkin bir sistem oluşturulması sağlanır • Analitik çözümlerin doğruluğunu sınamak için kullanılabilir • Yapılacak analizler için veri, çoğu kez gerçek hayatta olduğundan daha ucuz elde edilebilir • Daha genel düşünmeye zorlar 	<ul style="list-style-type: none"> • Bir sistemin benzetimini kurmak ve doğruluğunu ispatlamanın maliyeti yüksek olabilir. Her bir sistem için ayrı program yazmayı gerektirebilir • Oluşturulan benzetim programının bilgisayar üzerinde çalıştırılması uzun zaman alabilir • Analitik yöntemlerin daha uygun olduğu durumlarda da kullanılma eğilimi olabilir

Kaynak: Halaç, 1982: 7.

Araştırmada modelin oluşturulması ve analiz edilmesinde Promodel for Windows (Versiyon 7.0) benzetim yazılımı kullanılmıştır. Problemin modelini oluşturmadan önce Promodel ve temel elemanları bir sonraki bölümde özetlenmektedir.

3.3.2.1. Bir Benzetim Programı Olarak PROMODEL Yazılımının Temel Özellikleri

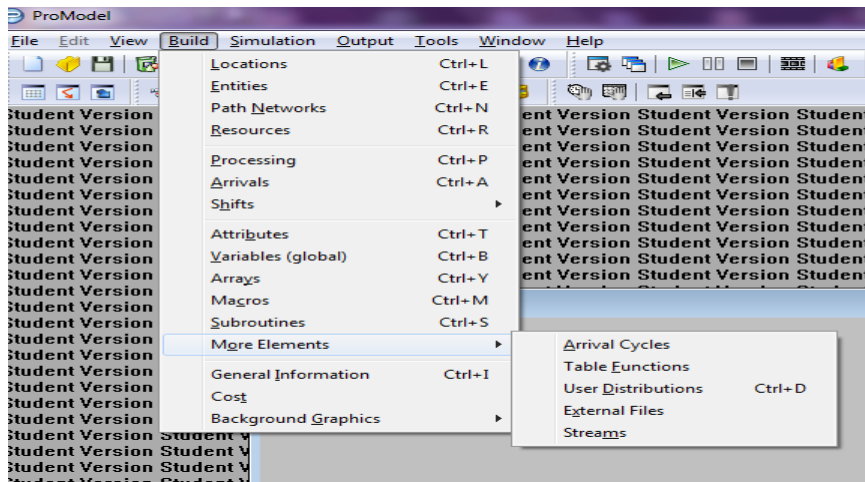
Promodel, tüm sistem ve süreçlerin modellenmesi için kullanımı kolay güçlü bir benzetim modelleme yazılımıdır. Microsoft Windows platformlarında çalışan Promodel, kullanıcı arayüzü ve kolay modelleme yaklaşımı ile birlikte, sistemde karşılaşılan problemlerin tanımlanması ve alternatif çözümlerin denenmesi konusunda elverişli bir programdır. Operasyonel ve stratejik sistemlerin benzetim modellerini oluşturmaya yardımcı olur. Promodel geliştirilen yeni düşünceleri mevcut sisteme uygulanmadan önce denenmesini sağlayarak zaman ve kaynakların gereksiz kullanımını

engellemekte, sistemdeki problemlerin kolaylıkla bulunmasını ve alternatif çözümlerin denenmesine yardımcı olmaktadır. Promodel yazılımında kullanılan işbirimleri, varlıklar vb. elemanlar izleyen süreçte kısaca anlatılmaktadır.

Temel Modelleme Elemanları

İş birimleri (Locations): Yerleşim planına yerleştirilmiş veya sistemdeki sabit yerleri gösteren iş istasyonlarını, makineleri vb. iş birimleri temsil etmektedir. Burada varlıklar, işlenir, depolanır, yönlendirilir veya farklı faaliyet ve karar verme işlemi yapılır. Yerleşim planında iş birimleri, grafiksel olarak da gösterilebilir; kapasitesi sınırlandırılabilir. İş birimleri, Build menüsü altındaki “locations” editörü kullanılarak oluşturulabilir (Şekil 3.8)

Şekil 3.8: Promodel Programı Temel Elemanları



Varlıklar (Entities): Sistemde işlem gören elemanlar olan varlıklar; müşteri, iş parçası, hasta, dokümanlar vb. olabilir. Programda varlıklar, gruplandırılabilir veya bölünüp birden fazla varlığa dönüştürülebilirler. Kullanıcının tanımlamasına göre benzetim sürecinde boyut ve renk değiştirebilirler.

Yol Ağları (Path Networks): Varlıklar ve kaynaklar, sistem boyunca hareket edecek şekilde modellendiğinde, izleyecekleri olası rotalar veya yol ağları tanımlanır. Yol ağları boyunca hareketler uzaklık, süre veya hız cinsinden ifade edilebilmektedir.

Kaynaklar (Resources): Bir insan, alet, makine vb. olabilen kaynaklar iş merkezindeki varlığın işlenmesi, taşınması gibi işleri yapar. Kaynaklar, statik yani sabit veya yol ağları üzerinde hareket edecek şekilde dinamik olabilirler. Build menüsü altındaki “resources” editörü kullanılarak oluşturulabilir.

İşleme (Processing): Varlıkların iş birimleri arasındaki akış mantığını ve işlem sırasını ifade eder. İş birimlerindeki işlem veya servis süreleri, kaynak gereksinimleri, işleme mantığı, girdi/çıkı ilişkileri, hareket süreleri işleme elemanı kullanılarak tanımlanabilir.

Gelişler (Arrivals): Sisteme gelen her varlık tipi geliş olarak tanımlanır. Gelişler deterministik veya stokastik olarak modellenenilmekte; gelişlerarası süreler ve miktarlar, herhangi bir dağılım veya belirli bir çevrimde tekrar eden düzen olarak tanımlanabilmektedir.

Vardiyalar (Shifts): Kaynaklar ve iş birimleri için vardiya ve mola zamanları tanımlanır. Programda shift editöründe haftanın günleri ve saatlerini belirten bloklar düzenlenerek çalışma saatleri ve molalar tanımlanır.

Promodel, oluşturulan modelde temel elemanlarla birlikte bazı durumlarda belirli karar veya işleme mantığı tanımlamak için ileri modelleme elemanlarının kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bu elemanlardan bazıları Özellikler, Değişkenler, Diziler, Makrolar, Alt programlar, Harici dosyalar vb. dir.

Özellikler (Attributes): İş birimleri ve varlıklar için diğer iş birimleri veya varlıklardan farklı özellikleri belirtilebilir. Reel veya tamsayı değer içerebilirler.

Değişkenler (Variables): İstatistiksel bilgi toplama, hesaplamalar yapma ve daha ileri düzeyde modelleme mantığı yaratmak için kullanılır. Bir değişken reel veya tamsayı değeri alabilir.

Diziler (Arrays): Reel veya tamsayı içeren bir değişken matrisidir. Tek boyutlu veya çok boyutlu olan dizilerin kullanılması modeli ve analizi kolaylaştırır.

Makrolar (Macros): Komut veya mantık dizileri olabilen makrolar, bir kere tanımlanıp model içerisinde farklı yerlerde ihtiyaç duyulduğunda sık kullanılan bir fonksiyondur.

Alt programlar (Subroutines): Kullanıcının tanımladığı mantık bloku olan alt programlar makrolar gibi aynı kodun birden fazla bölümde yer aldığı durumlarda kullanılır. Makrolardan farkı, alt programların parametrelerinin olmasıdır.

Harici Dosyalar (External Files): Promodelin en önemli özelliklerinden biri verilerin harici bir dosyadan modele aktarılabilmesi veya benzetim modelinin çıktısı olarak verilerin bir dosyaya yazdırılabilmesidir. Tüm benzetim modeli boyunca harici dosyalar kullanılabilir.

Maliyetleme (Costing): Promodelde sisteme ilişkin maliyet tabanlı kararlar verilebilmektedir. Benzetim modelinde iş birimleri, varlıklar ve kaynaklarla ilgili maliyetleme yapılabilmekte istatistiksel bilgi elde edilebilmektedir.

Grafikler (Graphics): Promodel, yardımıyla benzetime ilişkin uygun ve kolayca grafik oluşturma imkanı sunmakta; Graphics editörü ile analiz sonuçları için ayrı ayrı grafikler oluşturulabilmektedir.

Senaryolar (Scenarios): Kapasite, işlem süreleri vb. farklı durum ve çevreler sağlanarak farklı senaryolar tanımlanabilmekte, sistemin bu durumlardaki sonuçları incelenip karşılaştırılabilir.

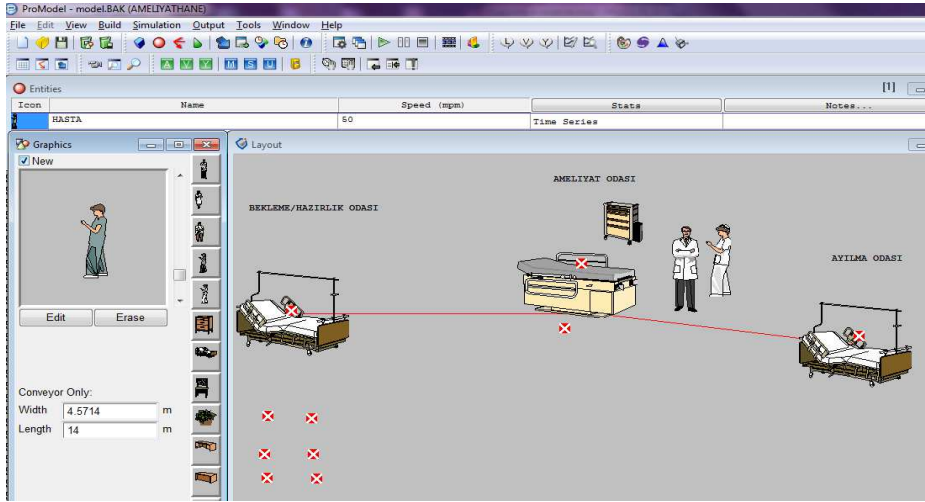
Çıktı Raporlama (Output Reporting): Benzetim boyunca istenilen her türlü veri kaydedilip, düzenlenebilir ve görüntülenebilir. İş birimleri, kaynaklar, varlıklar, değişkenler vb. için istatistikler seçilip raporlanabilir.

3.3.2.2. Çocuk Cerrahisi Ameliyat Süreci Benzetim Modeli

Araştırma kapsamında geliştirilecek modelde öncelikle Promodel'in elemanları ile aracılığıyla temel model kurulur. Modelde ameliyat odasında ve süreçte ameliyat işlemi gören hasta, Build menüsünden Entity editörü yardımıyla varlık (entity) olarak tanımlanır. Modele ilişkin iş birimleri ise Locations editöründe tanımlanır. Ameliyathane yerleşim planına göre hastaların bekleme odası, ameliyat odası ve ayılma odası, modele ilişkin iş birimleridir. Hastaların modelde izleyecekleri rota, Yol ağları editöründe tanımlanır. Hasta, ameliyathanede bekleme odasına gelir. Ameliyat sırası geldiğinde ameliyat odası giriş, ameliyat odası ve ameliyat tamamlandıktan sonra ayılma odası şeklinde bir rota takip etmektedir. Hastanın takip ettiği rota üzerinde

ilerlemesini sağlayacak Hazırlık sedyesi, ameliyat sedyesi ve ayılma sedyesi modelin kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Hastanın takip ettiği sürecin genel anlamda tanımlandığı ve oluşturulduğu model Şekil 3.9’da verilmektedir.

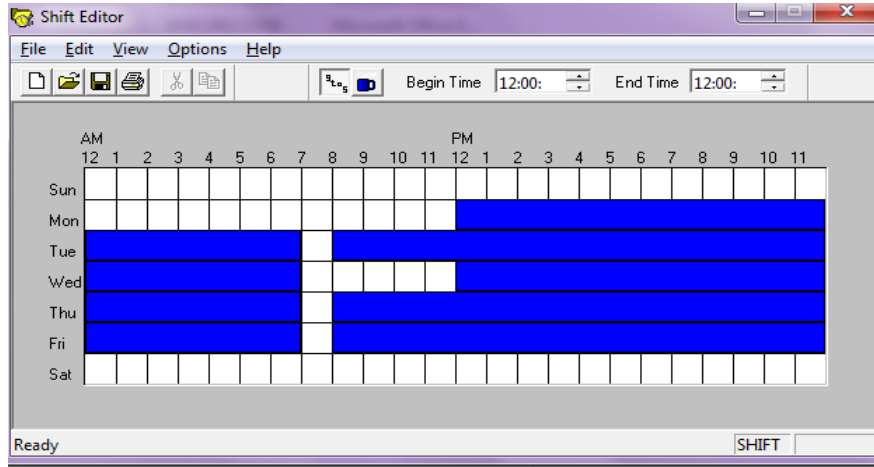
Şekil 3.9: Çocuk Cerrahisi Ameliyat Süreci Temel Modeli



Gün içerisinde ameliyatı gerçekleştirilecek tüm hastaların mesainin başladığı saatte hazır oldukları düşünülmüştür. Bu nedenle modelde hasta gelişleri Arrivals editöründe sonsuz olarak tanımlanmıştır.

Ameliyathanedeki mesai saatleri Build menüsünden Shift editörü yardımıyla tanımlanmıştır (Şekil 3.10). Çocuk cerrahisine atanan blok süreler diğer ifadeyle çalışma zamanları Pazartesi, Çarşamba 12:00-16:00, Perşembe 08:00-12:00 ve Salı, Cuma 08:00-16:00 saatleri arasındır.

Şekil 3.10: Promodel Shift Editörü Ve Çocuk Cerrahisine Ayrılan Blok Süreler



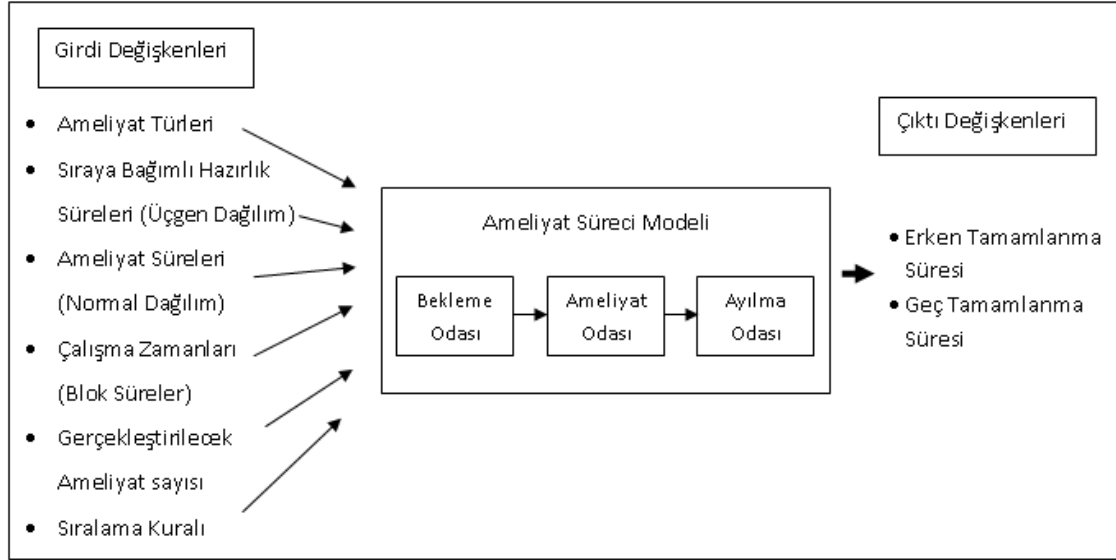
Ameliyathaneler 24 saat çalışma prensibine göre tasarlanmıştır. Mesai saatlerinde gerçekleştirilmeye başlanan ameliyatlar tamamlanmadığında mesainin bitiş saatinde bırakılamayacağı için mesainin başlangıç saatleri ameliyat odasının çocuk cerrahisine ayrılan blok sürelerine göre tanımlanmış fakat mesai bitiş saatleri açık bırakılmıştır.

Bilgisayar ortamına aktarılarak benzetimi yapılan ameliyat odası modelinin animasyonun gerçek sisteme göre süreç işleyişi kontrol edilmiş, cerrah ve ameliyathane hemşiresi ile gözlemlenerek doğruluğu test edilmiş, modelin geçerliliği onaylanmıştır.

3.3.3. Yeni Modelin Oluşturulması

Yeni model, mevcut sistemdeki uygulanabilirliği gerçekçi ve sürece fayda sağlayacağı düşünülen değişkenlerin girilmesiyle elde edilmektedir. Çocuk cerrahisine ayrılan ameliyat odasında gerçekleştirilen elektif hasta ameliyatlarının erken ve geç tamamlanma zamanlarının en küçüklenerek ameliyat odası kullanımının en büyüklenmesine yönelik geliştirilen benzetim modelinin mantığı ve süreci Şekil 3.11’de verilmektedir.

Şekil 3.11: Benzetim Modeli ve Kullanılan Değişkenler



Şekil 3.11'e göre ameliyat sürecine yönelik temel aşamalar şu şekildedir: ameliyat günü ameliyathaneye getirilen hastalar bekleme odasına alınır. Sırası geldiğinde ameliyat odasında ameliyatı gerçekleştirilip uyanma süreci için ayılma odasına götürülür. Fakat benzetim modeli açısından bu kapsam yeterli değildir. Modelin çalıştırılması için modele girilmesi gereken veriler bulunmaktadır. Bunlar aşağıda sıralanmaktadır:

- Çocuk cerrahisinde gerçekleştirilen ameliyat türleri nedir?
- Bu ameliyatlara gerçekleştirilme süreleri nedir?
- Ameliyatlara için hazırlık süreleri nedir?
- Ameliyat odasında çocuk cerrahisine atanan blok süreler (çalışma zamanları) nedir?
- Atanan blok süreler ve belirli bir günün blok süresi içinde gerçekleştirilebilecek ortalama ameliyat sayısı nedir?
- Ameliyatlara gerçekleştirilme mantığı ve sırası nedir?

Girdiler yardımıyla çalıştırılan model sonucunda elde edilmesi istenen çıktılar ise ameliyat odası kullanım ölçütlerinden ameliyatların erken ve geç tamamlanma zamanlarıdır. Bu süreler de son ameliyatın bitiş zamanına göre belirlenir.

3.3.3.1. Modelin Varsayımları

Çocuk cerrahisi ameliyat odasına yönelik geliştirilen benzetim modeline ilişkin bir takım varsayım ve kısıtlar bulunmaktadır:

- Ameliyatlar sadece tek odada gerçekleştirilmekte; ameliyat odası kullanım oranını en büyükmek (erken ve geç tamamlanmaların en küçükleme yoluyla $(ET_j+GT_j)_{\min}$) amaçlanmaktadır. Gerçekleştirilen ameliyatların sırasına bağlı olarak değişen hazırlık süreleri (S_{ij}) dikkate alınmaktadır. Ameliyat odası modelinin tek makine çizelgeleme problemi olarak ifadesi,

$$1 / S_{ij} / (ET_j+GT_j)_{\min}$$

şeklindedir.

- Ameliyat odasında gerçekleştirilecek n tane ameliyat birbirinden bağımsız olarak düşünülmektedir
- Ameliyat odasında belli bir anda sadece tek bir ameliyat gerçekleştirilebilir
- Gerçekleştirilecek ameliyat sayısı günlük kapasiteye göre çizelgenir ve ameliyat listesi en geç bir gün önce kesinleşmektedir
- Ameliyatları yapılacak hastaların, sıfır zamanında yani mesainin başlama saatinde hazır oldukları varsayılmaktadır
- Gün için listedeki tüm ameliyatların gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır.
- Ameliyatların sonsuz önceliği bulunmamaktadır.

3.3.3.2. Modelin Değişkenleri

Ameliyat odası modelinde gerçekleştirilecek olan ameliyatların sayısı, geliş zamanları, ameliyat ve hazırlık süreleri vb. temel değişkenler aşağıda belirtilmektedir:

- Çocuk cerrahisi ameliyat odasında gerçekleştirilen 15 ameliyat türüne ilişkin ameliyat süreleri normal dağılım göstermektedir.
- Ameliyat türlerinin sıraya bağımlı hazırlık süreleri üçgen dağılım göstermektedir.
- Ameliyathanede çocuk cerrahisine atanan blok süre yani çalışma süreleri bölüm 3.3.2’de belirtilmiştir.
- Gerçekleştirilecek ameliyat sayısı gün ve o güne atanan blok süreye göre değişmektedir. Ameliyat odası tam gün çalışacaksa ortalama 6 ameliyat; yarım gün çalışacaksa ortalama 3 ameliyat gerçekleştirilir.
- Ameliyatların gerçekleştirilmesi sırasında bir kontrol parametresi (α) kullanılacaktır. Kontrol parametresi 0-1 aralığında değişen ameliyatların sıralanmasında hazırlık süreleri ve ameliyat sürelerinin ağırlıklarını belirleyen bir katsayı olarak düşünülebilir (Bölüm 3.3.4 anlatılmaktadır).
- Sistemde, ameliyatların gerçekleştirilme sırası, Bölüm 3.3.4’de anlatılacak sıralama kuralına göre gerçekleştirilecektir.

3.3.3.3. Değişkenlerin Modele Aktarılması

Temel elemanlar yardımıyla iş birimleri (Locations), varlık (entity) olarak tanımlanan hasta ve hastanın takip edeceği rota olan yol ağları bölüm 3.3.2’de oluşturulan temel süreç modelinde tanımlanmıştır. Promodelin ileri modelleme editörleri yardımıyla modelin değişken ve varsayımlarının modele aktarılması gerekmektedir.

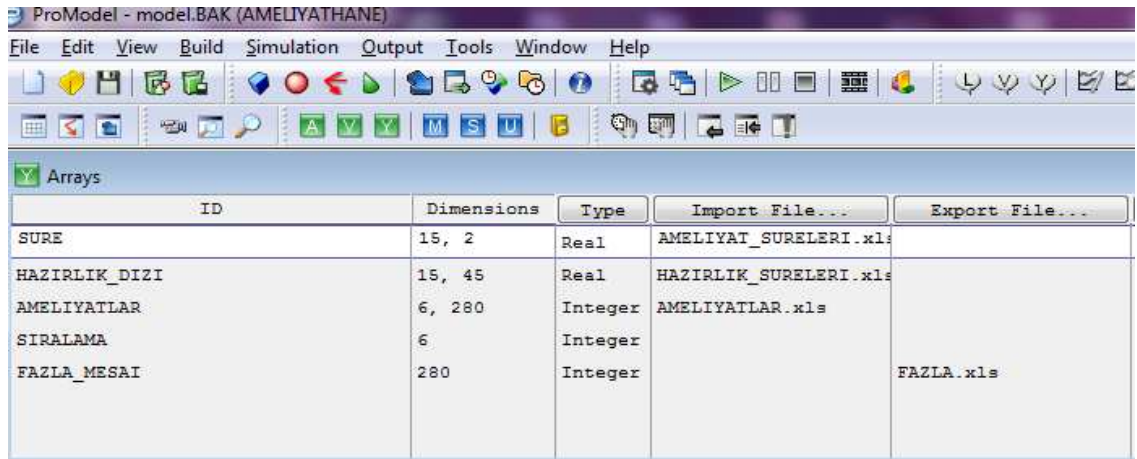
Modelde kullanılacak değişkenler Variables editöründe tanımlanmaktadır. Kaynak olan sedyelerin hastayı taşıyıp taşınamaması, hazırlık süresi, ameliyatların sırası, beş çalışma günü olarak tanımlanan gün değişkeni, gün içerisinde gerçekleştirilecek ameliyat sayısı, biten ameliyat sayıları gibi değişkenler tanımlanmaktadır.

Ameliyat türleri Özellikler (Attributes) editöründen entity olan hastaya ait bir özellik olarak modele dahil edilmektedir.

Promodelin en büyük avantajlarından biri de harici dosyaların modelde kullanılabilmesi ve model çıktılarını ayrı bir dosya olarak elde edilebilmesidir. Ameliyat

ve hazırlık süre dağılımlarına ilişkin dağılım verilerinin toplandığı Excel dosyaları ve model sonuçlarına ilişkin erken ve geç tamamlanma dosyaları Arrays editöründe Import ve export files seçenekleri ile modele dahil edilmektedir.

Şekil 3.12: Harici Dosyaların Promodelde Kullanılması



ID	Dimensions	Type	Import File...	Export File...
SURE	15, 2	Real	AMELIYAT_SURELERI.xls	
HAZIRLIK_DIZI	15, 45	Real	HAZIRLIK_SURELERI.xls	
AMELIYATLAR	6, 280	Integer	AMELIYATLAR.xls	
SIRALAMA	6	Integer		
FAZLA_MESAI	280	Integer		FAZLA.xls

Process ve subroutines editörleri yardımıyla hastanın takip ettiği rota, rotada hareket etme ve bekleme mantığı ile ameliyatların sıralanması gibi durumlar benzetim dili yardımıyla promodelde komutlarla tanımlanmaktadır. Modelin kodlanmasının hata olasılığını azaltacağını, modele ilişkin daha iyi tanımlamaların yapılacağı düşünülmektedir. Her sürece yönelik yazılmış komutlar Ek 3’de verilmektedir. Araştırma kapsamında geliştirilen ve benzetim modelinde kullanılan ameliyat sıralama kuralı bir sonraki bölümde anlatılmaktadır.

3.3.4. Geliştirilen Sıralama Kuralı ve Algoritması

Ameliyathane çizelgeleme problemlerinde ameliyatların sıralanmasına yönelik pek çok sıralama kuralı kullanılmıştır. Bunlar En uzun işlem süreli (LPT-Longest Processing Time), En kısa işlem süreli (SPT-Shortest Processing Time), En uzun beklenen işlem süreli (LEPT-Longest Expected Processing Time), En kısa beklenen işlem süreli (SEPT-Shortest Expected Processing Time), Ağırlıklı en küçük işlem süreli

(Weighted Shortest Process Time –WSPT), İlk giren ilk çıkar (First Come First Serve – FCFS) gibi kurallar olarak sıralanabilir.

Bahsedilen sıralama kuralları hazırlık (çevrim) sürelerini dikkate almayıp sadece ameliyat sürelerine göre gerçekleştirilen sıralama kurallarıdır. Tez kapsamında incelenen Çocuk cerrahisi ameliyat odasında gerçekleştirilen ameliyatlarda hazırlık süreleri ameliyat türlerine göre değişmekte; sıraya bağımlı hazırlık süreleri sınıfında yer almaktadır. Dolayısıyla geliştirilecek çizelgede, ameliyatlarda sıralanması mantığında sıraya bağımlı hazırlık sürelerinin de dikkate alınması gerekmektedir. Bunun yanında sağlık sisteminin önemli özelliklerinden biri belirsizlik ve değişkenliktir. Bu özelliklere sahip ameliyathaneden elde edilen kısıtlı ve stokastik geçmiş veriler nedeniyle beklenen (ortalama) süre verilerinin kullanılması ile daha gerçekçi sonuçlar elde edilebilecektir. Bu nedenle ameliyatlarda çizelgelenmesinde bunların dikkate alınması gerektiği düşünülmektedir.

Literatürde Jean Paul Arnaout (2008) (2010) çalışmasında, hazırlık sürelerinin dahil edildiği beklenen en uzun süreli ameliyatın en önce gerçekleştirildiği bir paralel makine çizelgeleme problemi ele almıştır. Probleme En Uzun Beklenen İşlem ve Hazırlık Süreli (LEPST-Longest Expected Processing with Setup Time) bir sezgisel geliştirilmiş; paralel makine olarak düşünülen ameliyat odalarında gerçekleştirilecek ameliyatlarda bu sezgisele göre sıralanmıştır. Tez kapsamında da Jean Paul Arnaout (2008) (2010)'un çalışmasında kullandıkları sezgisel sıralama mantığı temel alınarak yeni bir sıralama kuralı geliştirilmiştir.

Bununla birlikte literatürde Lebowitz (2003), Van Der Lans vd. (2006), Testi vd. (2007), Gül vd. (2011), Sciomachen vd. (2005), ameliyathanelerin etkinliğinin artırılması amacıyla yaptıkları çalışmalarda kısa süreli ameliyatlarda daha önce gerçekleştirilmesinin ameliyathanedeki değişkenliği ve fazla mesaiyi azalttığı, performansı geliştirdiği bu nedenle kısa süreli ameliyatlarda önce gerçekleştirilmesi önerisinde bulunmuşlardır.

Bu çalışmalar doğrultusunda hem kısa süreli ameliyatlarda daha önce gerçekleştirildiği, hem de hazırlık sürelerinin dikkate alındığı bir ameliyat çizelgesi için En Kısa Beklenen İşlem ve Hazırlık Süreli (SEPST-Shortest Expected Processing with Setup Time) bir sıralama kuralı geliştirilmiştir.

Belirli bir ameliyat sıralama disiplini veya kuralı takip etmeyen ameliyathanede Çocuk cerrahisi ameliyat odasında mesai sabah 8:00'da, öğleden sonra da 12:00'da başlamasına rağmen ilk ameliyatların vaktinden geç başlaması nedeniyle günün ilk ameliyatları için hazırlık süreleri, tam tespit edilememekte bu nedenle ilk ameliyatlar için hazırlık süreleri ile ilgili belirsizlikle karşılaşmaktadır. Ameliyat odasının gerçek durumunu yansıtması açısından sıralama kuralına bu durumun da dahil edilmesi için hazırlık sürelerinin ihmal edilerek En Kısa Beklenen İşlem Süreleri (SEPT) ameliyatın ilk gerçekleştirilmesi ile daha etkin bir sıralama kuralı olacağı düşünülmüştür.

Çocuk cerrahisi ameliyat odasında erken ve geç tamamlanmayı en küçükmek ve ameliyat odasının etkin kullanım oranının artırılması amacıyla gerçekleştirilecek ameliyatlara yönelik SEPT (Shortest Expected Processing Time) ve SEPST (Shortest Expected Processing Time with Setup Times) sıralama kurallarını birarada kullanacak olan algoritma ve kullanılan notasyonlar aşağıda belirtilmiştir.

Z; çizelgelenmemiş ameliyatlar listesi

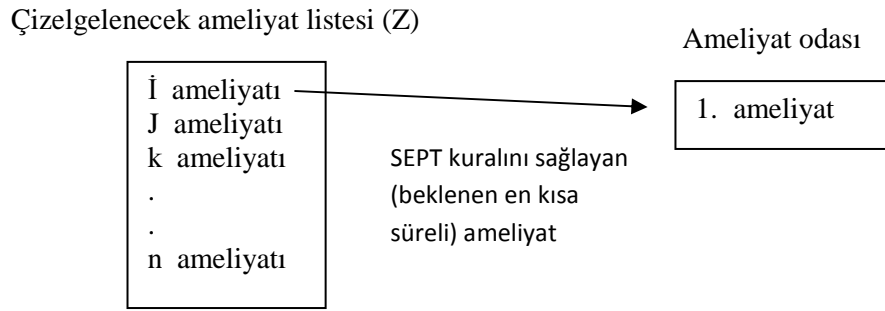
P_i ; i ameliyatının süresi (hastanın odada kalma süresi)

S_{ij} ; i ameliyatından sonra j ameliyatının gelmesi durumunda gerekli hazırlık süresi

α ; kontrol parametresi (ameliyat süresi veya hazırlık süresinin ağırlıklarını belirlemeye yarayan parametre). $0 \leq \alpha \leq 1$ arası üç değer alabilmektedir. $\alpha = 1$ olduğunda hazırlık süresinin ağırlığı sıfır olup sadece ameliyat süreleri dikkate alınırken hazırlık süreleri ihmal edilmiş olur. $\alpha = 0$ değerini aldığımda ise ameliyat sürelerine bakılmadan sadece hazırlık sürelerine göre ameliyat sıralaması gerçekleştirilir. $\alpha = 0,5$ olduğunda ise ameliyat süreleri ve hazırlık süreleri eşit öneme sahip olacak; eşit ağırlıkta sıralama sürece dahil edilecektir.

Benzetim modelinde kullanılmak üzere geliştirilmiş sıralama kuralı algoritması üç temel adımdan oluşmaktadır:

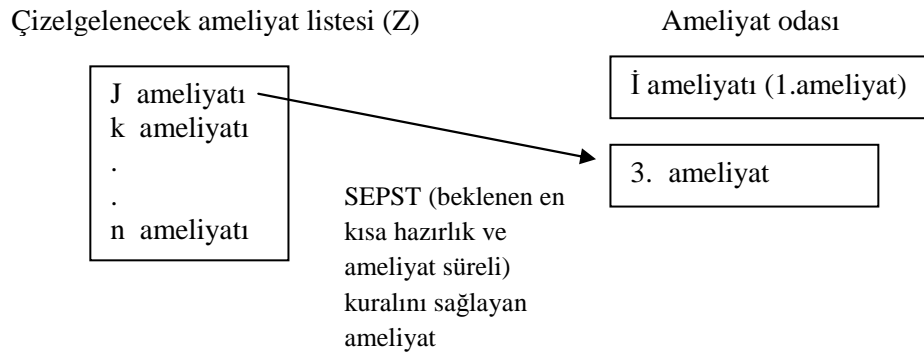
Adım 1: Çizelgelenmemiş ameliyat listesinden (Z), beklenen kısa (ortalama) süreye (EP_i) sahip ameliyat (i ameliyatı) bulunur (hazırlık süreleri dikkate alınmadan) ve ilk sırada ameliyat odasına alınır. i ameliyatı Z listesinden çıkarılır. (SEPT kuralı)



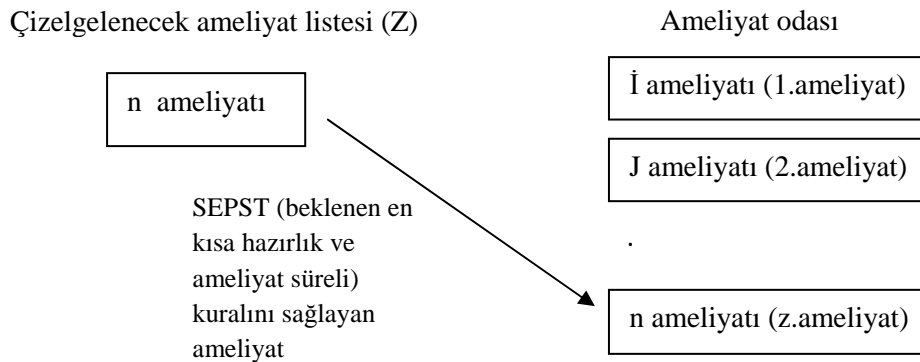
Adım 2: Sonraki ameliyatlarda çizelgelenmemiş ameliyat listesinden, ameliyat süreleri ve hazırlık sürelerinin dikkate alındığı

$$(EP_j * \alpha) + (1 - \alpha) * ES_{ij}$$

eşitsizliğinin en küçük olduğu j ameliyatı bulunup ameliyat odasına gönderilir; ameliyat odasına gönderilen j ameliyatı Z listesinden çıkarılır. (SEPST kuralı)



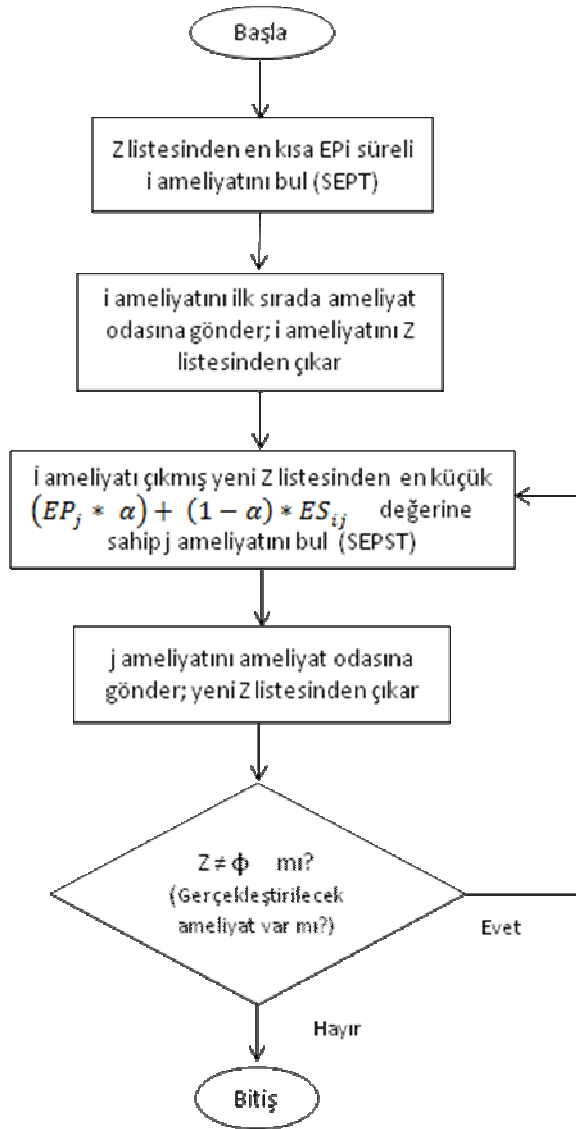
Adım 3: Eğer $Z = \emptyset$ ise “DUR” değilse Adım 2’ye dön. (O gün için listedeki ameliyatlar bitmiş ise süreç tamamlanır, aksi halde süreç devam eder)



Adım 1'e göre ameliyat odasında gerçekleştirilecek ilk ameliyat, hazırlık süresi ihmal edilen, beklenen en kısa süreli ameliyat olmaktadır. Adım 2'de ise $(EP_j * \alpha) + (1 - \alpha) * ES_{ij}$ eşitsizliğinin en küçük olduğu ameliyat seçilecektir. α kontrol parametresi, ameliyat süreleri ve hazırlık sürelerinin ağırlıklandırılabilmesine yardımcı olacaktır. Adım 3'de de planlanmış tüm ameliyatlar gerçekleştirilinceye kadar bu sürecin takip edileceği ifade edilmektedir.

Geliştirilen algoritmanın akış diyagramı Şekil 3.13'de özetlenmektedir. Promodelde SEPST sıralama kuralı ayrıntılı kod yazılarak modele dahil edilmiştir. Sıralama kuralına ilişkin yazılan kodlar Ek 3'de verilmektedir.

Şekil 3.13: Geliştirilen Ameliyat Sıralama Kuralı Akış Şeması



3.3.5. Modelin Çalıştırılması ve Elde Edilen Sonuçlar

Benzetim çalışmalarında istatistiksel olarak küçük bir sapma ile modele ilişkin tahmin yapılabilmesi için benzetim denemelerinin yapılması gerekir. Rastgele karakteristikleri olan bir deneyde olduğu gibi tek bir benzetim denemesi, oluşma ihtimali olan birçok çıktıdan sadece bir tanesidir. Bu nedenle sonucu test etmek için birçok defa model çalıştırılmalı, deneme tekrar edilmelidir. Aksi durumda normalde beklenmeyen bir sonuç üzerinde karar verilip yanlış yönlendirme durumları ile karşılaşılabilir (Yeroğlu, 2001: 94-95).

En önemli adımlardan biri olan benzetim denemeleri yapılırken sistemin çalıştırılma durumuna göre karar verilir. Sonlandırılmayan benzetim çalışmalarında sistemin kararlı duruma gelmesi ile ilgilenilirken; sonlandırılan benzetim çalışmalarında sistemin kararlı durumundan çok belirli bir zaman dilimi için çalıştırılması ile ilgilenilir. Girdi-çıkıtı modelleri olan benzetim modellerinde veri ne olarak girilirse çıktılar da ona göre oluşur. Dolayısıyla çözüm yerine denemelerin yapıldığı koşum veya tekrar ifadesi kullanılır. En iyi çözümü bulmak yerine verilen şartlar altında sistem davranışı test edilmeye çalışılır (Yeroğlu, 2001: 94-95; Sütçü vd., 2006: 143).

Ameliyathanede Çocuk Cerrahisi ameliyat odasına ilişkin benzetim modelinde mevcut ameliyat sürecinin bilgisayar ortamında oluşturulmasından sonra veriler ve geliştirilen sıralama kuralı algoritması gibi gerekli komutlar (Ek3) modele girilmiştir. Oluşturulan benzetim modeli yaklaşık 40 haftalık süre aralığı dikkate alınarak çalıştırılmıştır. Bu durumda benzetimin başlangıç zamanı sıfır; bitiş zamanı da 6680. saat olarak alınmıştır yani benzetimin çalışma süresi yaklaşık 40 hafta olarak belirlenmiştir. Benzetim modelinde ameliyat ve hazırlık süreleri tanımlanan olasılık dağılımlarından rassal sayı üretilerek oluşturulmaktadır. Dolayısıyla modelin birçok defa çalıştırılması ile rassal sayı dizisinden sayıların üretilmesi böylece daha hassas ve doğru sonuçların elde edilmesi için birden fazla denemenin (tekrar-koşum) yapılması gerekmektedir. Koşum sayısı benzetim modelinin çalışma süresi altında kaç defa çalışacağını belirler.

İstatistiksel açıdan güvenilir sonuçlara varabilmek için koşum sayısının iyi belirlenmesi gerekir. Farklı kaynaklarda denge durumuna nasıl ulaşılacağına veya gerekli olan koşum sayısının hesaplanmasına yönelik farklı yöntemler bulunmaktadır.

Bunlardan biri, örnek ortalaması ve yığın ortalaması arasındaki belirli bir hata payı ve güven düzeyinde gerçekleştirilebilecek koşum sayısının hesaplanmasıdır. Koşum sayısı,

$$n = \left(\frac{t_{n-1, 1-\frac{\alpha}{2}} * \sigma}{d * x} \right)^2 \quad \text{Formül 3.1}$$

yardımla hesaplanmaktadır (Chung, 2004: 214).

$t_{n-1, 1-\frac{\alpha}{2}}$: $1 - \frac{\alpha}{2}$ güven aralığı ve (n-1) serbestlik derecesinde t değeri.

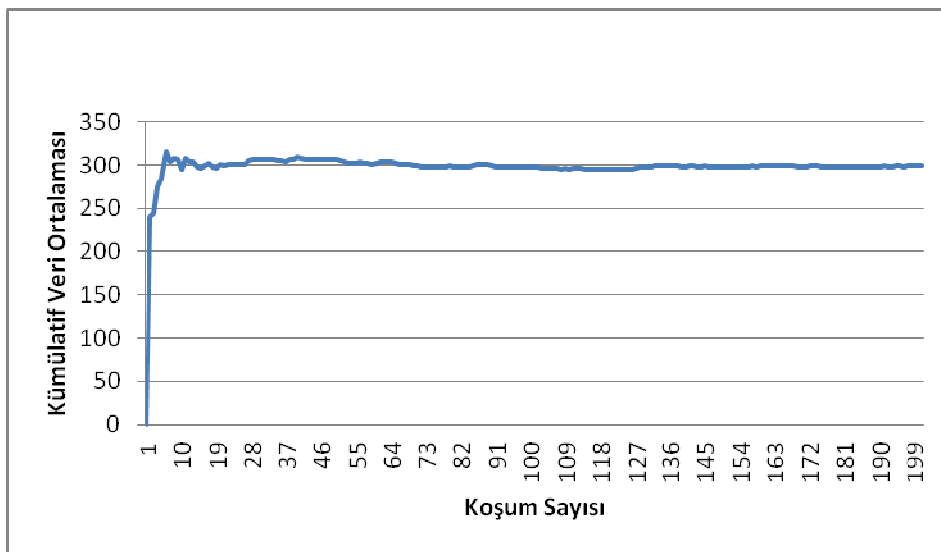
σ : n koşum sonucunda hesaplanan standart sapma değeri

n : Koşum sayısı

d: Hata Payı, kabul edilen sapma miktarı

Çalışmada ameliyat odası benzetim modeli için uygun tekrar sayısının belirlenmesi için model 200 defa çalıştırılmıştır. Şekil 3.14'de modelin 200 koşumuna ilişkin elde edilen çıktı ortalamaları verilmektedir. 45 koşumda sonra modelin sonuçlarının çok fazla değişmediği; durağanlaştığı gözlenmekte; bunun sonucunda da modelin en az 45 defa çalıştırılması (koşum) gerektiği sonucuna ulaşılabilmektedir.

Şekil 3.14: Koşum Sayısının Belirlenmesi



Benzetim modeli çalışmalarında genelde %95 güvenilirlik seviyesinde analiz ve hesaplamalar yapılmaktadır. Araştırma kapsamında ameliyat odası benzetim modelinde %95 güvenilirlik seviyesi % 5 hata payı dikkate alınarak Formül 3.1 yardımıyla koşum sayısı $n = 50$ olarak belirlenmiştir. Koşum sayısı için gerekli güven aralıkları, standart sapma ve hata payına ilişkin hesaplamalar yapılmış ilgili tablo Ek 4’ de verilmiştir. Daha hassas sonuçlar elde edilmesi için hata payı % 4 alınarak %95 güvenilirlik seviyesinde 55 koşum veya tekrarın uygun olacağı düşünülmüştür.

Ameliyat odası benzetim modeline ilişkin farklı koşul ve özelliklerin düşünüldüğü 6 farklı senaryo oluşturulmuştur (Tablo 3.9). Senaryolar oluşturulurken ameliyatların gerçekleştirilmesine ilişkin sıralama kuralında hazırlık ve ameliyat sürelerini ağırlıklandırılan kontrol parametresi (α) ile gün içerisinde ameliyatı gerçekleştirilecek ameliyat (yarım günlük ve tam günlük blok süre için) sayısı değişkenleri temel alınmaktadır.

Tablo 3.9: Modele İlişkin Oluşturulan Senaryolar

		Kontrol Parametresi		
		$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0$	$\alpha = 1$
Ameliyat Sayısı	n = 3-6	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3
	n = 2-5	Senaryo 4	Senaryo 5	Senaryo 6

Senaryo1, Senaryo 2 ve Senaryo 3; yarım günlük (4 saat) blok süre içerisinde 3 ameliyat; tam günlük (8 saat) blok çalışma süresi içerisinde de 6 ameliyatın gerçekleştirileceği senaryolardır. Ameliyat ve hazırlık sürelerinin eşit ağırlıklandırılarak sıralamaya dahil edildiği Senaryo 1’de kontrol parametresi $\alpha = 0,5$ değerini almaktadır. Senaryo 2’de ameliyat süreleri dikkate alınmadan (günün ilk ameliyatı hariç) sadece hazırlık sürelerine göre ameliyatlar sıralanmakta dolayısıyla kontrol parametresi $\alpha = 0$ olmaktadır. Senaryo 3’de ise Senaryo 2’nin aksine hazırlık süreleri yerine ameliyat sürelerine göre ameliyat sıralaması gerçekleştirilmekte kontrol parametresi $\alpha = 1$

değerini almaktadır. $\alpha=1$ değerini alması, sıralama disiplininin SEPT sıralama kuralına dönüşmesi anlamına gelmektedir. Senaryo 4, Senaryo5 ve Senaryo 6'da aynı kontrol parametreleri ile gerçekleştirilecek ameliyat sayısının yarım günlük blok sürede 2; tam günlük blok sürede de 5 ameliyata düşürüldüğü koşullar incelenmektedir. Kontrol parametresindeki değişimin ameliyat sıralamalarına etkisi ve bu sıraya göre blok süre içerisinde tamamlanan ameliyat sayısı ile erken ve geç tamamlanma sürelerindeki değişimin incelenmesi amaçlanmaktadır.

Model kapsamında oluşturulan altı farklı senaryo için benzetim modeli ayrı ayrı 55 koşul çalıştırılmıştır. Her bir senaryo veya durum için elde edilen çıktılar istatistiksel olarak analiz edilerek karşılaştırılmıştır.

Çocuk cerrahisi ameliyat odası modelinde en önemli veriler, hastanın ameliyat odasına girişi ve ameliyat odasından çıkışı arasındaki süre olan *ameliyat süresi* ile hastanın ameliyat odasından çıkışı ile diğer hastanın ameliyat odasına alınması arasındaki süre olarak tanımlanan *hazırlık süreleridir*. Oluşturulan altı senaryo için gün bazında ameliyat ve hazırlık sürelerinin incelenmesinde Varyans (Anova) Analizi ve Kruskal Wallis Analizi kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre (Tablo 3.10) günlük yapılacak 3-6 ve 2-5 ameliyat sayısına göre gruplamada grup içerisinde %5 anlamlılık seviyesinde bir fark olmadığı ortaya çıkmıştır. Fakat günlük ameliyat sayısı 3 ameliyattan 2 ameliyata ve 6 ameliyattan 5 ameliyata düşürüldüğünde, hazırlık ve ameliyatlara için harcanan süreler arasında anlamlı bir fark olduğu ($p<0,05$) görülmektedir. Gerçekleştirilen ameliyat sayısı azaldığı için ameliyat ve hazırlık için harcanan ortalama süreler de azalmaktadır. Ameliyat sayısının azaltılması fazla mesaiye kalınan süreyi azaltırken diğer taraftan ameliyat odasının atıl kalmasına neden olabilmektedir.

Tablo 3.10: Günlük Ameliyat ve Hazırlık Sürelerine İlişkin Analiz Sonuçları

		Ameliyatlar için harcanan süre (dk/gün)				Hazırlıklar için harcanan süre (dk/gün)			
		Ort. süre (dk)	p	Grup ort. süre (dk)	p	Ort. süre (dk)	p	Grup ort. süre (dk)	p
3-6	Senaryo 1	246,38	1,000	246,30	0,001	54,25	0,678	53,49	0,001
	Senaryo 2	246,19				51,92			
	Senaryo 3	246,46				54,13			
2-5	Senaryo 4	198,17	1,000	198,06	0,001	42,02	0,962	41,90	0,001
	Senaryo 5	198,12				41,21			
	Senaryo 6	198,04				42,46			

Ameliyat odası için oluşturulan yaklaşık 40 haftalık benzetim modelinde gerçekleştirilen ameliyatların gün bazında erken/geç tamamlanma durumları, çalışmada performans ölçütleri olarak dikkate alınmıştır. Çizelgelenmiş ameliyatların günlük erken/geç tamamlanma süreleri altı farklı senaryo için incelenip karşılaştırılmıştır. Normal dağılım göstermeyen model çıktıları üzerinde yapılan non-parametrik testlerden Kruskal Wallis analiz sonuçları Tablo 3.11’de verilmektedir.

Tablo 3.11: Gerçekleştirilen Ameliyatların Erken/Geç Tamamlanma Durumları

Çizelgelenen Ameliyat Sayısı ve Senaryolar	Ort. Erken tamamlanma süresi (dk/gün)	Ort. Geç tamamlanma süresi (dk/gün)	Erken/Geç tamamlanma süresi ortalaması (dk/gün)	p	Erken/Geç tamamlanma süresi grup ortalaması (dk/gün)	p	
3-6 Senaryo 1 $\alpha = 0,5$	-37,5	12,3	-25,2	1,000	-25,9	0,001	
	Senaryo 2 $\alpha = 0$	-39,2	11,7				-27,5
	Senaryo 3 $\alpha = 1$	-37,7	12,5				-25,1
2-5 Senaryo 4 $\alpha = 0,5$	-91,7	3,2	-88,6	0,970	-88,8		
	Senaryo 5 $\alpha = 0$	-92,5	2,8				-89,6
	Senaryo 6 $\alpha = 1$	-91,4	3,2				-88,1

Tablo 3.11'e göre oluşturulan altı senaryoda da genel olarak erken tamamlanma durumlarıyla karşılaştığı gözlenmiştir. Ameliyathane ve hastane için önemli bir maliyet kaynağı olan fazla mesai veya geç tamamlanma durumları, önerilen senaryolarda önemli oranda azaldığı görülmektedir. Ameliyat sayısının azaltılmasından dolayı Senaryo 4, Senaryo 5 ve Senaryo 6'da erken tamamlanma sürelerinin arttığı görülmekte; ilk üç senaryoyla karşılaştırıldığında Senaryo 4, Senaryo 5 ve Senaryo 6'da haftada en az üç ameliyat daha az gerçekleştirilmektedir. Bu da ameliyat odasının çıktı performansının düşük olmasına sebep olabilmektedir.

Ameliyathane yönetimi ve planlamasında önemli performans ölçütlerinden bir diğeri de gerçekleştirilmiş ameliyat sayısıdır. Çocuk cerrahisine ayrılan blok süre içerisinde çizelgelenen ve tamamlanan ameliyat sayıları incelenmiştir. Senaryolarda çizelgelenmiş ameliyat sayısı ve kontrol parametresine göre %5 anlamlılık düzeyinde Kruskal Wallis analiz sonuçları Tablo 3.12'de verilmektedir.

Tablo 3.12: Planlanan – Tamamlanan Ameliyat Sayıları Analiz Sonuçları

Çizelgelenen Ameliyat Sayısı – Senaryo – Kontrol parametresi		Haftalık planlanan ort. ameliyat sayısı	Haftalık blok süre içerisinde tamamlanan ort. ameliyat sayısı	p	Grup için blok süre içerisinde tamamlanan ort. ameliyat sayısı	p	
3-6	Senaryo 1	$\alpha = 0,5$	21	20	0,971	19	0,001
	Senaryo 2	$\alpha = 0$	21	19			
	Senaryo 3	$\alpha = 1$	21	19			
2-5	Senaryo 4	$\alpha = 0,5$	16	16	0,999	16	
	Senaryo 5	$\alpha = 0$	16	16			
	Senaryo 6	$\alpha = 1$	16	16			

Benzetim modelinde planlanan tüm ameliyatlara, fazla mesai durumu ile karşılaşılsa bile o gün içerisinde tamamlanmaktadır. Fakat blok süre içerisinde fazla mesaiye kalmadan tamamlanan ameliyat sayıları planlanandan farklılık gösterebilmektedir. Tablo 3.12'ye göre ilk gruptaki Senaryo 1, Senaryo 2 ve Senaryo 3 grubu ile çizelgelenmiş ameliyat sayısının düşürüldüğü Senaryo 4, Senaryo 5 ve Senaryo 6'nın bulunduğu ikinci grup arasında planlanan ve blok süre içerisinde tamamlanan ameliyat sayıları açısından anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$). Planlanan ve blok süre içerisinde tamamlanan ameliyat sayıları incelendiğinde Senaryo 4, Senaryo 5 ve Senaryo 6'da herhangi bir sapma olmadan tüm ameliyatlara blok süre içerisinde gerçekleştirilebilmektedir. Senaryo 1, Senaryo 2 ve Senaryo 3'de planlanan ameliyatlara %90-95'i blok süre içerisinde gerçekleştirilebilmektedir. Sadece bir veya iki ameliyat blok süreyi aşabilmekte; geç tamamlanma durumlarına ve fazla mesai ihtiyacına sebep olabilmektedir. Planlanan ile gerçekleştirilen ameliyat sayısı arasında herhangi bir sapma yaşanmasa bile Senaryo 4, Senaryo 5 ve Senaryo 6'da ameliyat sayısı önemli oranda düşüktür.

Ameliyathanede ameliyat odasına ayrılan blok süreler günlere göre değişmektedir. Salı ve Cuma günleri 8 saatlik (tam gün); Pazartesi, Çarşamba, Perşembe günleri 4 saatlik (yarım gün) blok sürelerde ameliyatlara gerçekleştirilmektedir. Çalışma günlerine ve ameliyat sayılarına göre erken/geç tamamlanma durumları arasında ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Tablo 3.13'e göre

yarım gün (4 saat) blok sürelerde ameliyat sayısındaki değişim, erken/geç tamamlanma durumunu etkilemektedir. 4 saatlik blok sürede herhangi bir ameliyatın erken/geçliği diğer ameliyatlardan tolere edilemediği görülmektedir. Tam gün (8 saat) blok sürelerde 6 veya 5 ameliyatın olması erken/geç tamamlanma durumunu etkilememektedir. 8 saatlik blok sürelerde ameliyat sayısı yarım günlük blok süreye göre daha fazla olduğu için herhangi bir ameliyatta erkenlik/geçlikle karşılaşıldığında gün içerisinde bu süre diğer ameliyatlardan tolere edilebilmektedir. Bu anlamda 8 saatlik blok sürelerde ameliyatların çizelgelenmesi sürelerde karşılaşılabilecek sapmayı düşürecektir. Analiz sonuçları incelendiğinde de 8 saatlik blok sürelerde ameliyat sayısına göre erken/geç tamamlanma durumları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir ($p>0,05$).

Tablo 3.13: Çalışma Günlerine Ayrılan Blok Sürelere Göre Erken/Geç Tamamlanma Durumu Analiz Sonuçları (Senaryo = S)

Senaryo-Kontrol Par.- Amel. sayısı	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	$\alpha=0,5$	$\alpha=0$	$\alpha=1$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0$	$\alpha=1$
Günler	n=3-6			n=2-5		
Pazartesi	0,955			1,000		
	0,026					
Salı	0,845			0,939		
	0,302					
Çarşamba	0,947			1,000		
	0,001					
Perşembe	1,000			1,000		
	0,001					
Cuma	0,930			0,773		
	0,139					

Benzetim modelinde ameliyatlardan geliştirilen ve en önemli girdilerden olan ameliyat sıralama kuralına göre gerçekleştirilmektedir. Ameliyat sıralama kuralında, 0,5 – 0 - 1 olmak üzere üç değer alan kontrol parametresi yardımıyla ağırlıklandırılan ameliyat ve/veya hazırlık süreleri temel alınmaktadır. Bu değerlerle gerçekleştirilen

ameliyat sıralamalarının rastgeleliği araştırılmış; bunun için de istatistikteki Diziler testi (Runs test) kullanılmıştır. Tesadüfiliği ölçme testi olan Diziler testi, verilen seri gözlemler içinde bir değer daha sonraki gözlemleri etkileyip etkilemediğini incelemektedir. Eğer bir etkileme söz konusu değilse, gözlemlerin sıralamasının tesadüfi olduğuna karar verilir (Özdamar, 2004;486). Benzetim modelinin çalıştırılması ile elde edilen günlük ameliyat sıralamaları çıktıları kullanılarak yapılan diziler (runs) testi analizi sonuçları Tablo 3.14’de verilmektedir.

Tablo 3.14: Ameliyat Sıralamalarına İlişkin Diziler Testi Analiz Sonuçları

Çizelgelenen Ameliyat Sayısı – Senaryo – Kontrol parametresi			p
3-6	Senaryo 1	$\alpha = 0,5$	0,001
	Senaryo 2	$\alpha = 0$	0,056
	Senaryo 3	$\alpha = 1$	0,001
2-5	Senaryo 4	$\alpha = 0,5$	0,021
	Senaryo 5	$\alpha = 0$	0,422
	Senaryo 6	$\alpha = 1$	0,008

Kontrol parametresinin $\alpha = 0,5$ ve $\alpha = 1$ olduğu Senaryo 1 ve Senaryo 3 ile Senaryo 4 ve Senaryo 6’da ameliyatların rassallıktan uzak, belirli bir sırayı takip ettikleri sonucu elde edilmektedir ($p < 0,05$). Kontrol parametresinin $\alpha = 0$ olduğu Senaryo 2 ve Senaryo 5’de ameliyatların daha tesadüfi sıralandığı gözlenmektedir. $\alpha = 0$ olması, sıraya bağımlı hazırlık sürelerine göre (günün ilk ameliyatı hariç) ameliyatların sıralandığı senaryo durumudur. Ameliyat sürelerine göre hazırlık sürelerinde çok büyük sapmanın olmaması bu senaryolar için ameliyatların daha rassal sıralanma nedeni olabilmektedir.

Erken/geç tamamlanma süresinin performans ölçütü olarak dikkate alındığı tez çalışmasında, tam zamanında üretim felsefesi kapsamında termine en yakın zamanda tamamlanacak ideal ameliyat türü sıralaması araştırılmıştır. Senaryolara göre en fazla ve en az erken/geç tamamlanma sürelerine göre ameliyat sıralaması ve blok süre içerisinde tamamlanan ameliyat sayıları Tablo 3.15 ve Tablo 3.16’da verilmektedir.

Ameliyat türlerinin sıralanmaları incelendiğinde, hazırlık sürelerine bakılmaksızın günün ilk gerçekleştirilen ameliyatı, en kısa süreli ameliyat olduğu için, bu standart durum oluşturulan senaryoların tümünde aynıdır. Mevcut 15 ameliyat türü ve günde en fazla altı ameliyat gerçekleştirilen modelin çok büyük olmaması nedeniyle senaryolar arasında ameliyat sıralamaları açısından çok büyük farklılıklar görülmemektedir. Fakat modelde yaklaşık 40 haftalık süreç incelendiğinde blok süre içerisinde fazla mesaiye kalmadan tamamlanan en fazla ameliyat sayısı Senaryo 1’de; en az ise Senaryo 2’de görülmektedir. Bununla birlikte Senaryo 1, Senaryo 2 ve Senaryo 3’e incelendiğinde erken/geç tamamlanma sürelerinin çok yüksek olmadığı bu anlamda başarılı bir kullanım oranına sahip oldukları sonucuna ulaşılabilmektedir.

Gün içerisindeki aynı ameliyat türlerinin farklı senaryolarda çalıştırılması ile farklı erken/geç tamamlanma sonuçları elde edilmektedir. Genel Anestezi Altında Muayene, Sünnet gibi gibi ameliyatlar kısa süreli ameliyatlar oldukları için günün ilk ameliyatları, Stoma Grubu ve Kasık kanalı patolojileri de en uzun süreli ameliyatlar olarak gün içerisinde gerçekleştirilen son ameliyatlar olmaktadır.

Tablo 3.15: Senaryo 1, Senaryo 2 ve Senaryo 3 İçin En Kısa Erken/Geç Tamamlanma Süresine Sahip Ameliyat Türleri Sıralaması

1.Senaryo	E/G tamaml. sür.(dk)	1. ameliyat	2. ameliyat	3. ameliyat	4. ameliyat	5. ameliyat	6. ameliyat	Blok S.de tamaml. amel.say
	161	Gen.Anest. A. Mua.	Sünnet	Fren.Ling. Plast.	Kasık Kan.Pat.	Stoma Grubu	Kar. Kist Hid.Eksiz.	5
	-4	Sünnet	Sünnet	Sistosc. Gru.	Tirog. Kit. Eksiz.	Kasık Kan.Pat.	Apendek-Bridek	6
	-2	Gen.Anest. A. Mua.	Sünnet	Sünnet	Katat. Takıl.	Kasık Kan.Pat.	Stoma Grubu	6
	18	Gen.Anest. A. Mua.	Gen.Anest. A. Mua.	Endosc. Girişm.	Endosc. Girişm.	Hiposp.	Özefag. Atrez.	5
	5	Gen.Anest. A. Mua.	Endosc. Girişm.	Sistosc. Gru.	Cerrahi Biyop.	Kasık Kan.Pat.	Hiposp.	5
	210	Sistosc. Gru.	Apendek-Bridek	Stoma Grubu	-	-	-	1
	2.Senaryo	E/G tamaml. sür.(dk)	1. ameliyat	2. ameliyat	3. ameliyat	4. ameliyat	5. ameliyat	6. ameliyat
120		Gen.Anest. A. Mua.	Sünnet	Fren.Ling. Plast.	Kasık Kan.Pat.	Kar. Kist Hid.Eksiz.	Stoma Grubu	4
-4		Sünnet	Sünnet	Sistosc. Gru.	Tirog. Kit. Eksiz.	Kasık Kan.Pat.	Apendek-Bridek	6
-69		Gen.Anest. A. Mua.	Sünnet	Sünnet	Kasık Kan.Pat.	Katat. Takıl.	Stoma Grubu	6
3		Gen.Anest. A. Mua.	Gen.Anest. A. Mua.	Hiposp.	Endosc. Girişm.	Endosc. Girişm.	Özefag. Atrez.	5
-12		Gen.Anest. A. Mua.	Kasık Kan.Pat.	Cerrahi Biyop.	Endosc. Girişm.	Sistosc. Gru.	Hiposp.	5
210		Sistosc. Gru.	Apendek-Bridek	Stoma Grubu	-	-	-	1
3.Senaryo	E/G tamaml. sür.(dk)	1. ameliyat	2. ameliyat	3. ameliyat	4. ameliyat	5. ameliyat	6. ameliyat	Blok S.de tamaml. amel.say
	161	Gen.Anest. A. Mua.	Sünnet	Fren.Ling. Plast.	Kasık Kan.Pat.	Stoma Grubu	Kar. Kist Hid.Eksiz.	5
	-4	Sünnet	Sünnet	Sistosc. Gru.	Tirog. Kit. Eksiz.	Kasık Kan.Pat.	Apendek-Bridek	6
	-2	Gen.Anest. A. Mua.	Sünnet	Sünnet	Katat. Takıl.	Kasık Kan.Pat.	Stoma Grubu	6
	18	Gen.Anest. A. Mua.	Gen.Anest. A. Mua.	Endosc. Girişm.	Endosc. Girişm.	Hiposp.	Özefag. Atrez.	5
	33	Gen.Anest. A. Mua.	Endosc. Girişm.	Cerrahi Biyop.	Sistosc. Gru.	Kasık Kan.Pat.	Hiposp.	5
	210	Sistosc. Gru.	Apendek-Bridek	Stoma Grubu	-	-	-	1

Tablo 3.15'e göre blok süre içerisinde tamamlanamayan bir ameliyat için en fazla 210 dakikalık fazla mesaiye kalındığı görülmektedir. Apendektomi-Bridektomi ve Stoma grubu gibi iki uzun ameliyatın yarım günlük blok süre içerisinde gerçekleştirilmesinin çok uygun olmadığı düşünülebilir.

8 saatlik blok süreler incelendiğinde iki uzun süreli ameliyatın gün içerisinde gerçekleştirilmesi genelde fazla mesai ile karşılaşılmasına neden olmaktadır. Birden fazla uzun süreli ameliyatların aynı gün gerçekleştirilmesi gerekirse diğer dört ameliyat kısa süreli ve aynı ameliyatlar olması erken ve geç tamamlanma sürelerini düşürmektedir. Örneğin Senaryo 1'de kısa ameliyatlar olarak tanımlayabileceğimiz Genel anestezi altında muayene, sünnet ve kateter takılması ameliyatları ile uzun süreli ameliyat olan Stoma grubu ameliyatları ideal ameliyat grubu olabilmektedir.

Çizelgelenmiş ameliyat sayısının daha düşük olduğu (2-5 ameliyat) Senaryo 4, Senaryo 5 ve Senaryo 6 incelendiğinde sadece iki ameliyatın gerçekleştirildiği günlerde ameliyatların sıralamasında farklılık olmamaktadır. Beş ameliyatın gerçekleştirildiği günlerde yani 8 saatlik blok sürelerde ameliyatların farklı sıralamaları görülebilmektedir (Tablo 3.16).

Tablo 3.16: Senaryo 4, Senaryo 5 ve Senaryo 6 İçin En Kısa Erken/Geç Tamamlanma Süresine Sahip Ameliyat Türleri Sıralaması

4.Senaryo	E/G tamaml. sür.(dk)	1. ameliyat	2. ameliyat	3. ameliyat	4. ameliyat	5. ameliyat	Blok S.de tamaml. amel.say
	-1	Gen.Anest. A. Mua.	Kasık Kan.Pat.	Tirog. Kit. Eksiz.	Tirog. Kit. Eksiz.	Stoma Grubu	5
	-3	Cerrahi Biyop.	Sistosk. Gru.	Sistosk. Gru.	Hiposp.	Hiposp.	5
	-281	Gen.Anest. A. Mua.	Gen.Anest. A. Mua.	Sünnet	Sünnet	Fren.Ling. Plast.	5
	-11	Kasık Kan.Pat.	Apendek-Bridek	-	-	-	2
5.Senaryo	E/G tamaml. sür.(dk)	1. ameliyat	2. ameliyat	3. ameliyat	4. ameliyat	5. ameliyat	Blok S.de tamaml. amel.say
	-1	Gen.Anest. A. Mua.	Kasık Kan.Pat.	Tirog. Kit. Eksiz.	Tirog. Kit. Eksiz.	Stoma Grubu	5
	12	Cerrahi Biyop.	Sistosk. Gru.	Sistosk. Gru.	Hiposp.	Hiposp.	4
	-281	Gen.Anest. A. Mua.	Gen.Anest. A. Mua.	Sünnet	Sünnet	Fren.Ling. Plast.	5
	-11	Kasık Kan.Pat.	Apendek-Bridek	-	-	-	2
6.Senaryo	E/G tamaml. sür.(dk)	1. ameliyat	2. ameliyat	3. ameliyat	4. ameliyat	5. ameliyat	Blok S.de tamaml. amel.say
	11	Gen.Anest. A. Mua.	Kasık Kan.Pat.	Tirog. Kit. Eksiz.	Tirog. Kit. Eksiz.	Stoma Grubu	5
	-3	Cerrahi Biyop.	Sistosk. Gru.	Sistosk. Gru.	Hiposp.	Hiposp.	5
	-281	Gen.Anest. A. Mua.	Gen.Anest. A. Mua.	Sünnet	Sünnet	Fren.Ling. Plast.	5
	-11	Kasık Kan.Pat.	Apendek-Bridek	-	-	-	2

Senaryo 4, Senaryo 5 ve Senaryo 6'da gerçekleştirilen ameliyat sayısı azaldığı için erken/geç tamamlanma süreleri ilk üç senaryoya göre daha yüksektir. Bu durum ameliyat odasının daha fazla atıl durumda kaldığını göstermekte; etkin ameliyat odası kullanımını olumsuz etkilemektedir.

Tablo 3.16 incelendiğinde kısa süreli (sünnet, genel anestezi altında muayene, frenilium plastisi) ve aynı ameliyatlar 8 saatlik blok süre için çizelgelendiğinde uzun erken tamamlanma süreleriyle (281 dk) karşılaşılmaktadır. Bunun yerine sadece bir uzun süreli ameliyat (Stoma grubu), diğer ameliyatların da kısa süreli (tiroglossal kitle

eksizyonu, kasık kanalı patolojileri vb.) ve en az 2 ameliyatın aynı olması ideal ameliyat grubu olabilmekte; kısa erken tamamlanma (-1 dk) süreleriyle sonuçlanabilmektedir.

Elde edilen ameliyat sıralamaları ve bu sıralamalara göre elde edilen erken/geç tamamlanma süreleri değerlendirildiğinde gün içerisinde çizelgelenmesi gereken ideal ameliyat gurubu;

4 saatlik blok süre için;

Kısa süreli ameliyat + kısa süreli ameliyat+ uzun süreli ameliyat

8 saatlik blok süre için;

Kısa süreli ameliyat (aynı)+kısa süreli ameliyat (aynı)+ kısa süreli ameliyat+ kısa süreli ameliyat+ kısa süreli ameliyat+uzun süreli ameliyat

Kısa süreli ameliyat (aynı)+kısa süreli ameliyat (aynı)+kısa süreli ameliyat (aynı)+ kısa süreli ameliyat (aynı)+ uzun süreli ameliyat + uzun süreli ameliyat

şeklinde olursa daha düşük ameliyat süreleriyle karşılaşılabılır.

Benzetim modeli çıktıları değerlendirildiğinde 2-5 ameliyatın çizelgelendiği Senaryo 4, Senaryo 5 ve Senaryo 6 da hem erken tamamlanma sürelerinin arttığı hem de gerçekleştirilen ameliyat sayısının diğer senaryolara göre düşük olması nedeniyle bu senaryolar yerine Senaryo 1, Senaryo 2 ve Senaryo 3 'ün tercih edilmesi uygun görülmektedir. Ameliyathane yöneticisinin değerlendirme ve isteklerine göre farklı alternatifler seçilebilir.

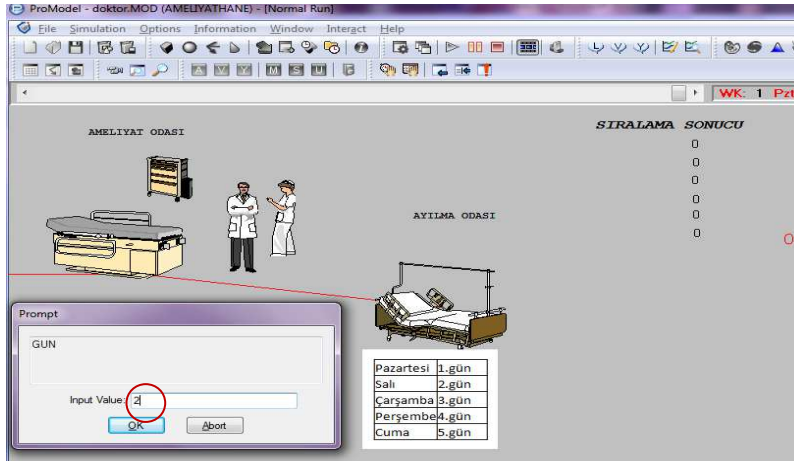
3.3.6. Ameliyathane Çizelgelemede Kullanıcılara Yönelik Arayüz Oluşturma

Ameliyathane yöneticisinin veya cerrahın ameliyat odası planlanması ve çizelgelenmesinde yardımcı olabilecek basit bir arayüz tasarlanmıştır. Promodel'de tasarlanan arayüz, kullanıcının sistemin işleyişine yönelik bir takım girdiler ile sürecin çıktılarının veya sonuçların elde edilebilmesi ve sınanması amacıyla hizmet etmektedir.

Arayüz sayfasında, cerrah ya da ameliyathane yöneticisi ameliyat gününü (çizelgeleme günü) sisteme veri olarak girmektedir. Örneğin Şekil 3.15'de çizelgesinin hazırlanmasının istendiği haftanın ikinci günü olan Salı günü değişken olarak belirtilmektedir. Gün verisinin sisteme girilmesi ile güne göre ameliyat odasına ayrılan

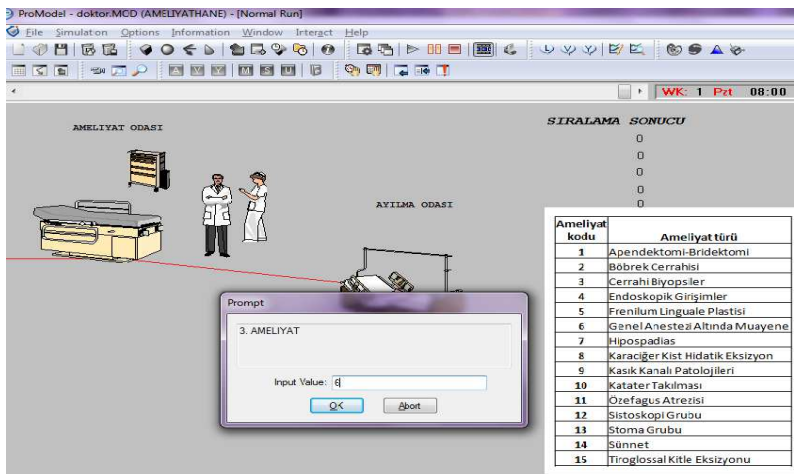
blok süre ve blok süre içerisinde gerçekleştirilecek ameliyat sayısı (örneğin; tam gün için ortalama 6 ameliyat, yarım gün için ortalama 3 ameliyat) tanımlanmış olmaktadır.

Şekil 3.15: Çizelge Oluşturulacak Gün Verisinin Sisteme Girilmesi



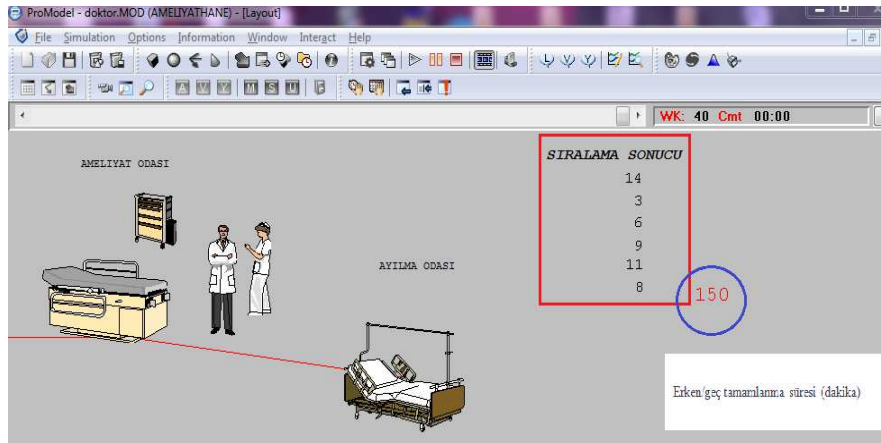
Ameliyat günü ve o güne ayrılan ameliyat odası blok süresi ile ameliyat sayısı belirlendikten sonra gerçekleştirilmek istenen ameliyat türlerine (kodlarına) ihtiyaç duyulmaktadır. Şekil 3.16'da görüldüğü gibi haftanın ikinci günü olan Salı günü için ayrılan tam günlük blok süre için yapılacak altı ameliyat türüne ait ameliyat kodları sırasıyla veri olarak sistemi girilmektedir.

Şekil 3.16: Ameliyat Türlerinin Veri Olarak Sisteme Girilmesi



İhtiyaç duyulan verilerin tanımlanması ve modelin çalıştırılması ile geliştirilen sıralama kuralına (SEPT ve SEPST) göre ameliyatların gerçekleştirilme sırası ve bu sıralama sonucunda karşılaşılabilecek erken veya geç tamamlanma durumunun raporu cerrah veya ameliyathane yöneticisine sunulmaktadır (Şekil 3.17).

Şekil 3.17: Ameliyatların Sıralama ve Erken/Geç Tamamlanmasına İlişkin Sistem Çıktısı



Şekil 3.17'ye göre Cerrah, 8 (karaciğer kist hidatik eksizyonu), 14 (sünnet), 6(genel anestezi altında muayene), 3(cerrahi biyopsiler), 9 (kasık kanalı patolojileri), 11(özefagus atrezisi) kodlu ameliyatları gerçekleştirmek istemektedir. Geliştirilen sıralama kuralına göre ameliyatlar 14-3-6-9-11-8 sıralamasına göre gerçekleştirilecek, gün sonunda yaklaşık 150 dakikalık geç tamamlanma durumu veya fazla mesai ile karşılaşılabilecektir. Böyle bir arayüz ile çizelgelemeyi yapacak cerrah veya ameliyathane yöneticisi haftalık ameliyat listesinden erken ve geç tamamlanma durumlarını en küçükleyecek şekilde ameliyatları haftanın çalışma günlerine dağıtıp elde edilen çıktılar sonucunda ameliyatların hangi sırada gerçekleştirilmesi gerektiği ve karşılaşılabilecek durumları sınavabilecek, çalışma programını da buna göre hazırlayabilecektir.

3.3.7. Mevcut Uygulama ve Önerilen Modelin Karşılaştırılması

Ameliyathanede Çocuk cerrahisi Ana Bilim Dalı, kendilerine ayrılan tek bir ameliyat odası ve bu odadaki atanmış blok süreler kapsamında ameliyatlarını gerçekleştirmektedirler. Gözlem ve elde edilen veriler doğrultusunda çocuk cerrahisi ameliyat odasına ilişkin benzetim modeli oluşturulmuş; modele gerekli verilerin ve komutların girilmesi ile model altı farklı senaryo için 55 koşum çalıştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar ile gelişme sağlanıp sağlanmadığı, gelişme sağlandıysa ne derece önemli olduğunun belirlenebilmesi için ameliyat odasındaki mevcut uygulama durumu ile karşılaştırılması gerekmektedir.

Ameliyat odasında mevcut durumda şikayet edilen en temel problemlerden biri ameliyat süreleri ve hazırlık sürelerine ilişkin belirsizliktir. Bu belirsizlikten dolayı ameliyat çizelgelemede ayrılan blok süre içerisinde gerçekleştirilebilecek ameliyat sayısına ilişkin tam kestirimde bulunulamamakta; bunun doğrultusunda da ameliyat odasında erken ve geç tamamlanma durumlarıyla sıkça karşılaşılmaktadır. Araştırma kapsamında ameliyat türlerine göre ameliyat ve hazırlık sürelerine ilişkin toplanan verilerin girildiği benzetim modelinin çalıştırılması sonucunda elde edilen çıktılar doğrultusunda erken/geç tamamlanma süreleri hesaplanmıştır. Tablo 3.17’de ameliyat odasında karşılaşılan mevcut ortalama erken/geç tamamlanma süreleri ile önerilen benzetim modelindeki ortalama erken/geç tamamlanma süreleri karşılaştırılmaktadır.

Tablo 3.17: Erken/Geç Tamamlanma Sürelerinin Karşılaştırılması

	Mevcut Durum	Önerilen Model					
		Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4	Senaryo 5	Senaryo 6
Erken tamamlanma süresi (saat/hafta)	5	3,13	3,3	3,15	7,6	7,7	7,6
Geç tamamlanma süresi (saat/hafta)	4	1	1	1,1	0,3	0,25	0,3

Tablo 3.17 incelendiğinde mevcut durumda karşılaşılan haftalık erken tamamlanma süresi olan 5 saat önerilen modelde ilk üç senaryo için yaklaşık 3 saate

düşürülebilmektedir. Senaryo 4, Senaryo 5 ve Senaryo 6’da ameliyat sayıları azaltıldığı için erken tamamlanma süreleri fazlaca artmıştır. Fazla mesaiye kalınan geç tamamlanmalara ilişkin sonuçlar incelendiğinde ilk üç senaryoda mevcut duruma göre geç tamamlanma süresi %75 oranında azaltılarak yaklaşık 1 saate düşürülmüştür. Senaryo 4, Senaryo 5 ve Senaryo 6’da genelde erken tamamlanma durumları söz konusu olduğu için geç tamamlanma süresi de oldukça düşük elde edilmiştir.

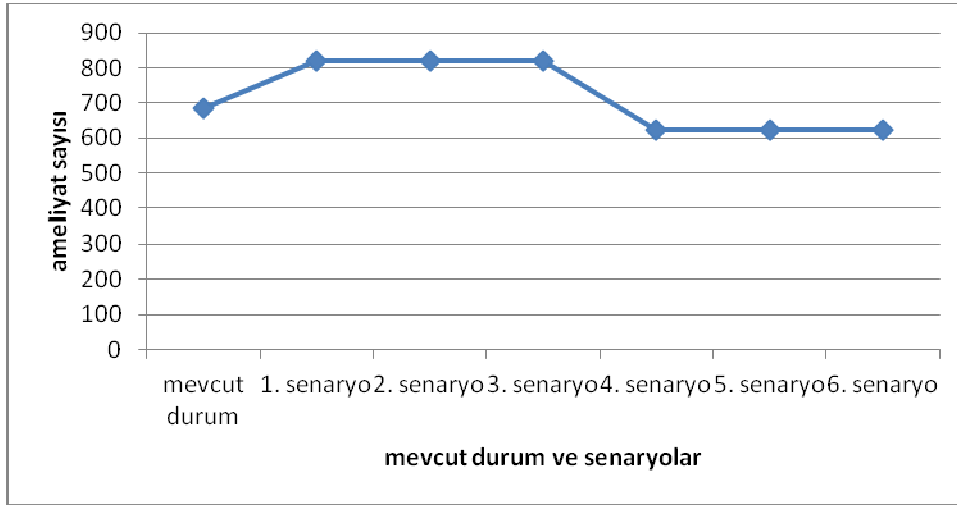
Ameliyathane için önemli performans ölçütlerinden biri de üretim sistemlerinde çıktı miktarı olarak tanımlanan, gerçekleştirilen ameliyat sayısıdır. Modelde planlanan tüm ameliyatların gerçekleştirildiği varsayılmıştır. Fakat etkin bir ameliyat odası kullanımı için ameliyatların blok süreler içerisinde gerçekleştirilmesi gerekmekte bunu belirleyebilmek için de modelde blok süre aşılmadan tamamlanan ameliyat sayılarının da incelenmesi gerektiği düşünülmüştür. Tablo 3.18’de çizelgelenen veya planlanan ameliyat sayıları ile bu ameliyatlardan kaç tanesinin blok süre içerisinde tamamlandığı mevcut uygulama ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 3.18: Ameliyat Sayılarının Karşılaştırılması

	Mevcut Durum	Önerilen Model					
		Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4	Senaryo 5	Senaryo 6
Planlanan Ameliyat sayısı/hafta	20-23	21	21	21	16	16	16
Blok süre içerisinde tamamlanan ameliyat sayısı/hafta	17	20	19	19	16	16	16
65280 dakikalık çalışma kapsamında çizelgelenen hasta sayısı	685	819	819	819	624	624	624

Senaryo 4, Senaryo 5 ve Senaryo 6 da planlanan ile blok süre içerisinde tamamlanan ameliyat sayıları eşittir. Bu durumda geç tamamlanma veya fazla mesaiye kalmadan genelde ameliyatlar tamamlanabilmektedir. Fakat modelin oluşturulduğu yaklaşık 40 haftalık bir dönem için toplam gerçekleştirilen ameliyat sayısı mevcut duruma göre düşüktür. Ayrıca blok süre içerisinde gerçekleştirilen ameliyat sayısı da mevcut uygulamadan daha azdır

Şekil 3.18: Gerçekleştirilen Ameliyat Sayıları Mevcut Durum ve Önerilen Senaryo Değerleri



Senaryo 1’de haftada sadece ortalama tek bir ameliyat blok süre aşılarak gerçekleştirilmektedir. Senaryo 2 ve Senaryo 3 de bu sayı iki ameliyat olarak elde edilmiştir. Mevcut durum da ise blok süre içerisinde gerçekleştirilen ameliyat sayısı daha az ve planlanan ameliyat sayısından daha düşüktür. Ayrıca yaklaşık 40 haftalık bir dönem de toplam gerçekleştirilen ameliyat sayısı ilk üç senaryoda mevcut duruma göre daha yüksektir (Şekil 3.18).

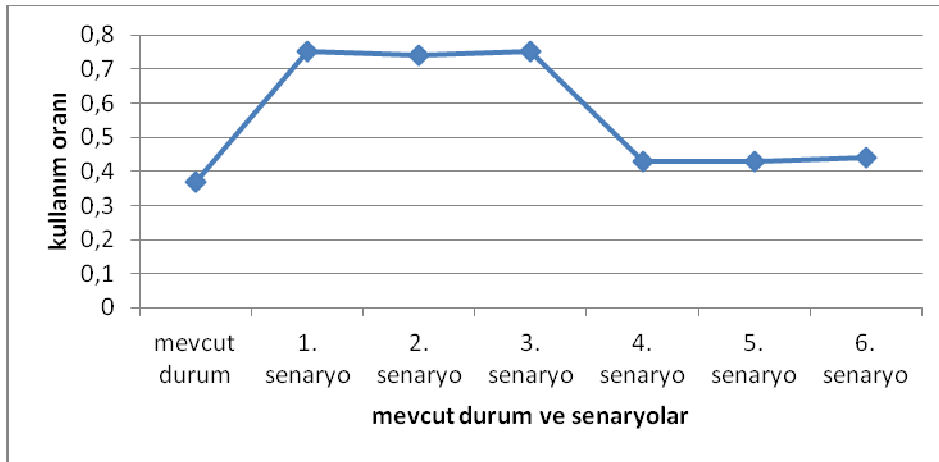
Tez çalışmasının amacını oluşturan ameliyat odası kullanım oranına ilişkin mevcut durum ile benzetim modeli çıktılarının karşılaştırmaları Tablo 3.19’de verilmektedir. Çocuk cerrahisi ameliyat odasına yönelik verilerin toplandığı süre aralığı ve modelin oluşturulduğu yaklaşık 40 hafta için ameliyat odasının kullanılabilir olduğu süre 65280 dk. (1088 saat) olarak dikkate alınmıştır. Bu süre temel alınarak 1088 saat için ameliyat odası kullanım oranı hesaplanmıştır.

Tablo 3.19: Ameliyat Odası Kullanım Oranlarının Karşılaştırılması

		Mevcut Durum	Önerilen Model					
			Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4	Senaryo 5	Senaryo 6
Ameliyatlara için harcanan süre (dk)	Blok süre dışındaki ameli. dahil	39276	48056	48010	48072	38623	38581	38599
	Blok süre içeris. ameli.	20787	38300	38001	38230	20088	19927	20115
Hazırlıklar için harcanan süre (dk)		3585	10642	10153	10603	8248	8053	8321
Ameliyat odası kullanım oran	Blok sürenin aşıldığı kullanım dahil	0,66	0,90	0,89	0,90	0,72	0,71	0,72
	Blok süre içerisinde ki kullanım	0,37	0,75	0,74	0,75	0,43	0,43	0,44

Ameliyat odası kullanım oranı, ameliyatlara için harcanan süreler ile hazırlık sürelerinin toplamının, ameliyat odasının kullanılabilir olduğu süreye oranlanması ile elde edilmektedir. Çocuk cerrahisi ameliyat odasında erken ve geç tamamlanma durumlarıyla karşılaştığı için iki kullanım oranı hesaplanmıştır; Fazla mesaiye kalınarak tamamlanan ameliyatlara sürelerinin dahil edildiği kullanım oranı ve sadece blok süreler içerisindeki süreleri dikkate alan kullanım oranıdır. Ameliyat odasında mevcut kullanım oranı fazla mesaidaki süreler dahil edildiğinde bile % 66 ile hedeflerin çok altında görülmektedir. Blok süre içerisindeki kullanımlar dikkate alındığında ise daha da düşük bir kullanım oranına sahiptir.

Şekil 3.19: Ameliyat Odası Kullanım Oranı Mevcut Durum ve Önerilen Senaryo Değerleri



Şekil 3.19’da görüldüğü gibi oluşturulan benzetim modelinden elde edilen sonuçlara göre Senaryo 1, Senaryo 2 ve Senaryo 3’de sadece blok süreler içerisindeki kullanım oranı ile literatürdeki %70 ameliyat odası kullanım hedefi aşıp %75 kullanım oranına ulaşılmaktadır. Senaryo 4, Senaryo 5 ve Senaryo 6 da ise mevcut durumdan daha yüksek kullanım oranlarına ulaşılmış; fakat %70 kullanım oranı hedefi sağlanamamıştır.

Ameliyat odasına ilişkin geliştirilen modelde altı senaryodan hangilerinin performans ölçütleri ve hedefler açısından daha iyi sonuçlar verdiği Tablo 3.20’de özetlenmektedir.

Tablo 3.20: Senaryoların Performans Göstergeleri ve Hedefler Açısından Karşılaştırılması

	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4	Senaryo 5	Senaryo 6
Ameliyat odası kullanım oran	✓	✓	✓			
Gerçekleştirilen ameliyat sayısı	✓	✓	✓			
Erken tamamlanma süresi	✓	✓	✓			
Geç tamamlanma süresi	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Çocuk cerrahisi Ameliyat odasının kullanım oranını yükseltmesi ve hedeflenen kullanım oranını sağlayabilmesi için Senaryo 1, Senaryo 2 ve Senaryo 3 benzetim modellerinin uygulanması olumlu sonuçlar sağlayacağı; hem erken/geç tamamlanma süreleri, hem gerçekleştirilen ameliyat sayıları açısından performansı iyileştirileceği düşünülmektedir. Ameliyathane yöneticisi veya cerrahın tercihinine göre alternatifler değerlendirilip farklı tercihler yapılabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, hastanelerin en önemli maliyet ve gelir birimlerinden olan ameliyathane kaynaklarından ameliyat odasının kullanım oranının artırılması hedeflenmektedir. Belirsizlik ve değişkenliğin fazlaca yaşandığı ameliyathane ortamlarında pek çok problemle karşılaşmakta bunların üstesinden gelebilmek, insan hayatının söz konusu olduğu böyle bir ortamda çok daha önemli hale gelmektedir.

İnsan faktörünün ön planda olduğu sağlık bakım işletmelerinde, endüstri veya üretim sistemlerindeki kadar belirli bir standartta çalışılabilmesi oldukça zordur. Fakat belirli bir oranda standardın sağlanması veya en azından yaklaşıma çalışılmasının hem sistem hem çalışan hem de müşteri olan hastalar açısından çok büyük katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Bu nedenle ameliyathane sistemlerine ilişkin bir çizelgeleme disiplini önerisi geliştirilmiş; önerilen modelin denemeleri gerçek bir ortam için yapılmıştır. Ameliyathanede çocuk cerrahisi ameliyat odasının uygulama alanı olarak ele alındığı bu çalışmada benzetim yöntemi yardımıyla analizler ve değerlendirmeler yapılmıştır.

Hizmet işletmeleri ve diğer hastane birimleri gibi ameliyathanelerde karşılaşılan en önemli problem, süreler ve süreçlere ilişkin belirsizlik ve değişkenliktir. Ameliyat ve ameliyathane arasında gerçekleştirilen hazırlıklara ilişkin süre belirsizliklerinin yanında ameliyatı gerçekleştirecek her hasta ve koşulun diğerinden farklı olması problem veya sistemin yapısını daha da karmaşıktırmakta ve zorlaştırmaktadır.

Karmaşık ve belirsizliğin yoğun olarak yaşandığı ameliyathane ortamının konu edinildiği bu çalışmanın ilk aşamasında, ameliyathanedeki ameliyat süreci gözlenmiş, bu süreçteki her adıma ilişkin süre aralıklarının tanımlanması uzman cerrahlarla görüşmelerden ve literatürdeki çalışmalardan faydalanılarak yapılmıştır. Tez kapsamında ameliyathanedeki çocuk cerrahisi anabilim dalının ameliyat odası ve bu odada gerçekleştirilen elektif ameliyat süreçleri temel alınmıştır. Çocuk cerrahisi ana bilim dalının ameliyathanede gerçekleştirilen en fazla ameliyat türüne sahip ve bu farklı ameliyat türlerinin süre tahminlenmesinde ve çizelgelenmesinde en fazla sorunla karşılaşan bölümlerden biri olduğu gözlenmiştir. Bunun yanında ameliyathane gerçekleştirilen hastaların çocuk olması daha fazla hassasiyet ve dikkat gerektirmekte;

erken/geç tamamlanma durumlarının önemi artmaktadır. Bunlar, çocuk cerrahisi bölümünün çalışma kapsamında konu edinilmesinin nedenlerini oluşturmaktadır.

Öncelikle ameliyathanede gerçekleştirilen elliye yakın ameliyat türü uzman cerrah ve cerrah asistanlarıyla görüşülerek, en sık karşılaşılan ameliyatlardan birbirine yakın ve benzer ameliyat türleri aynı grupta toplanmış; 15 ameliyat türü elde edilmiştir. Yaklaşık 40 hafta için gün bazında elde edilen veriler yardımıyla gerçekleştirilmiş ameliyatlara ilişkin süre verileri toplanmıştır. Bu veriler günler ve ameliyat türlerine göre hazırlık süreleri ile ameliyat süre aralıkları temel alınarak düzenlenmiştir. Düzenlenen bu geçmiş verilerin ortalama, standart sapma, olasılık dağılımları vb. analiz edilmiş; literatürdeki çalışmalar ışığında ameliyat ve hazırlık süreleri, olasılık dağılımları ile ifade edilmiştir.

Ameliyathanelerin en önemli özelliklerinden olan belirsizlik ve değişkenliğin, verilerin olasılık dağılımlarıyla tanımlandığı ve girildiği bir ortamda modellenmesi ve değerlendirilmesini sağlayabilecek benzetim yönteminin çalışmada kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür. Aynı zamanda ameliyat odasının bilgisayar ortamında bir modelinin oluşturulması ve işleyişinin takip edilmesi, süreci çözümlenmede faydalı olabilecektir. Bunların da ötesinde geliştirilen ve önerilen yaklaşımların, insan hayatının söz konusu olduğu ameliyathane ortamında uygulanmasından önce benzetim modeli üzerinde çalıştırılması ve denenmesinin, karşılaşılabilecek tehlike ve riski azaltacağı düşünülmüştür.

Gözlemlenen ve incelenen ameliyat odası ile ameliyat süreci, benzetim programı Promodel kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmış, modellenmiştir. Süre ve süreçlerle ilgili gerekli veriler olasılık dağılımları yardımıyla modele aktarılmıştır. Çalışmada geliştirilen, ameliyat sürelerinin yanında hazırlık sürelerini de dikkate alan ameliyat sıralama kuralı SEPST, benzetim modeline kodlama dili yardımıyla aktarılmıştır.

SEPST, bu çalışmada geliştirilen ameliyat odası kullanım oranını artırmada etkili olabilecek bir sıralama kuralıdır. Ameliyat sürelerinin yanında ameliyatlarda arasındaki sıraya bağımlı hazırlık sürelerini dikkate alan SEPST, tam zamanında üretimin erken ve geç tamamlanma sürelerinin en küçüklenmeye çalışıldığı termine en yakın zamanda hizmetin sağlanması felsefesini temel almaktadır. Sıralama kuralına göre

günün gerçekleştirilecek ilk ameliyatı, en kısa süreli ameliyat olarak seçilmektedir. Sonraki ameliyatlar ise ∞ kontrol parametresi yardımıyla hazırlık ve ameliyat süreleri ağırlıklandırılarak, en kısa ameliyat ve/veya hazırlık sürelerine göre sıralanmaktadır.

Çocuk cerrahisi ana bilim dalında hastaların çocuk olması nedeniyle yaşı daha küçük ve daha kısa süreli ameliyatların önce yapılması istenmektedir. Ayrıca ameliyat ve hazırlık süreleri kısa olan ameliyatların önce yapılması günün ilerleyen vakitlerindeki belirsizliği ve değişkenliği azaltacak, blok süre sonunda gerçekleştirilmiş ameliyat sayısını da artıracaktır. Çocuk cerrahisi ana bilim dalı ve tüm ameliyathanede temel amaç, hastaların teşhis ve tedavilerini gerçekleştirerek en güvenli ve konforlu bir şekilde en kısa sürede bu süreci tamamlayabilmelerini sağlamaktır.

Ameliyathanede çocuk cerrahisi anabilim dalına ayrılmış tek bir ameliyat odasının olması ve ameliyatların sadece bu odada gerçekleştirilmesi, mevcut durumun üretimdeki tek makineli veya tek servisli çizelgeleme problemi olarak düşünülebileceği sonucuna ulaştırmıştır. Tek makineli veya tek servisli çizelgeleme problemleri genelde, üretim veya servis süresinin, her makinede harcanan sürenin ve en büyük gecikmenin en küçüklenmesi gibi amaçlara sahip olmaktadır. Bu çalışmada da ameliyatların yüksek kalite ve güvende gerçekleştirilmesi amacı yanında ameliyatların ayrılan blok süreden erken/geç tamamlanmalarının en küçüklenmesi yoluyla hastanenin en önemli kaynaklarından ameliyat odası kullanım oranının artırılması hedeflenmektedir.

Ameliyat odasının kullanım oranı, ameliyatlar için harcanan süreler ile hazırlıklar için harcanan sürelerin toplamının ameliyat odasının mevcut kullanılabilir olduğu süreye oranlanmasıyla elde edilmektedir. Oluşturulan benzetim modelinin çalıştırılması ve elde edilen çıktılarının analiz edilmesiyle önerilen modele ait ameliyat odası kullanım oranı hesaplanmıştır. Mevcut kullanım oranı ile karşılaştırıldığında sıralama kuralı temeline dayalı önerilen modelde, kullanım oranının önemli oranda arttığı; literatürdeki %70 kullanım oranı hedefine ulaştığı görülmektedir. Hastanenin en önemli kaynaklarından ameliyat odası kaynağının kullanım etkinliğinin artırılması ameliyat odası performansındaki gelişmeyi göstermektedir.

Çalışmada üzerinde önemle durulan diğer bir konu ameliyatların, blok süreden erken ve geç tamamlanma süreleridir. Ameliyatların çizelgelenen süreden erken tamamlanması ameliyat odasının atıl durumda kalmasına ve kullanım oranının düşmesine

neden olmaktadır. Geç tamamlanma durumu ise fazla mesai ile karşılaşılması sonucu ve hastaneye ek maliyet anlamına gelmekte; etkin ameliyat odası kullanımını olumsuz etkilemektedir. Fazla mesainin çalışan personel üzerinde olumsuz etkileri de söz konusu olabilmektedir. Bazı durumlarda ameliyat iptalleri veya ertelemeleri ile birlikte gerçekleştirilen toplam ameliyat sayısında azalmaya sebep olabilmektedir. Geliştirilen ocuk cerrahisi benzetim modelinde elde edilen erken ve geç tamamlanma sürelerine ilişkin çıktılar, mevcut durumla karşılaştırıldığında önemli bir azalma olduğu görülmekte; ameliyat odası kullanım performansını artırdığı sonucuna ulaşılabilmektedir.

Ameliyat odası benzetim modelinin, cerrah veya ameliyathane yöneticileri tarafından çizelgelemede kullanılabilmesi için çalışmada Promodel yardımıyla bir arayüz oluşturulmuştur. Planlanan gün için ameliyatların gerçekleştirilme sırası ve karşılaşılabilecek erken/geç tamamlanma süreleri, kullanıcılar tarafından gözlenebilecek; elde edilen sonuçlar doğrultusunda ameliyat türleri ve sıralamalarında değişiklik yapılarak isteğe bağlı olarak daha farklı çizelgeler oluşturulabilecektir. Bu doğrultuda cerrahların kendi ameliyat programlarını oluşturmaları çok daha kolay ve etkin olacaktır.

Ameliyathanedeki diğer cerrahi bölümlerde benzer şekilde sürecin işleyeceği düşünülmektedir. Ameliyat türlerinin sürelerine yönelik tam olmasa da yakın kestirimlerde bulunulacak şekilde sürelerin ve süre aralıklarının tanımlanması ile standarda yaklaştırılacaktır. En önemlisi gün içerisinde gerçekleştirilecek ameliyatların belirli bir sıralama disiplinine sahip olmasıdır. Uygulanan SEPST sıralama kuralı, gerçekleştirilecek ameliyat sırasının belirsiz olduğu ameliyat odasında, hasta akış sürecinin daha sistematik bir yapıya dönüştürülmesini sağlayacaktır. Günün hangi vaktinde ameliyat olacağının bilinmemesi hasta ve hasta yakınları üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Bu anlamda hastanın bilgilendirilmesi konusunda, belirlenen ameliyat sırasına göre tam olmasa bile yaklaşık bir ameliyat saatinin verilmesi hasta memnuniyeti artıracaktır. Ayrıca ameliyatların belirli bir disipline göre sıralanması veya belirli bir disipline sahip olması ameliyat ekibi veya personelinin de vakit kaybını önleyecek, hata yapma riskini düşürecektir.

Önerilen SEPST sıralama kuralına dayalı çizelgeleme yaklaşımıyla sistemin daha düzgün çalışacağı; belirsizlik ve değişkenliğin yoğun olduğu ameliyathanede, uzun bekleme süreleriyle karşılaşan hasta, cerrah ve diğer personelde memnuniyeti artıracığı düşünülmektedir. Ameliyat iptalleri ve ertelemeleri azaltılarak, yapılması planlanan ameliyathane zamanında başlayıp uzun bekleme süresine maruz kalmadan gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. İnsan faktörünün en önemli belirleyici etken olduğu ameliyathane gibi bir ortamda sistemli ve standarda yakın bir şekilde sürecin işlenmesine faydalı olacağı düşünülmektedir. Mevcut durum ve önerilen yaklaşım karşılaştırıldığında ameliyat odası kullanım oranı, erken/geç tamamlanma süreleri ve gerçekleştirilen ameliyat sayıları açısından önerilen sıralama kuralına dayalı yaklaşımın daha iyi sonuçlar verdiği ve daha etkili olduğu sonucuna varılmaktadır.

Öncelikli amacı kar elde etmek yerine bireylere doğuştan sağlanan bir hak olan sağlık hizmetinin kaliteli şekilde sunulması olan hastane işletmeleri, en geniş potansiyel müşteri kitlesine sahiptirler. Bu çalışmanın hastaların güvenliği, sağlığı, memnuniyeti açısından ve hastane yönetimi ile çalışanların isteklerinin karşılanması açısından yararlı olacağı; mesleki bir örgüt olan ve sosyal sorumluluğa sahip hastane işletmesinin amaçlarına ulaşmada katkı sağlaması amaçlanmaktadır. Ameliyathane gibi alt bölümlerden ve tüm hastane sisteminden etkilenen sağlık hizmetinin sağlanması amacı taşıyan hastaneler günümüzün en karmaşık işletmeleridir. Bu çalışma ile hastane ameliyathanesindeki sürecin standardize edilmesi, zaman ve maddi kaynakların etkin kullanılması ve sistematik bir işleyiş gerçekleştirilebilecektir. Üretim/hizmet işletmelerinde önemli bir karar verme aracı olan çizelgelemenin kullanıldığı hastane ameliyathane ortamında ihtiyaç duyulan kaynakların ve süreçlerin doğru şekilde planlanması; hastane işletmeciliği yönetimi açısından, mevcut kısıtlı kaynakların etkin ve verimli kullanımı sağlanabilecektir. Hastane maliyetinin yükselmesine sebep olan fazla mesai gibi faktörlere ilişkin gelişmeler sayesinde işletme yönetimlerinin temel hedeflerinden olan daha verimli ve daha düşük maliyetli bir hizmet gerçekleştirilecek; öncelikli amacı kar sağlamak olmasa da yönetiminde geçerli olan ekonomi kurallarına ilişkin gelişmeler sağlanacaktır.

Bu çalışmada Osmangazi Tıp Fakültesi Hastanesi ameliyathanesinde çocuk cerrahisi bölümünden alınan veriler doğrultusunda denemeler gerçekleştirilmiştir. Çalışma genişletilip diğer cerrahi bölümlere ait verilerin elde edilmesiyle

ameliyathanenin tümü için bir kullanım oranı hesaplanarak değerlendirilebilir. Daha sonra farklı hastanelerin ameliyathanelerinden alınan veriler ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak değerlendirilebilir.

Önerilen çizelgeleme yaklaşımında cerrahların yeteneklerinin aynı olduğu varsayımı altında problem çözülmeye çalışılmış, cerrah ve ameliyat ekibi farklılığı göz ardı edilmiştir. Çizelgeleme sürecine doktor ve ameliyat ekibi ölçütleri de eklenerek süre tahminlemesi yeniden gerçekleştirilebilir. Ayrıca cerrah ve diğer ameliyathane personelinin iş yüklerinin dengelenmesi de araştırmaya dahil edilebilir.

Elektif ameliyat süreçlerinin dikkate alındığı çalışmada, acil ameliyatlar için özel bir ameliyat odasının ayrıldığı varsayılmıştır. Ameliyat sıralama kuralı, aciliyet durumlarının derecelendirilerek acil ameliyatları da göz önüne alarak geliştirilebilir.

Çalışmanın performans ölçütleri olarak belirlenen erken ve geç tamamlanma sürelerinin ameliyathane ve hastane için finansal karşılıkları araştırılıp, hangisinin diğerine göre daha önemli olduğu incelenebilir. Hastanelerin hasta memnuniyetini yükseltirken maliyetleri azaltıp finansal getirilerin sağlanması amaçları doğrultusunda maliyetlerin hesaba katılacağı böyle bir çalışmada ameliyathane veya hastane yönetimi tercihinin göre alternatif stratejiler belirlenebilir.

Verilerin olasılık dağılımları ile tanımlandığı ameliyat odası benzetim modeli, uzmanlarla daha fazla görüşülerek ameliyat sürecine ilişkin bilgi tabanı ve kuralların oluşturulması ile kural tabanlı uzman sistemler yaklaşımıyla incelenebilir. Verilerin olasılıklı olduğu durumlarda çalışabilen ve mantık kuralları kullanan kural tabanlı yaklaşımdan elde edilecek sonuçlar ile benzetim modeli sonuçları karşılaştırılabilir. Son yıllarda kullanımları gittikçe artan farklı uzman sistemler ameliyat odası modelinin analizinde değerlendirilebilir.

Sadece ameliyathane için genelleme yapılmaya çalışılsa da farklı sektörlerde ve işletmelerde bu yaklaşım uygulanabilir. Üretim veya hizmet işletmelerinde kaynak kullanımını artırmak ve erken/geç tamamlanma sürelerinin en küçüklenmesi amacıyla işlem ve hazırlık sürelerini dikkate alan, öncelikli işlerin veya öncelikli siparişlerin sırasıyla yapılması temeline dayanan bir yaklaşım geliştirilebilir.

Geliştirilen model yaklaşık 40 haftalık veriler doğrultusunda oluşturulmuştur. Daha fazla ameliyat türünün ve bu ameliyat türlerine ilişkin sürelerin tutulduğu geniş

bir veri tabanının oluşturulması ve böyle bir veri tabanından elde edilen verilerle yapılabilecek incelemeler ve analizler, standarda yakın daha gerçek değerler elde edilmesini sağlayacaktır. Bu süreç ameliyathane dışında farklı hastane ortamları olmak üzere farklı hizmet sistemleri için de geliştirilerek uygulandığında başarılı sonuçlara ulaşabileceği düşünülmektedir.

EKLER

EK1: Ameliyat Süreleri Normal Dağılım Verileri

Ameliyat Türü		Normal Dağılım Verileri $N(\mu, \sigma^2)$
1	Apendektomi-Bridektomi	N (130, 31.4)
2	Böbrek Cerrahisi	N (250, 85.8)
3	Cerrahi Biyopsiler	N (62.8, 23,8)
4	Endoskopik Girişimler	N (43.5, 24.2)
5	Frenilum Linguale Plastisi	N (37.1, 20.5)
6	Genel Anestezi Altında Muayene	N (26.7, 10.2)
7	Hipospadias	N (102, 67.3)
8	Karaciğer Kist Hidatik Eksizyon	N (203, 45.8)
9	Kasık Kanalı Patolojileri	N (75.3, 32.6)
10	Katater Takılması	N (52.6, 33.6)
11	Özefagus Atrezisi	N (134, 47.5)
12	Sistoskopi Grubu	N (66, 60)
13	Stoma Grubu	N (147, 72.6)
14	Sünnet	N (30.6, 10.1)
15	Tiroglossal Kitle Eksizyonu	N (69.7, 7.2)

EK2: Ameliyatlar Arası Sıraya Bağımlı Hazırlık Süreleri Üçgen Dağılım Verileri Triangular (min,mod,max)

Ameliyat Türleri	Apendektomi-Bridektomi	Böbrek Cerrahisi	Cerrahi Biyopsiler	Endoskopik Girişimler	Frenilum Linguale Plastisi	Genel Anestezi Altında Muayene	Hipospadias	Karaciğer Kist Hidatik Eksizyon	Kasık Kanalı Patolojileri	Katater Takılması	Özefagus Atrezisi	Sistoskopi Grubu	Stoma Grubu	Sünnet	Tiroglossal Kitle Eksizyonu
Apendektomi-Bridektomi	(1,7,21)	(2,23,101)	(1,23,80)	(1,4,32)	(1,11,26)	(1,13,50)	(3,16,67)	(5,23,73)	(1,10,57)	(1,25,96)	(2,36,82)	(1,14,65)	(11,24,112)	(1,12,32)	(2,26,84)
Böbrek Cerrahisi	(2,15,68)	(2,28,105)	(1,15,66)	(1,18,38)	(5,15,35)	(1,20,30)	(3,11,69)	(2,24,64)	(1,19,57)	(1,22,95)	(14,50,72)	(1,20,66)	(1,16,109)	(1,16,33)	(1,12,25)
Cerrahi Biyopsiler	(1,7,20)	(2,17,70)	(1,15,29)	(2,10,25)	(5,11,26)	(1,12,23)	(4,17,64)	(6,15,34)	(1,16,28)	(5,14,62)	(3,28,44)	(9,18,19)	(2,11,95)	(1,8,33)	(3,10,25)
Endoskopik Girişimler	(2,12,77)	(7,13,61)	(2,18,33)	(1,6,24)	(5,19,42)	(2,4,22)	(1,22,69)	(6,14,42)	(9,19,21)	(4,12,54)	(1,25,55)	(1,7,15)	(1,19,111)	(1,9,33)	(1,2,4)
Frenilum Linguale Plastisi	(3,5,13)	(9,19,28)	(1,6,24)	(1,1,4)	(1,8,18)	(3,11,17)	(5,9,11)	(9,25,46)	(4,11,18)	(8,31,47)	(6,15,53)	(2,5,35)	(6,12,39)	(3,9,16)	(2,11,33)
Genel Anestezi Altında Muayene	(3,7,30)	(4,26,98)	(4,16,38)	(2,16,32)	(5,10,27)	(1,4,19)	(5,7,62)	(6,17,44)	(2,3,4)	(3,29,49)	(2,13,55)	(1,5,14)	(1,5,16)	(1,5,16)	(3,22,39)
Hipospadias	(1,7,32)	(2,15,84)	(2,12,28)	(1,12,32)	(3,10,26)	(3,10,36)	(1,6,37)	(5,14,52)	(4,15,57)	(3,20,70)	(6,14,52)	(7,10,36)	(6,11,67)	(2,11,33)	(2,11,25)
Karaciğer Kist Hidatik Eksizyon	(4,10,43)	(5,41,67)	(1,13,33)	(2,11,32)	(5,13,26)	(3,11,23)	(7,12,67)	(1,12,40)	(4,14,40)	(2,21,45)	(3,21,50)	(1,13,36)	(4,13,41)	(2,11,22)	(2,11,21)
Kasık Kanalı Patolojileri	(1,10,51)	(3,6,104)	(1,1,8)	(1,3,9)	(2,12,34)	(2,4,14)	(1,3,18)	(1,3,18)	(1,4,18)	(1,24,60)	(5,42,51)	(1,5,13)	(1,24,60)	(1,5,6)	(4,13,34)
Katater Takılması	(3,7,17)	(6,12,62)	(2,12,26)	(2,2,22)	(1,7,23)	(2,7,19)	(1,12,39)	(5,10,35)	(5,7,32)	(1,11,18)	(2,16,35)	(2,9,27)	(1,8,62)	(1,11,25)	(3,8,24)
Özefagus Atrezisi	(7,15,29)	(5,14,25)	(4,12,25)	(2,11,19)	(1,5,17)	(2,8,17)	(3,9,42)	(1,14,23)	(3,13,39)	(3,22,50)	(4,18,38)	(3,12,27)	(3,13,54)	(2,10,33)	(3,8,12)
Sistoskopi Grubu	(4,9,14)	(5,6,9)	(4,5,5)	(1,5,18)	(3,12,27)	(9,10,12)	(6,9,12)	(4,11,48)	(1,5,24)	(1,18,56)	(17,33,52)	(1,7,17)	(14,16,19)	(3,13,26)	(2,3,3)
Stoma Grubu	(4,8,22)	(5,11,61)	(3,11,42)	(1,8,19)	(4,11,19)	(3,9,21)	(4,9,49)	(8,22,46)	(1,10,30)	(4,8,10)	(6,21,55)	(4,5,6)	(2,15,77)	(1,9,29)	(2,9,24)
Sünnet	(2,8,37)	(4,26,82)	(1,11,33)	(2,3,45)	(1,11,24)	(2,8,22)	(1,5,67)	(5,18,48)	(1,8,10)	(3,17,58)	(1,19,48)	(1,3,66)	(2,10,65)	(1,1,5)	(2,9,15)
Tiroglossal Kitle Eksizyonu	(4,7,33)	(2,24,99)	(2,23,34)	(2,5,9)	(1,15,30)	(4,16,22)	(5,19,69)	(8,20,48)	(1,3,42)	(3,20,96)	(5,32,47)	(1,13,32)	(5,19,62)	(1,2,27)	(1,8,29)

EK3: Ameliyat Odası Benzetim Modelinin Promodel Programında Kullanılan Komutları

Hastanın Ameliyat Odasına Girmesi Ayılma Odasına Gidene Kadar Geçen Proses Komutları

```

REAL SUREE
SUREE=N(SURE[TIPNO,1],SURE[TIPNO,2])
//AMELIYAT SURESI NORMAL DAGILIM
GUNLUK_AMELIYAT_SURESI=GUNLUK_AMELIYAT_SURESI+SUREE
WAIT SUREE MIN
FREE AMELIYAT_SEDYE
/////SETUP SURESININ BELIRLENMESI
INT SURE2 = T(HAZIRLIK_DIZI[TIPNO,(YENI_TIP*3)-2],HAZIRLIK_DIZI[TIPNO,(YENI_TIP*3)-1],HAZIRLIK_DIZI[TIPNO,(YENI_TIP*3)])
WAIT SURE2 MIN
GUNLUK_HAZIRLIK_SURESI=GUNLUK_HAZIRLIK_SURESI+SURE2
HAZIRLIK_SURESI=HAZIRLIK_SURESI+SURE2
IF HAFTA_GUN = 1 OR HAFTA_GUN = 3 THEN
{
GUN_BASLAMA = 240
GUN_BITIS = 480
}
IF HAFTA_GUN = 2 OR HAFTA_GUN = 5 THEN
{
GUN_BASLAMA = 0
GUN_BITIS = 480
}
IF HAFTA_GUN = 4 THEN
{
GUN_BASLAMA = 0
GUN_BITIS = 240
}
IF HAFTA_GUN=1 OR HAFTA_GUN=2 OR HAFTA_GUN=3 OR HAFTA_GUN=4 OR HAFTA_GUN=5 THEN
{
    BITME_ZAMANI = CLOCK(MIN) - ((GUN-1)*1440)
    IF BITME_ZAMANI < GUN_BITIS THEN
    {
        INC GUNLUK_BITEN_AMELIYAT
    }
}

```

```

}
IF BITEN_AMELIYAT_SAYISI = AMELIYAT_SAYISI THEN
{
BITME_ZAMANI = CLOCK(MIN) - ((GUN-1)*1440)
ZAMAN = BITME_ZAMANI - GUN_BITIS
FAZLA_MESAI[GUN]=ZAMAN
ZAMANN=ZAMANN+ZAMAN
//DISPLAY ZAMANN
//PAUSE
GUNLUK_AMELIYAT_SAYISI[GUN]=GUNLUK_BITEN_AMELIYAT
GUNLUK_BITEN_AMELIYAT=0
}
MOVE WITH AYILMA_SEDYE

```

Ameliyatların Sıralanması İçin Subroutines Editörü Altında Yazılan Komutlar

```

INT X,Y,EN_KISA_SURELI_AMELIYAT, AMELIYAT, SIL, EN_KISA_HAZIRLIK_SURESI,HAZIRLIK1,XYZ
BAS1:
X=1
Y=1
EN_KISA_SURELI_AMELIYAT = 10000000
EN_KISA_HAZIRLIK_SURESI=10000000
AMELIYAT=0
HAZIRLIK1=0
//GUN ICERISINDEKI EN KISA SURELI AMELIYATIN SECILMESI
IF AMELIYATLAR[1,GUN] = 0 THEN
{
AMELIYAT_SAYISI = 0
}
ELSE IF AMELIYATLAR[4,GUN] = 0 THEN
{
AMELIYAT_SAYISI = YARIM_GUN_AMELIYAT_SAYISI
}
ELSE
{
AMELIYAT_SAYISI = TAM_GUN_AMELIYAT_SAYISI
}
WHILE Y <= AMELIYAT_SAYISI DO
{
IF AMELIYATLAR[Y,GUN] = 0 THEN

```



```

{
    GOTO SON1
}
IF SURE[AMELIYATLAR[Y,GUN],1]<EN_KISA_SURELI_AMELIYAT THEN
{
    AMELIYAT = AMELIYATLAR[Y,GUN]
    EN_KISA_SURELI_AMELIYAT=SURE[AMELIYATLAR[Y,GUN],1]
    SIL = Y
}
SON1:
    INC Y
}
SIRALAMA[1,GUN] = AMELIYAT
AMELIYATLAR[SIL,GUN] = 0
//BULUNAN ILK AMELIYATTAN SONRA EN KISA HAZIRLIK SURESINE SAHIP AMELIYATIN
BULUNMASI
Y=1
WHILE X <= AMELIYAT_SAYISI - 1 DO
{
    WHILE Y <= AMELIYAT_SAYISI DO
    {
        IF AMELIYATLAR[Y,GUN] = 0 THEN
        {
            INC Y
        }
        ELSE
        {
            IF ((SURE[AMELIYATLAR[Y,GUN],1]*Kontrol_Parametresi) +(1-
            Kontrol_Parametresi)*HAZIRLIK_DIZI[SIRALAMA[X,GUN],(AMELIYATLAR[Y,GUN]*3)- 1 ]) =
            EN_KISA_HAZIRLIK_SURESI THEN
            {
                IF SURE[HAZIRLIK1,1] > SURE[AMELIYATLAR[Y,GUN],1] THEN
                {
                    HAZIRLIK1 = AMELIYATLAR[Y,GUN]
                    EN_KISA_HAZIRLIK_SURESI=((SURE[AMELIYATLAR[Y,GUN],1]*Kontrol_Parametresi)
                    +(1-Kontrol_Parametresi)*HAZIRLIK_DIZI[SIRALAMA[X,GUN],(AMELIYATLAR[Y,GUN]*3)- 1 ])
                    SIL = Y
                }
            }
            IF ((SURE[AMELIYATLAR[Y,GUN],1]*Kontrol_Parametresi) +(1-
            Kontrol_Parametresi)*HAZIRLIK_DIZI[SIRALAMA[X,GUN],(AMELIYATLAR[Y,GUN]*3)- 1 ]) <
            EN_KISA_HAZIRLIK_SURESI THEN
            {

```

```

HAZIRLIK1 = AMELIYATLAR[Y,GUN]

EN_KISA_HAZIRLIK_SURESI=((SURE[AMELIYATLAR[Y,GUN],1]*Kontrol_Parametresi) +(1-
Kontrol_Parametresi)*HAZIRLIK_DIZI[SIRALAMA[X,GUN],(AMELIYATLAR[Y,GUN]*3)- 1 ])

        SIL = Y
    }
    INC Y
}
}
SIRALAMA[X+1,GUN] = HAZIRLIK1
AMELIYATLAR[SIL,GUN] = 0
EN_KISA_HAZIRLIK_SURESI = 10000000
Y=1
INC X
}
V1=SIRALAMA[1,GUN]
V2=SIRALAMA[2,GUN]
V3=SIRALAMA[3,GUN]
V4=SIRALAMA[4,GUN]
V5=SIRALAMA[5,GUN]
V6=SIRALAMA[6,GUN]
////////////////////////////////////
SON:
WAIT 24 HR
PERFORMANS[GUN,1]=GUNLUK_AMELIYAT_SURESI
PERFORMANS[GUN,2]=GUNLUK_HAZIRLIK_SURESI
ZAMANN=0
GUNLUK_AMELIYAT_SURESI=0
GUNLUK_HAZIRLIK_SURESI=0
X=1
////////////////////////////////////
SIRASI = 1
INC GUN
BITEN_AMELIYAT_SAYISI=0
IF HAFTA_GUN=7 THEN
{
HAFTA_GUN=0
}
INC HAFTA_GUN
AMELIYAT_SAYISI = 0
GOTO BAS1

```

EK4: Benzetim Modeli İçin Uygun Koşum Sayısının Hesaplanması

Koşum Sayısı	Elde Edilen Sonuç	Kümülatif Veri Ortalaması	St. Sapma	Güven Aralığı %5		% Sapma (Hata payı)
				Alt sınıır	Üst sınıır	
1	240	240,00				
2	248	244,00	5,66	193,16	294,84	0,21
3	338	275,33	54,42	140,23	410,43	0,49
4	313	284,75	48,00	208,43	361,07	0,27
5	437	315,20	79,00	216,98	413,42	0,31
6	249	304,00	76,00	224,26	383,74	0,26
7	334	308,00	70,00	255,08	360,92	0,17
8	291	306,25	65,00	252,01	360,49	0,18
9	206	295,00	69,00	241,87	348,13	0,18
10	430	308,00	78,00	258,67	357,33	0,16
11	252	303,00	76,00	251,90	354,10	0,17
12	298	303,00	72,00	261,43	344,57	0,14
13	242	298,00	71,00	258,62	337,38	0,13
14	268	296,00	69,00	256,17	335,83	0,13
15	350	299,00	68,00	261,43	336,57	0,13
16	335	301,94	66,00	266,79	337,08	0,12
17	226	297,00	67,00	262,55	331,45	0,12
18	281	296,00	65,00	263,67	328,33	0,11
19	365	300,00	65,00	268,68	331,32	0,10
20	285	299,00	63,00	269,56	328,44	0,10
21	326	300,00	62,00	271,72	328,28	0,09
22	321	301,00	60,00	274,39	327,61	0,09
23	294	301,00	59,00	276,40	325,60	0,08
24	280	300,38	58,00	276,70	324,05	0,08
25	291	300,00	57,00	276,52	323,48	0,08
26	442	305,00	62,00	279,95	330,05	0,08
27	357	307,00	62,00	282,42	331,58	0,08
28	314	307,00	61,00	283,94	330,06	0,08
29	309	307,00	59,00	285,09	328,91	0,07
30	263	306,00	59,00	284,03	327,97	0,07
31	335	307,00	58,00	285,75	328,25	0,07
32	311	307,22	57,00	286,66	327,77	0,07
33	271	306,00	57,00	285,76	326,24	0,07
34	286	305,00	56,00	285,41	324,59	0,06
35	289	305,00	55,00	286,03	323,97	0,06
36	293	304,00	54,00	285,64	322,36	0,06

37	379	306,00	55,00	287,55	324,45	0,06
38	338	307,00	54,95	288,81	325,19	0,06
39	382	309,00	55,00	291,03	326,97	0,06
40	287	308,00	54,00	290,58	325,42	0,06
41	263	307,00	54,00	289,96	324,04	0,06
42	294	307,00	54,00	290,17	323,83	0,05
43	305	307,00	53,00	290,67	323,33	0,05
44	278	306,00	52,00	290,16	321,84	0,05
45	358	307,00	52,00	291,34	322,66	0,05
46	280	307,00	52,00	291,51	322,49	0,05
47	311	307,00	51,00	291,97	322,03	0,05
48	303	307,25	51,00	292,38	322,12	0,05
49	258	306,00	51,00	291,28	320,72	0,05
50	246	305,00	51,00	290,43	319,57	0,05
51	244	303,00	51,00	288,57	317,43	0,05
52	256	302,00	51,00	287,71	316,29	0,05
53	302	302,00	51,00	287,85	316,15	0,05
54	276	302,00	50,00	288,26	315,74	0,05
55	341	303,00	50,00	289,38	316,62	0,04
56	266	302,00	50,00	288,50	315,50	0,04
57	327	302,00	50,00	288,62	315,38	0,04
58	241	301,00	50,00	287,74	314,26	0,04
59	362	302,00	50,00	288,85	315,15	0,04
60	332	303,00	50,00	289,96	316,04	0,04
61	288	303,00	49,00	290,45	315,55	0,04
62	351	303,00	49,00	290,55	315,45	0,04
63	306	303,00	49,00	290,65	315,35	0,04
64	229	302,70	49,00	290,45	314,95	0,04
65	230	301,00	50,00	288,60	313,40	0,04
66	270	301,00	49,00	288,94	313,06	0,04
67	295	301,00	49,00	289,03	312,97	0,04
68	268	300,00	49,00	288,12	311,88	0,04
69	234	299,00	49,00	287,20	310,80	0,04
70	290	299,00	49,00	287,29	310,71	0,04
71	236	298,00	49,00	286,37	309,63	0,04
72	250	297,00	49,00	285,45	308,55	0,04
73	303	297,00	49,00	285,53	308,47	0,04
74	278	297,00	48,00	285,84	308,16	0,04
75	248	297,00	48,00	285,91	308,09	0,04
76	318	297,00	48,00	285,99	308,01	0,04
77	358	298,00	48,00	287,06	308,94	0,04
78	378	299,00	49,00	287,90	310,10	0,04
79	274	298,00	49,00	286,97	309,03	0,04

80	278	298,00	48,00	287,27	308,73	0,04
81	202	297,00	49,00	286,11	307,89	0,04
82	401	298,00	50,00	286,96	309,04	0,04
83	289	298,00	50,00	287,02	308,98	0,04
84	417	299,00	51,00	287,87	310,13	0,04
85	417	301,00	52,00	289,72	312,28	0,04
86	284	301,00	52,00	289,79	312,21	0,04
87	362	301,00	52,00	289,85	312,15	0,04
88	216	300,00	53,00	288,70	311,30	0,04
89	226	299,00	53,00	287,76	310,24	0,04
90	195	298,00	54,00	286,62	309,38	0,04
91	257	298,00	54,00	286,68	309,32	0,04
92	324	298,00	54,00	286,74	309,26	0,04
93	240	297,00	54,00	285,80	308,20	0,04
94	300	297,00	53,00	286,07	307,93	0,04
95	302	298,00	53,00	287,12	308,88	0,04
96	286	297,91	53,00	287,09	308,72	0,04
97	232	297,00	53,00	286,24	307,76	0,04
98	352	297,00	53,00	286,29	307,71	0,04
99	305	297,00	53,00	286,35	307,65	0,04
100	296	297,00	52,00	286,60	307,40	0,04
101	232	297,00	53,00	286,45	307,55	0,04
102	208	296,00	53,00	285,50	306,50	0,04
103	313	296,00	53,00	285,56	306,44	0,04
104	274	296,00	53,00	285,61	306,39	0,04
105	371	296,00	53,00	285,66	306,34	0,03
106	282	296,00	53,00	285,70	306,30	0,03
107	201	295,00	53,00	284,75	305,25	0,03
108	304	296,00	53,00	285,80	306,20	0,03
109	288	295,00	53,00	284,85	305,15	0,03
110	323	296,00	52,00	286,08	305,92	0,03
111	304	296,00	52,00	286,13	305,87	0,03
112	268	296,00	52,00	286,17	305,83	0,03
113	259	295,00	52,00	285,22	304,78	0,03
114	232	295,00	52,00	285,26	304,74	0,03
115	293	295,00	52,00	285,30	304,70	0,03
116	323	295,00	52,00	285,34	304,66	0,03
117	353	295,00	52,00	285,39	304,61	0,03
118	306	295,00	51,00	285,61	304,39	0,03
119	186	294,00	52,00	284,47	303,53	0,03
120	302	295,05	52,00	285,56	304,54	0,03
121	250	294,00	52,00	284,64	303,36	0,03
122	285	294,00	52,00	284,68	303,32	0,03

123	324	294,00	52,00	284,72	303,28	0,03
124	279	294,00	51,00	284,93	303,07	0,03
125	430	295,00	53,00	285,61	304,39	0,03
126	356	296,00	53,00	286,65	305,35	0,03
127	398	297,00	53,00	287,69	306,31	0,03
128	373	297,66	53,00	288,39	306,94	0,03
129	378	298,00	54,00	288,59	307,41	0,03
130	292	298,00	53,00	288,80	307,20	0,03
131	435	299,00	55,00	289,49	308,51	0,03
132	362	299,00	55,00	289,52	308,48	0,03
133	268	299,00	54,00	289,73	308,27	0,03
134	312	299,00	54,00	289,76	308,24	0,03
135	288	299,00	54,00	289,80	308,20	0,03
136	295	299,00	54,00	289,83	308,17	0,03
137	273	299,00	54,00	289,87	308,13	0,03
138	222	298,00	54,00	288,90	307,10	0,03
139	324	298,00	54,00	288,93	307,07	0,03
140	377	299,00	54,00	289,96	308,04	0,03
141	233	299,00	54,00	290,00	308,00	0,03
142	206	298,00	54,00	289,03	306,97	0,03
143	287	298,00	54,00	289,06	306,94	0,03
144	385	298,88	55,00	289,80	307,95	0,03
145	297	298,00	54,00	289,12	306,88	0,03
146	282	298,00	54,00	289,15	306,85	0,03
147	248	298,00	54,00	289,18	306,82	0,03
148	239	298,00	54,00	289,21	306,79	0,03
149	330	298,00	54,00	289,24	306,76	0,03
150	253	297,00	54,00	288,27	305,73	0,03
151	269	297,00	54,00	288,30	305,70	0,03
152	255	297,00	54,00	288,33	305,67	0,03
153	426	298,00	55,00	289,20	306,80	0,03
154	296	298,00	54,00	289,38	306,62	0,03
155	302	298,00	54,00	289,41	306,59	0,03
156	412	299,00	55,00	290,28	307,72	0,03
157	254	298,00	55,00	289,31	306,69	0,03
158	386	299,00	55,00	290,34	307,66	0,03
159	285	299,00	55,00	290,36	307,64	0,03
160	336	299,00	55,00	290,39	307,61	0,03
161	296	299,00	55,00	290,42	307,58	0,03
162	324	299,00	54,00	290,60	307,40	0,03
163	303	299,00	54,00	290,63	307,37	0,03
164	318	299,00	54,00	290,65	307,35	0,03
165	271	299,00	54,00	290,68	307,32	0,03

166	294	299,00	54,00	290,70	307,30	0,03
167	324	299,00	54,00	290,73	307,27	0,03
168	186	298,00	54,00	289,75	306,25	0,03
169	257	298,00	54,00	289,78	306,22	0,03
170	322	298,00	54,00	289,80	306,20	0,03
171	356	299,00	54,00	290,82	307,18	0,03
172	329	299,00	54,00	290,85	307,15	0,03
173	262	299,00	54,00	290,87	307,13	0,03
174	247	298,00	54,00	289,89	306,11	0,03
175	247	298,00	54,00	289,92	306,08	0,03
176	201	297,00	54,00	288,94	305,06	0,03
177	307	298,00	54,00	289,96	306,04	0,03
178	345	298,00	54,00	289,99	306,01	0,03
179	333	298,00	54,00	290,01	305,99	0,03
180	290	298,00	54,00	290,03	305,97	0,03
181	288	298,00	54,00	290,05	305,95	0,03
182	292	298,00	53,00	290,22	305,78	0,03
183	267	298,00	53,00	290,24	305,76	0,03
184	279	298,00	53,00	290,26	305,74	0,03
185	435	298,00	54,00	290,14	305,86	0,03
186	258	298,00	54,00	290,16	305,84	0,03
187	280	298,00	54,00	290,18	305,82	0,03
188	356	298,00	54,00	290,20	305,80	0,03
189	309	298,00	54,00	290,22	305,78	0,03
190	356	299,00	54,00	291,24	306,76	0,03
191	264	298,00	54,00	290,26	305,74	0,03
192	263	298,00	54,00	290,28	305,72	0,03
193	240	298,48	54,00	290,79	306,18	0,03
194	346	298,73	54,00	291,05	306,40	0,03
195	224	298,34	54,00	290,69	306,00	0,03
196	371	298,71	54,00	291,08	306,35	0,03
197	331	298,88	54,00	291,26	306,50	0,03
198	344	299,11	54,00	291,51	306,70	0,03
199	281	299,02	54,00	291,44	306,59	0,03
200	446	299,75	54,00	292,19	307,31	0,03

KAYNAKÇA

- AKKAYA, Gökay ve Turay, GÖKÇEN, (2006), “Yapay Sinir Ağları ile Atölye Çizelgeleme Tasarımı”, **Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi**, No: 4, ss. 121-130.
- ALLAHVERDİ, Ali, Jatinder N.D, GUPTA and Tariq, ALDOWAISAN, (1999), “A Review of Scheduling Research Involving Set-Up Consideration”, **Omega**, Vol:27, pp. 219–239.
- ALP, Arda, Hakan, ÇERÇİOĞLU, M. Aydın, TOKAYLI ve Bema, DENGİZ, (2001), “Stokastik Montaj Hattı Dengeleme: Bir Tavlama Benzetimi Algoritması”, **Endüstri Mühendisliği Dergisi**, Cilt:12, Sayı:3-4, ss. 32-51.
- ALPAY, Şerafettin ve Nihat, YÜZÜGÜLLÜ, (2009), “Dynamic Job Shop Scheduling For Missed Due Date Performance”, **International Journal of Production Research**, Vol:47, No:15, pp.4047-4062.
- ANG, Liqi, Kuan Yew, WONG and Wai Peng, WONG, (2011), “Simulation of Sequencing Rules Using Witness in a Milling Job Shop”, **Communications of the IBIMA**, Vol:2011, Iss: 402089, pp.1-6.
- ARNAOUT, Jean, P.,M., (2008), “Maximizing The Utilization of Operating Rooms with Stochastic Times Using Simulation” **Proceeding of Winter Simulation Conference**, Conference Publications, 7-10 December 2008, Austin, pp. 1117-1623.
- ARNAOUT, Jean Paul M. and Sevag, KULBASHIAN, (2008), “Maximizing The Utilization of Operating Rooms with Stochastic Times Using Simulation” **Proceeding of The 2008 Winter Simulation Conference**, Conference Publications, 7-10 December 2008, Austin, pp. 1617–1623.
- ARNAOUT, Jean, P.,M., (2010), “Heuristics for The Maximization of Operating Rooms Utilization Using Simulation” **Simulation**, Vol:86, Iss:8-9, pp. 573-583.
- AYHAN, Mustafa Batuhan, (2004), “Analyzing and Evaluating Priority Rules for Job Shop Scheduling Problems”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.

- AZARI-RAD, Solmaz, (2010), “Perioperative process improvement using discrete event simulation”, thesis submitted in conformity with the requirements for the degree of Masters of Applied Science, **Graduate Department of Mechanical and Industrial Engineering University of Toronto**, Toronto.
- BAKER, Kenneth R. and Dan, TRIETSCH, (2009), **Principles Of Sequencing and Scheduling**, John Wiley and Sons Publication, NewJersey.
- BAKIR, Akif M., ve Bülent, ALTUNKAYNAK, (2003), **Tamsayılı Programlama: Teori, Modeller ve Algoritmalar**, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- BALLARD, Sarah M. and Michael E., KUHL, (2006), “The Use of Simulation to Determine Maximum Capacity in The Surgical Suite Operating Room,” **Winter Simulation Conference, Conference Publications**, 3-6 December 2006, Monterey, pp. 433 – 438.
- BARAKAOU, Kamel, P., DECHAMBRE and R., HACHICHA, (2002), “Verification and Optimisation of An Operating Room Workflow”, **Proceedings of The 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences**, Conference Publications, 7-10 Jan. 2002, pp. 2581 – 2590.
- BASSON, Marc D., BUTLER, Timothy, (2006), “Evaluation of Operating Room Suite Efficiency in The Veterans Health Administration System by Using Data-Envelopment Analysis”, **The American Journal of Surgery**, Vol: 192, pp. 649–656.
- BELIEN, Jeroen, Erik DEMEULEMEESTER and Brecht CARDOEN, (2006), “Visualizing the demand for various resources as a function of the master surgery schedule: A case study”, **Journal of Medical Systems**, Vol:30, Iss:5, pp. 343-350.
- BELIEN, Jeroen, Erik, DEMEULEMEESTER and Brecht, CARDOEN, (2007), “Building Cyclic Master Surgery Schedules with Leveled Resulting Bed Occupancy: A Case Study”, **European Journal of Operational Research**, Vol:176, Iss:2, pp. 1185-1204.

- BELIEN, Jeroen and Erik, DEMEULEMEESTER, (2008), “A Branch-And-Price Approach For Integrating Nurse And Surgery Scheduling”, **European Journal of Operational Research**, Vol:189, pp. 652–668.
- BELIEN, Jeroen, Erik, DEMEULEMEESTER and Brecht, CARDOEN, (2009), “A Decision Support System for Cyclic Master Surgery Scheduling with Multiple Objectives”, **Journal of Scheduling**, Vol: 12, Iss:2, pp. 147-161.
- BHATTACHARYYA, Timothy, Mark S., VRAHAS, Suzanne M., MORRISON, Edward, KIM, Richard A., WIKLUND, R. Malcolm, SMITH and Harry E., RUBASH, (2006), “The Value of the Dedicated Orthopaedic Trauma Operating Room”, **The Journal of Trauma**, Vol:60, pp. 1336 –1341.
- BLAKE, John T. and Joan, DONALD, (2002), “Mount Sinai Hospital Uses Integer Programming to Allocate Operating Room Time”, **The Inform Journal on the Practice of Operations Research Interfaces**, Vol: 32, No:2, pp. 63–73.
- BOWERS, John and Gilliam, MOULD, (2005), “Ambulatory Care and Orthopaedic Capacity Planning”, **Health Care Management Science**, Vol: 8, pp. 41–47.
- BRUCKER, Peter, (2004), **Scheduling Algorithms**, Springer Berlin Heidelberg, Newyork.
- CANKÜYER, Ersoy ve Zerrin, AŞAN, (2005), **Parametrik Olmayan İstatistiksel Teknikler**, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- CARDOEN, Brecht and Erik, DEMEULEMEESTER, (2008), “Capacity of Clinical Pathways—A Strategic Multi-level Evaluation Tool”, **Journal of Medical System**, Vol: 32, pp. 443–452.
- CARDOEN, Brecht, Erik, DEMEULEMEESTER and Jeroen, BELIEN, (2009), “Optimizing A Multiple Objective Surgical Case Sequencing Problem” **International Journal of Production Economics**, Vol:119, Iss:2, pp. 354–366.
- CARDOEN, Brecht, Erik, DEMEULEMEESTER and Jeroen, BELIEN, (2010), “Operating room planning and scheduling: A literature review”, **European Journal of Operational Research**, Vol: 201, pp. 921–932.

- CENDAN, Juan, C. and Mike, GOOD, (2006), “Interdisciplinary Work Flow Assessment and Redesign Decreases Operating Room Turnover Time and Allows for Additional Caseload” **Archives of Surgery**, Vol: 141, No:1, pp.65-69.
- CHAABANE, Sondes, Nadine MESKENS, Alain GUINET and Marius LAURENT, (2008), “Comparison of Two Methods of Operating Theatre Planning: Application in Belgian Hospital”, **Journal of Systems Science and Systems Engineering**, Vol:17, No:2, pp.171-186.
- CHEN, W., E., SAILHAMER, D., BERGER and D.W., RATTNER, (2007), “Operative Time is A Poor Surrogate for The Learning Curve in Laparoscopic Colorectal Surgery.” **Surgical Endoscopy**, Vol:21, Iss: 2, pp. 238-243.
- CHOOBINEH, F. Fred, Esmail, MOHEBBI and Hansen, KHOO, (2006), “A Multi-Objective Tabu Search for A Single-Machine Scheduling Problem with Sequence-Dependent Setup Times” **European Journal of Operational Research**, Vol:175, Iss:1, pp. 318–337.
- CHUNG, A. Christopher, (2004), **Simulation Modeling Handbook: A Practical Approach**, CRC Press, Newyork.
- COLEMAN, B.,Jay, (1992), “Technical Note: A Simple Model for Optimizing The Single Machine Early/Tardy Problem with Sequence-Dependent Setups”, **Production and Operations Management**, Vol:1, No:2, pp. 225-228.
- ÇETİNYOKUŞ, Tahsin, Seda, HATİPOĞLU, Zeynep, ATAK ve Hadi, GÖKÇEN, (2003), “Yönetim Bilgi Sistemi (Ybs) Modelleme: Trafik Kazası Bilgi” Sistemi, **Teknoloji**, Sayı:1-2 , ss. 35-43.
- ÇUNKAŞ Mehmet ve Abdullah ÜRKMEZ, (2008), “Çok Kriterli Bulanık Genetik Algoritma İle Dalgıç Asenkron Motorların Tasarım Optimizasyonu”, **Gazi Üniv. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, Cilt:23, No:3, ss. 645-653.
- ÇUNKAŞ, Mehmet, “Genetik Algoritmalar ve Uygulamaları”, **Selçuk Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik-Bilgisayar Eğitimi**, Ders Notları, <http://www.tef.selcuk.edu.tr/~mcunkas/cms/dokuman/genetic-249.pdf> (20.08.2012).

- DALFARD, V., Majazi., (2011), “A Simulated Annealing Algorithm for JIT Single Machine Scheduling with Preemption and Machine Idle Time”, **Indian Journal of Science and Technology**, Vol:4, No:5, pp. 509-115.
- DELESIE, Luc, (1998), “Bridging The Gap Between Clinicians and Health Managers”, **European Journal of Operational Research**, Vol:105, pp.248-256.
- DENTON, Brian T., Ahmed S., RAHMAN, Heidi, NELSON and Angela C., BAILEY, (2006), “Simulation Of A Multiple Operating Room Surgical Suite”, **Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference, Conference Publications**, Monterey, 3-6 December 2006, pp. 414 – 424.
- DENTON, Brian, James, VIAPIANO and Andrea, VOGL, (2007), “Optimization of Surgery Sequencing and Scheduling Decisions Under Uncertainty” **Health Care Management Science**, Vol: 10, pp.13–24.
- DEXTER, Franklin, Alex, MACARIO, Rodney, D., TRAUB, Margaret, HOPWOOD and David A. LUBARSKY, (1999), ”An Operating Room Scheduling Strategy to Maximize The Use of Operating Room Block Time: Computer Simulation of Patient Scheduling and Survey of Patients’ **Preferences for Surgical Waiting Time**” **Anesthesia and Analgesia**, Vol:8, Iss:1, pp. 7–20.
- DEXTER, Franklin and Rodney, D., TRAUB, (2002), “How To Schedule Elective Surgical Cases Into Specific Operating Rooms To Maximize The Efficiency of Use of Operating Room Time” **Anesthesia and Analgesia**, Vol:94, pp. 933–942.
- DEXTER, Franklin, Amr, E., ABOULEISH, Richard, H., EPSTEIN, Charles, W., WHITTEN and David, A., LUBARSKY, (2003), “Use of Operating Room Information System Data To Predict The Impact of Reducing Turnover Times nn Staffing Costs”, **Anesthesia and Analgesia**, Vol:97, No:4, pp:1119–1126.
- DEXTER, Franklin and Alex, MACARIO, (2004), “When To Release Allocated Operating Room Time To Increase Operating Room Efficiency”, **Anesthesia and Analgesia**, Vol:98, No:3, pp:758–762.

- DEXTER, Franklin, Ruth, E., WACHTEL and Richard, H., EPSTEIN, (2011), “Event - Based Knowledge Elicitation of Operating Room Management Decision-Making Using Scenarios Adapted from Information Systems Data”, **BMC Medical Informatics and Decision Making**, Vol:11, No:2.
- DURUCASU, Hasan, (2004), "Stok Planlamada Wagner-Whitin Dinamik Programlama Algoritmasının Kullanımı", **Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, No:11, ss: 115-139.
- EAPPEN, Sunil, Hugh, FLANAGAN, Rachel, LITHMAN and Neil, BHATTACHARYYA, (2007), “The Addition of A Regional Block Team To Theorthopedic Operating Rooms Does Not Improve Anesthesia-Controlled Times and Turnover Time in The Setting of Long Turnover Times”, **Journal of Clinical Anesthesia**, Vol:19,No: 2, pp. 85–91.
- Enhancing Surgical Care in BC: Improving Perioperative Quality, Efficiency, and Access, (2011), Policy Paper By BC’s Physicians, **British Columbia Medical Association**, pp. 1-50. https://www.bcma.org/files/EnhancingSurgical_Care_WEB.pdf (26.10.2011).
- EREN, Tamer ve Ertan, GÜNER, (2002), “Tek ve Paralel Makinalı Problemlerde Çok Ölçütlü Çizelgeleme Problemleri İçin Bir Literatür Taraması”, **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, Cilt:17, No:4, ss.37-69.
- EREN, Tamer ve Ertan, GÜNER, (2007), “Sıra-Bağımlı Hazırlık Zamanlı İki Ölçütlü Çizelgeleme Problemi: Toplam Tamamlanma Zamanı ve Maksimum Erken Bitirme”, **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, Cilt:23, Sayı:1-2, ss. 95-105.
- ERKAYMAZ, Hande ve Ömer, YAŞAR, (2011) “Yapay Sinir Ağı ile Hava Sıcaklığı Tahmini”, **5th International Computer and Instructional Technologies Symposium**, 22-24 September 2011, Elazığ.
- ERKUT, Haluk, (1992), **Yönetimde Simülasyon Yaklaşımı**, İrfan Yayıncılık, 2. Baskı, İstanbul.

- ETZIONI, David,A., JEROME, H., LIU, Melinda, A., MAGGARD and Clifford Y. KO, (2003), “The Aging Population and Its Impact on The Surgery Workforce”, **Annual Surgery**, Vol: 238, No: 2, pp.170–177.
- FAIRBANKS, Catharine B., (2007), “Using Six Sigma and Lean Methodologies To Improve Or Throughput”, **AORN Journal**, Vol:86, pp.73-82.
- FEI, Hongying, Nadine, MESKENS and Chengbin, CHU, (2006), “An Operating Theatre Planning and Scheduling Problem In The Case of A "Block Scheduling" Strategy”, **International Conference on Service Systems and Service Management**, Conference Publications, October 2006, Troyes, pp.422-428.
- FEI, Hongying, Chengbin, CHU, Nadine, MESKENS and A., ARTIBA, (2008), “Solving Surgical Cases Assignment Problem by a Branch-And-Price Approach”, **International Journal of Production Economics**, Vol:112, Iss:1, pp. 96–108.
- FEI, Hongying, Chengbin, CHU and Nadine, MESKENS, (2009), “Solving A Tactical Operating Room Planning Problem By A Column-Generationbased Heuristic Procedure with Four Criteria”, **Annals of Operation Research**, Vol:166, No:1, pp. 91–108.
- FEI, Hongying, Nadine, MESKENS and Chengbin, CHU, (2010), “A Planning and Scheduling Problem for an Operating Theatre Using an Open Scheduling Strategy”, **Computers and Industrial Engineering**, Vol: 58,pp. 221–230.
- FREIDIN, Joseph and V., MARSHALL, (1992), **Ameliyat: Öncesi-Esnası-Sonrası**, Değerli, Ünal (Çev.), Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul.
- FRENCH, Simon, (1982), **Sequencing and Scheduling: An Introduction to the Mathematics of the Job-Shop**, John Wiley and Sons Publishing, New York.
- FRIEDMAN, David, M., Suzanne, M., SOKAL, Yuchiaio, CHANG and David, L., BERGER, (2006), ”Increasing Operating Room Efficiency Through Parallel Processing” **Annals of Surgery**, Vol: 243, No:1, pp. 10–14.

- GABEL, Ronald A., John C., KULLI, B. Stephen, LEE , Deborah G., SPRATT and Denham S., WARD, (1999), **Operating Room Management**, Butterworth-Heinemann Publishing, Woburn, Massachusetts.
- GALLIVAN, Steve, Martin, UTLEY, Tom, TREASURE and Oswaldo, VALENCIA, (2002), “Booked Inpatient Admissions and Hospital Capacity: Mathematical Modelling Study”, **British Medical Journal**, Vol: 324, Iss:7332, pp. 280-282.
- GARG, Rakesh, Anju, R., BHALOTRA, Poonam, BHADORIA, Nishkarsh, GUPTA and Raktima, ANAND, (2009), “Reasons for Cancellation of Cases On The Day of Surgery–A Prospective Study”, **Indian Journal of Anaesthesia**; Vol:53, Iss:1, pp.35-39.
- GEYİK, Faruk, CEDİMOĞLU, İsmail Hakkı, (2001), “Atölye Tipi Çizelgelemede Komşuluk Yapılarının Tabu Arama Tekniği İle Karşılaştırılması”, **Politeknik Dergisi**, Cilt:4, Sayı:1, ss. 95-103.
- GÖKÇEN, Hadi, (2007), **Yönetim Bilgi Sistemleri**, Palme Yayıncılık, Ankara.
- GÖZÜPEK, Didem ve Gaye, GENÇ, (2009), “Hücreyel Ağlarda Kanal Planlama Problemine Tabu Araması Yaklaşımı”, **XI. Akademik Bilişim Konferansı**, 11-13 Şubat 2009, Şanlıurfa, ss. 251-256.
- GUERRIERO, Francesca and Rosita GUIDO, (2011), “Operational Research in The Management of The Operating Theatre: A Survey”, **Health Care Management Science**, Vol:14, Iss:1, pp. 89–114.
- GUINET, Alain, Sondes, CHAABANE, (2003), “Operating Theatre Planning”, **International Journal of Production Economics**, Vol:88, pp.69–81.
- GUPTA, Diwakar, (2007), “Surgical Suites’ Operations Management” **Production and Operations Management**, Vol:16, No:6, pp. 689-670.
- GUPTA, Diwakar and Brian DENTON, (2008), “Appointment Scheduling in Health Care: Challenges and Opportunities”, **IIE Transactions**, Vol:40, pp. 800–819.

- GÜDEN, Hüseyin, Barış, VAKVAK, Barış E., ÖZKAN, Fulya, ALTIPARMAK ve Berna, DENGİZ, (2005), “Genel Amaçlı Arama Algoritmaları ile Benzetim Eniyilemesi: En İyi Kanban Sayısının Bulunması”, **Endüstri Mühendisliği Dergisi** ,Cilt:16, Sayı:1, ss. 2-15.
- GÜL, Serhat, Brian T., DENTON, John W., FOWLER and Todd, HUSCHKA, (2011), “Bi-Criteria Scheduling of Surgical Services for an Outpatient Procedure Center”, **Production and Operations Management**, Vol:20, No:3, pp.406–417.
- GÜRTUNCA, Yağmur Melih ve H. Cenk, ÖZMUTLU (2011), “İleri Üretim Çizelgeleme Yazılımı–İps”, **Endüstri Mühendisliği Yazılımları ve Uygulamaları Kongresi**, 30 Eylül-01/02 Ekim 2011, İzmir, ss. 23-32.
- HALAÇ, Osman, (1982), **İşletmelerde Simülasyon Teknikleri**, İstanbul Üniversitesi Yayın, İstanbul.
- HANS, Erwin, Gerhard, WULLINK, Mark, VAN HOUDENHOVEN, Geert, KAZEMIER, (2008), “Robust Surgery Loading”, **European Journal of Operational Research**, Vol:185, Iss:3, pp.1038–1050.
- HANS, Erwin W., Mark Van, HOUDENHOVEN and Peter J.H., HULSHOF, (2012), “A Framework for Health Care Planning and Control”, **Handbook of Healthcare System Scheduling, International Series in Operations Research and Management Science, Springer Publishing**, Vol:168, <http://Eprints.Eemcs.Utwente.Nl/19571/01/Memo1938.Pdf>, (12.04.2011).
- HARDERS, Maureen , Mark A., MALANGONI, Steven, WEIGHT and Tejbir, SIDHU, (2006), “Improving Operating Room Efficiency Through Process Redesign”, **Surgery**, Vol: 140, Iss: 4, pp.509-514.
- HARREL, Charles, Biman K., GHOST and Royce BOWDEN, (2000), **Simulation Using Promodel**, The Mc-Graw Hill, Newyork.
- HENDRICK, L.,M.,G.,C.,HAREWOOD,S.,E.,PATCHETT and F.,E., MURRAY, (2011), “Utilization of Resource Leveling to Optimize ERCP Efficiency”, **Irish Journal of Medical Science**, Vol:180, No: 1, pp. 143–148.

- HEPDOGAN, Seyhun, Reinaldo, MORAGA, Gail, W., DEPUY and Gary, E., WHITEHOUSE, (2009), “A Metaheuristic for The Early/Tardy Single Machine Scheduling Problem”, **International Journal of Production Research**, Vol:47, Iss: 7, pp. 1717-1732.
- HINO, Celso M., Debora P., RONCONI and Andre B., MENDES, (2005), “Minimizing Earliness And Tardiness Penalties in A Single-Machine Problem with A Common Due Date”, **European Journal of Operational Research**, Vol:160, Iss:1, pp. 190–201.
- HOUDENHOVEN, Mark, Erwin, HANS, Jan, KLEIN, Gerhard, WULLINK and Geert, KAZEMIER, (2007), “A Norm Utilisation for Scarce Hospital Resources: Evidence From Operating Rooms in A Dutch University Hospital”, **Journal of Medical System**, Vol:31, Iss:4, pp. 231–236.
- HOUDENHOVEN, Van Mark, Jeroen M. Van, OOSTRUM, Erwin, HANS, Gerhard, WULLINK and Geert, KAZEMIER, (2007), “Improving Operating Room Efficiency by Applying Bin-Packing and Portfolio Techniques to Surgical Case Scheduling”, **Anesthesia and Analgesia**, Vol. 105, No: 3, pp. 707-714.
- İŞLER, Mesut Cemil, Bilal, TOKLU ve Veli, ÇELİK, (2009), “Öğrenme Etkili Erken/Geç Tamamlanma Çizelgeleme Problemleri için bir Literatür Araştırması”, **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, Cilt:15, Sayı:2, ss. 227-252.
- JAN, Farooq, Ahmad, Syed., A., TABISH, Shigufta, QAZI and M.S. ATIF, (2003), “Time Utilization of Operating Rooms at A Large Teaching Hospital”, **Journal of The Academy of Hospital Administration**, Vol:15, No:1.
- JEBALI, Aida, Atidel, B., Hadj, ALOUANE and Pierre, LADET, (2006), “Operating Rooms Scheduling”, **International Journal of Production Economics**, Vol: 99, Iss: 1-2, pp. 52–62.
- KANIGEL Robert, (1997), Taylor-Made (19th-Century Efficiency Expert Frederick Taylor), **The Sciences**, Vol:37, Iss:3, pp.18-22.

- KAYA, İhsan, Şerife, GÖZEN ve Orhan, ENGİN, “Kalite Kontrol Problemlerinin Çözümünde Uzman Sistemlerin Kullanımı”, **Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi**, Cilt:1, Sayı:4, pp.87-101.
- KEÇEK, Gülnur, (2005), “Bir Dişli Fabrikasında Tamsayılı Hedef Programlama Uygulama Denemesi”, **Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Sayı:13, ss. 111-129.
- KELTON, W. David, Randall P., SADOWSKI, Nancy B., SWETS, (2001), **Simulation with Arena**, McGraw-Hill Science/Engineering/Math, Boston.
- KHARRAJA, Said, Pascal, ALBERT, Sondes, CHAABANE,(2006), “Block Scheduling: Toward A Master Surgical Schedule”, **Conference on Service Systems and Service Management, Conference Publications**, October 2006, Troyes, pp. 429 – 435.
- KNOEFF, Thijs, (2010), “Operating Room Scheduling: an Evaluation of Alternative Scheduling Approaches to Improve OR Efficiency and Minimize Peak Demands for Ward Beds At SKB Winterswijk”, Master’s Thesis Industrial Engineering and Management, **University of Twente**, Netherlands.
- KREMPELS, Karl-Heinz and Andriy, PANCHENKO, (2006), “An Approach for Automated Surgery Scheduling”, **In Proceedings of the 6th International Conference on the Practice and Theory of Automated Timetabling (PATAT)**, Brno, Czech Republic, August 2006, pp. 209-233.
- KIRIŞ, Şafak, (2008), “Hizmet Sektörü için Bir Tepkisel Çizelgeleme Sistem Önerisi Acil Servis Kontrol Sistem”, Doktora Tezi, **Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Eskişehir.
- KOÇEL, Tamer, (2005), **İşletme Yöneticiliği**, Arıkan Yayıncılık, 10. Baskı, İstanbul.
- KÖKÇAM, Abdullah H. ve Orhan, ENGİN, (2010), “Bulanık Proje Çizelgeleme Problemlerinin Meta Sezgisel Yöntemlerle Çözümü”, **Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi**, No:28, ss. 86-101.

- KRUPKA, Dan C., Shashikant, SATHAYE and Warren S., SANDBERG, (2008), “Reducing Non-Operative Time: Methods And Impact on Operating Room Economics”, **International Journal of Healthcare Technology and Management**, Vol: 9, No: 4, pp. 325-352.
- KU, Shei-Ling, Ching-Shui, HUANG, Pa-Chun, WANG, Ya-Hui, CHEN and Kuo-Piao, CHUNG, (2006), “Applying Six-Sigma Initiative to The Operating Room for Improving The Efficiency of A Patient’s Surgery Process-A Case Study in One Medical Center in Northern Taiwan”, **8th International Conference on Health Networking, Applications and Services**, Conference Publications, 17-19 August 2006, pp. 55-59.
- KUTANOGLU, Erhan and İhsan, SABUNCUOGLU, (1999), “An Analysis of Heuristics in A Dynamic Job Shop with Weighted Tardiness Objectives”, **International Journal of Production Research**, Vol:37, No:1, pp. 165-187.
- LAGANGA, Linda R., Stephen R., LAWRENCE (2007), “Clinic Overbooking to Improve Patient Access and Increase Provider Productivity”, **Decision Sciences**, Vol:38, No:2, pp. 251-276.
- LAMIRI, Mehdi and Xiaolan, XIE (2006), “Operating Rooms Planning Using Lagrangian Relaxation Technique”, **International Conference on Automation Science and Engineering**, 7-10 October 2006, Shanghai, China.
- LAMIRI, Mehdi, Johann, DREO and Xiaolan, XIE, (2007), “Operating Room Planning with Random Surgery Times”, **IEEE Conference on Automation Science and Engineering**, 22-25 September 2007, Scottsdale, USA.
- LAMIRI, Mehdi, Xiaolan XIE and Shuguang ZHANG, (2008), “Column Generation Approach to Operating Theater Planning With Elective And Emergency Patients”, **IIE Transaction**, Vol:40, pp. 838–852.
- LAMIRI, Mehdi, Xiaolan, XIE, Alexandre, DOLGUI, Frederic, GRIMAUD, (2008), “A Stochastic Model for Operating Room Planning with Elective and Emergency Demand for Surgery”, **European Journal of Operational Research**, Vol:185, pp. 1026–1037.

- LAWLER, Eugene L., Jan Karel, LENSTRA, Alexander H.G., RINNOOY KAN, David B., SHMOYS, (1989), **Sequencing And Scheduling: Algorithms And Complexity**, Elsevier Science Publishing, Netherlands.
- LEBOWITZ, Philip, (2003), "Schedule The Short Procedure First to Improve OR Efficiency", **AORN Journals**, Vol:78, Iss:4, pp. 651-654, 657-659.
- LEHTONEN, Juha-Matti, Jaakko, KUJALA, Juhani, KOURI and Mikko, HIPPELAINEN, (2007), "Cardiac Surgery Productivity and Throughput Improvements", **International Journal of Health Care Quality Assurance**, Vol:20, No: 1, pp. 40-52.
- LENGYEL, Attila, Itsuo, HATONO, Kanji, UEDA, (2003), "Scheduling for On-Time Completion in Job Shops Using Feasibility Function", **Computers and Industrial Engineering**, Vol: 45, pp. 215–229.
- LI, Ling, X., W.C., BENTON and G.Keong, LEONG, (2002), "The Impact of Strategic Operations Management Decisionson Community Hospital Performance", **Journal of Operations Management**, Vol: 20, Iss:4, pp. 389–408.
- LO, Charles Yuan-Hui, (2009), "Operations Management Tools Applied to The Operating Room: A Review of Current Concepts and a Single Centre Experience", Master Of Business Administration, **Simon Fraser University In the Faculty of Business Administration**, British Columbia, Canada.
- MACARIO, A., T.S., VITEZ, B., DUND and T., MCDONALE, (1995), "Where Are The Cost in Perioperative Case? Analysis of Hospital Costs and Charges for Inpatient Care", **Anesthesiology**, Vol: 83, No: 6, pp. 1138-1144.
- MACARIO, Alex, (2006), "Are Your Hospital Operating Rooms Efficient?", **Anesthesiology**, Vol:105, Iss: 2, pp. 237-240.
- MARCON, Eric, Franklin, DEXTER, (2007), "An Observational Study Of Surgeons' Sequencing of Cases And its Impact on Postanesthesia Care Unit and Holding Area Staffing Requirements at Hospitals", **Anesthesia and Analgesia**, Vol:105, pp. 119–126.

- MARCON, Eric, Franklin, DEXTER, (2006), “Impact of Surgical Sequencing on Post Anesthesia Care Unit Staffing” **Health Care Management Science**, Vol:9, pp. 87–98.
- MALANGONI, Mark A., (2006), “Assessing Operating Room Efficiency And Parallel Processing”, **Annals of Surgery**, Vol: 243,Iss: 1, pp. 15-16.
- MARIANO, Edward R., Larry F., CHU, Christopher R., PEINADO and William J., MAZZEI, (2009), “Anesthesia-Controlled Time and Turnover Time for Ambulatory Upper Extremity Surgery Performed with Regional Versus General Anesthesia”, **Journal of Clinical Anesthesia**, Vol: 21, Iss:4, pp. 253–257.
- MARJAMAA, R., A., VAKKURI and O., KIRVELA, “Operating Room Management: Why, How and By Whom?”, **Acta Anaesthesiologica Scandinavica**, Vol:52, pp. 596–600.
- MASURSKY, Danielle, Franklin, DEXTER, Sheldon A., ISAACSON and Nancy A., NUSSMEIER, (2011), “Surgeons’ and Anesthesiologists’ Perceptions of Turnover Times”, **Anesthesia and Analgesia**, Vol: 112, No:2, pp. 440-444.
- MAY, Jerrold H., David P., STRUM, Luis G., VARGAS, (2000), “Fitting The Lognormal Distribution to Surgical Procedure Times”, **Decision Sciences**, Vol:31, No:1, pp. 129-148.
- MAZZEI, William J., (1999), “Maximizing Operating Room Utilization: A Landmark Study” **Anesthesia and Analgesia**, Vol: 89, No: 1, pp. 7-20.
- MCINTOSH, Catherine, Franklin, DEXTER and Richard, H., EPSTEIN, (2006), “The Impact of Service-Specific Staffing, Case Scheduling, Turnovers, and First-Case Starts On Anesthesia Group and Operating Room Productivity: A Tutorial Using Data From An Australian Hospital”, **International Anesthesia Research Society**, Vol: 103, No:6, pp. 1499-1516.
- MULHOLLAND, Michael W., Paul, ABRAHAMSE, Vinita, BAHL, (2005), “Linear Programming to Optimize Performance in a Department of Surgery”, **Journal of the American College of Surgeons**, Vol:200, Iss:6 , pp.861-868.

- NIU, Qing, Qingjin, PENG, Tarek, ELMEKKAWY and Yin Yin, TAN (2007), "Performance Analysis of The Operating Room Using Simulation", **The Canadian Design Engineering Network (CDEN) and The Canadian Congress On Engineering Education (CCEE)**, 22 - 24 July 2007, Canada.
- O'NEILL, Liam and Franklin, DEXTER, (2007), "Tactical Increases in Operating Room Block Time Based on Financial Data and Market Growth Estimates from Data Envelopment Analysis", **Anesthesia and Analgesia**, Vol:104, No:2, pp. 355-368.
- ÖZÇAKAR, Necdet, (1998), "Genetik Algoritmalar", **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**, Cilt:27, Sayı:1, ss. 69-82.
- ÖZDAMAR, Kazım, (2004), **Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi I**, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- ÖZGÜR, Gönül, Serap, YILDIRIM ve Neslihan, AKTAŞ, (2008), "Bir Üniversite Hastanesinin Ameliyathane Ve Yoğun Bakım Hemşirelerinde Ruhsal Durum Değerlendirmesi", **Cumhuriyet Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi**, Cilt: 12, Sayı:2, ss. 21-30.
- ÖZKAN, Murat Tolga ve Mahmut, GÜLESİN, (2001), "Uzman Sistem Yaklaşımı ile Civata ve Dişli çark Seçimi", **Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences**, Vol:25, pp. 169-177.
- ÖZKARAHAN, İrem, (2000), "Allocation of Surgeries to Operating Rooms By Goal Programing", **Journal of Medical Systems**, Vol: 24, No: 6, pp. 339-378.
- ÖZKARAHAN, İrem, (2002), "Servis Sistemlerinde Endüstri Mühendisliği", **II. Endüstri Mühendisliği Bahar Konferansları**, 25-26 Ekim 2002, İzmir, ss. 1-22.
- ÖZTÜRK Fikri ve Levent ÖZBEK, (2004), **Matematiksel Modelleme ve Simülasyon**, Gazi Kitabevi, Ankara.
- PAN, A.C. and C., LIAO, (1989), "An Inventory Model Under Just-In-Time Purchasing Agreement", **Production and Inventory Management Journal** (1st Quarter), Vol: 30, No:1, pp. 49-52.

- PAOLETTI, X. and J., MARTY, (2007), “Consequences Of Running More Operating Theatres Than Anaesthetists to Staff Them: A Stochastic Simulation Study”, **British Journal of Anaesthesia**, Vol:98, No:4, pp.462–469.
- PARIENTE, Jose Manuel Molina, Jose Manuel Framinan, TORRES and Tomas Gomez CIA, (2009), “Policies and Decision Models for Solving Elective Case Operating Room Scheduling”, **International Conference on Computers and Industrial Engineering**, Conference Publications, 6-9 July 2009, Troyes, pp. 112-117.
- PATTERSON, Pat, (1996), “What Makes A Well-Oiled Scheduling System”, **OR Manager**, Vol: 12, Iss: 9, pp.19–23.
- PERDOMO, Viviana, Vincent, AUGUSTO and Xiaolan, XIE, (2006), “Operating Theatre Scheduling Using Lagrangian Relaxation”, **International Conference on Service Systems and Service Management**, 25-27 October 2006, Troyes, pp. 1234 – 1239.
- PERSSON, Marie and Jan A., PERSSON,(2007), “Optimization Modelling Of Hospital Operating Room Planning: Analyzing Strategies And Problem Settings”, **Proceedings of the 31st Annual Conference of the European Working Group on Operational Research Applied to Health Services**, 16 July 2007, pp. 137-150.
- PERSSON,Marie and Jan A., PERSSON, (2009), “Health Economic Modeling to Support Surgery Management at A Swedish Hospital”, **Omega**, Vol: 37, pp. 853–863.
- PERSSON, Marie and Jan A., PERSSON, (2010), “Analysing Management Policies for Operating Room Planning Using Simulation”, **Health Care Management Science**, Vol: 13, pp. 182–191.
- PHAM, Dinh-Nguyen and Andreas, KLINKERT, (2008), “Surgical Case Scheduling as A Generalized Job Shop Scheduling Problem”, **European Journal of Operational Research**, Vol: 185, Iss: 3, pp. 1011–1025.
- PINEDO, Michael and Xiuli, CHAO, (1999), **Operation Scheduling with Applications in Manufacturing and Services**, Mc Graw Hill, NewYork.

- PINEDO, Michael, (2002), **Scheduling Theory, Algorithms, and Systems**, Second Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- PINEDO, Michael, (2005), **Planning and Scheduling in Manufacturing and Services**, Springer Series in Operations Research and Financial Engineering, Newyork.
- PİRİM, Harun, (2006), **Yapay Zeka**, Journal of Yasar University, Vol:1, No:1, pp. 81-93.
- Promodel version 7: User Guide, (2006), **ProModel Corporation**, Orem.
- RABADI, Ghaith, Mansooreh, MOLLAGHASEMI and Georgios C., ANAGNOSTOPOULOS, (2007), “**A Branch-and-Bound Algorithm for The Early/Tardy Machine Scheduling Problem with A Common Due-Date and Sequence-Dependent Setup Time**” **Computers and Operations Research**, Vol: 31, Iss:10, pp. 1727–1751.
- RODGER, James A., David J., PAPER and Parag C., PENDHARKAR, (1998), “An Empirical Study for Measuring Operating Room Quality Performance Attributes”, **The Journal of High Technology Management Research**, Vol:9, No:1, pp.131-156.
- ROLAND, Benoit, Christine Di, MARTINELLY, Fouad, RIANE, (2006), “Operating Theatre Optimization: A Resource-Constrained Based Solving Approach”, **International Conference on Service Systems and Service Management**, Conference Publications, 25-27 October 2006, Troyes, pp. 443 – 448.
- SAĞIR, Müjgan ve SARAÇ, Tuğba, (2007), “Hazırlık Zamanı Kaynaklı Üretim Kayıplarını Enazlayan Çok Amaçlı Bir Çizelgeleme Algoritması”, **Endüstri Mühendisliği Dergisi**, Cilt:18, Sayı: 4, pp. 14-25.
- SAMANLIOGLU, Funda, Zeki, AYAG, Burçin, BATILI, Esra, EVCIMEN, Gülşah, YILMAZ and Özlem, ATALAY, (2010), “Determining Master Schedule of Surgical Operations By Integer Programming: A Case Study”, **Proceedings of IIE Annual Conference**. 1 January 2010, Mexico.

- SANTIBANEZ, Pablo, Mehmet, BEGEN and Derek, ATKINS, (2007), "Surgical Block Scheduling in a System Of Hospitals: An Application to Resource and Wait List Management in a British Columbia Health Authority", **Health Care Management Science**, Vol:10, Iss:3, pp. 269–282.
- SARIASLAN, Halil, (1986), **Sıra Bekleme Sistemlerinde Simulasyon Tekniği**, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları, Ankara.
- SERPER, Özer, (2000), **Uygulamalı İstatistik I**, Ezgi Kitabevi, Bursa.
- SCHRAGENHEIM, Eli, (1999), **Management Dilemmas: The Theory of Constraints Approach to Problem Identification and Solutions**, The St. Luice Press, Newyork.
- SCIOMACHEN, Anna, Elena, TANFANI and Angela, TESTI (2005), "Simulation Models for Optimal Schedules of Operating Theatres", **International Journal of Simulation**, Vol: 6, No:12-13, pp. 26-34.
- SEZEN, H. Kemal ve M. Murat, GÜNAL, (2009), **Yöneylem Araştırmasında Benzetim**, Ekin Kitabevi, Bursa.
- SHOWAN, Ann M. and Sean K., KENNEDY, (1999), "Management of The Operating Room", **Seminars in Anesthesia, Perioperative Medicine and Pain**, June 1999, Vol:18, No: 2, pp. 117-124.
- SIERL, D., P., TOBIN and C., MCGURK, (1997), "Scheduling Surgical Procedures", **Journal of The Operational Research Society**, Vol: 48, No: 9, pp. 884-891.
- SMITH, Howard L., Karen R., MANGELSDORF and Richard A., REID (1989), "Supplying Ecuador's Health Workers Just-In-Time", **Interfaces**, Vol: 19, No: 3, pp. 1-12.
- SOUKI, Mejdı, Siah Ben, YOUSSEF and Abdelwaheb, REBAI, (2009), "Memetic Algorithm for Operating Room Admissions", **International Conference on Computers and Industrial Engineering**, Conference Publications, 6-9 July 2009, Troyes, pp. 519–524.

- SPANGLER, William E., David P., STRUM, Luis G., VARGAS and Jerrold H., MAY, (2004), “Estimating Procedure Times for Surgeries by Determining Location Parameters for The Lognormal Model”, **Health Care Management Science**, Vol:7, Iss: 2, pp. 97–104.
- STEPANIAK, Pieter S., Christiaan, HEIJ, Guido H. H., MANNAERTS, Marcel De, QUELERIJ and Guus De VRIES (2009), “Modeling Procedure and Surgical Times for Current Procedural Terminology-Anesthesia-Surgeon Combinations And Evaluation in Terms of Case-Duration Prediction and Operating Room Efficiency: A Multicenter Study”, **Anesthesia and Analgesia**, Vol: 109, No: 4, pp. 1232-1245.
- STRUM, David P., Luis G., VARGAS, Jerrold H., MAY, (1999), “Surgical Subspecialty Block Utilization And Capacity Planning”, **Anesthesiology**, Vol:90, pp. 1176-1185.
- STRUM, David P., Jerrold H., MAY and Luis G., VARGAS (2000), “Modeling The Uncertainty of Surgical Procedure Times - Comparison of Log-Normal and Normal Models”, **Anesthesiology**, Vol: 92, pp.1160-1167.
- SU, Ying and Ningqiao, SHEN, (2010), “Modeling The Effects of Information Quality on Process Performance in Operating Rooms”, **12th International Conference on Computer Modelling and Simulation**, Conference Publications, 24-26 March 2010, Cambridge, pp. 175-178.
- SÜTÇÜ, Abdullah, TANRITANIR, Ercan, EROĞLU, Abdullah ve KORUCA, İbrahim Halil, (2006), “Orman Ürünleri Endüstrisinde Benzetim Destekli Çalışmalar ve Bir Örnek Uygulama”, **Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, Seri: A, Sayı:2, Ss. 141-155.
- ŞAHİN, Ramazan, (2008), “Dinamik Tesis Düzenleme Problemi İçin Bir Tavlama Benzetimi Sezgiseli”, **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, Cilt:23, No:4, ss. 863-870.
- ŞAHİN, Ümit, (1999), **Hastane İşletmeciliğinde Kalite**, Kişisel Yayın, Eskişehir.

- ŞAHİN, Ümit ve Hasan, BAKIR, “**Hastane İşletmeciliğinde Örgütsel Performans Göstergelerinin Bütünsel Boyutu Olarak Kalite ve Finans Yönetimi**”, <http://umitsahin.com/HASTANE>, (15.06.2011).
- TAHA, Hamdy, (2000), **Yöneylem Araştırması**, Literatür. Kitabevi, 6. basımdan Çeviri, İstanbul.
- TANFANI, Elena and Angela TESTI, (2010), “A Pre-Assignment Heuristic Algorithm for The Master Surgical Schedule Problem (MSSP)”, **Annual Operations Research**, Vol:178, Iss:1, pp. 105–119.
- TEKTAŞ, Mehmet, Ahmet, AKBAŞ ve Vedat, TOPUZ, (2002), “Yapay Zeka Tekniklerinin Trafik Kontrolünde Kullanılması Üzerine Bir İnceleme”, **Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu**, İstanbul, <http://www.trafik.gov.tr/icerik/bildiriler/pdf/C4-7.pdf> (13.06.2012).
- TEMİZ, İzzettin, (2008), “Çok Kriterli Permütasyon Akış Tipi Çizelgeleme Problemi için Bir Tavlama Benzetimi Yaklaşımı”, **1. Mühendislik ve Teknoloji Sempozyumu**, 24-25 Nisan 2008, Ankara, ss. 300-308.
- TESTI, Angela, Elena, TANFANI and Giancarlo, TORRE, (2007), “A Three-Phase Approach for Operating Theatre Schedules”, **Health Care Management Science**, Vol: 10, Iss: 2, pp. 163–172.
- TESTI, Angela and Elena, TANFANI, (2009), “Tactical and Operational Decisions for Operating Room Planning: Efficiency and Welfare Implications” **Health Care Management Science**, Vol:12, No: 4, pp. 363–373.
- TSENG, M.F. and H.H., WU, (2006), “The Study of an Easy-to-Use. DBR and BM System”, **International Journal of Production Research**, Vol: 44, Iss: 8, pp. 1449–1478.
- TOKSARI, M.Duran, (2008), “Öğrenme ve Bozulma Etkileri Altında Hazırlık Zamanlı Paralel Makineli Erken Tamamlanma/Gecikme Çizelgeleme Problemi”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara.

- TURĞUT, Paki, Mehmet, GÜMÜŞÇÜ ve Abdussamet, ARSLAN, (2002), “Genetik Algoritmalar ve Çalışma Prensipleri”, **GAP IV. Mühendislik Kongresi**, 06-08 Haziran 2002, Şanlıurfa, ss. 1173-1179.
- TYLER, Donald C., Caroline A., PASQUARIELLO and Chun-Hung, CHEN, (2003), “Determining Optimum Operating Room Utilization”, **Anesthesia and Analgesia**, Vol:96, pp. 1114 –1121.
- UÇAK, Hatice, (2009), **Ameliyathanede Yönetim ve Organizasyon - Ameliyathane Talimatları ve Protokolleri**, Ayrıntı Basımevi, Ankara.
- UĞUR, Aybars ve Ahmet Cumhuri, KINACI, (2006) "Yapay Zeka Teknikleri ve Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Web Sayfalarının Sınıflandırılması", **XI. Türkiye' de İnternet Konferansı (inet-tr'06)**, 21 – 23 Aralık 2006, Ankara.
- ULUCAN, Aydın, (2007), **Yöneylem Araştırması İşletmecilik Uygulamalı Bilgisayar Destekli Modelleme**, Siyasal Kitabevi, Ankara.
- VAN DER LANS, Marieke, Erwin, HANS, Johann, HURINK, Gerhard, WULLINK, M. Van, HOUDENHOVEN and Geert, KAZEMIER, (2006), “Anticipating Urgent Surgery in Operating Room Departments”, **BETA Working Paper**, Springer Publishing, <http://alexandria.tue.nl/repository/books/615316.pdf> (10.12.2010).
- VAN BERKEL Peter T. and John T., BLAKE, (2007), “A Comprehensive Simulation for Wait Time Reduction and Capacity Planning Applied in General Surgery”, **Health Care Management Science**, Vol: 10, Iss:2, pp. 373–385.
- VAN OOSTRUM, Jeroen M., M., VAN HOUDENHOVEN, J. L., HURINK, E.W., HANS, G., WULLINK, G., KAZEMIER, (2008), “A Master Surgical Scheduling Approach for Cyclic Scheduling in Operating Room Departments”, **OR Spectrum**, Vol:30, Iss:2, pp. 355-374.
- VELASQUEZ, Rafael and M. Teresa MELO, (2006), “A Set Packing Approach for Scheduling Elective Surgical Procedures”, **Operations Research Proceedings**, Vol:2005, pp. 425-430.

- VISSERS, Jan, Adan, IVO and Jos BEKKERS, (2005), “Patient Mix Optimization in Tactical Cardiothoracic Surgery Planning: A Case Study”, **IMA Journal of Management Mathematics**, Vol:16, No: 3, pp. 281–304.
- YAN, Wen, (2010), “Logistics Mode Reengineering of Hospital Materials Based On JIT Theory”, **International Conference on Logistics Systems and Intelligent Management**, Conference Publications, 9-10 January 2010, Harbin, pp. 1039–1042
- Yataklı Tedavi Kurumları İşletme Yönetmeliği (1983), **17927 Sayılı Resmi Gazete**, (13 Ocak 1983).
- YAVUZ, Sırma, (2008), **Sistem Simülasyonu Ders Notları**, Yıldız Teknik Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü.
- YEROĞLU, Cellaeddin, (2001), **Üretim ve Servis Sistemlerinde Pratik Simülasyon Teknikleri**, Atlas Yayınları, İstanbul.
- YÜZÜGÜLLÜ, Nihat, (1998), Üretim Yönetimi ve Üretim Planlaması Ders Notları **Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği** Bölümü, Eskişehir.
- ZHANG, Bo, Pavankumar, MURALI, Maged, DESSOUKY and David, BELSON, (2009), “A Mixed Integer Programming Approach for Allocating Operating Room Capacity”, **Journal of the Operational Research Society**, Vol:60, No:5, pp. 663-673.
- ZHU, Zhiwei and Ronald B., HEADY, (2000), “Minimizing The Sum of Earliness/Tardiness in Multi-Machine Scheduling: A Mixed Integer Programming Approach”, **Computers and Industrial Engineering**, Vol:38, Iss:2, pp. 297–305.
- ZONDERLAND, Maartje, Richard BOUCHERIE, Nelly LITVAK and Carmen VLEGGERT-LANKAMP, (2010), “Planning and Scheduling of Semi-Urgent Surgeries”, **Health Care Management Science**, Vol: 13, No:3, pp. 256-267.

- WAHAB, Moataza M. Abdel and Nagwa Y., ABOU EL-ENEIN (2009), “Statistical Process Control for Cancelled Operations at The Paediatric Surgery Department of A University Hospital in Alexandria”, **Journal of Egypt Public Health Association**, Vol. 84, No:5, pp. 405-421.
- WANG, Di and Jiuping, XU, (2008), “A Fuzzy Multi-Objective Optimizing Scheduling for Operation Room in Hospital”, **Industrial Engineering and Engineering Management**, Conference Publications, pp. 614-618.
- WEINBROUM, Avi A., Perla, EKSTEIN and Tiberiu, EZRI, (2003), “Efficiency of The Operating Room Suite”, **The American Journal of Surgery**, Vol: 185, pp. 244–250.
- WEISS, Elliott N., (1990), “Models for Determining Estimated Start Times And Case Orderings in Hospital Operating Rooms”, **IIE Transactions**, Vol:22, Iss: 2, pp.143-150.
- WONG, Janice, Kathleen Joy, KHU, Zul, KADERALI and Mark, BERNSTEIN, (2010), “Delays in The Operating Room: Signs of an Imperfect System”, **Canadian Journal of Surgery**, Vol:53, No:3, pp. 189-195.
- WRIGHT, Ian H.,Charles, KOOPERBERG, Barbara A., BONAR and Gerard, BASHEIN (1996), “Statistical Modeling to Predict Elective Surgery Time: Comparison with a Computer Scheduling System and Surgeon-Provided Estimates, **Anesthesiology**, Vol: 85, No: 6, pp. 1235-1245.
- WRIGHT, James G., Ann, ROCHE and Antoine E., KHOURY, (2010), “Improving On-Time Surgical Starts in an Operating Room”, **Canadian Journal of Surgery**, Vol: 53, No:3, pp. 167-170.
- WULLINK, Gerhard, Mark Van, HOUDENHOVEN, Erwin W., HANS, Jeroen M. Van, OOSTRUM, Marieke, VAN DER LANS and Geert, KAZEMIER (2007), “Closing Emergency Operating Rooms Improves Efficiency”, **Journal of Medical Systems Archive**, Vol: 31, No: 6, pp. 543-546.

www.surgerymanagement.com, (15.02.2011).

www.erpcrm.com, (10.01.2011).

DİZİN

A

Acil ameliyat, 55, 76, 83, 90, 93, 173
 Açık çizelgeleme, 59, 61, 62, 63
 Ameliyat odası kullanım oranı, 65, 68,
 69, 85, 166
 Ameliyat süreci, 67
 Ameliyathane yönetimi, 43, 44, 77, 88,
 151

B

Benzetim, v, vii, ix, x, xii, xiii, 15, 25,
 26, 27, 84, 94, 101, 104, 105, 111,
 127, 129, 131, 134, 137, 142, 145,
 146, 147, 153, 155, 160, 178, 182,
 195, 204, 205
 Blok çizelgeleme, 58, 59, 60, 61, 62, 63

Ç

Çevrim süresi, 73, 121, 123, 124
 Çocuk cerrahisi, 98, 99, 111, 113, 114,
 117, 121, 125, 127, 135, 136, 137,
 138, 139, 141, 142, 149, 151, 163,
 165, 166, 168, 169, 171, 172

E

Elektif ameliyat, 52, 55, 56, 57, 173
 Erken tamamlanma, 32, 119, 120, 151,
 163, 167

G

Geç tamamlanma, 30, 32, 119, 120,
 151, 163, 172

K

Koşum sayısı, 146, 147

P

Promodel, v, vi, xii, xiii, 104, 121, 127,
 131, 132, 133, 134, 136, 170, 178,
 195, 203

S

SEPT, 140, 142, 143, 148, 162
 Sıralama kuralı, 144, 170

T

Tek makine çizelgeleme, 99