

**T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ÜRETİM YÖNETİMİ VE ENDÜSTRİ İŞLETMECİLİĞİ
PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HASTANELERDE YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI: KENT
HASTANESİ AMELİYATHANE VE YATAK
OPTİMİZASYONU UYGULAMASI**

Rahmi Altuğ TURAN

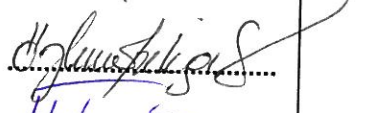
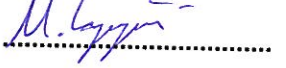
**Danışman
Doç. Dr. ÖZLEM İPEKGİL DOĞAN**

İZMİR - 2013

YÜKSEK LİSANS
TEZ/ PROJE ONAY SAYFASI

Üniversite : Dokuz Eylül Üniversitesi 2010800075
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Adı ve Soyadı : RAHİM ALTUĞ TURAN
Tez Başlığı : Hastanelerde Yöneylem Araştırması: Kent Hastanesi Ameliyathane ve Yatak Optimizasyonu Uygulaması
Savunma Tarihi : 06.08.2013
Danışmanı : Doç.Dr.Özlem İPEKGİL DOĞAN

JÜRİ ÜYELERİ

<u>Ünvanı, Adı, Soyadı</u>	<u>Üniversitesi</u>	<u>İmza</u>
Doç.Dr.Özlem İPEKGİL DOĞAN	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Yrd.Doç.Dr.Mert TOPOYAN	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Prof.Dr.Mustafa GÜNEŞ	GEDİZ ÜNİVERSİTESİ	

Oybirliği (✓)

Oy Çokluğu ()

RAHİM ALTUĞ TURAN tarafından hazırlanmış ve sunulmuş "Hastanelerde Yöneylem Araştırması: Kent Hastanesi Ameliyathane ve Yatak Optimizasyonu Uygulaması" başlıklı Tez () / Projesi () kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Utku UTKULU
Enstitü Müdürü

YEMİN METNİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “**Hastanelerde Çizelgeleme ve Yöneylem Araştırması: Kent Hastanesi Ameliyathane ve Yatak Optimizasyonu Uygulaması**” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih
.../.../.....
Adı SOYADI
İmza

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Hastanelerde Yöneylem Araştırması: Kent Hastanesi Ameliyathane ve Yatak Optimizasyonu Uygulaması

Rahmi Altuğ TURAN

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

Üretim Yönetimi ve Endüstri İşletmeciliği Tezli Yüksek Lisans

Bu çalışma, hastanedeki yatak yetersizliğini önlemek için hasta çizelgeleme modellerinin geliştirilmesini ve değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Geliştirilen model içeriğinde iki tip kısıt bulundurmaktadır. Bunlar talep ve kapasite kısıtlarıdır. Talep kısıtı her bir cerrahi operasyonun belirlenen zaman bloklarında yapılmasını sağlamaktadır. Kapasite kısıtı, hastanede fiziksel kaynaklar olan bina katlarının ve ameliyathanelerin ulaşılabilir kapasitesini sınırlandırmaktadır.

Bunlarla birlikte cerrahi operasyonların türüne göre, hastaların hastanede kalış süreleri, bir haftada ameliyat edilen hasta sayısı farklılık göstermekte ve tüm bunların yönetilmesi gerekmektedir. Problemin çözümünde beklenen yatak yetersizliğini azaltmak, hangi cerrahi müdahalenin hangi ameliyathanede ve haftanın hangi günlerinde yapılacağını çözümlemek için MIP (mixed integer program) modeli kullanılmıştır. Kurulan MIP modeli çözmek için GAMS/ CPLEX paket programı tercih edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Zaman çizelgeleme, Ameliyathane, Yatak Yetersizliği

ABSTRACT

Master's Thesis

Operational Research in Hospitals: Application of Operating Room and Bed Optimizations in Kent Hospital

Rahmi Altuğ Turan

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department of Business Administration

Production Management and Industrial Business Administration Program

This thesis is devoted to proposing a series of integer programming models for scheduling patient demand with the aim of preventing bed shortages, and evaluating these hard models. The core of the models developed has two types of special demand and capacity constraints. Demand constraints ensured that each surgery had assigned a specific number of operation blocks and the capacity constraints utilized to restrict the available capacity of relevant department units and operating theaters. Naturally, according to various surgery types, the number of operated patients per week and the length of stay for each operated patient vary and need to be managed accordingly. To solve this problem, a mixed integer programming model is used to minimize expected total bed shortage and see which surgery is assigned to which operating theatre and in which day of week. GAMS/CPLEX is used to solve this MIP problem.

Keywords: Scheduling, Operating Theatre, Bed – Shortage

**HASTANELERDE YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI: KENT HASTANESİ
AMELİYATHANE VE YATAK OPTİMİZASYONU UYGULAMASI**

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
KISALTMALAR	viii
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
EKLER LİSTESİ	xi
 GİRİŞ	 1

**BİRİNCİ BÖLÜM
YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI**

1.1.	YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ TANIMI VE AMACI	3
1.2.	YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI TARİHSEL GELİŞİMİ	4
1.3.	YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ PROBLEM ÇÖZME YAKLAŞIMI	5
1.3.1.	Problemin Tanımlanması	6
1.3.2.	Verilerin Toplanması	6
1.3.3.	Matematiksel Modelin Formüle Edilmesi	6
1.3.4.	Modelden Çözümlerin Elde edilmesi	6
1.3.5.	Modelin Sınanması	7
1.3.6.	Modelin Uygulanmaya Hazırlanması	7
1.3.7.	Modelin Uygulanması ve Önerilerin Değerlendirilmesi	7
1.4.	YÖNEYLEM ARAŞTIRMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER	9
1.4.1.	Doğrusal Programlama (D.P.)	9
1.4.2.	Kuyruk Teorisi (K.T.)	10
1.4.3.	Stok Modelleri (S.M.)	10
1.4.4.	Benzetim (Simulasyon)	11

1.5. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ UYGULANDIĞI YERLER	12
---	----

İKİCİ BÖLÜM

HASTANE KAVRAMI VE HASTANE İŞLETMELERİ

2.1. HASTANE KAVRAMI	14
2.2. HASTANE İŞLETMELERİ VE ÖNEMİ	14
2.3. SAĞLIK YÖNETİMİ VE TIPTA SAYISAL YÖNTEMLERİN GEREKLİLİĞİ	15
2.4. MEDİKA YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI	15

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

HASTANELERDE YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI VE KENT HASTANESİ UYGULAMASI

3.1. LİTERATÜR TARAMASI	17
3.2. KENT HASTANESİ	18
3.3. PROBLEMİN TANIMLANMASI	19
3.4. MATEMATİKSEL MODEL	22
3.5. HESAPLAMALAR	30
3.5.1. Çözüm Metodu	30
3.5.2. Veri Analizi	31
3.5.3. Testler	31
3.5.4. Sonuçlar	33
3.5.4.1. Yıllık Veri Analizi Sonuçları	35
3.5.4.2. Birinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları (Ocak, Şubat, Mart)	43
3.5.4.3. İkinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları (Nisan, Mayıs, Haziran)	51
3.5.4.4. Üçüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları (Temmuz, Ağustos, Eylül)	60
3.5.4.5. Dördüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları (Ekim, Kasım, Aralık)	68
SONUÇ	76
KAYNAKÇA	77
EKLER	

KISALTMALAR

Y.A	Yöneylem Araştırması
D.P	Doğrusal Programlama
K.T	Kuyruk Teorisi
S.M	Stok Modelleri
TEBS	Beklenen Toplam Yatak Yokluğunu

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1: Y.A. kullanılan yöntemler	s.9
Tablo 2: Kat – Kanat / Ameliyat ve Tedavi İçin Yatan Hasta Grupları Tablosu	s.21
Tablo 3: Ameliyat türüne göre ameliyathane dağılım tablosu	s.22
Tablo 4: Hasta türleri ve kısıtları	s.23
Tablo 5: Çeyreklere göre aylar	s.31
Tablo 6: Yapılan testler	s.33
Tablo 7 : Programın 3B kanadı açık haliyle çalıştırılması	s.35
Tablo 8: Programın 3B kanadı kapalı haliyle çalıştırılması	s.35
Tablo 9 : Programın 3B kanadı kapalı ve katların kapasitelerinin düşürülmüş haliyle çalıştırılması	s.35
Tablo 10 : Programın 3B kanadı açık haliyle çalıştırılması	s.43
Tablo 11 : Programın 3B kanadı kapalı haliyle çalıştırılması	s.43
Tablo 12 : Programın 3B kanadı kapalı ve katların kapasitelerinin düşürülmüş haliyle çalıştırılması	s.43
Tablo 13 : Programın 3B kanadı açık haliyle çalıştırılması	s.51
Tablo 14 : Programın 3B kanadı açık ve 5 yatak kapasitesiyle çalıştırılması	s.51
Tablo 15 : Programın 3B kanadı açık haliyle çalıştırılması	s.60
Tablo 16 : Programın 3B kanadı kapalı haliyle çalıştırılması	s.60
Tablo 17: Programın 3B kanadı kapalı ve katların kapasitelerinin düşürülmüş haliyle çalıştırılması	s.60
Tablo 18 : Programın 3B kanadı açık haliyle çalıştırılması	s.68
Tablo 19 : Programın 3B kanadı kapalı haliyle çalıştırılması	s.68
Tablo 20 : Programın 3B kanadı kapalı ve katların kapasitelerinin düşürülmüş haliyle çalıştırılması	s.68

EKİLLER LİSTESİ

Sekil 1: Y.A. problem çözüm yaklaşımının işleyiş süreci	s.8
Sekil 2: Deney olarak benzetim	s.12

EKLER LİSTESİ

Ek1:	s Değişkenine göre doktor, tıbbi tedavi ve ameliyat türü ataması.....ek s.1
Ek2:	o değişkenine göre ameliyathane ataması.....ek s.2
Ek3:	f Değişkenine göre kat ve kanat ataması.....ek s.3
Ek4:	Matematiksel modelin GAMS kodu.....ek s.4

GİRİŞ

Küreselleşmenin bir sonucu olarak günümüz de her alanda tartışmasız bir rekabet yaşanmaktadır. Bunun en temel sebebi ise, sanayi devrimiyle değişen dünya şartlarında insanların ihtiyaçlarının artması ve çeşitlenmesidir.

Oluşan bu rekabet ortamında sektörler sürdürülebilirliklerini arttırmak için daha az kaynakla daha yüksek çıktılar yaratma çabasına girmişlerdir. Bununla birlikte bilimsel ve teknolojik gelişmeler rekabete yeni bir boyut kazandırmış ve sektörleri talebe daha hızlı cevap vermek zorunda bırakmıştır. Sağlık sektörü de bilimsel ve teknolojik anlamda son yıllarda oldukça fazla yeniliğe ve gelişime uğramıştır. Bu gelişim sağlık sektöründe yapısal olarak daha sistematik çalışma prensipleri oluşturulmasına sebep olmuştur. Bunun sebebi toplumun temeli olan bireyin konu hakkında bilinçlendikçe sağlık sektöründen talebinin ve beklentisinin hem sayısal olarak hem de kalite olarak artmasıdır.

Bugün, ülkeler için gelişmişliğin bir göstergesi sayılan sağlık hizmeti üretiminin de tüm diğer sektörlerde olduğu gibi karşılaştığı en önemli sorun kaynak kıtlığıdır. Artık ülkeler, sağlık sektörüne daha fazla kaynak ayırma yolunu tercih etmemekte, bunun yerine var olan kaynakların daha verimli bir şekilde kullanılması yollarını aramaktadırlar. Sağlık hizmetlerinin üretimi ve sunulmasında karlılık, sürdürülebilirlik, verimlilik ve kaynakların doğru yönetilip arz talep dengesinin korunması önemini yitirmeyen konuların başında gelmektedir. Tüm dünya ülkeleri için sağlık hizmetleri üretiminde maliyetlerin azaltılması temel sağlık politikalarından biri haline gelmiştir. Çünkü sağlık hizmetlerinde maliyetlerin sürekli olarak artması sosyal güvenlik kurumlarının ve özel sigorta kurumlarının açıklarını arttırmaktadır. Bunun sonucunda ülkeler bu açığı dışarıdan kaynak girişi sağlayarak kapatmaya çalışmaktadır.

Bu çalışma hastanelerde çizelgeleme ve yöneylem araştırması üzerine İzmir Kent Hastanesinde ameliyathane ve yatak optimizasyonu sağlanması üzerine yapılmış bir çalışmadır.

Çalışmanın birinci bölümünde Yöneylem araştırması kavramı üzerinde durulmaktadır. Bu bölümde yöneylem araştırmasının tanımı amacı, tarihsel gelişimi gibi kavramlar bahsedildikten sonra yöneylem araştırmasında problem çözme

yaklaşımı, kullanılan yöntemler ve uygulama alanları üzerine detaylı bir inceleme yapılmaktadır. Yöneylem araştırmasında kullanılan başlıca yöntemler; Doğrusal programlama, kuyruk teorisi, oyun teorisi, benzetim, monte – karlo tekniği, markov tekniği, PERT ve CPM vb. Yöneylem araştırması başlıca uygulama alanları; Pazarlama, üretim, iş idaresi, araştırma, stok vb. Bu bölümde bahsedilen kavramlar anlatılmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde hastane kavramı, hastane işletmeleri ve hastane işletmelerinin önemi, hastane işletmelerinin sınıflandırılması gibi çalışmanın yapıldığı alana dair genel bilgiler verilmektedir. Bunların üzerine sağlık sektöründe sayısal yöntemlerin gerekliliği, yöneylem araştırmasının sağlık sektöründeki önemi ve yeri başlıklarına değinilmektedir.

Üçüncü bölüm çalışmanın uygulama kısmını içermektedir. Öncelikle çalışmada ele alınan hastaneye dair bilgiler açıklanmıştır. Hastanelerde çizelgeleme ve yöneylem araştırması üzerine yapılmış olan çalışmaların araştırılmıştır. Ele alınan problem tanımlanması yapılmış ve çözümü için kurulan matematiksel model açıklanmıştır. Çalışmanın sonunda elde edilen sonuçlar birbirleriyle kıyaslanmıştır ve Kent hastanesi için optimal çözüme ulaşmaya çalışılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI

Günümüz toplumu farklı ve karmaşık örgütlenmelerden oluşmaktadır. Bu karmaşık örgütlerin karmaşık karar problemleri vardır. Örgütlerin karşılaştığı bu karar problemlerin çözümü yöneticilere düşmektedir. Kararları etki eden koşulları ele almak ve alınan kararlar sonucunda sonuçlarını tahmin etmek pek kolay değildir. Bu noktada en iyi ve gerçeğe en yakın kararı verebilmek için bilimsel bir yöntem kullanılmalıdır. Yöneylem araştırması bu durumda kullanılabilecek en etkili bilimsel karar verme tekniklerinden biridir. Bu sebepten dolayı yöneylem araştırması örgütlerde karar aşamasında öneme sahiptir.

1.1. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ TANIMI VE AMACI

Yöneylem araştırması (Y.A.) şimdiye kadar farklı ifadelerle tanımlanmaya çalışılmış olup ortak bir tanıma ulaşılamamıştır. Yapılan tanımlamalar kişilerin kendi deneyimlerinin sonucudur.

Y.A. için yapılan tanımların en yaygın olanları şunlardır.

Yöneylem araştırması sibernetik, sistem mühendisliği, iletişim bilimleri, çevre bilimleri ve sistem bilimleri gibi ikinci dünya savaşından sonra doğup gelişen disiplinlerarası bir bilimdir.

Yöneylem Araştırması, karar organlarının, karar vermelerinde kontrolleri altında bulunan her türlü olanağı, süre unsuru içinde işletmeyi istenilen amaca en uygun biçimde için kantitatif esaslara dayanarak yapılan bilimsel araştırmaların tümüne denir.

Bu tanımlamaların en sonuncularından biri ‘ British Operational Society’ tarafından yapılandır.

Yöneylem araştırması iş, devlet ve askeri alanlarda insan, makine, materyal ve para yönetiminde oluşan problemleri çözmek için kullanılan bilimsel bir metottur. Şans ve risk gibi çeşitli faktörleri de göz önüne alarak, alternatif kararlar ve stratejiler üreterek sistemin bilimsel bir modelini ortaya çıkarmaya çalışır. Amaç, yönetimin vermesi gereken kararlara bilimsel bir şekilde yardımcı olmaktır.(Esin, 2003: 7)

Yöneylem araştırması problemlere bilimsel yolla yaklaşarak modele ait parametreleri, modelin yapısını ve bunların test edilmelerini, sınırlı kaynaklar altında karar verme açısından optimum yani en iyinin ne olacağını araştırır. Matematik ve matematiksel model her ne kadar temel teşkil ederse de Y.A yapılan iş özellikle matematik modeller kurup onları çözmekten çok problem çözme temeline dayanır. (Özkan, 2005:1)

Y.A. amacı, yöneticilere daha etkin kararlar almaya olanak sağlamaktır. Daha iyinin bilimi olarak adlandırılan Y.A. bu çerçevede uygulama boyutu ile yalnızca teori değil, gerçek dünyanın kendisidir ve buna ilişkin uygulamaları içerir. (Sezen,2007:4)

Bu açıdan Y.A. amacı iki grupta toplanabilir. Bunlar;

- İnsan – makine sistemlerinin yapısını ve davranışlarını inceler ve açıklar.
- Bu sistemlerin amaç ve hedeflerine uygun yönetim ve kontrollerine ilişkin karar verme sorunlarını çözümlmek ve bunun için yöntemler ve teknikler geliştirmektir.

1.2. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ TARİHSEL GELİŞİMİ

Yöneylem Araştırması ilk kez İngilizler tarafından 1940'da 2. Dünya Savaşında Alman hava hücumlarının İngiltere'yi büyük kayıplara uğrattığı dönemde başlamıştır.

Bu duruma önlem almak isteyen İngiliz Genel Kurmay Başkanlığı Fizikçi Prof. Plackett' ve farklı disiplinlerden ilim adamlarını bir araya getirmiş ve Almanlara belli sayıdaki Radar ve Spitfire avcı uçaklarıyla nasıl bir savunma sistemi kurulabileceğini danışmıştır. Bunun üzerine Prof. Plackett ve ekibi karşılıklı gizlilik esasına dayalı olarak çalışmalara başlamıştır. Araştırma ekibi öncelikle Alman hava hücumlarının dağılımını olasılık kurallarına göre saptamış ve elindeki var olan savunma silahlarını buna göre koşullandırmıştır. Bunun sonucunda uçak sayısı bakımından İngilizlere karşı üstün olan Alman hava kuvvetleri hücumlarında İngiliz avcı uçakları ile karşılaşmış ve başarısızlığa uğramıştır.

Bunun paralelinde İngilterenin 2. Dünya savaşında kullandığı yöntemi A.B.D kendi savunma sistemleri (kara, hava ve deniz) için kullanmıştır. Bunun için

Yöneylem araştırması ekipleri kurmuştur. (Hadley, 1965). Bu ekiplerin çalışmaları sonucunda optimal konvoy büyüklüğü belirlenmesi ve mayın döşeme gibi deniz altı faaliyetlerine çözüm bulmuşlardır.

Ülkemizde ilk Yöneylem Araştırma çalışmaları Türk Ordusu tarafından başlatılmıştır. İlk Y.A. ekibi 1956 yılında bugün adı Araştırma ve Geliştirme (ARGE) Başkanlığı olan Genel Kurmay İlgi İstişari ve Geliştirme Başkanlığında kurulmuştur.

Ordudan sonra ilk Y.A ekibi 1 Eylül 1965 tarihinde Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumunda (TÜBİTAK) oluşturulan altı kişilik Yöneylem Araştırma ünitesi olmuştur

Yöneylem Araştırması eğitimleri ilk kez İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Fakültesinde başlamıştır. Daha sonra 1964 - 1965 öğretim yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Matematik Bölümünde "Doğrusal Programlama " dersleri verilmeye başlanmıştır.

İlerleyen yıllarda İktisadi Ticari İlimler Akademilerinde Üretim Yönetimi adı altında temel ders olarak verilmiştir.

Y. A. ilgili ilk çalışmalar 1950 lerde yayınlanmaya başlanmış olmasına rağmen, bugün Yöneylem Araştırması konusunda pek çok sayıda yayın ve kuruluş vardır.

Ülkemizde 13-14 Şubat 1975 tarihinde ilk defa Yöneylem araştırmacıları ve uygulayıcılarının bir araya gelmesi için Boğaziçi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü ile Türkiye Bilimsel Araştırma Kurumunun Marmara Araştırma Enstitüsü birlikte Ulusal Yöneylem Araştırma Kongresi düzenlemiştir. Daha sonra kurulan Yöneylem Araştırması dernekleri ülkemizde her yıl çeşitli üniversitelerin ev sahipliğini üstlendiği kongrelerle faaliyetlerini sürdürmektedir.

1.3. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ PROBLEM ÇÖZME YAKLAŞIMI

Yöneylem Araştırması problemlerin çözümüne yaratıcı bilimsel katkılar sağlamaktadır ve bunun temelinde de problemlere belirli evreler içerisinde çözüm araması yatmaktadır. Bir örgütün problemini çözmek için yöneylem araştırması kullanımında izlenmesi gereken adımlar şöyledir;

1.3.1. Problemin Tanımlanması

Problemin tanımlanması kısmı çalışmanın sonucuna etki edeceği için bu adım çok önemlidir. Problemin doğru tanımlanması uygun amaçların belirlenmesi için önemlidir. Bu kısımda mümkün olduğunca tümünden gelim kullanılmaktadır. Çünkü yöneylem araştırması özelliği nedeniyle sadece tek bir bölümün en iyi optimal çözümünden çok örgütün tümü için optimal olan çözümü araştırır.

1.3.2. Verilerin Toplanması

Problem tanımlandıktan sonra probleme etkisi olan parametre değerlerini tahmin etmek için veriler toplanır. Veriler problemin doğru anlaşılması ve modelin girdisini sağlamada gereklidir. Tahmin edilen parametreler modelin kurulmasında ve modelin değerlendirme adımlarında kullanılır.

1.3.3. Matematiksel Modelin Formüle Edilmesi

Bu aşamada karar verici tanımlanan problemin çözümüne uygun olan matematiksel modeli oluşturur. Kurulan model problemin yapısına uygun olmalıdır. Matematiksel modelde, karar değişkenleri, amaç fonksiyonu, kısıtlar ve amaç fonksiyonunda bulunan parametreler vardır.

1.3.4. Modelden Çözümlerin Elde edilmesi

Problemin matematiksel modelinin kurulmasından sonra modelin çözümü için uygun yöneylem araştırması bilgisayar paket programları (WINQSB, LINDO, GAMS, LINGO, MATLAB, TORA) kullanılır. Bu kısımda elde edilen sonuçlar problemin optimal çözümü olup gerçeğe en yakın sonucu vermelidir. Bu yüzden duyarlılık analizleri yapılarak problemde bir birimlik değişimlerin çözümü nasıl etkilendiği ve bir önce elde edilen sonuçtan ne kadar saptığı değerlendirilir.

1.3.5. Modelin Sınanması

Modelin iyileştirme ve sınaama süreci modelin geçerliliği olarak adlandırılır. Modelin sınanması geçmişteki veriler sınanarak sağlanır. Geçmiş veriler kullanılarak model tekrar kurulur ve sonuçlarının bugünkü duruma uygun olup olmadığı araştırılır. Bu analiz ile modelin, mevcut uygulamalarda nasıl iyileştirme sağlayabileceği konusunda kıyaslama da sağlanmış olur. Böylece modelin neresinde düzeltme yapılacağı da görülebilir.

1.3.6. Modelin Uygulanmaya Hazırlanması

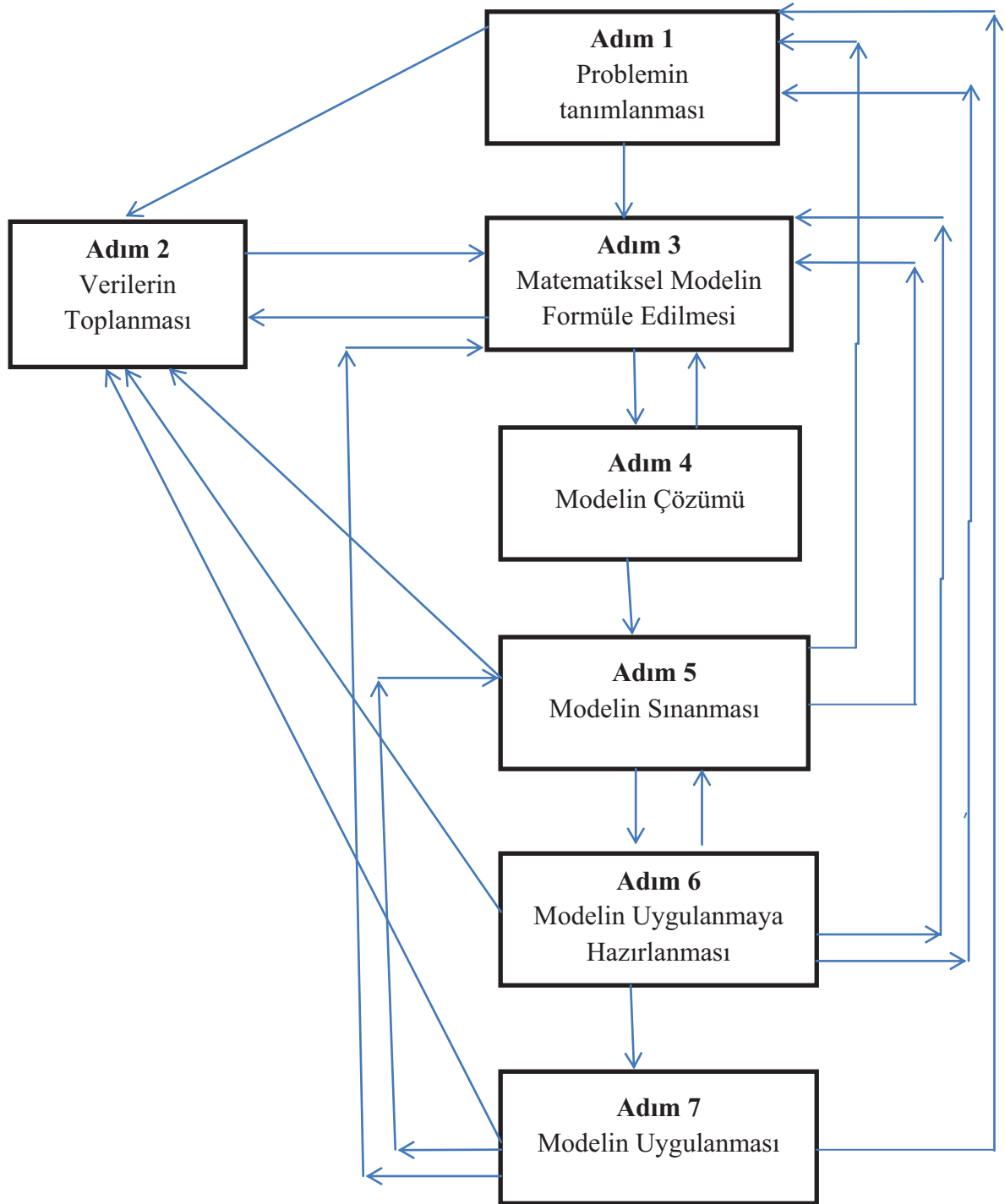
Sınama aşaması tamamlandıktan sonra kabul edilen modelin uygulanması için gerekli sistem yapısının kurulması gerekmektedir. Sistem genellikle bilgisayar tabanlıdır. Kullanılan ek programlar ve bilgi işlem gereksinimleriyle modele çözüm prosedürü uygulandıktan sonra karar verici sonuç raporuna ulaşabilmelidir. Hazırlanan modelin sonuçları karar problemine ve yönetimin isteklerine uygunluğu tekrar ele alınır ve uygun değil ise modelin tekrar kurulması için adım 1.3.3'e geri dönölür.

1.3.7. Modelin Uygulanması ve Önerilerin Değerlendirilmesi

Problem çözümü için bir sistem geliştirildikten sonra yöneylem araştırmasının son adımı bu sistemin uygulanmasıdır. Örgüt kurulan bu sistemi kabul eder ise, analist önerilerin uygulanmasında yardımcı olur. Örgütün amaçlarını karşılamak için geliştirilen sistem sürekli olarak izlenmeli ve güncelleştirilmelidir. (Wayne L, 1994:5)

Uygulama adımı birkaç adımı içerir. İlk olarak yöneylem araştırması takımı uygulanacak yeni sistemi ayrıntılı açıkla, işlem yöneticilerine verir ve işlem gerçekleri ile sistemin nasıl ilişkili olduğunu gösterir. İkinci adımda taraflar sistemi işleme koymak için gerekli sorumluluğu paylaşır. Son olarak sistemin faaliyet denemesi başlatılır ve başarılı olması sonucunda yeni sistem uzun yıllar kullanılır.

Sekil 1: Y.A. problem çözüm yaklaşımının işleyiş süreci



Kaynak: Öztürk, 2009, s. 13

1.4. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER

Yöneticiler planlama yaparken en büyük kısıtları olan süre ve kaynakları verimli bir şekilde kullanmak için bazı tekniklerden yararlanırlar. Bunlar;

- Bilgi toplama
- Sistem planlaması
- İstatistik analizleri
- Yöneylem araştırması

Yöneylem araştırmasında kullanılan teknikleri yapılarına göre genel olarak deterministik ve olasılıklı modeller olarak gruplayabiliriz.

Tablo 1: Y.A. kullanılan yöntemler

Yöneylem Araştırmasında Kullanılan Yöntemler	
Deterministik Modeller	Olasılıklı Modeller
• Doğrusal programlama • Tam sayılı programlama • Hedef programlama • Atama ve Ulaştırma problemleri • Oyun teorisi • Doğrusal olmayan programlama • Deterministik dinamik programlama • Deterministik stok modelleri • Şebeke (ağ) analizi • CPM ve PERT	• Markov zincirleri • Kuyruk teorisi • Karar analizi • Simülasyon • Tahmin modelleri • Güvenilirlik analizi • Olasılıklı dinamik programlama • Olasılıklı stok modelleri

Kaynak: Yazar Tarafından Oluşturulmuştur

Tablo 2’de belirtilen Y.A. tekniklerinin en çok kullanılanları ve bunların hangi özel modellerin çözümlerinde kullanıldıklarına aşağıda kısaca değinilmiştir.

1.4.1. Doğrusal Programlama (D.P.)

Yöneylem Araştırması teknikleri arasında en çok kullanılan matematiksel programlama tekniklerinden biridir. D.P. belirli bir amaca ulaşmak için bazı kısıtlayıcılar altında kısıtlı kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını sağlayan matematiksel yöntemlerdir. Bu teknikte varılmak istenen amaç kar maksimizasyonu ya da maliyet minimizasyonu olarak belirtilebilir. D.P. tüm uygun seçenekler arasında optimum olanın elde edilmesini sağlar. D.P. uygulamaları sadece kısıtlı kaynakların

dağılımı ile sınırlı değildir, bununla birlikte farklı alanlarda önemli uygulamalar ortaya koymuştur. D.P. 'nın bazı uygulama alanları şunlardır;

- Ulaştırma Problemleri (Transportation)
- Tahsis problemleri (Allocation)
- Üretim planlaması
- Envanter (stok) problemleri (Inventory)
- Yatırım planlaması
- Finansal planlama
- Tarımsal planlama
- Personel çizelgelenmesi
- Trafik planlaması

1.4.2. Kuyruk Teorisi (K.T.)

Günümüzde işletmelerin en önemli sorunlarından birisi müşterilerin servis için bekleme sürelerinden doğan kazanç ve müşteri kayıplarıdır. Bununla birlikte yöneticiler maliyetleri azaltmak için azami sayıda personel kullanma yolunu seçerler. Bu noktada yöneticiler yöneylem araştırması uygulamalarından Kuyruk Teorisi ile müşteri bekleme zamanını düşürmeyi ve servis niteliğini yükseltmeyi amaçlamaktadır. K.T. alanında ilk çalışma 1909 yılında Danimarkalı telefon mühendisi A.K. Erlang tarafından yapılmıştır. (Öztürk, 2009: 697)

K.T. başlıca kullanım alanları:

- Nakliye problemleri
- Hizmet kuruluşları için uygun yerin seçilmesi
- Telefon hatlarından maksimum yararlanma
- Limanlarda giren, boşalan yüklenen gemilerin düzenlenmesinde (Esin,2003:9)

1.4.3. Stok Modelleri (S.M.)

İşletmelerin üretimde sürekliliği sağlayabilmeleri için uygun seviyede stok bulundurmaktadırlar. Stok maliyetler açısından bulundurulmak istenmese de; az

olması halinde üretim maliyetlerinin artmasına, çok olmasında ise atıl kapasite yaratmaktadır. Bu yüzden yöneylem araştırması Stok modeli (S.M.) yöneticilerin bu iki ucu dengelemeleri konusunda kullandıkları önemli bir karar verme aracıdır.

Stok problemleri belirli sürelerde ve belirli miktarlarda sipariş verilip alınmasını içermektedir. Bu noktada stok modeli iki soruya cevap arar ne kadar? ve ne zaman? Bu soruların cevapları yöneylem araştırmasının veri analizi adımıyla işletme ve tedarikçi üzerinden çıkarılır.

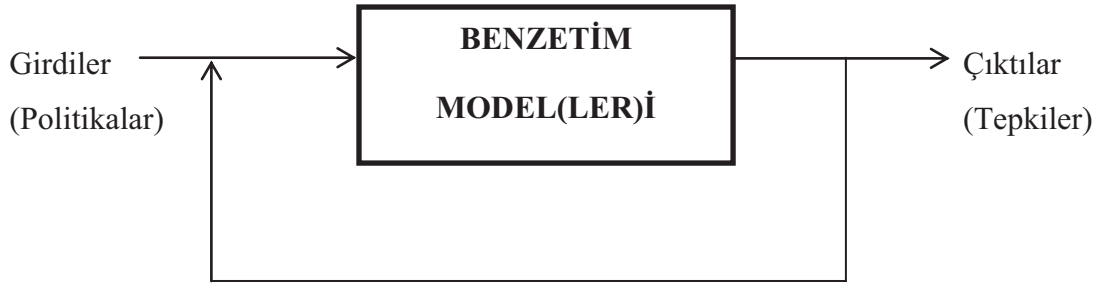
(Taha,2007:433)

1.4.4. Benzetim (Simulasyon)

Benzetim gerçek bir durumun modeli yaratılarak bu model üzerinden gerçek duruma dair sonuçlar çıkarılmasını sağlayan bir yöntemdir. Kısaca gerçek durumu yaratmadan onu sanal olarak yaratıp sonuçlarını değerlendirmektir. Benzetim (simülasyon) yöntemi daha çok bilgisayar programları ve bilgisayar kodu kullanılarak uygulanan yöntemdir. Benzetim yönteminin uygulamasını kolaylaştıracak özel paket programları vardır. Ancak bu programların dilleri basit değildir. Bu yüzden oluşturulması problemin gerçek denemelerine karşı daha fazla zaman alabilmektedir. Ancak benzetim yöntemi başarıya ulaşması halinde, gerçek denemelere göre bazı avantajlara sahiptir. Bunlar;

- *Maliyet:* Gerçek denemeler sonucunda birşeylerin yanlış gitmesi maliyeti, benzetim maliyetinden daha yüksektir.
- *Zaman:* Benzetim yöntemi kullanılarak üretilen bilgisayar kodları sayesinde haftaların ayların ve yılların benzetimini yapmak saniyeler almaktadır.
- *Tekrar:* Oluşturulan bilgisayar programı sayesinde farklı girdiler ve farklı senaryolarla benzetim tekrarlanılabilir.
- *Güvenlik:* Gerçekte bazı denemeleri yapmanın sonuçları ve bedelleri ağır olabilir veya bu denemeleri yapmak yasak olabilir. Bu durumda benzetim yöntemi gerçek denemenin yapılması yerine oluşturulan sanal alanda bu denemelerin yaratılmasını ve sonuçlarının görülmesini sağlar.

Sekil 2: Deney olarak benzetim



Kaynak: Pidd,2009:10

1.5. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASININ UYGULANDIĞI YERLER

Yöneylem araştırması teknikleri farklı sektörlerde pek çok uygulamaya sahiptir. Bu uygulamaların yapıldığı sektörler ve alanlar şöyle gruplandırılmaktadır.

- *Finansal Sektörler(Banka, Sigorta şirketleri)*
Portföy optimizasyonu, nakit akışı optimizasyonu, risk analizleri, şube performansı ölçümü, kuyruk sistemi oluşturulması, personel sayısı belirlenmesi, çağrı merkezleri planlaması gibi konularda yöneylem araştırması karar verme tekniği olarak kullanılmaktadır.
- *Üretim sektörü*
Üretim planlaması, stok kontrolü, iş gücü planlaması, kapasite artırım planlaması gibi konular üzerine çalışır. Böylece Y.A. doğru üretim programıyla verimliliğin yüksek zaman israfının az olduğu bir üretim süreci yaratır.
- *Kamu Sektörü*
Bu alanda toplu taşımacılık planlamaları, diğer kamu araçlarının personel-araç ataması halinde planlanması, elektrik- su şebeke planlaması, temizlik hizmetleri planlaması gibi sorunların çözümünde kullanılır.
- *Telekomünikasyon sektörü*
Bu sektörde en etkili ve verimliliği yüksek haberleşme ağının kurulması için iletişim ağlarının planlanması, talep tahminlerinin yapılması, fiyatlandırma gibi problemlerin çözümlerinde kullanılır

- Pazarlama sektöü

Satışların yükseltilmesi, satıcıyı teşvik etmek ve müşterinin ürüne dikkatini çekmek için talep tahminleri, fiyatlandırma modelleri, maliyet kontrolü, dağıtım planlaması, tanıtım planlaması gibi problemlerin çözümlerinde kullanılır.

- Sağlık sektöü

Talep – kapasite dengelemesi, hasta memnuniyeti ve doğru personel çizelgelemesi için sağlık hizmetlerinin planlanması, birimlerin performans ölçümlerinin yapılması, kapasite planlaması, personel ataması gibi problemler için kullanılır. (Ulucan,2007:11)

İKİCİ BÖLÜM

HASTANE KAVRAMI VE HASTANE İŞLETMELERİ

Hastane işletmeleri insanların hayatlarının en önemli unsurlarından biri olan sağlık ihtiyacını karşılamak ve sağlık hizmeti vermek için kurulmuş çok organlı karmaşık yapılardır.

2.1. HASTANE KAVRAMI

Hastaneleri kişilerin ve toplumların sağlıklarını korumak amacıyla çeşitli sağlık üretimi sunan ve toplumun sağlık düzeyini yükseltmek amacıyla güden işletmeler olarak düşünebiliriz. Bu sebeple hastaneler birçok karmaşık işlemlerin ortaya konulduğu kurumlar olarak karşımıza çıkmaktadırlar.

Sağlık hizmeti deyince akla sağlığın korunması ve hastalıkların tedavisi için yapılan çalışmalar gelir. Bu bağlamda hastaneleri sağlık sisteminin işlevselliğini sağlayan en önemli sağlık kurumları olarak değerlendirebiliriz. Bu sağlık kurumları çeşitli şekillerde tanımlanmaktadırlar:

Hastaneler, "hasta ve yaralıların, hastalıktan şüphe edenlerin ve sağlık durumlarını kontrol ettirmek isteyenlerin ayakta veya yatarak gözlem, muayene, teşhis, tedavi ve rehabilite edildikleri, aynı zamanda doğum yapılan kurumlardır" (Yılmaz.2012:15)

Daha Geniş anlamda hastane kavramı , " teşhis, tedavi, gözlem ve rehabilitasyon olarak sağlık hizmetleri veren , hastaların uzun veya kısa süreli tedavi gördükleri yataklı kuruluşlar" olarak tanımlanmaktadır. (Yılmaz.2012:15)

2.2. HASTANE İŞLETMELERİ VE ÖNEMİ

İşletmeler kendi içlerinde yöneldikleri amaç ve ekonomideki işlevlerine göre değişik biçimlerde sınıflandırılmaktadırlar. Bu sınıflandırmalardan biri de hizmet işlemleridir. Hastane işletmeleri bir hizmet üretim işletmesidir.

Hizmet kavramı ile ilgili farklı tanımlar yapılabilir. En basit tanımlaması bir kişi yada kuruluşun başka bir kişi yada kuruluşa sunduğu fayda veya soyut bir faaliyet olarak tanımlanabilir. (Tarcan.2001:4)

Hizmet işletmelerinden biri olan sağlık işletmelerinin en önemli özelliği girdi ve çıktısının insan olmasıdır. Sağlık hizmet işletmeleri, toplumu sağlıklı kılmak ve sağlık hizmeti vermek amacıyla, sağlıkla ilgili her türlü ürünün üretimi, sunumu, istemi ve tüketimi üzerine kurulan sistem ve alt sistemlerden oluşmakla birlikte, bunların sürdürülebilirliğinin sağlanması için gerekli olan kişi, kurum ve kuruluşlardan oluşmaktadır.(Sargutan.2004:107) Sağlık işletmeleri kendi içlerinde karmaşık bir yapıya sahiptirler. Bu karmaşık yapı sağlık sistemlerinde yöneticilere karar vermek noktasında çok zorlamaktadır.

2.3. SAĞLIK YÖNETİMİ VE TIPTA SAYISAL YÖNTEMLERİN GEREKLİLİĞİ

Günümüzde disiplinlerarası işbirliği klinik birimlerinde gerekli olduğu kadar üretilen sağlık inovasyonunun sunulması ve yönetiminde de gereklidir.

Tıbbi kaynakların son derece kısıtlı olması var olan kaynakların yanlış kullanılması sonucu dünyada her yıl yüzbinlerce insan hayatını kaybetmektedir. Yapılan araştırmalarda yanlış doz kullanımı özensiz cerrahi müdahale hastane enfeksiyonları gibi sebeplerle meydana gelen ölüm oranı tüm ölümler arasında ilk beşte yer aldığı gözlenmiştir.

Diğer bir gerçek ise önlenabilir tıbbi hataların büyük bir çoğunluğunun sistemden kaynaklanıyor olmasıdır. Bu durum yönetsel açıdan sistemin etkinliğinin arttırılmasını ve iyileştirilmesini gerektirmektedir.(Çetin.2013:17)

2.4. MEDİKAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI

Yöneylem araştırmasının sağlık yönetimi ve tıptaki teknik ve uygulamaları medikal yöneylem araştırması ya da medikal karar verme yöntemleri olarak adlandırılabilir. Genel olarak optimizasyon, istatistik ve bilgisayar bilimlerinden beslenen yöneylem araştırması, medikal yöneylem araştırması düzleminde medikal

optimizasyon, biyoistatistik ve biyoenformatikten de beslenmektedir. Uygulamalı matematiğin bir alt dalı olan matematiksel tıp disiplini ile klinik anlamda önemli arakesitleri olan medikal yöneylem araştırması, yönetsel anlamda mühendislik (özellikle endüstri ve sistem mühendisliği) esaslarının sağlık hizmetlerine uygulandığı sağlık sistemleri mühendisliği ile yaklaşık olarak aynı alanları kapsamaktadır. (Çetin.2013:20)

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

HASTANELERDE YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI VE KENT HASTANESİ

UYGULAMASI

3.1. LİTERATÜR TARAMASI

Ele alınan çalışmaya dair yapılan literatür taramasında konuyla ilgili çeşitli çalışmalara ulaşılmıştır. Yapılan çalışmalar öncelikli olarak ameliyathane kullanımını planlamak amacıyla çizelgeleme üzerine kurulmuştur. İlk adım olarak toplam ameliyat süresinin tüm ameliyat çeşitlerine dağıtılması olarak ele alınmıştır (Blake ve Carter, 2002: 541-561) (Hughes ve Soliman, 1985:52-60).

Ameliyathane çizelgelemesi yapıldıktan sonra probleme başka amaçlar ilave edilmiştir. Bu amaçlara dair çalışma başlıklarından biri sezgisel (heuristic) yöntem kullanılarak yapılan ve önceliği ilk geleni ameliyata almak, operasyon süresi uzun olacak ameliyatı ilk sıraya almak vb. durumları ele alarak yapılan ameliyathane fayda maksimizasyonudur (Dexter ve Traub, 2002:933-942). Bu problemle yakından ilgili amaçlardan bir diğeri ise çalışan maliyetlerini düşürmek konusu üzerinedir (Dexter ve diğerleri, 2000: 980-988).

Günümüzde bu konuya dair dikkat çeken amaç ise belirsizliği yönetmektir. Bir çok çalışmada, yapılan çizelgelemenin gerçekliğe uyması amacıyla dakikliğin artırılması üzerine odaklanılmıştır (Marcon ve diğerler, 2003:83-90). Bu çalışmadan da anlaşıldığı üzere belirsizliği yönetmek için planlı (beklenen) ve plansız (beklenmeyen, acil) durumların etkileşimi düşünülüp ona göre çizelgeleme yapılması gerekmektedir. Bu konuda plansız (hastaneye acil gelen) ameliyatların planlı yapılacak olan ameliyatların çizelgelemesini bozmaması için stokastik dinamik programlama modeli kullanılarak ileri çizelgeleme yapılmıştır (Gerchak ve diğerleri, 1996: 321-334).

Yapılan çalışmalar sonucunda ameliyathanenin aslında hastanede yer alan tüm süreçlerinin ilerlemesini sağlayan bölüm olduğu sonucuna varılmıştır. Ameliyathanede gerçekleştirilen aktiviteler hastanenin diğer birçok bölümündeki aktiviteleri etkilemektedir. Örneğin; ameliyathaneden çıkmış olan bir hastanın hastaneyi tek gün yada günlerce kullanması beklenmektedir. Bunun sonucunda yatak kapasitesi ve çalışan ihtiyacı ameliyathane çizelgelemesine bağlı olarak değişiklik

göstermektedir. Doğru yapılan ameliyathane çizelgelemesi hastane kaynaklarının kullanımındaki beklenen sapmayı azaltabilmektedir. Sapmanın verimlilik üzerinde negatif etkisi vardır. Bu açıdan diğer alanlarda olduğu gibi sağlık yönetiminde de sapmanın azaltılması önemli hedeflerden biridir. (Litvak ve Long, 2000: 305-312) sapmayı doğal ve yapay olarak ikiye ayırmaktadır. Doğal sapma, hastane yönetimi özünde bulunan ve hasta gelişlerindeki belirsizlikler, ameliyat süreleri, tedavi ve terapi sürelerindeki belirsizlikler vb. durumlardan ortaya çıkan sapmalardır. Yapay sapmalar ise kötü çizelgelemeler sonucunda ortaya çıkan durumlarda meydana gelen sapmalardır. Örneğin; ameliyat çizelgelemesinin yanlış yapılmasından dolayı bir güne yığılma olması, ameliyathane ve yatak kapasitesinin yetersiz kalması gibi durumlar yapay sapmalardan ortaya çıkmaktadır.

Yapılan literatür taraması sonucunda (Belien ve Demeulemeester, 2007: 1185-1204), tarafından ‘periyodik cerrahi çizelgeleme’ üzerine yapılmış olan çalışmanın ele aldığımız probleme yakın olduğu görülmüştür. Bundan dolayı problemin çözümü için oluşturulan matematiksel model, Jeroen Belien ve Erick Demeulemeester çalışmasında kurulan matematiksel model geliştirilerek elde edilmiştir.

3.2. KENT HASTANESİ

Kent Hastanesi 1999 yılında kurulmuş olup İzmir’ in önde gelen özel hastanelerinden birisidir. Kent Hastanesi’ nin sunmakta olduğu üç tip servis vardır. Bunlar; acil servis, cerrahi operasyon içeren veya içermeyen tedavi olarak sunulmaktadır.

Kent Hastanesi özel hastane ve kar amacı için kurulmuş bir işletme olmasına karşın yasalar gereği SGK’ ya (Sosyal Güvenlik Kurumu) tabi olan hastalara hizmet vermekle yükümlüdür. Bu sebepten dolayı hastaneye gelen hastalar SGK’ya tabi hastalar ve özel hastalar (hizmet bedeli tarafınca ödenen) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Tüm özel hastanelerin SGK ile yapmış olduğu bir anlaşma bulunmaktadır. Bu anlaşmaya göre her hastane SGK tarafından belirtilmiş bölümlerde SGK’ya tabi olan hastalara hizmet vermekle yükümlüdür. Kent hastanesi için dört bölüm belirlenmiştir. Bu bölümler; kardiyoloji, kardiyovasküler cerrahi, onkoloji ve karaciğer naklidir. Tüm bu bölümlerin dışında SGK’ya bağlı hastaların tedavi veya

ameliyat olmaları durumlarında özel hasta statüsünde, hizmet bedellerini kendileri karşılayacakları şekilde faydalanmaları mümkündür.

SGK üzerinden gelen hastalar için hastanede kısıt bulunmaktadır. Buna göre hastanenin birinci katı SGK hastalarına tahsis edilmiştir ve bu kat dolduğunda daha fazla SGK üzerinden gelen hasta kabul edilmemektedir. Ancak SGK'dan gelen hastanın acil hasta olması durumunda hasta birinci kat dolu olsa bile kabul edilmektedir. Hastaneye gelen ve özel hasta statüsünde olan hastalar için bu kısıtlama ancak hastanenin %100 dolu olması durumunda geçerlidir. Aksi halde hiçbir özel hasta kendi hastalığıyla alakalı bir katın dolu olması gibi bir sebeple geri çevrilmemektedir.

Kent hastanesi bünyesinde çalışan doktorları iki kategoriye ayırmıştır. Bunlar, hastane kadrosunda olan tam zamanlı doktorlar ve misafir doktorlardır. Tam zamanlı doktorlar hastanede muayenesi bulunan doktorlardır. Misafir doktorlar ise hastanenin ameliyathanesini kullanan ve cerrahi operasyon sonrası hastanede yatmakta olan hastalarına kontrole gelen doktorlardır.

3.3. PROBLEMİN TANIMLANMASI

Kent hastanesinde hastaların medikal tedavi, ameliyat öncesi ve sonrası kalması için hastane binasında 3 kat bulunmaktadır. Bunlar kat 1, kat 2 (2A kanadı, 2B kanadı) ve kat 3 (3A kanadı, 3B kanadı) tür.

Kent hastanesinde 1. kat tamamen Sosyal Güvenlik Kurumu hastalarına ayrılmıştır. Bu kata sosyal güvenlik kurumu hastaları dışında başka hasta alınmamaktadır. Kat 1'in dolması durumunda Sosyal Güvenlik Kurumu üzerinden gelen hastalar kabul edilmemektedir. Tüm bunlarla birlikte onkoloji için gelen hastaların özel yada SGK'lı olup olunmadığına bakılmaksızın hepsi 3. Kat 3A kanadına alınmaktadır.

Hastanenin 1. kat'ı dışında geriye kalan 2. ve 3. katları özel hastalara tahsis edilmiştir ve bu katlar hastaneye 4 kanatlık (2A, 2B, 3A, 3B) kullanım alanı sağlamaktadır. Bu kanatların içerisindeki 2A, 2B ve 3A kanatları hastanenin normal kullanım kapasitesi için yeterli olmaktadır. Her kanat (3B hariç) kendi içerisinde

belirli medikal tedavi ve ameliyat sonrası gruplarına ayrılmıştır. Katların kapasitelerinin aşılması durumunda 3B katı kullanıma açılmaktadır.

Hangi hastanın hangi kanatta kaldığını gösteren detaylı bilgi tablo 2’ de gösterilmiştir.

Hastane bünyesinde bulunan toplam 8 ameliyathane bulunmaktadır ve bunlar ameliyat türüne göre kendi içerisinde 4 gruba ayrılmaktadır. Ameliyathanelerin sahip olduğu ekipmanlar gereği her ameliyatlar ilgili ameliyathanede yapılmak zorundadır. Ameliyat türüne göre ameliyathane dağılımı tablo 3’de gösterilmiştir. Ameliyathane sayısına tedavi için gelen hastaların atandığı 1 tane ‘kukla’ ameliyathane ilave edilmiştir. Bunun sebebi çalışmanın *Matematiksel Model* kısmında açıklanmıştır.

Çalışmanın giriş kısmında da bahsedildiği gibi Kent Hastanesi’ne cerrahi operasyon veya yataklı tedavi olmak üzere iki tip hasta gelmektedir. Bu hastaların dışında hastaneye acil servisten de birçok hasta gelmektedir. Acile gelen hastalar bu probleme dahil edilmemiştir, çünkü tedavileri acil servis için ayrılan bölümde yapılmaktadır. Problemde ele aldığımız hasta grupları standart hastalardır yani hastaneye rastgele ameliyat veya tedavi için gelmiş hastalardır.

Kent Hastanesi kurallarına göre ameliyat için gelen hastanın ameliyatını hastane tam zamanlı doktorlarının yapması durumunda ameliyat en fazla 3 güne kadar geciktirilebilmektedir. Eğer gelen hastanın ameliyatı hastanenin misafir kadrosunda olan doktor tarafından yapılacaksa, bu durumda ameliyat hemen yapılmaktadır.

Tüm bunlarla birlikte hastane, misafir doktorların ekonomik getirisinden dolayı hasta yatışlarını her daim kabul etmektedir. Örneğin; Misafir doktorun hastaneyi arayıp ameliyathanenin 2-3 saatliğine kendisine ayarlanmasını istemesi halinde bu talep kabul edilmektedir. Misafir doktorların hasta yatışlarının plansız gerçekleşmesinden dolayı hastanenin kapasite planlaması kontrol dışı kalmaktadır.

Misafir doktorlar ameliyatlarını bir güne toplamak istemektedirler. Örneğin bir doktor tüm hastalarının ameliyatlarını aynı güne koyup tüm gün boyunca ameliyathanede arka arkaya ameliyatlar gerçekleştirebilmektedir. Bunun sonucunda hastaneye o gün içerisinde birçok hasta yatışı yapılmaktadır. Her doktorun kendi alanında uzman olmasından dolayı gün içerisinde yapılan hasta kabulleri o doktorun alanına giren hastalardan oluşmaktadır, buda her bir kanadın kendi içerisinde farklı

hasta gruplarına tahsis edilmiş olmasından dolayı ilgili kanatların kapasitelerinin yetersiz kalmasına sebep olmaktadır. Böyle bir durumun gerçekleşmesi durumunda hastane yönetimi 3B kanadını kullanıma açmak zorunda kalmaktadır. Ancak yönetim 3B katının böyle bir durum için açılmasını istememektedir. Yapılan bu plansız ameliyathane sonucunda ilgili katta yer kalmaması durumunda kapasiteyi aşan hasta sayısı 1 kişi bile olsa hastane bunu geri çevirmeyip 3B kanadı açılmaktadır.

Hastane yönetimi hastanenin kat ve kanatlarındaki yatak sayılarının ve kapasitelerinin yeterli olduğunu, ancak zaman zaman meydana gelen bu kapasite yetersizliğinin tam zamanlı ve misafir doktorların ameliyathaneleri kullanım zamanlarıyla ilgili kararlarından kaynaklandığını iddia etmektedir.

Tablo 2: Kat – Kanat / Ameliyat ve Tedavi İçin Yatan Hasta Grupları Tablosu

KAT 1	17 Yatak	Sosyal Güvenlik Kurumu Hastaları	• Karaciğer Transferi • Kardiyoloji Servisi • Kardiyovasküler Cerrahi
KANAT 2A	12 Yatak	Özel Hastalar	• Hamileler • Çocuk Hastalar • Çocuk Cerrahisi
KANAT 2B	14 Yatak	Özel Hastalar	• Hamileler (ekstra) • Çocuk Hastalar (ekstra) • Göz Bozuklukları • Kulak, Burun, Boğaz Hastalıkları
KANAT 3A	24 Yatak	Sosyal Güvenlik Kurumu & Özel Hastalar	• Onkoloji Ameliyathaneleri • Radyoloji • Kardiyoloji Servisi • Kardiyovasküler Cerrahi
KANAT 3B	17 Yatak	Özel Hastalar	• Tüm Fazlalık Hastalar

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur

Tablo 3: Ameliyat türüne göre ameliyathane dağılım tablosu

Ameliyathane Sayısı	Ameliyat Türü
3	Genel Cerrahi
2	Kardiyovasküler Cerrahi
2	Doğumhane
1	Göz Ameliyatları
1	‘Kukla’ tedavi hastaları için

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur

3.4. MATEMATİKSEL MODEL

Bu çalışma, hastane yatak doluluk oranlarının dengelenmesi ve 3B kanadının açılmasının engellenmesi için ameliyat türlerine göre haftalık ameliyat çizelgelemesi oluşturulmasını amaçlamaktadır.

Hastanenin var olan sisteminde, yapılan ameliyatlar haftanın günlerine dengesiz bir şekilde dağılmış haldedir. Bu dengesiz dağılım kanatlarda yığılmalara sebep olmakta ve sistemin düşük verimlilikte çalışmasına yol açmaktadır. Yapılacak olan ameliyathane çizelgelemesi sonucunda ameliyatların dengesiz dağılımından kaynaklanan beklenen toplam yatak yetersizliğinin minimum seviyeye indirilmesi hedeflenmektedir. Hastane 3B kanadının kapatılmak istenmesindeki sebep yüksek maliyetin düşürülmeye çalışılmasıdır.

Kent Hastanesi hastaları tedavi için gelen ve ameliyat için gelen olmak üzere ikiye ayırmaktadır. Bu hasta tiplerinin hastane kapasite ve planlama üzerine etkileri tablo 4 ‘de gösterilmiştir.

Tablo 4: Hasta türleri ve kısıtları

Ameliyat için gelen hastalar	Tedavi için gelen hastalar
• Hem ameliyathaneyi hem de kanatlarda kendi hastalığıyla alakalı bölümdeki yatağı kullanmaktadırlar. • Gelişleri kontrol altına alınabilmektedir. • Planlama yapılabilir.	• Sadece kendi hastalığıyla ilgili kanattaki yatağı kullanmaktadır. • Gelişleri kontrol altına alınamamaktadır • Planlama yapılamamaktadır.

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur

Tabloda belirtilen kısıtlardan dolayı oluşturulan matematiksel modelde tedavi için gelen hastalar ameliyat için gelen hastaymış gibi düşünülmektedir. Bunun için tedavi hastalarının ameliyat süreleri sıfır olarak atanmakta, böylece tek bir model üzerinden her iki tip hasta göz önünde bulundurulmaktadır.

Problem tanımlaması bölümünde belirtilen “*kukla*” ameliyathane bu kısımda devreye girmektedir. Bahsedildiği gibi modelde tedavi için gelen hastaların ameliyat için gelen hastaymış gibi ele alınması gerekmektedir. Bunun için tedavi hastaları ameliyathane olarak “o9 kukla” ameliyathanesine atanmaktadır.

Problemde ameliyathanede harcanan süreler bloklara ayrılmıştır. Her bir blok 15 dk olarak belirlenmiştir.

Problemin çözümü için Jeroen Belien ve Erick Demeulemeester (2007)’e ait çalışmanın üzerine geliştirilen model kurulmuştur.

Model Tamsayılı Doğrusal Programlama üzerine kurulmuştur. Tamsayılı programlama modellerinin pek çoğunda değişkenlerin bir çoğu 0 yada 1 değerleri ile sınırlandırılır. Burada 1 faaliyetin yapılmasını 0 ise faaliyetin yapılmaması anlamını taşımaktadır. Tamsayılı programlama modelleri daha çok sermaye bütçeleme problemleri, sabit harcama problemleri, kapsayan küme problemleri ve atama problemlerinde kullanılmaktadır.(Cinemre, 2011: 240).

Matematiksel modelin ilk adımında Beklenen toplam yatak yokluğu (TEBS) amaç fonksiyonu olarak belirlenmiştir. Günlük yatak kullanımı, farklı türdeki

hastaların haftalık gelişleri ve ameliyathanelerin mesai saatleri üzerinden incelenmiştir. X_{is} parametresi i gününde gelen s tipindeki hasta sayısını göstermektedir. $\forall s \in S$ ve $\forall i \in A$, burada S tüm hasta türlerini A haftanın günlerini göstermektedir.

$$\text{Minimize TEBS} \quad [1]$$

$$\text{Subject to } \sum_{i \in A} X_{is} = r_s \quad \forall s \in S \quad [2]$$

$$\sum_{s \in S} X_{is} y_s \leq b_i \quad \forall i \in A \quad [3]$$

$$X_{is} \in \{0, 1, 2, \dots, \min(r_s, \frac{b_i}{y_s})\} \quad \forall s \in S \text{ ve } \forall i \in A \quad [4]$$

Amaç fonksiyonu beklenen toplam yatak yokluğunu (TEBS) minimize etmektedir [1]. Kısıt [2] haftalık s tipinde gelen hasta sayısı, s tipinde beklenen ortalama haftalık hasta sayısına (r_s) eşit olmalıdır. Kısıt [3] i gününde ameliyat olacak hastaların toplam ameliyat süreleri toplamı kullanılabilir ameliyathane süresinden (b_i) küçük yada eşit olmalıdır. Burada y_s parametresi her s ameliyatı için gerekli süreyi göstermektedir. Ameliyathane süresi bloklar üzerinden tanımlanmaktadır ve her 15 dakika bir blok olarak gösterilmektedir. Her ameliyat sonrasında ameliyathane temizlik süresi 1 saat olup bu süre y_s içine dahil edilmiştir.

Bu adımda amaç fonksiyonu ile karar değişkenleri arasında bir bağlantı bulunmamaktadır. Amaç fonksiyonu yatak doluluğunu içermektedir, kısıtlar ise ameliyathaneleri içermektedir. Amaç fonksiyonu ve kısıtlar arasında bağlantıyı kurmak için i gününde beklenen yatak kullanım sayısını, daha önceki günlerde ameliyat olmuş ve yatışı devam eden hastaların üzerinden hesaplanarak modele entegre edilmesi gerekmektedir. Kalış süresinin hesaplanması için modele yeni bir amaç fonksiyonu gerekmektedir. Oluşturulan fonksiyonda **dist(i,j)** s tipinde bir hastanın yatış j ve çıkış i günleri arasında geçen süreden hastanın kalacağı gün sayısının alt sınırını belirlemektedir. Yatış ve çıkış günleri arasında geçen süre aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Dist}(i,j) = \begin{cases} i-j+1 & \text{eğer } j \leq i \\ c+i-j+1 & \text{eğer } i \leq j \end{cases}$$

Oluşturulan fonksiyonda m_s , s tipinde hastanın kalabileceği maksimum gün sayısını göstermektedir. Fonksiyonda c çizelgeleme döngü zamanını (7 gün) göstermektedir. Fonksiyonun içerisinde geçen p_{sd} parametresi s tipinde bir hastanın d gün kalma olasılığını göstermektedir. Modelin geliştirilmiş hali aşağıdaki gibidir.

$$\text{Minimize} \quad \mu \quad [5]$$

$$\text{Subject to} \quad \sum_{i \in A} X_{is} = r_s \quad \forall s \in S \quad [6]$$

$$\sum_{s \in S} X_{is} y_s \leq b_i \quad \forall i \in A \quad [7]$$

$$\mu_i = \sum_{s \in S} \sum_{j \in A} \left(\sum_{d=\text{dist}(i,j)}^{m_s} p_{sd} [d/c] \right) X_{is} \quad \forall i = 1 \dots c, \quad [8]$$

$$\mu_i \leq \mu \quad \forall i = 1 \dots c, \quad [9]$$

$$X_{is} \in \{0, 1, 2, \dots, \min \{r_s, \frac{b_i}{y_s}\}\} \quad \forall s \in S \text{ ve } \forall i \in A \quad [10]$$

$$\mu_i \in R_0^+, \quad \forall i = 1 \dots c, \quad [11]$$

$$\mu \in R_0^+ \quad [12]$$

Model günlük yatan hasta sayısının maksimum ortalama değerini minimize etmektedir ve kısıt [9] yardımıyla gün bazında yatan hasta sayısını dengelemektedir. Kısıt [8] i gününde yatacak ortalama beklenen hasta sayısını hesaplamaktadır. Örneğin μ_s $\left(\sum_{d=\text{dist}(i,j)}^{m_s} p_{sd} [d/c] \right)$ hesaplanırken herhangi hasta türünden haftanın 2. günü gelen 2 gün kalan bir hasta, haftanın 1. günü gelip 3 gün kalan hasta ve bunlara benzer diğer hastalar m_s değerine kadar dikkate alınmaktadır. Fonksiyonda geçen $[d/c]$ katsayısı d değerinin c döngü süresini kaç kere geçtiğini göstermektedir.

Modelin bir sonraki iyileştirmesi, haftanın günlerine göre hasta sayısı varyasyonunun hesaplanmasıdır. Bu modelin gerçeğe daha iyi bir yaklaşım göstermesi açısından gerekli bir iyileştirme çünkü hasta kalış süreleri değişkendir. Modele eklenen varyasyon fonksiyonunun matematiksel çıkarımı Jeroen Belien ve Erick Demeulemeester (2007) çalışması üzerinden incelenebilir.

$$\text{Minimize } \forall \quad [13]$$

$$\text{Subject to } \sum_{i \in A} X_{is} = r_s \quad \forall s \in S \quad [14]$$

$$\sum_{s \in S} X_{is} y_s \leq b_i \quad \forall i \in A \quad [15]$$

$$\mu_i = \sum_{s \in S} \sum_{j \in A} (\sum_{d=\text{dist}(i,j)}^{m_s} p_{sd} [d/c]) X_{is} \quad \forall i = 1 \dots c, \quad [16]$$

$$\sigma_i^2 = \sum_{j \in A} \sum_{s \in S} (\sum_{d=\text{dist}(i,j)}^{m_s} p_{sd} (1 - p_{sd}) [d/c] - \sum_{k=\text{dist}(i,j)}^{m_s} \sum_{t=\text{dist}(i,j)}^{k-1} p_{sd} [t/c]) X_{is} \\ \forall i = 1 \dots c, \quad [17]$$

$$W_\mu \mu_i + W_{\sigma^2} \sigma_i^2 \leq \forall \quad \forall i = 1 \dots c, \quad [18]$$

$$X_{is} \in \{0, 1, 2 \dots \min(r_s, \frac{b_i}{y_s})\} \quad \forall s \in S \text{ ve } \forall i \in A \quad [19]$$

$$\mu_i \in R_0^+, \quad \sigma_i^2 \in R_0^+ \quad \forall i = 1 \dots c, \quad [20]$$

$$\forall \in R_0^+ \quad [21]$$

Kısıt [18] modelin gerçeğe uygun sonuçlar vermesi için ağırlıklı ortalama W_μ ve ağırlıklı varyansı W_{σ^2} toplanmıştır. Beklenen toplam yatak yokluğunu minimize etmek için sırasıyla 0.8 ve 0.2 ağırlık değerleri verilmiştir böylece varyans uç değerleri azaltılmıştır.

Modelin bir sonraki iyileştirilmesi ameliyathanelerin birbirinden ayrı ele alınması üzerine olmuştur. Ameliyat olacak herhangi s hastası onun için belirtilen o ameliyathanesine atanmalıdır $(s, o) \in C$ olası hasta ve ameliyathane eşleşmesi kümesidir. Bunun için X_{is} ve b_i parametrelerine yeni bir indeks eklenmiştir. $\forall$ maksimum ağırlıklı ortalama ve varyans toplamalarını içermektedir.

$$\text{Minimize} \quad \forall \quad [22]$$

$$\text{Subject to} \quad \sum_{i \in A} \sum_{o \in C} X_{iso} = r_s \quad \forall s \in S \quad [23]$$

$$\sum_{s \in S} X_{iso} y_s \leq b_{io} \quad \forall i \in A \text{ ve } \forall (s, o) \in C \quad [24]$$

$$\mu_i = \sum_{j \in A} \sum_{s \in S} \sum_{o \in C} (\sum_{d=dist(i,j)}^{m_s} p_{sd} [d/c]) X_{iso} \quad \forall i = 1 \dots c, \quad [25]$$

$$\sigma_i^2 = \sum_{j \in A} \sum_{s \in S} \sum_{o \in C} (\sum_{d=dist(i,j)}^{m_s} p_{sd} (1 - p_{sd}) [d/c] - \sum_{k=dist(i,j)}^{m_s} \sum_{t=dist(i,j)}^{k-1} p_{sd} [t/c]) X_{ios}$$

$$\forall i = 1 \dots c, \quad [26]$$

$$(W_\mu \mu_i + W_{\sigma^2} \sigma_i^2) \leq \forall \quad \forall i = 1 \dots c, \quad [27]$$

$$X_{iso} \in \{0, 1, 2, \dots, \min \{r_s, \frac{b_{io}}{y_s}\}\} \quad \forall s \in S \text{ ve } \forall i \in A \quad [28]$$

$$\mu_i \in R_0^+, \quad \sigma_i^2 \in R_0^+ \quad \forall i = 1 \dots c, \quad [29]$$

$$\forall \in R_0^+ \quad [30]$$

Model sayesinde haftalık ameliyat çizelgelemesi elde edilmiş ve hasta-ameliyathane ataması ele alınmıştır. Gerçek problemin çözümlenmesi için geriye katların ve kanatların dağılımının yapılması adımı kalmıştır. Kanatlar için f indeksinin eklenmesi ile bu kısıt modele yansıtılmıştır. Kanatlarda yapılan yatışlar hasta türüne göre yapılmaktadır. Belirli türdeki s hastası belirli f kanadında kalabilmektedir, $(s, f) \in B$ olası hasta türü ve kanat eşleşmesi kümesidir. Bunlara ilave tüm kanatların yatak kapasitesi vardır cap_{if} .

$$\text{Minimize } \gamma \quad [31]$$

$$\text{Subject to } \sum_{i \in A} \sum_{o \in C} \sum_{f \in B} X_{iosf} = r_s \quad \forall s \in S \quad [32]$$

$$\sum_{s \in S} \sum_{f \in B} X_{iosf} y_s \leq b_{io} \quad \forall i \in A \text{ ve } \forall o \in C \quad [33]$$

$$\mu_{isf} = \sum_{j \in A} \sum_{s \in C} (\sum_{d=\text{dist}(i,j)}^{m_s} p_{sd} [d/c]) X_{iosf} \quad \forall i = 1 \dots c, \forall f \in B \quad [34]$$

$$\sigma_{isf}^2 = \sum_{j \in A} \sum_{s \in C} (\sum_{d=\text{dist}(i,j)}^{m_s} p_{sd} (1 - p_{sd}) [d/c] - \sum_{k=\text{dist}(i,j)}^{m_s} \sum_{t=\text{dist}(i,j)}^{k-1} p_{sd} [t/c]) X_{iosf} \quad \forall i = 1 \dots c, \text{ ve } \forall f \in B \quad [35]$$

$$(\sum_{s \in B} \mu_{isf}) + \sigma_{if} \leq cap_{if} \quad \forall i \in A \text{ ve } \forall f \in B \quad [36]$$

$$\sum_{s \in S} \sum_{f \in B} (W_\mu \mu_{isf} + W_{\sigma^2} \sigma_{isf}^2) \leq \gamma \quad \forall i = 1 \dots c, \quad [37]$$

$$X_{iosf} \in \{0, 1, 2, \dots, \min \{r_s, \frac{b_{io}}{y_s}\}\} \quad \forall s \in S \text{ ve } \forall i \in A \quad [38]$$

$$\mu_{isf} \in R_0^+, \sigma_{isf}^2 \in R_0^+ \quad \forall i = 1 \dots c, \quad [39]$$

$$\gamma \in R_0^+ \quad [40]$$

Kısıt [36] parametre σ_{if} üzerinden i gününde f kanadında kapasite aşımını engellemektedir. Modelde X_{iosf} değişkeni i gününde o ameliyathanesinde ameliyat olan f kanadında yatan s tipindeki hasta sayısını göstermektedir. Bunlara ilave μ_{isf} değişkeni ve bunların sapmalarından ortaya çıkan σ_{isf}^2 değişkeni üzerinden i gününde f kanadında kaç tane yatağın dolu olduğu saptanabilmektedir. Tüm bu iyileştirmeler üzerine model uygulamaya hazır hale gelmiştir.

İndeks

i : Haftanın günleri- 1(Pazartesi), 2(Salı), 3(Çarşamba), 4(Perşembe), 5(Cuma), 6(Cumartesi), 7(Pazar)

j : Haftanın günleri- 1(Pazartesi), 2(Salı), 3(Çarşamba), 4(Perşembe), 5(Cuma), 6(Cumartesi), 7(Pazar)

d : i ve j günleri arasında geçen gün sayısı

Parametreler

c :Çizelge döngü zamanı 7 gün (haftalık)

i : Haftanın Günleri $\{i \in A \mid A = \{1,2,3,4,5,6,7\}\}$

s :Hasta Türleri $\{s \in S \mid S = \{s_1,s_2,s_3,\dots,s_{49}\}\}$

o : Ameliyathaneler $\{o \in C \mid C = \{o_1,o_2,o_3,\dots,o_9\}\}$

f : Hastane Kanatları $\{f \in B \mid B = \{f_1,f_2,f_3,f_4,f_5\}\}$

S,C,B kümelerinde yer alan parametreler Ek-1, Ek-2, Ek-3 kısmında yer almaktadır.

X_{is} : i gününde s tipinde ameliyata atanan blok sayısı

r_s : s tipinde beklenen ortalama haftalık hasta sayısı

v : Maksimum ağırlıklı varyans ve ortalama toplamı

μ_i : i gününde ortalama dolu yatak sayısı

μ : Beklenen maksimum yatak doluluğu

δ_i^2 : i gününde dolu olan yatakların varyansı

b_{io} : i gününde o ameliyathanesinde kullanılabilecek maksimum blok sayısı

y_s : hasta türüne göre ameliyat blok sayısı

m_s : s türündeki hastanın ameliyattan sonra maksimum kalma süresi

p_{sd} : s hastasının ameliyattan sonra d gün kalma olasılığı

cap_{if} : i gününde f kanadı yatak kapasitesi

Minimize $\forall$

Subject to $\sum_{i \in A} \sum_{o \in C} \sum_{f \in B} X_{isof} = r_s \quad \forall s \in S$

$\sum_{s \in S} \sum_{f \in B} X_{isof} y_s \leq b_{io} \quad \forall i \in A \text{ ve } \forall o \in C$

$\mu_{isf} = \sum_{j \in A} \sum_{s \in C} (\sum_{d=dist(i,j)}^{m_s} p_{sd} [d/c]) X_{iosf} \quad \forall i = 1 \dots c, \forall f \in B$

$\sigma_{isf}^2 = \sum_{j \in A} \sum_{s \in C} (\sum_{d=dist(i,j)}^{m_s} p_{sd} (1 - p_{sd}) [d/c] - \sum_{k=dist(i,j)}^{m_s} \sum_{t=dist(i,j)}^{k-1} p_{sd} [t/c]) X_{iosf}$

$\forall i = 1 \dots c, \text{ ve } \forall f \in B$

$(\sum_{s \in B} \mu_{isf}) + \sigma_{isf} \leq cap_{if} \quad \forall i \in A \text{ ve } \forall f \in B$

$\sum_{s \in S} \sum_{f \in B} (W_\mu \mu_{isf} + W_{\sigma^2} \sigma_{isf}^2) \leq \forall \quad \forall i = 1 \dots c,$

$X_{iosf} \in \{0,1,2 \dots \min \{r_s, \frac{b_{io}}{y_s}\} \} \quad \forall s \in S \text{ ve } \forall i \in A$

$\mu_{isf} \in R_0^+, \sigma_{isf}^2 \in R_0^+ \quad \forall i = 1 \dots c,$

$\forall \in R_0^+$

Kurulan matematiksel model hastane kaynak kapasitesine göre (yatak, kanat ve ameliyathane) ameliyat türlerini çizelgelemekte ve haftalık günlere göre dağılımını yapmaktadır. Bu amaçla **i** gününde gelen **s** türündeki ve **f** kanadında kalacak olan hastaların ağırlıklı ortalamasının ve ağırlıklı sapmasının minimize edilmesi amaçlanmaktadır. Böylece sapmaların azaltılması ve günlük kullanımların ortalama ya yakın hale gelmesi sağlanmıştır.

3.5. HESAPLAMALAR

3.5.1 Çözüm Metodu

Çalışmada kurulan matematiksel modelin çözümü GAMS paket programında CPLEX/MIP modülü kullanılarak yapılmıştır. Microsoft Office Excel 2010 kullanılarak hastaneden alınan gerçek verilerin analizi yapıp, $y_s, r_s, m_s, p_{sd}, b_{io}, \sigma_{if}, cap_{if}$ parametreleri elde edilmiştir.

3.5.2. Veri Analizi

Kent Hastanesinden alınan verilere göre yapılan tıbbi tedaviler ve ameliyatlara çeşitlerine göre sıralanmış, her bir işleme s değişkeni atanmıştır. Bununla ilgili oluşturulan tablo EK-1’de verilmiştir. Tüm r_s , m_s , p_{sd} , ve y_s değerleri her bir s için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Veri analizi sırasında kesirli kısmı ≤ 0.25 olan r_s değerleri bir önceki tam sayı değerine yuvarlanmıştır. Çünkü bu s türündeki hastanın ayda bir kere hastaneye geldiğini göstermektedir. Bu durumda değeri bir sonraki tam sayı değerine yuvarlamak bu hastanın her hafta geldiğini varsaymak anlamına gelmektedir. Eğer r_s kesir değeri >0.250 ise bu durumda sayı bir sonraki tam sayıya yuvarlanmaktadır.

Bir sonraki adımda analiz edilen yıllık verilerden p_{sd} değerlerine ulaşılmıştır. Bu değerler Q1,Q2,Q3 ve Q4 olmak üzere yılın çeyreklerine göre ayrı ayrı elde edilmiştir. Tablo 5’de çeyreklere göre aylar gösterilmiştir.

Tablo 5: Çeyreklere göre aylar

Çeyrekler	Aylar
Q1	Ocak, Şubat, Mart
Q2	Nisan, Mayıs, Haziran
Q3	Temmuz, Ağustos, Eylül
Q4	Ekim, Kasım, Aralık

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur

3.5.3. Testler

Test aşamasına kurulan modelin ve GAMS kodunun fonksiyonelliğinin test edilmesiyle başlanmıştır. Bunun için örnek veri seti oluşturulmuştur. Bu veri seti üzerinden yapılan testlerde modelin ve GAMS kodunun uygun olduğu görülmüştür.

Testin birinci adımında çalışma saatleriyle ameliyat sürelerinin uygunluğu kontrol edilmiştir. Çünkü herhangi bir ameliyata ara verilmesi gibi bir durum söz konusu olamayacağı için ameliyathanelerin zaman zaman mesai saatlerini aşması gibi durumlar meydana gelmektedir. Bu aşamada başlangıç olarak ameliyathanelerin çalışma sürelerine dört blok (4 x 15 dk) ilave edilmiş ve pazar günleri de

çalışılıyormuş gibi gösterilmiştir. Programa farklı ameliyat süreleri yerine oluşturulan kontrol seti süreleri girilmiş ve bunlar üzerinden ameliyathane çizelgelemesi elde edilmiştir.

Daha sonra program yıllık veriler girilerek çalıştırılmış ve programdan elde edilen sonuçlarla gerçek değerler kıyaslanmıştır. Sonucunda modelin ve GAMS kodunun doğru çalıştığı saptanmıştır.

Bir sonraki adımda testin başında ilave edilen ekstra bloklar ve pazar günü çıkarılmış ve bunun sonucunda her bir ameliyathane için minimum çalışma süresi elde edilmiştir.

Bir sonraki aşamada sıra asıl problem olan ve Kent Hastanesi yönetimince kullanılmasına ihtiyaç olmadığı savunulan 3B kanadının test edilmesine gelmiştir. Program 3B kanadı iptal edilerek çalıştırılmış ve yapılan iki deneme sonucunda elde edilen sonuçlar var olan sistemin aynı servisi 3B kanadı olmadan hastalara sağladığını ispatlamıştır.

Test aşaması 3B kanadı ve 1. Kat dışında geri kalan kanatların kapasiteleri düşürülerek sürdürülmüştür. Kapasite kısıtlamasının yapılmasındaki amaç, r_s değerlerinin yuvarlanmasından dolayı ihmal edilen ameliyat ve tedavi servislerinde yetersizlik yaşanmaması için emniyet kapasitesi oluşturmaktır.

Tüm bunların sonucunda tablo 5.3.1’de gösterilen test adımları önce yıllık daha sonra Q1,Q2,Q3 ve Q4 çeyreklerini analiz etmek için tekrar edilmiştir.

Tablo 6: Yapılan testler

	3B Kanadı Açık	3B Kanadı Kapalı	Ameliyathane Kapasitesinin Düşürülmesi	Kanat Kapasitesinin Düşürülmesi	Yıllık Veriler	Q1 Verisi	Q2 Verisi	Q3 Verisi	Q4 Verisi
Adım 1	√				√				
Adım 2	√		√		√				
Adım 3		√	√		√				
Adım 4		√	√	√	√				
Adım 5	√					√			
Adım 6	√		√			√			
Adım 7		√	√			√			
Adım 8		√	√	√		√			
Adım 9	√						√		
Adım 10	√		√				√		
Adım 11		√	√				√		
Adım 12		√	√	√			√		
Adım 13	√							√	
Adım 14	√		√					√	
Adım 15		√	√					√	
Adım 16		√	√	√				√	
Adım 17	√								√
Adım 18	√		√						√
Adım 19		√	√						√
Adım 20		√	√	√					√

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur

3.5.4. Sonuçlar

Yıllık verilerin analizi Adım 3 ile sonlandırılmıştır. Ancak burada Adım 2’de elde edilen γ değeri Adım 3’te elde edilen γ değerinden büyük olmasına rağmen Adım 3 seçilmiştir. Çünkü Adım 3 r_s değerinden dolayı göz ardı edilen hastalar için servis olanağı yaratmaktadır.

Periyodlar için yapılan analizler Q1,Q3 ve Q4 için hemen hemen aynı sonuçları vermiştir. Modeli 3B kanadını dahil ederek çalıştırdığımızda bu üç periyod için en büyük γ değeri elde edilmiştir. Daha sonra 3B kanadı kaldırılarak analiz yapıldığında elde edilen γ değerlerinin bir öncekinde elde edilen γ değerlerinden küçük olduğu sonucuna varılıyor. Son olarak katların kapasiteleri düşürülerek analiz yapılmış ve sonucunda daha iyi γ değerleri elde edilmiştir, böylece göz ardı edilen hastalar için emniyet kapasitesi sağlanmıştır.

Periyod Q2 için elde edilen sonuçlar diğer periyotlardan ve yıllık analizlerden farklılık göstermektedir. Sonuçlara göre periyod Q2’de 3B kanadından minimum 5 yatağa ihtiyaç duyulmaktadır.

Elde edilen sonuçlara göre çizelgelemeler bölüm 5.4.1 ve 5.4.5 arasında yıllık ve çeyreklik olarak gösterilmiştir. Tablolarda belirtilen X eksen ameliyathane blok sayılarını, Y eksen ameliyathaneleri göstermektedir. Ameliyathane o1,o2 ve o3 genel cerrahi olması sebebiyle bunlara Q1,Q2 ve Q3 periyotlarında 36 blok (1blok=15 dk) Q2 periyotunda 40 blok çalışma süresi atanmıştır. Diğer ameliyathanelerin çalışma süresi her periyot için 32 blok olarak atanmıştır.

3.5.4.1.Yıllık Veri Analizi Sonuçları

Tablo 7 : Programın 3B kanadı açık haliyle çalıştırılması

γ= 43,1944															
	1	2A	2B	3A	3B		o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9
1	17	12	14	24	17	1	36	36	36	32	32	32	32	32	1
2	17	12	14	24	17	2	36	36	36	32	32	32	32	32	1
3	17	12	14	24	17	3	36	36	36	32	32	32	32	32	1
4	17	12	14	24	17	4	36	36	36	32	32	32	32	32	1
5	17	12	14	24	17	5	36	36	36	32	32	32	32	32	1
6	17	12	14	24	17	6	36	36	36	32	32	32	32	32	1
7	17	12	14	24	17	7	32	32	32	1	1	1	32	1	1

Tablo 8: Programın 3B kanadı kapalı haliyle çalıştırılması

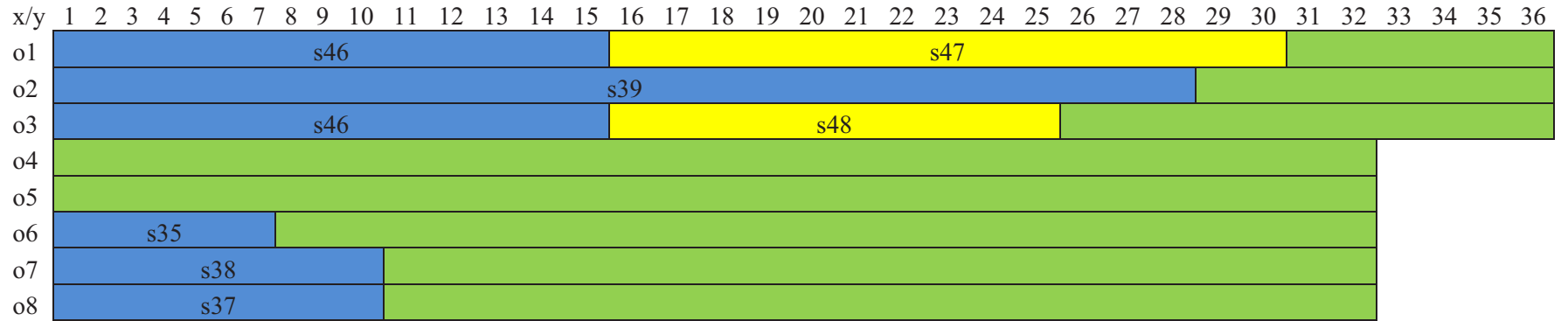
γ= 43,0512														
	1	2A	2B	3A		o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9
1	17	12	14	24	1	36	36	36	32	32	32	32	32	1
2	17	12	14	24	2	36	36	36	32	32	32	32	32	1
3	17	12	14	24	3	36	36	36	32	32	32	32	32	1
4	17	12	14	24	4	36	36	36	32	32	32	32	32	1
5	17	12	14	24	5	36	36	36	32	32	32	32	32	1
6	17	12	14	24	6	36	36	36	32	32	32	32	32	1
7	17	12	14	24	7	32	32	32	1	1	1	32	1	1

Tablo 9 : Programın 3B kanadı kapalı ve katların kapasitelerinin düşürülmüş haliyle çalıştırılması

γ= 43,1026														
	1	2A	2B	3A		o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9
1	17	10	14	23	1	36	36	36	32	32	32	32	32	1
2	17	10	14	23	2	36	36	36	32	32	32	32	32	1
3	17	10	14	23	3	36	36	36	32	32	32	32	32	1
4	17	10	14	23	4	36	36	36	32	32	32	32	32	1
5	17	10	14	23	5	36	36	36	32	32	32	32	32	1
6	17	10	14	23	6	36	36	36	32	32	32	32	32	1
7	17	10	14	23	7	32	32	32	1	1	1	32	1	1

Yıllık Veri Analizi Sonuçları- Pazartesi

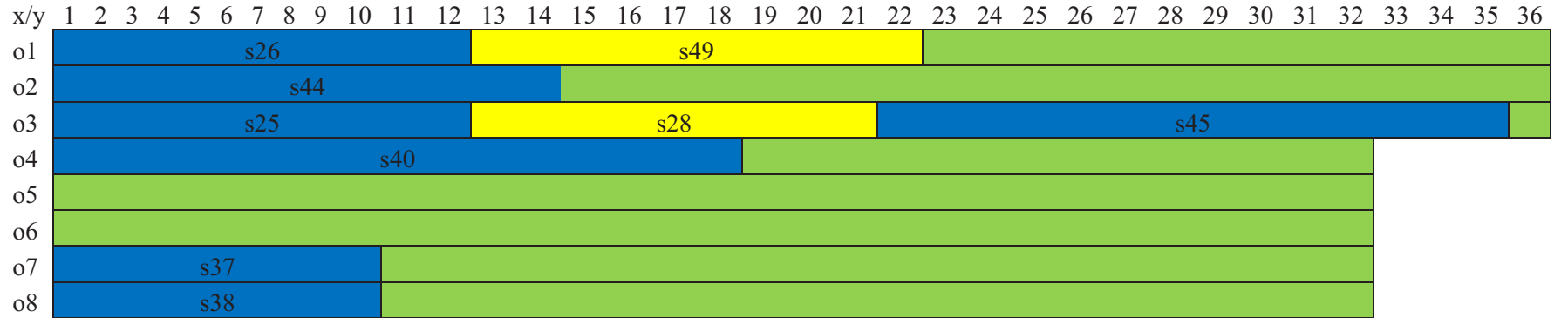
Gün	İşlem	Ameliyathane	Kat/Kanat	Değer
Pazartesi	s46	o1	3a	1
Pazartesi	s47	o1	2b	1
Pazartesi	s39	o2	1a	1
Pazartesi	s46	o3	2b	1
Pazartesi	s48	o3	2b	2
Pazartesi	s35	o6	3a	4
Pazartesi	s38	o7	2a	2
Pazartesi	s37	o8	2a	2
Pazartesi	s3	o9	2a	1
Pazartesi	s11	o9	2b	3
Pazartesi	s13	o9	2a	1
Pazartesi	s15	o9	3a	1
Pazartesi	s21	o9	3a	1



X:Bloklar Y: Ameliyathaneler

Yıllık Veri Analizi Sonuçları- *Salı*

<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Salı	s26	o1	3a	2
Salı	s49	o1	3a	1
Salı	s44	o2	2b	3
Salı	s25	o3	3a	1
Salı	s28	o3	2a	1
Salı	s45	o3	2b	1
Salı	s40	o4	3a	1
Salı	s37	o7	2a	3
Salı	s38	o8	2a	2
Salı	s15	o9	3a	6
Salı	s17	o9	3a	1
Salı	s21	o9	3a	1



X:Bloklar Y: Ameliyathaneler

Yıllık Veri Analizi Sonuçları- Çarşamba

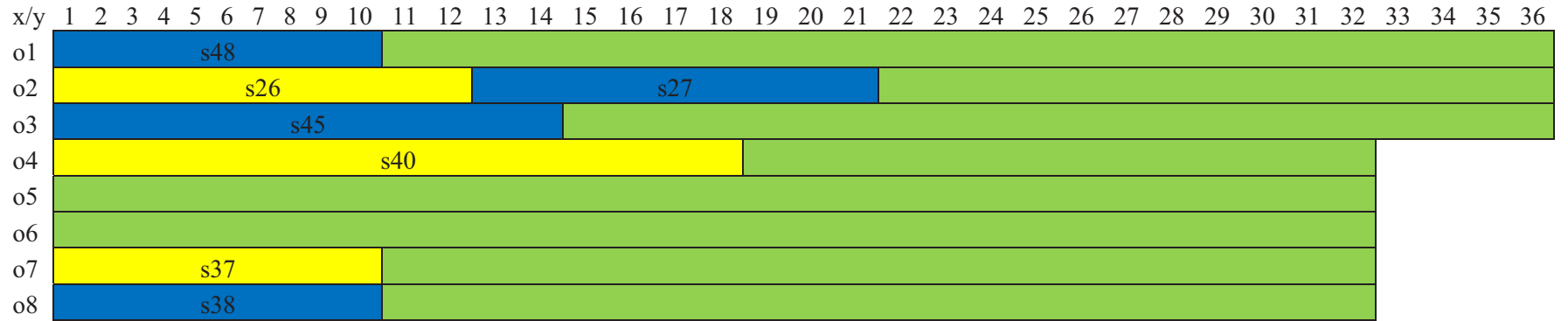
Gün	İşlem	Ameliyathane	Kat/Kanat	Değer
Çarşamba	s33	o1	3a	1
Çarşamba	s34	o1	3a	1
Çarşamba	s47	o1	2b	1
Çarşamba	s49	o1	3a	1
Çarşamba	s32	o2	3a	1
Çarşamba	s47	o2	3a	1
Çarşamba	s49	o2	2b	1
Çarşamba	s42	o3	2b	3
Çarşamba	s43	o3	2b	1
Çarşamba	s40	o4	3a	1
Çarşamba	s38	o7	2a	1
Çarşamba	s38	o8	2a	1
Çarşamba	s4	o9	2a	3
Çarşamba	s14	o9	1a	1

x/y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
o1	s33										s47															s49										
o2	s32										s47															s49										
o3	s42									s43																										
o4	s40																																			
o5																																				
o6																																				
o7	s37																																			
o8	s38																																			

X:Bloklar Y: Ameliyathaneler

Yıllık Veri Analizi Sonuçları- Perşembe

Gün	İşlem	Ameliyathane	Kat/Kanat	Değer
Perşembe	s48	o1	3a	3
Perşembe	s26	o2	3a	2
Perşembe	s27	o2	2a	1
Perşembe	s45	o3	2b	3
Perşembe	s40	o5	3a	1
Perşembe	s37	o7	2a	2
Perşembe	s38	o8	2a	2
Perşembe	s1	o9	2b	1
Perşembe	s8	o9	2b	1
Perşembe	s9	o9	3a	1
Perşembe	s12	o9	3a	1
Perşembe	s13	o9	2a	2
Perşembe	s19	o9	2b	1
Perşembe	s24	o9	3a	1



X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

Yıllık Veri Analizi Sonuçları- Cuma

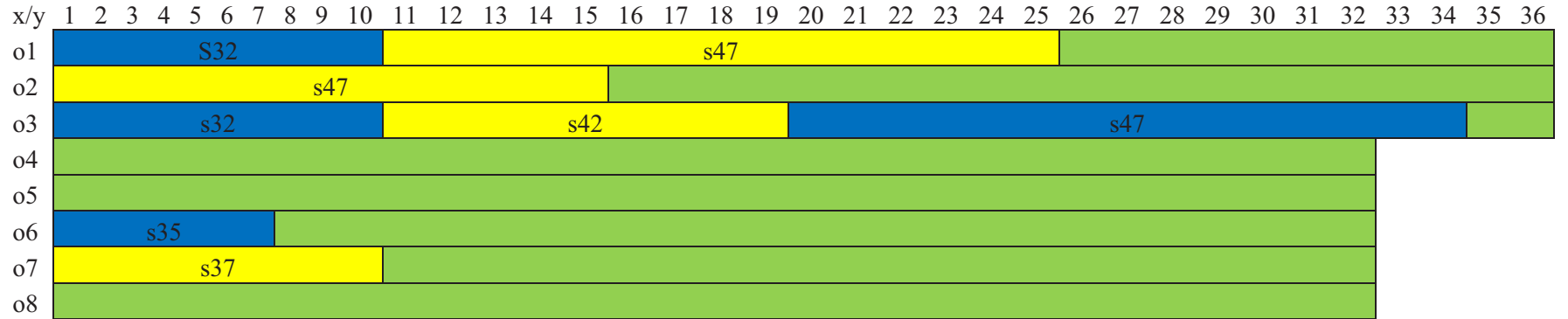
<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Cuma	s33	o1	3a	1
Cuma	s42	o1	2b	1
Cuma	s47	o1	3a	1
Cuma	s25	o2	3a	1
Cuma	s32	o2	3a	1
Cuma	s42	o2	2b	1
Cuma	s47	o3	3a	2
Cuma	s41	o4	1a	1
Cuma	s41	o5	1a	1
Cuma	s38	o7	2b	3
Cuma	s37	o8	2a	2
Cuma	s38	o8	2b	1
Cuma	s4	o9	2a	3



X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

Yıllık Veri Analizi Sonuçları- Cumartesi

Gün	İşlem	Ameliyathane	Kat/Kanat	Değer
Cumartesi	s32	o1	3a	2
Cumartesi	s47	o1	3a	1
Cumartesi	s47	o2	3a	2
Cumartesi	s32	o3	3a	1
Cumartesi	s42	o3	2b	1
Cumartesi	s47	o3	2b	1
Cumartesi	s35	o6	3a	1
Cumartesi	s37	o7	2a	2
Cumartesi	s4	o9	2a	4
Cumartesi	s8	o9	2b	2
Cumartesi	s15	o9	2b	1
Cumartesi	s10	o9	3a	2



X:Bloklar Y: Ameliyathaneler

Yıllık Veri Analizi Sonuçları- Pazar

<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Pazar	s33	o1	3a	3
Pazar	s33	o2	3a	2
Pazar	s42	o2	2b	1
Pazar	s33	o3	3a	3
Pazar	s16	o9	1a	5
Pazar	s20	o9	2b	2
Pazar	s21	o9	3a	3

x/y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
o1	s33																																			
o2	s33										s42																									
o3	s33																																			
o4																																				
o5	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																			
o6	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																			
o7																																				
o8	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																			

X:Bloklar Y: Ameliyathaneler

3.5.4.2. Birinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları (Ocak, Şubat, Mart)

Tablo 10 : Programın 3B kanadı açık haliyle çalıştırılması															
γ= 42,9778															
	1	2A	2B	3A	3B		o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9
1	17	12	14	24	17	1	36	36	36	32	32	32	32	32	1
2	17	12	14	24	17	2	36	36	36	32	32	32	32	32	1
3	17	12	14	24	17	3	36	36	36	32	32	32	32	32	1
4	17	12	14	24	17	4	36	36	36	32	32	32	32	32	1
5	17	12	14	24	17	5	36	36	36	32	32	32	32	32	1
6	17	12	14	24	17	6	36	36	36	32	32	32	32	32	1
7	17	12	14	24	17	7	32	32	32	1	1	1	16	1	1

Tablo 11 : Programın 3B kanadı kapalı haliyle çalıştırılması														
γ= 43,4052														
	1	2A	2B	3A		o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9
1	17	12	14	24	1	36	36	36	32	32	32	32	32	1
2	17	12	14	24	2	36	36	36	32	32	32	32	32	1
3	17	12	14	24	3	36	36	36	32	32	32	32	32	1
4	17	12	14	24	4	36	36	36	32	32	32	32	32	1
5	17	12	14	24	5	36	36	36	32	32	32	32	32	1
6	17	12	14	24	6	36	36	36	32	32	32	32	32	1
7	17	12	14	24	7	32	32	32	1	1	1	16	1	1

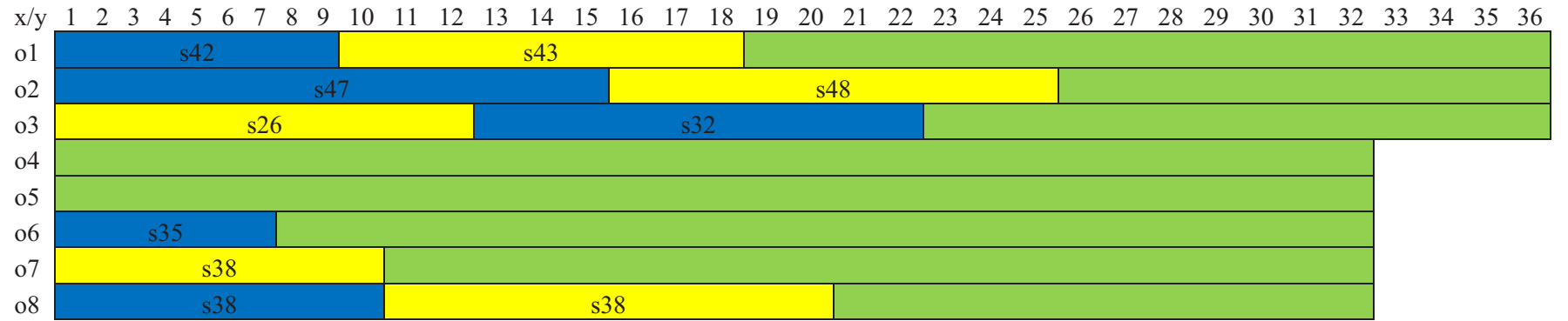
Tablo 12 : Programın 3B kanadı kapalı ve katların kapasitelerinin düşürülmüş haliyle çalıştırılması

$\gamma= 42,7982$

	1	2A	2B	3A		o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9
1	17	12	14	22	1	36	36	36	32	32	32	32	32	1
2	17	12	14	22	2	36	36	36	32	32	32	32	32	1
3	17	12	14	22	3	36	36	36	32	32	32	32	32	1
4	17	12	14	22	4	36	36	36	32	32	32	32	32	1
5	17	12	14	22	5	36	36	36	32	32	32	32	32	1
6	17	12	14	22	6	36	36	36	32	32	32	32	32	1
7	17	12	14	22	7	32	32	32	1	1	1	16	1	1

Birinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Pazartesi

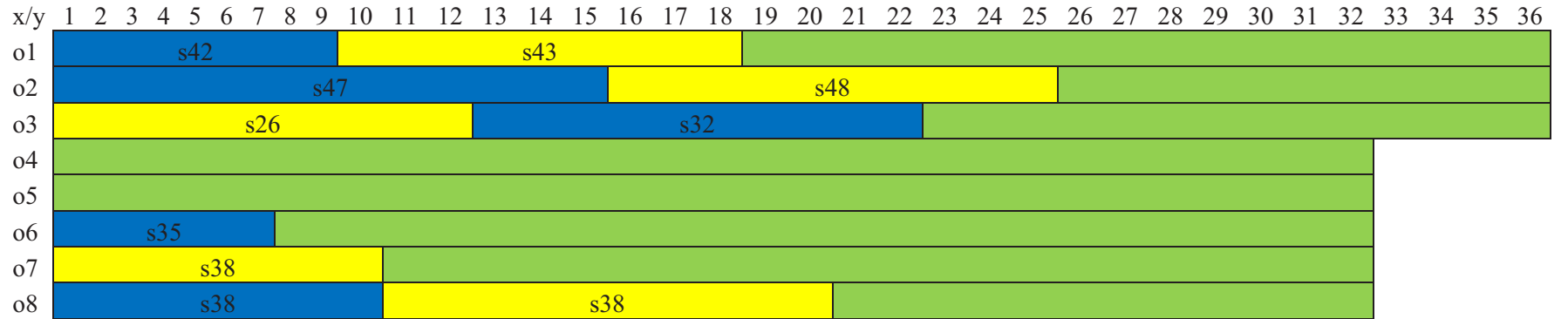
<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Pazartesi	s42	o1	2b	3
Pazartesi	s43	o1	2b	1
Pazartesi	s47	o2	3a	1
Pazartesi	s48	o2	3a	2
Pazartesi	s26	o3	3a	2
Pazartesi	s32	o3	3a	1
Pazartesi	s35	o6	3a	2
Pazartesi	s38	o7	2a	2
Pazartesi	s38	o8	2a	2
Pazartesi	s38	o8	2b	1
Pazartesi	s13	o9	2a	2
Pazartesi	s21	o9	3a	1



X:Bloklar Y: Ameliyathaneler

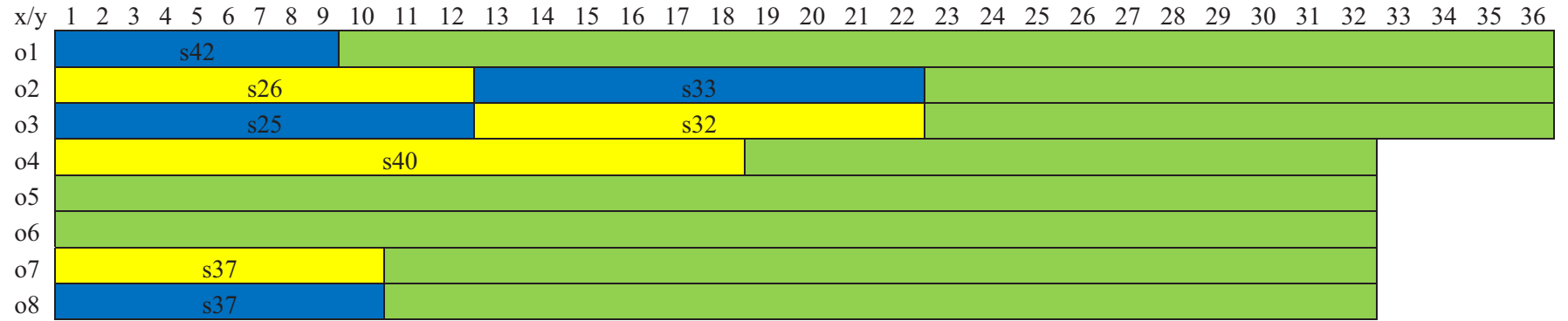
Birinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Salı

Gün	İşlem	Ameliyathane	Kat/Kanat	Değer
Salı	s39	o1	1a	1
Salı	s42	o2	2b	1
Salı	s47	o2	3a	1
Salı	s49	o2	3a	1
Salı	s33	o3	3a	2
Salı	s47	o3	2b	1
Salı	s40	o4	3a	1
Salı	s35	o6	3a	1
Salı	s37	o7	2a	2
Salı	s37	o8	2a	1
Salı	s3	o9	2a	1
Salı	s4	o9	2a	1
Salı	s9	o9	2b	1
Salı	s15	o9	3a	4
Salı	s16	o9	1a	2
Salı	s24	o9	2g	1



Birinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Çarşamba

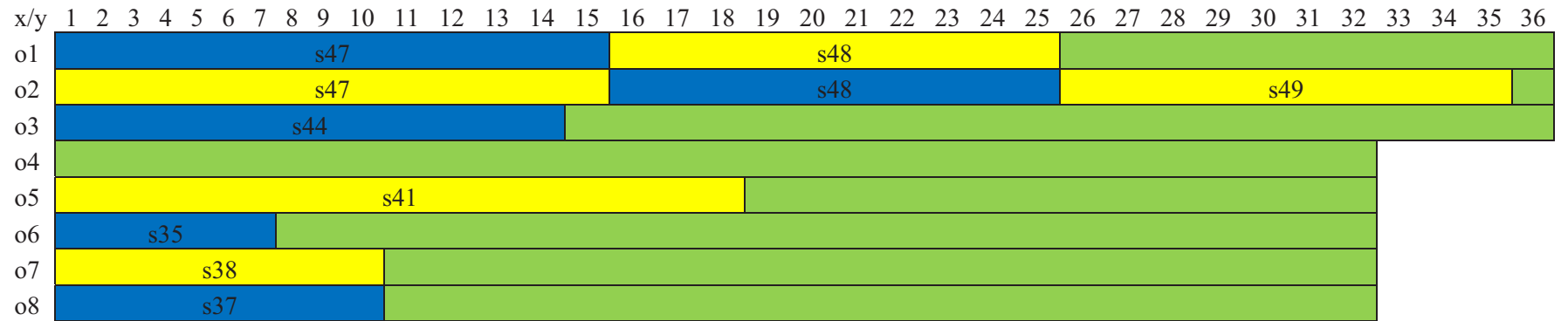
<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Çarşamba	s42	o1	2b	3
Çarşamba	s26	o2	3a	2
Çarşamba	s33	o2	3a	1
Çarşamba	s25	o3	3a	2
Çarşamba	s32	o3	3a	1
Çarşamba	s40	o4	3a	1
Çarşamba	s37	o7	2a	3
Çarşamba	s37	o8	2a	3
Çarşamba	s20	o9	2b	1
Çarşamba	s21	o9	3a	3



X:Bloklar Y: Ameliyathaneler

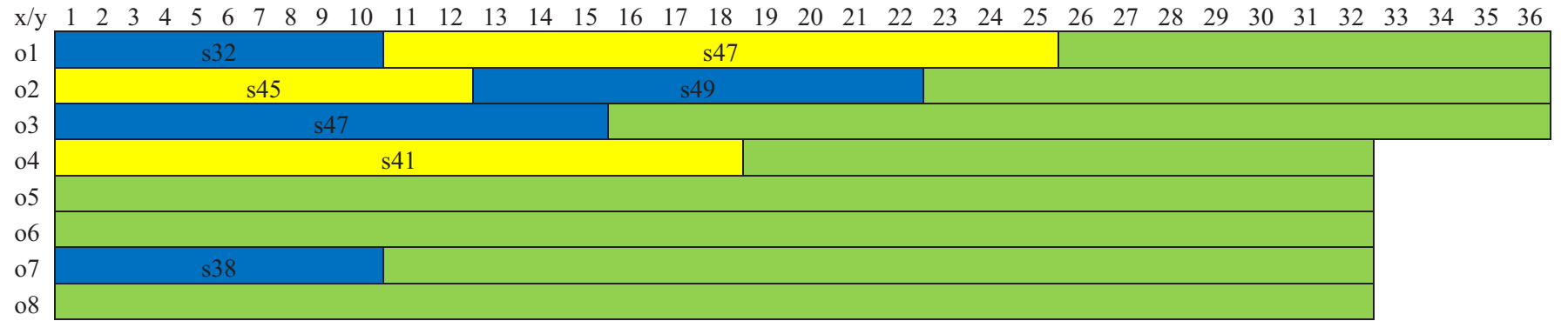
Birinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Perşembe

Gün	İşlem	Ameliyathane	Kat/Kanat	Değer
Perşembe	s47	o1	2b	1
Perşembe	s48	o1	3a	2
Perşembe	s34	o2	3a	1
Perşembe	s47	o2	3a	1
Perşembe	s48	o2	2b	1
Perşembe	s49	o2	3a	1
Perşembe	s44	o3	3a	3
Perşembe	s41	o5	1a	1
Perşembe	s35	o6	2b	1
Perşembe	s38	o7	2a	3
Perşembe	s37	o8	2a	2
Perşembe	s1	o9	2b	1
Perşembe	s4	o9	2a	2
Perşembe	s12	o9	2b	1
Perşembe	s19	o9	3a	1



Birinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Cuma

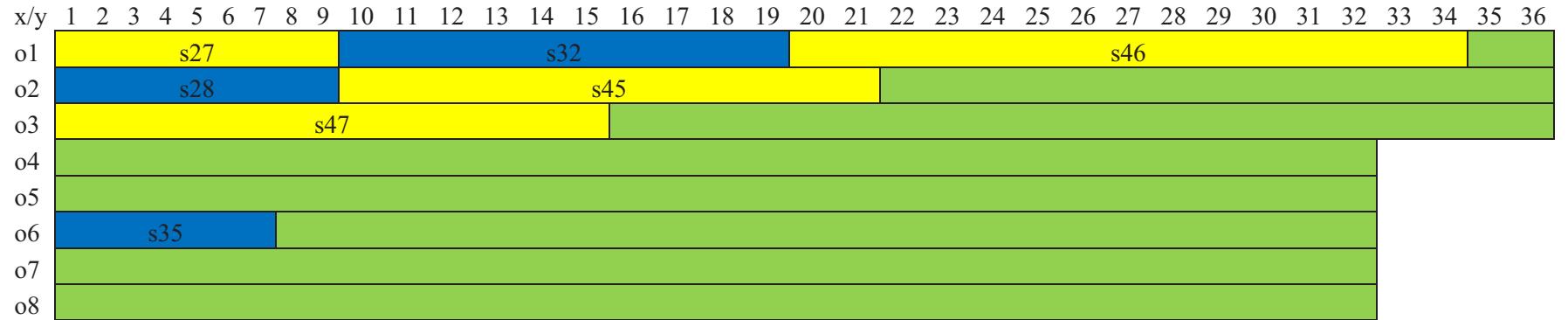
<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Cuma	s32	o1	3a	2
Cuma	s47	o1	2b	1
Cuma	s45	o2	3a	2
Cuma	s49	o2	2b	1
Cuma	s47	o3	3a	2
Cuma	s41	o4	1a	1
Cuma	s38	o7	2b	3
Cuma	s4	o9	2a	5
Cuma	s11	o9	3a	3
Cuma	s13	o9	2a	1
Cuma	s15	o9	2b	1
Cuma	s17	o9	3a	1



X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

Birinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Cumartesi

<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Cumartesi	s27	o1	2a	1
Cumartesi	s32	o1	3a	1
Cumartesi	s46	o1	2b	1
Cumartesi	s28	o2	2a	1
Cumartesi	s45	o2	2b	2
Cumartesi	s47	o3	3a	2
Cumartesi	s35	o6	3a	1
Cumartesi	s4	o9	2a	2
Cumartesi	s8	o9	3a	3
Cumartesi	s14	o9	1a	1
Cumartesi	s15	o9	2b	3



X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

Birinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Pazar

<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Pazar	s27	o1	2a	1
Pazar	s32	o1	3a	1
Pazar	s46	o1	2b	1
Pazar	s28	o2	2a	1
Pazar	s45	o2	2b	2
Pazar	s47	o3	3a	2
Pazar	s35	o6	3a	1
Pazar	s4	o9	2a	2
Pazar	s8	o9	3a	3
Pazar	s14	o9	1a	1
Pazar	s15	o9	2b	3

x/y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
o1	s33																																			
o2	s33										s46																									
o3	s33																																			
o4	s40																																			
o5	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																			
o6	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																			
o7	s38																						PAZAR GÜNLERİ KAPALI													
o8	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																			

X:Bloklar Y: Ameliyathaneler

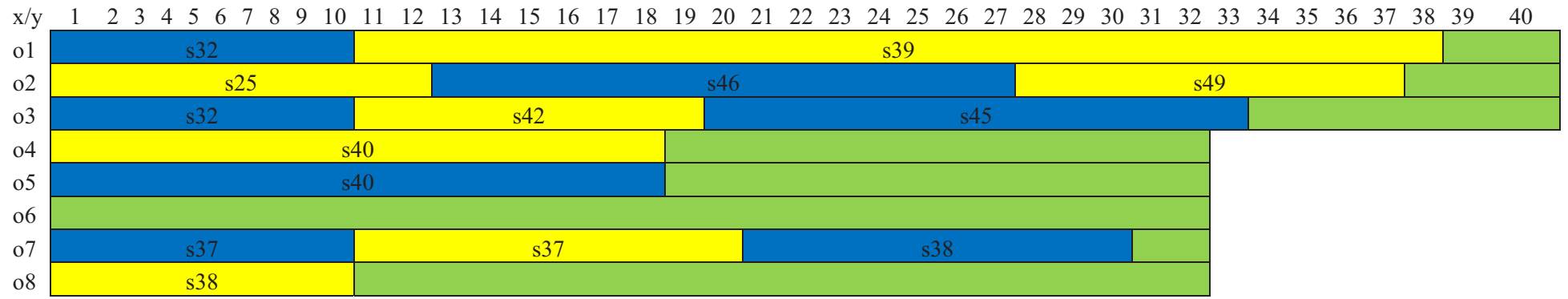
3.5.4.3. İkinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları (Nisan, Mayıs, Haziran)

Tablo 13 : Programın 3B kanadı açık haliyle çalıştırılması v= 50,0536															
	1	2A	2B	3A	3B		o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9
1	17	12	14	24	17	1	40	40	40	32	32	32	32	32	1
2	17	12	14	24	17	2	40	40	40	32	32	32	32	32	1
3	17	12	14	24	17	3	40	40	40	32	32	32	32	32	1
4	17	12	14	24	17	4	40	40	40	32	32	32	32	32	1
5	17	12	14	24	17	5	40	40	40	32	32	32	32	32	1
6	17	12	14	24	17	6	36	36	36	32	32	32	32	32	1
7	17	12	14	24	17	7	36	36	36	1	1	1	1	1	1

Tablo 14 : Programın 3B kanadı açık ve 5 yatak kapasitesiyle çalıştırılması v= 43,4052															
	1	2A	2B	3A	3B		o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9
1	17	12	14	24	5	1	36	36	36	32	32	32	32	32	1
2	17	12	14	24	5	2	36	36	36	32	32	32	32	32	1
3	17	12	14	24	5	3	36	36	36	32	32	32	32	32	1
4	17	12	14	24	5	4	36	36	36	32	32	32	32	32	1
5	17	12	14	24	5	5	36	36	36	32	32	32	32	32	1
6	17	12	14	24	5	6	36	36	36	32	32	32	32	32	1
7	17	12	14	24	5	7	32	32	32	1	1	1	1	1	1

İkinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Pazartesi

<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Pazartesi	s32	o1	3a	1
Pazartesi	s39	o1	1a	1
Pazartesi	s25	o2	3a	1
Pazartesi	s46	o2	2b	1
Pazartesi	s49	o2	3b	1
Pazartesi	s32	o3	3b	1
Pazartesi	s42	o3	2b	2
Pazartesi	s45	o3	3a	1
Pazartesi	s40	o4	3a	1
Pazartesi	s40	o5	3a	1
Pazartesi	s37	o7	2a	1
Pazartesi	s37	o7	3b	1
Pazartesi	s38	o7	2a	1
Pazartesi	s38	o8	2a	1
Pazartesi	s3	o9	2a	1
Pazartesi	s11	o9	2b	1
Pazartesi	s12	o9	2b	2
Pazartesi	s21	o9	3a	3



X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

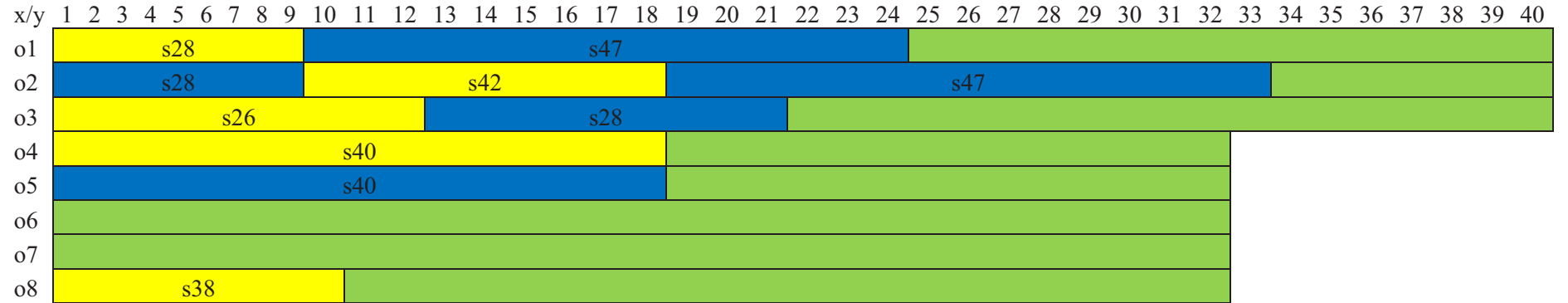
İkinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Salı

Gün	İşlem	Ameliyathane	Kat/Kanat	Değer
Salı	s32	o1	3a	2
Salı	s47	o1	3b	1
Salı	s34	o2	3a	1
Salı	s47	o2	3a	2
Salı	s49	o2	2b	1
Salı	s32	o3	3a	1
Salı	s47	o3	2b	1
Salı	s49	o3	2b	1
Salı	s40	o4	3a	1
Salı	s40	o5	3b	1
Salı	s35	o6	2b	1
Salı	s38	o7	2a	2
Salı	s4	o9	2a	3
Salı	s19	o9	2b	1
Salı	s21	o9	3a	1

x/y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
o1	s32										s47																													
o2	s47															s49																								
o3	s32										s47															s49														
o4	s40																																							
o5	s40																																							
o6	s35																																							
o7	s38																																							
o8																																								

İkinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Çarşamba

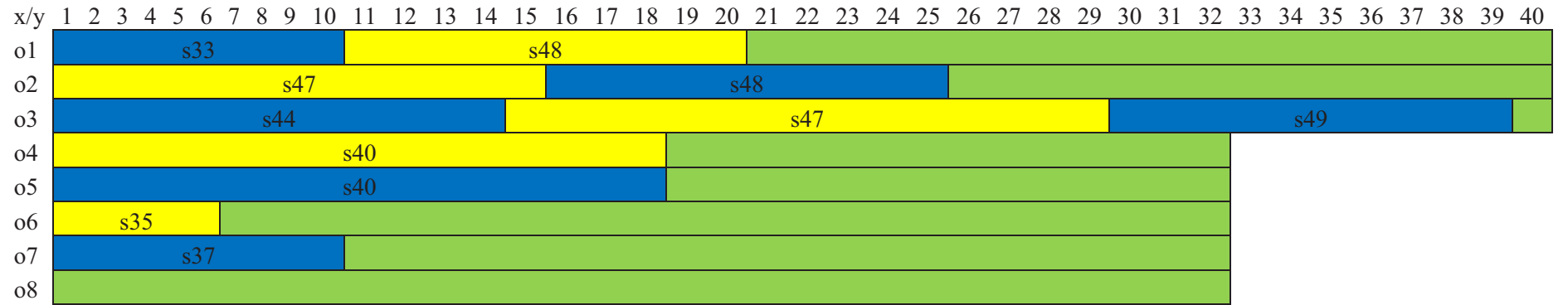
Gün	İşlem	Ameliyathane	Kat/Kanat	Değer
Çarşamba	s28	o1	2a	1
Çarşamba	s47	o1	2b	2
Çarşamba	s28	o2	2a	1
Çarşamba	s42	o2	2b	1
Çarşamba	s47	o2	2b	1
Çarşamba	s26	o3	3b	2
Çarşamba	s28	o3	2a	1
Çarşamba	s40	o4	3a	1
Çarşamba	s40	o5	3b	1
Çarşamba	s38	o8	2a	3
Çarşamba	s15	o9	3a	7
Çarşamba	s24	o9	2b	1



X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

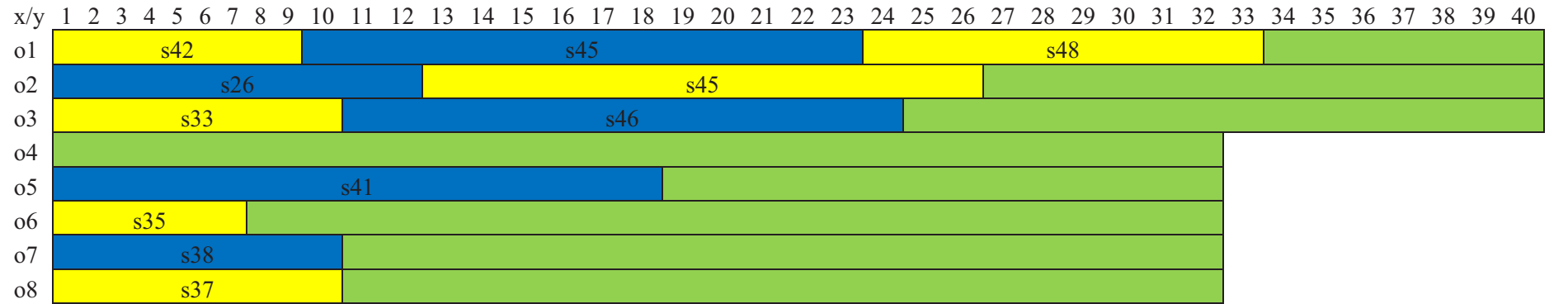
İkinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Perşembe

Gün	İşlem	Ameliyathane	Kat/Kanat	Değer
Perşembe	s33	o1	3a	3
Perşembe	s48	o1	3a	1
Perşembe	s47	o2	2b	2
Perşembe	s48	o2	2b	1
Perşembe	s44	o3	3b	1
Perşembe	s47	o3	2b	1
Perşembe	s49	o3	3a	1
Perşembe	s40	o4	3a	1
Perşembe	s40	o5	3a	1
Perşembe	s35	o6	2b	1
Perşembe	s37	o7	2a	2
Perşembe	s6	o9	2b	1
Perşembe	s11	o9	3a	1
Perşembe	s16	o9	1a	4
Perşembe	s20	o9	2b	1



İkinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Cuma

<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Cuma	s42	o1	2b	2
Cuma	s45	o1	2b	1
Cuma	s48	o1	2b	1
Cuma	s26	o2	3a	1
Cuma	s45	o2	2b	1
Cuma	s46	o3	2b	1
Cuma	s33	o3	3a	4
Cuma	s41	o5	1a	1
Cuma	s35	o6	3b	1
Cuma	s38	o7	2a	3
Cuma	s37	o8	2a	3
Cuma	s15	o9	3a	1
Cuma	s20	o9	2b	4



İkinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Cumartesi

	<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>																																			
	Cumartesi	s25	o1	3a	1																																			
	Cumartesi	s26	o1	3a	1																																			
	Cumartesi	s32	o1	3a	1																																			
	Cumartesi	s39	o2	1a	1																																			
	Cumartesi	s27	o3	2a	1																																			
	Cumartesi	s48	o3	2b	1																																			
	Cumartesi	s48	o3	3b	1																																			
	Cumartesi	s40	o4	3a	1																																			
	Cumartesi	s41	o5	1a	1																																			
	Cumartesi	s35	o6	2b	1																																			
	Cumartesi	s35	o6	3b	1																																			
	Cumartesi	s37	o8	2a	2																																			
	Cumartesi	s8	o9	2b	5																																			
	Cumartesi	s13	o9	2a	3																																			
	Cumartesi	s15	o9	3a	3																																			
	Cumartesi	s19	o9	2b	1																																			
x/y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
o1	s25												s26												s32															
o2	s39																																							
o3	s27								s48											s48																				
o4	s40																																							
o5	s41																																							
o6	s35							s35																																
o7																																								
o8	s37																																							

İkinci Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Pazar

Gün	İşlem	Ameliyathane	Kat/Kanat	Değer
Pazar	s34	o1	3a	1
Pazar	s44	o1	2b	3
Pazar	s33	o2	3b	1
Pazar	s43	o2	2b	1
Pazar	s47	o2	3b	1
Pazar	s32	o3	3a	1
Pazar	s33	o3	3a	1
Pazar	s47	o3	2b	1
Pazar	s4	o9	2a	4
Pazar	s9	o9	3a	1
Pazar	s14	o9	1a	1
Pazar	s16	o9	1a	1
Pazar	s17	o9	2b	1
Pazar	s21	o9	3a	2

x/y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40						
o1	s44																																													
o2	s33										s43										s47																									
o3	s32										s33										s47																									
o4	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																													
o5	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																													
o6	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																													
o7	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																													
o8	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																													

3.5.4.4. Üçüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları (Temmuz, Ağustos, Eylül)

Tablo 15 : Programın 3B kanadı açık haliyle çalıştırılması
v= 43,1409

	1	2A	2B	3A	3B		o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9
1	17	12	14	24	17	1	36	36	36	32	32	32	32	32	1
2	17	12	14	24	17	2	36	36	36	32	32	32	32	32	1
3	17	12	14	24	17	3	36	36	36	32	32	32	32	32	1
4	17	12	14	24	17	4	36	36	36	32	32	32	32	32	1
5	17	12	14	24	17	5	36	36	36	32	32	32	32	32	1
6	17	12	14	24	17	6	36	36	36	32	32	32	32	32	1
7	17	12	14	24	17	7	32	32	32	1	1	1	1	1	1

Tablo 16 : Programın 3B kanadı kapalı haliyle çalıştırılması
v= 41,0232

	1	2A	2B	3A		o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9
1	17	12	14	24	1	36	36	36	32	32	32	32	32	1
2	17	12	14	24	2	36	36	36	32	32	32	32	32	1
3	17	12	14	24	3	36	36	36	32	32	32	32	32	1
4	17	12	14	24	4	36	36	36	32	32	32	32	32	1
5	17	12	14	24	5	36	36	36	32	32	32	32	32	1
6	17	12	14	24	6	36	36	36	32	32	32	32	32	1
7	17	12	14	24	7	36	32	32	1	1	1	1	1	1

Tablo 17: Programın 3B kanadı kapalı ve katların kapasitelerinin düşürülmüş haliyle çalıştırılması
v= 40,8475

	1	2A	2B	3A		o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9
1	17	12	14	19	1	36	36	36	32	32	32	32	32	1
2	17	12	14	19	2	36	36	36	32	32	32	32	32	1
3	17	12	14	19	3	36	36	36	32	32	32	32	32	1
4	17	12	14	19	4	36	36	36	32	32	32	32	32	1
5	17	12	14	19	5	36	36	36	32	32	32	32	32	1
6	17	12	14	19	6	36	36	36	32	32	32	32	32	1
7	17	12	14	19	7	36	32	32	1	1	1	1	1	1

Üçüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Pazartesi

<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Pazartesi	s44	o1	2b	2
Pazartesi	s33	o1	3a	1
Pazartesi	s39	o2	1a	1
Pazartesi	s44	o3	2b	1
Pazartesi	s25	o3	3a	1
Pazartesi	s33	o3	3a	1
Pazartesi	s34	o3	3a	1
Pazartesi	s40	o4	3a	1
Pazartesi	s40	o5	3a	1
Pazartesi	s16	o9	1a	5
Pazartesi	s25	o9	2b	1
Pazartesi	s9	o9	2b	2
Pazartesi	s20	o9	3a	1



X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

Üçüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- *Salı*

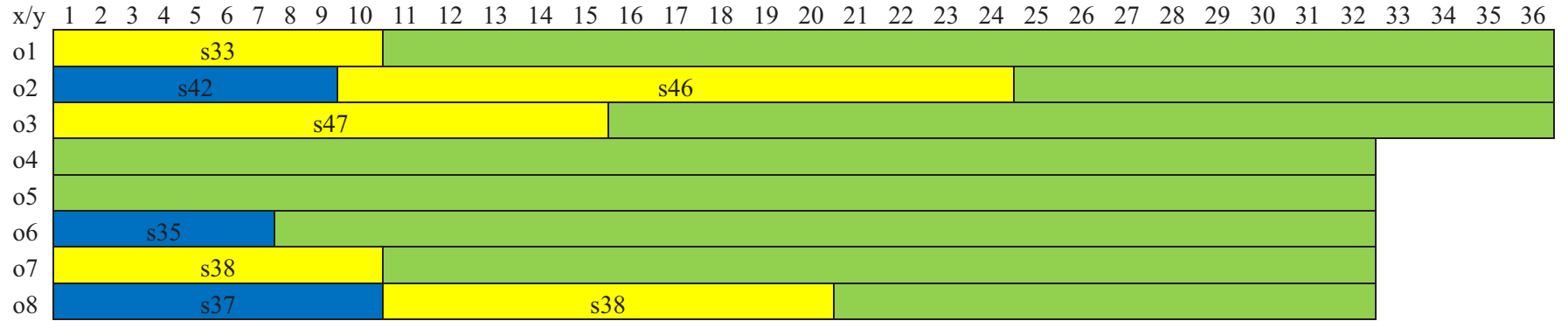
<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Salı	s47	o1	2b	2
Salı	s47	o2	3a	2
Salı	s42	o3	2b	1
Salı	s25	o3	3a	1
Salı	s26	o3	3a	1
Salı	s38	o7	2a	2
Salı	s37	o8	2a	3
Salı	s8	o9	3a	3



X:Bloklar **Y:** Ameliyathaneler

Üçüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Çarşamba

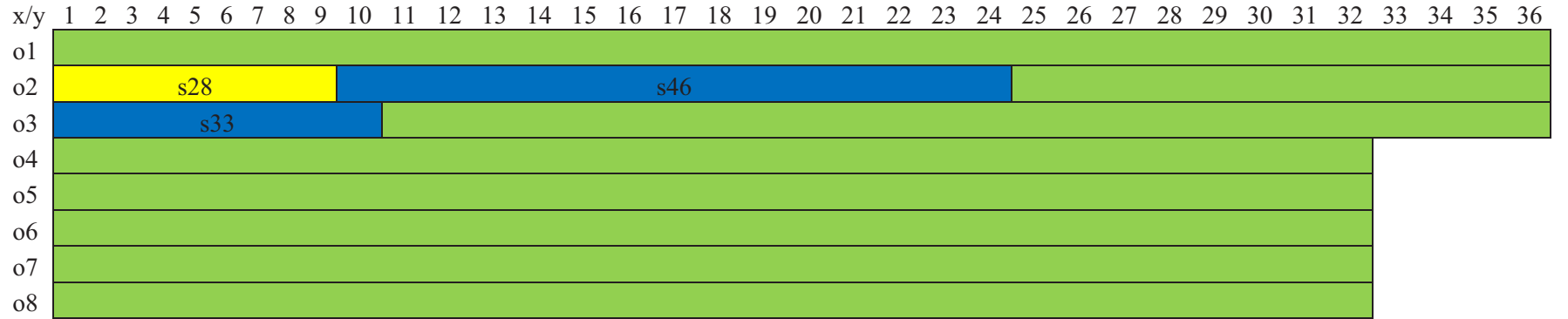
<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Çarşamba	s33	o1	3a	3
Çarşamba	s42	o2	2b	2
Çarşamba	s46	o2	2b	1
Çarşamba	s47	o3	3a	2
Çarşamba	s35	o6	3a	1
Çarşamba	s38	o7	2a	3
Çarşamba	s37	o8	2a	1
Çarşamba	s38	o8	2a	2
Çarşamba	s18	o9	2b	1
Çarşamba	s24	o9	2b	1



X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

Üçüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Perşembe

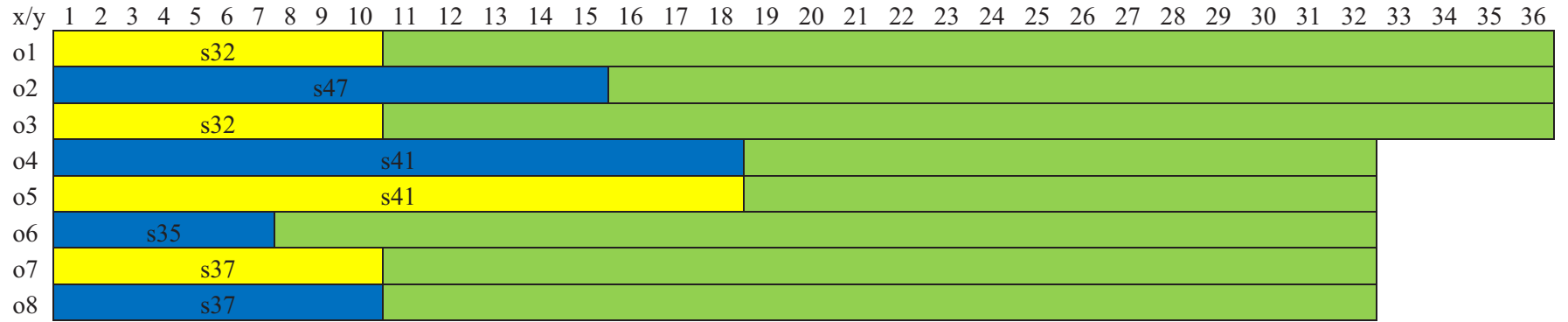
<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Perşembe	s28	o2	2a	2
Perşembe	s46	o2	2b	1
Perşembe	s33	o3	3a	3
Perşembe	s13	o9	2a	2
Perşembe	s15	o9	2b	4
Perşembe	s20	o9	2b	1
Perşembe	s21	o9	3a	3



X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

Üçüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Cuma

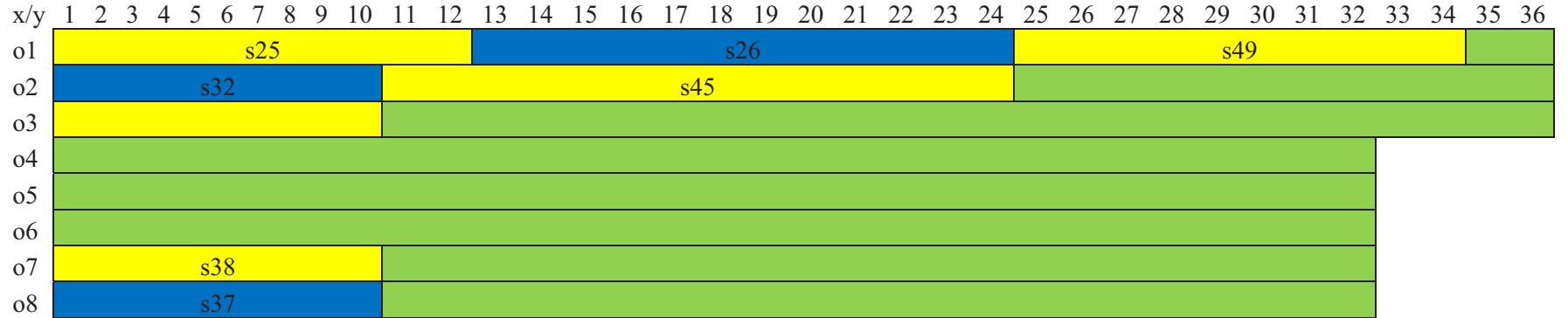
<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Cuma	s32	o1	3a	3
Cuma	s47	o2	2b	2
Cuma	s32	o3	3a	3
Cuma	s41	o4	1a	1
Cuma	s41	o5	1a	1
Cuma	s35	o6	2b	1
Cuma	s37	o7	2a	1
Cuma	s37	o8	2a	3
Cuma	s14	o9	1a	1
Cuma	s13	o9	2a	2
Cuma	s21	o9	3a	3



X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

Üçüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Cumartesi

<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Cumartesi	s49	o1	2b	1
Cumartesi	s25	o1	3a	1
Cumartesi	s26	o1	3a	1
Cumartesi	s45	o2	2b	2
Cumartesi	s32	o2	3a	1
Cumartesi	s48	o3	2b	3
Cumartesi	s38	o7	2a	3
Cumartesi	s37	o8	2a	3
Cumartesi	s20	o9	2b	2
Cumartesi	s11	o9	3a	2
Cumartesi	s12	o9	3a	3
Cumartesi	s22	o9	3a	1



X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

Üçüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Pazar

Gün	İşlem	Ameliyathane	Kat/Kanat	Değer
Pazar	s44	o1	2b	1
Pazar	s48	o1	2b	2
Pazar	s39	o2	1a	1
Pazar	s42	o3	2b	1
Pazar	s49	o3	2b	2
Pazar	s4	o9	2a	6
Pazar	s6	o9	2b	1
Pazar	s17	o9	2b	1
Pazar	s21	o9	3a	4

x/y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
o1	s44														s48																					
o2	s39																																			
o3	s42									s43																										
o4	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																			
o5	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																			
o6	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																			
o7	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																			
o8	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																			

X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

3.5.4.5. Dördüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları (Ekim, Kasım, Aralık)

Tablo 18 : Programın 3B kanadı açık haliyle çalıştırılması															
v= 43,1409															
	1	2A	2B	3A	3B		o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9
1	17	12	14	24	17	1	36	36	36	32	32	32	32	32	1
2	17	12	14	24	17	2	36	36	36	32	32	32	32	32	1
3	17	12	14	24	17	3	36	36	36	32	32	32	32	32	1
4	17	12	14	24	17	4	36	36	36	32	32	32	32	32	1
5	17	12	14	24	17	5	36	36	36	32	32	32	32	32	1
6	17	12	14	24	17	6	36	36	36	32	32	32	32	32	1
7	17	12	14	24	17	7	36	32	32	1	1	1	11	1	1

Tablo 19 : Programın 3B kanadı kapalı haliyle çalıştırılması $v=34,8518$														
	1	2A	2B	3A		o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9
1	17	12	14	24	1	36	36	36	32	32	32	32	32	1
2	17	12	14	24	2	36	36	36	32	32	32	32	32	1
3	17	12	14	24	3	36	36	36	32	32	32	32	32	1
4	17	12	14	24	4	36	36	36	32	32	32	32	32	1
5	17	12	14	24	5	36	36	36	32	32	32	32	32	1
6	17	12	14	24	6	36	36	36	32	32	32	32	32	1
7	17	12	14	24	7	36	32	32	1	1	1	1	1	1

Tablo 20 : Programın 3B kanadı kapalı ve katların kapasitelerinin düşürülmüş haliyle çalıştırılması $v=40,8475$														
	1	2A	2B	3A		o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9
1	17	12	14	19	1	36	36	36	32	32	32	32	32	1
2	17	12	14	19	2	36	36	36	32	32	32	32	32	1
3	17	12	14	19	3	36	36	36	32	32	32	32	32	1
4	17	12	14	19	4	36	36	36	32	32	32	32	32	1
5	17	12	14	19	5	36	36	36	32	32	32	32	32	1
6	17	12	14	19	6	36	36	36	32	32	32	32	32	1
7	17	12	14	19	7	36	32	32	1	1	1	1	1	1

Dördüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Pazartesi

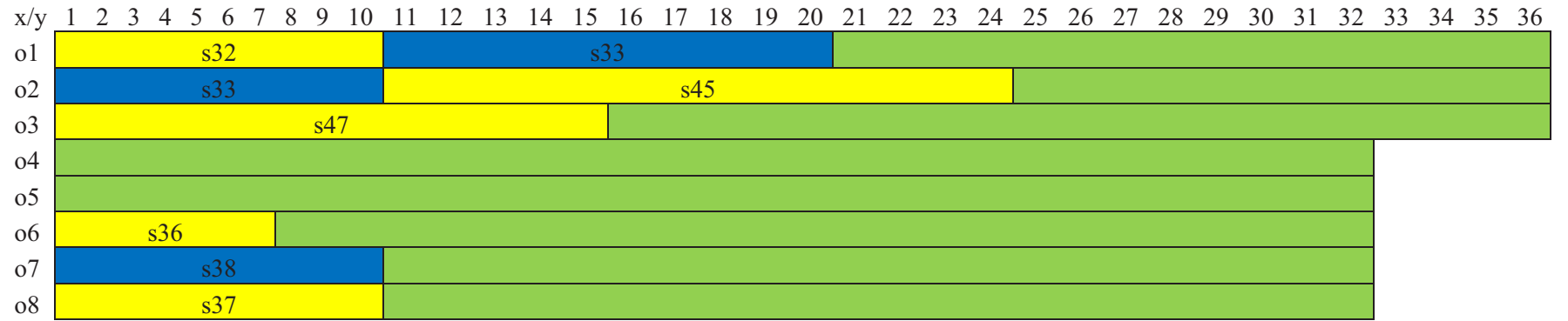
<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Pazartesi	s32	o1	3a	1
Pazartesi	s33	o1	3a	2
Pazartesi	s47	o2	2b	1
Pazartesi	s48	o2	2b	2
Pazartesi	s47	o3	2b	2
Pazartesi	s40	o5	3a	1
Pazartesi	s37	o7	2a	1
Pazartesi	s38	o7	2a	2
Pazartesi	s38	o8	2a	3
Pazartesi	s8	o9	2b	2
Pazartesi	s1	o9	3a	1
Pazartesi	s9	o9	3a	2



X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

Dördüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Salı

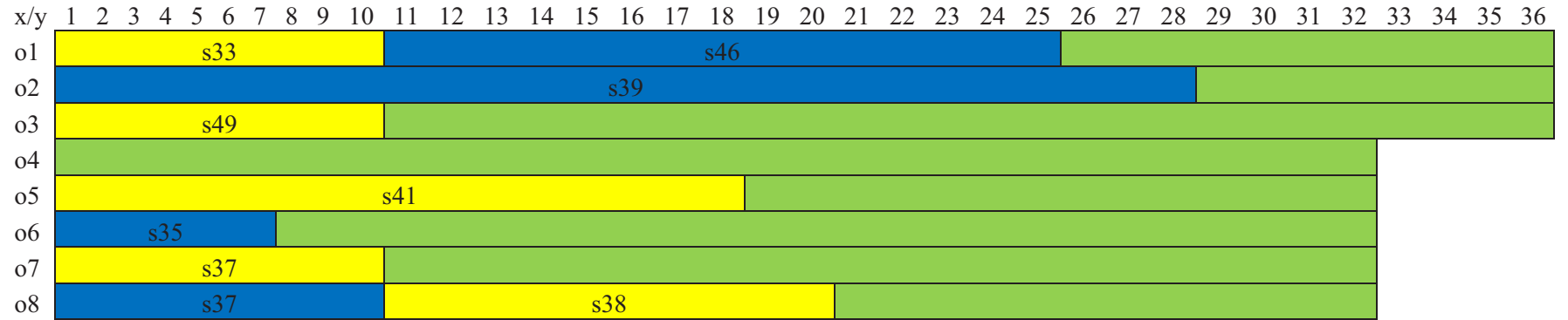
Gün	İşlem	Ameliyathane	Kat/Kanat	Değer
Salı	s32	o1	3a	2
Salı	s33	o1	3a	1
Salı	s45	o2	2b	2
Salı	s33	o2	3a	1
Salı	s47	o3	3a	2
Salı	s36	o6	2b	3
Salı	s38	o7	2a	3
Salı	s37	o8	2a	3
Salı	s4	o9	2b	1
Salı	s20	o9	2b	3



X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

Dördüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Çarşamba

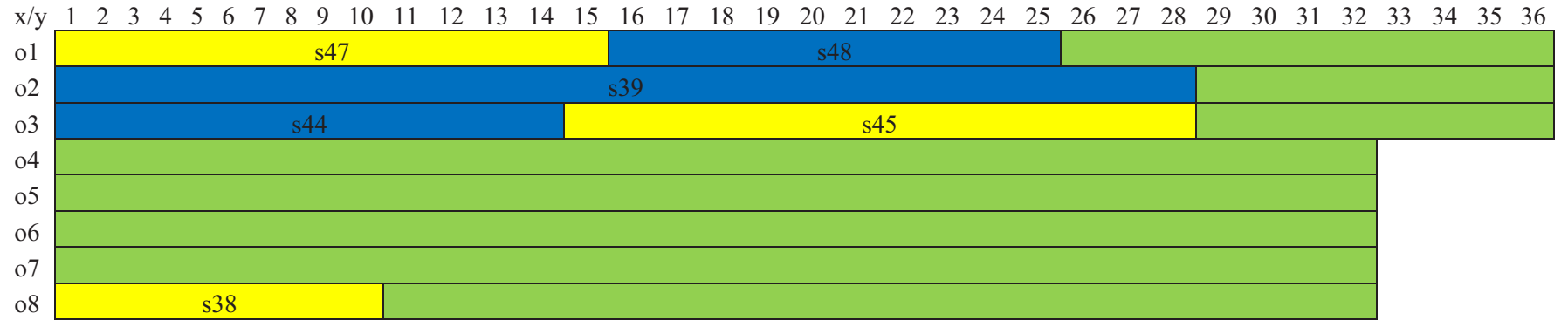
Gün	İşlem	Ameliyathane	Kat/Kanat	Değer
Çarşamba	s46	o1	2b	1
Çarşamba	s33	o1	3a	2
Çarşamba	s39	o2	1a	1
Çarşamba	s49	o3	2b	3
Çarşamba	s41	o5	1a	1
Çarşamba	s35	o6	3a	1
Çarşamba	s37	o7	2a	2
Çarşamba	s37	o8	2a	2
Çarşamba	s38	o8	2a	1
Çarşamba	s16	o9	1a	4
Çarşamba	s15	o9	2b	3
Çarşamba	s12	o9	3a	1
Çarşamba	s19	o9	3a	1



X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

Dördüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Perşembe

<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Perşembe	s47	o1	2b	1
Perşembe	s48	o1	2b	2
Perşembe	s39	o2	1a	1
Perşembe	s44	o3	2b	2
Perşembe	s45	o3	2b	1
Perşembe	s38	o8	2b	3
Perşembe	s21	o9	3a	6



X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

Dördüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Cuma

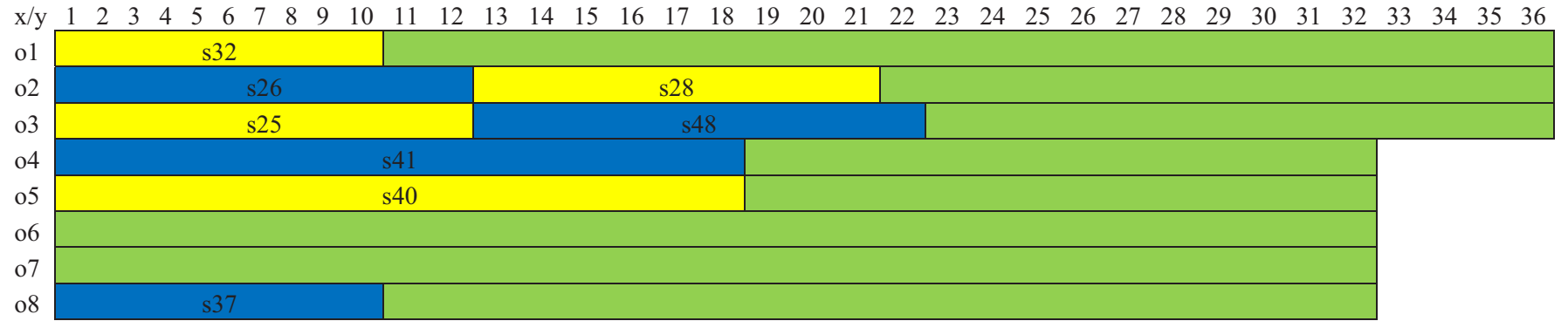
<i>Gün</i>	<i>İşlem</i>	<i>Ameliyathane</i>	<i>Kat/Kanat</i>	<i>Değer</i>
Cuma	s47	o1	2b	2
Cuma	s28	o2	2a	2
Cuma	s46	o2	2b	1
Cuma	s46	o3	2b	1
Cuma	s26	o3	3a	1
Cuma	s35	o6	2b	3
Cuma	s37	o7	2a	1
Cuma	s16	o9	1a	1
Cuma	s13	o9	2a	4
Cuma	s21	o9	3a	4



X:Bloklar Y: Ameliyathaneler

Dördüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Cumartesi

Gün	İşlem	Ameliyathane	Kat/Kanat	Değer
Cumartesi	s32	o1	3a	3
Cumartesi	s28	o2	2a	1
Cumartesi	s26	o2	3a	2
Cumartesi	s48	o3	2b	1
Cumartesi	s25	o3	3a	2
Cumartesi	s41	o4	1a	1
Cumartesi	s40	o5	3a	1
Cumartesi	s37	o8	2b	2
Cumartesi	s4	o9	2a	6
Cumartesi	s8	o9	2b	1
Cumartesi	s15	o9	2b	2



X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

Dördüncü Çeyrek Veri Analizi Sonuçları- Pazar

Gün	İşlem	Ameliyathane	Kat/Kanat	Değer
Pazar	s42	o1	2b	3
Pazar	s43	o1	2b	1
Pazar	s47	o2	2b	1
Pazar	s33	o2	3a	1
Pazar	s32	o3	3a	2
Pazar	s33	o3	3a	1
Pazar	s34	o3	3a	1
Pazar	s14	o9	1a	1
Pazar	s12	o9	2b	1
Pazar	s24	o9	2b	1
Pazar	s2	o9	3a	1
Pazar	s11	o9	3a	2
Pazar	s21	o9	3a	1

x/y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36																				
o1	s42									s43																																														
o2	s33										s47																																													
o3	s32										s33																																													
o4	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																																							
o5	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																																							
o6	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																																							
o7	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																																							
o8	PAZAR GÜNLERİ KAPALI																																																							

X: Bloklar Y: Ameliyathaneler

SONUÇ

Bu çalışmada ele alınan problem ve kısıtlar gerçek verilerle matematiksel model üzerinden GAMS paket programına aktarılmıştır. Veriler öncelikle yıllık olarak ele alınmış ve elde edilen sonuçlar 3B kanadını açmadan talebin karşılanabildiğini göstermiştir. Bunlara ilave olarak hastanenin 3B kanadı dışında geri kalan katlarda var olan kapasiteyi düşürmesi durumunda yine talebi karşılayabildiği görülmüştür.

Modeli Q1,Q2,Q3 ve Q4 çeyrekleri üzerinden ele aldığımızda hastanenin Q1,Q3 ve Q4 çeyrekleri için 3B kanadının kapatılmasından dolayı herhangi bir yetersizlik çekmediği sonucuna ulaşılmıştır. Böylece 3B kanadının açık olması durumunda ihtiyaç duyulan ekstra personel (doktor, hemşire, hademe, güvenlik), elektrik, su, temizlik malzemesi, ekstra personel eğitimi, bakım, klima vb. giderler düşürülmüştür.

Ancak Q2 çeyreğinde diğer çeyreklerin aksine hastanenin 3B kanadını açmak zorunda kaldığı ve ortalama 5 yatak kullandığı tespit edilmiştir. Bunun sebebi Q2 periyodunda estetik operasyonların diğer periyodlara göre daha yoğun olmasıdır. Yapılan çalışma sonucunda optimum ve verimli çizelgeleme elde edilmiş, beklenen yatak doluluğu ve dolulukta meydana gelen değişkenlikler dengelenmiş ve hastane işletme maliyetleri düşürülmüştür.

KAYNAKÇA

Ackoff, R.L. ve Sasieni, M.V. (1968). *Fundamentals of Operational Research*. New York : John Wiley and Sons. Inc.

Akcali, E. Côté, Murray J. Lin, Chin. (2006). A network flow approach to optimizing hospital bed capacity decisions. *Health Care Manage Sci* (2006) 9: 391–404

Azaiez, M.N. ve Al Sharif, S.S. (2005). A 0-1 goal programming model for nurse scheduling. *Computers & Operations Research* 32 (2005) 491 – 507

Belek, İ. (2012). *Sağlıkta Dönüşüm*. İstanbul: Kayhan Matbaacılık

Beliën, J. ve Demeulemeester, E. (2007). Building cyclic master surgery schedules with leveled resulting bed occupancy. *European Journal of Operational Research*. 176 (2007): 1185–1204

Blake, J.T. ve Carter, M.W. (2002). A goal programming approach to strategic resource allocation in acute care hospitals. *European Journal of Operational Research* 140, 541–561.

Caldwell, C. (1998). *Sağlık Kuruluşlarında Stratejik Yönetim*. İstanbul: Sistem Yayıncılık

Cinemre, N. (2011). *Yöneylem Araştırması*. İstanbul: Evrim Yayınevi

Çağlar, N. (2006). *Yöneylem Araştırması*. İstanbul: Türkmen Kitabevi

Çelik, Y. (2013). *Sağlık Ekonomisi*. Ankara: Siyasal Kitabevi

Çetin, E. (2013). *Medikal Karar Verme Yöntemleri*. İstanbul: Beta Basım

Dexter, F. Macario, A. Neill, L. (2000). Scheduling surgical cases into overflow block time. Computer simulation of the effects of scheduling strategies on operating room labor costs. *Anesthesia and Analgesia* 90, 980–988.

Dexter, F. Traub, R.D. Lebowitz, P. (2001). Scheduling a delay between different surgeons_ cases in the same operating room on the same day using upper prediction bounds for case durations. *Anesthesia and Analgesia* 92, 943–946.

Dexter, F. ve Traub, R.D. (2002). How to schedule elective surgical cases into specific operating rooms to maximize the efficiency of use of operating room time. *Anesthesia and Analgesia* 94, 933–942.

Esin, A. (2003). *Yöneylem Araştırmalarında Yararlanılan Karar Yöntemleri*. Ankara: Gazi Yayınevi

Gerchak, Y. Gupta, D. Mordechai, H. (1996). Reservation planning for elective surgery under uncertain demand for emergency surgery. *Management Science* 42, 321–334.

Groover, M.P. (2007). *Work Systems and the Methods, Measurement, and Management of Work*. New Jersey: Prentice Hall.

Handley, G. (1965). *Linear Programming*. London: Addison – Wesley

Hayran, O. (2012). *Sağlık Yönetimi Yazıları*. Ankara: SAGE Yayıncılık

Hughes, W.L. ve Soliman, S.Y. (1985). Short-term case mix management with linear programming. *Hospital and Health Services Administration* 30, 52–60.

Kokangul, A. (2008). A combination of deterministic and stochastic approaches to optimize bed capacity in a hospital unit. *Computer methods and programs in biomedicine* 90 (2008) 56–65

Lewis, S.M. Heitkemper, M.M. ve Dirksen, S.R. (2004). *Medical – Surgical Nursing: Assessment and Management of Clinical Problems*. USA: Mosby

Litvak, E. ve Long, M.C. (2000). Cost and quality under managed care: Irreconcilable differences? *The American Journal of Managed Care* 6, 305–312.

- Marcon, E. Kharraja, S. Simonnet, G. (2003). The operating theatre planning by the follow-up of the risk of no realization. *International Journal of Production Economics* 85, 83–90.
- Oral, S. ve Yüksel, H. (2007). *Hizmet İşlemler Yönetimi*. İzmir: Kanyılmaz Matbaası
- Özkan, Ş. (2005). *Yöneylem Araştırması Nicel Karar Verme Teknikleri*. Ankara: Nobel Yayınevi
- Öztürk, A. (2009). *Yöneylem Araştırması*. Bursa :Ekin Yayınevi
- Pidd, M. (2009). *Yöneylem Araştırmasında Benzetim*. Bursa: Ekin Yayınevi
- Pinedo, M.L. (2005). *Planning and Scheduling in Manufacturing and Services*. USA: Springer
- Rardin, R.L. (1998). *Optimization in Operational Research*. New Jersey: Prentice Hall.
- Sargutan, A.E. (2004). Karşılaştırmalı Sağlık Sistemleri. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi* 8(1) : 81-111
- Sezen, H.K. (2007). *Yöneylem Araştırması*. Ankara: Ekin Yayınevi
- Taha, H. (2007). *Yöneylem Araştırması*. İstanbul: Literatür Yayınevi
- Tanrıverdi, H. ve Köksal, G. (2012). *112 Acil Sağlık Hizmetleri*. İstanbul: BETA
- Tarcan, E. (2001). *Hizmet Yönetiminde Kalite ve Müşteri Tatmini Ölçümü*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları
- Ulucan, A. (2007). *Yöneylem Araştırması İşletmecilik Uygulamalı Bilgisayar destekli Modelleme*. Ankara: Siyasal Kitabevi
- Ünal, E. (2013). *Sağlık Ekonomisi ve Yönetimi*. Bursa: Ekin Yayınevi
- Winston, W.L. (2004). *Operational Research Appliations and Algorithms*. Belmont-USA: Brooks

Winston, W.L.(1994). *Operational Research Appliations and Algorithms*. California: Duxburry Press, Wadsworth Pub. Comp. Belmont

Yarar, O. ve Söyük, S. (2012). *10 Yılında Sağlık Kuruluşlarında Yönetim Kongresi*. (ss.52-58), Düzenleyen Sağlık Yöneticileri Derneği. Mardin. 24-27 Mayıs 2012 .

Yıldırım, H.H. ve Yıldırım, T. (2011). *Avrupa Birliği Sağlık Politikaları ve Türkiye*. Ankara: İmaj Yayınevi

Yılmaz, B. (2012). *Hastane İşletmelerinde Maliyet Yönetimi*. Konya: Eğitim Yayınevi

EKLER

Ek1: s Değişkenine göre doktor, tıbbi tedavi ve ameliyat türü ataması

Tıbbi Tedavi		Ameliyatlar		
s1	Anestezi		Doktor Türü	
s2	Beyin Ameliyatları	s25	Çalışan	Beyin Ameliyatları
s3	Çocuk Ameliyatları	s26	Dışarıdan	Beyin Ameliyatları
s4	Çocuk Tıbbi Tedavileri	s27	Çalışan	Çocuk Ameliyatları
s5	Dermatoloji	s28	Dışarıdan	Çocuk Ameliyatları
s6	Endokrinoloji	s29	Çalışan	Diş
s7	Fizik Tedavi	s30	Dışarıdan	Diş
s8	Gastroenteroloji	s31	Çalışan	Gastroenteroloji
s9	Genel Ameliyatlar	s32	Çalışan	Genel Cerrahi
s10	Radyoloji	s33	Dışarıdan	Genel Cerrahi
s11	Göğüs Hastalıkları	s34	Çalışan	Radyoloji
s12	İç Hastalıklar	s35	Çalışan	Göz
s13	Jinekoloji	s36	Dışarıdan	Göz
s14	Karaciğer Transferi SGK'lı Hasta	s37	Çalışan	Jinekoloji
s15	Kardiyoloji Ücretli Hasta	s38	Dışarıdan	Jinekoloji
s16	Kardiyoloji SGK'lı Hasta	s39	Çalışan	Karaciğer Nakli SGK'lı Hasta
s17	Kardiyovasküler Ameliyatlar Ücretli Hasta	s40	Çalışan	Kardiyovasküler Ameliyatlar Ücretli Hasta
s18	Kardiyovasküler Ameliyatlar SGK'lı Hasta	s41	Çalışan	Kardiyovasküler Ameliyatlar SGK'lı Hasta
s19	Kulak Burun Boğaz	s42	Çalışan	Kulak Burun Boğaz
s20	Nöroloji	s43	Dışarıdan	Kulak Burun Boğaz
s21	Onkoloji SGK'lı Hasta	s44	Çalışan	Ortopedi
s22	Ortopedi	s45	Dışarıdan	Ortopedi
s23	Estetik Ameliyatları	s46	Çalışan	Estetik Ameliyatları
s24	Üroloji	s47	Dışarıdan	Estetik Ameliyatları
		s48	Çalışan	Üroloji
		s49	Dışarıdan	Üroloji

Ek2: o değişkenine göre ameliyathane ataması

$\forall o \in \mathcal{C}$ Ameliyathane Kümesi	Yapılan Ameliyatlar
o1	Genel Cerrahi
o2	Genel Cerrahi
o3	Genel Cerrahi
o4	Kardiyovasküler Cerrahi
o5	Kardiyovasküler Cerrahi
o6	Göz Ameliyatı
o7	Doğumhane
o8	Doğumhane

Ek3: f Değişkenine göre kat ve kanat ataması

$\forall f \in B$ Kat ve Kanat Kümesi	Kat ve Kanatlar
f1	Birinci Kat
f2	2. Kat 2A Kanadı
f3	2.Kat 2B Kanadı
f4	3.Kat 3A Kanadı
f5	3.Kat 3B Kanadı

Ek4. Matematiksel modelin GAMS kodu

sets

i weekdays for surgeries /1*7/;

alias (i,j);

sets

s surgery types /s1*s49/

o operating room /o1*o9/

f floors /1a,2a,2b,3a/ ;

SET

con(s,o)/

s1.o9,

s2.o9,

s3.o9,

s4.o9,

s5.o9,

s6.o9,

s7.o9,

s8.o9,

s9.o9,

s10.o9,

s11.o9,

s12.o9,

s13.o9,

s14.o9,

s15.o9,

s16.o9,

s17.o9,

s18.o9,

s19.o9,

s20.o9,

s21.o9,

s22.o9,

s23.o9,

s24.o9,

s25.(o1,o2,o3),

s26.(o1,o2,o3),

s27.(o1,o2,o3),

s28.(o1,o2,o3),

s29.(o1,o2,o3),

s30.(o1,o2,o3),

s31.(o1,o2,o3),

s32.(o1,o2,o3),

s33.(o1,o2,o3),

s34.(o1,o2,o3),

s35.o6,

s36.o6,

s37.(o7,o8),

s38.(o7,o8),

s39.(o1,o2,o3),

s40.(o4,o5),

s41.(o4,o5),

s42.(o1,o2,o3),

s43.(o1,o2,o3),

s44.(o1,o2,o3),

s45.(o1,o2,o3),

s46.(o1,o2,o3),

s47.(o1,o2,o3),

s48.(o1,o2,o3),

s49.(o1,o2,o3)/;

SET

assign(s,f) /

s1.(2b,3a),

s2.(2b,3a),

s3.(2a,2b),

s4.(2a,2b),

s5.(2b,3a),

s6.(2b,3a),

s7.2b,

s8.(2b,3a),

s9.(2b,3a),

s10.(2b,3a),

s11.(2b,3a),

s12.(2b,3a),

s13.(2a,2b),

s14.1a,

s15.(2b,3a),

s16.1a,

s17.(2b,3a),

s18.(2b,3a),

s19.(2b,3a),

s20.(2b,3a),

s21.3a,

s22.3a,

s23.3a,

s24.(2b,3a),

s25.(3a),

s26.(3a),

s27.(2a,2b),

s28.(2a,2b),

s29.(2b,3a),

s30.(2b,3a),

s31.2b,

s32.(3a),

s33.(3a),

s34.3a,

s35.(2b,3a),

s36.(2b,3a),

s37.(2a,2b),

s38.(2a,2b),

s39.1a,

s40.(3a),

s41.1a,

s42.(2b),

s43.(2b),

s44.(2b,3a),

s45.(2b,3a),

s46.(2b,3a),

s47.(2b,3a),

s48.(2b,3a),

s49.(2b,3a)

/;

table dist(i,j) distance between arrival day i and departure day j

	1	2	3	4	5	6	7
1	1	7	6	5	4	3	2
2	2	1	7	6	5	4	3
3	3	2	1	7	6	5	4
4	4	3	2	1	7	6	5
5	5	4	3	2	1	7	6
6	6	5	4	3	2	1	7
7	7	6	5	4	3	2	1

;

set

d los /1*125/;

alias(d,k,t);

scalars

wmu weight of mean /0.80/

wvar weight of variance /0.20/

c cycle time /7/;

parameters

m(s) duration of stay/

s1 92

s2	11
s3	6
s4	14
s5	6
s6	10
s7	23
s8	27
s9	41
s10	3
s11	23
s12	33
s13	47
s14	44
s15	14
s16	23
s17	33
s18	31
s19	6
s20	18
s21	125
s22	8
s23	1

s24	15
s25	30
s26	95
s27	4
s28	3
s29	1
s30	1
s31	4
s32	23
s33	7
s34	3
s35	1
s36	2
s37	33
s38	7
s39	35
s40	59
s41	66
s42	6
s43	1
s44	14
s45	10

s46 5

s47 5

s48 7

s49 24

/

y(s) average duration in blocks for surgery s/

s1 0

s2 0

s3 0

s4 0

s5 0

s6 0

s7 0

s8 0

s9 0

s10 0

s11 0

s12 0

s13 0

s14 0

s15 0

s16 0

s17	0
s18	0
s19	0
s20	0
s21	0
s22	0
s23	0
s24	0
s25	13
s26	13
s27	10
s28	10
s29	9
s30	9
s31	10
s32	10
s33	10
s34	0
s35	7
s36	7
s37	10
s38	10

s39 29

s40 18

s41 18

s42 9

s43 9

s44 12

s45 12

s46 15

s47 15

s48 10

s49 10

/

r(s) average surgery number for surgery s in one week/

s1 1

s2 0

s3 1

s4 10

s5 0

s6 0

s7 0

s8 3

s9 1

s10	0
s11	3
s12	1
s13	3
s14	1
s15	8
s16	5
s17	1
s18	0
s19	1
s20	4
s21	5
s22	0
s23	0
s24	1
s25	2
s26	4
s27	1
s28	1
s29	0
s30	0
s31	0

s32 5

s33 10

s34 1

s35 5

s36 0

s37 11

s38 12

s39 1

s40 3

s41 2

s42 7

s43 1

s44 3

s45 4

s46 2

s47 10

s48 5

s49 3

/

;

table std(i,f)

	1a	2a	2b	3a
1	1.0734	0.6888	0.6304	0.8654
2	1.0063	0.7358	0.5401	0.9202
3	1.1885	0.7994	0.5023	0.9165
4	1.1700	0.6357	0.5003	0.8271
5	1.1464	0.4917	0.5199	0.8619
6	1.1123	0.6680	0.4878	0.8754
7	1.0733	0.7062	0.6040	0.8511

;

table p(s,d) probability of a patient stays d days in the hospital after surgery s

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	
101	102	103	104	105	106	107	108	109		
110	111	112	113	114	115	116	117	118		
119	120	121	122	123	124	125				
s1	0.00000	0.00000	0.00000	0.16667	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
	0.00000	0.33333	0.00000	0.16667	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		

0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.16667	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.16667	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

[illegible]

[illegible]

0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	

[illegible]

[illegible][illegible][illegible]

[illegible][illegible][illegible]

[illegible]

0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	

[illegible]

[illegible][illegible]

[illegible][illegible][illegible]

[illegible][illegible]

[illegible][illegible]

[illegible][illegible]

[illegible][illegible][illegible]

[illegible][illegible]

[illegible][illegible]

[illegible]

[illegible][illegible][illegible]

[illegible][illegible]

[illegible][illegible]

[illegible]

[illegible]

ek s.40

[illegible][illegible]

[illegible][illegible][illegible]

[illegible][illegible]

[illegible][illegible]

0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	

;

table b(i,o) maximal available number of blocks on day i

	o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9
1	36	36	36	32	32	32	32	32	1
2	36	36	36	32	32	32	32	32	1
3	36	36	36	32	32	32	32	32	1
4	36	36	36	32	32	32	32	32	1
5	36	36	36	32	32	32	32	32	1
6	36	36	36	32	32	32	32	32	1
7	32	32	32	1	1	1	32	1	1

;

table cap(i,f)

	1a	2a	2b	3a
1	17	10	14	23
2	17	10	14	23
3	17	10	14	23
4	17	10	14	23
5	17	10	14	23
6	17	10	14	23
7	17	10	14	23

;

integer variable $x(i,s,o,f)$;

variables

z objective function;

$x.up(i,s,o,f) \text{ if } (y(s) > 0) = \min(r(s), \text{round}((b(i,o)/y(s)) + 0.24));$

$x.up(i,s,o,f) \text{ if } (y(s) = 0) = r(s);$

$x.lo(i,s,o,f) = 0;$

positive variable $\mu(i,s,f)$;

positive variable $\varphi(i,s,f)$;

positive variable γ ;

equations

$requblocks(s)$ observe number of blocks for surgery s

$maxblocks(i,o)$ observe maximal number of blocks on day i

$mean(i,s,f)$ observe mean of busy bed number on day i

$variance(i,s,f)$ Variance

obj define objective

$minmax(i)$ weighted sum

$capacity(i,f)$ bed capacity on day i at floor f

;

obj.. $z = e = \gamma$;

$requblocks(s) .. \sum(f \text{ if } (assign(s,f)), \sum(i, \sum(o \text{ if } (con(s,o)), x(i,s,o,f)))) = e = r(s);$

$maxblocks(i,o) .. \sum(f, \sum(s \text{ if } (con(s,o)), x(i,s,o,f) * y(s))) = l = b(i,o);$

```

mean(i,s,f)$assign(s,f)..
sum(j,sum(o$con(s,o),sum(d$((ord(d)>=dist(i,j))and(ord(d)<=m(s))),p(s,d)*round((ord(d)/c)
+0.49))*x(j,s,o,f))) =e= mu(i,s,f);

variance(i,s,f)$assign(s,f)..
sum(j,sum(o$con(s,o),(sum(d$((ord(d)>=dist(i,j))and(ord(d)<=m(s))),p(s,d)*(1-
p(s,d))*round((ord(d)/c)+0.49))
sum(k$((ord(k)>=dist(i,j))and(ord(k)<=m(s))),sum(t$((ord(t)>=dist(i,j))and(ord(t)<=ord(k)-
1)),2*p(s,k)*p(s,t)*round((ord(t)/c)+0.49))))*x(j,s,o,f))) =e= var(i,s,f);

capacity(i,f).. sum(s$assign(s,f),mu(i,s,f)) + std(i,f) =l= cap(i,f);

minmax(i).. sum(s,sum(f,wmu*mu(i,s,f) + wvar*var(i,s,f))) =l= gamma ;

model hospital /all/;

*option limrow=100000;

Solve hospital using mip minimizing z;

display x.l , x.m ;

```