



**ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İŞLETME ANABİLİM DALI**

**SİSTEMDE GEÇİRİLEN SÜRE AÇISINDAN KAMU HASTANESİ VE**  
**ÖZEL HASTANE PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI:**  
**ÇANKIRI İLİ ÖRNEĞİ**

**Bilgehan TEKİN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Danışman**

**Yrd. Doç. Dr. Murat Mustafa KUTLUTÜRK**

**Çankırı – 2011**



**ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İŞLETME ANABİLİM DALI**

**SİSTEMDE GEÇİRİLEN SÜRE AÇISINDAN KAMU HASTANESİ VE**  
**ÖZEL HASTANE PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI:**  
**ÇANKIRI İLİ ÖRNEĞİ**

**Bilgehan TEKİN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Danışman**

**Yrd. Doç. Dr. Murat Mustafa KUTLUTÜRK**

**Çankırı - 2011**

## İÇİNDEKİLER

<b>Bilimsel Etik Bildirimi</b> .....	<b>iii</b>
<b>Tez Kabul ve Onay</b> .....	<b>iv</b>
<b>Önsöz</b> .....	<b>v</b>
<b>Özet</b> .....	<b>vi</b>
<b>Summary</b> .....	<b>vii</b>
<b>Kısaltmalar</b> .....	<b>viii</b>
<b>Tablo Listesi</b> .....	<b>ix</b>
<b>Şekil Listesi</b> .....	<b>x</b>
<b>Grafik Listesi</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. SAĞLIKTA DÖNÜŞÜM HAREKETLERİ, HASTANELER Ve BAZI SAĞLIK GÖSTERGELERİ</b> .....	<b>7</b>
2.1. Temel Sağlık Hizmetleri .....	9
2.2. Herkese Sağlık .....	9
2.3. Türkiye’de Sağlık Politikalarının Dönüm Noktaları .....	9
2.3.1. 1920-1923 Yılları Arası Sağlık Politikaları .....	11
2.3.2. 1923-1946 Yılları Arası Sağlık Politikaları .....	11
2.3.3. 1946-1960 Yılları Arası Sağlık Politikaları .....	12
2.3.4. 1960-1980 Yılları Arası Sağlık Politikaları .....	13
2.3.5. 1980-2002 Yılları Arası Sağlık Politikaları .....	14
2.3.6. Türkiye’de Yakın Tarihte Yapılan Sağlık Reformları (Sağlıkta Dönüşüm Programı) .....	15
2.4. Sağlık Hizmetleri .....	17
2.5. Sağlık Sistemleri .....	18
2.6. Sağlık Sistemlerinin Bir Parçası Olarak Hastaneler .....	19
2.7.1. Hastanelerin Özellikleri .....	20
2.7.2. Hastanelerin Çeşitleri .....	22
2.8. Türkiye’de Sağlık Sektörüne İlişkin Bazı Göstergeler .....	23
2.9. Sağlıkta Performans Ölçümü .....	26
2.9.1. Sağlık Sistemlerinin Performansı .....	27
<b>3. KUYRUK TEORİSİ</b> .....	<b>29</b>
3.1. Kuyruk Teorisinin Tarihsel Temelleri .....	30
3.2. Temel Karakteristikler .....	31
3.3. Kuyruk Sistemlerinin Denge ya da Kararlılık Durumu (Steady-State) .....	37
3.3.1. Kararlılık Durumu Performans Ölçüleri .....	38
3.4. Kendall-Lee-Taha Nütasyonu (Simgelemesi) .....	39
3.5. İstatistiksel Dağılımlar .....	41
3.5.1. Bernoulli (Binom) Dağılımı .....	41
3.5.2. Binominal Dağılım .....	41
3.5.3. Geometrik Dağılım .....	41
3.5.4. Poisson Dağılım .....	42
3.5.5. Tekdüze (Uniform yada Rectengular) Dağılım .....	43
3.5.6. Normal Dağılım .....	44
3.5.7. Üstel Dağılım .....	47
3.5.8. Erlang Dağılımı .....	48

3.5.9. Poisson Dağılım ve Üstel Dağılım Arasındaki İlişki .....	49
3.6. Kuyruk Teorisinde Performans Ölçekleri .....	51
3.7. Little Kuramı.....	54
3.8. Durum, Durum Değişkenleri ve Durum Uzayı Kavramları.....	56
3.9. Stokastik Süreçler.....	57
3.10. Markov Süreçleri.....	60
3.10.1. Markov Zincirleri .....	61
3.10.1.1. Doğum ve Ölüm Süreçleri .....	62
3.10.1.2. Doğum ve Ölüm Süreci Özellikleri.....	63
3.11. Kuyruklama Problemleri.....	63
3.12. Kuyruk Modelleri.....	65
3.12.1. Tek Servis Kanallı Modeller .....	66
3.12.1.1. M/M/1/( $\infty$ /FIFO) Modeli .....	68
3.12.1.2. Tek Kanallı Üstel Kuyruk Sistemlerinde Sonlu Kapasite Durumu (M/M/1/N) .....	71
3.12.2. Çok Kanallı Modeller.....	73
3.12.2.1. M/M/s Modeli .....	74
3.12.2.2. M/M/s/c Modeli .....	76
3.12.2.3. M/M/ $\infty$ Modeli .....	77
3.13. Jackson Kuramı ve Kuyruk Şebekeleri .....	78
<b>4. UYGULAMA.....</b>	<b>82</b>
4.1. Çankırı Özel Karatekin Hastanesi Genel Bilgiler ve Uygulama Sonuçları .....	84
4.1.1. Hastane İle İlgili Genel Bilgiler .....	84
4.1.2. Uygulama Sonuçları.....	85
4.1.2.1. Çocuk Hastalıkları Polikliniği Uygulama Sonuçları.....	85
4.1.2.2. İç Hastalıkları (Dahiliye) Polikliniği Uygulama Sonuçları.....	87
4.1.2.3. Kadın Hastalıkları ve Doğum Polikliniği Uygulama Sonuçları.....	89
4.1.2.4. Kulak, Burun ve Boğaz Hastalıkları Polikliniği Uygulama Sonuçları .....	90
4.1.2.5. Karatekin Hastanesi Genel Değerlendirme.....	92
4.2. Çankırı Devlet Hastanesi Genel Bilgiler ve Uygulama Sonuçları .....	92
4.2.1. Hastane İle İlgili Genel Bilgiler .....	92
4.2.2. Uygulama Sonuçları.....	93
4.2.2.1. Çocuk Hastalıkları Polikliniği Uygulama Sonuçları.....	93
4.2.2.2. İç Hastalıkları (Dahiliye) Polikliniği Uygulama Sonuçları.....	94
4.2.2.3. Kadın Hastalıkları ve Doğum Polikliniği Uygulama Sonuçları.....	96
4.2.2.4. Kulak, Burun ve Boğaz Hastalıkları Polikliniği Uygulama Sonuçları .....	98
4.2.2.5. Devlet Hastanesi Genel Değerlendirme .....	99
4.3. Hastanelerin Karşılaştırılması .....	100
4.3.1. Çocuk Polikliniği .....	100
4.3.2. İç Hastalıkları Polikliniği .....	101
4.3.3. Kadın Hastalıkları ve Doğum Polikliniği.....	102
4.3.4. KBB Polikliniği.....	102
<b>5. SONUÇ.....</b>	<b>104</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>109</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>119</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>127</b>

## BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek Lisans tezi olarak hazırladığım [*Sistemde Geçirilen Süre Açısından Kamu Hastanesi ve Özel Hastane Performanslarının Karşılaştırılması: Çankırı İli Örneği*] adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlanmasına kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

19 / 08 / 2011

Bilgehan TEKİN



**ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

*[Bilgehan TEKİN]* tarafından hazırlanan *[Sistemde Geçirilen Süre Açısından Kamu Hastanesi ve Özel Hastane Performanslarının Karşılaştırılması: Çankırı İli Örneği]* başlıklı bu çalışma, *[12.09.2011]* tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda *[oybirliği]* başarılı bulunarak jürimiz tarafından *[İşletme]* Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

**TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ (Unvanı, Adı ve Soyadı)**

**Başkan** : Yrd. Doç. Dr. Ela ÖZKAN CANBOLAT

İmza: .....

**Danışman** : Yrd. Doç. Dr. Murat Mustafa KUTLUTÜRK

İmza: .....

**Üye** : Doç. Dr. Ahmet Kibar ÇETİN

İmza: .....

**ONAY**

Bu Tez, Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun ...../...../ 2011 tarih ve ..... sayılı oturumunda belirlenen jüri tarafından kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Hasan AKÇA

Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

*[Sistemde Geçirilen Süre Açısından Kamu Hastanesi Ve Özel Hastane Performanslarının Karşılaştırılması: Çankırı İli Örneği]* adlı bu tezin konusu, son yıllarda sağlık sektöründe yaşanan olumlu gelişmelere paralel olarak hastanelerde artan yoğunlukların kamu ve özel hastanelerde hastaların geçirdikleri süreler açısından performanslarına nasıl yansıdığıınin kuyruk teorisi uygulaması ile gösterilmesidir.

Bu çalışmanın hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam *Yrd. Doç. Dr. Murat Mustafa KUTLUTÜRK*'e ve eğitim hayatım boyunca yetişmemde katkısı olan tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Çalışmamı tamamlamam konusunda moral ve motivasyonumu üst düzeyde tutmama yardımcı olan aileme şükranlarımı sunarım.

18/08/2011

Bilgehan TEKİN



**Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans  
Tez Özeti**

<b>Tezin Başlığı :</b> Sistemde Geçirilen Süre Açısından Kamu Hastanesi Ve Özel Hastane Performanslarının Karşılaştırılması: Çankırı İli Örneği
<b>Tezin Yazarı :</b> Bilgehan TEKİN
<b>Danışman :</b> Yrd. Doç. Dr. Murat Mustafa KUTLUTÜRK
<b>Anabilim Dalı:</b> İşletme
<b>Kabul Tarihi :</b> 12 Eylül 2011
<b>Sayfa Sayısı :</b> 11 (ön kısım) + 118 (tez) + 9 (ekler)
<p>Son yıllarda sağlık hizmetleri, dünyadaki gelişmelere paralel olarak Türkiye’de olumlu bir ivme kazanmıştır. Bu durum, kişilerin sağlık hizmetine olan güvenlerini ve buna bağlı olarak taleplerini arttırmış, bu bağlamda geleneksel hastanelerin hizmet performansları üzerine etkisi daha çok önem kazanmıştır. Bu noktadan yola çıkılarak yapılan çalışmada, hastanelerin hizmet performansları kuyruk teorisi performans ölçekleri ile değerlendirilmiştir. Kuyruk teorisi ya da bekleme hattı sistemleri olarak adlandırılan yöntem yöneylem araştırmasının bir kolu olup kuyruk sistemlerinin matematiksel modellerle incelenmesini ele alır. Bu bağlamda, Çankırı İli Merkez’de bulunan Çankırı Devlet Hastanesi ve Çankırı Özel Karatekin Hastanesi kuyruk teorisi modellerinde kullanılan performans değerlendirme ölçütleri ile poliklinikler (KBB, Dahiliye, Çocuk Hastalıkları, Kadın ve Doğum) bazında karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak sistemde bekleme süreleri, Özel Karatekin Hastanesi’nde Devlet Hastanesi’ne oranla daha fazladır. Etkinlik (trafik yoğunluk ya da kullanım) oranları ise her iki hastanede de yaklaşık %89 seviyesindedir.</p>
<b>Anahtar Kelimeler:</b> Kuyruk Teorisi, Bekleme Hattı, Hastane, Hizmet Performansı

**Çankırı Karatekin Üniversitesi Institute of Social Sciences Abstract of  
Master's Thesis**

<b>Title of the Thesis:</b>	A Comparison of Performances of Public and Private Hospitals in the View of Time Spent in the System: Example of Province of Cankiri
<b>Author</b>	: Bilgehan TEKİN
<b>Supervisor</b>	: Asst.Prof.Dr. Murat Mustafa KUTLUTÜRK
<b>Department</b>	: Business Administration
<b>Date</b>	: 12 September 2011
<p>The health services have gained positive acceleration in Turkey in parallel with recent developments in rest of the world. This fact has increased confidence of people to health services and thus, has increased their demand for it. Therefore, impact of the point where we stand on the service performance of hospitals has gained importance. Moving from this point, in this study, performances of hospitals are evaluated by employing queue theory scales and two hospitals in the center of Çankırı province (State Hospital and Karatekin Hospital) are assessed on the basis of polyclinics (Ear, Nose &amp; Throat, Internal Medicine, Women Services, Pediatrics) by using the system performance evaluation standards used in queueing theory (waiting lines) models and they are compared with each other. As a result, it is found that the waiting time in state hospital is greater compared to Karatekin hospital. Looking at efficiency rates, both of the hospitals are approximately at 89%.</p>	
<b>Keywords:</b>	Queueing Theory, Waiting Line, Hospital, Service Performance

## KISALTMALAR

<b>AB</b>	Avrupa Birliği
<b>DPT</b>	Devlet Planlama Teşkilatı
<b>DSÖ</b>	Dünya Sağlık Örgütü
<b>FIFO</b>	First In First Out
<b>HS</b>	Herkese Sağlık
<b>LIFO</b>	Last In First Out
<b>MS</b>	Microsoft
<b>MZ</b>	Markov Zinciri
<b>OECD</b>	Organization for Economic Co-operation and Development
<b>PASW</b>	Predictive Analytics SoftWare
<b>PRI</b>	Service by Priority
<b>SB</b>	Sağlık Bakanlığı
<b>SDP</b>	Sağlıkta Dönüşüm Programı
<b>SPÖ</b>	Sağlıkta Performans Ölçümü
<b>SSK</b>	Sosyal Sigortalar Kurumu
<b>SIRO</b>	Service In Random Order
<b>TBMM</b>	Türkiye Büyük Millet Meclisi
<b>TC</b>	Türkiye Cumhuriyeti
<b>TÜİK</b>	Türkiye İstatistik Kurumu
<b>TSH</b>	Temel Sağlık Hizmetleri
<b>t.y.</b>	Tarih yok
<b>WHO</b>	World Health Organization
<b>vd.</b>	Ve diğerleri
<b>YÖK</b>	Yüksek Öğretim Kurulu
<b>YTKİY</b>	Yataklı Tedavi Kurumları İşletme Yönetmeliği

## TABLO LİSTESİ

<b><u>Tablo No</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Tablo 2.1: Yıllara ve kurumlara göre hastaneye müracaat sayısı .....	24
Tablo 2.2: Yıllar itibariyle Türkiye' de kurumlara göre hastane sayısı .....	25
Tablo 2.3: Yıllar itibariyle sağlık personeli sayısı .....	25
Tablo 3.1: Kuyruk modeli nütasyonları .....	40
Tablo 3.2: Stokastik süreçlerin sınıflandırılması .....	59
Tablo 4.1: Çocuk polikliniği M/M/2 modeli sonuçları .....	87
Tablo 4.2: Dahiliye polikliniği M/M/1 modeli sonuçları.....	88
Tablo 4.3: Kadın-doğum polikliniği M/M/2 modeli sonuçları .....	90
Tablo 4.4: KBB polikliniği M/M/1 modeli sonuçları .....	91
Tablo 4.5: Çocuk polikliniği M/M/3 modeli sonuçları .....	94
Tablo 4.6: Dahiliye polikliniği M/M/3 modeli sonuçları.....	96
Tablo 4.7: Kadın-doğum polikliniği M/M/3 modeli sonuçları .....	97
Tablo 4.8: KBB polikliniği M/M/2 modeli sonuçları .....	99

## ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1: Performans ölçüm çevrimi.....	26
Şekil 3.1: Basit kuyruk modeli.....	32
Şekil 3.2: Bir kuyruk sistemine gelişlerin karakteristikleri.....	33
Şekil 3.3: Servis mekanizması .....	36
Şekil 3.4: Kendall nütasyonu .....	39
Şekil 3.5: Erlang dağılımlı rastsal değişken.....	49
Şekil 3.6: Doğum ve ölüm süreçlerinin geçiş diyagramı.....	62
Şekil 3.7: Basit bir M/M/1 modeli .....	68
Şekil 3.8: M/M/1 modeli durum geçiş diyagramı .....	68
Şekil 3.9: M/M/s kuyruk modeli .....	75

## GRAFİK LİSTESİ

<u>Grafik No</u>	<u>Sayfa</u>
Grafik 3.1: Poisson dağılımı .....	43
Grafik 3.2: (2, 5) aralığında olasılık yoğunluk fonksiyonu dağılımı .....	44
Grafik 3.3: Standart normal yoğunluk dağılımı .....	46
Grafik 3.4: Standart normal yoğunluğun kümülatif dağılımı.....	46
Grafik 3.5: Üstel dağılım.....	48
Grafik 3.6: Little kuramı .....	55
Grafik 3.7: M/M/1 kuyruk sistemindeki müşteri sayısı. ....	70

## 1. GİRİŞ

Bekleme günlük yaşantıda sıklıkla karşılaşılan can sıkıcı problemlerden biridir. Hemen her gün hastanelerde, bankalarda, vergi dairelerinde, marketlerde, istasyonlarda, trafik ışıklarında v.b. daha birçok yerde bekleme olgusuyla karşı karşıya kalırız. Bazıları için bu durum günlük hayat içinde olağan karşılanırken, bazılarına göre ise zamanlarının israf olması anlamına gelmektedir.

Bekleme insanları sadece rahatsız etmekle kalmaz aynı zamanda toplu halde bir milletin zaman servetinin önemli bir kısmının tamamen yok olmasına neden olur. Örneğin, Amerika' da yapılan bir araştırmaya göre Amerika' da yaşayan insanlar her yıl ortalama 37 milyar saatini sıra bekleyerek harcamaktadırlar. Yine aynı araştırmaya göre bu süre üretime harcanmış olsa, bu her yıl 20 milyon iş gücü anlamına gelmektedir (Hall, t.y. s. 4).

Bu durum karşısında, sistemlerden, sıranın kendilerine gelmesini beklemeden ayrılanlar olduğu gibi uzun kuyruklar nedeniyle sisteme girmeyenler de olabilir. Böyle durumlar hem işletmeler, hem de müşteriler yada servis görmek için bekleyen birimler açısından bir takım maliyetleri de beraberinde getirir. İşletme böyle bir durumda müşteri kaybına uğrayabildiği gibi müşterilerde işlerini zamanında yapamamalarından dolayı rahatsızlık duyarlar.

Kuyruk diye adlandırılan bekleme olgusunun temel sebebi hizmet ya da mal talebinin, düşünülürse, sağlık hizmetini talep eden hasta sayısının, hizmeti sağlayan sağlık personeli sayısından daha fazla olması hizmet görmek amacıyla bekleyen kişilerin bekleme sürelerine, muayene sürelerine ve işlemlerinin tümüyle bitiş sürelerine doğrudan etki etmektedir.

Bazı durumlarda da servis sistemine hiç müşteri gelmediği için servis mekanizması boş beklemektedir. Bu nedenle işletmeler etkin bir servis yönetimi oluşturmakta sıkıntı yaşamaktadırlar. Müşteriler isteklerinin bir an önce karşılanmasını beklerken, işletmeler de bir yandan servis sağlayıcılarının sayısını ve maliyetini en az noktada tutmayı diğer yandan da etkin bir servis hizmeti verebilmeyi amaçlarlar. Hizmet

talebinin belirsizliği bu durumu oluşturan faktörlerin başında gelmektedir. İşletmeler servis birimlerinin boş beklemesinin ve müşterilerinin bekleme sürelerinin uzamasının önüne, talebi tahmin ettikleri oranda geçebilirler.

Geçmişten günümüze bu belirsizliklerin etkisini ortadan kaldırmaya veya azaltmaya yönelik çalışmalar yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Bu çalışmalardan konumuzla doğrudan ilgili olan en ünlü ve temel çalışma, bugün bekleme problemlerinin çözümlüne yönelik en çok başvurulan yöntemi geliştiren Agner K. Erlang'ın çalışmasıdır. Erlang, 1909 yılında telefon şebekelerinde yoğunluk yaşanması ve şebekelerdeki bekleme sürelerinin uzun olması nedeniyle bu konuyla ilgili araştırmalar yapmıştır. İlk defa telefon şebekelerindeki yoğunluktan yola çıkılarak yapılan çalışmalar daha sonra bankalarda, hastanelerde, vergi dairelerinde v.b. bekleme problemlerinin yaşandığı diğer sektörlerde de yapılmıştır. Bu çalışmaların sonucunda bugün bekleme hattı modelleri, sıra bekleme sistemleri veya kuyruk teorisi gibi isimlerle ifade edilen ve bir sistemde ki kuyruk yönetimini içeren yeni bir bilimsel yaklaşım geliştirilmiştir. Bugün baktığımızda fabrikalarda, hastanelerde, bankalarda, vergi dairelerinde ve daha birçok alanda yapılmış kuyruk teorisi uygulamaları görmekteyiz.

Kuyruk teorisi, sisteme gelişlerin tesadüfi olduğu durumlarda servisin karşılanması için, sistemin davranışını tahmin etme amacıyla model geliştirme çalışmaları olarak başlamış ve sonrasında geliştirilmiştir. A.K. Erlang telefon akışları üzerine uğraşlarını ve bulgularını “Application of the Theory or Probability to Telephone Trunk Problems” başlıklı 1909 yılında yayınladığı kitapta toplayarak kuramsal çalışmalarının ilkini oluşturmuştur (Aktaran: Ulaş, 2007). Kuyruk teorisi genel olarak matematiksel modelleme ile talebi belirsiz servis sağlayıcı sistemlerin analizini içerir. Kuyruk teorisi bir sistemin işleyişi hakkında özet bir bilgi verir. Temeli stokastik süreçler teorisine ve bununla bağlantılı olarak Markov süreçlerine dayanmaktadır.

Kuyruk teorisi ile bir yönetici ne kadar servis birimine ihtiyacı olduğunu, müşterilerin bekleme sürelerini, bekleyen ortalama müşteri sayısını, hizmet veren



birimlerin boş bekleme sürelerini ve sistem performansını belirleyebilir (Ulucan, 2007: 448).

Sağlık hizmetleri açısından bakılacak olunursa kuyruk teorisi uygulamalarına pek sık rastlanmamaktadır. Sağlık sistemlerinin karmaşık yapılara ve benzersiz özelliklere sahip olması modellenmelerini zorlaştırmaktadır. Bu zorluğuna rağmen yapılan bu çalışma devlet ve özel olmak üzere iki hastanenin ilgili dört polikliniğini kapsamaktadır. Devlet ve özel hastanede yapılan çalışmanın hedefi artan sağlık hizmeti talebinin kamu ve özel de hastaların geçirdikleri sürelere mevcut durumda nasıl bir etki bıraktığının tespit edilmesidir. Özellikle 2003 yılında uygulamaya konulan Sağlıkta Dönüşüm Programı (SDP) çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmaların bir sonucu olarak özel hastanelerde de artan yoğunluk bekleme problemlerini ya da hastanelerin etkinliğini önemli bir olgu olarak karşımıza çıkarmaktadır. “Sağlıkta Dönüşüm Programı” kapsamında sağlık alanındaki hızlı değişimlerin bir sonucu olarak hastanelerdeki yoğunluk artmıştır. Ödeme yapılmadığı için hastanede mahsur kalan hastalar, hastanelerde uzun bekleme süreleri, yeşil kart sahiplerinin ayakta tedavi olamaması v.b. problemlerin ortadan kalkmasının yanı sıra, bireysel performansa dayalı ödeme sisteminin ve hekim seçme hakkının uygulamaya konması, “Sağlık İçin Kamu - Özel Ortaklığı” uygulamasına geçilmesi ve sosyal güvence kapsamında olmasa bile birinci basamak sağlık hizmetlerinin ücretsiz hale getirilmesi v.b. çalışmalar bunlardan birkaçıdır. Ayrıca hizmet kalitesinde, hastane ve hekim sayısında görülen artışların yanı sıra, ekonomik gelişme, ulaşım ve iletişim imkânlarının da hızla artması başvuru artışında etkili diğer önemli unsurlardır (OECD, 2008; Sağlık Bakanlığı, 2008).

Aslında sağlık alanında gelinen noktanın temellerini ulusal ve uluslararası anlamda 1923-2003 yılları arasında yapılan çalışmalar oluşturmaktadır. Özellikle Cumhuriyet’in ilanı sonrası Sağlık Bakanı olan Dr. Refik Saydam 1923-1937 yılları arasında ülkemiz sağlık hizmetlerinin kuruluşuna ve gelişimine büyük katkılar sağlamıştır. Yine 1946-1960, 1960-1980 ve 1980-2002 dönemleri sağlık sistemi açısından önemli gelişmelerin yaşandığı dönemlerdir (SB, 2007). Uluslar arası düzeyde ise 1948 yılında ilk adım olarak Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ=WHO) kurulmuş ve bu örgüt 1977 yılında düzenlediği asamblesinde “2000 Yılında Herkese

*Sağlık*” temasını işlemiştir. Ardından 1978 yılında ikinci büyük adım atılmış ve bugün sağlık hizmetleri açısından bir dönüm noktası kabul edilen 1978 yılı Alma - Ata Konferansı düzenlenmiştir (WHO, 1978). Alma-Ata Konferansında ülkelerin sağlık politikaları olarak “*Temel Sağlık Hizmetleri (TSH)*” belirlenmiştir. Bugün bu hedef “*Hedef 21*” olarak güncellenmiş ve geliştirilmiştir (WHO, 1999). Yapılan bu çalışmaların temel amaçları DSÖ ifadeleriyle sağlığı yükseltmek, finansal katkıda adalet ve yeterlidir. İnsan sağlığını, her kim olursa olsun, mümkün olabilecek en üst düzeyde ve eşit şartlar altında yükseltmek temel amaç olsa da bu durum hastanelere aşırı başvuruyu teşvik etmektedir. Eğer ülkelerin sağlıktan sorumlu yetkilileri ve hastane yöneticileri bu başvuruyu etkili bir biçimde karşılayamaz ve gerekli önlemleri alamazlarsa randevu birimleri, poliklinikler v.b. birimler önlerinde bekleme problemleriyle karşılaşılacak bu da beraberinde hem müşteriler açısından hem de hastane yöneticileri ve ülkenin sağlık sistemi açısından problemler oluşturacaktır.

Durumu biraz daha net ifade edebilmek amacıyla burada bazı istatistiki bilgilere yer verilecektir. Sağlık Bakanlığı (SB)’nin verilerine göre 2002 yılında 1,88 olan ortalama hastaneye başvuru sayısı 2009 yılında 4,07 olmuştur (SB, 2008: 106; SB, 2009a: 99). Buna karşın, Türkiye’de hekim sayısı DSÖ Avrupa bölgesinde yer alan ülkeler arasında sondan ikinci sıradadır (SB, 2009b: 22). Aynı zamanda OECD’nin 2008 yılında hazırladığı sağlık sistemi incelemeleri raporuna göre hemşire/doktor oranı OECD ülkeleri arasında en düşük olan ülke Türkiye’dir (OECD ve DB, 2008: 68). Bir başka istatistiki gösterge hekim sayısına ilişkindir. 100.000 kişiye düşen hekim sayısının Avrupa Birliği (AB) ortalaması 322, DSÖ Avrupa Bölgesi ortalaması 340 iken Türkiye ortalaması 153’tür (YÖK, SB ve DPT, 2010: 48). Bu sıkıntılar çözüm beklerken, ülke nüfusu her geçen gün artmakta ve sağlık hizmetlerine erişim ise giderek kolaylaşmaktadır. Sonuçta muayene ve tedavi için bekleme ve sağlık sistemlerinin etkin kullanımı her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır.

Diğer taraftan SB, yukarıda belirtilen sıkıntıların çözümüne yönelik çalışmalarını sürdürmektedir. SDP uygulamasına geçildiği 2003 yılından itibaren yapılan çalışmalar olumlu yönde ilerlemektedir. Özellikle hastane ve hekim sayıları yeterli

olmamakla beraber giderek artmaktadır. Aile hekimliği uygulaması, birinci basamak sağlık hizmetlerine özel önem verilmesi ve evlere kadar ulaşan sağlık hizmetleri gibi çalışmalar SDP çerçevesinde yapılan çalışmalardan birkaçıdır (SB, 2009).

SDP kapsamında gerçekteştirilen diğer bir çalışma ise 2006 yılında uygulama aşamasına geçilen hastanelerde kamu - özel ortaklığıdır. Kamu - özel ortaklığı kamu hastaneleri ile özel hastanelerin iş birliğini kapsamakta ve sosyal güvencesi olan herkesin özel hastanelerde de muayene ve tedavi olmasına imkan tanımaktadır. Kamu-özel ortaklığı ile hastaların sağlık hizmeti alım alternatifleri genişletilmiş dolayısıyla kamu hastanelerinde ki yığılmaların önüne geçilmeye çalışılmıştır. Bunun sonucunda kişilerin özel hastanelerde sağlık hizmeti alımına yönelik talepleri de artmıştır (OECD, 2008).

Tüm bu gelişmeler değerlendirilerek yapılan bu çalışmada bir kamu hastanesi ile bir özel hastanenin hastaların sistemde geçirdikleri süreler ve poliklinik etkinlikleri bağlamında değerlendirilmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu sayede olası farklılıklar ya da benzerlikler üzerinde durularak nedenleri ve neler yapılabileceği belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada, Çankırı Devlet Hastanesi ve Çankırı Özel Karatekin Hastanesi verilerinden yararlanılmıştır. Her iki hastanede otomasyon sistemiyle çalışmaktadır. Aralık 2010, Ocak 2011 ve şubat 2011 aylarına ait kulak, burun ve boğaz hastalıkları (KBB), çocuk hastalıkları, dahiliye (iç hastalıkları) ve kadın hastalıkları ve doğum polikliniklerinden alınan veriler öncelikle MS Excel ofis programında analize hazır hale getirilmiş devamında PASW 18 istatistik paket programı ile gelişlerin ve servis sürelerinin dağılımları test edilmiştir. Daha sonra her iki hastane de polikliniklere ilişkin uygun kuyruk modelleri ve performans göstergeleri belirlenmiş ve hastaneler performansları açasından karşılaştırılmıştır. Çalışma, hastaneye gelerek barkot sisteminden sıra numarası alıp ilgili poliklinikte muayene, tedavi, kontrol, sonuç v.b. amaçlarla hazır bekleyen ve işlemine gerçekteştiren hastaları dikkate almaktadır. Bu çalışmaya poliklinikler dışında kalan, hastanenin diğer servis birimleri (randevu, röntgen, MR, ultrason, laboratuvar, ameliyathane v.b.) dahil değildir. Çalışmada veri kümesinin büyük olması ve hastane içerisinde tek tek her hastanın takibinin uzun zaman alması nedeniyle çalışma ilgili polikliniklerle sınırlı tutulmuştur. Çalışmanın yöntemini yöneylem araştırmasının bir

dalı olan kuyruk teorisi matematiksel modellemesi oluşturmaktadır. Sistemlerdeki kuyruk olayının analiz edilmesinde kullanılabilir bir teknik ise simülasyon (benzetim) tekniğidir. Bu teknik sonuçların elde edilmesi açısından daha uzun zaman gerektirmesi ve var olan durumun tespiti ve gerekiyorsa geliştirilmesi için alınacak kararların belirlenmesinde gecikmeye neden olma olasılığının yüksek olması nedeniyle daha az tercih edilmektedir. Bu nedenle bu çalışma kapsamında matematiksel modelleme tekniği uygulanmıştır.

Çalışmaya ilk olarak Türkiye’ de ve dünyada daha iyi bir sağlık hizmetine yönelik yapılan çalışmaların kısa anlatımları ile başlanacak sonrasında sağlık ve sağlık sektörü ile ilgili bazı kavramlar üzerinde durulup Türkiye’ deki sağlık hizmetlerinin mevcut durumunu ifade eden göstergeler tablolar halinde verilecektir. Burada amaç söz konusu yoğunluğun nereden kaynaklandığının ve yoğunluğu teşvik eden çalışmaların ve gelişmelerin neler olduğunun belirtilmesidir.

## 2. SAĞLIKTA DÖNÜŞÜM HAREKETLERİ, HASTANELER Ve BAZI SAĞLIK GÖSTERGELERİ

Sağlık, tarih perspektifinden bakıldığında tüm medeniyetlerde ve toplumlarda öncelikli konuların hep üst sıralarında yer almıştır. Bunun nedeni toplumsal hayatta refah düzeyine erişilebilmesinin, toplumu oluşturan bireylerin genel sağlık durumlarındaki sürekli iyileştirmelere bağlı olmasıdır. Özellikle sanayileşme ve sonrası dönemin sağlık hizmetlerinin geliştirilmesinde ve uygulanmasında ayrı bir önemi vardır. Sanayileşme ile sağlanan toplumdaki refah artışı, insan yaşamının değerinin yükselmesini ve ortalama yaşam beklentisinin artması insanların sağlığa verdikleri önemin artmasını sağlamıştır (Aktan ve Işık, 2011; Yıldırım, 1994).

İnsanların refah ve mutluluğunu arttıracak neticeyi elde etmek için sistemin temel girdileri olan fiziki, mali ve beşeri kaynakların akılcı kullanımı esastır. Söz konusu kaynaklardan en iyi şekilde yararlanmanın yolu, çağdaş bilimin ulaştığı olduğu bugünkü seviyede faydalı olabilecek her türlü bilimsel metodu kullanmaktan geçmektedir (Yıldırım, 1994).

Bu metotların kullanımı yaygınlaştıkça sağlık sektörü olumlu yönde değişecek ve gelişecektir. Bugün sağlık sektöründe bilimsel metotların kullanımının eskiye nispeten daha fazla olduğu görülmektedir. SB sürekli olarak illerdeki ve bölgelerdeki sağlık hizmeti göstergelerine ilişkin istatistikler tutmakta ve her yıl bu istatistikleri yayınlamaktadır. Bunun yanında memnuniyet araştırmaları, performans ve kalite geliştirme çalışmaları yapmaktadır. SB'nin yanı sıra DPT, TÜİK ve üniversiteler tarafından yapılan bilimsel çalışmaların sayısı da giderek artmaktadır. Bu çalışmalara paralel olarak artan sağlık hizmeti kalitesi ve güven, insanların sağlık hizmetine olan talebini arttırmakta ve sağlık hizmeti veren kuruluşlarda belirli düzeylerde yoğunluk yaşanmaktadır. Bu karşın geliştirilen sağlık politikalarının talebi karşılayacak nitelikte olması ayrı bir önem arz etmektedir. Verilen sağlık hizmetlerinin yeterli düzeyde olmaması ilgili sağlık politikasının işlevini yerine getiremediğinin bir göstergesidir. Bu durum üzerinde durulması gereken ayrı bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sağlık politikalarının geliştirilmesi günümüzde daha etkin bir şekilde yapılmaya başlanmıştır. Özellikle sağlıkla ilgili uluslararası en üst kurul olan Dünya Sağlık Örgütü' nün kuruluşundan itibaren yaptığı çalışmalar ve Alma-Ata Konferansı'nın düzenlenmesi tüm dünyada sağlık hizmetleri sunumuna olumlu bir ivme kazandırmıştır.

Sağlıkta hedef belirlemenin ise çok eski bir tarihi yoktur. Günümüz itibariyle bu konunun sadece 25-30 yıllık bir geçmiş olduğu ileri sürülür. DSÖ'nün 1948 yılında kurulduğunu düşünürsek bu durum normal olarak karşılanabilir. Bununla birlikte sağlık hizmetleri ile ilgili olarak bir takım hedeflerin belirlenmesinin temelleri DSÖ tarafından 1977' de atılmıştır. Bu ilk girişim ile sağlık hizmetlerinin yerine getirilmesinde ulusal hükümetlerin üstleneceği role ilk kez dikkat çekilmiştir (Aktan ve Işık, 2011).

Avrupa Birliğinde üye olan ülkelerin geçmişinde sanayileşme sürecinden sonra ortalama yaşam beklentisinin artması ile birlikte yaşlı nüfusun giderek artması, sağlık hizmetleri ve politikalarıyla ilgili hedeflerin belirlenmesi konusunda önemli etkileşimler yapmıştır. İlk dönemlerde temel sağlık hizmetlerinin elde edilmesi ve sunumu önemli iken, bu dönemde sunulan sağlık hizmetlerinde verimlilik arayışları ön plana çıkmıştır (Aktan ve Işık, 2011).

Modern sağlık hizmetlerinin temeli ise İkinci Dünya Savaşı sonrasında atılmıştır. 1960-1980 döneminde teknolojik gelişmeler artmış ve mesleki grupların artması ve örgütlenmesi maliyet kontrolü yönüyle birçok sorun doğurduğu gibi, kontrol zorluklarını da beraberinde getirmiştir (Aktan ve Işık, 2011).

Yine aynı dönemin 1978 yılında Kazakistan'ın başkenti Alma-Ata'da düzenlenen konferansta "2000 Yılında Herkes İçin Sağlık" hedefine ulaştıracak prensipler kararlaştırılmış ve "Temel Sağlık Hizmetleri" dünya ülkeleri için sağlık politikası olarak benimsenmiştir. Burada alınan kararlar modern sağlık hizmetlerinin gelişimine büyük katkılar sağlamıştır. Bu nedenle aşağıda bu konferansta işlenen temel konular ve belirlenen hedefler üzerinde de kısaca durulmuştur.

## 2.1. Temel Sağlık Hizmetleri

Temel Sağlık Hizmetleri (TSH) İngilizce “primary health care” ifadesinin Türkçe karşılığıdır. Bu konuda tam bir kavramsal ifade olmamakla birlikte İngilizce kelimelerin ifade ettiği anlam açısından Türkçeye “birinci basamak sağlık hizmeti, öncelikli, temel veya esas sağlık bakımı v.b. ” olarak da çeviren kaynaklar mevcuttur (SB, 2008: 26).

Henüz evrensel bir tanımı yapılmamış olmasına karşın DSÖ'nün temel sağlık hizmetleri amacıyla oluşturduğu, çalışmalarını 1971-1973 yıllarında tamamlayan çalışma grubunun raporunda TSH' nin ilk kez metodolojik tanımı yapılmıştır. Bu tanıma göre TSH, toplumun sağlık yardımını ilk talep ettiği zaman karşılaştığı genel sağlık hizmetleridir; sağlık hizmetini talep edenlerin sağlık sistemi ile ilk temas alanıdır. TSH hasta bireylerin olduğu kadar, sağlıklı toplumun da hizmeti ile görevlidir (SB, 2008: 27).

Alma-Ata bildirgesinde ise TSH için şu ifadelerle de yer verilmiştir: *“Tüm hükümetler geniş çaplı ulusal sağlık sisteminin bir parçası olarak temel sağlığı başlatmak ve yürütmek ve aynı zamanda diğer sektörlerle işbirliği yapmak için gerekli ulusal politika, strateji ve çalışma planlarını yapmalıdırlar. Böyle bir sonuç için politik amaçları kullanmak ve memleketin kaynaklarını harekete geçirmek ve mevcut dış kaynaklarından yeterince yararlanmak gereklidir”* (www.toplumsagligi.org, 2011)

O zaman TSH, tüm toplumu ilgilendiren sağlık hizmetlerinin örgütlenmesinde anahtar bir görev üstlenen ve minimal bakım hizmetlerini içeren sağlık hizmetlerinin ilk basamağıdır diyebiliriz (Aktan ve Işık, 2011).

## 2.2. Herkese Sağlık

Herkese Sağlık (HS) ifadesi ilk defa yukarıda da ifade edilen Alma-Ata Konferansı' nda kullanılmıştır. Konferansın ana temasını “2000 yılında HS” oluşturmuştur (SB, 2008: 31-32).

HS ilkesini gerçekleştirecek temel sağlık değerleri, “insanları sağlık hizmetinin merkezine koyan” sağlık sistemlerine ihtiyaç duymaktadır (WHO, 2007). İnsanların bireyler olarak arzu ettikleri hayat tarzı ve toplumları için ne talep ettikleri, sağlık sisteminin şekillendirilmesinde ve sağlık sektörünün yönlendirilmesinde önemli bir parametre olarak yer almaktadır. Sistem tasarımı ve hizmet örgütlenmesi üzerinde çalışırken, vatandaşların sağlık durumları ve sağlık hizmetine ilişkin beklentilerinin karşılanmasında onların seslerinin duyulması ve tercihlerinin sağlık hizmetlerinin tasarım ve sunum tarzında etkili olmasını sağlayacak önlemler almak gerekir (WHO, 1996: 2). Temel sağlık hizmetlerinin ana felsefesinin “herkes için sağlık” olduğunu hatırlarsak, bunu “herkes tarafından HS” şekline dönüştürme oranında başarılı olunabilir diyebiliriz (SB, 2008: 32).

Herkese sağlığın ana hedefi 2020 yılına kadar herkese ulaşılabilir en iyi sağlık hizmetini sunmaktır. Bu hedefe ulaşmadaki iki temel amaç ise (SB, 2007b);

- ❖ Tüm insanların hayatları boyunca sağlıklarının korunması ve geliştirilmesi ve
- ❖ Hastalığa ve sakatlığa sebebiyet veren temel hastalıkların insidansının azaltılmasıdır.

Bu düşünceler ve çalışmalar etrafında şekillenen sağlık politikalarının Türkiye’ ye yansması ise 1980 ve sonrası dönemlerde olmuştur. Özellikle 2003 yılında gerçekleştirilen sağlıktaki dönüşüm programı kapsamında sağlık alanında büyük bir mesafe kat edilmiştir. Bununla birlikte Cumhuriyet’ in ilanından evvel ve takiben sağlık konusuna özel önem verildiği de bir gerçektir. Şimdi kısaca Türkiye’ de sağlık politikalarının geçirdiği evreleri ifade edilerek günümüzdeki gelişmelerin temelleri üzerinde durulacaktır.

### **2.3. Türkiye’ de Sağlık Politikalarının Dönüm Noktaları**

Tıp alanında Selçuklu- Osmanlı dönemlerinde süreklilikle beraber, kültür birliği de dikkati çekmektedir. Cumhuriyetin ilanı ile birlikte bu yapı geliştirilirken, devletin bütün kurumlarıyla örgütlenmesinde ve hizmet politikalarının oluşturulmasında batı



örnek alınmıştır. Sağlık politikaları da bu değişimden etkilenmiş ve alınacak kararlarda tercihler değişmiştir (SB, 2007a: 13).

Cumhuriyet tarihi boyunca uygulanan sağlık politikaları bazı temel değişim dönemleri geçirmiştir. Refik SAYDAM dönemi (1923), Behçet UZ dönemi (1946) ve sağlık hizmetlerinde sosyalizasyon uygulamasının başlangıcı (1963) önemli dönüm noktalarıdır (SB, 2008: 9).

### **2.3.1. 1920-1923 Yılları Arası Sağlık Politikaları**

Türkiye’ de SB Cumhuriyet’ ten daha gençtir. SB, T.B.M.M’ nin açılışından sonra 3 Mayıs 1920 tarihinde 3 sayılı kanun ile kurulmuş ve Sağlık Bakanı Dr. Adnan ADIVAR olmuştur. Bu dönemde sağlıkta düzenli bir kayıt tutulmamış daha çok savaştan etkilenenlere yönelik çalışmalar yapılmıştır (SB, 2008: 13).

### **2.3.2. 1923-1946 Yılları Arası Sağlık Politikaları**

Cumhuriyetin ilanı sonrası Sağlık Bakanı olan Dr. Refik SAYDAM 1937 yılına kadar süren bakanlığı süresince, ülkemizin sağlık hizmetlerinin kuruluşunda ve gelişmesinde büyük katkılar sağlamıştır. 1923 yılında, ülkemizde sağlık hizmetleri hükümet, belediye ve karantina tabiplikleri, küçük sıhhiye memurlukları, 86 adet yataklı tedavi kurumu, 6.437 hasta yatağı, 554 hekim, 69 eczacı, 4 hemşire, 560 sağlık memuru ve 136 ebe ile veriliyordu (SB, 2007a: 13-14).

Bu dönemde (SB, 2007a: 13-14),

- ❖ 1219 sayılı Tababet ve Şuabatı Sanatlarının Tarzı İcrasına Dair Kanun (1928),
- ❖ 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu (1930) gibi halen yürürlükte olan kanunlar dahil çeşitli kanunlar çıkarılmıştır.

Refik SAYDAM döneminde yürütülen sağlık politikalarında şu dört ilke söz konusudur (SB, 2007a: 13-14):

- ❖ Sağlık hizmetlerinin planlanması ve programlanması ile yönetiminin tek elden yürütülmesi,
- ❖ Koruyucu hekimliğin merkezi yönetime, tedavi edici hekimliğin ise yerel yönetimlere bırakılması,
- ❖ Sağlık insan gücü ihtiyacını karşılamak üzere tıp fakültelerinin cazibesinin artırılması tıp fakültesi, mezunlarına mecburi hizmet uygulanması,
- ❖ Sıtma, frengi, trahom, verem, cüzzam gibi bulaşıcı hastalıklarla mücadele programlarının başlatılması.

Bu ilkeler ışığında (SB, 2007a: 13-14);

- ❖ Sağlık hizmetleri, “geniş bölgede tek amaçlı hizmet”/ “dikey örgütlenme” modeli ile yürütülmüştür,
- ❖ Yasal düzenlemelerle, koruyucu hekimlik kavramı geliştirilmiş, yerel yönetimlerin hastane açmaları teşvik edilmiş, her ilçede hükümet tabibi olması hedeflenmiştir,
- ❖ Nüfusun çok olduğu yerlerden başlayarak 1924’te 150 ve 1936’da 20 ilçe merkezinde muayene ve tedavi evleri açılmış, koruyucu sağlık hizmetlerinde çalışan hekimlerin maaşları artırılmış ancak serbest çalışmaları yasaklanmıştır,
- ❖ İllere rehber olmak üzere ilk olarak 1924’te Ankara, Diyarbakır, Erzurum, Sivas Numune Hastaneleri ve 1936’da Haydarpaşa Numune Hastanesi açılmıştır. Daha sonraki yıllarda tamamlanan Trabzon ve Adana Numune Hastaneleri ile Numune Hastanesi sayısı 7’ye çıkmıştır.

### **2.3.3. 1946-1960 Yılları Arası Sağlık Politikaları**

1946 yılında Behçet Uz, Milli Sağlık Politikası çalışmalarını başlatmıştır. Bu dönem sağlık alanında yapılan çalışmaların en yoğun olduğu dönemlerden biridir. Bunlardan bazıları şöyledir (SB, 2008: 14):

- ❖ 1946 yılında Birinci On Yıllık Sağlık Planı Hazırlanmış fakat uygulanamamıştır.

- ❖ Yataklı tedavi kurumları merkezden yönetilmeye başlanmıştır.
- ❖ Her 40 köy için 10 yataklı sağlık merkezi kurulmuştur.
- ❖ 1945 yılında 8 olan sağlık merkezi sayısı 1960 yılına gelindiğinde 283'e yükselmiştir.
- ❖ 1952 yılında Ana-Çocuk Sağlığı Şube Müdürlüğü kurulmuştur.
- ❖ 1954 yılında Milli Sağlık Programı ve Sağlık Bankası Hakkında Etütler açıklanmıştır.
- ❖ 1950 yılında 3020 olan hekim sayısı, 1960 yılında 8214' e, hemşire sayısı 721 den 1618' e, ebe sayısı 1285' den 3219 a yükselmiştir.
- ❖ 1950 yılında 14581 olan yatak sayısı 1960 yılında 32398 e yükselmiştir.
- ❖ Ölüm hızlarında azalmalar her doğum da beklenen yaşam oranlarında yükselişler görülmüştür.
- ❖ 1947 yılında Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı bünyesinde Biyolojik Kontrol Laboratuvarı kurulmuş ve bir aşı istasyonu hizmete açılmıştır.
- ❖ 1952 yılından itibaren sigortalı işçiler için sağlık kuruluşları ve hastaneler açılmaya başlanmıştır.
- ❖ Türk Tabipleri Birliği Kanunu, Eczacılar ve Eczaneler Kanunu, Hemşirelik Kanunu, Türk Eczacıları Birliği Kanunu bu dönemde çıkarılmıştır.

#### **2.3.4. 1960-1980 Yılları Arası Sağlık Politikaları**

Bu dönemde yapılan çalışmaları maddeler halinde şöyle sıralayabiliriz (SB, 2007a: 15):

- ❖ 1961 yılında Sağlık Hizmetlerinin Sosyalleştirilmesi Hakkında Kanun çıkarılmıştır.
- ❖ Sağlıkta Sosyalizasyon fiilen 1963 yılında başlamıştır.
- ❖ Sağlık evleri, sağlık ocakları, ilçe ve il hastaneleri şeklinde bir yapılanmaya gidilmiştir.
- ❖ Nüfus arttırıcı politikadan, nüfus artış hızını sınırlayıcı politikaya geçilmiştir.
- ❖ Geniş bölgede tek yönlü hizmet anlayışından, dar bölgede çok yönlü hizmet anlayışına geçilmiştir.

### 2.3.5. 1980-2002 Yılları Arası Sağlık Politikaları

Bu dönem daha çok 1982 yılında kabul edilen 1982 Anayasası çerçevesinde hazırlanan sağlık politikalarını içermektedir. Yapılan çalışmalardan bazıları şunlardır (SB, 2008: 18):

- ❖ 1982 Anayasası ile çalışanlara Sosyal Güvenlik hakkı verilmesi kanunlaşmıştır.
- ❖ Yine bu anayasa ile Genel Sağlık Sigortası kurulabilmesine imkan tanınmıştır.
- ❖ 1987 yılında Sağlık Hizmetleri Temel Kanunu çıkarılmış ancak bütünüyle uygulama imkanı bulunamamıştır.
- ❖ 1990 yılında hazırlanan “Sağlık Sektörü Master Plan Etüt Çalışması” sağlık reformlarının ele alındığı bir sürecin başlangıcı niteliğindedir.
- ❖ 1992 ve 1993 yıllarında birinci ve ikinci Ulusal Sağlık Kongreleri yapılmıştır.
- ❖ 1992 yılında yeşil kart uygulamasına başlanmıştır.
- ❖ 1993 yılında “Ulusal Sağlık Politikası” hazırlanmıştır.

1990’ lı yıllarda yapılan sağlık reformlarının temel maddeleri şunlardır (SB, 2008: 18):

- ❖ Sosyal güvenlik kurumlarının tek çatı altında toplanarak Genel Sağlık Sigortasının kurulması,
- ❖ Birinci basamak sağlık hizmetlerinin aile hekimliği çerçevesinde geliştirilmesi,
- ❖ Hastanelerin özerk sağlık işletmelerine dönüştürülmesi,
- ❖ SB’nin koruyucu sağlık hizmetlerine öncelik veren sağlık hizmetlerini planlayıp denetleyen bir yapıya kavuşturulması.

Bu dönem daha çok teorik çalışmaların yapıldığı fakat uygulama imkanının bulunmadığı bir dönemdir (SB, 2008: 18).

### 2.3.6. Türkiye’de Yakın Tarihte Yapılan Sağlık Reformları (Türkiye Sağlıkta Dönüşüm Programı)

16 Kasım 2002 yılında hazırlanan acil eylem planında “HS” başlığı altında sağlık alanında yürütülmesi öngörülen temel hedefler belirtilmiştir. Bunların başlıcaları (SB, 2007a: 17):

- ❖ SB’nin idari ve fonksiyonel açıdan yeniden yapılandırılması,
- ❖ Tüm vatandaşların genel sağlık sigortası kapsamı altına alınması,
- ❖ Sağlık kuruluşlarının tek çatı altında toplanması,
- ❖ Hastanelerin idari ve mali açıdan özerk bir yapıya kavuşturulması,
- ❖ Aile hekimliği uygulamasına geçilmesi,
- ❖ Anne ve çocuk sağlığına özel önem verilmesi,
- ❖ Koruyucu hekimliğin yaygınlaştırılması,
- ❖ Özel sektörün sağlık alanına yatırım yapmasının özendirilmesi,
- ❖ Tüm kamu kuruluşlarında alt kademelere yetki devri,
- ❖ Kalkınmada öncelikli bölgelerde yaşanan sağlık personeli eksikliğinin giderilmesi,
- ❖ Sağlık alanında e-dönüşüm projesinin hayata geçirilmesi.

Acil eylem planının belirlenmesinden hemen sonra, 2003 yılı başında “Sağlıkta Dönüşüm Programı” hazırlanarak SB tarafından kamuoyuna duyurulmuştur. Sağlıkta Dönüşüm Programı 8 tema etrafında dönüşmeyi hedeflemiştir (SB, 2007a: 17):

- ❖ Planlayıcı ve denetleyici SB,
- ❖ Herkesi tek çatı altında toplayan genel sağlık sigortası,
- ❖ Yaygın, erişimi kolay ve güler yüzlü sağlık hizmet sistemi,
  - Güçlendirilmiş temel sağlık hizmetleri ve aile hekimliği,
  - Etkili, kademeli sevk zinciri,
  - İdari ve mali özerkliğe sahip sağlık işletmeleri,
- ❖ Bilgi ve beceri ile donanmış, yüksek motivasyonla çalışan sağlık insan gücü,
- ❖ Sistemi destekleyecek eğitim ve bilim kurumları,

- ❖ Nitelikli ve etkili sağlık hizmetleri için kalite ve akreditasyon,
- ❖ Akılcı ilaç ve malzeme yönetiminde kurumsal yapılanma,
- ❖ Karar sürecinde etkili bilgiye erişim: Sağlık bilgi sistemi.

2003 yılında SB tarafından açıklanan ‘‘Sağlıkta Dönüşüm Programı’’; sağlık sektörünün bürokratik, teşkilatlanma, hizmet sunumu, yeniden yapılanma, sağlık hizmetine erişim, sağlık eğitimi, sağlık insan gücü yetiştirilmesi, sağlık personelinin ekonomik şartlarının iyileştirilmesi, hasta haklarının geliştirilmesi, hastanelerin sağlık hizmet sunumunda kalitenin geliştirilmesi, hastanelerin sağlık hizmet sunumu kalitesi açısından belgelendirilmesine dair yapılanmaya gidilmesi, kamu hastanelerinin tek çatı altında toplanması, kamu hastane işletmeciliğinde yerelleştirmeye gidilmesi gibi alanlarda düzenlemeyi içermektedir. Bu program 2003 yılından beri yürürlüktedir ve bir kısmı gerçekleştirilmiştir (SB, 2009: 10). Gerçekleşen uygulamalardan bazıları şoyledir (OECD ve DB, 2008: 37):

- ❖ Ambulans hizmetlerinin ücretsiz yapılması,
- ❖ ödeme yapılmadığı için hastaların hastanede rehin tutulması sisteminin, ortadan kaldırılmasına yönelik mekanizmaların uygulanması,
- ❖ Bireysel performansa dayalı ödeme sisteminin SB kuruluşlarında uygulamaya geçirilmesi,
- ❖ Sosyal güvence kapsamında olmasa bile birinci basamak sağlık hizmetlerinin ücretsiz hale getirilmesi,
- ❖ Hekim seçme hakkının SB hastanelerinde uygulanması,
- ❖ Aile Hekimliği uygulamasına geçilmesi,
- ❖ Sağlık için Kamu – zel ortaklığı Kanunu’nun Meclis’ te kabul edilmesi,
- ❖ SGK’ da ilaç harcaması takip sisteminin kurulması ve SGK için MEDULA’ nın başlatılması,
- ❖ SSK’ lılara tüm devlet hastanelerine ve eczanelere erişim imkanı sağlanması,
- ❖ Birinci basamak sağlık hizmetlerinin ücretsiz hale getirilmesi,
- ❖ Hava ambulans sistemi uygulamasına geçilmesi,
- ❖ Devlet hastanelerinde hekimlerin tam gün çalışmasına ilişkin yasanın kabul edilmesi ve
- ❖ Kamu Hastane Birlikleri Yasası’ nın kabul edilmesidir.

## 2.4. Sağlık Hizmetleri

Sağlık hizmetleri; birey ve toplum sağlığının korunması ve geliştirilmesine yönelik olarak sağlık personeli tarafından sunulan koruyucu, tedavi ve rehabilite edici hizmetler olarak tanımlanmaktadır (Kelat, 2007: 6).

DSÖ' nün tanımına göre sağlık hizmetleri “Belirli sağlık kuruluşlarındaki çeşitli sağlık personelinin yararlanılarak, toplumun ihtiyaç ve isteklerine göre çeşitlenen amaçları gerçekleştirmek ve böylece kişilerin ve toplumun sağlık bakımını her türlü koruyucu ve tedavi edici etkinliklerle sağlamak üzere ülke çapında örgütlenmiş kalıcı sistemdir” (Karabulut, 1998: 16).

DSÖ anayasası sağlığa sosyal bir hak, sağlık hizmetine ise kamusal bir hizmet olarak bakmaktadır (Dedeoğlu, 2009: 195)

Sağlık hizmetlerinin başlıca hedefleri; sunulan sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmak, toplumun her yerine ve tüm bireylere eşit, adil, etkili ve kaliteli sağlık hizmeti sunmak, hasta memnuniyetini yükseltmek, sağlık hizmetlerinin verimliliğini ve etkinliğini daha yüksek seviyelere ulaştırmaktır (Özkara, 2006: 1).

Sağlık hizmetinin planlanmasında ve sunulmasında üç temel kurumun işbirliği ve ortak çalışmasına gerek vardır (Aksakoğlu, 2004: 19):

- ❖ Sağlık hizmeti sunan kuruluşlar (SB, SSK, vb.)
- ❖ Sağlıkçıyı yetiştirmekle yükümlü kuruluşlar (Akademi)
- ❖ Sağlıkçıyı çalıştırmakla görevli kuruluşlar (Meslek kuruluşları: TTB, THD, vb.)

Bu üç kurumun sunduğu hizmeti alan ve aynı zamanda denetlemekle yükümlü olan kurum ise “Toplum”dur.

Sağlık hizmetlerinin genel özellikleri kısaca şöyledir (Özeloğulları, 2009: 46):

- ❖ Sağlık hizmeti talebi tesadüfidir.
- ❖ Sağlık hizmeti arzının maliyeti yüksektir.
- ❖ Sağlık hizmetinin ikamesi yoktur.
- ❖ Sağlık hizmetlerinde talebi hasta değil profesyoneller(hekimler) belirler.
- ❖ Sağlık hizmetlerinin talep esnekliği katıdır.
- ❖ Sağlık hizmetlerinin bir bölümü toplumsal olma özelliğine sahiptir.
- ❖ Genellikle sağlık hizmetleri kar amaçlı olmalarından çok sosyal amaçlıdırlar.
- ❖ Hastaneye gelen hasta farklı tanı ve tedavi özellikleri göstermektedir.
- ❖ Hastaneler talep değişikliklerine kısa dönemde uyum sağlayamamaktadırlar.
- ❖ Hizmetin üretimi stoklanamamaktadır.

Türkiye’de sağlık hizmeti sunan birimler, birinci basamakta sağlık ocakları, ana çocuk sağlığı ve aile planlaması merkezleri, verem savaş dispanserleri, kamu hastanesi poliklinikleri, SSK sağlık istasyonları ve dispanserleri, belediyeler, işyeri hekimleri, özel teşhis ve tedavi poliklinikleri, muayenehaneler ve farklı büyüklükte çok çeşitli diğer kamu dispanserleri ile vakıf poliklinikleridir (SB, 2002: 20).

## **2.5. Sağlık Sistemleri**

Sağlık sistemlerinin tanımlanması üzerine yapılan tartışmalar geçmişten günümüze kadar devam etmiştir. Sağlık sistemlerinin klinik ya da toplum yönlü kamu sağlık hizmetlerinin verilmesi için gerekli personel, malzeme ve programları finanse eden ya da sunan hükümet, hükümet dışı ve özel sektör örgütlerinden oluştuğunu öne sürenler olduğu gibi toplumların sağlığını bir bütün olarak etkileyen faaliyetler yanında insanların kendi çabalarını da içeren geniş kapsamlı tanımlar üzerinde duranlarda vardır (Şahin ve Top, 2002: 3).

Sağlık sistemi, sağlık hizmetlerinin arzı, finansmanı, hizmetin kapsamı, bireylerin sağlık konusunda eğitimi, sağlık mevzuatı, sağlık politikalarının belirlenmesi gibi konularda ülkede var olan organizasyon bütününe ifade etmektedir (Aktaran: Sarsenova, 2010: 8).



DSÖ sağlık sistemlerini, temel amacı sağlığı geliştirmek, yenilemek ve sũrdũrmek olan tũm aktiviteleri içerecek biçimde tanımlar (Uğurluoğlu ve elik, 2005: 5).

2010 yılı DSÖ raporunda sağlık sistemleri için şu ifadeler yer almaktadır (WHO, 2010: 13):

*“Sağlık sistemleri, sistemin parçalarının birbirleriyle etkileşimi önceden tahmin edilemeyen, şartlara göre değişebilen karmaşık sistemlerdir. Sistemin farklı elemanları değişik şekillerde birbirleri ile etkileşimde bulunabilirler.”*

Bir sağlık sistemini oluşturan faktörler, toplumdaki fertler, hizmet sağlayan kuruluşlar, finansal kaynak sağlayan kuruluşlar, destek kuruluşları ve devlet olarak ifade edilir. Devlet aynı zamanda hizmet, destek ve finansman kurumları öğelerini içine de girmektedir (Dağlı, 2006: 16).

Sağlık sistemlerinin ũ amacı vardır. Bunlar (Uğurluoğlu ve elik, 2005: 7):

- ❖ Hizmet sunulan nũfusun sağlığını yũkseltmek
- ❖ İnsanların beklentilerine yanıt vermek
- ❖ Hastalık ya da sağlığın maliyetlerine karşı finansal koruma sağlamak

## **2.6. Sağlık Sistemlerinin Bir Parçası Olarak Hastaneler**

Hastaneler, bireylere sağlık hizmeti sunan sağlık sisteminin yapı taşlarıdır. İlk ağlarda sosyal ve dini kurumlar tarafından kurulan hastaneler, sadece dũřkœnlere bakan yardım kuruluşları iken bilgi çağının değişen koşulları, hastanelerin toplumdaki konumlarını ve rollerini değişirmiştir (Aktaran: Özgener ve Kũek, 2008).

Hastaneler profesyonel, yarı profesyonel ve profesyonel olmayan çeşitli meslek gruplarının çalıştığı karmaşık organizasyonlardır. Hastanelerin verimli bir şekilde faaliyet gösterebilmesi için nitelikli tıp, yardımcı tıp, mali, idari ve destek personel kadrolarına ihtiyaç bulunmaktadır (Aktaran: Özgener ve Kũek, 2008).

Yataklı Tedavi Kurumları İşletme Yönetmeliğinde (YTKİY) hastaneler, “*hasta ve yaralıların, hastalıktan şüphe edenlerin ve sağlık durumlarını kontrol ettirmek isteyenlerin, ayaktan veya yatarak müşahede, muayene, teşhis, tedavi ve rehabilite edildikleri, aynı zamanda doğum yapılan kurumlardır*” şeklinde tanımlanmaktadır. (YTKİY, 1983: Md. 4).

Benzer biçimde DSÖ hastaneleri “*müşahede teşhis, tedavi ve rehabilitasyon olmak üzere gruplandırılabilir sağlık hizmetleri veren, hastaların uzun veya kısa süreli tedavi gördükleri yataklı kuruluşlardır*” şeklinde tanımlamaktadır (Seçim, Erişim: 01.04.2011).

Hastaneler, yeterli ve gerekli niteliğe sahip sağlık hizmetlerini mümkün olan en az maliyetle yerine getirirken aynı zamanda bu hizmetlerin, hastalar ve çalışanlar açısından kullanışlı ve konforlu mekanlarda hastaların muayene, tedavi ve şifalarında kullanılmasını ve onların gündelik hayatlarına normal şekilde devam etmelerini sağlayan kurumlardır (Gök, 1992: 3).

Hastaneleri tanı, muayene, tedavi ve rehabilitasyon hizmetlerini alması gereken hastalardan, yaralılarından, hamilelerden v.b. rahatsızlığı bulunan diğer kişilerden aynı anda iki veya daha fazlasına günün her saati hizmet verebilen poliklinik, laboratuvar v.b. hizmet birimleri bulunan yapılar, organizasyonlar veya kurumlar olarak da tanımlayabiliriz (Aktaran: Kelat, 2007: 31).

Hastaneleri sistem yaklaşımıyla birlikte tanımlamakta mümkündür. Buna göre hastaneler sürekli değişen bir çevreden gelen birimleri çeşitli değiştirme ve düzeltme süreçlerinden geçirdikten sonra bu birimlerin büyük bir kısmını tekrar geldikleri çevreye geri gönderen yani geri bildirim mekanizmasına sahip sistemler, organizasyonlar veya kurumlardır (Seçim, 2011).

### **2.6.1. Hastanelerin Özellikleri**

Hastaneler aslen kişilere sağlık hizmeti sunmak amacıyla kurulmuş tıbbi kuruluş olma özelliklerini yerine getirirken bunun yanında farklı özelliklerinden kaynaklanan

farklı amaçları da yerine getirirler (Tengilimoğlu, Işık ve Akbolat, 2009: 131). Hastanelerin zellikleri genel hatlarıyla şoyledir (Aktaran: Sarsenova, 2010: 24-25):

- ❖ Hastane hizmetlerine olan talep büyük lde doktorlar tarafından belirlenmektedir ve hastanelerin sunduğu hizmetlerde talep değişkenliği sifıra yakındır.
- ❖ Hastanelerin zamanın her anında hizmet sunumuna hazır olma özelliği başka kurumlarda görülmeyen, kapasitenin üstünde istihdamı zorunlu kılan ve zarar etmekte olan bir birimin kapatılmasının söz konusu olmadığı bir özelliktir.
- ❖ Hastaneler talepteki değişkenliklerine kısa dönemde ayak uyduramaz ve buna bağlı olarak kapasite artırımına veya azaltılmasına gidemezler.
- ❖ Sağlıkta hizmet üretimi stoklanmaz, üretildiği anda tktilmek zorundadır. Ancak hizmetin üretilebileceği mutlaka tktileceği anlamına da gelmez. Bir sağlık işletmesinin hizmet sunabilme yeteneği, sahip olduğu ara, gereç ve personelle sınırlıdır. Ancak diğer işletmelerden farklı olarak, sağlık işletmelerinin üretimde bulunabilmesi devletin tahsis ettiği imknlar başta olmak üzere kendi işletmesi dışındaki faktörlere de bağlıdır
- ❖ Hizmet işletmelerinin çoğu emek-yoğun işletmeler olmakla birlikte, sağlık kurumları sermaye-yoğun işletmelerdir. Tıp bilimlerindeki ve tıbbi teknolojidaki gelişmeler ve sağlık talebini karşılayabilmek için belli düzeyde tutulmak zorunda olunan kapasite büyük yatırımlar gerektirmektedir.
- ❖ Tıp bilimindeki aşırı işbölümü ve uzmanlaşmanın giderek gelişmesi hastanelere de yansımış ve böylece hem nitelikli personel sayısı artmış hem de hizmet birimlerinin çeşitlenerek artmasına neden olmuş, bu da iş gücü giderlerinin dolayısı ile de hizmet maliyetlerinin artmasına yol açmıştır.
- ❖ Her hastanın kişisel özelliklerinin olması sebebiyle farklı teşhis ve tedavi özellikleri göstermesi ve böylece sunulan hizmetten istifade etmelerinin de farklı olması hizmetin tanımlanmasını zorlaştırmakta, bu yüzden sağlık işletmeleri için standart çıktı birimi bulmak zor olmaktadır.

## 2.6.2. Hastanelerin Çeşitleri

Hastaneler verdikleri tedavi hizmetlerinin türüne, yönetim ve kadrolarına, finansal kaynaklarının türüne (mülkiyet türüne), büyüklüklerine (yatak kapasitelerine), hastaların hastanede kalış sürelerine ve kadrolu personelinin kompozisyonuna göre sınıflandırılabilir. Fakat yapılan sınıflandırmalarda genellikle, "verilen tedavi hizmetinin türü", "hastaların hastanede kalış süreleri", "finansal kaynakların türü yani mülkiyet türü" ve "büyüklükleri" esas alınmaktadır (Seçim, 2011). Yataklı tedavi kurumları işletme yönetmeliğine göre ise sağlık kurumları işlevlerine göre 5 gruba ayrılır (YTKİY, 1983):

- ❖ **İlçe / Belde hastanesi:** Bünyesinde 112 hizmetleri, acil, doğum, ayaktan ve yatarak tıbbi müdahale, muayene ve tedavi hizmetleri ile koruyucu sağlık hizmetlerini bütünleştiren, görev yapan tabiplerin hasta kabul ve tedavi ettiği, ileri tetkik ve tedavi gerektiren durumlarda hastaların stabilize edilerek uygun bir şekilde sevkini sağlandığı sağlık kurumlarıdır.
- ❖ **Gün hastanesi:** Birden fazla branşta, gününbirlik ayakta muayene, teşhis, tedavi ve tıbbi bakım hizmetleri verilen asgari 5 gözlem yatağı ile 24 saat sağlık hizmeti sunan bir hastane bünyesinde veya bir hastane ile koordineli olmak kaydıyla kurulan sağlık kurumlarıdır.
- ❖ **Genel hastaneler:** Her türlü acil vaka ile yaş ve cinsiyet farkı gözetmeksizin, bünyesinde mevcut uzmanlık dallarıyla ilgili hastaların kabul edildiği ve ayaktan ve yatarak hasta muayene ve tedavilerinin yapıldığı en az 50 yataklı sağlık kurumlarıdır.
- ❖ **Özel dal hastaneleri:** Belirli bir yaş ve cins grubu hastalar veya belirli bir hastalığa tutulanların yahut bir organ veya organ grubu hastalarının müşahede, muayene, teşhis, tedavi ve rehabilitasyonlarının yapıldığı sağlık kurumlarıdır.
- ❖ **Eğitim ve araştırma hastaneleri:** Öğretim, eğitim ve araştırma yapılan uzman ve yan dal uzmanların yetiştirildiği genel ve özel dal sağlık kurumlarıdır.

Burada sayılan hastanelerden genel hastaneler, özel dal hastaneleri ve eğitim hastaneleri *verilen hizmetlerin çeşidine göre* ayrı bir grup oluştururlar. *Ortalama kalış süresine göre hastaneler* ise genellikle yatış süresi 30 günden az olan genel veya özel dal hastaneleridir. Ortalama yatış süresinin 30 günden daha fazla olduğu genel veya özel dal hastanelerine ise uzun kalış süreli hastaneler adı verilir (Aktaran:Kelat, 2007). *Mülkiyetlerine göre hastaneleri* diğer bir ifadeyle finansal kaynakların türüne göre hastaneleri mülkiyetlerinin hangi kurum veya kuruluşa ait olduğuna veya kurumların niteliklerine göre sınıflandırırız. Bu hastaneler devlete doğrudan ve dolaylı bağlı hastaneler ile özel hastaneler olmak üzere üçe ayrılırlar. Doğrudan bağlı hastaneler Milli Savunma Bakanlığı ve SB' na bağlı hastanelerdir. Dolaylı bağlı hastaneler ise Kızılay belediye ve üniversite hastaneleridir (Tengilimoğlu vd., 2009: 138-139).

Bir başka sınıflandırma da *yatak sayılarına(büyükliklerine) göre sınıflandırmadır*. Burada hastaneler, yatak sayıları 50, 100, 200, 400 ve 400 ve üzeri olmak üzere beş değişik şekilde sınıflandırılır (Seçim, 2011).

## **2.7. Türkiye' de Sağlık Sektörüne İlişkin Bazı Göstergeler**

Olumlu ve anlamlı ilerlemeler kaydetmek isteyen her ülke için istatistik; geçmişte daha iyi anlamının bugünü daha objektif ve doğru bir şekilde değerlendirmenin ve geleceği en iyi şekilde planlamanın en önemli sayısal anahtarlarını sunar. Bu değerlendirme biçimi, Türkiye' de sağlığa ilişkin konuların ve politikaların etkinliğini ölçmek için olduğu kadar onların anlaşılmasını sağlamak için de gereklidir (SB, 2009).

2003 yılından itibaren uygulamaya konulan “Sağlıkta Dönüşüm Programı” ile sağlık alanında büyük bir sıçrama kaydedilmiştir (SB, 2007b). Bu durum vatandaşların sağlık hizmeti alımına yönelik talebini arttırmış ve sağlık göstergeleri olumlu bir seyir izlemeye başlamıştır. Özellikle kamu hastaneleri ile özel hastanelerin işbirliği ile vatandaşların özel hastanelerde de hizmet görmelerinin önünün açılması devlet hastanelerindeki yoğunluğu bir nebze de olsa özel hastanelere kaydırmıştır.

Bununla beraber özel hastanelerde sağlık hizmeti talebinde de hızlı bir yükseliş gerçekleşmiş, poliklinik servislerinde geçirilen süreler artmaya başlamıştır. Tablo 2.1’de, yıllara ve sektörler göre kişi başına hastaneye müracaat sayısı görülmektedir. SB’den elde edilen bu tablodaki verilere göre 2002 yılında 124 milyon civarında olan toplam hastaneye müracaat sayısı 2008 yılında 273 milyon, 2009 yılında ise 295 milyona yükselmiştir ve artarak devam edeceğini tahmin etmek zor değildir (SB, 2008; SB, 2009). Bu tablo yukarıda ifade edilen talep artışının boyutunu net bir şekilde ifade etmektedir.

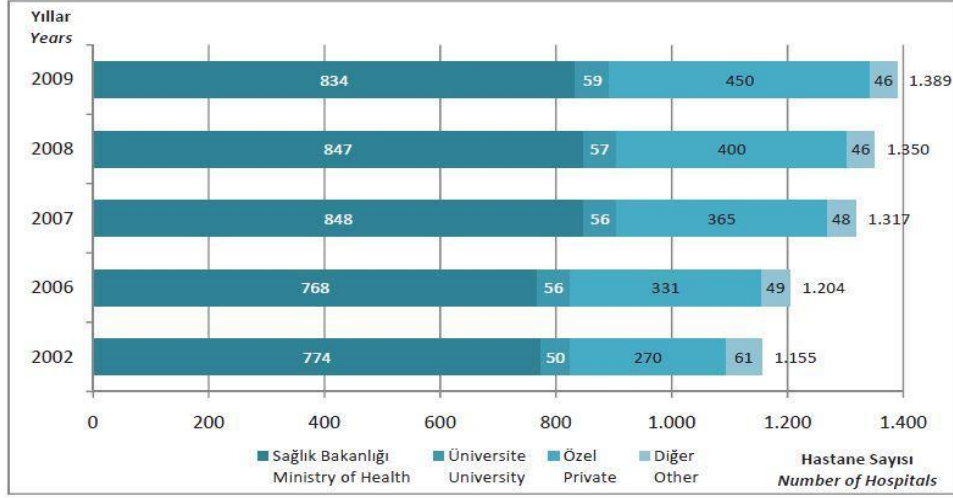
**Tablo 2.1: Yıllara ve kurumlara göre hastaneye müracaat sayısı SB ve tüm sektörler**

	2002	2006	2007	2008	2009
<i>Sağlık Bakanlığı Ministry of Health</i>	109.737.182	189.422.137	209.630.370	216.723.712	228.279.139
<i>Üniversite University</i>	8.891.333	12.588.872	15.025.079	18.290.800	19.364.865
<i>Özel Private</i>	5.680.954	15.529.416	24.485.650	38.688.313	47.618.186
<i>Toplam Total</i>	124.309.469	217.540.425	249.141.099	273.702.825	295.262.190

**Kaynak:** SB (2009)

Yıllar itibariyle hastanelere müracaat sayısının durumu bu şekildedir. Bununla birlikte değerlendirildiğinde ise hastane sayılarındaki artış talebi karşılayacak nispette değildir. Öyle ki Tablo 2.2’deki verilere göre 2002 yılında 1044 olan özel ve kamu hastanesi sayısı 2009 yılında 1284 olarak gerçekleşmiştir.

**Tablo 2.2: Yıllar itibariyle Türkiye’de kurumlara göre hastane sayısı**



**Kaynak: SB (2009)**

2006 yılından 2009 yılına kadar ki süreçte Türkiye’de belli başlı sağlık personeline ilişkin değişimler ise Tablo 2.3’de verilmiştir.

**Tablo 2.3: Yıllar itibariyle sağlık personeli sayısı**

	2006	2007	2008	2009
Uzman Hekim Specialist Physicians	52.868	54.439	56.973	60.655
Pratisyen Hekim General Practitioners	33.383	34.559	35.763	35.911
Asistan Hekim Medical Residents	18.224	19.404	20.415	22.075
Toplam Hekim Physicians Total	104.475	108.402	113.151	118.641
Diş Hekimi Dentists	18.332	19.278	19.959	20.589
Eczacı Pharmacists	23.140	23.977	24.778	25.201
*Sağlık Memuru *Health Officers	58.473	78.439	83.993	92.061
Hemşire Nurses	82.626	94.661	99.910	105.176
Ebe Midwives	43.640	47.175	47.673	49.357

**Kaynak: SB (2009)**

Tüm bu verilerden hareketle hastaneye müracaat sayısının 2002 yılından 2009 yılına kadar ki süreçte %116 arttığı buna karşın hastane sayısının %20 ve 2006 yılına göre 2009 yılında hekim sayısının %13,50 arttığı tespit edilmiştir.

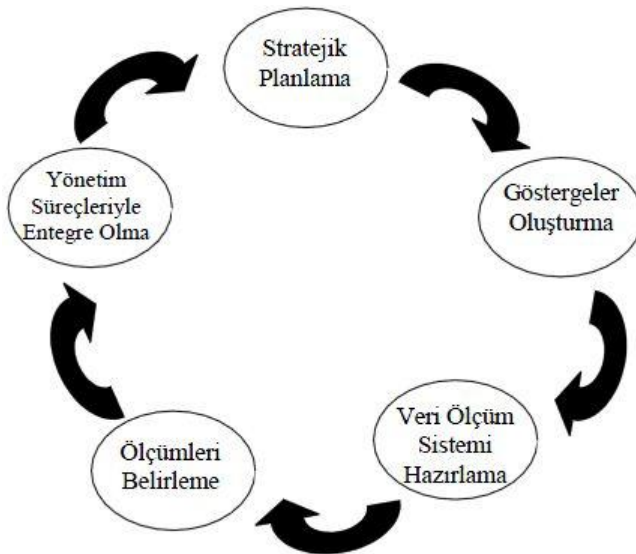
Verilerden de anlaşıldığı gibi sağlık alanında yaşanan olumlu gelişmeler beraberinde vatandaşın hizmet talebindeki artışı da getirmektedir. Talebin artması ise hastanelerde poliklinikler önünde yığılmalara neden olmakta ve hizmet bekleyenlerin hastane sistemlerinde geçirdikleri süreleri artırmaktadır. Bu nedenle kritik bir mevkide görev yapan hastane yöneticileri hem bu talebi karşılayacak hem de maliyetlerini minimum düzeyde tutacak etkili bir yönetim anlayışına sahip olmalıdırlar. Bilimsel metotlara ağırlık vererek problemlerin çözümünde daha akılcı kararlar almalarının önünü açmalıdırlar.

## 2.8. Sağlıkta Performans Ölçümü

Performans, bir işi yerine getiren kişilerin, grupların veya bir işletmenin amaçlanan hedefe ne kadar yaklaştığının nitel ve nicel bir açıklamasıdır (Baş ve Artar, 1991).

Performans ölçümü ise; ürünlerin, hizmetlerin veya işlemlerin yerine getirilmesinde, görevlerin nasıl gerçekleştiğinin bir program dahilinde tarafsız olarak ölçülmesi yöntemidir. Şekil 2.1’ de görüldüğü gibi, performans ölçümünün beş aşaması bulunmaktadır: Stratejik Planlama, Göstergeler Oluşturma, Veri Ölçüm Sistemi Hazırlama, Performans Ölçümlerini Geliştirme, Yönetim Süreçleriyle Entegre Olma (Demirkaya, 2010).

**Şekil 2.1: Performans ölçüm çevrimi**



**Kaynak:** Demirkaya (2010)



İşletmeler, üretim ya da hizmet alanları ne kadar farklı olursa olsun, belirli amaçlar ve görevleri gerçekleştirmek için kurulmaktadır. İşletme yöneticilerinin temel görevlerinden biri de; işletmelerin stratejik amaç ve hedeflerini en iyi şekilde gerçekleştirmektir. İşletmelerin temel amaçları (misyon, kuruluş ya da var olma nedeni) ile stratejik plan ve politikaların gerçekleştirebilmesi ise; genel olarak işletme performansının belirlenmesiyle ilişkilidir. Bununla birlikte, işletme birimlerinin ya da çalışanlarının içinde buldukları işletmenin amaçlarına katkıları da doğrudan birim ya da çalışanların performansının belirlenmesi ile ortaya konabilmektedir. İşletmelerin genel ya da özel performansın belirlenebilmesi; o işletmenin amaç ve görevlerini gerçekleştirmesi sırasında yapılan faaliyetlerin ölçülebilmesi, bunun için de çok çeşitli performans ölçüm kriterlerinin tespit edilmesi gerekmektedir (Aktaran: Zerenler, 2005: 2). Bir işletmede performans ölçümünün önemini şunlar oluşturur (Öztayşi, 2009):

- ❖ Ölçütler analiz edilerek doğru karar alma sağlanır.
- ❖ Ölçüm, geri bildirim sağlar ve davranışları güçlendirir.
- ❖ Ölçüm, sürekli iyileştirmenin dahili bir parçasıdır; “bir faaliyeti ölçemezseniz, onu geliştiremezsiniz”.

### **2.8.1. Sağlık Sistemlerinin Performansı**

Bugün için sağlık sistemleri dünyadaki en büyük sektörlerden biridir. 1997’ de sağlık sektörü için toplam yaklaşık 2985 milyar dolarlık harcama yapılmıştır. Bu da dünya brüt hasılasının neredeyse %8’ine denk düşmektedir (Uğurluoğlu, 2005).

Bir ülkede sağlık sistemini bütün olarak değerlendirebilmek için birkaç temel özellikten çıkarım yapılabilir. Örneğin insanların ne oranda sağlık güvencesine sahip oldukları sağlık sisteminin kapsayıcılığı hakkında önemli bilgiler verebilir. Bunun dışında DSÖ’nün ülkelerin karşılaştırılmasında kullandığı bebek ölüm hızı, anne ölüm hızı, ortalama beklenen ömür gibi temel sağlık göstergeleri de mevcuttur (SB, 2008).

Bu temel performans göstergelerinin olumlu yöne doğru geliştirecek olan, sistemi oluşturan organizasyonlar, kurumlar, kişiler ve bunların ortaya koydukları uygulamalarıdır. Dolayısıyla uygulama boyutunda yer alan detaylar sistemin performansına önemli derecede etki edecektir. İyi bir sistem performansına sahip olmak için uygulamada verimlilik, sağlık hizmetlerine erişim ve kaliteli hizmet sunumu önemli araçlar olarak karşımıza çıkmaktadır (SB, 2008).

Sağlıkta performans ölçümü (SPÖ), bir sağlık bakım sistemi tarafından sağlanan hizmetlerin etkililiği ve sistemin müşteriler ve hastaların beklentilerini karşılamadaki başarıları ile ilgilidir. SPÖ, sağlık bakım hizmet sunucuları faaliyetlerinin etkisini yansıtan kalite değerlendirmelerini, sistem kaynakları ve finansal özellikleri içermektedir. Performans verileri tüketici tercihlerine rehberlik etmek, ihtiyaçları tatmin etmek ve gelişim için en iyi uygulama ve öncelikleri tanımlamada kullanılabilir (Aktaran: Uğurluoğlu, 2005).

Sağlık sistemlerinin performans ölçümlerinde kullanılan bazı teknikler ise şöyledir (SB, 2008):

- ❖ Mevcut mevzuatlar çerçevesinde yapılan denetimler ve incelemeler.
- ❖ Hasta ve hasta yakınlarına yönelik anket-saha araştırmaları,
- ❖ Bağımsız kuruluşlarca yapılan değerlendirmeler.
- ❖ İstatistiksel göstergeler.
- ❖ Öz değerlendirme süreçleri.

Performans ölçme ve değerlendirme modellerinde amaç işletme performansının değerlendirilmesi ise, konulacak hedefler ve değerlendirme kriterleri sektörün yapısına göre farklılıklar arz etmektedir. Bu nedenle modellerin oluşturulmasında sektöre dayalı hassasiyetlere dikkat edilmelidir (Eleren ve Soba, 2009:2).

### 3. KUYRUK TEORİSİ

Kuyruk sistemleri yaşamın her anında karşımıza çıkmaktadır. Çoğumuz her gün çeşitli ihtiyaçlarımız için kuyruğa girmek zorunda kalırız. Marketlerde alış-veriş sonrası kasalarda bekleriz, bankada para yatırmak ya da çekmek amacıyla sıra bekleriz, arabamızla trafikte bekleriz ya da hastanede muayene sıramızın gelmesini bekleriz. Aslında müşteriler sıra beklemekten, gerçekte bekleyerek harcadıkları zamandan rahatsız olurlar. Aynı şekilde firmalar da müşteriler gibi uzayan kuyrukları hoş karşılamazlar. Çünkü uzun kuyruklar hizmet kalitesini düşürdüğü gibi müşteri kaybına da yol açabilmektedir (Hall, t.y., s. 4).

Uzun kuyruklar insanları sadece rahatsız etmekle kalmaz aynı zamanda milli servetleri olan zamanlarının çoğunun kuyruklarda geçmesine de neden olur. Amerika’ da yapılan bir araştırmaya göre burada yaşayan insanlar yılda otuz yedi milyar saatini kuyrukta geçirmektedir. Yine aynı araştırmaya göre insanlar bu zamanlarını üretime yönlendirseler yılda yirmi milyon insan gücü oranında katkı yapmış olacaktırlar (Hall, t.y., s. 4).

Kuyrukların nedeni belli bir zamandaki servis talebinin, servis sağlayıcı sayısından daha fazla olmasıdır. Kuyruk modellerini kullanarak, kuyruk sistemlerinin davranışını tanımlayıp, servis düzeyini belirleyip, alternatif kuyruk sistemleri geliştirilebilir. Kuyruk modelleri karar alıcılara (Ulucan, 2007: 448),

- ❖ Ne kadar servis birimi kullanacağını,
- ❖ Müşterilerinin bekleme olasılığını,
- ❖ Ortalama bekleme süresini,
- ❖ Ortalama müşteri sayılarını ve
- ❖ Hizmet veren birimlerin boştaki kalma olasılıkları

gibi bir çok istatistiksel bilgi sunar.

### 3.1. Kuyruk Teorisinin Tarihsel Temelleri

Tarihsel anlamda Johannsen' nin "Bekleme Süreleri ve Çağrı Sayısı" (1907 yılında yayınlanan ve Londra' da, 1910 yılının Ekim ayında Londra Post Office Electrical Engineers Journal isimli dergide yeniden basılan makale) başlıklı çalışması bu alanda yapılan ilk çalışma olarak görülebilir. Fakat bu çalışmada kullanılan metot matematiksel bir metot değildi. Bu nedenle kuyruk teorisinin matematiksel anlamdaki ilk çalışmasının A.K. Erlang tarafından yapıldığı kabul edilir (Bhat, 1969: B283).

Kuyruk teorisinin babası olarak bilinen Agner Erlang 1908 yılında Kopenhag Telefon Şirketi'nde bilimsel kolaboratör olarak işe başlamıştır. O sıralarda şirket, hatlarının tamamen dolu olması ve hatlardaki müşterilerin hatları uzun süre meşgul etmesi nedeniyle müşteri kayıpları yaşamaktadır. Erlang' ın kuyruk teorisi çalışmalarının başladığı tarih de bu zamandır. 1909 yılında Erlang şebekeye gelen telefon çağrılarının Poisson dağılım gösteren ve üstel olarak modellenebilen kuyruklar oluşturmasından yola çıkarak "The Theory of Probabilities and Telephone Conversations" adlı bir makale yayınlamıştır (Hall, t.y., 28-29). Bu çalışmada firmaya gelen değişken talepli çağrıların şebeke hattı üzerindeki kullanım oranına etkisi üzerinde durmuştur (Murthy, 2007: 447). Erlang' ın bu ilk çalışmasından sonra 1917 yılında yaptığı önemli bir diğer çalışması ise "Erlang's Loss Formula" adıyla anılan çalışmadır (Hall, t.y., 28-29).

Erlang'ın çalışmaları sonraki çalışmalar için motivasyon kaynağı olmuş ve kuyruk teorisine önemli katkılar sağlayan çalışmalar yapılmıştır. Özellikle denge teorisinin yetersiz kaldığının hissedildiği çoğu kuyruk durumlarına ilişkin olarak Avustralyalı Felix Pollaczek sonlu geliş kaynaklı sistemlerin davranışlarını araştırmıştır (Bhat, 1969: B283). Pollaczek'ın çalışmalarını takiben Rus bilim adamı Aleksandr Khinchin 1930 yılında, bugün "Pollaczek-Khinchine Formula" adıyla anılan formülü geliştirmiştir. 1940 yılında Khinchine' e bilimsel katkılarından dolayı Rusya Devlet Ödülü verilmiştir. 1977 yılında bu formül Amerikan Yöneylem Araştırmaları ödül komitesi tarafından John von Neumann Teori Ödülü' ne layık görülmüştür (Hall, t.y., 28-29).

1950'li yıllarda kadar yapılan teori niteliğindeki çalışmalar daha çok kuyruk sistemi elemanlarının çeşitli durumlarına yönelik olmuştur. 1927'de Molina, 1928'de Fry, 1930'da ve 1934'de Polaczek, 1931'de Kolmogorov, 1932'de Khintchine ve 1932'de Crommelin'in yaptığı çalışmalar bu tip çalışmalardandır (Güner,1986: 3).

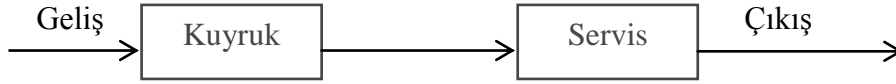
1951 yılında D.G. Kendall gömülü markov zincirleri adıyla yeterli genel girdi durumlarında kuyruk sistemlerinin hesaplanmasını sağlayan ilk çalışmayı yayınlamıştır. D.V. Lindley, Kendall'ın çalışmasıyla aynı zamanlarda, yeterli genel girdi ve servis durumlarında sonuç alınmasına izin veren bir denklem geliştirmiştir. Kendall'ın kuyruk teorisi ile ilgili bir başka çalışması ise modellemelerle ilgilidir. 1953 yılında kendi adıyla anılan Kendall nütasyonunu geliştirerek kuyruk modellerinin simgelerle gösterilmesini sağlamıştır. 1957 yılına gelindiğinde ise J.R. Jackson şebekeleşmiş kuyruk sistemlerini araştırmaya başlamış ve böylece kuyruk şebeke modelleri olarak ifade edilen çalışmalara zemin hazırlamıştır (Dombacher, 2009: 5; Hall, t.y., 28-29). Jackson, Erlang'ın tek kuyruk hattı modelini genişleterek, şebeke kuyruk hatları modelini geliştirmiştir (Mandelbaum, 2007). Bu konuda 1957 yılında yayınladığı "Networks of Waiting Lines" isimli çalışması en ünlü çalışmasıdır (Hall, t.y., 32 ).

### **3.2. Temel Karakteristikler**

Kuyruk teorisi, bekleme hatlarının ya da kuyrukların matematiksel anlamda incelenmesidir. Kuyruk teorisi yönelem araştırmasının bir kolu olarak kuyruk modellemesiyle ilgilenir. Genellikle işletmelerde, müşterilere yönelik, servis sağlayıcı kaynak ihtiyacına karar verme aşamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Kuyruk teorisinin temel amacı, müşterilerin servis ihtiyacına yönelik bir analitik ya da matematiksel model oluşturmak ve bu model sayesinde kuyruk uzunluğunu ve bekleme sürelerini tahmin etmektir (Sundarapandian, 2009: 686).

Müşteriler bir ihtiyaç hissettiklerinde servis kanallarına gelirler. Servis kanalı o an boşsa servis görürler, doluyrsa sırada beklerler. Şekil 3.1' de basit bir kuyruk modeli görülmektedir (Sundarapandian, 2009: 686).

### Şekil 3.1: Basit kuyruk modeli



**Kaynak:** Sundarapandian (2009: 686)

Bir kuyruk sisteminin temel karakteristikleri çeşitli etmenlerden oluşur. Bazı kaynaklarda geliş süreci, servis mekanizması, kuyruk disiplini ve sistem kapasitesi (Natarajan ve Tamilarasi, 2005: 259) olmak üzere dört etmeden oluştuğu belirtilirken diğer bazı kaynaklara göre de müşterilerin servise ulaşma süreci, müşterilerin davranışı, servis süreleri, servis disiplini, servis kapasitesi, servis kanalı sayısı, servis aşamalarının sayısı ve bekleme alanı gibi etkenlerden oluştuğu belirtilir (Adan ve Resing, 2001: 24; Gross ve Harris 1998: 3)

Genelde kuyruk sistemleri karmaşık geliş süreci, servis zamanı dağılımı ve kuyruk disiplini olarak karakterize edilir. Ancak bu şekilde karakterize edilen kuyruk süreçleri ve disiplinleri çoğunlukla analize yatkın değildirler. Buna rağmen yaygın olan anlayış temel kuyruk modellerini kullanma yönündedir (Zukerman, 2011: 72). Bu çalışmada ise kuyruk sistemlerinin temel karakteristikleri aşağıdaki başlıklar altında ifade edilecektir.

**Geliş ya da Girdi Süreci:** Girdi süreci müşterilerin ya da servis görmek için gelen birimlerin sisteme ulaşmasını ve sisteme girmesini ifade eder (Sundarapandian, 2009: 686). Hastalar, telefon çağrılarını, serviste bekleyen araçlar girdi sürecinin elemanlarındandır.

Gelişler düzenli ya da düzensiz olabilirler. Fakat genelde servis için gelen birimler düzensiz ya da Poisson dağılım gösterirler (Natarajan ve Tamilarasi, 2005: 259). Geliş sürelerinin genellikle bağımsız ve genel dağılım gösterdiği varsayılır. Fakat pratikte çoğu durumda gelişlerin Poisson dağılım gösterdiği görülmüştür.

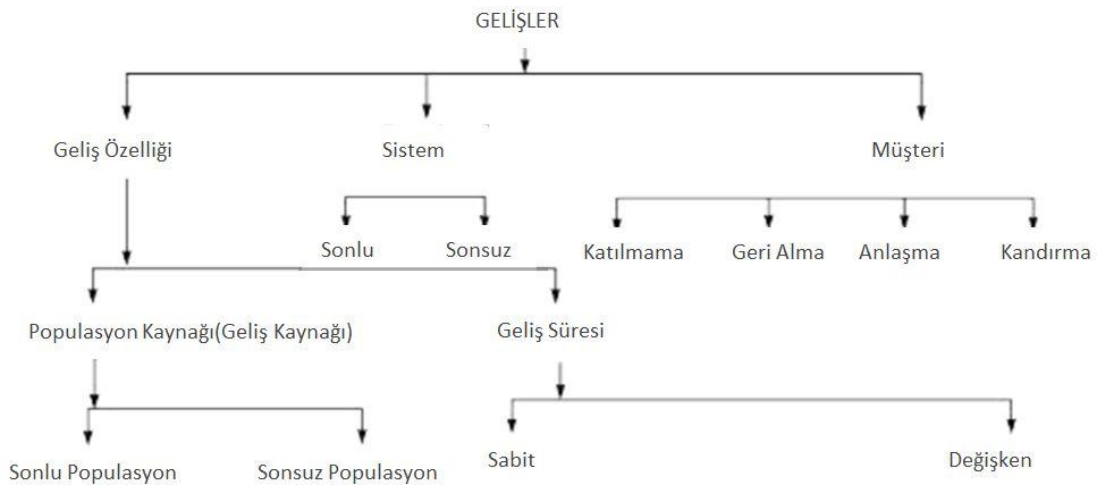
Müşteriler tek tek ya da yığın (grup) halinde sisteme gelebilirler. Yığınsal gelişlere örnek olarak, sınırlardaki gümrük ofislerine kontrol için getirilen yolcu belgelerini söyleyebiliriz (Adan ve Resing, 2001: 24).

Servis için gelişler, gelişlerin dağılımına, gelişler arasındaki farklılaşmaya, müşteri topluluğu ile müşterilerin özelliklerine ve istemlerine, verilen hizmete v.b. ihtiyaçların ve doğanın koşullarına bağlıdır. Servis görmek amacıyla sisteme gelişler aşağıdaki şekillerde karşımıza çıkar (Kara, 1976: 13).

- ❖ Düzgün gelişler,
- ❖ Tamamen tesadüfi gelişler,
- ❖ Genel bağımsız gelişler,
- ❖ Zamana göre sıçramalı düzgün gelişler,
- ❖ Toplu gelişler,
- ❖ Karmaşık gelişler,
- ❖ Kesik zamanlı gelişler,
- ❖ Zamana bağlı gelişler,
- ❖ Sistemin diğer yönlerine bağlı gelişler,
- ❖ Sürekli akış halindeki gelişler.

Bir kuyruk sistemine gelişler genelde geliş kaynağına, sistem kapasitesine ve müşteri davranışına göre farklılaşır. Şekil 3.2’de bir sisteme gelişlerin çeşitli karakteristik özellikleri görülmektedir.

**Şekil 3.2: Bir Kuyruk Sisteminde Gelişlerin Karakteristikleri**



**Kaynak:** Murthy (2007: 451)

Şekil 3.2’de görüldüğü gibi gelişler popülasyon kaynağına göre farklılık gösterir. Genellikle bir sisteme gelişlerin sonsuz kaynaklı olduğu varsayılır. Fakat gerçek hayatta durum böyle değildir. Aynı zamanda geliş kaynağında olduğu gibi sistemin kapasitesinde de sonlu ve sonsuz ayırımı vardır. Bir sistem, belli sayıda müşteriye hizmet veriyor ve bu sayıdan fazlası sisteme giremeden geri dönüyor ise *sonlu kapasiteli*, belirli bir kapasite sınırlaması yok ise *sonsuz kapasitelidir*. Diğer bir nokta ise müşterilerin sisteme geliş sürecindeki tutumlarının nasıl olduğudur. Yukarıdaki şekilde gelişlerin karakteristik özellikleri verilmiştir. Buna göre müşteriler kuyruk uzunluğunun miktarına bakmaksızın kuyruksız bekleme kararlılığında ya da kuyruğa hiç girmeme kararlılığında olabilirler. Eğer müşteri kuyruğa hiç girmeme kararlılığında ise bu durumdaki müşteri için *katılmama(balking)* ifadesi, kuyruğa girdiği halde bir müddet sonra hizmet almadan kuyruktan ayrılanlar için ise *geri alma (reneging)* ifadesi kullanılır. Eğer birden fazla paralel bekleme hattı oluşmuşsa bu durum müşteri için *aldatıcı (jockeying)* bir durum olarak belirtilir (Gross ve Harris, 1998: 3). *Anlaşma (collusion)* durumunda ise kuyruktaki müşteriler kendilerini temsilen bir veya birkaç kişiyi görevlendirme konusunda anlaşarak işlemlerini bu kişilere yaptırırlar. Bu durumda kuyruk uzunluğu kısa olsa da servis süresi diğer durumlara göre daha uzundur (Murthy, 2007: 451).

Geliş sürecindeki bir diğer dikkat çekici konu ise gelişlerin zamanla ilişkisidir. Eğer gelişler zamanla değişmiyor ise *durağan geliş süreci (olasılık dağılımı geliş sürecini bağımsız zamanlı olarak tanımlar)*, değişiyorsa *durağan olmayan geliş süreci* olarak adlandırılırlar (Gross ve Harris, 1998: 3). Aynı zamanda gelişler popülasyon kaynağına göre *sonlu (finite) kaynaklı* veya *sonsuz (infinite) kaynaklı* olabilirler (Murthy, 2007: 452).

Sonsuz kaynaklı sistemlerin matematiksel olarak tanımlanması sonlu kaynaklı sistemlere göre daha kolaydır. Bunun sebebi sonlu kaynaklı sistemlerde sistemdeki müşteri sayısının geliş oranını etkilemesidir. Potansiyel müşterilerin hepsi sistemde olduğu için geliş oranı sifıra iner. Yani sistem sonlu kaynaklı ise potansiyel müşterilerin tümü sisteme ulaşmıştır ve bundan sonra hiçbir müşteri sisteme giremez. Örneğin bir bankaya para yatırmak amacıyla giden bir müşteri arabasını park etmek



istediğinde yer bulamaz ise bir sonraki gün ya da başka bir zamanda gelmek üzere sisteme girmeden oradan uzaklaşabilir (Winston, 2003: 1060; Allen, 1990: 254).

Sonsuz kaynaklı sistemlerde ise sistemdeki müşterilerin geliş oranı üzerinde herhangi bir etkisi yoktur. Bu nedenle sistem, sonlu kaynaklı fakat popülasyonu genişse, sonsuz kaynaklı olarak kabul edilir ve böylece matematiksel işlemler basitleştirilir (Allen, 1990: 254).

**Servis Mekanizması: Sisteme** gelen müşterilerin istedikleri faaliyetleri ifade eden servis mekanizması faaliyetlerin niteliğine göre değişir. Servis mekanizmasının belirlenmesi için müşterilere servis sunulan noktaların ve yerlerin, aynı anda servis edilen müşteri sayısının, sunulan servis zaman aralıklarının (sürelerinin) ve belli bir zaman biriminde hizmet edilen ortalama müşteri sayısının (servis oranı) bilinmesi gerekir (Sarıaslan ve Karacabey, 2003: 362).

Servis mekanizması bir ya da daha fazla paralel servis kolunda hizmet veren servis sağlayıcılardan ya da hizmet birimlerinden oluşur. Birden fazla paralel servis sunucu varsa müşteriler bu servis sunucuların herhangi birinden servis alabilirler. Bir kuyruk modeli servis sunucularının özelliklerini ve sayısını belirtmelidir. Çoğu temel kuyruk modelinde tek bir servis tesisi ve sonlu veya bir servis sağlayıcı olduğunu varsayılır (Hillier ve Lieberman, 2001: 837).

Servis mekanizması ile ilgili verilecek kararlar servis istasyonu sayısına, herhangi bir zamanda servis gören müşteri sayısına, servis süresine ve servis yöntemine bağlıdır. Şebeke kuyrukları seri veya paralel olarak birbirine bağlanmış birden fazla servis noktasından oluşur. Servis sürelerinin belirlenmesinde ve eğer uygunsa servis noktası sayısının belirlenmesinde rastsal değişkenler kullanılır (Bhat, 2008: 2).

Şekil 3.3’de servis mekanizmasının alt süreçleri toplu halde gösterilmiştir. Buna göre tek kanallı ve çok kanallı servis birimlerinde hizmetler tek aşamada ya da birden fazla aşamada tamamlanabilir. Ayrıca hizmete alım kuralı (kuyruk disiplini) çeşitleri de görülmektedir. Bu konuya ileride değinilecektir.

### Şekil 3.3: Servis Mekanizması



**Kaynak:** Murthy (2007: 451)

**Sistem Kapasitesi:** Bir sistem sonlu veya sonsuz kapasitede olabilir. Sonsuz kapasiteye sahip bir sistemde servis noktasının önünde oluşan kuyruk herhangi bir uzunlukta olabilir. Buna karşın bekleme alanının kapasitesinin sınırlı olduğu durumlarda sistem dolduğu anda bir sonraki geliş engellenir ya da kaybedilir. Sistem sonsuz veya sonlu kapasiteli oluşuna göre *bekleme (delay) sistemi* ya da *kayıp (loss) sistem* olarak adlandırılır. Eğer sistem sonlu kapasitede ise servis görenler dışındakiler servis alanı sayısına göre belirlenir (Medhi, 2003: 49).

**Kuyruk Disiplini:** Sisteme gelen ve servis görmek için bekleyen müşterilerden seçilenlerin sırasını ifade eden kuyruk disiplini, kuyruk sistemlerinin analizinde önemli bir faktördür. Yaygın olarak kullanılan kuyruk disiplini İlk Gelen İlk Hizmet Görür (İGİHG) veya İngilizce ifadeleriyle *First in First out (FIFO)* ya da *First Come First Service (FCFS)* disiplini (Taha, Çev.: Baray ve Esnaf, 2000: 599). Kuyruk disiplini seçilecek bir sonraki müşterinin hangi kurala göre servise alınacağını ifade eder (Allen, 1990: 257).

Müşteriler kuyrukta bekledikleri sırada servis görmek üzere kuyruk disiplininin türüne göre çağrılırlar. Çeşitli kuyruk disiplinleri mevcuttur. Belli başlı kuyruk disiplinleri aşağıda verilmiştir (Murthy, 2007: 455).

- ❖ *FIFO* ya da *FCFS* (İlk giren ilk çıkar-First In First Out)
- ❖ *LIFO* ya da *LCFS* (Son giren ilk çıkar-Last In First Out)

- ❖ *SIRO* (Rassal sıralı servis-Service In Random Order)
- ❖ *PRI* (Öncelik Sırasına Göre Servis - Service by Priority)

*FIFO* kuyruk disiplini müşterilere öncelik vermeden geliş sıralarına göre hizmet verilmesini sağlar. Bu disiplin en sık kullanılan kuyruk disiplindir. Genelde kuyruk sistemi analizlerinde, servise alımların *FIFO* disiplinli olduğu varsayılır (Hock ve Hee, 2008: 48).

*LIFO* disiplini ise *FIFO* disiplininin tersidir. Yani sisteme en son gelen müşteri servise alınır. Örneğin, on kişilik bir asansöre dokuz kişinin bindiğini bir kişinin ise asansörün kapısının kapanmak üzereyken geldiğini düşünelim. Asansöre en son binen kişi, asansördeki diğerlerinin hepsinin aynı kata çıktığını veya indiğini varsaydıığımızda, asansörden çıkacak ilk kişi olacaktır (Winston, 2003: 1060).

*SIRO* disiplinine göre ise sisteme gelen tüm müşterilerin servise alınma olasılıkları aynıdır. Servise alım mevcut müşteriler içinden rastsal olarak yapılır (Allen, 1990: 257-258).

*PRI* disiplinine göre müşteriler, hizmete alınmadan önce, önceliklerine göre belirli sınıflara ayrılır. Bunlar yüksek öncelikten düşük önceliğe kadar sıralanmış sınıflardır. *PRI* disiplinine sahip kuyruk sistemlerinde iki temel öncelik disiplini vardır. Bunlar, *yüksek öncelikli (preemptive)* ve *normal öncelikli (not preemptive) disiplin* olarak adlandırılırlar. Eğer bir müşteri yüksek öncelik özelliğine sahip bir sınıftan geliyorsa bu müşteri preemptive disiplinine göre, o anda işlem gören başka bir müşteri varsa işlemi kesilerek, hizmete alınır. Normal öncelik disiplininde ise hizmeti süren müşterinin işlemi kesilmez, işlem biter bitmez öncelikli müşteri, diğerleri (düşük öncelikli) beklerken, hizmete alınır (Hock ve Hee, 2008: 48).

### **3.3. Kuyruk Sistemlerinin Denge ya da Kararlılık Durumu (Steady State)**

Bir kuyruk sistemi, müşterilerin sisteme geliş oranının servis oranından küçük ve her iki oranında sabit olduğu durumlarda kararlı haldedir. Aynı zamanda kuyruğun

başlangıç durumundan bağımsızdır (Murthy, 2007: 456).  $X(t)$ ,  $t$  anında sistemde bulunan müşteri sayısı ise  $P_n (n \geq 0)$  şöyle ifade edilir:

$$P_n = \lim_{t \rightarrow \infty} P\{X(t) = n\} \quad 3.1$$

$P_n$  uzun dönem olasılığında sistemde tam olarak  $n$  müşteri bulunma olasılığını ifade eder. Bu durumdaki olasılığa kararlı hal olasılığı denir. Örneğin  $P_0 = 0,3$  ise, uzun vadede sistem zamanın yüzde otuzu oranında boş kalacaktır. Aynı şekilde  $P_1 = 0,2$  ise sistem, zamanın %20'si oranında bir müşteri içerir (Ross, 2007: 496).

Başka bir anlatımla, sabit bir durumda bulunan sürecin olasılık dağılımı  $j$  ile ifade edilirse geniş bir geçiş (olaylar arası) sürecinden sonra bu değer, başlangıç durumunda ki olasılık dağılımından bağımsız olarak,  $\pi_j$  değerine doğru bir eğilim gösterir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, kararlı hal durumlarının olasılıkları tek bir durum içinde sürekli kalmaz. Diğer taraftan süreç bir durumdan diğer duruma doğru geçişlere devam ederken bu geçişlerin herhangi bir adımında  $i$  durumundan  $j$  durumuna geçiş olasılığı sabittir ve  $p_{ij}$  olarak ifade edilir. Özetle kararlı hal durumları sistemin zamandan bağımsız olarak hareket ettiği durumlarda geçerlidir (Murthy, 2007: 456).

### 3.3.1 Kararlılık Durumu Performans Ölçüleri

Kararlı haldeki kuyruk sistemlerinde en sık kullanılan performans ölçütleri aşağıdaki gibi tanımlanır:

- ❖  $L_s$ = sistemdeki beklenen eleman sayısı,

$$L_s = \sum_{n=1}^{\infty} np_n \quad 3.2$$

- ❖  $L_q$ = kuyruktaki beklenen eleman sayısı,

$$L_q = \sum_{n=c+1}^{\infty} (n - c)p_n \quad 3.3$$

- ❖  $W_s$ = sistemdeki beklenen bekleme süresi,

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} \quad 3.4$$

❖  $W_q$ = kuyruktaki beklenen bekleme süresi,

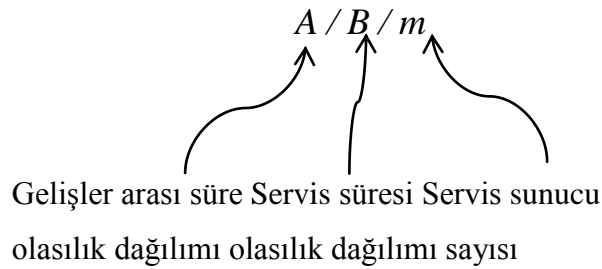
$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad 3.5$$

- ❖  $\lambda$  geliş oranı (birim zamanda geliş sayısı)
- ❖  $s/ c/ m$  servis kanalı sayısı.

### 3.4. Kendall – Lee – Taha Nütasyonu (Simgelemesi)

David George Kendall 1953 yılında yayınladığı makale ile kuyruk sistemlerini simgelerle ifade eden ilk kişi olmuştur. Bu makaleden sonra kuyruk sistemleri araştırmalarında Kendall'ın kendi adıyla ifade edilen ve Kendall Nütasyonu olarak bilinen simgeleme yöntemi sıklıkla kullanılmıştır. Şekil 3.4'te bu nütasyonu ifade eden gösterim verilmiştir (Hall, t.y., 31-32).

#### Şekil 3.4: Kendall Nütasyonu



**Kaynak:** Hall,t.y., s. 31

Buradaki  $A$  ve  $B$  harflerinin yerine genellikle aşağıdaki semboller kullanılır (Bolch, Greiner, Meer ve Trivedi, 2006: 242):

$M$ , Üstel Dağılım

$E_k$ ,  $k$  aşamalı Erlang Dağılımı

$H_k$ ,  $k$  aşamalı Hiper-Üstel Dağılım

*Ck*, k aşamalı Cox Dağılımı

*D*, Deterministik Dağılım, gelişler arası süre ve servis süresi sabittir.

*G*, Genel Dağılım

*GI*, Bağımsız gelişler arası süreli genel dağılım

Kendall'ın bu nütasyonu daha sonra 1966 yılında A. Lee ve 1968 yılında ise Hamdy A. Taha tarafından geliştirilmiş ve Lee 4. ve 5. Taha ise 6. sembolü eklemiştir. Örneğin gelişler arası sürenin ve servis süresinin üstel dağılımlı, servis kanalı sayısının tek, sisteme ilk gelenin ilk hizmet gördüğü, bekleme alanının sadece  $N$  sayıda müşterinin alınmasına imkan tanıdığı ve geliş kaynağının sonsuz büyüklükte olduğu bir sistem  $M/M/1/FCFS/N/\infty$  şeklinde altı harf, simge veya sembolle modellenir (Sevgin, 2000; Adan ve Resing, 2001: 24).

Kuyruk modellemesi yapılırken genelde kuyruk uzunluğunun veya bekleme alanının sonsuz ve kuyruk disiplininin *FIFO* kuyruk disiplinli olduğu varsayılır. Bu nedenle çoğu durumda bu simgeleme yöntemindeki ifadelerden sadece ilk üçü kullanılır. Örneğin,  $M/M/1$  ifadesinden kuyruk modelinin, kuyruk uzunluğunun sonsuz ve *FIFO* disiplinli bir kuyruk modeli olduğu anlaşılmalıdır (Hock ve Hee, 2008: 50).

Tablo 3.1'de çeşitli kuyruk teorisi modellerinde kullanılan dağılımlarının ve kuyruk disiplinlerinin nütasyonları listelenmiştir.

**Tablo 3.1: Kuyruk Modeli Notasyonları**

Kuyruk Karakteristiği	Sembol	Anlam
Gelişler arası süre ya da Servis Süresi	D M $E_k$ G	Deterministik Üstel Dağılım k evreli Erlang Dağılımı ( $k=1,2,..$ ) Diğer Dağılımlar
Kuyruk Disiplini	FIFO LIFO SIRO PRI GD	İlk Giren İlk Çıkar Son Giren İlk Çıkar Rastsal Sıralı Hizmet Öncelikli Sıralama Diğer özel sıralamalar

**Kaynak:** Bronson (1982: 268)

### 3.5. İstatistiksel Dağılımlar

Bu bölümde istatistikte ve kuyruk teorisi uygulamalarında, özellikle servis sürelerinin ve gelişler arası süreler ile geliş sayılarının hangi dağılıma uyduğu konusunun önemli olması bakımından, en çok kullanılan dağılımlara yer verilmiştir.

#### 3.5.1. Bernoulli (Binom) Dağılımı

İki olası sonucu olan rastsal denemeleri dikkate alır. Bir madeni paranın atılmasının, iki olası sonucu (yazı, tura) olması gibi. Burada  $X$ , deneme başarıyla sonuçlanırsa  $1$ , aksi halde  $0$  değerini alır.  $X$ ' in  $0$  ve  $1$  değerleri için olasılık fonksiyonu aşağıdaki gibiyse Bernoulli dağılımına uyduğu söylenir (Newbold, 2009: 142).

$$P(X = 0) = 1 - p \text{ ve } P(X = 1) = p, \quad 0 < p < 1 \quad \mathbf{3.7}$$

#### 3.5.2. Binominal Dağılım

Bu dağılım, birbirinden bağımsız, ardışık ve  $n$  sayıda, Bernoulli denemesinin  $n$  tane başarı sayısını, başarılı sonuçların olasılığı  $p$ , başarısızlık olasılığı  $1-p=q$  olacak şekilde verir. Eğer  $S_n$ ,  $n$  tane Bernoulli denemesinin başarı sayısı ise  $S_n = X_1 + \dots + X_n$ , şeklinde ifade edilir. Aşağıdaki genişletilmiş fonksiyon  $S_n$ 'nin binominal dağılıma sahip olduğunu göstermektedir (Cooper, 1981: 34).

$$P\{S_n=k\} = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} \quad (k=0,1,\dots,n) \quad \mathbf{3.8}$$

#### 3.5.3. Geometrik Dağılım

Burada rastsal değişken  $X$ ,  $p$ ' nin başarı olasılığını gösterdiği bağımsız Bernoulli denemelerinin, ilk başarılı denemeye kadar ki gerekli sayısını gösterir.  $X$ ' in  $k$ ' ya eşit olması için,  $k-1$  tane ardışık başarısızlık ve  $k$  tane bağımsız Bernoulli deneme içinde bir başarı olmalıdır. Bu nedenle dağılım (Zukerman, 2011: 14),

$$P(X = k) = (1 - p)^{k-1}p \quad (k = 0, 1, \dots, n)$$

3.9

şeklinde ifade edilir.

#### 3.5.4. Poisson Dağılımı

Bu olasılık dağılımı Fransız matematikçi Simeon D. Poisson tarafından geliştirilmiştir. Bu dağılım sayısı dört ya da beş tane olan en önemli istatistiksel dağılımlardan biridir. Bu öneme sahip olmasının nedenlerinden biri, birçok doğal ve deneysel olayların bu dağılımla açıklanabilmesidir (Allen, 1990: 115).

Bu dağılıma göre  $X$  rastsal değişkeni belli bir zaman aralığında ve sabit oranda meydana gelen olayların sayısını ifade eder (Allen, 1990: 115).

Aşağıdaki örnekler Poisson dağılımla açıklanabilen olaylara ilişkindir (Gürsakal, 2001: 405).

- ❖ Bir santralde bir saat içinde yapılan konuşma sayısı,
- ❖ Bir fabrikada bir ayda meydana gelen iş kazası sayısı,
- ❖ Bir kitaptaki yanlış basılan sayfa sayısı,

Poisson dağılımı aynı zamanda, bir servis noktasına gelişlerin birim zamandaki dağılımını tespit etmek için de kullanılmaktadır. Eğer ortalama geliş oranı zamana bağlı olarak değişmiyorsa gelişlerin Poisson dağılımına uyduğu söylenir. Pratikte gelişler saate, güne veya yıla bağlı olarak değişebilir. Oysa Poisson dağılımı oldukça homojen periyotlar için kullanılmaktadır (Forbes, Evans, Hastings ve Peacock, 2011: 152).

Poisson dağılımı şu şekilde hesaplanır;

$m$ , 0 ile  $\infty$  arasında sabit bir sayı,

$X$ , 0, 1, 2, ... değerlerini alan rastsal bir değişkendir.



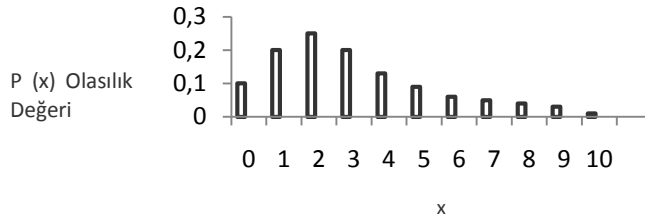
$P(x)$ ,  $X$ ' in  $0, 1, 2, \dots$  değerleri için olasılık değeridir.

Rastsal değişken  $X$  Poisson dağılımına uyuyorsa;

$$P(x) = \frac{e^{-\mu} \mu^x}{x!} \quad (x = 0, 1, 2, \dots) \quad \mathbf{3.10}$$

şeklinde formüle edilir. Grafik 3.1'de Poisson dağılımının grafiksel gösterimi verilmiştir.

### Grafik 3.1: Poisson Dağılımı



**Kaynak:** Blumenfeld (2009: 25)

$X$  rastsal değişkeninin kümülatif dağılım fonksiyonu ise;

$$P(x) = \sum_{i=0}^k \frac{e^{-\mu} \mu^i}{i!} \quad (k = 0, 1, 2, \dots) \quad \mathbf{3.11}$$

şeklindedir (Krishnamoorthy, 2006: 71).

### 3.5.5. Tekdüze (Uniform ya da Rectangular) Dağılım

Dağılım aralığında bulunan her değer için meydana gelme olasılığı eşittir. Bu dağılım tekdüze rastsal sayılar tarafından oluşturulur. Bu dağılım, rastsal sayılar üretmek amacıyla, diğer istatistiksel dağılımlara göre daha sık kullanılır (Forbes vd., 2011: 176). Sürekli rastsal değişken  $X$ ' in tekdüze dağılıma uygunluğu, yukarıda da değinildiği gibi,  $a$  ile  $b$  arasında ve yoğunluk fonksiyonu

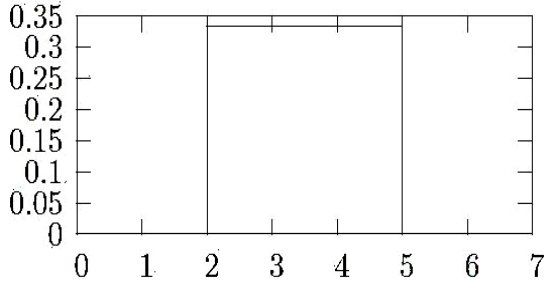
$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & a < x < b \text{ için} \\ 0 & \text{Değilse} \end{cases} \quad 3.16$$

ise sağlanmış olur (Allen, 1990: 115; Karian ve Dudewicz, 2011: 82). Kümülatif dağılım fonksiyonu ise aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$F(x) = \frac{x-a}{b-a}, a \leq x \leq b \quad 3.17$$

Bu dağılım, grafik üzerindeki şekli dikdörtgen olduğundan, *dikdörtgen (rectangular) dağılım* olarak da adlandırılmaktadır (Grafik 3.2). Ayrıca  $a$  ile  $b$  aralığındaki bir tekdüze dağılım tekdüze ( $a, b$ ) şeklinde ifade edilir (Krishnamoorthy, 2006: 115).

**Grafik 3.2: (2,5) aralığında olasılık yoğunluk fonksiyonu dağılımı**



**Kaynak:** Krishnamoorthy (2006:115)

### 3.5.6. Normal Dağılım

Ortalaması  $\mu$  standart sapması  $\sigma$  olan rastsal değişken  $X$ ' in olasılık yoğunluk fonksiyonu (Grafik 3.7),

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right], \quad -\infty < x < +\infty, \quad -\infty < \mu < +\infty, \quad \sigma > 0 \quad 3.18$$

ya da

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}, \quad -\infty < x < +\infty \text{ için} \quad 3.19$$

formülleri ile hesaplanır.

Bu dağılım genelde  $N(\mu, \sigma^2)$  şeklinde gösterilir. Kümülatif dağılım fonksiyonu (Grafik 3.8) ise,

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt, \quad -\infty < \mu < +\infty \text{ için} \quad \mathbf{3.20}$$

şeklindedir.

Ortalaması 0, standart sapması 1 olan normal rastsal değişken, *standart normal rastsal değişken* olarak adlandırılır ve kümülatif dağılım fonksiyonu  $F(z)$  Formül 3.21'deki gibi ifade edilir. Eğer  $X$ , ortalaması  $\mu$ , standart sapması  $\sigma$  olan normal bir rastsal değişken ise

$$P(X \leq x) = P\left(Z \leq \frac{x-\mu}{\sigma}\right) = \int_{-\infty}^{\frac{x-\mu}{\sigma}} \exp(-t^2/2) dt = F\Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) \quad \mathbf{3.21}$$

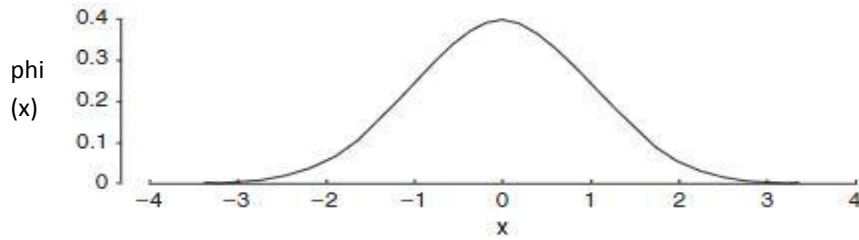
Burada ortalama  $\mu$  konum parametresi, standart sapma  $\sigma$  ise ölçek parametresidir. Normal dağılım, bir popülasyon veya denemeden örneklem modellemesi için en çok yararlanılan dağılımdır (Krishnamoorthy, 2006: 115; Stapleton, 2008: 111).

Normal dağılımda birer ortalama türleri olan aritmetik ortalama, mod ve medyan birbirine eşittir. Normal dağılım fonksiyonu, düzgün, simetrik ve çan biçimindedir. Pratikte pek çok uygulaması olan bir dağılımdır. Olaya özgü olasılıkların dağılımlarını gerçeğine son derece yakın bir şekilde simgeler (Tütek ve Gümüşoğlu, 2008: 54-55). Örneğin bir öğrenci topluluğunun sınava girdiği düşünülürse, bu öğrencilerin sınav notlarının büyük bir bölümü ortalama dolayında olacak, bazıları ise bu ortalama notun altında ve üstünde olacak şekilde dağılacaktır. Yani notlar ortalama da doruğa çıkan uçlara gittikçe azalan bir olasılık yoğunluk fonksiyonunu göstermektedir.

Bu dağılımda aritmetik ortalama, mod ve medyan eşittir. Bir dağılımın normal dağılım gösterebilmesi için gözlemlerin ortada yani ortalama etrafında toplanması gerekir (Nakip, 2006: 221).

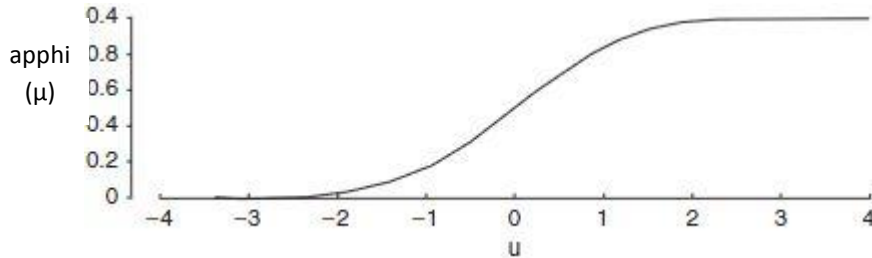
Grafik 3.3 ve 3.4’de, standart normal yoğunluk dağılımı ve standart normal kümülatif dağılım görülmektedir.

**Grafik 3.3: Standart Normal Yoğunluk**



**Kaynak:** Stapleton (2008: 112)

**Grafik 3.4: Standart Normal Kümülatif Dağılım**



**Kaynak:** Stapleton (2008:112)

Normal dağılımın bazı önemli özellikleri mevcuttur (Tütek ve Gümüšoğlu, 2008: 54-55);

1. Normal dağılım eğrisinin altındaki alanın %68’i ortalamanın,  $\pm 1$  standart sapma içerisindedir.

$$P[(\mu - 1\sigma) \leq X \leq (\mu + 1\sigma)] = 0,68$$

**3.22**

2. Normal dağılım eğrisinin altındaki alanın yaklaşık %96'sı ortalamanın  $\pm 2$  standart sapma içerisindedir.

$$P[(\mu - 2\sigma) \leq X \leq (\mu + 2\sigma)] = 0,96 \quad 3.23$$

3. Normal dağılım eğrisinin altındaki alanın yaklaşık %99'u ortalamanın  $\pm 3$  standart sapma içerisindedir.

$$P[(\mu - 3\sigma) \leq X \leq (\mu + 3\sigma)] = 0,99 \quad 3.24$$

### 3.5.7. Üstel dağılım

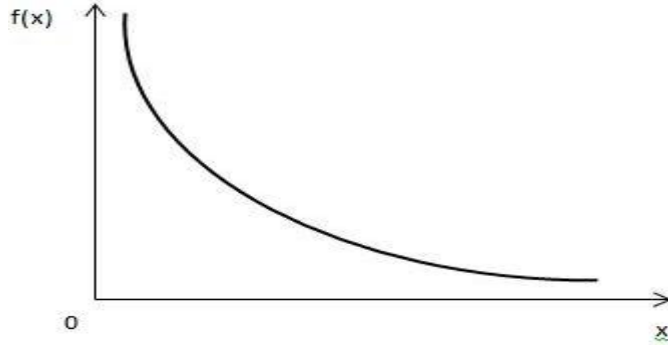
Genelde kuyruk durumlarının oluşumu rastsallık özelliği gösterir. Yani kuyruk, müşteri gelişlerinin rastgele olması sonucu oluşur. Rastsallık bir olayın oluşumunun, bir sonraki olayın oluşumundan zaman açısından bağımsızlığını ifade eder. Rastsal gelişler arası süre ve hizmet süreleri, kuyruk modellemesi yapmak amacıyla kantitatif olarak üstel dağılımla ifade edilir (Taha, 2000: 601).

Rastsal değişken  $T^r$  nin üssel dağılıma sahip olduğunu söyleyebilmemiz için  $\lambda > 0$  ve yoğunluk fonksiyonu  $t > 0$  için ,

$$f(t; \lambda) = \lambda e^{-\lambda t} \quad 3.25$$

olması gerekir (Stapleton, 2008: 85). Kümülatif dağılım fonksiyonu ise  $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$  şeklindedir (Stallings, 2000: 15). Grafik 3.5'te bir üstel dağılıma sahip x rastsal değişkenin olasılık dağılım fonksiyonu görülmektedir.

### Grafik 3.5: Üstel Dağılım



**Kaynak:** Newbold (2009: 235)

**Unutkanlık Özelliği:**  $t, f(t)$  ile tanımlandığı gibi üstel dağılmış ise  $S$ , son olayın gerçekleşmesinden itibaren geçen süre olarak alınırsa unutkanlık özelliği aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$\{P(t > T + S) | t > S\} = P(t > T) \quad 3.26$$

Üstel dağılımın Poisson dağılımla ilişkisi vardır. Bir olayın gerçekleşme olasılığı ortalaması  $\lambda$  olan bir Poisson dağılımına uyuyorsa, bu olayın, artarda gerçekleşmeleri arasındaki zamanın da, ortalaması  $\mu = 1 / \lambda$  olan bir üstel dağılıma uyduğu gözlenebilir (Newbold, 2009: 235).

#### 3.5.8. Erlang Dağılımı

Rastsal değişken  $X'$  in,  $\lambda$  pozitif reel sayı ve  $k$  pozitif tamsayı olmak üzere,  $x > 0$  için olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f_X(x) = \frac{\lambda^k x^{k-1} e^{-\lambda x}}{(k-1)!}, \quad 3.29$$

ise  $X$  rastsal değişkeni Erlang dağılıma sahiptir denir (Zukerman, 2011: 21). Erlang dağılımı birkaç üstel dağılımın toplamıdır. Bu dağılım bekleme sürelerinin ve telefon hatlarındaki konuşma sürelerinin dağılımına yönelik olarak geliştirilmiştir. Eğer bireysel aramalara ilişkin süreler (konuşma süresi) üstel dağılım gösteriyorsa, ardışık aramalara ilişkin süreler Erlang dağılım gösterir (Forbes vd., 2011: 84).

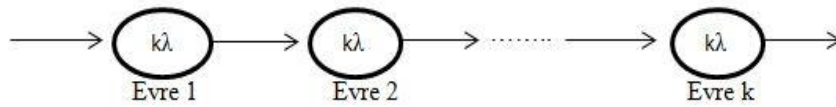
Erlang dağılımı, aynı zamanda, sürekli dağılımların bir diğer çeşidi olan gama dağılımında,

$$\sum_{k=a}^{\infty} \frac{e^{-\frac{x}{b}} \left(\frac{x}{b}\right)^k}{k!} \quad 3.30$$

ifadesindeki  $a$  ya da  $k$  parametresinin pozitif tamsayı olduğu durumlardır (Krishnamoorthy, 2006: 185-186). Kuyruk teorisinde genellikle gama dağılımı Erlang dağılımı olarak ifade edilir (Bhat, 2008: 2).

Erlang dağılımında fonksiyon ifade edilirken kullanılan  $k$  harfi seri halindeki üstel evreleri ifade etmektedir (Şekil 3.5).

**Şekil 3.5: Erlang dağılıma sahip rastsal değişken**



**Kaynak:** Bolch vd. (2006:23)

### 3.5.9. Poisson Dağılımı ve Üstel Dağılım Arasındaki İlişki

Yaygın olarak kullanılan çoğu stokastik kuyruk modeli, gelişler arası sürenin ve servis süresinin üstel dağılım ya da/aynı şekilde geliş oranının ya da servis oranının Poisson dağılım gösterdiğini varsayar (Gross ve Harris 1998: 16).

Eğer  $t$  süresince geliş sayısı  $\lambda t$  parametrelili Poisson dağılım gösteriyorsa  $\lambda$  parametrelili gelişler arası süre üstel dağılımlıdır.

Bir kesikli rastsal değişken olan  $N$ ,  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$  için  $\lambda$  parametrelili Poisson dağılıma sahip ise,

$$P(N = n) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^n}{n!}, \quad (n = 0, 1, 2, \dots) \quad 3.31$$

$N_t$ ,  $t$  süresince meydana gelen gelişlerin sayısını ifade ediyorsa,

$$P(N_t = n) = \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^n}{n!}, \quad (n = 0, 1, 2, \dots) \quad 3.32$$

Gelişlerin üstel dağılıma sahip olabilmesi için gereken varsayımlar şunlardır (Winston, 2003: 1063-1064),

- ❖ Gelişler arası süreler birbirlerinden bağımsızdırlar (Örneğin 1 ile 10 zaman aralığındaki gelişlerin 30 ile 50 aralığındaki gelişlerle ilişkisi yoktur).
- ❖ Basit  $\Delta t$  için (ve  $t$ ' nin herhangi bir değeri )  $t$  ile  $t+\Delta t$  aralığında bir geliş olma olasılığı  $\lambda \Delta t + o(\Delta t)$  şeklinde hesaplanır. Burada  $o(\Delta t)$  ifadesinin herhangi bir nicel değişken için karşılığı  $\lim_{\Delta t} \frac{o(\Delta t)}{\Delta t} = 0$  şeklindedir.

Bununla birlikte  $t$  ile  $t+\Delta t$  aralığında hiçbir geliş olmama olasılığı  $1 - \lambda \Delta t + o(\Delta t)$  ve yine  $t$  ile  $t+\Delta t$  aralığında birden fazla geliş olma olasılığı  $o(\Delta t)$  olur (Winston, 2003: 1063-1064).

Eğer 1 ve 2 numaralı varsayımlar geçerli ise,  $N_t$ ,  $\lambda t$  parametrelili, Poisson dağılımına sahip ve gelişler arası süre  $\lambda$  parametrelili üstel dağılıma uyuyorsa;  $a(t) = \lambda e^{-\lambda t}$  eşitliği ortaya çıkar. Bu ifadeden anlaşılması gereken, eğer geliş oranı sabit, yığın gelişlere rastlanmıyor ve önceki gelişler sonraki gelişleri etkilemiyorsa, gelişler arası sürenin  $\lambda$  parametrelili üstel dağılımlı ve  $t$  süresi boyunca gelişlerin  $\lambda t$  parametrelili Poisson dağılımlı olduğudur (Winston, 2003: 1063-1064).

Aynı zamanda bir sistemin servis zaman dağılımı üstel ise sistemin hizmet ettiği müşteri sayılarının Poisson bir dağılım gösterir. Başka bir ifade ile eğer hizmet edilen müşteriler, ortalaması  $\mu$  olan bir Poisson dağılım gösteriyorsa müşterilere sunulan servis zamanları ortalaması  $1/\mu$  olan üstel bir dağılım gösterir. Çünkü üstel dağılım Poisson dağılımın bir ürünüdür (Sarıaslan, 1986: 65).



### 3.6. Kuyruk Teorisinde Performans Ölçüleri

Kuyruk modellerinin analizinde kullanılan performans ölçütleri çeşitli kaynaklarda farklı şekillerde ifade edilmiş olmalarına rağmen temelde hepsi aynı durumu ifade eder. Burada bu kaynaklardan bir kaçına ait bilgilere yer verilecektir.

İlgili performans ölçümüne ilişkin olarak yararlanılan değişkenler aşağıda belirtilmiştir (Adan ve Resing, 2001: 25):

- ❖ Bekleme süresinin ve sistemde geçirilen sürenin dağılımları. Sistemde geçirilen süre, bekleme süresi ile servis süresinin toplamıdır.
- ❖ Sistemdeki müşteri sayısının dağılımı (*including or excluding the one or those in service*)
- ❖ Sistemdeki iş yükü miktarının dağılımı. Bu bekleyen müşterilerin servis süreleri ile servis alan müşteriden artan servis süresinin toplamıdır.
- ❖ Servis istasyonunun meşgul süresinin dağılımı. Bu süre servis istasyonunun devamlı suretle çalıştığı zamanı içerir.

Bunların içinden özellikle temel performans ölçekleri (ortalama bekleme süresi, sistemde geçirilen ortalama süre v.b.) olarak kabul edilenler, sistem performansının anlaşılması açısından daha önce yapılan veya yapılacak çalışmalarda üzerinde fazlaca durulması gereken ölçeklerdir.

Kararlı haldeki (steady-state) bir kuyruk sisteminin performans ölçekleri (Bronson, 1982: 273-274);

$L$ = sistemdeki ortalama müşteri sayısı

$L_q$ = ortalama kuyruk uzunluğu

$W$ = bir müşterinin sistemde harcadığı ortalama süre

$W_q$ = bir müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama süre

$W(t)$ =bir müşterinin sistemde t birimden fazla harcadığı sürelerin olasılığı

$W_q(t)$ = bir müşterinin kuyrukta t birimden fazla harcadığı sürelerin olasılığı

şeklinde özetlenebilir. Bundan önceki bölümlerde de açıklandığı gibi burada ki ilk dört ölçek, birbirleri ve Little Formülü ile ilişkili olup bu ilişkiler aşağıdaki formüllerle ifade edilirler;

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \quad 3.33$$

$$L = \bar{\lambda} W \quad 3.34$$

$$L_q = \bar{\lambda} W_q \quad 3.35$$

**Kuyruk Uzunluğu:** Kuyruk uzunluğu hizmet görmek için belirli bir alanda bekleyen müşteri sayısını ifade eder. Kuyruk sisteminin bu özelliği birçok durumda sistemin ne kadar etkin çalıştığının bir göstergesidir. Müşteri açısından uzun kuyruklar olumsuz bir gösterge olsa dahi bu durum tüm olaylar için genellenemez (Alfa, 2010: 80-81).

**Kayıp Olasılığı:** Müşterilerin bekleme alanları yeteri kadar geniş değil ise yeni gelen müşteriler bekleme alanının dolu olduğu durumlarda hizmet alamadan geri dönmek zorunda kalabilirler. Bu tip müşteriler genelde kayıp müşteriler olarak kabul edilir ve zaman içerisinde tekrar sisteme geri gelecekleri düşünülür (Alfa, 2010: 80-81).

**Bekleme Süresi:** Bekleme süresi müşterinin sisteme gelmesi ve hizmet almaya başlaması arasında geçen süredir. Bu özellik çoğu müşteri tarafından birçok sistemde önemli bir performans göstergesi olarak görülür. Bu nedenle bekleme süresinin uzun olması müşteriler tarafından olumsuz bir gösterge olabilir (Alfa, 2010: 80-81).

**Sistem Süresi:** Bu kısaca bekleme süresi ile servis süresinin toplamı olarak ifade edilebilir. Bu özellik de müşteri tarafından, preemptive sistemler hariç, bekleme süresinde olduğu gibi algılanır (Alfa, 2010: 80 - 81).

**İş Yüğü:** Servis için bekleyen müşteri sayısını ya da sistemdeki müşterilerin hizmetlerinin yerine getirilebilmesi için ne kadarlık bir zamana ihtiyaç olduğunu ifade eder. Normal olarak sistemde müşteri olmadığı durumlarda iş yükü sıfırdır. İş yükü, sistemde bekleyen müşterilerin süreçlerinin tamamlanması için ne kadarlık bir zamana ihtiyacın olduğunu ve işlemi devam eden bir müşterinin servis süresinin toplamı ile tüm bekleyen müşterilerin servis sürelerinin toplamını gösterir (Alfa, 2010: 80-81).

**Meşgul Süre:** Kuyruk sisteminde hizmet için bekleyen müşteri sayısının sıfırlanmasından sonra servise başlayan bir hizmet biriminin, kuyruğun tekrar boşalmasına kadar geçirdiği süredir. Bu özellik tüm kaynakların eksiksiz ve etkin bir şekilde kullanımını içerir. Dolayısıyla bir servis kanalının mümkün olduğunca çalışır durumda olması istenen bir durumdur. Bu durum servis kanalının meşgul durumda bulunma olasılığının yüksek olmasını gerektirir (Alfa, 2010: 80-81).

**Aylak Süre:** Bu zaman ölçüsü, son müşterinin hizmetinin tamamlanmasından sonra servisin tekrar başlamasına kadar (*genellikle ilk müşterinin gelişi*) işlemsiz geçen süreyi ifade eder. Bu sürenin uzun olması nedeniyle kaynakların kullanılamaması büyük kaynak maliyetlerine neden olur. Bu nedenle servis birimleri aylak sürenin mümkün olduğunca kısa tutulmasını sağlamaya çalışır (Alfa, 2010: 80-81).

**Sistemden Ayrılış Süresi (Servis Tamamlanma Süreci):** Tek servis kanallı sistemlerde müşterilerin hizmetlerinin tamamlanması ve sistemden ayrılışını ifade eder. Bu ölçek müşterinin zaman kısıtı olduğu durumlarda ve farklı bir hizmet için yeni bir kuyruğa girmesi gereken durumlarda önemlidir. Tek kanallı bir kuyruk sisteminin servis birimi, servis akışı yönünde yer alan diğer bir kuyruk için müşteri kaynağı durumunda ise servis tamamlanma süreci diğer kuyruk için geliş süreci olarak düşünülebilir. Buradaki servis tamamlanma sürecinin karakteristiği, akış tipli kuyruk sistemleri için performans göstergesidir (Alfa, 2010: 80-81).

Performans ölçeklerini etkileyen birçok faktör mevcuttur. Bunlardan bazıları servis birimi tarafından belirlenirken, bazıları da müşteriler tarafından belirlenmektedir. Servis birimi bir kuyruk sisteminin oluşmasını sağlayan parçaların neler olduğunu belirtir. Örneğin aşağıdaki etmenlerin belirlenmesinde rol alır (Alfa, 2010: 82):

1. *Servis birimi sayısı:* Birbirine paralel çok sayıda servis istasyonunun olması servis hizmetinin daha etkin ve hızlı verilmesini sağlarken, servis istasyonu maliyetlerinin de artmasına neden olur.
2. *Kuyruk disiplinin türü:* FIFO, LIFO, RS, PR v.b . Bu özellik sisteme gelen müşterilerin hangi kurala göre servis göreceğinin belirlenmesi açısından önemlidir.
3. *Bekleme alanının genişliği:* Bekleme alanının geniş olması müşteri kaybetme olasılığını azaltır fakat bekleyen müşterilerin bekleme sürelerinin artmasına neden olur.

### 3.7. Little Kuramı

Geliş oranı  $\lambda$ , ortalama kuyruk uzunluğu  $L$  ve ortalama bekleme süresi  $W$  ile denge durumundaki bir kuyruk sisteminde Little Kuramı,

$$L = \lambda W \quad 3.36$$

şeklinde ifade edilir (Little, 1961).

Bu kuram kuyruk teorisinin genel ve oldukça kullanışlı sonuçlarından birisidir. Aynı zamanda kuyruk teorisinin en önemli kuralıdır denilebilir. İlk defa 1961 yılında John D. C. Little tarafından ciddi şekilde ele alınmıştır (Cooper, 1981: 178; Dombacher, 2009: 24). John D. C. Little 1961 yılında yaptığı çalışma ile bu eşitliği kesin olarak kanıtlamıştır. Bu nedenle bu formülasyon çoğu kaynakta Little Kuramı ya da Yasası (Little's Law) olarak adlandırılır. Bu kuram kararlı haldeki (steady-state) kuyruk süreçlerinde uygulanır. Burada  $\lambda$  (geliş oranı) sisteme gelen tüm müşteriler için

sabittir. Eğer  $\lambda$  sabit değilse bunun yerine  $\bar{\lambda}$  (uzun dönem de yoğun gelişler için ortalama geliş oranı) kullanılır. Ayrıca bu formülasyonun bir sonucu olarak

$$L_q = \lambda W_q \quad 3.37$$

eşitliği ortaya çıkmaktadır.

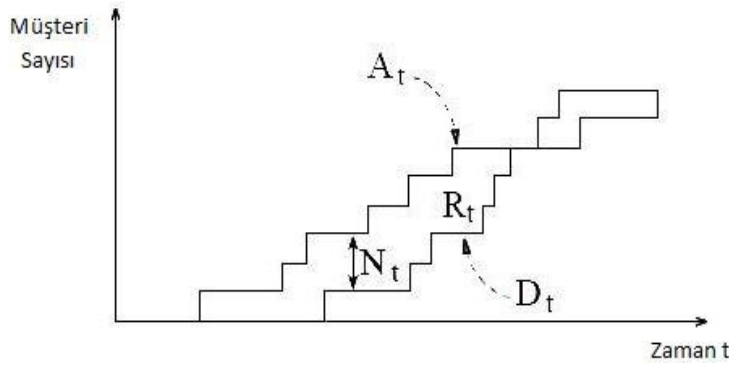
Ortalama servis süresinin ( $1/\mu$ ),  $n \geq 1$  için sabit olduğu varsayılırsa,

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \quad 3.38$$

eşitliği elde edilir (Hillier ve Lieberman, 2001: 840).

Görüldüğü gibi burada belirtilen dört temel değişken ( $L$ ,  $L_q$ ,  $W$ ,  $W_q$ ) birbirine sıkı sıkıya bağlıdır. Birinin değeri diğerinin değerini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle bu değişkenlerin birbiriyle olan ilişkisinin iyi anlaşılması kuyruk teorisinin hatasız uygulanabilmesi için son derece önemlidir. Grafik 3.6'da, Little kuramının grafiksel ifadesi yer almaktadır.

### Grafik 3.6: Little Kuramı



**Kaynak:** Dombacher (2009: 23)

Zamanın bir fonksiyonu olarak  $(0, t)$  aralığında gözlenen kuyruk sistemine gelen ve ayrılan müşterilerden, girenler  $A_t$  ile çıkanlar  $D_t$  ile ve sistemdeki müşteri sayısı  $N_t$  ile gösterildiğinde

$$N_t = A_t - D_t \quad 3.39$$

olur.

Geliş oranı

$$\lambda t = \frac{A_t}{t} \quad 3.40$$

olarak ifade edilir.

$A_t$  ile  $D_t$  arasındaki alanı ifade eden  $R_t$  ile sistemdeki ortalama müşteri sayısı  $L_t$  aşağıdaki gibi hesaplanabilir,

$$L_t = \frac{R_t}{t} \quad 3.41$$

$R_t$ , (0, t) zaman aralığındaki kümülatif bekleme süresi olarak alındığında, ortalama bekleme süresi  $W_t$  kümülatif bekleme süresi ile sisteme gelen müşteri sayısı  $A_t$  arasındaki oran olarak hesaplanabilir.

$$W_t = \frac{R_t}{A_t} \quad 3.42$$

Bu son üç formül birleştirildiğinde ise şu durum ortaya çıkar,

$$L_t = \frac{R_t}{t} = \frac{W_t A_t}{t} = W_t \lambda t \quad 3.43$$

Little kuramı sadece ortalama değerlere uygulanır, dağılımların tümüne uygulanamaz (Dombacher, 2009: 23-24).

### 3.8. Durum, Durum Değişkenleri ve Durum Uzayı Kavramları

Dinamik bir sistemin durumu, durum değişkeni olarak adlandırılan değişkenlerden oluşmuş en küçük kümedir, öyle ki sistemin  $t \geq t_0$ 'daki davranışı, bu değişkenlerin  $t = t_0$  anındaki değerleri ve girişin  $t \geq t_0$  anı için aldığı değerle birlikte tamamen belirlenir. Şunu da belirtmek gerekir ki durum kavramı asla fiziksel sistemlerle sınırlandırılmaz. Biyolojik ekonomik ve sosyal sistemler gibi sistemlere de uygulanabilir (Engin, 2011).

**Durum Değişkenleri:** Dinamik bir sistemin durumunu belirleyen değişkenlerin en küçük kümesini oluşturan elemanlara, sistemin durum değişkenleri denir. Eğer dinamik sistemin davranışını tamamen belirlemek için  $x_1, x_2, \dots, x_n$  gibi en az  $n$  tane değişkene ihtiyaç duyuluyorsa (öyle ki bir defaya mahsus  $t = t_0$  anındaki başlangıç durumu ve  $t \geq t_0$  anındaki giriş değeri verildiğinde, sistemin gelecekteki durumu tamamen belirlenebilsin) o halde bu  $n$  tane değişken durum değişkenleri kümesini oluşturur (Engin, 2011).

Belirtmek gerekir ki durum değişkenlerinin fiziksel olarak ölçülebilir ya da gözlenebilir büyüklükler olması da gerekmez. Fiziksel büyüklüklerle temsil edilemeyen ve ne ölçülebilir ne de gözlenebilir olmayan büyüklükler, durum değişkeni olarak seçilebilirler. Durum değişkenlerinin seçimindeki bu serbestlik, durum değişkenleri metotlarının avantajlarından biridir. Pratik anlamda konuşacak olursak, optimal kontrol yasaları bütün durum değişkenlerinin belli bir ağırlıkta geri beslemesini gerektirdiğinden, durum değişkenlerinin kolayca ölçülebilen büyüklüklerden seçilmesi uygun olur (Engin, 2011).

**Durum Uzayı:** Koordinat eksenleri,  $x_1, x_2, \dots, x_n$  eksenlerinden oluşmuş  $n$  boyutlu uzay, durum uzayı olarak adlandırılır. Herhangi bir durum, durum uzayında bir nokta ile temsil edilebilir (Engin, 2011).

$E$  kümesi  $X_0, X_1, X_2, \dots, X_t, \dots$  dizisindeki rastgele değişkenlerin alabileceği değerlerin kümesi, yani  $E = X_t(\Omega), t = 0, 1, 2, \dots$  olup, stokastik sürecin durum uzayıdır. Yani sürecin tüm durumlarının oluşturduğu küme durum uzayıdır ve  $E$  ile gösterilir (Engin, 2011).

### 3.9. Stokastik Süreçler

Modellerin özelliklerinden kaynaklanan belirsizlikler bizi kuyruk modellerinin temel yapı taşları olan rastsal değişkenlere yönlendirir. Ancak bir rastsal değişken bir rastsal olgu içerisindeki kantitatif (nicel) bir olayı gösterir. Kuyruk sistemlerinde ve zamanın (mekanın ya da diğer parametrelerin) yönetildiği diğer tüm sistemlerde, model her zaman sistemi temsil etmelidir. Bu durum zaman olgusunu temsil eden bir

dizi ya da grup rastsal değişkene ihtiyacımız olduğunu ifade eder.  $T$ 'nin bir dizi zamanı temsil ettiğini varsayalım. Zaman önceki bölümlerde de ifade edildiği gibi kesikli veya sürekli olabilir. Zamanı, sürekli olduğunda  $t \in T$  şeklinde ve kesikli olduğunda  $n \in T$  şeklinde gösteririz. Sonuçta grup (küme) rastsal değişkenler  $\{X(t), t \in T\}$  ya da dizi (sıra) rastsal değişkenler  $\{X_n, n \in T\}$  *stokastik süreç (stochastic process)* olarak adlandırılırlar (*Bir rastsal değişkenin değeri anlık fotoğraf olarak düşünülürse, stokastik süreç bir video kaydı olarak düşünülebilir*). Burada  $X(t)$  ya da  $X_n$  varsayılan değer olarak alındığı alanlar *durum uzayı (state space)* olarak adlandırılır.  $T$  ise *parametre uzayı* olarak ifade edilir (Bhat, 2008: 23). Basitçe bir stokastik süreç, ampirik bir sürecin (*bu süreç genelde zamandır*) göstergeler dahilinde değişimlerini olasılıklı kuvvetlere göre tanımlayan matematiksel bir modeldir (Hock ve Hee, 2008: 71-73).

Eğer  $X(t) = i$  ise sürecin  $i$  halinde olduğu söylenir. Eğer bir stokastik süreçte durum uzayı sonlu veya çoğunluğu sayılabilir olan sonsuz yapıda ise bu durumda *kesikli durum (discrete state)* ya da çoğunlukla kullanıldığı şekliyle *stokastik zincir (stochastic chain)* olarak ifade edilir (Hock ve Hee, 2008: 71-73).

Öte yandan durum uzayı sonlu veya reel sayılar aralığında sayılar içeriyorsa bu durumdaki uzaya *sürekli durum (continuous state space) uzayı* denir (Hock ve Hee, 2008: 71-73).

Uygulamada stokastik süreçlerde yukarıda bahsi geçen *gösterge parametresi (index parameter)* daima zaman parametresi olarak alınır. Durum uzayında olduğu gibi eğer süreç, kesikli veya sonlu sayıda zaman anlarında değişiyorsa *kesikli (zaman) parametre (discrete (time) parameter)* söz konusudur. Kesikli parametrelili süreçler aynı zamanda *stokastik dizi (stochastic process)* şeklinde de ifade edilir. Bu durumda  $X(t)$  yerine genelde  $\{X_k | k \in N = (0,1,2, \dots)\}$  ifadesi kullanılır (Hock ve Hee, 2008: 71-73).

Diğer taraftan eğer bir süreç, durumu zaman eksenindeki herhangi bir anda değiştiriyorsa bu tip süreçlere de *sürekli (zaman) parametrelili süreçler (continuous (time) parameter)* denir. Örneğin  $[a, b]$  gibi belirli bir zaman aralığında kargoya



gelen paket sayısı  $t \in [a, b]$  sürekli olduğu için, sürekli zamanlı stokastik zincirdir. Tablo 3.2’de durum uzayı ve zaman parametresine göre stokastik süreçler tablo halinde verilmiştir (Hock ve Hee, 2008: 71-73).

**Tablo 3.2 : Stokastik Süreçlerin Sınıflandırılması**

<i>Zaman Parametresi</i>	<i>Durum Alanı</i>	
	<i>Kesikli</i>	<i>Sürekli</i>
<i>Kesikli Zaman</i>	<i>Kesikli zamanlı Stokastik zincir</i>	<i>Kesikli zamanlı Stokastik süreç</i>
<i>Sürekli Zaman</i>	<i>Sürekli zamanlı Stokastik zincir</i>	<i>Sürekli zamanlı Stokastik süreç</i>

**Kaynak:** Hock ve Hee (2008: 73)

Stokastik süreçlerde, *istatistiksel bağımlılık (statistical dependency)* denilen ve bir rastsal değişken ile aynı grupta yer alan diğer rastsal değişkenlerin ilişkisini ifade eden bir başka kavram daha vardır. Bu kavramın temel özelliği bir grup stokastik sürecin diğerinden ayrılmasını sağlamasıdır (Hock ve Hee, 2008: 71-73).

Bir stokastik sürecin istatistiksel bağıllığı araştırılırken, aynı süreçteki rastsal değişkenlerin arasındaki ilişkiyi ifade eden  $n$  sıralı kümülatif olasılık dağılımına bakılmalıdır. Stokastik sürecin  $n$  sıralı kümülatif dağılım fonksiyonu şöyle ifade edilir (Hock ve Hee, 2008: 71-72-73);

$$F(\tilde{x}) = P[X(t_1) \leq x_1, \dots, X(t_n) \leq x_n], \quad \tilde{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad \mathbf{3.44}$$

Bir stokastik süreçteki her gerçekleşme durumu *örnek yol (sample path)* olarak adlandırılır. Örneğin bir madeni paranın atılışında örnek yol (tura, yazı, yazı, tura, ..., tura) şeklindedir (Hock ve Hee, 2008: 71-73).

Markov süreçleri ise, rastsal değişkenler arasında bağıllık gibi özellik gösteren stokastik süreçlerdir. Bir Markov süreci için, gelecekteki olasılıksal gelişmeler yalnızca o anki duruma bağlıdır ve gelecekteki süreçler için o anki gelişlerin nasıl olduğunun önemi yoktur. Markov süreçlerine bir sonraki bölümde değinileceği için burada bu kadarla yetinilmektedir (Hock ve Hee, 2008: 71-73).

Stokastik süreç çalışmalarının da genellikle üzerinde durulan nokta gelecekteki bir  $t$  zamanında  $X(t)$ 'nin  $i$  değerini alma olasılığını ifade eden  $\{P[X(t) = i]\}$  denklemdir. Sürecin gelecekte alacağı durumların kesin olarak bilinmesi mümkün değildir. Bir başka nokta ise *kararlı hal (steady-state)* olasılıklarıdır (Hock ve Hee, 2008: 73). Kararlı haldeki bir kuyruk sisteminin durumlarına ilişkin bilgilere ileriki bölümlerde değinilecektir.

### 3.10. Markov Süreçleri

Markov süreçleri, dinamik sistemlerin özelliklerinin anlaşılması için esnek, güçlü ve etkili tanımlamalar sağlar. Performans ve güvenilirlik ölçekleri bu sayede kolaylıkla türetilir. Dahası, Markov süreçleri kuyruk sistemleri konseptinin altındaki temel teoriyi oluşturmaktadır. Aslında kuyruk sistemlerinde kullanılan simgeleme bazen Markov süreçleri açısından yüksek düzeyli belirtim tekniği olarak görülür. Prensipte her kuyruk sistemi örnek bir Markov sürecine göre planlanır daha sonra bu sürecin matematiksel terimleri geliştirilir. Bir diğer nokta ise kuyruk sistemlerinin temel özelliklerinin genel olarak belli başlı Markov süreçlerine göre belirlendiğidir (Bolch vd., 2006: 51).

1907 yılında Andrei Andreivich Markov (1856-1922) yayınladığı bir makale ile bugün Markov süreçleri olarak ifade ettiğimiz konuyu tanımlamış ve açıklamıştır. Markov süreçleri stokastik süreçlerin özel bir durumu olup sistemin gelecekteki durumunun geçmişinden bağımsız olduğu ve yalnızca o anki durumuyla açıklandığı süreçlerdir.  $X_n$  bir stokastik süreci ifade etsin ( $n=0,1,2,\dots$ ).  $X_n$  değişkeninin aldığı değerler onun hangi durumda olduğuyla ilgilidir.  $X_n$  aşağıdaki eşitliklerin sağlanması durumunda bir Markov sürecidir (Bolch vd., 2006: 52).

$$Pr\{X_{n+1} \in A_{n+1} | X_n = x_n, X_{n-1} \in A_{n-1}, \dots, X_0 \in A_0\} \quad 3.45$$

$$= Pr\{X_{n+1} \in A_{n+1} | X_n = x_n\} \quad 3.46$$

### 3.10.1. Markov Zincirleri

Markov zincirleri, dinamik ve stokastik sistemlerin analizinde ve özellikle bir sistemin zaman boyunca içinde bulunabileceği farklı durumlar arasında yaptığı hareketlerin incelenmesinde yaygın olarak kullanılan modellerdir (Ertuğrul ve Aytaç, 2007: 185).

Bir Markov sürecinde durum uzayında bulunan sayılar sonlu ya da sayılabilir nitelikte ise bu Markov sürecine Markov Zinciri (*MZ*) denilir. Bu durumda durum veya olay uzayı genellikle tam sayılardan  $(0, 1, \dots)$  oluşur. Birçok kuyruk teorisi uygulamasında bu süreçlerden yararlanır. Stokastik akış süreçleri kuyruk teorisi uygulamalarında giderek popülerlik kazanmaktadır (Bolch vd., 2006: 51).

**Matematiksel Tanım:**  $X_0, X_1, X_2, \dots, X_t, \dots$  dizisindeki rastgele değişkenlerin değerler aldığı küme  $E$  sonlu veya sayılabilir sonsuzdur ve her  $i_1, i_2, \dots, i_{t-1}, i_t \in E$  için,

$$P(X_t = i_t / X_1 = i_1, X_2 = i_2, \dots, X_{t-1} = i_{t-1}) = P(X_t = i_t / X_{t-1} = i_{t-1}) \quad 3.47$$

oluyorsa  $\{X_t, t = 0, 1, 2, \dots\}$  sürecine *MZ* denir (Öztürk, 2010).

Buna göre *MZ*, herhangi bir  $n$  için, “şimdiki” durum  $X_n$  verildiğinde, bir sonraki durum  $X_{t+1}$ 'in,  $X_0, X_1, \dots, X_{t-1}$  geçmiş durumlarından koşullu olarak bağımsız olduğu, bir başka deyişle Markov özelliğinin sağlandığı rastsal değişkenler dizisidir (Ross, 1996).

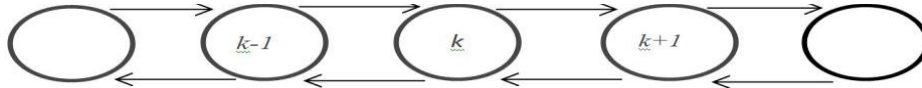
Markov süreçleri kesikli-durum, kesikli-zaman,; kesikli-durum, sürekli-zaman; sürekli-durum, kesikli-zaman; sürekli-durum, sürekli zaman olarak dört şekilde sınıflandırılabilir. İki ardışık durum arasındaki zaman; üssel dağılmışsa Sürekli-zaman Markov Zinciri, geometrik dağılmışsa Kesikli-Zaman Markov Zinciri olarak adlandırılır (Dayar, 1994: 2).

### 3.10.1.1. Doğum ve Ölüm Süreçleri

Doğum ve ölüm süreçleri, Markov zincirlerini oluşturan süreçlerin o anki durumlarının sadece komşu olaylara doğru değiştiği özel durumlarındandır.

Doğum ve ölüm süreçleri terimleri bir popülasyonun boyutundaki değişimlerin çalışıldığı modellemelerden kaynaklanmaktadır. Popülasyon kaynağının  $k$ , zamanın  $t$  ile ifade edildiği bir sürecin,  $t$  anında  $k$  durumunda olduğu söylenir. Popülasyonda  $K$  durumundan  $K + 1$  durumuna doğru bir değişim söz konusu ise *doğum*,  $K - 1$  durumuna geçiş oluyorsa *ölüm* söz konusudur. Genelde durum uzayı pozitif tam sayılarla ifade edilir. Şekil 3.6'da “durum geçiş oranı” diyagramı görülmektedir (Hock ve Hee, 2008: 96).

**Şekil 3.6 : Doğum-Ölüm süreçlerinin geçiş diyagramı**



**Kaynak:** Hock ve Hee (2008: 96)

Popülasyon büyüklüğünün  $k$  olduğu bir durumda,  $\lambda_k$  doğum oranı ve  $\mu_k$  ölüm oranı ise  $\lambda_k = q_{k,k+1}$ ,  $\mu_k = q_{k,k-1}$  olur.

Bu değerler geçiş matrisinde yerine konulduğunda geçiş matrisi,

$$Q = \begin{matrix} & -\lambda_0 & \lambda_0 & 0 & 0 & 0 \\ & \mu_1 & -(\lambda_1 + \mu_1) & \lambda_1 & 0 & 0 \\ Q = & 0 & \mu_2 & -(\lambda_2 + \mu_2) & \lambda_2 & 0 & \dots \\ & 0 & 0 & \mu_3 & -(\lambda_3 + \mu_3) & \lambda_3 & \dots \\ & \dots & & & & \ddots & \dots \end{matrix} \quad 3.48$$

elde edilir.

Yukarıda verilen denklem genişletilerek

$$\frac{d}{dt} P_k(t) = -(\lambda_k + \mu_k)P_k(t) + \lambda_{k-1}P_{k-1}(t) + \mu_{k-1}P_{k+1}(t) \quad k \geq 1 \quad 3.49$$

şeklinde ifade edilebilir (Hock ve Hee, 2008: 97).

$$\frac{d}{dt}p_0(t) = -\lambda_0 p_0(t) + \mu_1 P_1(t) \quad k = 0 \quad 3.50$$

### 3.10.1.2. Doğum ve Ölüm Süreci Özellikleri

Doğum ve ölüm süreci sistem durumunun herhangi bir zamanda pozitif tamsayı olduğu durumlarda sürekli stokastik süreçtir.  $t$  anında  $j$  durumunda olan bir doğum ve ölüm sürecinin hareketi aşağıdaki özellikleri içerir (Winston, 2003: 1072);

1.  $\lambda_j \Delta t + o(\Delta t)$  olasılığı ile, bir doğum  $t$  ile  $t + \Delta t$  zaman aralığında gerçekleşir. Bir doğum sistem durumunu  $I$  'den  $j + 1$  durumuna yükseltir.  $\lambda_j$ ,  $j$  durumundaki ölüm oranı olarak adlandırılır. Çoğu kuyruk sisteminde bir doğum sisteme gelen bir birimi ifade eder.
2.  $\mu_j \Delta t + o(\Delta t)$  olasılığı ile, bir ölüm  $t$  ile  $t + \Delta t$  zaman aralığında gerçekleşir. Bir ölüm sistem durumunu  $I$  'den  $j - 1$  durumuna düşürür.  $\mu_j$ ,  $j$  durumundaki ölüm oranı olarak adlandırılır. Çoğu kuyruk sisteminde bir ölüm sisteme gelip hizmeti tamamlanan bir birimi ifade eder. Burada  $\mu_0 = 0$  olmalıdır aksi takdirde negatif değerde bir durum oluşabilir.
3. Doğumlar ve ölümler, birbirlerinden bağımsızdırlar.

Birinci ve üçüncü özellikler  $t$  ile  $t + \Delta t$  aralığında birden fazla olayın (doğum ve ölüm) olasılığının  $o(\Delta t)$  olduğunu göstermek için kullanılabilir. Herhangi bir doğum-ölüm süreci tamamen doğum ( $\lambda_j$ ) ve ölüm ( $\mu_j$ ) oranları bilgisine göre belirlenir. Doğum ve ölüm süreçlerinde  $\mu_0 = 0$  olduğu sürece negatif bir durum oluşmaz (Winston, 2003: 1072).

### 3.11. Kuyruklama Problemleri

Bir kuyruk probleminin çözümüne yönelik ihtiyaç duyulan en önemli bilgi geliş ve servis sürecinin dağılımına ilişkin bilgilerdir. Herhangi bir kuyruk probleminin çözümü şunlara bağlı olarak bulunabilir (Murthy, 2007: 456);

- ❖ *Kuyruk Uzunluğu:* Kuyruk uzunluğunun olasılık dağılımı ya da herhangi bir zamanda sistemde bulunan müşteri sayısı olarak ifade edilebilir.
- ❖ *Bekleme Süresi:* Kuyruktaki müşterilerin, bekleme sürelerinin olasılık dağılımını ifade eder. Burada bulunması gereken bir müşterinin servis almaya başlamadan önce kuyrukta geçirdiği süredir. Sistemde geçirilen toplam süre kuyrukta bekleme süresi ile servis süresinin toplamına eşittir. Bekleme süresi aşağıdaki gibi çeşitli faktörlere bağlıdır:
  - a. *Sistemde halihazırda bekleyen müşteri sayısı*
  - b. *Sistemdeki servis istasyonu sayısı*
  - c. *Servis için seçilen müşterilerin neye göre seçildiği*
  - d. *Servisin yapısı, özelliği*
- ❖ *Servis Süresi:* *Servis almak üzere gelen bir müşterinin servis birimine girip servis alarak geçirdiği süredir.*
- ❖ *Ortalama Boş Zaman veya Meşgul Süre Dağılımı:* Bir sistemin boş geçirdiği ortalama süredir. Herhangi bir kuyruk sistemi için meşgul periyotlar hesaplanabilir. Eğer başlangıçta bir sistemin boş olduğu varsayılırsa, o sisteme gelen ilk müşteri derhal hizmet görür. Bu müşterinin hizmet alımı sürerken diğer müşteriler sisteme gelir ve kuyruk disiplinine göre hizmet alımı devam eder. Bu süreç, servis almayan hiçbir müşteri kalmayana ve servis istasyonu tüm müşterilere hizmet verdikten sonra tekrar boş kalana kadar bu şekilde devam eder. Buradan meşgul sürecin bittiği sonucuna varılır. Diğer yandan boş süreçler boyunca sistemde hiçbir müşteri bulunmaz. Boş süre ve meşgul süre birbirini izleyerek devam eder ve bir *meşgul süre döngüsü (busy cycle)* oluşturur.

### **3.12. Kuyruk Modelleri**

Çoğu temel kuyruk modeli sisteme gelişlerin ve sistemden çıkışların doğum ve ölüm süreci gösterdiklerini varsayar. Bütün kuyruk modelleri gelişlerin ve çıkışların eş anlı

olarak gerekleŖtiđi durumlar tarafından karakterize edilirler. GeliŖ kaynağına ve servis biriminin özelliklerine göre kuyruk modelleri aŖađıdaki gibi sınıflandırılabilirler (Murthy, 2007: 459):

- ❖ *Olasılıklı Kuyruk Modelleri* : GeliŖ ve servis oranları önceden bilinmeyen rastsal değerlerdir.
- ❖ *Belirleyici Kuyruk Modelleri* : GeliŖ ve servis oranları önceden bilinir ve sabittir.
- ❖ *Karma Kuyruk Modelleri* : GeliŖ ve servis oranları, aynı anda rastsal ve belirli değerler alırlar.

Daha önce de aklandığı gibi kuyruk modelleri belirli bir dizayn içerirler. GeliŖ dağılımı/Servis süresi dağılımı/Kanal sayısı/(Kapasite/Servis Disiplini). *M* simgesi Poisson ve üstel dağılımı (Markov), *D* sabit ya da belirleyici (deterministik) dağılımı, *E<sub>k</sub>* Erlang dağılımını ve *G* genel dağılımını ifade eder. Genel olarak kuyruk modelleri, kuyruk sistemlerinin davranıŖsal hareketlerinin aklanması amacıyla kullanılır. Bu modeller tahmin edilen bekleme süresi ve kuyruk uzunluğu gibi karar almada önemli bir yere sahip deđiŖkenlerin belirlemesinin yanı bekleme ve servis sürelerinin maliyetlerini de içerirler. O nedenle sistemin hangi modele uygun olduğu konusu son derece önemlidir. Kuyruk modeli seçimi yapılırken uygulanacak adımları üç madde halinde Ŗyle sıralayabiliriz (Murthy, 2007: 460):

1. Alternatif kuyruk sistemlerinin listelenmesi
2. Kuyruk sisteminin zaman, uzunluklar ve maliyetler açısından değerlendirilmesi,
3. Sonuçta ilerinden en uygun olanın seçilmesi

Bu adımlardan hareketle seçilebilecek kuyruk modelleri geliŖ ve servis sürelerinin üstel, popülasyon kaynağının ve sistem kapasitesinin sonlu ya da sonsuz ve birden çok servis kanalının ve kuyruk sisteminin (Ŗebeke) olup olmamasına göre deđiŖlik arz eder. AŖađıda da görüldüğü gibi Markov kuyruk modelleri Poisson geliŖ dağılımına ve üstel servis süresi dağılımına uygun sistemlerin modellenmesinde kullanılırlar. Markov kuyruk Ŗebekeleri ise birden fazla kuyruk sistemini içeren

sistemlerde kuyruk problemlerinin analizinde kullanılırlar. Diğer modeller ise üstel ve Poisson dağılım göstermeyen alternatif modellerdir (Willig, 1999: 9).

1. Markov Kuyruk Modelleri
  - a. M/M/1 Kuyruk Modeli
  - b. M/M/s(m) Kuyruk Modeli
  - c. M/M/1/c Kuyruk Modeli
2. Markov Kuyruk Şebekeleri
  - a. Açık Jackson Şebekeleri
  - b. Kapalı Kuyruk Şebekeleri
3. Üstel Dağılımlı Olmayan Kuyruk Şebekeleri
  - a. M/G/1 Kuyruk Modeli
  - b. M/G/1, M/D/1 ve M/E<sub>k</sub>/1 kuyruk modelleri

Bu çalışma kapsamında Poisson gelişli ve üstel servis süreli modellerden tek servis ve çok servis kanalı modeller üzerinde durulacaktır (Stallings, 2000: 3-5).

### **3.12.1. Tek Servis Kanallı Modeller**

En basit kuyruk modeli tek servis kanallı modeldir. Bu modellerin varsayımları şöyledir:

- ❖ Müşteriler sabırlıdırlar. Kuyruğu terk etmezler. Popülasyon kaynağı sonsuzdur.
- ❖ Müşterilerin gelişleri  $\lambda$  geliş oranlı Poisson dağılım gösterir. Yani müşteri gelişleri arasındaki zaman  $1/\lambda$  ortalamalı üstel dağılıma uyar.
- ❖ Müşterilerin servis oranı, ortalama servis oranlı ( $\mu$ ) Poisson dağılım gösterir. Bir müşterinin servis süresi  $1/\mu$  ortalamalı üstel dağılım gösterir.
- ❖ Kuyruk disiplini ilk giren ilk hizmet görür kuyruk disiplini.



Kuyruk sistemlerinin operasyonel karakteristikleri bu varsayımlar ışığında, aşağıda ifade edilen formüller kullanılarak hesaplanabilir (www.courses.csusm.edu, erişim:17/05/2011):

$\lambda$  = Ortalama geliş oranı (zaman birimi başına ortalama gelen müşteri sayısı)

$\mu$  = Ortalama servis oranı (zaman birimi başına ortalama servis gören müşteri sayısı)

$p = \lambda / \mu$  = Ortalama sistem kullanım oranı

$L = \lambda / (\mu - \lambda)$  = Kuyruk sistemindeki ortalama müşteri sayısı

$L_q = pL$  = Kuyrukta bekleyen ortalama müşteri sayısı

$W = 1 / (\mu - \lambda)$  = Sistemde geçirilen ortalama süre (servis süresi dahil)

$W_q = pW$  = Kuyrukta geçirilen ortalama süre

$P_n = (1 - p)p^n$  = Zamanın herhangi bir anında kuyruk sisteminde n sayıda müşteri bulunma olasılığı

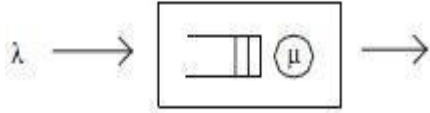
Burada servis oranı geliş oranından büyük olmalıdır ( $\mu > \lambda$ ). Aksi takdirde kuyruk aşırı derecede uzayabilir. Bu nedenle bu formüller ve modeller kullanılmadan evvel bu şartın sağlandığından emin olunmalıdır. Aşağıda tek kanallı modeller içinde en çok kullanılan modellere yer verilmiştir. Devamında ise Jackson kuyruk şebekelerine kısaca değinilmiştir.

### 3.12.1.1. M/M/1/( $\infty$ /FIFO)

Bu model tek servis kanalına sahip,  $1/\lambda$  ortalamalı üstel dağılımlı (ya da Poisson dağılımlı) gelişler arası süreyi ve  $1/\mu$  ortalamalı servis süresini içerir. Müşteriler geliş sırasına göre servis görürler. Burada  $p = \frac{\lambda}{\mu} < 1$  olmalıdır. Aksi halde kuyruk uzunluğu aşırı büyük olur.  $p$  değeri çalışan bir servis biriminin zamanının bir

bölümünü ifade eder (Adan ve Resing, 2001: 24). Şekil 3.7’de basit bir  $M/M/1$  modeli görülmektedir. Şekil 3.7’de en basitinden bir kuyruk sistemi görülmektedir.  $\lambda$  Poisson ortalamalı gelişleri ve  $\mu$  üstel ortalamalı servis sürelerini ifade etmektedir.

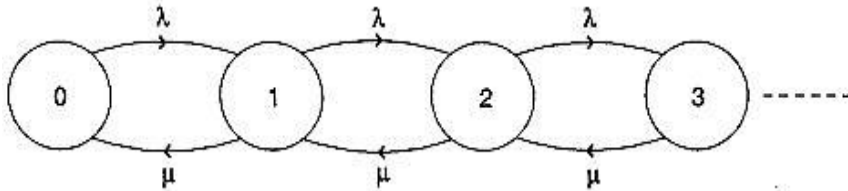
**Şekil 3.7 :** Basit bir  $M/M/1$  modeli



**Kaynak:** Hock ve Hee (2008: 104)

Şekil 3.8, dengedeki bir sistemin durum geçiş matrisini göstermektedir. Her olasılık durumu bir daire ile gösterilmiştir. Durumlar arası olasılık geçişleri oklarla ifade edilmektedir. Okların altında ve üstünde belirtilen oranlar ilgili geçişin değerini ifade eder. Sıfırdan bire (ya da birden ikiye...) giden ok geliş olduğunu, birden sıfıra (ya da ikiden bire...) giden ise çıkış (servisin bitmesi) olduğunu ifade eder.

**Şekil 3.8 :**  $M/M/1$  modeli durum geçiş diyagramı



**Kaynak:** Lefebvre (2007: 320)

Geliş oranı ve servis oranı sistemdeki müşteri sayısına bağlı değildir. Bu nedenle bu oranlar bağımsız durumdadır. Aynı zamanda bu model sonsuz sistem kapasiteli ve *FIFO* disiplinlidir.

Zamanın  $t$  anında sistemdeki müşteri sayısı  $N(t)$  ve bir müşterinin sisteme gelişi doğum, sistemden çıkışı ise ölüm olarak ifade ediliyor. Poisson süreci  $\Delta t$  zaman aralığında bir gelişten fazlasına imkan vermediği ve üstel dağılımlı servis süresi aynı zaman aralığında servis biriminden yalnızca bir müşteri servis olarak çıktığı için denilebilir ki,  $N(t)$  bir doğum ve ölüm sürecidir. Çünkü  $(N(t) + 1)$  ya da  $(N(t) - 1)$  durumlarında olduğu gibi  $\Delta t$  zaman aralığında  $N(t)$  sadece komşu durumlara

doğru hareket eder (Hock ve Hee, 2008: 104). Modelin performans ölçekleri aşağıdaki gibidir:

1) Kuyruk sisteminde  $n$  veya daha fazla müşteri bulunma olasılığı şu şekilde hesaplanır:

$$P[N \geq n] = \sum_{k=n}^{\infty} P_k \quad 3.51$$

$$= (1 - p) \sum_{k=n}^{\infty} p^k \quad 3.52$$

$$= (1 - p) [\sum_{k=0}^{\infty} p^k - \sum_{k=0}^{n-1} p^k] \quad 3.53$$

$$= (1 - p) \left[ \frac{1}{1-p} - \frac{1-p^n}{1-p} \right] = p^n \quad 3.54$$

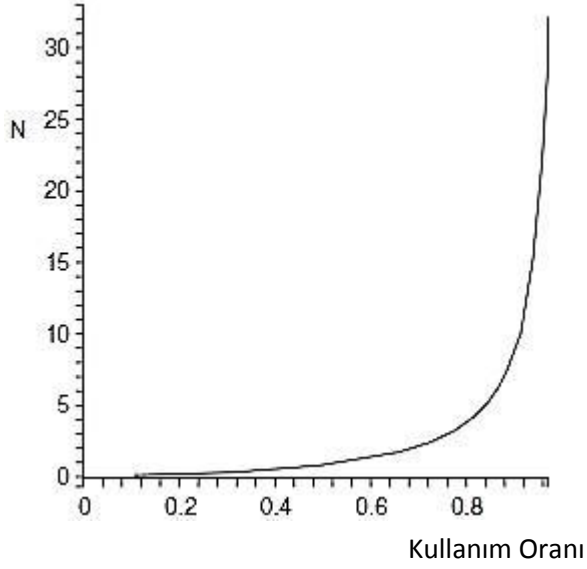
2) Sistem kararlı haldeyken ortalama müşteri sayısı şu şekilde hesaplanır:

$$N = \sum_{k=0}^{\infty} k P_k = \sum_{k=0}^{\infty} k (1 - p) p^k = p (1 - p) \sum_{k=0}^{\infty} k p^{k-1} \quad 3.55$$

$$= \frac{p}{1-p} = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \quad 3.56$$

Grafik 3.7' de kullanım oranının ( $p$ ) bir fonksiyonu olarak ortalama müşteri sayısı görölmektedir. Kullanım oranı sistemin tam kapasitesine ( $p=1$ ) yaklaştıkça müşteri sayısı hızla artıyor ve sistem kararsız hale geliyor. Buradan sistemin kararlı halde bulunması için kullanım oranının birden küçük olması ( $p < 1$ ) gerektiği sonucu çıkartılır. Bu tek kanallı kuyruk sistemleri için önemli bir sonuçtur (Hock ve Hee, 2008: 108).

**Grafik 3.7: M/M/1 kuyruk sistemindeki müşteri sayısı**



**Kaynak:** Hock ve Hee, (2008: 109)

3) Bir müşterinin sistemde harcadığı ortalama süre (T)

$$T = \frac{N}{\lambda} = \frac{p}{\lambda(1-p)} = \frac{1}{\mu-\lambda} \quad 3.57$$

4) Servis birimindeki ( $N_s$ ) ortalama müşteri sayısı:

$$N_s = \frac{\lambda}{\mu} = p = 1 - P_0 \quad 3.58$$

5) Bir müşterinin kuyruk beklerken harcadığı ortalama süre:

$$W = T - \frac{1}{\mu} = \frac{p}{\mu-\lambda} \quad 3.59$$

6) Kuyrukta bekleyen ortalama müşteri sayısı:

$$N_q = \lambda W = \frac{p^2}{1-p} \quad 3.60$$

### 3.12.1.2. Tek Kanallı Üstel Kuyruk Sistemlerinde Sonlu Kapasite Durumu (M/M/1/N)

Bundan önceki modelde (M/M/1) aynı anda sistemde bulunan müşteri sayısı konusunda hiçbir sınırlama getirilmemişti. Fakat gerçek hayatta ki sistemlerin çoğunda bir sınırlama söz konusudur. Bu durumda bu gibi sistemlerde aynı anda bulunabilecek müşteri sayısı en fazla  $N$  olabilir. O zaman bir müşteri sisteme geldiğinde  $N$  sayıda müşterinin bulunduğunu görür ve sisteme giremez.  $P_n$ ,  $0 \leq n \leq N$ , ifadesi bize sistemde  $n$  müşteri olma durumunun sınırlı olasılığını vermektedir. Oran eşitliği prensibi ile denge durumu denklemleri (Ross, 2007: 508-509):

$$\begin{array}{l} 0 \\ 1 \leq n \leq N-1 \\ N \end{array} \quad \begin{array}{l} \lambda P_0 = \mu P_1 \\ (\lambda + \mu) P_n = \lambda P_{n-1} + \mu P_{n+1} \\ \mu P_N = \lambda P_{N-1} \end{array} \quad \mathbf{3.61}$$

Süreç, ancak bir geliş ile ( $\lambda$  oranında meydana gelen)  $0$  durumundan ayrılır. Bu nedenle  $0$  durumundan ayrılan sürecin oranı  $\lambda P_0$  olur. Diğer taraftan süreç  $0$  durumuna sadece  $1$  durumundan çıkış yaparak girebilir ve bu durumun ifade şekli  $\lambda P_1$  olur.  $n$ ' in  $1 \leq n < N$  olduğu durumun eşitlikleri de bu şekildedir. Fakat  $N$  durumundaki eşitlikler farklıdır. Çünkü bir müşteri,  $N$  durumundaki bir sisteme, en az bir müşteri sistemden ayrıldığı takdirde girebilir (Ross, 2007: 508-509).

Bir müşterinin sistemden ayrılmasıyla oluşan  $n-1$  durumundaki oran ile gelen bir müşterinin  $n-1$  durumuyla karşılaşma oranı eşittir. Buradan:

$$\mu P_n = \lambda P_{n-1}, \quad n = 1, \dots, N \quad \mathbf{3.62}$$

eşitliği yazılır. Bu durum şu sonucu verir:

$$P_n = \frac{\lambda}{\mu} P_{n-1} = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2 P_{n-2} = \dots = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n P_0, \quad n = 1, \dots, N \quad \mathbf{3.63}$$

$\sum_{n=0}^N P_n = 1$  eşitliği kullanılarak:

$$1 = P_0 \sum_{n=0}^N \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \quad 3.64$$

$$= P_0 \left[ \frac{1 - (\lambda/\mu)^{N+1}}{1 - \lambda/\mu} \right] \quad 3.65$$

$$P_0 = \frac{(1 - \lambda/\mu)}{1 - (\lambda/\mu)^{N+1}} \quad 3.66$$

denklemleri elde edilir. Eşitlik 3.62'den :

$$P_n = \frac{(\lambda/\mu)^n (1 - \lambda/\mu)}{(1 - \lambda/\mu)^{N+1}}, \quad n = 0, 1, \dots, N \quad 3.67$$

olarak hesaplanır.

Bu durumda  $\frac{\lambda}{\mu} < 1$  durumunu sağlamaya çalışmak gereksizdir. Kuyruk uzunluğu sınırlandırılmıştır. Bu nedenle kuyruk uzunluğunun belirsiz olarak uzaması söz konusu olamaz (Ross, 2007: 508-509).

$L$ ,  $P_n$  açısından ifade edilirse,

$$L = \sum_{n=0}^N n P_n \quad 3.68$$

$$= \frac{(1 - \lambda/\mu)}{1 - (\lambda/\mu)^{N+1}} \sum_{n=0}^N n \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \quad 3.69$$

Buradan da  $L$ ;

$$L = \frac{\lambda \left[ 1 + N \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{N+1} - (N+1) \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^N \right]}{(\mu - \lambda) \left( 1 - \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{N+1} \right)} \quad 3.70$$

şeklinde hesaplanabilir.

Bir müşterinin sistemde harcadığı zamanı ifade eden  $W$  hesaplanırken müşteriden kasıtın ne olduğu konusunda dikkatli olunmalıdır. İlgilenilen müşteriler sisteme gelip

sistemin dolu olmasından dolayı geri dönen müşteriler mi yoksa sisteme girerek zaman harcayan müşteriler mi (Ross, 2007: 508-509).

Birinci durumda  $\lambda_a = \lambda$  eşitliğine sahipken ikinci durumda fiili olarak sisteme giren bir bölüm müşteri  $1 - P_N$  olduğu için  $\lambda_a = \lambda(1 - P_N)$  olur. Müşteriden ne kastedildiği açıklığa kavuşturulduktan sonra  $W$  ve  $W_q$ ,

$$W = L / \lambda_a \text{ ve } W_q = L_q / \lambda_a \quad 3.71$$

formülü ile hesaplanabilirler (Ross, 2007: 508-509).

### 3.12.2. Çok Kanallı Modeller

Bu modelde müşteriler sistemde tek bir hat üzerinden gelirken servisi sisteme geldiklerinde uygun olan ilk servis biriminden alırlar. Bu modellerde birbirleriyle özdeş  $s$  adet servis birimi bulunmaktadır. Servis süresi dağılımı her servis birimi için üsteldir ve ortalama servis süresi  $1/\mu$  olarak hesaplanır. Bu varsayımlar altında bu modellerin işletim karakteristikleri aşağıdaki formüller ile belirlenir (Reid ve Sanders, 2009):

$s$  = sistemdeki servis birimi sayısı

ortalama kullanım oranı (trafik yoğunluğu),

$$p = \lambda / s\mu \quad 3.72$$

sistemde müşteri bulunmama olasılığı,

$$P_0 = \left[ \sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \left( \frac{1}{1-p} \right) \right]^{-1} \quad 3.73$$

kuyrukta ortalama bekleyen müşteri sayısı,

$$L_q = \frac{P_0 (\lambda/\mu)^s p}{s! (1-p)^2} \quad 3.74$$

kuyrukta harcanan ortalama süre,

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad 3.75$$

kuyrukta harcanan ortalama süre,

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \quad 3.76$$

servis birimindeki müşteri sayısı,

$$L = \lambda W \quad 3.77$$

**servis birimindeki müşteri sayısı**

$$P_n = \begin{cases} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} P_0 & n \leq s \\ \frac{(\lambda/\mu)^n}{s!s^{n-s}} P_0 & n > s \end{cases} \quad 3.78$$

Bu modellerde de tek servis kanallı modellerde olduğu gibi toplam servis oranı, geliş oranından büyük olmalıdır ( $s\mu > \lambda$ ). Aksi takdirde kuyruk önlenemez bir biçimde sonsuza kadar uzayacaktır.

### 3.12.2.1. M/M/s Modeli

Bu model gelişler arası sürenin bağımsız ve benzer olarak üstel dağıldığını varsayar. Yani bütün servis süreleri diğer üstel dağılımlardan bağımsız ve onlara benzer olarak üstel dağılır.  $s$  sistemdeki servis sunucu sayısını belirtir. Dolayısıyla bu model doğum ve ölüm süreçlerinin, sistem durumuna bakılmaksızın, meşgul servis sunucu başına ortalama geliş ve ortalama servis oranlarının, sabit olduğu zamanlarda ki özel bir durumudur. Sistem sadece bir sunuculu ise ( $s = 1$ ) doğum ve ölüm süreci için parametreler  $\lambda_n = \lambda, (n = 0, 1, 2, \dots)$  ve  $\mu_n = \mu, (n = 1, 2, \dots)$  şeklindedir. Eğer sistem çoklu kanala sahip ise ( $s > 1$ )  $\mu_n$  bu basitlikte açıklanamaz.  $\mu_n, n$  birim ya da

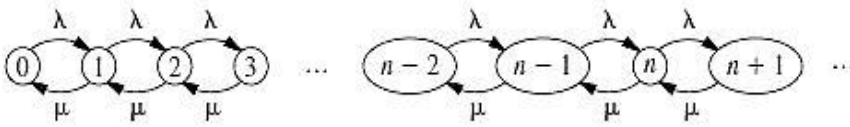


müşteri olan tüm sistemlerde ki ortalama servis oranını gösterir. Ortalama servis oranı, meşgul servis sunucu başına,  $\mu$  ise , toplam ortalama servis oranı  $n$  meşgul sunucu başına  $n\mu$  olmalıdır. Bu nedenle  $n \leq s$  olduğu durumda  $\mu_n = n\mu$  olurken,  $n \geq s$  olduğu durumda  $\mu_n = s\mu$  olur. Yani tüm  $s$  sayıdaki servis kanalı meşguldür (Hillier ve Lieberman, 2001: 853).

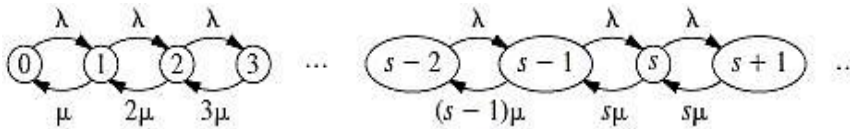
### Şekil 3.10 : M/M/s Kuyruk Modeli

Tek Servis Kanallı Durum ( $s=1$ )  $\lambda_n = \lambda$  ( $n=0,1,2,\dots$ )

$\mu_n = \mu$  ( $n=1,2,\dots$ )



Çoklu Servis Kanallı Durum ( $s>1$ )



**Kaynak:** Hillier ve Lieberman (2001: 853)

Maksimum ortalama servis süresi oranı  $s\mu$  ortalama geliş oranını ( $\lambda$ ) geçtiği zaman, yani  $p = \frac{\lambda}{s\mu} < 1$  ise kuyruk sistemi bu modeli kararlı hal (steady-state) durumuna ulaştıracaktır (Hillier ve Lieberman, 2001: 853).

Çoklu servis kanallı  $M/M/s$  modeli için değişken hesaplama formülleri şöyledir (Hillier ve Lieberman, 2001: 856-857):

Eğer  $\lambda < s\mu$  (dolayısıyla  $p = \frac{\lambda}{s\mu} < 1$ ) ise,

$$P_0 = 1 / \left[ 1 + \sum_{n=1}^{s-1} \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{n!} + \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^s}{s!} \sum_{n=s}^{\infty} (\frac{\lambda}{s\mu})^{n-s} \right] = 1 / \left[ \sum_{n=1}^{s-1} \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{n!} + \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^s}{s!} \frac{1}{1 - \frac{\lambda}{s\mu}} \right] \quad 3.79$$

$$P_n = \begin{cases} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} P_0 & 0 \leq n \leq s \\ \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{s! s^{n-s}} P_0 & n \geq s \end{cases} \quad 3.80$$

$$L_q = \frac{P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s p}{s!(1-p)^2} \quad 3.81$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad 3.82$$

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \quad 3.83$$

$$L = \lambda \left( W_q + \frac{1}{\mu} \right) = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \quad 3.84$$

### 3.12.2.2. M/M/s/c Modeli

Gerçekte kuyruk sistemlerinin kapasitesi genellikle sonlu kapasitelidir. *M/M/s/c* durumundaki bir sistemde doğum ve ölüm sürecine ait sonuçlar kullanılarak sürecin olasılık sınırları hesaplanabilir. Bu model *c* müşteri kapasiteli, *s* servis birimli, gelişlerin Poisson, servis sürelerinin üstel dağılıma uyduğu bir kuyruk sistemi modelini ifade eder (Lefebvre, 2007: 336).

Örneğin, *M/M/2/3* şeklinde bir kuyruk sistemi modeli olduğu varsayalım. Bu sistemde geliş oranı ( $\lambda$ ) 2, servis oranı ( $\mu$ ) 4' tür. Sistemin denge denklemleri (Lefebvre, 2007: 336):

<u>Durum j</u>	<u>Durum j den çıkış oranı</u> = <u>Durum j ye geliş oranı</u>	
0	$2\pi_0 \stackrel{(0)}{=} 4\pi_1$	
1	$(2 + 4)\pi_1 \stackrel{(1)}{=} 2\pi_0 + (2 \times 4)\pi_2$	3.85
2	$(2 + 2 \times 4)\pi_2 \stackrel{(2)}{=} 2\pi_1 + (2 \times 4)\pi_3$	
3	$(2 \times 4)\pi_3 \stackrel{(3)}{=} 2\pi_2$	

şeklindedir. Bu sistemi doğrusal denklemlerle çözebiliriz. Denklem 0,  $\pi_1 = \frac{1}{2}\pi_0$  olarak ifade edilebilir.  $\pi_1, 1$ . Denklemden yerine yazılırsa  $\pi_2 = \frac{1}{4}\pi_1 = \frac{1}{8}\pi_0$  eşitliği elde edilir ve devamında da  $\pi_3 = \frac{1}{4}\pi_2 = \frac{1}{32}\pi_0$  olur. O zaman ,

$$\pi_0 + \frac{1}{2}\pi_0 + \frac{1}{8}\pi_0 + \frac{1}{32}\pi_0 = 1 \implies \pi_0 = \frac{32}{53}, \pi_1 = \frac{16}{53}, \pi_2 = \frac{4}{53}, \pi_3 = \frac{1}{53}$$

sonucuna ulaşılır.

Sistemdeki ortalama müşteri sayısı şu şekilde ifade edilir:

$$\bar{N} = \sum_{k=0}^3 k\pi_k = \frac{16}{53} + 2 \times \frac{4}{53} + 3 \times \frac{1}{53} = 27/53$$

Buradan hareketle sisteme giren bir müşterinin harcadığı ortalama zaman ise;

$$\bar{T} = \frac{\bar{N}}{\lambda_e} = \frac{27/53}{2(1-\pi_3)} = \frac{27/53}{2(\frac{32}{53})} = \frac{27}{104} \cong 0,2596$$

olarak hesaplanır.

Aynı zamanda sistemin boş kalmama olasılığı da buradan

$$1 - \pi_0 = \frac{21}{53}$$

şeklinde hesaplanabilir.

$s < c < \infty$  aralığındaki  $M/M/s/c$  şeklindeki bir model gerçek duruma en yakın olasılığı ifade eder. Çünkü genelde potansiyel müşteriler için bekleme alanları sınırlıdır. Bir kuyruk sisteminin kapasitesi sınırlı ve bu sistem şebeke kuyruk sisteminin bir parçası ise sisteme gelen yeni müşteriler için bir engelleme durumunun olduğu söylenir (Lefebvre, 2007: 336-337).

### 3.12.2.3. $M/M/\infty$ Modeli

Bu modelde de önceki modellerde olduğu gibi  $\lambda$  oranlı Poisson süreçli gelişler ve  $\mu$  oranlı sonsuz sayıda servis sunucu vardır. Sistemde  $k$  sayıda kişiye hizmet veriliyorsa tüm sistemdeki servis oranı  $k\mu$  olur. Çünkü her gelen servis görür ve beklemesine

gerek yoktur (Bolch vd., 2006: 267). Bu modele örnek olarak fast-food restoranları gösterilebilir.

Denge durumundaki sistemin olasılık fonksiyonu:

$$P_0 = \left( \sum_{n=0}^{\infty} \frac{r^n}{n!} \right)^{-1} \quad 3.90$$

$$P_n = \frac{r^n}{n!} P_0 = \frac{r^n e^{-r}}{n!}, \quad (n \geq 0) \quad 3.91$$

Sistemde beklenen müşteri sayısı:

$$L = r = \frac{\lambda}{\mu} \quad 3.92$$

Kuyrukta bekleyen müşteri sayısı servis kanalı sonsuz olduğu için:

$$L_q = W_q = 0 \quad 3.93$$

Sistemde ortalama bekleme süresi  $W$ , ortalama servis süresine  $1/\mu$  eşittir.

$$W = 1/\mu \quad 3.94$$

### 3.13. Jackson Kuramı ve Kuyruk Şebekeleri

Kuyruk şebekelerine yönelik ilk çalışma 1957 ve 1963 yıllarında James R. Jackson tarafından yapılmıştır. Bu nedenle bu sistemler Jackson şebekeleri olarak da adlandırılırlar. Jackson'ın bu çalışmaları *açık kuyruk şebekelerinin* özelliklerini ifade etmektedir ve makale olarak yayınlanmıştır (Jackson, 1957: 518-521; Jackson, 2004: 1796-1802) Söz konusu özellikler aşağıda belirtilmiştir (Stallings, 2000: 8; Marzolla, 2010: 4).

- ❖ Kuyruk şebekeleri, birbirinden bağımsız, üstel dağılım servis süreli ve *FIFO* servis disiplinli  $m$  adet bağlantı noktasından oluşur.

- ❖ Sistemdeki bağlantı noktalarından herhangi birine gelen birimler Poisson dağılımlıdır.
- ❖  $k$ . bağlantı noktası, ortalama servis süresi  $S_k$  olan,  $m_k \geq 1$  adet özdeş servis sağlayıcıdan oluşur. Servis süresi  $S_k$ ,  $k$  bağlantı noktasındaki talebe göre değişebilir.
- ❖ Bir bağlantı noktasındaki servis istasyonunda servis gören bir birim, servisi biter bitmez sabit bir olasılıkla diğer servis istasyonlarından birine ya da son bağlantı noktasında hizmet gördükten sonra sistemin dışına gider.

Jackson, tek servis sunuculu ve aşağıdaki karakteristik özelliklere sahip şebekeler için bir kuram geliştirmiştir. Buna göre,

- ❖  $M$ =Sistemdeki kuyruk sayısı
- ❖  $\mu_i$ =  $i$ . kuyrukta servis oranı
- ❖  $\lambda_j$ =  $j$ . kuyruktaki iş yükü oranı
- ❖  $\forall i, 1 \leq i \leq M : (p_i = i. kuyrukta kullanım oranı(trafik oranı) = \lambda_i / \mu_i < 1$
- ❖  $n_i(t)$ =  $i$ . kuyrukta  $t$  zamanındaki iş yükü sayısı
- ❖  $n(t)=(n_1(t), n_2(t), \dots, n_M(t))^T = t$  zamanındaki sistemin durumu
- ❖  $P(k_1, k_2, \dots, k_M, t) = \Pr ( n(t) = (k_1, k_2, \dots, k_M)^T$
- ❖  $P(k_1, k_2, \dots, k_M) = \lim_{t \rightarrow \infty} P(k_1, k_2, \dots, k_M, t)^n$

Gelişler Poisson dağılımlı ve bütün kuyruklar üstel zamanlı servis süreli ise Jackson kuramı yukarıdaki ifadelerden hareketle aşağıdaki şekilde ifade edilir (Sinclair, 2005:1).

$$P ( k_1, k_2, \dots, k_M ) = \prod_{i=1}^M ((1 - p_i)p_i^{k_i}) \quad \mathbf{3.95}$$

Jackson şebekelerinde gelişigüzel olarak birbirine bağlanmış  $K (M/M/m)$  tane kuyruk vardır. Bu kuyruklardan her birine Poisson dağılımlı olarak gelen birimler buradan olasılıklı olarak diğer kuyruklara giderler ve bu işlem sistemden tamamen çıkana dek devam eder (Bose, 2002: 8). Jackson kuyruk sistemlerinin performans göstergeleri şöyledir:

Toplam Süreç (Geliş)

$$\lambda = \sum_{j=1}^K \Lambda_j \quad \mathbf{3.96}$$

j. Kuyrukta ortalama trafik yükü

$$p_j = \frac{\lambda_j}{\mu_j} \quad \mathbf{3.97}$$

j. Kuyruğu ziyaret sayısı

$$j = V_j = \frac{\lambda_j}{\lambda} \quad \mathbf{3.98}$$

j. kuyruktaki iş yükü sayısı

$$N_j = \sum_{k=0}^{\infty} k p_j(k) \quad \mathbf{3.99}$$

Sistemdeki iş yükü sayısı

$$N = \sum_{j=1}^K N_j \quad \mathbf{3.100}$$

Ortalama Kalış Süresi (W) = sistemde ortalama harcanan süre

$$W = \frac{N}{\lambda} = \sum_{j=1}^K \frac{N_j}{\lambda} \quad \mathbf{3.101}$$

Jackson'ın kuyruk şebekeleri alanında yaptığı bu çalışmaya daha sonra Gordon ve Newell tarafından kapalı kuyruk şebekeleri ilave edilmiş ve kuyruk şebekeleri Baskett, Chandy, Muntz ve Palacios tarafından açık, kapalı, ve karma şebekeler olarak sınıflandırılmıştır (Marzolla, 2010: 4; Baskett, Chandy ve Muntz, 1975: 248–260). Bir kuyruk şebekesine servis almak için gelen müşteriler sisteme şebekenin dışından giriş yaparak, servis istasyonları arasında dolaşır, sistemden ayrılıyorsa bu tür şebekeler *açık kuyruk şebekeleri (open queueing network)* olarak adlandırılır.

Genel olarak Jackson şebekeleri açık kuyruk şebekelerini ifade eder. Müşteri sayısı sabit değildir. Eğer şebeke içerisindeki sabit sayıda müşteri kuyruklar arasında dolaşıyorsa (hizmet alıyorsa) bu tip kuyruk şebekeleri *kapalı kuyruk şebekeleri (closed queueing network)* olarak adlandırılırlar. Bu tür şebekelerde dışarıdan şebekeye giriş ve şebeke içinden dışarıya çıkış yoktur. Eğer bir sisteme dışarıdan müşterilerin bir kısmı giriyor ve hizmet aldıktan sonra çıkıyor fakat diğer müşteriler sürekli sistem içerisinde kalıyorsa bu tür sistemlere *karma kuyruk şebekeleri* denir (Nain, 1998: 41). Müşteriler ya da birimler şebeke içerisinde bir döngü sürecindedir. Bu nedenle kapalı kuyruk sistemleri *çember (cycle) kuyruk* olarak da adlandırılırlar (Gross ve Harris, 1998: 65).

## 4. UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde Çankırı Devlet Hastanesi ve Çankırı Karatekin Hastanesi'nden alınan veriler doğrultusunda her iki hastanede de dört poliklinikte yapılan kuyruk teorisi uygulaması anlatılacak ve değerlendirilecektir. Buradaki amaç kuyruk teorisinin pratikte uygulamasının gösterilmesi ve hastaneler için kendi örgütsel karar almalarında yararlanabilecekleri sonuçlar elde etmektir. Bu doğrultuda öncelikle İl Sağlık Müdürlüğüyle görüşülmüş ve daha sonra Çankırı Devlet Hastanesinden verilere ulaşılmıştır. Aynı şekilde Çankırı Karatekin Hastanesi yetkilileri ile de görüşülmüş verilerin temini konusunda son derece yardımcı olunmuştur. Veriler Aralık (2010), Ocak (2011) ve Şubat (2011) aylarına aittir.

Çalışma, sistemde geçirilen süre açısından iki hastanenin poliklinik sistemlerinde hastaların geçirdikleri sürelerin karşılaştırılması, farklılıkların tespit edilmesi ve nedenleri üzerinde durulmasını içermektedir. Bu çalışmanın kuyruk teorisinin pratikte nasıl işlediğinin anlaşılması açısından önemli bir çalışma olduğu düşünülmüş ve çalışma bu doğrultuda sürdürülmüştür. Bu nedenle çalışmanın kapsamına bu konu haricinde kalan çalışma konuları(hasta ve/veya çalışan memnuniyeti, örgüt performansı v.b.) alınmamıştır.

Kuyruk teorisinde genel anlamda bir problemin çözümüne ilişkin adımlar şöyle ifade edilir (Williams, 2004):

- ❖ Öncelikle hangi verilere ihtiyaç olduğunun tespit edilmesi: Örneğin araştırmacı için yalnız bekleme süresi mi yoksa sistemde geçirilen toplam süre mi önemlidir?
- ❖ Sunucuların belirlenmesi ve tanımlanması: Örneğin sisteme gelen birimler nerede ve nasıl bir kuyruk oluşturuyorlar?
- ❖ Kuyruk oluşturan birimlerin tanımlanması: Kuyruk oluşturan birimler süreçler, bytelar, talepler, mesajlar, hastanede ve trafikte bekleyen insanlar, fabrikalarda montaj hatlarındaki parçalar v.b. materyallerdir. Birim



belirlendikten sonra bundan sonra yapılacak işlemlerde tüm hesaplamalar bu birime dönüştürülerek yapılırlar. Örneğin zaman söz konusu ise geliş oranı birimi kişi/dakika cinsinden ise diğer hesaplamalar da dakika cinsinden yapılır.

- ❖ Kuyruk modelinin tanımlanması: Kuyruk sisteminin kaç tane kuyruk ve hizmet sunucu içerdiğinin tespit edilmesi ve servis süresinin sabit ya da değişken olduğunun belirlenmesi.
- ❖ Servis süresinin ( $\mu$ ) belirlenmesi: Servis süresinin dakika/kişi cinsinden hesaplanması gibi.
- ❖ Geliş oranının ( $\lambda$ ) belirlenmesi: Geliş oranının kişi/dakika cinsinden hesaplanması gibi.
- ❖ Trafik yoğunluk oranı olan  $p$ ' nin hesaplanması
- ❖ Sonunda model doğrultusunda hesaplanması istenen diğer değerlerin hesaplanması (kuyruk uzunluğu, ortalama bekleme süresi, sistemde geçirilen süre v.b.) ve sistemin analiz edilmesi.

Varsayımlar:

- ❖ Sisteme gelişler birbirinden bağımsızdır.
- ❖ Müşteriler kuyruğu terk etmezler veya kuyruk değiştirmezler
- ❖ Uzun kuyruklar müşterileri beklemekten vazgeçirmez.
- ❖ Hekimlerin iş görme hızları zaman içinde sabittir.
- ❖ Müşterilerin demografik özelliklerinin hastaneye gelişlerinde, muayene ve tedavi süreçlerinde bir etkisi yoktur.

#### 4.1. Çankırı Özel Karatekin Hastanesi Genel Bilgiler ve Uygulama Sonuçları

Bu bölümde Çankırı Özel Karatekin Hastanesi ile ilgili genel bilgilere yer verilip hastanenin ilgili polikliniklerinde yapılan uygulama ve sonuçları üzerinde durulmuştur.

##### 4.1.1. Hastane İle İlgili Genel Bilgiler

İsmi Çankırı Fatihî “Emir Karatekin Bey” den alan Özel Karatekin Hastanesi, ARAŞ Eğitim Sağlık Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.’nin yatırımdır. 31.12.1997 tarihinde merhum Mehmet Mutlu başkanlığında Çankırı’da kurulan şirket, faaliyet konularından sağlığa öncelik vermiş ve bir özel hastane kurup işletmeye karar vermiştir. Çankırı ve bölgesinde bulunan sağlık kuruluşlarının sayı, personel ve teknolojisi durumları değerlendirilmiş, gerekli araştırmalar yapılarak sağlık sektöründe ilk adım atılmıştır. 1999 yılı sonunda temelden hastane olarak projelendirilerek yapımına başlanan özgün mimariye sahip hastane binası 2003 yılı sonunda tamamlanmıştır. 2004 yılı içerisinde personel istihdamı ve gerekli cihaz donanımı tamamlanarak, 14 Aralık 2004 tarihinde hastane hizmete açılmıştır.

Hastanede, çocuk hastalıkları (2), dahiliye, genel cerrahi (2), göğüs hastalıkları, göz, kadın-doğum (2), kulak,burun ve boğaz hastalıkları, diyet, diyaliz, fizik tedavi ve rehabilitasyon, nöroloji, üroloji ve ortopedi olmak üzere toplam 16 poliklinik hizmet vermektedir. Bu polikliniklerin mesai saatleri genel olarak hafta içi 8:30-18:00, cumartesi günleri 09:00-13:00 saatleri arasındadır (www. karatekinhastanesi. com, erişim: 18/06/2011).

Çalışmada polikliniklere gelişlerin Poisson dağılıma uygun olup olmadıkların belirlenmesi için Aralık, Ocak ve Şubat aylarına ilişkin gün gün gelişler Kolmogorov-Smirnov uygunluk testi ile test edilmiştir.

Kolmogorov-Smirnov testinde nispi frekanslar ve uygunluğu düşünülen standart dağılımdan hesaplanan kuramsal olasılıklara ek olarak yığınsal olasılıkların hesaplanması gerekir. Eğer gözlenen nispi frekansların yığınsal değeri  $F_0$  ve

kuramsal dağılımdan elde edilen olasılıkların yığınsal değeri de  $F_e$  ile belirtilirse her aralık için,

$$D = |F_0 - F_e|$$

biçiminde mutlak değer olarak farklar hesaplanır. Hesaplanan  $D$  fark değerleri arasında en büyük olan  $D$  değeri, Kolmogorov-Smirnov tablosundan gözlem sayısı  $n$  ve  $\alpha$  risk faktörüne karşılık olan tablo değeri ile karşılaştırılır. Eğer en büyük mutlak fark değeri tablo değerinden küçük ise ampirik dağılımın düşünülen kuramsal dağılıma uygun olduğu biçiminde kurulan hipotez kabul edilir. Aksi durumda reddedilir (Sarıaslan, 1986: 67). Çalışma kapsamında yapılan bu test PASW istatistik paket programında gerçekleştirilmiştir.

#### **4.1.2. Uygulama Sonuçları**

Çalışmada, çocuk hastalıkları, iç hastalıkları (dahiliye), kulak, burun ve boğaz hastalıkları ve kadın hastalıkları ve doğum polikliniklerine ait Aralık (2010), Ocak (2011) ve Şubat (2011) dönemlerindeki toplam 77 günlük veri kullanılmıştır. 77 günün 13 günü cumartesi gününe, 64 günü hafta içine denk gelmektedir.

77 gün boyunca tüm polikliniklere gelen hasta sayılarını veren tablo **Ek 4.1**'de verilmiştir. Buna göre ilk on poliklinikten seçilen dört tanesi yukarıda ifade edilmiştir.

##### **4.1.2.1. Çocuk Hastalıkları (Çocuk) Polikliniği Sonuçları**

Çocuk polikliniğine gelişler Poisson dağılım ve servis süreleri üstel dağılım göstermektedir. Poliklinikte iki servis birimi mevcuttur. Servise alım kuralı FIFO yöntemine göre yapılmaktadır. Popülasyon kaynağı ve sistem kapasitesi sonsuzdur. Bu poliklinik için model  $M/M/2/FIFO/\infty/\infty$  şeklinde belirlenmiştir.

Gelişlerin Poisson dağılımına uygun olup olmadığının tespiti amacıyla 77 gün boyunca her gün birer saatlik aralıklarla polikliniğe gelişler, Kolmogorov- Smirnov uygunluk testi ile sınanmıştır.

Söz konusu test için oluşturulan ve sınanan hipotezler şu şekildedir:

**H<sub>0</sub>:** Çocuk polikliniğine gelişler Poisson dağılımına uymaktadır.

**H<sub>1</sub>:** Çocuk polikliniğine gelişler Poisson dağılıma uymamaktadır.

Test sonucuna ilişkin bilgiler **Ek 4.3**'te verilmiştir (burada örnek olarak çocuk polikliniğine ait Ocak ayı test sonucu verilmiştir). Buna göre 0,05 ve 0,01 anlamlılık seviyelerinde Aralık, Ocak ve Şubat aylarında çocuk polikliniğine gelen hasta sayıları Poisson dağılım göstermektedir. Test sonucu hesaplanan *significance (P)* değerlerine bakıldığında her gün için bu değerler 0,05 ve 0,01 anlamlılık düzeylerinden büyüktür.

Üçüncü bölümde de ifade edildiği gibi Poisson dağılımla üstel dağılım arasında bir ilişki söz konusudur. Eğer  $t$  süresince geliş sayısı  $\lambda t$  parametrelili Poisson dağılım gösteriyorsa  $\lambda$  parametrelili gelişler arası süre üstel dağılımlıdır (Winston, 2003: 1063-1064). Aynı zamanda hizmet edilen müşteriler, ortalaması  $\mu$  olan bir Poisson dağılım gösteriyorsa müşterilere sunulan servis zamanları ortalaması  $1/\mu$  olan üstel dağılım gösterir. Çünkü üstel dağılım Poisson dağılımın bir ürünüdür. Bu nedenle hizmet edilen müşteri sayılarının Poisson dağılım gösterdiği istatistiksel olarak kanıtlandığında servis zamanının dağılımı üstel kabul edilir (Sariaslan, 1986: 65). Bu bağlamda servis sürelerinin dağılımı ayrıca test edilmemiş ve üstel dağılıma uygun olduğu varsayılmıştır.

**Geliş oranının hesaplanması:** Toplam 77 gün ve 42323 dk boyunca 10908 kişi bu polikliniğe gelmiştir. Bunu bir saat cinsinden ifade ettiğimiz takdirde geliş oranımız saatte 15,46 kişi olmaktadır.

**Servis oranının hesaplanması:** Toplam 77 gün ve 38956 dakika boyunca 10908 kişi bu poliklinikte servis görmüştür. Bunu bir saat cinsinden ifade ettiğimizde servis oranımız bir saatte 16,8 kişi olmaktadır. Bu sayıyı servis kanalı 2 olduğu için 2 ye bölerek 8,4 kişi/saate çeviririz.

Excel de formüller girildikten sonra modelin uygulama sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 3.1: Çocuk polikliniği M/M/2 modeli sonuçları**

<i>GİRDİ PARAMETRELERİ</i>	
Geliş Oranı	15,46
Ortalama Servis Oranı	0,119
Sistemdeki Kanal Sayısı	2
<i>SONUÇLAR</i>	
Ortalama Gelişler Arası Süre	0,064
Servis Oranı	8,4
Ortalama Servis Süresinde Ortalama Gelişler	1,840
Trafik Yoğunluğu	92,02%
Tüm Kanalların Boş Olduğu Zaman Dilimi	0,041
Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı	12,016
Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	10,176
Sistemde Ortalama Bekleme Süresi	0,777
Kuyrukta Ortalama Bekleme Süresi	0,658
Gelen Bir Müşterinin Kuyrukta Bekleme Olasılığı	0,882

Sonuçlara göre Karatekin Hastanesi'nin çocuk polikliniğinin etkinlik oranı %92 çıkmıştır. Yani zamanın %92'sinde hizmet verilmektedir. Bu da polikliniğin etkin olarak faaliyet gösterdiğini ifade eder. Hastaneye yeni gelen bir hasta, sistemde (kuyruk+servis) ortalama 12 hasta bulur. Her hastanın ortalama hizmet süresi yaklaşık 3,57 dakikadır. Bir hastanın sistemde geçirdiği ortalama süre,  $60 * 0,77 = 46,8$  dakika, kuyrukta geçirdiği ortalama süre ise,  $60 * 0,66 = 39,6$  dakikadır.

#### **4.1.2.2. İç Hastalıkları (Dahiliye) Polikliniği Sonuçları**

Dahiliye polikliniğine gelişler Poisson dağılım ve servis süreleri üstel dağılım göstermektedir. Poliklinikte bir servis birimi mevcuttur. Servise alım kuralı FIFO yöntemine göre yapılmaktadır. Popülasyon kaynağı ve sistem kapasitesi sonsuzdur. Bu poliklinik için model M/M/1/FIFO/∞/∞ şeklinde belirlenmiştir.

Gelişlerin Poisson dağılımına uygun olup olmadığının tespiti amacıyla 77 gün boyunca her gün birer saatlik aralarla polikliniğe gelişler, Kolmogorov- Smirnov uygunluk testi ile analiz edilmiş ve Poisson dağılıma uygun çıkmıştır. Gelişlerin Poisson dağılım gösterdiği durumlarda servis süreleri üstel dağılım göstermektedir.

Bu nedenle servis sürelerinin dağılımı test edilmemiş üstel dağılıma uygun olduğu varsayılmıştır.

**Geliş oranının hesaplanması :** Toplam 77 gün ve 39644 dk boyunca 7248 kişi bu polikliniğe gelmiştir. Bunu bir saat cinsinden ifade ettiğimiz takdirde geliş oranımız saatte 10,96 kişi olmaktadır.

**Servis oranının hesaplanması:** Toplam 77 gün ve 33434 dakika boyunca 7248 kişi bu poliklinikte servis görmüştür. Bunu bir saat cinsinden ifade ettiğimizde servis oranımız bir saatte 13 kişi olmaktadır.

Excel de formüller girildikten sonra modelin uygulama sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 3.2: Dahiliye polikliniği M/M/1 modeli sonuçları**

GİRDİ PARAMETRELERİ	
Geliş Oranı	10,97
Ortalama Servis Oranı	0,077
SONUÇLAR	
Ortalama Gelişlerarası Süre	0,091
Servis Oranı	13
Trafik Yoğunluğu(Etkinlik Oranı)	84,38%
Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı	5,404
Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	4,560
Beklenen Kuyruk Uzunluğu	6,404
Sistemde Ortalama Bekleme Süresi	0,493
Kuyrukta Ortalama Bekleme Süresi	0,416
Ortalama Meşgul Süre	0,493

Sonuçlara göre Karatekin Hastanesi'nin dahiliye polikliniğinin etkinlik oranı %84,38 çıkmıştır. Yani zamanın %84,38'inde hizmet verilmektedir. Bu da polikliniğin etkin olarak faaliyet gösterdiğini belirtmektedir. Hastaneye yeni gelen bir hasta, sistemde (kuyruk+servis) ortalama 5,4 hasta bulur. Her hastanın ortalama hizmet süresi yaklaşık 4,61 dakikadır. Bir hastanın sistemde geçirdiği ortalama süre  $60 * 0,49 = 29,4$  dakika, kuyrukta geçirdiği ortalama süre ise  $60 * 0,42 = 25,2$  dakikadır.

#### 4.1.2.3. Kadın Hastalıkları ve Doğum (Kadın-Doğum) Polikliniği

Kadın-doğum polikliniğine gelişler Poisson dağılım ve servis süreleri üstel dağılım göstermektedir. Poliklinikte iki servis birimi mevcuttur. Servise alım kuralı FIFO yöntemine göre yapılmaktadır. Popülasyon kaynağı ve sistem kapasitesi sonsuzdur. Bu poliklinik için model M/M/2/FIFO/∞/∞ şeklinde belirlenmiştir.

Gelişlerin Poisson dağılımına uygun olup olmadığının tespiti amacıyla 77 gün boyunca her gün birer saatlik aralarla polikliniğe gelişler, Kolmogorov- Smirnov uygunluk testi ile analiz edilmiş ve Poisson dağılıma uygun çıkmıştır. Gelişlerin Poisson dağılım gösterdiği durumlarda servis süreleri üstel dağılım göstermektedir. Bu nedenle servis sürelerinin dağılımı test edilmemiş üstel dağılıma uygun olduğu varsayılmıştır.

***Geliş oranının hesaplanması :*** Toplam 77 gün ve 39406 dakika boyunca 8315 kişi bu polikliniğe gelmiştir. Bunu bir saat cinsinden ifade ettiğimiz takdirde geliş oranımız saatte 12,66 kişi olmaktadır.

***Servis oranının hesaplanması:*** Toplam 77 gün ve 36673 dakika boyunca 8315 kişi bu poliklinikte servis görmüştür. Bunu bir saat cinsinden ifade ettiğimizde servis oranımız bir saatte 13,6 kişi olmaktadır. Bu sayıyı da 2 ye bölersek sonuç 6,8 olur.

Excel de formüller girildikten sonra modelin uygulama sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 3.3: Kadın-doğum polikliniği M/M/2 modeli sonuçları**

<i>GİRDİ PARAMETRELERİ</i>	
Geliş Oranı	12,66
Ortalama Servis Oranı	0,147
Sistemdeki Kanal Sayısı	2
<i>SONUÇLAR</i>	
Ortalama Gelişler Arası Süre	0,078
Servis Oran	6,8
Ortalama Servis Süresinde Ortalama Gelişler	1,861
Trafik Yoğunluğu	93,09%
Tüm Kanalların Boş Olduğu Zaman Dilimi	0,035
Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı	13,950
Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	12,088
Sistemde Ortalama Bekleme Süresi	1,101
Kuyrukta Ortalama Bekleme Süresi	0,954
Gelen Bir Müşterinin Kuyrukta Bekleme Olasılığı	0,897

Sonuçlara göre Karatekin Hastanesi'nin kadın-doğum polikliniğinin etkinlik oranı %93,09 çıkmıştır. Yani zamanın %93,09'unda hizmet verilmektedir. Bu da polikliniğin etkin olarak faaliyet gösterdiğini belirtmektedir.

Hastaneye yeni gelen bir hasta, sistemde (kuyruk+servis) ortalama 14 hasta bulur. Her hastanın ortalama hizmet süresi yaklaşık 4,41 dakikadır. Bir hastanın sistemde geçirdiği ortalama süre  $60 * 1,10 = 66$  dakika, kuyrukta geçirdiği ortalama süre ise  $60 * 0,95 = 57$  dakikadır.

#### **4.1.2.4. Kulak, Burun ve Boğaz (KBB) Hastalıkları Polikliniği**

KBB polikliniğine gelişler Poisson dağılım ve servis süreleri üstel dağılım göstermektedir. Poliklinikte bir servis birimi mevcuttur. Servise alım kuralı FIFO yöntemine göre yapılmaktadır. Popülasyon kaynağı ve sistem kapasitesi sonsuzdur. Bu poliklinik için model M/M/1/FIFO/ $\infty/\infty$  şeklinde belirlenmiştir.

Gelişlerin Poisson dağılımına uygun olup olmadığının tespiti amacıyla 77 gün boyunca her gün birer saatlik aralarla polikliniğe gelişler, Kolmogorov- Smirnov uygunluk testi ile analiz edilmiş ve Poisson dağılıma uygun çıkmıştır. Gelişlerin Poisson dağılım gösterdiği durumlarda servis süreleri üstel dağılım göstermektedir.



Bu nedenle servis sürelerinin dağılımı test edilmemiş üstel dağılıma uygun olduğu varsayılmıştır.

**Geliş oranının hesaplanması :** Toplam 77 gün ve 32410 dakika boyunca 4408 kişi bu polikliniğe gelmiştir. Bunu bir saat cinsinden ifade ettiğimiz takdirde geliş oranımız saatte 8,16 kişi olmaktadır.

**Servis oranının hesaplanması :** Toplam 77 gün ve 28659 dakika boyunca 4408 kişi bu poliklinikte servis görmüştür. Bunu bir saat cinsinden ifade ettiğimizde servis oranımız bir saatte 9,23 kişi olmaktadır.

Excel de formüller girildikten sonra modelin uygulama sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 3.4: KBB polikliniği M/M/1 modeli sonuçları**

GİRDİ PARAMETRELERİ	
Geliş Oranı	8,16
Ortalama Servis Oranı	0,108
SONUÇLAR	
Ortalama Gelişlerarası Süre	0,122
Servis Oranı	9,23
Trafik Yoğunluğu(Etkinlik Oranı)	88,41%
Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı	7,626
Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	6,742
Beklenen Kuyruk Uzunluğu	8,626
Sistemde Ortalama Bekleme Süresi	0,934
Kuyrukta Ortalama Bekleme Süresi	0,826
Ortalama Meşgul Süre	0,934

Sonuçlara göre Karatekin Hastanesi' nin kadın-doğum polikliniğinin etkinlik oranı %88,41 çıkmıştır. Bunun anlamı poliklinikte zamanın %88,41'inde hizmet verilmektedir. Bu da polikliniğin etkin olarak faaliyet gösterdiğini belirtmektedir.

Hastaneye yeni gelen bir hasta, sistemde (kuyruk+servis) ortalama 7,6 hasta bulur. Her hastanın ortalama hizmet süresi yaklaşık 6,5 dakikadır. O zaman bu hastanın

sistemde geçirdiği ortalama süre  $60 * 0,93 = 55,8$  dakika, kuyrukta geçirdiği ortalama süre ise  $60 * 0,83 = 49,8$  dakika olacaktır.

#### **4.1.2.5. Karatekin Hastanesi Genel Değerlendirme**

Karatekin Hastanesi'nin çalışmaya konu olan dört polikliniğinin ortalama etkinliği %89,47'dir. Hastaların dört poliklinik için sistemde ve kuyrukta geçirdikleri ortalama süreler sırasıyla 49,5 ve 42,9 dakikadır. Hastalar ortalama olarak en az iç hastalıkları polikliniğinde (29,4 ve 25,2 dakika), en fazla kadın hastalıkları polikliniğinde (66 ve 57 dakika) beklemektedirler.

Çankırı Özel Karatekin Hastanesi' nin Çocuk, Dahiliye, Kadın-Doğum, KBB polikliniklerine ilişkin veriler yukarıda ifade edilmiştir. Karatekin Hastanesi' nin bu poliklinikler açısından sistem performansı etkin bir hizmet sunumunu işaret etmektedir. Hastaların polikliniklerde geçirdikleri süreler 29,4 dakika ile 66 dakika arasında değişmektedir. 66 dakika kadın hastalıkları polikliniğinde geçirilen toplam süre olup ortalamanın 16,5 dakika üzerindedir.

## **4.2. Çankırı Devlet Hastanesi Genel Bilgiler ve Uygulama Sonuçları**

Bu bölümde ise Çankırı Devlet Hastanesi ile ilgili genel olarak bir bilgilendirme yapılmış ardından çalışmaya konu olan polikliniklerdeki uygulama sonuçları aktarılmıştır.

### **4.2.1. Genel Bilgiler**

Çankırı Devlet Hastanesi, Memleket Hastanesi olarak bugün Kadın-Doğum servisinin bulunduğu binada 1946 yılında hizmet vermeye başlamıştır. Daha sonra aynı bahçede bulunan Sağlık Koleji'ne taşınmıştır. 1994 yılında şimdiki ameliyathanelerin bulunduğu ek binanın hizmete girmesiyle 350 yatak kapasitesine ulaşmıştır. Toplam kapalı alanı Mart 2010 tarihi itibarı ile 11.600 m<sup>2</sup> ye ulaşmıştır. Şu an 5 ayrı binada hizmet vermektedir ([www.cankiridevlethastanesi.saglik.gov.tr](http://www.cankiridevlethastanesi.saglik.gov.tr), erişim: 18/06/2011).

Hastanede beyin ve sinir cerrahisi (3), çocuk cerrahisi (1), çocuk sağlığı ve hastalıkları (3), dermatoloji (3), enfeksiyon hastalıkları (1), fiziksel tıp ve rehabilitasyon (3), gastroenteroloji (1), genel cerrahi (5), göğüs cerrahisi (1), göğüs hastalıkları (2), göz hastalıkları (3), iç hastalıkları (3), kadın hastalıkları ve doğum (3), kalp ve damar cerrahisi (1), kardiyoloji (1), kulak-burun-boğaz hastalıkları (2), nöroloji (2), ortopedi ve travmatoloji (3), plastik, rekonstrüktif ve estetik cerrahi (2), psikiyatri (2) ve üroloji (3) olmak üzere 21 poliklinik hizmet vermektedir. Mesai saatleri hafta içi 08:00-17:00 saatleri arasındır.

#### **4.2.2. Uygulama Sonuçları**

Çalışmada, çocuk hastalıkları, iç hastalıkları(dahiliye), kulak-burun-boğaz hastalıkları ve kadın-doğum polikliniklerine ait Aralık (2010), Ocak (2011) ve Şubat (2011) dönemlerindeki toplam 64 günlük veri kullanılmıştır. Ek 4.6' da 64 gün boyunca tüm polikliniklere gelen hasta sayıları görölmektedir. Buna göre ilk on poliklinikten seçilen dört tanesi yukarıda ifade edilmiştir.

##### **4.2.2.1. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Polikliniği**

Çocuk polikliniğine gelişler Poisson dağılım ve servis süreleri üstel dağılım göstermektedir. Poliklinikte üç servis birimi mevcuttur. Servise alım kuralı FIFO yöntemine göre yapılmaktadır. Popölasyon kaynağı ve sistem kapasitesi sonsuzdur. Bu poliklinik için model  $M/M/3/FIFO/\infty/\infty$  şeklinde belirlenmiştir.

Gelişlerin Poisson dağılımına uygun olup olmadığının tespiti amacıyla 64 gün boyunca her gün birer saatlik aralarla polikliniğe gelişler, Kolmogorov- Smirnov uygunluk testi ile analiz edilmiş ve Poisson dağılıma uygun çıkmıştır (**Ek 4.4**). Gelişlerin Poisson dağılım gösterdiği durumlarda servis süreleri üstel dağılım göstermektedir. Bu nedenle servis sürelerinin dağılımı test edilmemiş üstel dağılıma uygun olduğu varsayılmıştır.

**Geliş oranının hesaplanması :** Toplam 64 gün ve 30877 dakika boyunca 6906 kişi bu polikliniğe gelmiştir. Bunu bir saat cinsinden ifade ettiğimiz takdirde geliş oranımız saatte 13,42 kişi olmaktadır.

**Servis oranının hesaplanması :** Toplam 64 gün ve 25982 dakika boyunca 6906 kişi bu poliklinikte servis görmüştür. Bunu bir saat cinsinden ifade ettiğimizde servis oranımız bir saatte 15,95 kişi olmaktadır. Servis kanalı 3 olduğu için bu sayıyı üçe bölersek sonuç 5,32 olmaktadır.

Excel de formüller girildikten sonra modelin uygulama sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 3.5: Çocuk polikliniği M/M/3 modeli sonuçları**

<b>GİRDİ PARAMETRELERİ</b>	
Geliş Oranı	13,42
Ortalama Servis Oranı	0,188
Sistemdeki Kanal Sayısı	3
<b>SONUÇLAR</b>	
Ortalama Gelişler Arası Süre	0,074
Servis Oranı	5,316
Ortalama Servis Süresinde Ortalama Gelişler	2,524
Trafik Yoğunluğu	84,14%
Tüm Kanalların Boş Olduğu Zaman Dilimi	0,042
Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı	6,320
Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	3,796
Sistemde Ortalama Bekleme Süresi	0,471
Kuyrukta Ortalama Bekleme Süresi	0,282
Gelen Bir Müşterinin Kuyrukta Bekleme Olasılığı	0,715

Sonuçlara göre Devlet Hastanesi' nin çocuk polikliniğinin etkinlik oranı %84,14 çıkmıştır. Bunun anlamı poliklinikte zamanın %84,14'ünde hizmet verilmektedir. Bu da polikliniğin etkin olarak faaliyet gösterdiğini belirtmektedir.

Hastaneye yeni gelen bir hasta, sistemde (kuyruk+servis) ortalama 6,3 hasta bulur. Her hastanın ortalama hizmet süresi yaklaşık 3,7 dakikadır. Bir hastanın sistemde geçirdiği ortalama süre  $60 * 0,47 = 28,2$  dakika, kuyrukta geçirdiği ortalama süre ise  $60 * 0,28 = 16,8$  dakika olacaktır.

#### 4.2.2.2. İç Hastahkları (Dahiliye) Polikliniği

Dahiliye polikliniğine gelişler Poisson dağılım ve servis süreleri üstel dağılım göstermektedir. Poliklinikte üç servis birimi mevcuttur. Servise alım kuralı FIFO yöntemine göre yapılmaktadır. Popölasyon kaynağı ve sistem kapasitesi sonsuzdur. Bu poliklinik için model  $M/M/3/FIFO/\infty/\infty$  şeklinde belirlenmiştir.

Gelişlerin Poisson dağılımına uygun olup olmadığının tespiti amacıyla 64 gün boyunca her gün birer saatlik aralarla polikliniğe gelişler, Kolmogorov - Smirnov uygunluk testi ile analiz edilmiş ve Poisson dağılıma uygun çıkmıştır. Gelişlerin Poisson dağılım gösterdiği durumlarda servis süreleri üstel dağılım göstermektedir. Bu nedenle servis sürelerinin dağılımını test edilmemiş üstel dağılıma uygun olduğu varsayılmıştır.

***Geliş oranının hesaplanması :*** Toplam 64 gün ve 30965 dakika boyunca 13423 kişi bu polikliniğe gelmiştir. Bunu bir saat cinsinden ifade ettiğimiz takdirde geliş oranımız saatte 26 kişi olmaktadır.

***Servis oranının hesaplanması :*** Toplam 64 gün ve 28803 dakika boyunca 13423 kişi bu poliklinikte servis görmüştür. Bunu bir saat cinsinden ifade ettiğimizde servis oranımız bir saatte 27,96 kişi olmaktadır. Servis kanalı 3 olduğu için bu sayıyı üçe bölersek sonuç 9,32 olmaktadır.

Excel de formüller girildikten sonra modelin uygulama sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 3.6: Dahiliye polikliniği M/M/3 modeli sonuçları**

<i>GİRDİ PARAMETRELERİ</i>	
Geliş Oranı	26,
Ortalama Servis Oranı	0,107296
Sistemdeki Kanal Sayısı	3
<i>SONUÇLAR</i>	
Ortalama Gelişler Arası Süre	0,038462
Servis Oranı	9,32
Ortalama Servis Süresinde Ortalama Gelişler	2,7897
Trafik Yoğunluğu	92,99%
Tüm Kanalların Boş Olduğu Zaman Dilimi	0,016864
Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı	14,336771
Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	11,547072
Sistemde Ortalama Bekleme Süresi	0,551414
Kuyrukta Ortalama Bekleme Süresi	0,444118
Gelen Bir Müşterinin Kuyrukta Bekleme Olasılığı	0,870472

Sonuçlara göre Devlet Hastanesi' nin çocuk polikliniğinin etkinlik oranı %92,99 çıkmıştır. Bunun anlamı poliklinikte zamanın %92,99'unda hizmet verilmektedir. Bu da polikliniğin etkin olarak faaliyet gösterdiğini belirtmektedir.

Hastaneye yeni gelen bir hasta, sistemde (kuyruk+servis) ortalama 14,3 hasta bulur. Her hastanın ortalama hizmet süresi yaklaşık 2,14 dakikadır. Bir hastanın sistemde geçirdiği ortalama süre  $60 * 0,55 = 33$  dakika, kuyrukta geçirdiği ortalama süre ise  $60 * 0,44 = 26,4$  dakika olacaktır.

#### **4.2.2.3. Kadın-Doğum Polikliniği**

Kadın-doğum polikliniğine gelişler Poisson dağılım ve servis süreleri üstel dağılım göstermektedir. Poliklinikte üç servis birimi mevcuttur. Servise alım kuralı FIFO yöntemine göre yapılmaktadır. Popülasyon kaynağı ve sistem kapasitesi sonsuzdur. Bu poliklinik için model M/M/3/FIFO/ $\infty/\infty$  şeklinde belirlenmiştir.

Gelişlerin Poisson dağılımına uygun olup olmadığının tespiti amacıyla 64 gün boyunca her gün birer saatlik aralarla polikliniğe gelişler, Kolmogorov - Smirnov uygunluk testi ile analiz edilmiş ve Poisson dağılıma uygun çıkmıştır. Gelişlerin Poisson dağılım gösterdiği durumlarda servis süreleri üstel dağılım göstermektedir. Bu nedenle servis sürelerinin dağılımı test edilmemiş üstel dağılıma uygun olduğu varsayılmıştır.

**Geliş oranının hesaplanması :** Toplam 64 gün ve 28229 dakika boyunca 7231 kişi bu polikliniğe gelmiştir. Bunu bir saat cinsinden ifade ettiğimiz takdirde geliş oranımız saatte 15,37 kişi olmaktadır.

**Servis oranının hesaplanması :** Toplam 64 gün ve 25973 dakika boyunca 7231 kişi bu poliklinikte servis görmüştür. Bunu bir saat cinsinden ifade ettiğimizde servis oranımız bir saatte 16,70 kişi olmaktadır. Servis kanalı 3 olduğu için bu sayıyı üçe bölersek sonuç 5,56 olmaktadır.

Excel de formüller girildikten sonra modelin uygulama sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 3.7: Kadın-doğum polikliniği M/M/3 modeli sonuçları**

<b>GİRDİ PARAMETRELERİ</b>	
Geliş Oranı	15,37
Ortalama Servis Oranı	0,179
Sistemdeki Kanal Sayısı	3
<b>SONUÇLAR</b>	
Ortalama Gelişler Arası Süre	0,065
Servis Oranı	5,566
Ortalama Servis Süresinde Ortalama Gelişler	2,761
Trafik Yoğunluğu	92,04%
Tüm Kanalların Boş Olduğu Zaman Dilimi	0,019
Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı	12,622
Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	9,861
Sistemde Ortalama Bekleme Süresi	0,821
Kuyrukta Ortalama Bekleme Süresi	0,641
Gelen Bir Müşterinin Kuyrukta Bekleme Olasılığı	0,853

Sonuçlara göre Devlet Hastanesi'nin çocuk polikliniğinin etkinlik oranı %92,04 çıkmıştır. Bunun anlamı poliklinikte zamanın %92,04'ünde hizmet verilmektedir. Bu da polikliniğin etkin olarak faaliyet gösterdiğini belirtmektedir.

Hastaneye yeni gelen bir hasta, sistemde (kuyruk+servis) ortalama 12,6 hasta bulur. Her hastanın ortalama hizmet süresi yaklaşık 3,6 dakikadır. Bir hastanın sistemde geçirdiği ortalama süre  $60 * 0,82 = 49,2$  dakika, kuyrukta geçirdiği ortalama süre ise  $60 * 0,64 = 38,4$  dakikadır.

#### 4.2.2.4. Kulak, Burun ve Boğaz (KBB) Polikliniği

KBB polikliniğine gelişler Poisson dağılım ve servis süreleri üstel dağılım göstermektedir. Poliklinikte iki servis birimi mevcuttur. Servise alım kuralı FIFO yöntemine göre yapılmaktadır. Popülasyon kaynağı ve sistem kapasitesi sonsuzdur. Bu poliklinik için model M/M/2/FIFO/∞/∞ şeklinde belirlenmiştir.

Gelişlerin Poisson dağılımına uygun olup olmadığının tespiti amacıyla 64 gün boyunca her gün birer saatlik aralarla polikliniğe gelişler, Kolmogorov - Smirnov uygunluk testi ile analiz edilmiş ve Poisson dağılıma uygun çıkmıştır. Gelişlerin Poisson dağılım gösterdiği durumlarda servis süreleri üstel dağılım göstermektedir. Bu nedenle servis sürelerinin dağılımı test edilmemiş üstel dağılıma uygun olduğu varsayılmıştır.

***Geliş oranının hesaplanması :*** Toplam 64 gün ve 28136 dakika boyunca 7682 kişi bu polikliniğe gelmiştir. Bunu bir saat cinsinden ifade ettiğimiz takdirde geliş oranımız saatte 16,38 kişi olmaktadır.

***Servis oranının hesaplanması :*** Toplam 64 gün ve 25400 dakika boyunca 7682 kişi bu poliklinikte servis görmüştür. Bunu bir saat cinsinden ifade ettiğimizde servis oranımız bir saatte 18,15 kişi olmaktadır. Servis kanalı 2 olduğu için bu sayıyı üçe bölersek sonuç 9,075 olmaktadır.

Excel de formüller girildikten sonra modelin uygulama sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.



**Tablo 3.8: KBB polikliniği M/M/2 modeli sonuçları**

<i>GİRDİ PARAMETRELERİ</i>	
Geliş Oranı	16,38
Ortalama Servis Oranı	0,110
Sistemdeki Kanal Sayısı	2
<i>SONUÇLAR</i>	
Ortalama Gelişler Arası Süre	0,061
Servis Oranı	9,075
Ortalama Servis Süresinde Ortalama Gelişler	1,804
Trafik Yoğunluğu	90,25%
Tüm Kanalların Boş Olduğu Zaman Dilimi	0,051
Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı	9,728
Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	7,923
Sistemde Ortalama Bekleme Süresi	0,593
Kuyrukta Ortalama Bekleme Süresi	0,483
Gelen Bir Müşterinin Kuyrukta Bekleme Olasılığı	0,856

Sonuçlara göre Devlet Hastanesi'nin çocuk polikliniğinin etkinlik oranı %90,25 çıkmıştır. Bunun anlamı poliklinikte zamanın %90,25'inde hizmet verilmektedir. Bu da polikliniğin etkin olarak faaliyet gösterdiğini belirtmektedir.

Hastaneye yeni gelen bir hasta, sistemde (kuyruk+servis) ortalama 9,7 hasta bulur. Her hastanın ortalama hizmet süresi yaklaşık 3,2 dakikadır. Bir hastanın sistemde geçirdiği ortalama süre  $60 * 0,59 = 35,4$  dakika, kuyrukta geçirdiği ortalama süre ise  $60 * 0,48 = 28,8$  dakikadır.

#### **4.2.2.5. Devlet Hastanesi Genel Değerlendirme**

Devlet hastanesinin çalışmaya konu olan dört polikliniğinin ortalama etkinliği %89,85'tir. Hastaların dört poliklinik için, sistemde ve kuyrukta geçirdikleri ortalama süreler sırasıyla 36,45 ve 27.60 dakikadır. Hastalar ortalama olarak en az çocuk polikliniğinde (28,2 ve 16,8 dakika), en fazla kadın hastalıkları polikliniğinde (49,2 ve 38,4 dakika) beklemektedirler.

Çankırı Devlet Hastanesi'nin Çocuk, Dahiliye, Kadın-Doğum, KBB polikliniklerine ilişkin veriler yukarıda ifade edilmiştir. Hastanenin bu poliklinikler açısından sistem performansı etkin (% 89,85) bir hizmet sunumunu işaret etmektedir. Hastaların polikliniklerde geçirdikleri süreler ise ortalama olarak 28,2 dakika ile 49,2 dakika arasında değişmektedir.

### 4.3. Hastanelerin Karşılaştırılması

Bu bölümde Devlet hastanesi ile Karatekin Hastanesi'nin ilgili dört poliklinik için uygulama sonuçlarını içeren karşılaştırmalı tabloları verilmiş ve etkinlik oranları ile polikliniklerde geçirilen süreler değerlendirilmiştir. Genel değerlendirmeye ise sonuç bölümünde değinilmiştir.

#### 4.3.1. Çocuk Polikliniği

<i>KARATEKİN HASTANESİ</i>		<i>DEVLET HASTANESİ</i>	
<i>GİRDİ PARAMETRELERİ</i>		<i>GİRDİ PARAMETRELERİ</i>	
Geliş Oranı	15,46	Geliş Oranı	13,42
Ortalama Servis Oranı	0,119	Ortalama Servis Oranı	0,188
Sistemdeki Kanal Sayısı	2	Sistemdeki Kanal Sayısı	3
<i>SONUÇLAR</i>		<i>SONUÇLAR</i>	
Ortalama Gelişler Arası Süre	0,064	Ortalama Gelişler Arası Süre	0,074
Servis Oranı	8,4	Servis Oranı	5,316
Ortalama Servis Süresinde Ortalama Gelişler	1,840	Ortalama Servis Süresinde Ortalama Gelişler	2,524
Trafik Yoğunluğu	92,02%	Trafik Yoğunluğu	84,14%
Tüm Kanalların Boş Olduğu Zaman Dilimi	0,0418	Tüm Kanalların Boş Olduğu Zaman Dilimi	0,042
Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı	12,016	Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı	6,320
Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	10,176	Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	3,796
Sistemde Ortalama Bekleme Süresi	0,777	Sistemde Ortalama Bekleme Süresi	0,471
Kuyrukta Ortalama Bekleme Süresi	0,658	Kuyrukta Ortalama Bekleme Süresi	0,282
Gelen Bir Müşterinin Kuyrukta Bekleme Olasılığı	0,882	Gelen Bir Müşterinin Kuyrukta Bekleme Olasılığı	0,715

Karatekin Hastanesi'nin çocuk polikliniği 2 servis kanalından oluşurken Devlet hastanesinde bu sayı 3'tür. Servis kanalı sayısının fazla olması hastaların sistemde bekleme sürelerinin daha az olmasını sağlamaktadır. Fakat kanal sayısının çok fazla olması da servis birimlerinin boş bekleme sürelerini arttıracığı için bu sayı optimum faydayı sağlayacak şekilde belirlenmelidir. Bazı durumlarda, servis kanalı fazla olsa da yoğunluk yüksek ise bekleme süreleri de yüksek olabilir. Dolayısıyla servis kanalının ihtiyaçlara en uygun şekilde belirlenmesi gerekir.

Yukarıdaki tablolara bakıldığında Karatekin Hastanesi'nin etkinlik oranının Devlet hastanesine göre daha fazla olduğu görülecektir. Karatekin Hastanesi'nin etkinlik oranı %92,02 iken Devlet hastanesinin ise %84,14'tür. Buna karşın Devlet hastanesinde hastalar daha az vakit harcamaktadır. Yeni gelen her hasta Karatekin Hastanesi'nde servis gören ve bekleyen olmak üzere toplam 12 hasta bulurken bu sayı Devlet hastanesinde 6'dır.

#### 4.3.2. Dahiliye Polikliniği

<b>KARATEKİN HASTANESİ</b>		<b>DEVLET HASTANESİ</b>	
<b>GİRDİ PARAMETRELERİ</b>		<b>GİRDİ PARAMETRELERİ</b>	
Geliş Oranı	10,97	Geliş Oranı	26,
Ortalama Servis Oranı	0,077	Ortalama Servis Oranı	0,107
		Sistemdeki Kanal Sayısı	3
<b>SONUÇLAR</b>		<b>SONUÇLAR</b>	
Ortalama Gelişlerarası Süre	0,091	Ortalama Gelişler Arası Süre	0,038
Servis Oranı	13	Servis Oranı	9,32
Trafik Yoğunluğu(Etkinlik Oranı)	84,38%	Ortalama Servis Süresinde Ortalama Gelişler	2,789
Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı	5,404	Trafik Yoğunluğu	92,99%
Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	4,560	Tüm Kanalların Boş Olduğu Zaman Dilimi	0,016
Beklenen Kuyruk Uzunluğu	6,404	Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı	14,336
Sistemde Ortalama Bekleme Süresi	0,493	Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	11,547
Kuyrukta Ortalama Bekleme Süresi	0,416	Sistemde Ortalama Bekleme Süresi	0,551
Ortalama Meşgul Süre	0,493	Kuyrukta Ortalama Bekleme Süresi	0,444
		Gelen Bir Müşterinin Kuyrukta Bekleme Olasılığı	0,870

Dahiliye polikliniğine bakıldığında Karatekin Hastanesi'nde 1 olan servis kanalı sayısının Devlet hastanesinde 3 olduğu görülecektir. Buna rağmen Devlet hastanesindeki etkinlik oranının daha fazla olduğu görülmektedir. Bu da Devlet hastanesindeki yoğunluk oranının daha fazla olduğunu belirtmektedir. Devlet hastanesinin etkinlik oranı %92,99 iken Karatekin Hastanesi'nin ise %84,38'dir. Buna karşın Karatekin Hastanesi'nde hastalar daha az vakit harcamaktadır. Yeni gelen her hasta Karatekin Hastanesi'nde servis gören ve bekleyen olmak üzere toplam 5 hasta bulurken bu sayı Devlet hastanesinde 14'tür.

#### 4.3.3. Kadın-doğum Polikliniği

<b>KARATEKİN HASTANESİ</b>	
<b>GİRDİ PARAMETRELERİ</b>	
Geliş Oranı	12,66
Ortalama Servis Oranı	0,147
Sistemdeki Kanal Sayısı	2
<b>SONUÇLAR</b>	
Ortalama Gelişler Arası Süre	0,078
Servis Oran	6,8
Ortalama Servis Süresinde Ortalama Gelişler	1,861
Trafik Yoğunluğu	93,09%
Tüm Kanalların Boş Olduğu Zaman Dilimi	0,035
Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı	13,950
Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	12,088
Sistemde Ortalama Bekleme Süresi	1,101
Kuyrukta Ortalama Bekleme Süresi	0,954
Gelen Bir Müşterinin Kuyrukta Bekleme Olasılığı	0,897

<b>DEVLET HASTANESİ</b>	
<b>GİRDİ PARAMETRELERİ</b>	
Geliş Oranı	15,37
Ortalama Servis Oranı	0,179
Sistemdeki Kanal Sayısı	3
<b>SONUÇLAR</b>	
Ortalama Gelişler Arası Süre	0,065
Servis Oranı	5,566
Ortalama Servis Süresinde Ortalama Gelişler	2,761
Trafik Yoğunluğu	92,04%
Tüm Kanalların Boş Olduğu Zaman Dilimi	0,019
Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı	12,622
Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	9,861
Sistemde Ortalama Bekleme Süresi	0,821
Kuyrukta Ortalama Bekleme Süresi	0,641
Gelen Bir Müşterinin Kuyrukta Bekleme Olasılığı	0,853

Kadın-doğum polikliniği servis kanalı sayısı Karatekin Hastanesi'nde 2, Devlet hastanesinde ise 3'tür. Her iki hastanenin kadın-doğum polikliniği sonuçları birbirine oldukça yakındır. Karatekin Hastanesi'nin etkinlik oranı %93,09 iken Devlet hastanesinin %92,04'tür. Kadın-Doğum polikliniğine gelen hastalar Karatekin Hastanesi'nde daha fazla vakit harcamaktadırlar. Yeni gelen her hasta Karatekin Hastanesi'nde servis gören ve bekleyen olmak üzere toplam 14 hasta bulurken bu sayı Devlet hastanesinde 13'tür.

#### 4.3.4. KBB Polikliniği

<b>KARATEKİN HASTANESİ</b>	
<b>GİRDİ PARAMETRELERİ</b>	
Geliş Oranı	8,16
Ortalama Servis Oranı	0,108
<b>SONUÇLAR</b>	
Ortalama Gelişlerarası Süre	0,122
Servis Oranı	9,23
Trafik Yoğunluğu(Etkinlik Oranı)	88,41%
Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı	7,626
Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	6,742
Beklenen Kuyruk Uzunluğu	8,626
Sistemde Ortalama Bekleme Süresi	0,934
Kuyrukta Ortalama Bekleme Süresi	0,826
Ortalama Meşgul Süre	0,934

<b>DEVLET HASTANESİ</b>	
<b>GİRDİ PARAMETRELERİ</b>	
Geliş Oranı	16,38
Ortalama Servis Oranı	0,110
Sistemdeki Kanal Sayısı	2
<b>SONUÇLAR</b>	
Ortalama Gelişler Arası Süre	0,061
Servis Oranı	9,075
Ortalama Servis Süresinde Ortalama Gelişler	1,804
Trafik Yoğunluğu	90,25%
Tüm Kanalların Boş Olduğu Zaman Dilimi	0,051
Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı	9,728
Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	7,923
Sistemde Ortalama Bekleme Süresi	0,593
Kuyrukta Ortalama Bekleme Süresi	0,483
Gelen Bir Müşterinin Kuyrukta Bekleme Olasılığı	0,856

Karatekin Hastanesi'nde KBB polikliniği için 1 servis kanalı, Devlet hastanesinde ise 2 servis kanalı mevcuttur. KBB polikliniği sonuçlarına bakıldığında Devlet hastanesinin etkinlik oranının daha fazla olduğu görülecektir. Devlet hastanesinin etkinlik oranı %88,41 iken Karatekin Hastanesi'nin, %90,25'tir. Aynı zamanda Devlet hastanesinde hastalar daha az vakit harcamaktadır. Yeni gelen her hasta Karatekin Hastanesi'nde servis gören ve bekleyen olmak üzere toplam 8 hasta bulurken bu sayı Devlet hastanesinde 10'dur.

## 5. SONUÇ

Müşterilerin memnuniyeti gördükleri hizmetlere bağlı olmakla beraber harcadıkları zamanla da ilişkilidir. Uzun bekleme sürelerine maruz kalan kişiler beklemenin oluşturduğu huzursuzluk ve hizmet kalitesinin düşmesinden dolayı memnuniyetsizlik yaşarlar. Sonuçta aynı işletmeye bir daha gitmeme ya da ihtiyacını kendisi görme gibi yöntemlere başvururlar. Bu durum ilgili işletme için bir maliyet unsuru oluşturur. Bu nedenle işletmeler uzun bekleme sürelerinden hoşlanmazlar.

Aslında problemin kaynağı hizmet sunucular ile hizmet talep edenler arasındaki dengesizliktir. Hizmet arz ve talebi arasındaki bu dengesizlikten dolayı müşteriler zamanlarının önemli bir bölümünü bekleyerek harcarlar. İşletmeler de servis birimlerinin belirli zamanlarda boş kalması nedeniyle boş bekleme maliyetine katlanırlar. Servis kanalı sayısının fazla olması işletmeler açısından bir maliyet unsuru olabildiği gibi, yeterli sayıda servis kanalının olmaması da istenmeyen şekilde bekleme sürelerinin uzamasına neden olur.

Arz-talep dengesizliği ve uzun bekleme süreleri sağlık sektörü için de söz konusudur. Sağlık personelinin sağlık hizmeti talebinde bulunan hastalara cevap verebilecek nitelikte ve sayıda olmaması poliklinikler önünde yığılmalara neden olur. Bunun sonucunda da verilen hizmetin kalitesinde düşüş yaşanırken, kişiler istedikleri hizmeti alamamalarından dolayı rahatsızlık ve memnuniyetsizlik yaşarlar.

Sağlıkta hizmet için sıra bekleme olgusu günümüzde geçmişe nispeten azalmış görülmektedir. Bununla birlikte, çalışmanın ilgili bölümlerinde değinildiği üzere, sağlıkta yaşanan olumlu gelişmelere paralel olarak sağlık hizmetine olan talep artmış ve kamu hastaneleri ile özel hastaneler arasındaki yoğunluk farkları azalmıştır. Bunun sonucunda genelde devlet hastanelerinde gördüğümüz bekleme problemleri özel hastanelerde de oluşmaya başlamıştır. Yoğunluk farkının azalması bu hastanelerde hastaların geçirdikleri sürelerin karşılaştırılmasını mümkün kılmaktadır. Bu noktadan hareketle hastaların sistemde geçirdikleri süre açısından kamu ve özel hastanelerin performanslarının karşılaştırılması olaya farklı bir bakış açısı getirmektedir.

Hastanın sistemde geçirdiği sürenin çok uzun ve çok kısa olması ayrı iki problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Uzun süre sistemden ayrılamayan bir hasta için bu durum işlemlerin alanlarında uzman ve liyakat sahibi kişiler tarafından yapılmadığı yada izlenimi oluşturabilirken, şip-şak diye adlandırılan çok kısa süreli hizmet anlayışı ise hastalar üzerinde ayrı bir olumsuz etki bırakabilmektedir. Problemin ya da tezatlığın çözümü ise modern bilimin gereklerini yerine getirmektir. Hastaneler bu tür problemleri en aza indirmek için bilimsel yöntemlere başvurmalı ve bunu kendi bünyelerinde gerçekleştirmenin yollarını aramalıdır.

Kuyruk teorisi günümüzde işletmeler tarafından sistem performanslarının iyileştirilmesi amacıyla kullanılan ve kullanımı giderek artan bir tekniktir. Bu teknik ile işletmeler hizmet maliyetleri, bekleme süreleri ve sistem etkinlikleri gibi spesifik göstergelerden yararlanarak müşterilerine en hızlı ve kaliteli hizmeti vermeyi başarırken aynı zamanda maliyetlerini de minimum seviyede tutabilirler. Kuyruk modelleri, bekleme süreleri ve hizmet maliyetleri arasındaki optimum denge düzeyinin belirlenebilmesi için kullanılır. Aynı zamanda işletmelerin sistem performanslarının belirli bir dönemdeki fotoğrafı niteliğinde sonuçlar verirler.

Bu çalışmada sağlık alanında cumhuriyetin ilanından günümüze kadar yaşanan gelişmeler açıklanarak önemli tarihler ve kavramlar üzerinde durulmuş ve günümüzde sağlıkta dönüşüm politikaları çerçevesinde yaşanan gelişmeler değerlendirilmiştir. Devamında ise kuyruk teorisi genel hatlarıyla açıklanmış ve uygulaması yapılmıştır. Bir kamu ile bir özel hastanedeki poliklinik sistemlerinde hastaların geçirdikleri süreler ve polikliniklerin etkinlikleri, kuyruk teorisi performans ölçekleri ile hesaplanarak karşılaştırılmıştır.

Bu bağlamda Çankırı ilinde hizmet veren Çankırı Özel Karatekin Hastane' si ile Çankırı Devlet Hastanesi, çocuk hastalıkları, iç hastalıkları, kadın hastalıkları-doğum ve kulak, burun ve boğaz hastalıkları poliklinikleri olmak üzere dört polikliniğe ait verilerden hareketle hastaların sistemde geçirdikleri süreler ve hastanelerin bu dört poliklinik için etkinlik oranları kuyruk teorisi performans ölçekleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma Aralık (2010), Ocak (2011) ve Şubat (2011) aylarını

kapsamaktadır. İlgili poliklinikler ve aylar hastane yetkilileri ile yapılan görüşmeler ve veri sağlama imkanları doğrultusunda tercih edilmiştir.

Çalışmada geliş oranları, servis oranları, etkinlik oranları, sistemde ortalama geçirilen süre, kuyrukta ortalama geçirilen süre, kuyrukta ve sistemdeki hasta sayıları, ortalama meşgul süreler, ortalama gelişler arası süreler ve beklenen kuyruk uzunluğu çalışma kapsamındaki tüm polikliniklerde hesaplanmıştır. Hesaplama Excel ortamına veriler ve formüller girilerek yapılmıştır. İlk olarak hastanelerden alınan ilgili aylara ve polikliniklere ait hasta geliş sayılarını, zamanlarını ve servis sürelerini içeren veriler Excel’ de analize hazır hale getirilmiştir. Ardından veriler buradan alınarak PASW 18 istatistik paket programına kopyalanmış ve dağılımların Poisson dağılımına uyduğu tespit edilmiştir (dağılımların Poisson dağılımına uymadığı durumlarda matematiksel modellemeler yerine simülasyon modelleri tercih edilmektedir). Daha sonra Excel’ e kuyruk teorisi performans ölçeklerinin formülleri girilmiş ve geliş oranı ile servis kanalı sayısı girilerek diğer ölçeklerin hesaplanması sağlanmıştır. Sonuçlar tablolar halinde ifade edilerek yorumlamanın kolaylaştırılması sağlanmıştır.

Analiz sonucunda hastaların genel olarak Özel Karatekin Hastanesi’nde daha fazla zaman harcadıkları tespit edilmiştir. Etkinlik oranları (*poliklinik kullanım oranları*) ise Çankırı Devlet Hastanesinde %89,85, Karatekin Hastanesi’nde ise %89,47 olarak ölçülmüştür. Etkinlik oranları her iki hastanede de oldukça yüksektedir. Bu durum polikliniklerin boş kalma sürelerinin son derece düşük olduğunu göstermekle beraber ilgili yöneticiler tarafından bekleme sürelerinin azaltılması ya da hizmet kalitesinin artırılması amacıyla düşürülmesi de söz konusu olabilir. Bunun için servis birimlerinin artırılması gerekir. Fakat bu noktada ilgili yönetici bir oran belirlemeli (örneğin %75 kapasite kullanımı) ve bunu kendi hastanesi veya polikliniği açısından yeterli görmelidir. Bu yeterlilik ilgili kuyruk karakteristikleri ve kapasite oranları arasında uygun bir denge sağlamalıdır.

Hastaların hastanelerin aynı polikliniklerinde geçirdikleri süreler ise farklıdır. Bunun sebebi ise servis sürelerinin farklı olmasıdır. Servis süreleri ise hastalığın boyutuna,



bekleyen hasta sayısına, personelin uzmanlık derecesine v.b. faktörlere göre değişebilir.

İki hastanenin ilgili polikliniklerine ilişkin yukarıda verilen kuyruk teorisi analiz sonuçları etkinliklerinin (trafik yoğunluk) yüksek olduğunu göstermiştir. Fakat bu durum kesin olarak hastanelerin hizmet performanslarının iyi olduğunu anlamına gelmez.. Çünkü etkinlik oranlarının %90 seviyelerinde olması servis birimlerinin tam kapasiteye yakın çalıştıklarını dolayısıyla sistemde geçirilen sürenin uzun olduğunu göstermektedir.

Diğer taraftan her iki hastanede de poliklinikler zamanın büyük bir kısmında hizmet vermektedir. Karatekin Hastanesi'nde zamanın ortalama %0,87'inde tüm servis kanalları boş beklemektedir. Bu da yaklaşık 5 dakikaya denk gelmektedir. Devlet hastanesinde ise bu oran %0,32'dir. Yani yaklaşık 1,93 dakikadır. Bu sonuç kendi içinde tutarlıdır. Devlet hastaneleri bilindiği gibi daha yoğun bir taleple karşılaşmaktadırlar. Bundan dolayı polikliniklerin boş kalma süreleri oldukça düşüktür.

Karatekin Hastanesi'nde hastaların sistemde geçirdikleri ortalama süre 49,5 dakika, Devlet hastanesinde ise 36,35 dakikadır. Bekleme sürelerinin farklı olmasının nedeni Karatekin Hastanesi'nde hizmet sürelerinin daha uzun olmasıdır. Bir hasta Devlet Hastanesi'nde ortalama olarak 3,16 dakikada hizmet görürken bu süre Karatekin Hastanesi'nde 4,78 dakikadır. Aradaki 1.62 dakikalık fark özel hastanenin, daha fazla ilgi göstererek, vatandaşın tercihini özelden yana kullanmasını sağladığı süre olarak düşünülebilir. Dolayısıyla kısa hizmet süresinde yeterli ilgi gösterilmesi sonucu vatandaş tercihini özelden yana kullanabilir.

Servis sürelerine bakıldığında ise Karatekin Hastanesi'nde KBB polikliniği 6,5 dakika ile Devlet hastanesinde çocuk polikliniği 3,7 dakika ile en fazla servis süresine sahip poliklinikler olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Buna karşın her iki hastanede de hastaların sistemde en fazla bekledikleri poliklinik kadın-doğum polikliniğidir. Karatekin Hastanesi'nde bir hasta kadın-doğum polikliniğinde ortalama 66 dakika geçirirken bu sayı devlet hastanesinde ortalama 49,2 dakikadır.

Servis sürelerinin ve sistemde geçirilen sürelerin uzun veya kısa olmasının birçok nedeni olabilir. Hizmet kalitesinden, müşterilerin rahatsızlık boyutuna, hekimlerin alanlarında uzman olmalarından, hastaların derdini anlatıp anlatamamasına kadar daha birçok neden sayılabilir. Burada önemli olan nokta ise etkinlik oranlarını, sistemde geçirilen süreleri ve maliyetleri mümkün olan optimum noktada tutarak faaliyetleri devam ettirmektir. Bunu başarabilmek için karar alıcılar kuyruk modelleri v.b. bilimsel yöntemler kullanarak analiz yapmalı/yaptırmalı ve çözüm üretmelidirler.

Bu çalışmanın sonunda ulaşılan bir başka sonuç ise devlet hastanesi ve özel hastane yoğunluklarının giderek birbirlerine yaklaşması sonucu polikliniklerde bekleme sürelerinin de benzer düzeylerde gerçekleştiğinin görülmesidir. Küreselleşmeyle beraber artan rekabet sağlık sektöründe de görülmektedir. Özel hastaneler ticari kurum olma özelliklerinden kaynaklanan hizmet sunumunda dikkat ettikleri birkaç nokta üzerinden giderek, vatandaşları kendi bünyelerinde hizmet görmeye ikna etmektedirler. Söz konusu hususlar güler yüz, daha kaliteli, rahat ve güvenilir hizmet verme ve daha uzman personele sahip olma v.b. ayrıcalıklardır. Bu durum aynı zamanda devlet hastanelerinin işlevlerini sürdürebilmeleri için özel hastane standartlarına sahip olma gereksinimi hissetmelerine yol açmakta ve her bakımdan vatandaşın lehine bir gelişme ortaya çıkmaktadır.

Sonuç olarak vatandaşa sunulan hizmetin kalitesi arttıkça, vatandaşın hizmet talebi de artacaktır. Karar alıcılara düşen görev ise bir yandan vatandaşı memnun edecek bir hizmet anlayışına sahip olmak öte yandan işletmelerinin faaliyetlerini etkin bir şekilde sürdürmesini sağlamaktır. Bunu gerçekleştirebilmek için ise bilimsel yöntem ve modeller ağırlıklı kullanılmalıdır. Çalışmamızın bu ve benzer çalışmalara faydalı olmasını temenni ederiz.

## KAYNAKÇA

ADAN, I., RESING, J. (2001). "Queueing Theory". (Erişim: 13/01/2011 <http://www.win.tue.nl/~iadan/queueing.pdf>)

AKSAKOĞLU, G. (2004). "Eğitim-Araştırma B3lgeleri Uygulamalarının Birincil Sağlık Hizmeti Anlayışının Gelişimine Katkısı". *Temel Sağlık Hizmetleri Sempozyumu*. Manisa.

AKTAN, C.C., IŞIK, A.K., 21. Yüz Yılda Herkese Sağlık: 21 Hedef". (Erişim:17.03.2011, <http://www.canaktan.org/ekonomi/saglik-degisim-caginda/pdf-aktan/herkes-icin.pdf>).

ALFA, A.S. (2010). *Queueing Theory For Telecommunications: Discrete Time Modelling of a Single Node System*. Springer Science -Business Media. New York. USA.

ALLEN, A.O. (1990). *Probability Statistics and Queueing Theory with Computer Science Applications*. Second Edition, Academic Press, Inc, 24-28 Oval Road, London, United Kingdom.

ALMA-ATA Bildirgesi, Madde:8. (Erişim:22/03/2011 [http:// www. toplumsagligi.org](http://www.toplumsagligi.org)).

BASKETT, F., CHANDY, K.M., MUNTZ R.R., PALACIOS, F.G. (1975). *Open, closed and mixed networks of queues with different classes of customers*. Journal of the ACM(JACM). Vol. 22, issue 2, pp. 248–260. NY. USA.

BAŞ, M., ARTAR, A. (1991). *İşletmelerde Verimlilik Denetimi*. MPM Yayınları No:434, Ankara.

BHAT, U.N. (1969). “ Sixty Years of Queueing Theory”. *Institute of Operations Research and the Management Sciences, Management Science*, Vol. 15, No. 6, Application Series, pp. B280-B294, USA.

BHAT, U.N. (2008). *An Introduction to Queueing Theory Modeling and Analysis in Applications*. Springer Science-Business Media LLC. New York. Birkhauser Boston. USA.

BLUMENFELD, D. (2009). *Operations Research Calculations Handbook*. Second Edition, CRC Press Taylor & Francis Group, New York

BOLCH, G., GREINER, S., MEER, D.H., TRIVEDI, K.S. (2006). *Queueing Networks and Markov Chains: Modeling and Performance Evaluation with Computer Science Applications*. Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey

BOSE, S.K., “Open and Closed Networks of M/M/m Type Queues (Jackson’s Theorem for Open and Closed Networks)” (2002). (Erişim:13/02/2011 [http://www.iitg.ac.in/skbose/gbook/Slide\\_Set\\_14.PDF](http://www.iitg.ac.in/skbose/gbook/Slide_Set_14.PDF)).

BRONSON, R. (1982). *Schaum’ s Outline Series: Theory and Problems of Operations Research*, McGraw-Hill Company, New York.

COOPER, R.B. (1981). *Introduction to Queueing Theory*. Second Edition. Elsevier North Holland, Inc., New York.

DAĞLI, H.G. (2006). *Türkiye’ de Sağlık Sektörünün Yapısı*, Ankara Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

DAYAR, T. (1994). *Stability and Conditioning Issues on the Numerical Solution of Markov Chains*, North Caroline State University, Doktora Tezi, North Caroline.

DEDEOĞLU, N. (2009) “Dünya Sağlık Örgütü ve Sosyal Haklar”, *I. Sosyal Haklar Uluslar arası Sempozyumu*, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

DOMBACHER, C. (2009). *Stationary Queueing Models with Aspects of Customer Impatience and Retrial Behaviour*. Nikolaus Lenaugasse. Deutsch-Wagram. (Erişim:03/01/2011 [http://www.telecomm.at/documents/Stationary\\_QM.pdf](http://www.telecomm.at/documents/Stationary_QM.pdf))

ELEREN, A., SOBA, M. (2009). “İşletmelerde Çok Boyutlu Performans Ölçümü ve Uşak Deri Sektöründe Bir Uygulama”. Uluslararası DAVRAZ Kongresi, Isparta.

ENGİN, Ş.N., “Sayısal Denetime Giriş Notları(Taslak)”. (Erişim: 01/05/2011 [http://www.istanbulside.net/ceyhun/wpcontent/uploads/2010/.../statespace\\_digcont.doc](http://www.istanbulside.net/ceyhun/wpcontent/uploads/2010/.../statespace_digcont.doc).)

ERTUĞRUL, İ., AYTAÇ, E. (2007). “Kalite Fonksiyon Göçeriminde Markov Zincirleri: Otomotiv sektörü Örneği”. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi* Cilt 8, Sayı 2, syf. 181-200. İzmir.

FORBES, C., EVANS, M., HASTINGS, N., PEACOCK, B. (2011). *Statistical Distributions*. Fourt Edition. John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

GÖK, R. (1992). *Sağlık Kurumlarında Maliyet Hesaplama İşlemleri ve Muhasebeleştirilmesi*. Muğla İşletmecilik Y.O. Yayınları No: 6. Muğla.

GROSS, D., HARRIS, C.M. (2008). *Fundamentals of Queueing Theory*, third edition, Wiley-Interscience, New York.

GÜNER, E. (1986). *Bekleme Hattı Sistemlerinin Analizi ve Bir Uygulama*. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

GÜRSAKAL, N. (2001). *Bilgisayar Uygulamalı İstatistik-I*. Birinci Basım. Alfa Yayınları. İstanbul.

HALL, M. (t.y.). “An Introduction to Queueing Theory and A History of Queueing Theory”, Supervisor Dr I. Macphee.

HILLIER, F.S., LIEBERMAN, G.J. (2001). *Introduction to Operations Research*. Seventh Edition. Interactive e-Text. McGraw-Hill Companies, New York.

HOCK, N.C., HEE, S.B. (2008). *Queueing Modelling Fundamentals: With Applications Communication Networks*. Second Edition. John Wiley and Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, England.

JACKSON, J.R. (1957). “Networks of waiting lines”. *Operations Research*. 518–521. (Erişim:09/03/2011 [http:// www. pages. cs. wisc. edu/ ~vernon/ cs747/ papers/ 57jackson. pdf](http://www.pages.cs.wisc.edu/~vernon/cs747/papers/57jackson.pdf) ).

JACKSON, J.R. (2004). “Jobshop-Like Queueing Systems”, *Management Science*, Vol. 50, No. 12, pp. 1796-1802, Published by Informs, (Erişim:09/03/2011 <http://www.jstor.org/stable/30046149>)

KARA, İ. (1976). “Servis Sistemleri ve Gelişler Zamana Bağlı Olduğunda Kapasite Sorununa Matematiksel Yaklaşım”. E.İ.T.İ. Akademisi Yayın No: 160 /102.

KARABULUT, K. (1998). *Türkiye’de Sağlık Sektörü: Sağlık Harcamaları Üzerine Bir Uygulama*. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Doktora Tezi, Erzurum.

KARIAN, Z.A., DUDEWICZ, E.J. (2011). *Handbook of Fitting Statistical Distributions with R*. CRC Press Taylor and Francis Group. Boca Raton. United States of America.

KELAT, M.Z. (2007). *Kamu ve Özel Hastane Yöneticilerinin Müşteri İlişkileri Yönetimine Bakışı: Ankara İlinde Bir Uygulama*. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Ankara.

KRISHNAMOORTHY, K. (2006). *Handbook of Statistical Distributions with Applications*, Chapman and Hall/CRC Taylor and Francis Group. Boca Raton. United States of America.

LEFEBVRE, M. (2007). *Applied Stochastic Processes Universitext*, Springer Science-Business Media LLC, New York, U.S.A.

LITTLE, J. D.C. (1961). "A Proof of the Queueing Formula:  $L = \lambda W$ ". *Institute for Operations Research and the Management Sciences. Operations Research*. Vol. 9, No. 3. pp. 383-387. (Erişim:10/07/2010 <http://www.jstor.org/stable/167570>).

MANDELBAUM, A. (2007). "Service Engineering (Science, Management): A Subjective View". (Erişim:02/03/2011 [http://www.iew3.technion.ac.il/serveng/Lectures/Intro\\_to\\_ServEng\\_Teaching\\_Note.pdf](http://www.iew3.technion.ac.il/serveng/Lectures/Intro_to_ServEng_Teaching_Note.pdf)).

MARZOLLA, M. (2010). *The qnetworks Toolbox: A Software Package for Queueing Networks Analysis*. University of Bologna Department of Computer Science. Technical Report ULBLCS. Bologna. Italy.

MEDHI, J. (2003). *Stochastic Models in Queueing Theory*. Second edition. Academic Press. Elsevier Science. USA

MURTHY, P.R. (2007). *Operations Research*. Second Edition. New Age International (P) Ltd. New Delhi.

NAIN, P. (1998). "Basic Elements of Queueing Theory Application to the Modelling of Computer Systems". (Erişim:02/02/2011 <http://www.cs.columbia.edu/~misra/COMS6180/nain.pdf>).

NATARAJAN, A.M., TAMILARASI, A. (2005). *Probability Random Processes and Queueing Theory*. New Age International (P) Ltd. New Delphi.

NAKİP, M. (2006). *Pazarlama Araştırmaları Teknikler ve (SPSS Destekli) Uygulamalar*. Seçkin Yayıncılık. Ankara.

NEWBOLD, P. (2009). *İşletme ve İktisat için İstatistik (Çev. Ü. Şenesen)*, Literatür Yayıncılık. İstanbul.

OECD ve DÜNYA BANKASI (2008). *Sağlık Sistemi İncelemeleri TÜRKİYE*, OECD Yayınları.

ÖZELOĞULLARI, A. (2009). *Algılanan Değer ile Müşteri Sadakati Arasındaki İlişki: Bir Hastane Örneği*. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Ankara.

ÖZGENER, Ş., KÜÇÜK, F. (2008) “Hastanelerde Modern Yönetim Felsefesinin Verimliliğe Etkisi: Gevher Nesibe Hastanesinde Bir Uygulama”. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. Sayı 19, s. 341-358. Konya.

ÖZKARA, Y. (2006). *Birinci Basamak Sağlık Hizmetlerinde Hasta Memnuniyetinin Sağlık Ekonomisindeki Yeri ve Önemi: Bir Uygulama*. Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Antalya.

ÖZTAYŞI, B. (2009). “Performans Ölçümü ve Yönetimi”. İstanbul. (Erişim: 22/03/2011 [http://www.akademi.itu.edu.tr/cevikse/DosyaGetir/38533/Performans\\_Ölçümü.pdf](http://www.akademi.itu.edu.tr/cevikse/DosyaGetir/38533/Performans_Ölçümü.pdf)).

REID, R.D., SANDERS, N.R. (2009). *Operations Management*. Fourth Edition. Publisher John Wiley & Sons. USA.

ROSS, S.M. (2007). *Introduction to Probability Models*. Ninth Edition. Academic Press Elsevier Inc.. California. USA.

ROSS, S.M. (1996). *Stochastic Processes*. Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics. Second edition. USA.



SB (2002). *Türkiye Sağlık Hizmetlerinde 3 Yıl (Mayıs 1999- Mayıs 2002)*. Ankara.

SB (2007a). *Nereden Nereye: Türkiye Sağlıkta Dönüşüm Programı Kasım 2002- Haziran 2007*. Yayın No:713. Ankara.

SB (2007b). *21 Hedefte Türkiye Sağlıkta Gelecek*. Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı Hıfzıssıhha Mektebi Müdürlüğü. Yayın No:711. Ankara.

SB (2007c). *Sağlıkta Performans Yönetimi: Performansa Dayalı Ek Ödeme Sistemi*. Ankara.

SB (2008). *İlerleme Raporu: Türkiye Sağlıkta Dönüşüm Programı Ağustos 2008*. Yayın No:749. Ankara.

SB (2009). *Performans Yönetimi ve Kalite Geliştirme Daire Başkanlığı: Sağlıkta Kurumsal Performans ve Kalite Uygulamaları*. Laser Ofset. Ankara.

SARIASLAN, H. (1986). *Sıra Bekleme Sistemlerinde Simülasyon Tekniği*. A.Ü.S.B.F ve Basın Yayın Yüksekokulu Basımevi. Ankara.

SARSENOVA, K. (2010). *Sağlık sektöründe Performans Yönetimi: Kamu- Özel Hastanelerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Uygulama*. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Konya.

SEÇİM, H. “Hastanelerin Tanımı, Sınıflandırılması ve İşlevleri”, (Erişim:23.03.2011 <http://www.merih.net/m1/hastmod1.htm>).

SEVGİN, G. (2000) *Sıra Bekleme Sistemlerinde Benzetim Tekniği Yaklaşımı ve Bir Hastane Uygulaması*. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

SINCLAIR, B. (2005). “Jackson’ s Theorem”. (Erişim: 21.04.2011 <http://creativecommons.org/licenses/by/1.0>).

STAPLETON, J.H. (2008). *Models for Probability and Statistical Inference Theory and Applications*. John Wiley and Sons. Inc. Hoboken. New Jersey.

SUNDARAPANDIAN, V. (2009) *Probability, Statistics and Queueing Theory*. PHI Learning Private Limited. New Delhi.

şAHİN, B., TOP, M. (2002). “Küçülen Dünyada Büyüyen Beklentiler: Geleceğın Sağlık Sistemleri”. Sağlık ve toplum dergisi :Sağlık ve Toplum. Sayı 3.

TAHA, H.A. (2010). *Yöneylem Araştırması (Çev. ř.A. Baray, ř. Esnaf)*. Altıncı Basımdan Çeviri. Literatür Yayıncılık. İstanbul.

TENGİLİMOĞLU, D., IşIK, O., AKBOLAT, M. (2009). *Sağlık İşletmeleri Yönetimi*. 1. Basım. Nobel Yayın Dağıtım. Ankara.

TÜTEK, H.H., GÜMÜşOĞLU, ř. (2008). *Sayısal Yöntemler Yönetmel Yaklaşım*. Beta Yayınevi. Beşinci Basım. İstanbul.

UĞURLUOĞLU, Ö., ÇELİK, Y. (2005). “Sağlık Sistemleri Performans Ölçümü, Önemi ve Dünya Sağlık Örgütü Yaklaşımı”. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi. Cilt:8. Sayı:1. Ankara.

ULAş, M. (2007). *İki Hizmet Kanalına Sahip Kuyruk Sistemlerinin Analizi*. Fırat Üniversitesi. Fen Bilimleri Fakültesi. Yüksek Lisans Tezi. Elazığ.

WILLAMS, K.A. (2004). “Notes on Queueing Theory”. (Erişim:29/02/2011 <http://cswilliams.ncat.edu/comp755/Qnotes.pdf>).

WILLIG, A. (1999). "A Short Introduction to Queueing Theory". (Erişim: 01/09/2011 <http://www.tkn.tu-berlin.de/curricula/ws0203/ue-kn/qt.pdf>.)

WINSTON, W.L. (2003). *Operations Research: Applications and Algorithms with CD-ROM and InfoTrac*. Cengage Learning (EMEA) Ltd. Andover. United Kingdom.

WHO (1978). *Report of The International Conference on Primary Health Care*. Alma-Ata 1987 -Primary Health Care- Geneva.

WHO (1996). *The Ljubljana Charter on Reforming Health Care*. World Health Organization Regional Office for Europe. Copenhagen.

WHO (1999). *Health 21: The health for all policy framework for the WHO European Region*. European Health for All Series; No: 6. World Health Organization Regional Office for Europe. Copenhagen.

WHO (2007). *People at the centre of health care: harmonizing mind and body, people and systems*. Regional Office for South-East Asia and WHO Regional Office for the Western Pacific. Geneva.

WHO (2010). *The World Health Report: Health Systems Financing*. WHO Press. Geneva. Switzerland.

YTKİY. (2005). *Yataklı Tedavi Kurumları İşletme Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*. Yayımlandığı Resmi Gazete : Tarih 05.05.2005 Sayı : 25806

YILDIRIM, S. (1994). *Sağlık Hizmetlerinde Harcama ve Maliyet Analizi*. Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü. Uzmanlık Tezi. Yayın No: DPT: 2350. (Erişim:05/02/2011 <http://ekutup.dpt.gov.tr/saglik/yildirir/hizmet.pdf>).

YÖK, SB ve DPT (2010). *Türkiye' de Sağlık Eğitimi ve Sağlık İnsan gücü Durum Raporu*. YÖK Yayın No: 2010/1. Ankara.

ZUKERMAN, M. "Introduction to Queuing Theory and Stochastic Teletraffic Models Classnotes". (Erişim:25/04/2011 <http://www.ee.cityu.edu.hk/~zukerman/>, 2000-2011).

[www.clt.astate.edu/.../PPT/OM\\_Reid\\_Sanders3ed\\_WaitingLine\\_supp\\_a.pdf](http://www.clt.astate.edu/.../PPT/OM_Reid_Sanders3ed_WaitingLine_supp_a.pdf). Waiting line models. Supplement D. Erişim:25/04/2011

[www.csus.edu/indiv/b/blakeh/mgmt/documents/OPM101SupplC.pdf](http://www.csus.edu/indiv/b/blakeh/mgmt/documents/OPM101SupplC.pdf). Waiting Line Models. Supplement C. Erişim:25/04/2011

<http://www.stanford.edu/class/msande121/Handouts/qt.pdf>. Introduction to Stochastic Modeling. Erişim:25/04/2011

<http://80.251.40.59/science.ankara.edu.tr/ozturk/dersler/ist432>. Erişim: 24.04.2011

[http://Aktan ve Işık/ekonomi/sağlik – değisim - cagında/anasayfa – sağlikek . htm](http://Aktan%20ve%20Işık/ekonomi/sağlik%20-%20değisim%20-%20cagında/anasayfa-%20sağlikek.htm). Erişim: 24.04.2011

## EKLER

**Ek 4.1: Karatekin Hastanesi Hasta Geliş Sayıları**

KARATEKİN HASTANESİ HASTA GELİŞ SAYILARI					
		Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Valid	Çocuk	10908	18,8	18,8	18,8
	Dahiliye	7248	12,5	12,5	31,2
	Diyet	265	,5	,5	31,7
	FTR	4712	8,1	8,1	39,8
	Genel cerrahi	3817	6,6	6,6	46,4
	Göğüs hastalıkları	3379	5,8	5,8	52,2
	Göz	3203	5,5	5,5	57,7
	Kadın doğum	8315	14,3	14,3	72,0
	KBB	4408	7,6	7,6	79,6
	Nöroloji	4826	8,3	8,3	87,9
	Ortopedi	4008	6,9	6,9	94,8
	Üroloji	3030	5,2	5,2	100,0
	Total	58119	100,0	100,0	

**Ek 4.2: Devlet Hastanesi Polikliniklere geliş sayıları**

DEVLETPOLİKLİNİKHAŞASAYI					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
Valid					
Beyin ve Sinir Cerrahisi	2604	2,6	2,6		2,6
Çocuk Cerrahisi	855	,9	,9		3,5
Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	6906	6,9	6,9		10,4
Dermatoloji	8033	8,1	8,1		18,5
Enfeksiyon Hastalıkları	1026	1,0	1,0		19,5
Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon	4422	4,4	4,4		24,0
Gastroenteroloji	2933	3,0	3,0		26,9
Genel Cerrahi	5313	5,3	5,3		32,3
Göğüs Cerrahisi	413	,4	,4		32,7
Göğüs Hastalıkları	5113	5,1	5,1		37,9
Göz Hastalıkları	8771	8,8	8,8		46,7
İç Hastalıkları	13423	13,5	13,5		60,2
Kadın Hastalıkları ve Doğum	7231	7,3	7,3		67,5
Kalp ve Damar Cerrahisi	1078	1,1	1,1		68,5
Kardiyoloji	3770	3,8	3,8		72,3
Kulak-Burun-Boğaz Hastalıkları	7682	7,7	7,7		80,1
Nöroloji	4335	4,4	4,4		84,4
Ortopedi ve Travmatoloji	5723	5,8	5,8		90,2
Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi	1186	1,2	1,2		91,4
Psikiyatri	4457	4,5	4,5		95,9
Üroloji	4107	4,1	4,1		100,0
Total	99381	100,0	100,0		

### EK 4.3 : Karatekin Hastanesi Çocuk Polikliniği Poisson Gelişler(Ocak)

KARATEKİN HASTANESİ ÇOCUK POLİKLİNİĞİ POISSON GELİŞLER(OCAK)

		Oca.01	Oca.03	Oca.04	Oca.05	Oca.06	Oca.07	Oca.08	Oca.10	Oca.11	Oca.12	Oca.13	Oca.14	Oca.15	Oca.17	Oca.18	Oca.19	Oca.20	Oca.21	Oca.22	Oca.24	Oca.25	Oca.26	Oca.27	Oca.28	Oca.29	Oca.31
N		4	8	8	8	8	8	4	8	8	8	8	8	4	8	8	8	8	8	4	8	8	8	8	8	4	8
Poisson Parameter,a,b	Mean	8,0000	18,9000	15,8000	15,2000	12,4000	16,3000	16,7143	17,4000	15,4000	14,3000	15,5000	18,2000	10,6667	20,4000	15,1000	16,3000	17,4000	18,3000	15,8333	22,1000	17,8000	14,6000	18,5000	16,6000	11,5714	19,4000
Most Extreme Differences	Absolute	,316	,198	,219	,164	,220	,297	,279	,259	,225	,343	,246	,250	,256	,320	,340	,191	,203	,152	,327	,193	,140	,154	,226	,193	,386	,275
	Positive	,309	,196	,198	,149	,184	,200	,279	,259	,194	,343	,171	,250	,240	,198	,264	,163	,196	,152	,309	,193	,140	,154	,176	,193	,386	,255
	Negative	-,316	-,198	-,219	-,164	-,220	-,297	-,142	-,238	-,225	-,265	-,246	-,215	-,256	-,320	-,340	-,191	-,203	-,148	-,327	-,182	-,100	-,109	-,226	-,100	-,302	-,275
Kolmogorov-Smirnov Z		,893	,625	,693	,518	,697	,940	,737	,820	,712	1,086	,776	,790	,767	1,012	1,076	,603	,642	,481	,800	,610	,443	,487	,713	,610	1,022	,871
Asymp. Sig. (2-tailed)		,402	,830	,723	,951	,716	,339	,649	,512	,691	,189	,583	,560	,599	,257	,197	,860	,804	,975	,543	,851	,990	,972	,689	,850	,247	,435

#### EK 4.4: Devlet Hastanesi Çocuk Polikliniği Poisson Gelişler(Ocak)

DEVLET HASTANESİ ÇOCUK POLİKLİNİĞİ GÜN GÜN GELİŞLERİN DAĞILIMI (OCAK)

		Oca.03	Oca.04	Oca.05	Oca.06	Oca.07	Oca.10	Oca.11	Oca.12	Oca.13	Oca.14	Oca.17	Oca.18	Oca.19	Oca.20	Oca.21	Oca.24	Oca.25	Oca.26	Oca.27	Oca.28	Oca.31
N		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Poisson Parametere,b	Mean	17,3333	13,0000	12,6250	12,5556	11,6667	16,6667	14,7500	11,4444	11,2222	14,6667	18,3333	13,8750	11,5556	13,2222	18,5000	18,6667	12,7778	12,3333	13,3333	17,571	17,666
																			3	3	4	7
Most Extreme Differences	Absolute	,370	,323	,361	,358	,339	,383	,347	,433	,320	,330	,364	,244	,386	,396	,456	,568	,395	,317	,359	,263	,332
	Positive	,301	,323	,361	,358	,339	,318	,249	,433	,320	,330	,364	,244	,386	,396	,456	,568	,395	,317	,359	,263	,332
	Negative	-,370	-,291	-,361	-,315	-,329	-,383	-,347	-,264	-,296	-,290	-,222	-,206	-,331	-,264	-,352	-,331	-,330	-,306	-,222	-,164	-,199
Kolmogorov-Smirnov Z		1,110	,968	1,022	1,075	1,018	1,150	,982	1,300	,961	,989	1,093	,690	1,158	1,189	1,290	1,704	1,186	,951	1,077	,695	,996
Asymp. Sig. (2-tailed)		,170	,306	,247	,198	,251	,142	,290	,068	,314	,281	,183	,728	,137	,118	,072	,060	,120	,327	,196	,719	,274



**EK 4.5: Karatekin Hastanesi Dört Poliklinik İçin 3 Aylık Saatlere Göre Gelişler**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 08	3498	11,3	11,3	11,3
09	4762	15,4	15,4	26,7
10	4570	14,8	14,8	41,5
11	3056	9,9	9,9	51,4
12	1757	5,7	5,7	57,1
13	4080	13,2	13,2	70,3
14	3189	10,3	10,3	80,7
15	2585	8,4	8,4	89,0
16	2532	8,2	8,2	97,2
17	850	2,8	2,8	100,0
Total	30879	100,0	100,0	

**EK 4.6: Karatekin Hastanesi dört polikliniğe 3 aylık toplam gelişlerin Poisson dağılıma uygunluk tablosu**

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		GELİŞLER
N		10
Poisson Parameter <sup>a,b</sup>	Mean	3087,90
Most Extreme Differences	Absolute	,464
	Positive	,400
	Negative	-,464
Kolmogorov-Smirnov Z		1,468
Asymp. Sig. (2-tailed)		,027

a. Test distribution is Poisson.

b. Calculated from data.

**EK 4.7: Devlet Hastanesi Dört Poliklinik İçin 3 Aylık Saatlere Göre Gelişler**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 8	10817	30,7	30,7	30,7
9	7458	21,2	21,2	51,9
10	4604	13,1	13,1	64,9
11	2371	6,7	6,7	71,6
12	449	1,3	1,3	72,9
13	4617	13,1	13,1	86,0
14	3102	8,8	8,8	94,8
15	1533	4,3	4,3	99,2
16+	291	,8	,8	100,0
Total	35242	100,0	100,0	

**EK 4.8: Devlet Hastanesi dört polikliniğe 3 aylık toplam gelişlerin Poisson dağılıma uygunluk tablosu**

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		GELİŞLER
N		9
Poisson Parameter <sup>a,b</sup>	Mean	3915,7778
Most Extreme	Absolute	,556
Differences	Positive	,556
	Negative	-,444
Kolmogorov-Smirnov Z		1,667
Asymp. Sig. (2-tailed)		,08

a. Test distribution is Poisson.

b. Calculated from data.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	BİLGEHAN TEKİN
Doğum Yeri	SAFRANBOLU
Doğum Tarihi	29/04/1985

### LİSANS EĞİTİM BİLGİLERİ

Üniversite	ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
Fakülte	İKTİSADİ VE İDARİ BİLİMLER FAKÜLTESİ
Bölüm	İŞLETME BÖLÜMÜ

### İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurum	ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
Görevi/Pozisyonu	ARAŞTIRMA GÖREVLİSİ
Tecrübe Süresi	2009-devam ediyor.

### KATILDIĞI

Kurslar / Bildiriler	-YAEM 31. ULUSAL KONGRESİ – 04-07 Temmuz 2011  -ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ – INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTREPRENEURSHIP, FAMILY BUSINESS AND INNOVATION – 21-23 October 2010
Projeler	KUZKA ÇANKIRI İLİ KÜMELENME ANALİZİ PROJESİ-Proje Çalışanı

### İLETİŞİM

Adres	ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ İ.İ.B.F. MERKEZ/ÇANKIRI
E-mail	btekin@karatekin.edu.tr