

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI BİLİM DALI

**KUYRUK TEORİSİ VE
BİR ÇAĞRI MERKEZİ UYGULAMASI**

Yüksek Lisans Tezi

GÖKTÜRK ERDOĞAN

İstanbul, 2010

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI BİLİM DALI

**KUYRUK TEORİSİ VE
BİR ÇAĞRI MERKEZİ UYGULAMASI**

Yüksek Lisans Tezi

GÖKTÜRK ERDOĞAN

Danışman: Doç. Dr. TUNCAY CAN

İstanbul, 2010

Marmara Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü

Tez Onay Belgesi

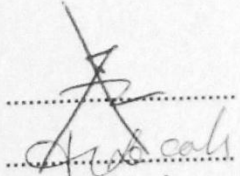
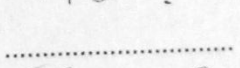

EKONOMETRİ Anabilim Dalı YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI Bilim Dalı
Yüksek Lisans öğrencisi GÖKTÜRK ERDOĞAN'ın KUYRUK TEORİSİ VE BİR
ÇAĞRI MERKEZİ UYGULAMASI adlı tez çalışması, Enstitümüz Yönetim Kurulunun
19.07.2010 tarih ve 2010-14/19 sayılı kararıyla ile oluşturulan jüri tarafından oy birliği /
oy çokluğu ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 22.11.2010

- 1) Tez Danışmanı : DOÇ. DR. TUNCAY CAN
2) Jüri Üyesi : YRD. DOÇ.DR. HABİB KOÇAK
3) Jüri Üyesi : PROF. DR. NURİ ALKAN SOYAK

GENEL BİLGİLER

İsim ve Soyadı	: Göktürk ERDOĞAN
Anabilim Dalı	: Ekonometri
Programı	: Yöneylem Araştırması
Tez Danışmanı	: Doç. Dr. Tuncay CAN
Tez Türü ve Tarihi	: Yüksel Lisans – Haziran 2010
Anahtar Kelimeler	: Kuyruk Teorisi, Çağrı Merkezi

ÖZET

KUYRUK TEORİSİ VE BİR ÇAĞRI MERKEZİ UYGULAMASI

Teknolojik gelişmelere paralel olarak teknolojiyi takip edip yeni ve güncel donanım ve yazılımlara sahip olmanın yanında çağrı merkezi verimliliğinin de müşteri memnuniyeti açısından artırılması esastır. Verimliliğin artırılması için çalışan müşteri temsilcilerinin niteliklerinin iyi belirlenmesi ve eğitimleri yeterli olacak şekilde verilmesi yanında öncelikle doğru zamanda yeterli sayıda müşteri temsilcisinin çalıştırılmasını sağlayacak planlamaların yapılması gerekmektedir. Doğru zaman aralığında doğru sayıda temsilcinin çalışıyor olması hem müşteri temsilcilerinin çok yoğun çalışmasını hem de işletme için oluşacak muhtemel olumsuz durumları engelleyecek ve karşılama oranını arttıracaktır.

GENERAL KNOWLEDGE

Name and Surname : Göktürk ERDOĞAN
Field : Econometrics
Programme : Operations Research
Supervisor : Ass. Prof. Tuncay CAN
Degree Awarded and Date : Master – June 2010
Keywords : Queueing Theory, Call Center

ABSTRACT

QUEUEING THEORY AND AN APPLICATION FOR A CALL CENTER

It is important to improve the efficiency of call centers with technological developments and up-to-date software and hardware technologies. To improve the efficiency, identifying and training the customer representatives is also important, but the sufficient number of customer representatives working at the right time with good planning will prevent possible negative situations for both the company and customer representatives and will improve the service rate.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TABLO LİSTESİ	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
KISALTMALAR	v
SİMGELER	vi
GİRİŞ	1
1. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI	5
2. KUYRUK PROBLEMİ	7
3. KUYRUK TEORİSİ	10
3.1 Tarihçe	10
3.2 Kuyruk Teorisinde Genel Kavramlar	11
3.2.1 Geliş Süreci	12
3.2.2 Çıkış ya da Servis Süreci	15
3.2.3. Kuyruk Disiplini	17
3.2.4. Kuyrukta Bekleme Maliyeti	18
3.2.5 Servis Sağlama Maliyeti	19
3.3 Gelişlerde Kuyruğa Girme Metodu.....	19
3.4. Kuyruk Teorisinde Rastgelelik ve İstatistik Dağılımları	20
3.4.1. Stokastik Süreçler	20
3.4.1.1 Poisson Süreci	21
3.4.2. Poisson Dağılımı	22
3.4.3. Üstel Dağılım	23
3.4.4. Erlang Dağılımı	24
3.4.5. Kolmogorov – Smirnov Testi	25
4. KUYRUK MODELLERİ	27
4.1 Kendall – Lee – Taha Notasyonu.....	28
4.2. Little Teoremi	31
4.3. Durağan Durum Olasılıkları.....	31
4.4. Tek Servis Sağlayıcılı Kuyruk Modelleri	32
4.4.1. Sonsuz, Poisson Gelişli, Üstel Servisli Model	33
4.4.2. Diğer Tek Servis Sağlayıcılı Modeller.....	35

4.5. Birden Çok Servis Sağlayıcı Kuyruk Modelleri	37
4.5.1. Sonsuz, Poisson Gelişli, Üstel Servisli Model	37
4.5.2. Diğer Birden Çok Servis Sağlayıcı Modeller	41
4.6. Karar ve Maliyet Modelleri	42
4.7. Diğer Kuyruk Modelleri	44
4.8. Duyarlılık Analizi	45
5. ÇAĞRI MERKEZLERİ	46
5.1. Çağrı Merkezlerinin Genel Yapısı	49
5.2. Bankalarda Çağrı Merkezleri	50
5.3. Çağrı Merkezi Terminolojisi	52
6. KUYRUK TEORİSİ BİR ÇAĞRI MERKEZİ UYGULAMASI	59
6.1. Çağrı Merkezlerinde Kuyruk	59
6.2. Çalışmanın Amacı	59
6.3. Çalışmada Kullanılan Yazılımlar	60
6.4. Verilerin Analizi	62
6.4.1. Servis Sürelerinin Dağılımı	67
6.4.2. Geliş Sürelerinin Dağılımı	70
6.5. Kuyruk Modeli	70
SONUÇ	86
EKLER	88
KAYNAKÇA	94

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1 : Kuyruk Sistemi ve Aktörleri.....	13
Tablo 2 : TBB Kayıtlarındaki Çağrı merkezi Verileri.....	51
Tablo 3 : Ortalama Çağrı Verileri.....	63
Tablo 4 : Günlere Göre Ortalama Veriler.....	64
Tablo 5 : Hafta İçi ve Hafta Sonu Kırılımı.....	64
Tablo 6 : Tanımlayıcı İstatistikler.....	65
Tablo 7 : Servis Süreleri İçin Kolmogorov-Smirnov Test Sonuçları....	68
Tablo 8 : WinQSB Programı Veri Girişi.....	70
Tablo 9 : WinQSB Analiz Çıktıları.....	71
Tablo 10 : Durağan Durum Olasılıkları	79
Tablo 11 : Servis Veren Müşteri Temsilcisi Sayısının Duyarlılık Analizi.....	80
Tablo 12 : Çağrı Merkezinin Kapasite Analizi	83

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1 : Kuyruk Sistemi.....	12
Şekil 2 : Gelişler.....	14
Şekil 3 : Kuyruk Modelleri.....	16
Şekil 4 : Kuyrukta Bekleme Maliyeti ile Servis Kalitesi İlişkisi	18
Şekil 5 : Servis Sağlama Maliyeti ile Servis Kalitesi İlişkisi....	19
Şekil 6 : İki Boyutlu Poisson Süreci.....	21
Şekil 7 : Çağrı Maliyetleri.....	48
Şekil 8 : Gelen Çağrı Akışı.....	49
Şekil 9 : Örnek Günlere Ait Servis Süreleri ve Adetleri.....	69
Şekil 10 : Sistem Kullanım Oranının Müşteri Temsilcisi Sayısıyla İlişkisi	73
Şekil 11 : Sistemde Bulunan Ortalama Müşteri Sayısıyla Servis Veren Müşteri Temsilcisi Sayısının İlişkisi.....	74
Şekil 12 : Müşterinin Sistemde Geçirdiği Ortalama Sürenin Servis Veren Müşteri Temsilcisi Sayısıyla İlişkisi.....	75
Şekil 13 : Toplam Maliyetin Servis Veren Müşteri Temsilcisi Sayısıyla İlişkisi.....	76
Şekil 14 : Sisteme Gelen Müşterinin Bekleme Olasılığının Servis Veren Müşteri Temsilcisi Sayısıyla İlişkisi.....	77
Şekil 15 : Sisteme Bekleyen Müşteri Maliyetinin Servis Veren Müşteri Temsilcisi Sayısıyla İlişkisi.....	78

KISALTMALAR

<i>FIFO</i>	İlk giren ilk çıkar disiplini
<i>LCFS</i>	Son giren ilk çıkar disiplini
<i>SIRO</i>	Rastgele servis
<i>GD</i>	Genel servis disiplini
<i>PRI</i>	Öncelikli servis disiplini
<i>ATM</i>	Otomatik iletişim makinesi
<i>TM</i>	Toplam Maliyet
<i>WM</i>	Bekleme Maliyeti
<i>FM</i>	Servis Maliyeti

SİMGELER

λ	Müşteri geliş hızı
μ	Servis hızı
$1/\mu$	Servis Oranı
ρ	Kapasite kullanım oranı
M	Servis sağlayıcı sayısı
c	Sistemin kanal sayısı
L_q	Hizmet bekleyen ortalama müşteri sayısı
L_s	Sistemde bulunan ortalama müşteri sayısı
W_q	Müşterilerin ortalama kuyrukta bekleme süresi
W_s	Müşterilerin sistem içerisinde geçirdikleri ortalama süre
P_0	Sistemin boş olması olasılığı
P_n	Sistemde n müşteri olması olasılığı

GİRİŞ

Hayatın her alanında karşımıza çıkabilecek olan bekleme hatları ve dolayısıyla bekleme durumu, çoğu zaman kısa sürmesi nedeniyle ilgi çekmezken, uzayan ve bekleme süreleri uzun olan kuyruklar rahatsızlık verebilmekte ve vakit kaybına neden olmaktadır.

Bu durum, beklenen yer eğer hizmet alınan bir yer ise daha da büyük bir problem haline gelmektedir. Bu problem hem müşteri hem de hizmet veren için zaman kaybı ve maddi kayıp anlamına gelmektedir. Her ne kadar bekleme sürelerini pazarlama araçlarıyla değerlendirme şansı var olsa da, müşteriler için bir firmayı diğerine tercih etmede, sorunsuz hizmet almak ve dolayısıyla beklemeden hizmet alabilmek çok önemli bir faktördür.

Sıra beklemenin söz konusu olduğu bir hizmet işletmesinde, hizmet talebinin belirsizliği, birbirine zıt iki durumu ortaya çıkarmaktadır. Bunlardan ilki, müşterilerin beklemesi ya da bekleme nedeniyle müşteri kaybı, ikincisi ise hizmet biriminin boş beklemesidir. Bu sorunlara çözüm arayışı, bilimsel yönetim tekniklerinin kullanılmasını bir zorunluluk haline getirmektedir. Aksi halde, bekleme zamanını azaltmak ve müşteri kaybını önlemek amacıyla talebi anında karşılamak için hizmet kapasitesini artırmak, hizmet biriminin boş kalıp beklemesi durumunda işletmeye çok pahalıya mal olacak bir etkinlik kaybına sebep olacaktır.

Zamanla nüfusun artması, teknolojinin gelişmesi ve tanınması, teknolojinin hayatın bir parçası olması hayatın belli alanlarında kuyrukları yok etmiş olsa da, hayatın bazı alanlarında bekleme hatlarının yoğun bir şekilde oluştuğu ve oluşacağı mutlaklıdır.

Yöneticiler maliyetlerinin düşük olmasını ister ve aynı zamanda kaliteden ödün vermemelidirler. Servis kalitesinin yüksek tutulması, servis sağlayıcılarının güncel ve kullanıcıların eğitilmiş olması, bekleme sürelerinin en düşük düzeyde tutulması, dolayısıyla müşteri memnuniyeti sonucunda mevcut müşterilerin sadık kalması ve yeni müşterilerin kazanılması yöneticiler için bir amaçtır. Bu amaç gerçekleştirilirken; müşterilerin ve işletmelerin yararları arasında bir çatışma oluşmaması gerekmektedir.

Tüm bu koşullar altında ve bu koşulların getirdiği durumlar nedeniyle; kuyruk problemi hizmet sektörünün en önemli problemlerinden biri olmuş ve çeşitli yazılımlarla kuyruklar kontrol altına alınmaya çalışılmıştır.

Hemen her sektörde hizmet birimi olarak kullanılan çağrı merkezleri ise hem müşterilere doğrudan ulaşılması ve bir müşteri temsilcisi vasıtasıyla firmanın temsil ediliyor olması, müşterinin evinden ya da ofisinden çıkmadan işlerini çok kısa sürede halledebiliyor olması nedeniyle çok önemli hizmet birimleridir ve hem müşterilere hem de firmalara büyük kolaylık sağlamaktadır. Ancak zamanla sektörlerde çağrı merkezi teknolojisinin yer edinmesi ve benimsenmesiyle birlikte çağrı merkezlerinde görülen bekleme sürelerinin kısalığı bir rekabet konusu olmuş ve şirketleri kaliteli müşteri temsilcileri yetiştirmenin yanında bekleme sürelerinin, maliyetlerin nasıl düşürülebileceği ve dolayısıyla servis kalitelerini nasıl yükseltebilecekleri ile ilgili araştırma ve geliştirme faaliyetleri yapmaya yöneltmiştir.

Bu araştırma geliştirme faaliyetlerine konu olan çağrı merkezindeki müşteri temsilcisi, kullanılan teknoloji, müşterileri memnuniyeti, maliyet ve benzeri faktörler göz önüne alınarak çağrı merkezi etkinliğini dolayısıyla müşteri memnuniyetini maksimum yapacak, maliyetleri minimize edecek planlamayı yapacak analiz yöntemi kuyruk teorisidir.

Çalışmada bir banka çağrı merkezinin mevcut karşılama oranının hedef karşılama oranına çekilmesi amacının geçmişe yönelik çağrı kayıtlarından elde edilen verilerle nasıl gerçekleştirilebileceği ile ilgili kuyruk teorisinden faydalanılarak çözüm önerileri getirilmiş ve eleştiriler yapılmıştır. Sorunların sık yaşandığı dönemlerde çağrı merkezinde karşılama oranları düşer, bekleme süreleri artar ve müşteri temsilcisi performansı düşer. Aksi durumda, yani müşteri temsilcisinin boşta kalması durumunda ise iş gücü kapasitesinin kullanılmayan kısmı, atıl bir kapasiteye dönüşür ve bu durum işveren için fazladan bir maliyettir. Bir maliyet olmanın yanı sıra çağrı merkezi performansı şirketin itibarı için kritik öneme sahiptir.

Çalışmanın ilk bölümünde yöneylem araştırması, geçmişi ve yöneylem araştırmasındaki analiz adımlarına değinilmiştir.

İkinci bölümde ise kuyruk probleminin tanımı yapılmış ve kuyruk problemiyle ilgili temel kavramlardan bahsedilmiştir. Kuyruğun hayatın hangi alanlarında karşımıza çıkabileceği, günlük yaşamda karşılaşılan kuyruklar dışında hangi sektörlerde bu problemle karşılaşıldığı üzerinde durulmuştur. Ayrıca oluşan uzun kuyrukların pazarlama araçlarıyla da değerlendirilebileceği belirtilmiştir.

Kuyruk probleminin tanıtılmasının ardından kuyruk teorisine geçilmiştir. Öncelikle kuyruk teorisiyle ilgili geçmişte yapılan çalışmalara değinilmiştir. Ardından çalışmanın uygulama kısmında sıkça karşılaşılabilecek olan kuyruk teorisinin bileşenlerinden ve performans kriterlerinden bahsedilmiştir. Kuyruk modellerinde kullanılan süreçler ve istatistik dağılımları üzerinde de detaylı şekilde durulmuştur.

Kuyruk teorisi ile ilgili son olarak kuyruk modellerine değinilmiştir. Burada ayrıca kuyruk teorisi ile ilgili önemli bir notasyon olan Kendal-Lee-Taha Notasyonu ve Little Teoremi ile ilgili bilgi verilmiştir. Sonrasında ise uygulamada kurulan model öncelikli ve detaylı olmak üzere kuyruk modelleri tanıtılmış, varsayımları ve hesaplamalarda kullanılan formülasyonlara değinilmiştir.

Beşinci bölümde ise çağrı merkezleri, bankacılık sektöründe çağrı merkezleri ile ilgili ayrı ayrı bilgi verilmiş, geçmiş senelere ait verilerle çağrı merkezlerindeki istihdam durumuna değinilmiş ve çağrı merkezi terminolojisi verilmiştir.

Son olarak uygulamada kullanılan verilere ait tanımlayıcı istatistikler ve tablolar verilmiş, çalışmada faydalanılan yazılımlar belirtilmiş ve kuyruk modeli kurulmuştur. Modelle ilgili duyarlılık analizleri yapılmış, grafik gösterimlerle çeşitli sonuçlar açıklanmıştır. Bunun dışında durağan durum olasılıkları ve kapasite analizleriyle de duyarlılık analizinde elde edilen bulgular pekiştirilmiştir.

Sonuç bölümünde ise tüm bulguların değerlendirilmesi, eleştiriler ve öneriler yer almıştır. Teknolojik gelişmelere paralel olarak teknolojiyi takip edip yeni ve güncel donanım ve yazılımlara sahip olmanın yanında çağrı merkezi verimliliğinin de müşteri

memnuniyeti açısından arttırılmasının esas olduğuna değinilmiş, verimliliğin arttırılması için öncelikle doğru zamanda yeterli sayıda müşteri temsilcisinin çalıştırılması amacına yönelik neler yapılabilceği üzerinde durulmuştur.

1. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI

Yöneylem araştırması, belirli kısıtlar altında amaca yönelik en uygun çözümün bulunması için geliştirilmiş yöntemler bütünüdür.

İkinci Dünya Savaşı yıllarında ortaya çıkan yöneylem araştırması, İngiltere'nin hava savunmasını güçlendirmesinde etkili olmuştur. Alman bombardıman uçaklarının gelişleri olasılık kurallarına göre hesaplanmış ve bu sayede büyük askeri başarılarla imza atılmıştır. Savaşın ardından İngiltere'de; yönetim, sanayi ve ekonominin toparlanması için yapılan değişikliklerde de yöneylem araştırmasından yararlanılmıştır. Ancak, bu yöntemlerin gelişmesi İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra Amerika Birleşik Devletleri'nde gerçekleşmiştir.

Yöneylem araştırması, yönetim bilimleri ile doğrudan ilişkilidir. Yönetim bilimleri iş analizi üzerine yoğunlaşırken, yöneylem araştırması yöneticilerin verecekleri kararlara bilimsel açıdan yaklaşır.

Telekomünikasyon bağlantıları, trafik akışı, ulaşım güzergahlarının belirlenmesi, müşteri hizmetleri, nakliye yönetimi, proje yönetimi gibi alanlar, yöneylem araştırmasının çözüm ürettiği alanlardır.

Yöneylem araştırması kullanıldığında, izlenmesi gereken adımlar aşağıdaki gibi sıralanabilir¹.

1. Problemin tanımlanması,
2. Verilerin toplanması veya sistemin gözlenmesi,
3. Modelin formüle edilmesi,
4. Modelden çözümlerin elde edilmesi,
5. Modelin sınanması,

¹ Ahmet Öztürk, **Yöneylem Araştırması**, 11. Basım, Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım, 2007, s.7

6. Modelin uygulamaya hazırlanması,

7. Modelin uygulanması ve önerilerin değerlendirilmesi.

Yöneylem araştırması; belirlenen probleme çözüm üretirken, problemi ortadan kaldırarak mevcut durumu iyileştirme yerine, genel bir bakış açısıyla en uygun kararın verilmesine yardımcı olur.

2. KUYRUK PROBLEMİ

Yöneylem araştırmasının sıklıkla kullanıldığı kuyruk problemlerinden, hizmet sektörünün genel bir problemi olarak söz edilebilir.

Kuyruk bir bekleme hattıdır. Bazen bir kişi ya da bir grup insan kaybolan zaman, yorgunluk, isteksizlik ya da gerginlik nedeniyle beklemekten hoşlanmazlar. Eğer müşteri gelişleri çok sık ise bir kuyruğun oluşması kaçınılmazdır. Bekleyenler tabii yalnızca müşteriler değildir. Tamirat için bekleyen makineler, trafik ışıklarında bekleyen arabalar gibi örnekler de kuyruk problemi ile karşılaşmaktadırlar².

Kuyruk, bir problem olmanın yanı sıra aslında servis veren firmalara servisin sıralı ve nizami bir şekilde yapılmasına fayda sağlar. Ancak bu fayda; kuyruk doğru şekilde yönetildiğinde ve müşterinin bekleme süresi çok uzatılmadan müşteri temsilcilerinin karmaşık kuyruklardan uzak düzgün bir işleyişle servis vermeleri sağlandığında geçerlidir³.

Kuyruk hayatın her noktasında oluşabilir. Onlarca insanın bulunduğu yaya geçidinde, alışveriş merkezi ya da havaalanı girişlerinde güvenlik kontrolü sırasında, bir okul kantininde, kuaförde, ofis yemekhanesinde, kısacası hayatın her alanında kısa ya da uzun süreli, geçici ya da sürekli kuyruk oluşumu söz konusudur.

İniş izni bekleyen uçaklar, poliklinikte bekleyen hastalar, ATM’ de bekleyen banka müşterileri, süpermarkette kasa önünde bekleyen müşteriler, trafik ışığında bekleyen otomobiller ve bunlar gibi bekleme hattı oluşumu söz konusu olan birimler kuyruk teorisinin uygulandığı hizmet birimleridir.

Beklemek yalnızca insan yaşamında değil, işletmelerin de faaliyetlerinde devamlı olarak karşılaştıkları bir sorundur. Başka bir anlatımla, beklemek tüm toplumları her yönüyle bir bütün olarak etkileyen önemli bir sorundur. O halde bu

² Rathinda P. Sen, **Operation Research Algorithms and Applications**, New Delhi: Rekha Printers Private Limited, 2010, s.509

³ U. Narayan Bhat, **An Introduction to Queueing Theory**, ABD Dallas TX : Birkhouser, 2008, ss. 1

sorunun bilimsel olarak araştırılması ve sıra bekleme sistemlerinin de bu araştırmalar ışığı altında düzenlenmesi gerekir⁴.

Bir hizmet birimine gelen kullanıcıların ya da materyallerin geliş karakterlerine, hizmet birimi tarafından seçilme düzenine ve hizmet olanaklarına göre şekillenen, sınırlı hizmet nedeni ile geciken bekleme hattına kuyruk denir.

Kuyruklar ile ilgili problemlerde iki tür sorun ile karşılaşılabilir. Bunlardan ilki servis verenin mevcut talebin karşılayamaması sonucu meydana gelen kuyrukta bekleme, ikincisi ise talebin yetersiz kalması nedeniyle meydana gelen servis verenin boş kalması durumudur.

Sisteme gelen birimler belli bir dağılımı izlerler ve sistemde servis görürler. Genel olarak geliş ve süreler bilinmez. Bilinmesi durumunda vasıtaları beklemeyi tamamen ortadan kaldıracak şekilde disiplin altında tutmak mümkün olabilir. Ancak, belirsizlik durumunda gelişlerin ve servis sürelerinin dağılımına bakılarak uygun istatistik dağılımları üzerinden olasılıklar ve sayılara ulaşılabilir. Sisteme gelişlerin Poisson dağılımına, servis sürelerinin ise Üssel dağılıma uygun olduğu kabul edilir⁵. Kuyruk modelleri kullanılarak ne kadar servis birimi kullanılacağı, müşterilerin bekleme olasılığı, müşterilerin ortalama bekleme süresi, sırada bekleyen ortalama müşteri sayısı ve hizmet veren birimlerin boşta kalma olasılıkları hesaplanabilir.

Bir servis vasıtasının rastlantısal şartlar altındaki hareketleri incelenerek, sistemin performansını tanımlayan sayısal karakteristikler elde etmek mümkün olabilir. Kullanıcının hizmet almadan önceki bekleme süresi, servis vasıtasının kullanılmadığı zaman yüzdesi, servis vasıtasının boş kalacağı zaman yüzdesi, performans ölçütleri arasında sıralanır.

Yöneticiler maliyetlerinin düşük olmasını isterken, kalitenin de yükselmesini beklerler. Yüksek kalite ve bekleme sürelerinin en düşük düzeyde tutulması, bu

⁴ Halil Sarıaslan, **Sıra Bekleme Sistemlerinde Simülasyon Tekniğı**, Ankara: A.Ü.S.B.F. ve Basın-Yayın Yüksekokulu Basımevi, 1986, s.3

⁵ Oygur Yamak, **Marmara Üniversitesi İstatistik ve Ekonometri Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi**, İstanbul: Marmara Üniversitesi Yayınları, Sayı 1, 2004, s.177

anlamda yöneticiler için bir amaçtır. Bu amaç gerçekleştirilirken; müşterilerin ve işletmelerin yararları arasında bir çatışma oluşmaması gerekmektedir.

3. KUYRUK TEORİSİ

Sıra beklemenin söz konusu olduğu bir hizmet işletmesinde, hizmet talebinin belirsizliği, birbirine zıt iki durumu ortaya çıkarmaktadır. Bunlardan ilki, müşterilerin beklemesi ya da bekleme nedeniyle müşteri kaybı, ikincisi ise hizmet biriminin boş beklemesidir. Bu sorunlara çözüm arayışı, bilimsel yönetim tekniklerinin kullanılmasını bir zorunluluk haline getirmektedir. Aksi halde, bekleme zamanını azaltmak ve müşteri kaybını önlemek amacıyla talebi anında karşılamak için hizmet kapasitesini artırmak, hizmet biriminin boş kalıp beklemesi durumunda işletmeye çok pahalıya mal olacak bir etkinlik kaybına sebep olacaktır.

Birbirine zıt bu iki bekleme durumu arasında optimal bir bekleme zamanı bulmak, bir işletmecilik sorunudur. Bu sorunu çözmek için kullanılan sisteme, literatürde sıra bekleme sistemleri ya da kuyruk modelleri denmektedir. Bu sistemlerin analizinde amaç; sıra bekleme sisteminin işleyişiyle ilgili toplam maliyeti, ilgili maliyet türleri ve hizmet talebinin miktarı doğrultusunda en az düzeye indirilebilecek bir hizmet kapasitesi belirlemektir⁶.

3.1. Tarihçe

Kuyruk teorisi, yöneylem araştırmalarında geniş bir uygulama alanına sahiptir. Teoriye ait ilk bulgulara Johannsen'in 1907'de yazdığı "Waiting Times and Number of Calls"(Bekleme Zamanları ve Çağrı Sayısı) başlıklı yazısında rastlanmıştır. Kuyruk teorisinin ortaya ilk çıkışı 1909 yılında, Danimarka'da bir telefon şirketinde mühendislik yapan A. K. Erlang'ın çabaları sayesinde olmuştur. Erlang, bu teoriyle ilgili ilk makalesini, 1909 yılında "The Theory of Probabilities and Telephone Conversations" (Olasılıklar Teorisi ve Telefon Konuşmaları) başlığı altında yayımlamıştır⁷.

Erlang, mühendislik şirketinin otomatik arama departmanında çalışıyor ve konuyla ilgili talep dalgalanmalarını içeren deneyler yapıyordu. Operatörün işini

⁶ Osman Çelik, A.E. Yazgan, **Hizmet Üreten Bir Sistemin Kuyruk Modeliyle Etkinliğinin Ölçülmesi**, Niğde Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 2008, s.80

⁷ Bhat, s. 4

gerektiği hızda yapmaması nedeniyle telefon etmek isteyenlerin santralin meşgul olması nedeniyle beklemek zorunda kalması ve buna neden olan gecikmelerin operatör başına hesaplanamaması Erlang'e göre ana problemdi.

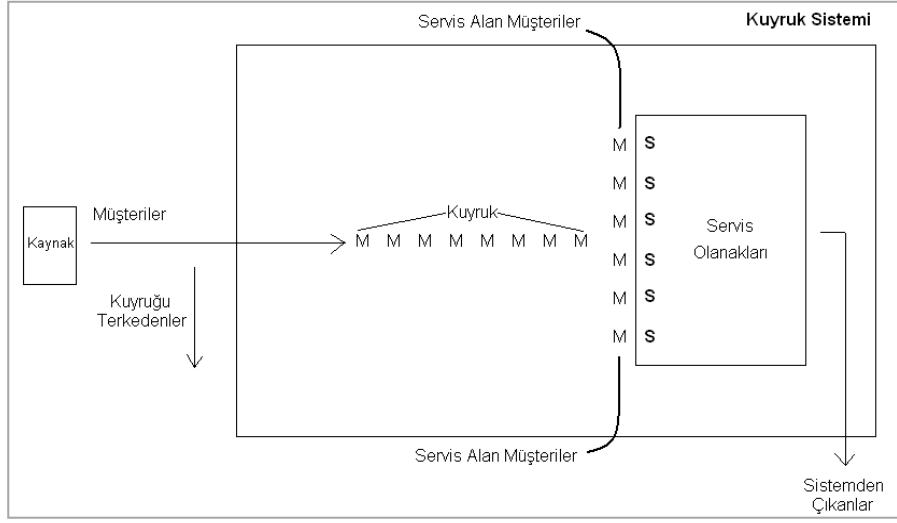
Erlang teoriyi formüle etmiş ve Erlang Olasılık Dağılımı olarak bilinen dağılım teorisini ortaya çıkarmıştır. 1917 yılında bu çalışmalar birden fazla operatör için geliştirilmiş, Erlang'den İkinci Dünya Savaşına kadar bu teorinin uygulanması sadece telefon sistemlerinin çalışmasında kullanılmıştır. 1945'ten sonra ise diğer genel problemleri içeren kuyruk teorisine ilişkilendirilmiştir⁸. 1960 yılında ise Erlang' in "On the rational determination of the number of circuits" (Döngü Sayısının Rasyonel Tespiti Üzerine) başlıklı yazısı ile kuyruk teorisinde optimizasyon problemine ilk kez değinmiştir⁹.

3.2. Kuyruk Teorisinde Genel Kavramlar

Kuyruk teorisine, kuyrukların matematiksel olarak incelenmesidir. Çalışmada kullanılacak verilerin belirlenmesi, bu verilerle yapılacak analizlerin doğru yorumlanabilmesi ve uygun modelin oluşturulabilmesi için teoriye giriş yapmadan önce kuyruk teorisini oluşturan bileşenler üzerinde durulacaktır. Kuyruk probleminin oluşumunu ve çözüm sürecini etkileyen kuyruk teorisini oluşturan bileşenler ile ilgili başlıklar altında verilmiştir.

⁸ İbrahim Doğan, **Yöneylem Araştırması Teknikleri**, 1.Basım, İstanbul: Bilim Teknik Yayınevi, 1995, s. 425

⁹ Bhat, s. 4



Şekil 1. Kuyruk Sistemi

Kaynak: Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman, **Introduction to Operations Research**,
5.Baskı, Pennsylvania: Pennsylvania Universtiy Press, 1990, s. 597

3.2.1. Geliş Süreci

Müşteriler, müşterilerin hizmet almak için sisteme gelişleri, bu gelişlerin hangi faktörlerden etkilendiği ve gelişlerinin özellikleri kuyruk teorisinde tanımlanması ve uygulamaya geçmeden önce bilinmesi gereken bileşenlerdir.

Müşteri tiplerine örnekler aşağıdaki tabloda verilmiştir:

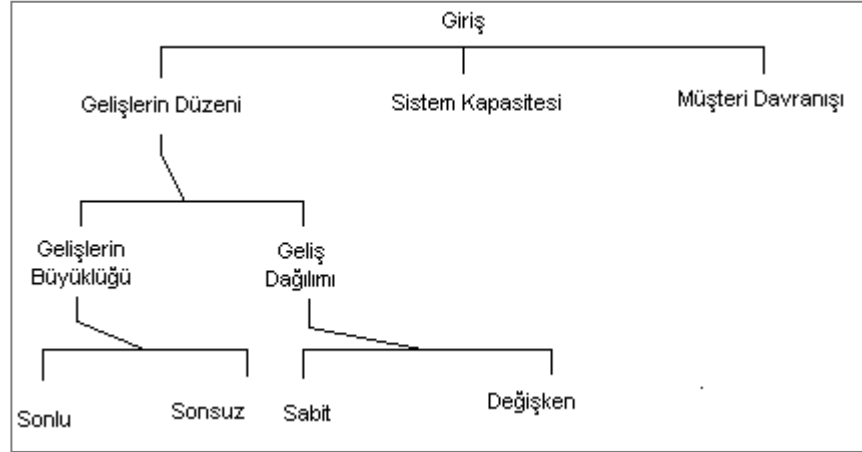
Tablo 1. Kuyruk Sistemi ve Aktörleri

Sistem	Müşteriler	Servis Sağlayıcılar
Resepsiyon	Otel Müşterileri	Resepsiyonist
Tamirhane	Makineler	Tamirci
Otopark	Arabalar	Otopark Görevlisi
Havaalanı Güvenliği	Yolcular	X-Ray Makinesi
Hastane	Hastalar	Doktorlar
Depo	Paketler	Fork-Lift Aracı
Havaalanı	Uçaklar	Pist
Üretim Hattı	Ürünler	Paketleyici
Yol Ağı	Arabalar	Trafik Işıkları
Çamaşırhane	Kirli Sepetleri	Çamaşır Makineleri
Bilgisayar	E-postalar	CPU, Disk
Telefon	Çağrılar	Müşteri Temsilcileri

Kaynak:Jerry Banks, J.S.Carson, B.L. Nelson, D.M. Nicol, **Discrete-Event System Simulation**, New Jersey: Prentice Hall Inc. , 5.Baskı, 2010, s.229

Kuyruk teorisinde gelişlerin ölçülebilir olmasını sağlayan, diğer etkenleri de etkileyen ve üzerinden durulması gereken ilk ve en önemli etken zamandır. Müşteri gelişlerinin ve servis olanaklarının sabit koşulları altında kuyruğun uzunluğu, zamanın bir fonksiyonudur¹⁰.

¹⁰ İlhami Karayalçın, **Harekat Araştırması**, 2. Baskı, İstanbul: Menteş Yayınevi, 1979, s. 418



Şekil 2. Gelişler

Kaynak: Frederick Rathinda P. Sen, **Operation Research Algorithms and Applications**, New Delhi: Rekha Printers Private Limited, 2010, s.512

Gelişlerdeki aktör ise müşteridir. İşlerinin görülmesi için hizmet birimine gelen kullanıcı ve materyal olarak tanımlanabilir. Yapılan çalışmada bir bankanın kredi ve banka kartı hamilleri müşteri olarak belirlenmiştir.

Müşteri yaratan faktör olarak müşteri kaynağından söz edilir. Servise gelen müşterilerin kaynağı sonlu ya da sonsuz olabilir. Yapılacak çalışmada gelen çağrılar sonsuz kaynaklı gelişlere sahiptir. Sonlu kaynaklara da teoride kısaca değinilecektir.

Geliş özelliklerini ve gelişlerin dağılımını etkileyen etken ise müşteri davranışlarıdır ve bu davranışlar müşterilerin kuyruğu terk etmeleri ya da kuyruk değiştirmeleri durumlarını kapsayan faktördür. Müşterilerin bekleme süreleri arttıkça, boşa harcanan zamanlarının maliyeti nedeniyle tedirginlik ve gerginlik durumu söz konusu olmaya başlar. Bu durum da kuyruқта bekleyen müşterilerin kaybına neden olacaktır.

Müşterilerin gelişleri ise; gelişlerin kontrol edilebilir olup olmadıkları, müşterilerin tek ya da grup halinde geldikleri ve hangi olasılık dağılımında geldikleri gibi türlü özelliklere sahip olabilir. Kuyruk teorisinde müşteri gelişleri genellikle Poisson dağılımına uyar. Bu nedenle Poisson dağılımına ayrıca yer verilecek, müşteri gelişlerinin Poisson dağılımına uyup uymadığı uygulamada kontrol edilecektir.

3.2.2. Çıkış ya da Servis Süreci

Çıkış ya da servis süreci, müşterinin servis almaya başladıktan sistemi terk ettiği ana kadar geçen süreçtir. Servis süresi dağılımının sistemde bulunan müşterilerin sayısından bağımsız olduğu varsayılır. Bu daha fazla müşteri olduğunda servisin daha hızlı çalışmayacağı anlamına gelir. Servis sürelerinin üstel dağıldığı kabul edilmektedir. Kuyruk modellerinden söz etmeden önce üstel dağılım ile ilgili detay bilgiye yer verilecek ve uygulamada servis sürelerinin üstel dağılıp dağılmadığı test edilecektir.

Kuyruk modelleri belli servis özelliklerine göre farklılaşırlar. Bu durumlar servisin birden fazla fazda tamamlanması, servis sağlayıcının çok kanallı olması ve benzeri durumlar olarak sıralanabilir. Model oluşturulurken aşağıda detaylandırılan bu özellikler tanımlanmalıdır.

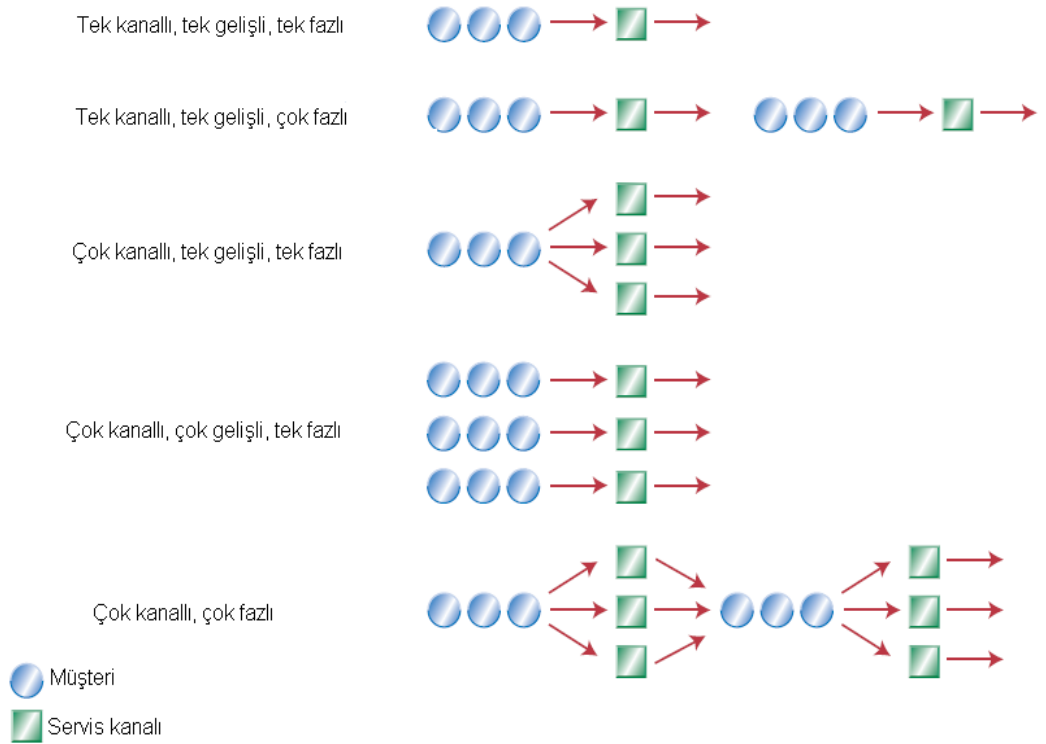
Müşterilerin almak için geldikleri servis tek fazda tamamlanabileceği gibi, birden fazla fazda da tamamlanabilmektedir. Sinema bileti satın almak isteyen müşteriler tek fazlı bir sisteme dâhil olurken; uçakların iniş için boşta olan bir piste yönlendirilmeleri, indikleri piste göre taksi yönlendirmeleri ve ardından boşalan bir kapıya yönlendirilmeleri birden fazla faza örnek teşkil etmektedir. Yapılan çalışmada servis tek fazlıdır.

Bu ayırım servis sağlayıcıların hizmet şekillerine göre de paralel ve seri servisler olarak yapılmaktadır. Paralel servisler, bütün servis sağlayıcıların aynı çeşit servisi verdiği ve müşterilerin servisin tamamlanması için sadece bir servis sağlayıcısına gittiği servis tipi olarak, seri servisler ise müşterinin servisini tamamlamadan önce birden fazla servis sağlayıcısına gittiği servis tipi olarak tanımlanır. Paralel servis tipine bir banka şubesindeki gişeler, seri servis tipine üretim süreci örnek olarak verilebilir. Yapılan çalışmada banka müşterileri tek bir servis sağlayıcıdan servis alıp sistemi terk ettikleri için servis tipi paralel olarak değerlendirilmiştir.

İşletmelerin maliyetleri, diğer etkenler ile birlikte çalıştırılan personel sayısına da bağlıdır. Maliyet kalemlerinde biri servis maliyetidir. Servis maliyeti öncelikle müşterilere servis sunacak personel sayısına bağlıdır ve personel sayısı da servis sürecinin uzunluğuna, gelen/bekleyen müşteri sayısına göre değişiklik göstermelidir.

Kısacası maliyetlerin optimum seviyede oluşabilmesi için talebe göre servis sunulmalıdır.

Hizmet olanakları tek kanallı ya da çok kanallı olabilir. Otoparka giriş tek kanallı bir servise, birden fazla pisti olan bir havaalanı çok kanallı bir servise örnektir. Yapılan çalışma birden çok müşteri temsilcisinin aynı anda hizmet verdiği bir çağrı merkezi uygulamasıdır ve çok kanallı bir sistem mevcuttur.



Şekil 3. Kuyruk Modelleri

Kaynak : Jim Hamerly, **Waiting Line Models**, 2005,
<http://courses.csusm.edu/ba662jh/docs/QueuingModels.pdf>, 10.05.2009, s.5

3.2.3. Kuyruk Disiplini

Servis istasyonunun, servis için müşteri seçiminde koyduğu ve uyguladığı politikalara servis disiplini denir. Servis disiplini seçimi maliyetleri etkileyen bir karar sürecidir. Dört tip servis disiplininden söz edilebilir. Bunlar;

FCFS → ilk gelen, ilk servis alır

FCFS (First Come First Served); ilk gelen ilk servis alır disiplini bazı kaynaklarda FIFS (First In First Served) , FCFC (First Come First Choice) olarak da adlandırılır. Bu disipline göre müşteriler geliş amaçları yada tercihleri göz önüne alınmaksızın sisteme geliş sıralarına göre servis görürler. Örneğin taksi, restoran ve benzeri sistemlerde bu kuyruk disiplini geçerlidir.

LCFS →son gelen, ilk servis alır

LCFS (Last Come First Served) son gelen ilk servis alır disiplini bazı kaynaklarda LIFS (Last In First Served) olarak da adlandırılır. Bu disipline göre yeni gelen müşteriler derhal servise alınır. Eğer servis alan bir müşteri varsa yeni gelen müşterinin servisi tamamlanana kadar bekletilir.

SIRO →Rassal sırada servis

SIRO (Service In Random Order); rassal sırada servis disiplinine göre rastgele müşterilere yani hangi müşteri rast gelirse ona hizmet edilir.

PRI → Öncelikli Servis Disiplini

PRI (Priority Queue Dicipline) Öncelikli Servis disiplini iki biçimde uygulanır. Birincide, öncelikli bir müşteri gelir ve kanalda hizmet sunulan bir müşteri varsa kanaldaki müşteri çıkarılır yerine gelen müşteri alınır. Buna “tam öncelikli servis” (preemptive service priority-PSPO) disiplini adı verilir. Eğer kanaldaki müşterinin

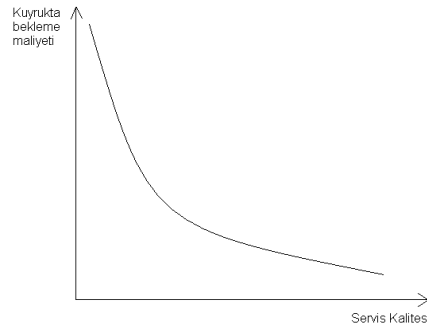
hizmeti bitirilir ve öncelikli müşteri sırada bekleyenlerden önce alınırsa buna “tam öncelikli olmayann servis” (non-preemptive priority service-NPPS) disiplini denilir¹¹.

Servis disiplini çeşitli biçimlerde uygulanmasına rağmen sistemin genel işleyişini etkilemez. Çünkü sistemde olması beklenen ortalama müşteri sayısı, sırada bekleyen ortalama müşteri sayısı ve bekleme zamanı gibi sistem göstergeleri disipline bakmaksızın aynıdır.

Bazen müşteriler öncelik sırasına göre kuyruğun herhangi bir yerinden seçilerek hizmet yerine getirilebilir. Yapılan çalışmada da öncelik sırasına göre servis alma kuyruk disiplini mevcuttur. Bu öncelikler çağrının kayıp çalıntı kart çağrısı ya da internet bankacılığı çağrısı olması durumlarında geçerlidir. Çağrı öncelikleri uygulamaya konu şirketin gizlilik prensibi nedeniyle veri olarak kullanılamamaktadır, dolayısıyla uygulamada çağrıların FCFS disiplininde karşılandığı varsayılmıştır.

3.2.4. Kuyrukta Bekleme Maliyeti

Kuyrukta Bekleme Maliyeti, Yeterli hizmet olanağı olmadığında, müşterilerin bekledikleri zaman kaybının maliyetidir. Servis kalitesi arttıkça, kuyrukta bekleme maliyeti düşer.



Şekil 4. Kuyrukta Bekleme Maliyeti ile Servis Kalitesi İlişkisi

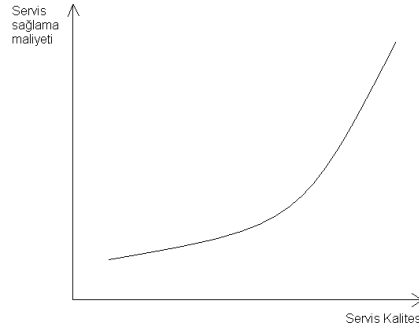
Taleplerin karşılanmasında bir darlık söz konusu olduğunda da, müşteriler hizmetlerinin görülebilmesi için beklemek durumunda kalmaktadırlar. Bu darlığın

¹¹ Sariaslan, s.11

sebebi, olanakların azlığından veya olanakların düzensiz olmasından kaynaklanabilmektedir. Müşterilerin bekleme zamanları, bir kaynak kullanılmama durumu olmasından dolayı, müşterilerin bekleme zamanı maliyeti oluşur. Bekleme zamanı maliyeti, hizmet kapasitesiyle ters orantılı olduğu için kapasite arttıkça bekleme zamanı maliyeti azalacaktır¹².

3.2.5. Servis Sağlama Maliyeti

Servis sağlama maliyeti, hizmetin verilmesi için yapılan personel, araç-gereç maliyetidir. Servis kalitesi arttıkça kuyrukta bekleme maliyeti de artar.



Şekil 5. Servis Sağlama Maliyeti ile Servis Kalitesi İlişkisi

Maliyetlerinin düşük olması istenirken, kalitenin yükselmesi beklenmektedir. Bu iki maliyetin toplamının en düşük seviyede olduğu durum işletme için optimum durumdur.

3.3. Gelişlerde Kuyruğa Girme Metodu

Kuyruk sistemlerinin davranışlarında en önemli etkiye sahip olan diğer bir faktör müşterinin hangi kuyruğa gireceğinin belirlenmesidir. Birden fazla kuyruk olduğunda müşteriler en kısa kuyruğu tercih ederler. Bazı durumlarda, örneğin süpermarketlerde, en kısa kuyruğu belirlemek zordur. Birden fazla kuyruk olduğunda müşterilerin kuyruklar arasında geçiş yapıp yapmadığını bilmek önemlidir.

¹² Çevik, s.81

Yapılan çalışmada müşteriler çağrı merkezi sistemine dâhil olduktan sonra ilk uygun müşteriye servis almak üzere bağlanmaktadır. Çağrı öncelikleri uygulamaya konu şirketin gizlilik prensibi nedeniyle veri olarak kullanılamamakta, dolayısıyla uygulamada tek bir kuyruk olduğu varsayılmaktadır.

3.4. Kuyruk Teorisinde Rastgelelik ve İstatistik Dağılımları

Kuyruk modellerine geçmeden önce Poisson Süreci, Üstel Dağılım, Poisson Dağılımı ve Erlang Dağılımı üzerinde durulacak, kuyruk teorisiyle ilişkileri irdelenecektir.

3.4.1. Stokastik Süreçler

Çoğu kuyruk durumunda müşterilerin gelişi tamamen rastgele bir şekilde gelişir. Rastgelelik, bir olayın oluşumunun (örneğin müşterinin gelişi veya hizmetin tamamlanması) son olayın oluşumundan bu yana geçen sürenin uzunluğundan etkilenmemesi gerekir¹³.

Stokastik süreçler, yönetim bilimlerinde ve yöneylem araştırmasında önemli bir role sahiptir ve olaylara niceleyici bir bakış açısı ile yaklaşımdır. Stokastik süreçler için envanter kontrolü ve bekleme hattı analizleri iki büyük uygulama alanıdır¹⁴.

Weiner Süreci ve Poisson Süreci stokastik süreçlerin başında gelir. Weiner Süreci' nin açıklanması istatistiksel mekanik ile kinetik teori konularında büyük başarılarından biridir ve Brownian Hareketi ve elektrik devrelerinde termal gürültü konuları için modeller sağlar. Poisson Süreci ise boş telefon hatları, havaalanındaki pistler, bir makine bakım servisindeki elemanlar gibi kanalların bulunduğu servislere müşterilerin gelişlerini açıklamada rol sahibidir¹⁵.

Servis sürelerini ve servis oranlarını belirlemede daha çok üstel, Poisson, Erlang ve sabit dağılımlar kullanılır. Eğer müşteriye verilen servis zamanı üstel dağılım ise servisin tamamlanma sayısı Poisson dağılımıdır. Öte yandan servis çok sayıda ayrı

¹³ Hamdy A. Taha, **Yöneylem Araştırması**, 6. Baskı, Arkansas: Prentice-Hall Inc, 1968,s.600

¹⁴ Emanuel Parzen, **Stochastic Processes**, 10.Baskı, Philadelphia : Society for Industrial and Applied Mathematics Organisation, 1999, s.4

¹⁵ Parzen, 29

işleri(k), bir dizi içinde yerine getirir ve gelen işler bir tam sayı özelliğini gösterirse bu durumda Erlang dağılımı kullanılır. Poisson ve Üstel dağılımlar, Poisson Süreci' ne dayanır¹⁶.

3.4.1.1. Poisson Süreci

Şekil 5' te görünen işaretler; yıldızların yeryüzünden görünüşü, bir ormandaki ağaçların dizilimi ya da bir bölgedeki arkeolojik kalıntıların görünüşü olarak düşünülebilir. Bu görünümde herhangi bir eğilim, düzen yoktur ve tamamen rastgele bir dağılım mevcuttur. Poisson süreçleri, son derece gelişigüzel davranış biçimlerini olasılık dağılımlarını kullanarak açıklayan süreçlerdir.¹⁷



Şekil 6 . İki Boyutlu Poisson Süreci

Kaynak : J.F.C. Kingman, **Poisson Processes**, 2. Baskı, New York: Oxford University Press, 1993, s.1

Poisson Süreci, durum uzayı kesikli ve zaman parametresi sürekli olan bağımsız artışlar ve durağan artışlar özelliklerine sahip olan önemli bir sayma sürecidir.

Poisson Süreci aşağıdaki koşulları sağlamalıdır¹⁸.

- Süreç bellekli değildir. Yani bir zaman aralığında meydana gelen olayların sayısı, daha önceki dönemlerde meydana gelen olaylardan bağımsızdır.

¹⁶ Öztürk, s. 757

¹⁷ J.F.C. Kingman, **Poisson Processes**, 2. Baskı, New York: Oxford University Press, 1993, s.1

¹⁸ Öztürk, s. 757-758

- Süreç oranları (geliş oranı λ , servis oranı μ) ele alınan tüm zaman döneminde sabit sayılır.
- Küçük zaman biriminde meydana gelen bir olayın olasılığı süreç oranı ile süre zaman birimi çarpımıdır.
- Sürecin belli bir zaman aralığında meydana gelen geliş ve servislerin tamamlanma sayılarının olasılığını sağlayan dağılım Poisson dağılımıdır.
- Süreç olaylarının (geliş ve servisin tamamlanması) meydana gelişleri arasındaki sürelerin olasılığını sağlayan dağılım üstel dağılımdır.

Telefon santraline gelen çağrı sayısı, yazım sırasında ortaya çıkan hatalar gibi nadir görülen olaylar Poisson sürecine örnektir.

3.4.2. Poisson Dağılımı

Poisson Dağılımı, ortalama meydana gelme sayısı bilinen bir olayın belli bir sabit zaman birim aralığında meydana gelme olasılığını ifade eder ve herhangi bir olayla onu takip eden olay arasındaki zaman farkının önceki zaman farklarından bağımsız olduğu kabul edilir.

Poisson dağılımında olaylar rastsaldır. Burada olayların bağımsızlığının anlamı, bir olayın bir kez meydana gelmesi ve kendisini izleyen olayların meydana gelmesi ya da gelmemesi üzerinde etkisinin bulunmamasıdır. Olayların meydana geliş, hep bir aralıkta ele alınır. Bu aralık bir zaman aralığı, bir uzay aralığı olabileceği gibi bir hacim aralığı da olabilmektedir. İncelenen bir aralıkta olayın tekrarı rastsal ve bağımsızdır. Eğer verilen bir aralıkta tekrar sayısının ortalaması biliniyorsa, Poisson olasılık dağılımı kullanılarak, x ile gösterilen tekrar sayısına ilişkin herhangi bir değer olasılığı hesaplanabilmektedir¹⁹.

Bir rastsal değişken olarak x , λ ortalamalı ($\lambda > 0$) Poisson dağılımına sahip ise olasılık fonksiyonu aşağıdaki gibi olacaktır.

¹⁹ Ali Fuat YÜZER, **İstatistik**, 3. Baskı, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları, 2006, s. 128

Her bir beş dakika içerisinde çağrı merkezine ulaşan telefon sayısının dağılımı, bir kavşaktan bir dakikada geçen araç sayısının dağılımı, bir web bağlantısının bir saatteki tıklanma sayısının dağılımı Poission dağılımına örnektir.

3.4.3. Üstel Dağılım

Gerçek kuyruk sistemlerinde, dağılımlar her formda olabilir. Tek kısıtlama negatif değerler içermemelidirler. Ancak gerçek sistemin bir temsili olarak bir kuyruk teorisi modeli formüle etmek, dağılımın varsayılan biçimini belirleyebilmek için gereklidir. Oluşturulan model ne kadar gerçekçi olursa, o kadar makul tahminler ortaya çıkacaktır. Bu değerlendirmelerle kuyruk teorisindeki en önemli olasılık dağılımı üstel dağılımdır denilebilir²⁰.

$x > 0$ olmak üzere sürekli bir rastgele değişken olsun. Eğer $\alpha > 0$ için x rastsal değişkeni aşağıdaki gibi bir dağılıma sahip olursa, x rastgele değişkenine üstel dağılmış rastsal değişken ve $f(x)$ fonksiyonuna da üstel dağılım denir. α üstel dağılımın parametresidir ve müşteri geliş hızı λ' ya tekabül eder.

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad x \geq 0$$

Üstel dağılım ile ilgili değinilmesi gereken bir konu da, dağılımın unutkanlık ya da belleksizlik adı verilen özelliğidir. Son gelen çağrının 08:02'de geldiğini varsayalım. Şu an saat 08:20 ise bir sonraki çağrının 08:29' da gelme olasılığı sadece şu andan 08:29'ye kadar olan zaman aralığının bir fonksiyonudur ve 08:02 ile 08:20 arası geçen zaman uzunluğundan bağımsızdır.

²⁰ Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman, **Introduction to Operations Research**, 5.Baskı, Pennsylvania: Pennsylvania Universtiy Press, 1990, s. 601

t , $f(X)$ ile tanımlandığı gibi üstel dağılmış olsun; eğer S , son olayın gerçekleşmesinden beri geçen zaman aralığı ise, unutkanlık özelliği aşağıdaki olasılık ifadesiyle tanımlanır²¹:

$$P(t > T + S | t > S) = P(t > T) \quad s, t \geq 0$$

Bu sonucu ispatlamak için,

ifadesi dikkate alındığında sonuç aşağıdaki gibi olur:

3.4.4. Erlang Dağılımı

Gelişler arası süre ve servis süresi üssel dağılmadığı durumlarda kullanılır. k şekil parametresi ve R oran parametresi olmak üzere 2 parametresi vardır.

$$f(t) = \frac{R(Rt)^{k-1} e^{-Rt}}{(k-1)!} \quad E(T) = k/R \quad \text{VAR}(T) = k/R^2 \quad R = k \lambda$$

$k=1$ iken Erlang dağılımı R parametresiyle üssel dağılır. k ' nın büyük değerleri için erlang dağılımı normal dağılıma yaklaşır Erlang dağılımı Gamma dağılımının şekil parametresinin tam sayı olduğu özel bir durumudur.²²

²¹ Taha, s. 601

²² W. David Kelton, R. Sadowski, D. Sturrock, **Simulation With Arena**, 3. Baskı, New York: McGraw-Hill Companies Inc., 2003, s. 625

3.4.5. Kolmogorov – Smirnov Testi

Geliş süreleri ve servis sürelerinin hangi dağılımlara uyduğu ve hangi model tipine ait varsayımları sağladığını anlamak üzere bu veriler üzerinde Kolmogorov-Smirnov Testi uygulanabilir.

χ^2 uygunluk testlerinin alternatifi olan Kolmogorov-Smirnov testi, Kolmogorov tarafından 1933 yılında önerilmiştir. Kolmogorov, tek örnek için uyum iyiliği testini önermiştir. 1939 yılında ise bir Rus matematikçisi olan Smirnov tarafından iki bağımsız örnek için uyum iyiliği testi geliştirilmiştir. Kolmogorov ve Smirnov testi benzerlik nedeniyle, uygulamada, Kolmogorov–Smirnov uyum iyiliği testleri olarak bilinirler. χ^2 testinin uygulanabilmesi için beklenen frekansların 5'ten büyük olması istenir. Kolmogorov-Smirnov testi böyle bir şarta dayanmadığı için kolayca uygulanabilmektedir. Ki-Kare testinde beklenen frekansların 5' ten büyük olması için ya örneklerin büyük hacimli olması gerekir, yada sınıflar birleştirilmek suretiyle beklenen frekansların 5' ten büyük olması sağlanır. Bu durumda ise bilgi kaybı söz konusudur. Oysa Kolmogorov-Smirnov testinde beklenen frekanslar için bir alt limit söz konusu değildir²³.

o_i gözlenen frekanslar ve e_i beklenen frekanslar olmak üzere teste ait genel hipotezler aşağıdaki gibidir:

$$H_0 : o_i = e_i \text{ (Gözlenen frekanslar beklenen frekanslara uygundur)}$$

$$H_1 : o_i \neq e_i \text{ (Gözlenen frekanslar beklenen frekanslara uygun değildir. Fark}$$

önemlidir).

Uygulamada hipotezler üstel dağılıma uygunluk test edileceği için üstel dağılıma uygundur veya uygun değildir şeklinde kurulacaktır.

²³ H. Bircan, Y. Karagöz ve Y. Kasapoğlu, **Ki – Kare ve Kolmogorov Smirnov Uygunluk Testlerinin Simülasyon ile Elde Edilen Veriler Üzerinde Karşılaştırılması**, C.Ü. İ.İ.B Dergisi Cilt 4 Sayı 1, 2003, <http://eskiweb.cumhuriyet.edu.tr/edergi/makale/166.pdf>, (28.06.2010), s. 73

Test istatistiği ise D ile gösterilir. D , gözlenen ve beklenen frekansların kümülatif nisbi frekansları arasındaki farkın en büyüğüdür²⁴.

$$D = \max | F_o - F_e |$$

F_o : Gözlenen kümülatif nisbi frekans.

F_e : Beklenen kümülatif nisbi frekans.

α önem seviyesi olmak üzere hesaplanan test istatistiği değeri, Kolmogorov-Smirnov α önem derecesi ve n gözlem tablo değeri küçük ise gözlenen frekansların beklenen frekanslara uygun olduğuna karar verilir.

²⁴ Bircan, s. 74

4. KUYRUK MODELLERİ

Kuyruk modelleri, genellikle iş dünyasında müşterilere servis verebilmek için kaynak belirlemede kullanılmaktadır. Bununla birlikte ordu ve belediyeler de sinyalizasyon, dağıtım ve stratejik planlamalarında kuyruk modellerinden faydalanmaktadırlar.

İster matematik analizlerle ister simülasyonla olsun, kuyruk modelleri analiste sistem dizaynı ve performansın artırılması anlamında güçlü bir araçtır.

Kuyruk modellerinin genel varsayımlarına göre²⁵;

1. Servisi yapılacak olan üniteler, tek kanaldan meydana gelen sisteme düzenli ve bilinen zaman aralıklarıyla gelmektedir.

2. Sistemde bulunan/bulunacak ünitelerin servisleri düzenli bir şekilde yapılmakta ve servis zamanı her ünite için aynı olmaktadır.

Yukarıdaki varsayımlar üzerinden müşteri geliş hızı ve servis hızı arasındaki ilişki üç durumda incelenebilir. Bu aşamada sistem kullanımı aşağıdaki gibidir.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

$\rho < 1$ durumunda yani $\lambda < \mu$ ise, hiç bir müşteri beklemeyecek, gelen tüm müşteriler servise kabul edilecektir. Dolayısıyla bir kuyruk oluşması durumu söz konusu değildir. Servis verenin boş kalması olasılığı mevcuttur.

$\rho > 1$ durumunda yani $\lambda > \mu$ ise, servis hızı müşteri gelişlerini karşılayamayacak ve bu nedenle bir kuyruk oluşması durumu söz konusu olacak, kuyruk uzunluğu da zamana bağlı olarak artacaktır.

²⁵ Şemsettin Bağırkan, **Bekleme Hattı (Kuyruk) Teorisi ve Uygulanması Doçentlik Tezi**, İstanbul: İstanbul İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi, 1977, s. 16

$\rho = 1$ durumunda yani $\lambda = \mu$ ise, servis başlangıcında kuyruk olmadığından kimse kuyrukta beklemeyecek, servis başlangıcında kuyruk olduğu takdirde kuyruk sabit bir uzunlukta devam edecektir.

Kuyruk sistemlerinde, servis kanallarındaki kuyruk azaltılabilir ya da tamamen bitirilebilir. Bunun için servis verenlerin sayısının artırılması veya servis süresinin kısaltılması çözüm olarak düşünülebilir. Ancak çözüm seçenekleri ve yolları belirlenirken, işletmelerin fayda sağlayabilmesi için, bu geliştirmelerde üstlenilecek maliyetlerin minimum seviyede hesaplanması gerekmektedir.

Daha önce de üzerinde durulduğu gibi; kuyruk modelleri müşteri gelişlerinin dağılımına, servis tiplerine, kaynağın sonlu ya da sonsuz oluşuna, servis disiplinine göre farklılaşmaktadır. Çalışmaya konu kuyruk sistemine uygun model; birden fazla servis sağlayıcının aynı anda çalışması ve müşteri kaynağının sonsuz olması nedeniyle sonsuz gelişli ve çok kanallı bir model olarak oluşturulacaktır. Çalışmanın bundan sonraki kısımlarında bu model detaylandırılacak, diğer modeller hakkında da bilgi verilecektir.

Kendall- Lee – Taha Notasyonu, kuyruk modelinin geliş ve servis dağılımlarını ve servis sağlayıcı sayısını gösteren bir notasyondur. Çalışmada oluşturulacak modelin Kendall- Lee – Taha Notasyonu ile gösterimi için öncelikle notasyonla ilgili bilgi verilecektir.

4.1. Kendall – Lee – Taha Notasyonu

D. Kendall 1953' de çok kanallı kuyruklarda geliş dağılımı, servis süresi dağılımı ve sistemde bulunan paralel servis sayısını tanımlamak üzere faydalı bir notasyon önermiştir. Daha sonra A. Lee 1966' da notasyona 4'üncü ve 5'inci karakteristikler olan servis disiplini ve sistemde bulunan maksimum birey sayılarını eklemiştir. H.A Taha 1968' de altıncı bir karakteristik olan geliş kaynağını sisteme

katarak, sistemi daha kapsamlı hale getirmiştir²⁶. Bu gösterim kuyruk modellerinde bir standart haline gelmiştir²⁷. Genel gösterim aşağıdaki gibidir;

(a/b/c) : (d/e/f)

Notasyonun içerdiği simgeleri açıklamak gerekirse;

a: Gelişlerin dağılımı,

b: Servis süresinin veya gidişlerin dağılımı,

c: Paralel servis kanalı sayısı,

d: Servis disiplini,

e: Sistemde müsaade edilen maksimum sayı,

f: Kaynak kapasitesi.

Standart notasyondaki bu simgelerin yerlerini, sistemin özelliğine göre aşağıdaki tanımlamalar olacaktır.

M: Poisson geliş ya da gidişler.

D: Sabit ya da deterministik gelişler arası servis süresi.

Ek: Gelişler veya servis süresinin Erlang veya Gamma dağılımı.

GI: Gelişlerin bağımsız dağılımı.

G: Gidişlerin genel dağılımı.

FIFO: İlk giren ilk çıkar disiplini.

LCFS: Son giren ilk çıkar disiplini.

²⁶ Osman Halaç, **Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması)**, İstanbul: Arpaz Matbaacılık, 1978, s. 299

²⁷ Sen, s.518

SIRO: Rastgele servis.

GD: Genel servis disiplini.

Model kurulurken modelin parametrelerinin doğru şekilde belirlenebilmesi için, geliş ve servis sürelerinin dağılımları belirlenmeli, gelişlerin sonlu ya da sonsuz olduğu, servis sağlayıcı sayısı, servis disiplini ve kuyruk ve kaynak kapasitesi biliniyor olmalıdır. Bu parametrelerin belirlenebilmesi için uygulamada dağılımlar ile ilgili hipotez testleri yapılacak, gelişlerin yapısı, servis disiplini tanımlanacak, aynı anda çalışan müşteri temsilcisi sayısı belirlenecek, kuyruk ve kaynak kapasiteleri belirtilecektir.

Kuyruğu oluşturacak müşteriler bir potansiyel olarak düşünülür. Bazı durumlarda potansiyel birey sayısı küçük olarak düşünülür. Bu değer çok küçük olması, servise gelen bireylerin gelişini veya tek bir servisin oluşması daha sonra gelecek bireylerin geliş olasılığını etkileyecektir, dolayısıyla sonsuz geliş kaynağı varsayımı da geçersiz olur. Örneğin bir tezgâh operatörü üç makineyi çalıştırıyorsa ve operatöre ihtiyaç rastgele süre ile gerekiyorsa, makineler genel anlamda verilen bireyleri oluşturur ve sonlu bir geliş kaynağı olarak düşünülür. Yalnız bir tek gelişle, geliş kaynağı yapısı değişeceğinden, müşteri geliş kaynağı değişkendir veya servis gören makine tekrar geliş kaynağına dâhil olacaktır. Bir kural olarak geliş kaynağında 30' dan az müşteri varsa, sonlu geliş kaynağı için verilecek olan denklemlerin kullanılması gerekir²⁸. Uygulama için temin edilen veriler çok büyük bir müşteri grubu ve banka müşterisi olmayan potansiyel müşterilerden oluştuğundan sonsuz geliş kaynaklı bir model üzerinde çalışılacaktır.

Uygulamaya konu çağrı merkezi aynı anda birden fazla müşteri temsilcisinin çalıştığı bir kuyruk sistemine sahiptir. Müşteri gelişleri daha önce de belirtildiği gibi sonsuzdur. Yine gelişler, kuyruk disiplinleri verilirken belirtildiği üzere, FIFO yani ilk gelen ilk çıkar servis disipliniyle gerçekleşmektedir.

²⁸ Halaç, 319-320

Çalışmanın bundan sonraki kısmında yukarıdaki durumlar da göz önünde bulundurularak kuyruk modelleri üzerinde durulacaktır. Öncelikle modelleri açıklarken faydalanılacak Little Teoremi'nden söz edilecek, ardından sonsuz kaynaklı ve tek kanallı kuyruk modellerine değinilecek ve olasılık teorisi üzerinden kuyruk modellerine ve genel formülasyonlara geçiş gösterilecektir. Ardından uygulamada geçerli olan sonsuz kaynaklı ve çok kanallı kuyruk modeli detaylandırılacaktır. Sonlu ve diğer kuyruk modelleri tanımlanacak ve genel formülleri verilecektir. Sonraki kısımda ise uygulamada kullanılacak ve teorik olarak tanımlanan modelin bilgisayar ortamında kurulabilmesi için kullanılacak yazılım hakkında bilgi verilecek, modelin bu yazılım üzerinde nasıl kurgulanacağı üzerinde durulacaktır.

4.2. Little Teoremi

Bu formül, denge durumundaki kuyruk sistemi için, sistemdeki müşteri sayısının ortalama geliş miktarı λ ile sistemde ortalama kalış süresinin çarpımına eşittir.

Bir kuyruk sisteminde, $1/\lambda$ ardışık iki müşteri gelişinin oranı, L sistemde bulunan müşteri sayısı ortalaması ve W sistemde bir müşterinin sistemde harcadığı ortalama süre olsun. Eğer bu değerler sonlu ve ilgili stokastik süreçte sabit ise ve eğer geliş süreci ölçülebilir ve sıfır ortalamadan büyükse teori ve aşağıdaki formül geçerli olacaktır²⁹.

$$L = \lambda W$$

Örneğin sisteme dakikada 10 kişinin geldiğini düşünelim. Her bir kişi 2 dakika bekliyor ise sistemde ortalama 20 kişi olacaktır.

4.3. Durağan Durum Olasılıkları

Kuyruk modellerinde bilinmesi gereken ilk olgu, teorinin uzun dönem ortalama sistem performansını tahmin ediyor olmasıdır. Bunu yapmak için de servis ve geliş oranlarının zamana bağlı olmadıklarını kabul ediyor olmalıyız.

²⁹ John D. C. Little, **Operations Research**, Ohio: Case Institute of Technology, 1960, s. 383

Chapman-Kolmogorov eşitliklerinde diğer geçici durumların olmadığı ya da sonlandığı durumu, yani;

Her durum için i ve her zaman birimi için t kullanıldığında:

—

olduğu durumu yani durumların zamandan bağımsız olmadığını inceliyor olacağız.

Chapman – Kolmogorov eşitlikleri aşağıda verilmiştir. Bu eşitlik, i durumunda zamana karşı değişim olasılığının oranını vermektedir³⁰.

—

$i=0$ için;

—

Eşitliğin sağ tarafı $0'$ a eşitlendiğinde:

P_1, P_0 cinsinden yazılırsa:

—

4.4. Tek Servis Sağlayıcı Kuyruk Modelleri

Tek servis sağlayıcı kuyruk sistemleri, çok kanallı sistemlerin özel bir hali olmakla birlikte, kuyrukta bekleme olasılığının yüksek olduğu sistemlerdir. Tek servis sağlayıcı kuyruk modelleri geliş kaynağının sınırsız olduğu, fakat servis biriminin tek

³⁰ Mark S. Daskin, **Service Science**, Canada: John Wiley&Sons Inc. , 2010, s. 126-127

olduğu durumu açıklayan modellerdir. Tek ATM’si olan bir banka Őubesi ve ATM için sıra bekleyen müşteriler bu duruma örnek gösterilebilir.

Tek servis sağlayıcıli modeller; müşteri kaynağının sonlu ya da sonsuz oluşuna, hizmet verilebilen en fazla müşteri sayısının sonlu ya da sonsuz oluşuna ve geliş veya servis sürelerinin dağılımlarının ne olduğuna göre farklılaşabilmektedir. Çalışmada öncelikle genel varsayımları taşıyan Poisson gelişli, üstel servisli model üzerinde durulacak ardından diğer tek servis sağlayıcıli kuyruk modellerine değinilecektir.

4.4.1. Sonsuz, Poisson Gelişli, Üstel Servisli Model

Tek kanal, üstel servis problemlili Poisson varışları bir ünitenin servis verdiği göz önünde bulundurulur. Müşteri veya iş gibi girişlerin Poisson dağılımı gösterdiği varsayılır. Üstel servis oranı kuyruktakilerin sayısından bağımsızdır. Varışlar FIFO metoduna göre yapılır. Diğer önemli bir varsayım ise varış oranının servis oranından küçük olmasıdır. Böylece bitmeyen kuyruk durumu olmamaktadır ve kuyruktaki tüm müşterilere servis verilebilmektedir. Aksi durumda sonsuza giden bir kuyruk oluşma eğilimi söz konusu olacaktır.

Kuyruk sisteminin davranışı uzun dönemde önemli olacağından kuyruk modelinde denge durumu sonuçları üzerinde durulur. Sistem faaliyetleri zamana bağlı olmadığında özellikle denge durumu koşulları geçerlidir. Denge durumu(durağan durum) denklemleri ise aşağıdaki gibidir³¹.

$$\lambda P_0 = \mu P_1$$

$$\lambda P_1 + \mu P_1 = \lambda P_0 + \mu P_2$$

$$\lambda P_2 + \mu P_2 = \lambda P_1 + \mu P_3$$

$$\lambda P_{n-1} + \mu P_{n-1} = \lambda P_{n-2} + \mu P_n$$

³¹ Öztürk, s. 759-760

- Kuyrukta beklenen müşteri sayısı : $L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$
- Kuyrukta ortalama bekleme süresi : $W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$
- Sistemde ortalama bekleme süresi : $W_s = \frac{1}{\mu - \lambda}$

4.4.2. Diğer Tek Servis Sağlayıcı Modeller

Yukarıda bahsedilen modelde geliş kaynağındaki birimler sonsuz olarak belirtilmişti. Ancak bazı modellerde geliş kaynağı sonludur. Bir ATM teknik servisi yalnızca 1000 adet ATM için hizmet veriyor ise servise gelen ATMler sonlu olacaktır.

Geliş kaynağındaki müşteri sayısının yani örnekte verilen sahadaki ATM sayısının M olduğunu kabul edelim. Bu durumda serviste ya da kuyrukta olan makinelerin dışındakiler üretim ortamında olacaktır. Yani sistemde bulunan azami makine sayısı M olacaktır³². Serviste hiç ATM olmaması olasılığı yani teknik servisin boşta olma olasılığı aşağıdaki şekilde farklılaşacaktır.

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^M \left[\frac{M!}{(M-n)!} \cdot \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right]}$$

Serviste n , servis dışında $(M-n)$ ATM bulunması olasılığı ise aşağıdaki şekilde gösterilecektir.

$$P_n = \frac{M!}{(M-n)!} \cdot \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \cdot P_0$$

Diğer bir durum da servis sağlayıcı sayısının kısıtlı olmasıdır. Sistem ancak K sayıda müşteriye hizmet verebiliyor ise, herhangi bir zamanda kuyrukta bekleyen

³² Sunderesh S. Heragu, **Facilities Design**, ABD:iUniverse, 2. Baskı, 2006, s. 573

müşterilerin sayısı sonlu olup, bu sayı $K-1$ ' den fazla olamaz. Kuyruk sistemine ek müşteri geldiğinde kuyruk dolu ise hizmet görmeden sistemi terk etmelidir. Çünkü kuyruk uzun olması gibi bir koşula bağlı değildir. Çünkü kuyruk uzunluğu $K-1$ ' den daha fazla uzayamaz. Bu modele sınırlandırılmış kuyruk modeli de denir³³. Aşağıda kuyruk sistemindeki en fazla müşteri sayısının K olması durumunda sistemde müşteri olmaması olasılığı aşağıdaki gibi olacaktır:

$$\frac{-}{-}$$

Serviste n sayıda müşteri olma olasılığı ise aşağıdaki şekilde gösterilecektir:

$$\frac{-}{-}$$

Son olarak gelişlerin λ geliş oranıyla Poisson olduğu ancak servis sürelerinin üstel dağılmadığı, herhangi bir dağılıma uyduğu durumdan söz etmek gerekecektir. Bu tip modellerde ortalama kuyruk uzunluğunu veren Pollaczek-Khintchine formülü kullanılabilir. Bu formül Pollaczek (1930) ve Khintchine (1932) tarafından derlenmiştir³⁴. Bu formül belli bir σ^2 varyansa sahip servis dağılımı için beklenen müşteri sayısını yani ortalama kuyruk uzunluğunu verir. Sistemin boş olması ya da sistemde n sayıda müşteri olması olasılıkları yine üstel servisli modelle aynıdır. Pollaczek ve Khintchine ortalama kuyruk uzunluğunu aşağıdaki şekilde formüle etmiştir.

$$\frac{-}{-}$$

³³Öztürk, s. 771

³⁴ Dennis Blumenfeld, **Operations Research Calculations Handbook**, Florida: CRC Press LLC, 2001, s.85

Geliş veya gidişlerin Poisson dağılımına uymadığı kuyruk modelleri de mevcuttur ancak genel bir formaları bulunmamakla birlikte karmaşıktır. Bu tip modeller için gerekli veriler temin edildikten sonra bu veriler üzerinden bir simülasyon çalıştırılabilir. Bu tip modellerden belli bir forma sahip bir model Pollaczek-Khintchine (P-K) formülü ile açıklanmaktadır. M/G/1 notasyonu ile gösterilir.

Bu modelde hizmet süresi t ; ortalaması $E(t)$ ve varyansı $Var(t)$ olan herhangi bir olasılık dağılımı tarafından temsil edilmektedir. Modelin sonuçları L_s , L_q , W_s , W_q temel performans ölçütlerini içermektedir. Model analitik uyumsuzluk yüzünden P_n için kapalı form ifadesi vermemektedir³⁵.

4.5. Birden Çok Servis Sağlayıcı Kuyruk Modelleri

Geliş kaynağının sınırsız olduğu, birden fazla servis biriminin bulunduğu ve sırası gelen müşterinin boştaki ilk servis birimine servis almak için geldiği durumu açıklayan modeldir. Bu modellerde servis sağlayıcıların herhangi biri gelen müşterinin talebine cevap verebilecektir³⁶. Üç çalışanlı bir kuaför ve sıra bekleyen müşteriler bu duruma örnektir.

4.5.1. Sonsuz, Poisson Gelişli, Üstel Servisli Model

Diğer bir modelde ise servis sağlayıcıların 1' den büyük olduğu, müşteri gelişler arası sürelerinin Poisson dağılımına uyduğu ve servis sürelerinin Poisson sürecine dayandığı ve üstel dağılım özelliği gösterdiği sistemler için kullanılabilir modellerdir. Müşteriler FIFO düzenine göre sisteme dâhil olurlar.

Bu modelde her servis sağlayıcı aynı tip servis verebilir ve aynı imkanlarla donatılmıştır. Gelen kişi herhangi bir seçime zorlanmaksızın servis sağlayıcılardan birini seçer. Kuyruk oluştuğunda, tek uzun kuyruk, genellikle her servis sağlayıcının önünde küçük kuyruklara bölünür³⁷.

³⁵ Taha, s. 648

³⁶ Josê M. Garrido, **Object Oriented Discrete-Event Simulation with Java**, New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2001, s.98

³⁷ Doğan, s. 445

C sistemdeki servis birimi sayısı olarak ve n sisteme gelen müşteri sayısı olarak kabul edilirse; $n > C$ durumunda n-C kadar müşteri kuyrukta bekleyecektir³⁸.

Eğer servis sağlayıcı sayısı, müşteri sayısından fazla olsaydı bütün müşteriler sistemde olsa dahi hepsi servis alabileceklerdi ancak servis sağlayıcı sayısı müşteri sayısından küçük ise bir kuyruk oluşumu söz konusu olacaktır.

Sistemde bulunan birey sayısı n, sistemde n bireyin bulunma olasılığı P_n , kanal sayısı C, müşterilerin geliş debisi λ ve her servis sağlayıcının servis debisi μ olmak üzere aşağıdaki varsayımlar yapılır³⁹:

- Bütün servis debileri birbirine eşittir.
- λ ve μ ' nün ortalama değeri Poisson dağılımından bulunur.
- Servis disiplini tek kanal için FIFO kuralını uygulamaktadır, yani herhangi bir boş kanal bekleme hattından gelen bir sonraki bireyle doldurulacaktır.

P_0 yani sistemin boş olması olasılığının gerçekleşme durumuna sahip sistemde bir t zamanında aşağıdaki durumlar söz konusudur:

A : t anında sistemde bekleyen müşteriler vardır ve hiçbir geliş yoktur.

B : t anında sistemde bir tek birey vardır, servisi tamamlanır ve herhangi bir geliş yoktur.

A ve B ifadelerinin toplamı sistemde hiçbir bireyin bulunmaması olasılığını verir.

Aynı şekilde P_1 ' in olması durumları ise aşağıdaki gibidir:

A : t anında hiç müşteri yoktur, bir geliş vardır ve hiçbir bireye servis verilmemektedir.

B : t anında bir birey vardır, hiç geliş yoktur ve hiçbir bireye servis verilmemektedir.

³⁸ Öztürk, s. 777

³⁹ Halaç, s. 351

C : t anında iki birey vardır, hiçbir geliş yoktur ve bir bireye servis verilmektedir.

A, B ve C ifadelerinin toplamı sistemde bir bireyin bulunması olasılığını verecektir.

$n > 2$ olduğunda t anında sistemde n birey bulunma durumları aşağıdaki gibi olacaktır:

A : t anında n birey vardır, 0 geliş vardır ve 0 birey servistedir.

B : t anında $n + 1$ birey vardır, 0 geliş vardır ve 1 birey servistedir.

C : t anında $n - 1$ birey vardır, 1 geliş vardır ve 0 birey servistedir.

Tüm bu ifadelerin toplamı P_n olasılığını verecektir.

Yukarıda belirtilen ifadeler ve bu ifadelerden yola çıkılarak yapılan matematik analizler ve olasılık hesaplamaları sonucu aşağıdaki genel formüllere ulaşılabilir. Bu formüller sistem performans kriterlerini hesaplamada faydalı olacaktır.

Müşteri sayısı, servis sağlayıcı sayısından küçükse;

$$- - \quad n = 0, 1, \dots, C-1 \quad n < C$$

olacaktır.

Eğer müşteri sayısı servis sağlayıcısı sayısına eşit veya bu sayıdan büyükse;

$$\text{---} -$$

olacaktır.

Sistemin boş olma veya sistemde müşteri olmama olasılığı için; servis için kanal sayısı C , müşteri geliş debisi λ ve bütün servis sağlayıcıların servis debilerinin birbirine eşit olduğu varsayılarak tek bir kanalın servis debisi μ olmak üzere⁴⁰;

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n + \left[\frac{1}{C!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^C \frac{C\mu}{C\mu - \lambda} \right]} = \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \rho^n + \frac{\rho^c}{C!(1 - \rho/C)}}$$

bağıntısı kullanılabilir. Sistemdeki müşteri sayısı n ' dir. Bir ünite gelişlerinde beklemek zorunda kalınması olasılığı P_{Cn} 'dir. C adet servis sağlayıcının genel durumunda, kuyrukta olan müşterinin bekleme olasılığıyla sistemde hizmet veren istasyonun olmaması olasılığı aynıdır⁴¹.

Çok kanallı sistemde, servis almak üzere sisteme gelen bir müşterinin C ya da daha fazla müşterinin sistemde olması nedeni ile bir çakışma yaşanması olasılığı;

—

Kuyruk hattının ortalama uzunluğu ya da ortalama kuyruk uzunluğu; sistemin boş kalma olasılığıyla — ' nin çarpımıyla bulunur⁴².

$$L_q = \frac{\lambda \mu (\lambda / \mu)^c}{C-1! (C\mu - \lambda)} \cdot P_0$$

Çok kanallı bekleme sistemde beklenen müşteri sayısı ise;

$$L_s = L_q + \rho$$

$$L_s = \frac{\lambda \mu (\lambda / \mu)^c}{C-1! (C\mu - \lambda)} \cdot P_0 + \lambda / \mu \text{ olacaktır.}$$

⁴⁰ Halaç, s. 310-353

⁴¹ Doğan, s. 447

⁴² Abdurrazag Tamtam, **Multi-Channel Queuing Problems Approach**, 2006, http://www.feec.vutbr.cz/EEICT/2006/sbornik/03-Doktorske_projekty/09-Pocitacove_systemy/05-yah2002tam.pdf, (20.04.2010), s. 3

Kuyrukta ortalama bekleme süresi:

$$W_q = L_q / \lambda$$

$$W_q = \frac{\mu(\lambda / \mu)^C}{C-1! (C\mu - \lambda)} \cdot P_0$$

Sistemde ortalama bekleme süresi:

$$W_s = W_q + 1 / \mu$$

$$W_s = \frac{\mu(\lambda / \mu)^C}{C-1! (C\mu - \lambda)} \cdot P_0 + 1 / \mu \text{ olacaktır.}$$

4.5.2. Diğer Birden Çok Servis Sağlayıcı Modeller

Birden çok servis sağlayıcı modeller çeşitli formlarda bulunabilmektedir.

Geliş kaynağındaki müşteri sayısı S ve servis sağlayıcı sayısı C olduğunda model $M/M/C/S$ notasyonu ile gösterilebilir. Bu modellerde sağlayıcı sayısı C 1'den fazla sayılır ve ayrıca $1 < C \leq S$ olduğu, yani servis sağlayıcı sayısı geliş kaynağı müşteri sayısına eşit veya ondan küçük sayılır⁴³. Makineler ve teknik servis örneği bu modeller için verilebilir. Bu modellere ait varsayımlar aşağıdaki gibidir⁴⁴.

1. Servis dışındaki herhangi bir müşteri veya makinenin, servis alma gereği (makine bozulmaları) arasındaki zaman $1/\lambda$ oranı ile negatif üstel dağılıma uyar. Makine bozulmaları, makine operatörlerinin davranışlarından bağımsız ve rastsaldır.
2. Bozulan n makinenin herhangi biri, r operatörden 1 tanesinde servis görecektir. Servis zamanı dağılımı $1/\lambda$ oranı ile negatif üstel dağılıma uyar. Servis zamanları birbirinden, ayrıca bozuk makine sayısından da bağımsızdır.
3. Makineler bozulma sıralarına göre servis görecektir.

⁴³ Halaç, s. 321

⁴⁴ Janos Sztrik, **Finite-Source Queuing Systems and their Applications**, 2001, <http://irh.inf.unideb.hu/user/jsztrik/education/Slides/fsqs.pdf>, 01.04.2010, s.37

Sistemin boş olma olasılığı aşağıdaki gibi farklılaşacaktır

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \left[\frac{M!}{(M-n)!} \cdot \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \sum_{n=c}^M \left[\frac{M!}{(M-n)!c!c^{n-c}} \cdot \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right]}$$

Servis sağlayıcısının da sonsuz olduğu modeller de birden fazla servis sağlayıcılı modellerdendir. Bu tip modellere self servis modeller de denilmektedir ve M/M/∞ notasyonu ile gösterilmektedir. Bu modellerde sistemde n müşteri bulunması aşağıdaki gibidir.

— — —

Bu modellerde müşteri beklemeyeceğinden sistemde geçirilen zaman servis süresine eşit olacaktır⁴⁵. Bu model geliş hızı λ 'nın sabit olduğunu varsayar. Hizmet hızı μ de ayrıca sabittir⁴⁶.

4.6. Karar ve Maliyet Modelleri

Kuyruk karar modelleri, kabul edilebilir karar modellerinin kullanılması ile sistem performansının geliştirilmesi ile ilgilidir. Bu modeller elverişli çalışma karakteristiklerinin kullanılarak yeni düzenlerin oluşturulması ve çözüm sistemin optimum dizayn parametrelerini de belirleyecektir. Bu tür dizayn parametreleri servis debisi, paralel servis sayısı veya maksimum kuyruk uzunluğu v.b. olabilir.

Dizayn parametrelerinin optimize edilmesi için, karar verenin amaçlarına bağlı olarak çok fazla sayıda yol vardır. Çok genel bir görüş, birim zamanda servis eve bekleme süresi maliyetleri toplamını minimize etmektedir. Maliyet modelleri, gerekli maliyet parametrelerinin güvence içinde kestirilmesi ile ideal olarak gözükmektedir.

⁴⁵ William J. Stewart, **Probability, Markov Chains, Queues and Simulation**, ABD:Princeton Üniversitesi Yayınları, 1946, s.425

⁴⁶ Taha, s. 643

Özellikle bekleme süresine bağlı maliyet parametrelerinin kestirilmesi güçtür, bazen imkânsızdır. Bu durumda başka bir optimallik kriterinin seçilmesi gerekir⁴⁷.

Kuyruk sisteminin incelenmesinin nedeni bazı açların dengesiz olmasındandır. Bazen uzun kuyruklar ve uzun bekleme süreleri olabilir veya sistemde gereğinden fazla servis kapasitesi olabilir. Bu her iki durumda da sistemdeki ekonomik denge, yani servis vermenin maliyetiyle müşteri maliyetinin dengesi çok önemlidir.

Kuyruk işlemlerinin organizasyonca içsel olduğu durumlarda, örneğin bir kırılan mekânın dükkânda servis için beklemesi ve müşterilerin maliyetleriyle servis sağlamanın maliyetlerinin organizasyonca karşılandığı durumda, organizasyonun amacı bu maliyeti minimuma indirmektir⁴⁸.

Maliyet modelleri, birbiriyle çelişen iki maliyeti dengelemeye çalışır⁴⁹;

1. Hizmet sunma maliyeti
2. Hizmet sunumundaki gecikmenin maliyeti (müşteri bekleme süresi)

İki maliyet arasındaki çelişki birinin azalırken diğerinin artması olarak açıklanabilir. Bu çelişki daha önce kuyruk modeli bileşenleri altında Şekil 4 ve Şekil 5’ te gösterilmişti.

Kuyruk modellerinde toplam maliyet; bekleme maliyeti ve servis maliyeti toplamına eşittir⁵⁰.

TM: Toplam Maliyet

WM: Bekleme Maliyeti

FM: Servis Maliyeti

$TM = WM + FM$

⁴⁷ Halaç., s. 340

⁴⁸ Doğan, s. 442

⁴⁹ Taha, s. 652

⁵⁰ Bağırkan, s. 24

Birden çok servis sağlayıcı modeller ile tek servis sağlayıcı modeller arasında maliyet hesaplanırken dikkat edilmesi gereken şey servis maliyetinin her bir servis sağlayıcı için ayrı ayrı hesaba katılması gerektiğidir.

Birim zamandaki beklenen bekleme maliyeti ünite başına bekleme maliyetiyle birim zamanda varan için ortalama ünite sayısının çarpımına eşittir.

Birim zamandaki beklenen servis maliyeti ise bir ünitenin servisinin maliyeti ile birim zamanda üniteadaki servis oranının çarpımıyla bulunabilir.

Minimum servis maliyeti oranının ise toplam maliyetin μ' ye göre türevinin alınmasıyla bulunabilir⁵¹.

4.7. Diğer Kuyruk Modelleri

Kuyruk modellerinin geliş ve servislerin dağılımlarına, süreç özelliklerine ve benzeri birçok bileşene göre farklılaştığı kuyruk modellerine giriş yapılırken açıklanmış ve şu ana kadar sözü edilen modellerde de gösterilmiştir. Elbette ki bu farklılaşmaya neden olan bileşenler nedeniyle çok farklı modeller kurulabilir. Daha önce belirtildiği üzere belli bir forma sokulamayan modeller için simülasyon yapılabilir.

Yine dağılım tipi konusunda hangi dağılımın kullanılacağına dair varsayımların sağlanamadığı durumlarda, kuyruk problemlerini bir Markov zinciri ile modelleştirmek avantajlı olabilir. Bu bilgisayar matris üzerinde hesaplamalara elverişli ise kuyruk problemlerinin Markov zinciri ile modelleştirilmesi daha da faydalı olmaktadır.

Paralel servis sağlayıcı kuyrukların yanı sıra seri düzenli servis sağlayıcıların olduğu kuyruk modellerinden de daha önce bahsedilmişti. Bu tip modellerde her bir servis sağlayıcı, ardı sıra istasyonlardan oluşmaktadır. Örnek olarak bir mamulün işlem adımları boyunca işlem görmesi halinde çok kademeli üretim sistemleri verilebilir. İki servisli bir sistem ele alındığında; her bir mamul önce ilk serviste işlem görecektir ardından ikinci servise geçecektir. Her bir servis süresi aynı μ servis debisiyle üstel dağılım vermektedir. Geliş debisi λ olmak üzere gelişler Poisson dağılımı

⁵¹ Doğan, s. 443

göstermektedir. Birinci istasyondan ikinci istasyona geçiş önünde kuyruk oluşumu istenilmemektedir. İkinci istasyon boş olmadan önce birinci istasyonda servis tamamlanırsa, birinci istasyonun bloke edildiği söylenir. Bu durumda, iki istasyon arasında bekleme söz konusu olmaz. Ayrıca bu modellerde her istasyonda kuyruk uzunluğunun sınırsız olduğu varsayılmaktadır. Bu koşullar geçersiz olduğu an, model de geçersiz olacaktır⁵².

4.8. Duyarlılık Analizi

Kuyruk modelleri ile ilgili önemli bir konu da duyarlılık analizidir. Duyarlılık analizi, model parametrelerindeki değişimlerin sistem performansını nasıl değiştirdiğini gösteren bir analizdir. Örneğin bir ağ modelleyicisi gelişlerdeki artışların ya da servis kapasitesindeki azalışların ortalama gecikme sürelerini nasıl etkilediği ile ilgilenebilir.

Bu analiz ayrıca performansı etkileyen kritik model parametrelerini de gösterecektir. Bununla birlikte modelin sağlamlasını yapmak ve sonuçların ne kadar geçerli olduğunu saptamak için de bu analiz kullanılabilir.

Duyarlılık analizinde en çok kullanılan yaklaşım modeli mevcut verilerle uygulamak ardından tek bir model parametresini değiştirerek modeli yeniden uygulamaktır. Modelde çok parametre var ise yapılacak analize göre bu modeli parametre sayısına kadar çalıştırmak gerekebilir⁵³. Uygulama kısmında bu analizler WinQSB Kuyruk Modülü içindeki ilgili menüden gerçekleştirilmiştir.

⁵² Halaç, s. 332-340

⁵³ Thomas G. Robertazzi, **Computer Networks and Systems**, New York: Springer- Verlag New York Berlin Heidelberg, 3. Baskı, 2000, s. 226-227

5. ÇAĞRI MERKEZLERİ

İşletmeler müşterilerine farklı kanallardan hizmet verirler. Hizmet kanalları; verilen hizmetin türüne, süresine, ihtiyaçlarına göre değişiklik gösterebilir. Kimi işletmeler mağazalarında, kimi işletmeler kapıda hizmet verirken; telekomünikasyon teknolojisi geliştikçe hizmet kanalları da sanal platformlara taşınmaya başlamıştır.

Şubeler ya da mağazalar üzerinden verilen hizmetler az sayıdaki müşteriler için yeterli olsa da, artan müşteri sayısı, iş yükü ve maliyeti de beraberinde getirmektedir. Rekabetin de etkisiyle daha çok müşteriye, daha hızlı ve verimli servis sağlamak amacıyla işletmeler çağrı merkezlerini kurmaya ve geliştirmeye başlamışlardır.

Çağrı merkezinin tanımı teknoloji geliştikçe değişmektedir. Hizmet sadece telefonla verilebildiği gibi; faks, e-posta ve web üzerinden de telefonla hizmete destek verilebilmektedir. Çağrı merkezleri; müşterilerin tek bir telefonla müşteri temsilcilerine ulaşabildiği ya da sesli yanıt sistemi (Interactive Voice Response/Voice Response Units) adı verilen sanal müşteri temsilcilerinin yönlendirmeleri ve basit tuşlamalarla istedikleri hizmeti alabildiği, işletmelerin benzer zaman dilimlerinde muadil hizmet kanallarına göre daha fazla müşteri ile iletişime geçebildiği, diğer kanallara göre daha az maliyetli hizmet kanallarına verilen addır.

Çağrı merkezleri, bilgisayar destekli uygulamalarla; verilen hizmetin çok daha kolay geliştirilebilir ve müşterilere çok daha rahat sunulabilir olmasına imkân vermektedir.

Gelen aramalarda müşteriye telefon aracılığı ile satış yapılabilmekte, müşteri sorunlarına sistem üzerinden doğrudan çözüm getirilebilmektedir. Gelişen teknoloji ile; arayan müşteri, kendine ait müşteri numarasını tuşladığında sisteme kendini tanıtmış olmakta, müşteri temsilcisi ise müşteriyi daha kendisine bağlanmadan önce tanıyabilmektedir. Bu durum da; müşteriye verilen hizmetin hızlı ve az maliyetli olmasıyla birlikte, daha az zaman kaybetmesi ve kendisine yapılan hitap ve davranışların samimi olması ile müşterinin memnuniyetini beraberinde getirmektedir.

Dış aramalarda ise, sistemde görünen müşteri ile ilgili sorunlarda kendisine bilgi aktarımı sağlanabilmekte, yeni ürünlerin tanıtımı yapılabilmekte, mevcut ve yeni ürünlerin satışı yapılabilmektedir.

Çağrı merkezlerinin kuruluş alanları sadece işletmelerle sınırlı değildir. Kamu kuruluşları, sosyal hizmet kuruluşları ve siyasi partiler de çağrı merkezleri ile iletişime geçmeleri gereken kişi profillerine; daha hızlı ve daha verimli şekilde ulaşabilmektedir.

Bilinen ilk çağrı merkezi, 1960'ların sonlarında Ford firması tarafından, müşterilerin hatalı ürünleri şirkete bildirmeleri için kurulan çağrı merkezidir. Şikâyetleri toplayabilmek için Ford ve AT&T firması 800 ile başlayan bir danışma hattını devreye sokmuşlardır. 30 sene önce Amerika'da destek hatları ile müşterilerine bir temas noktası yaratmış şirketler rekabette öne çıkarken, bugün bu imkânı sunmayanlar parmakla gösterilmektedirler. 1970'lerin başında Continental Havayolları'nın tedarik ettiği ilk ACD (Automatic Call Distributor – Otomatik Çağrı Dağıtımıcısı) uygulaması bugünkü ile kıyaslanamayacak derecede pahalı ve az fonksiyoneldi. Diğer alanlarda olduğu gibi çağrı merkezi teknolojileri de zaman içinde küçülmüş, ucuzlamış ve irili ufaklı işletmelerin de satın almasıyla çağrı merkezleri süratle yayılmıştır⁵⁴.

Türkiye' de çağrı merkezleri istihdam açısından büyük önem taşımaktadır. Yapılan işin hizmet içi eğitim dışında fazla bir eğitim gerektirmemesi, çalışma saatlerinin vardiyalar şeklinde olması nedeniyle her profilden insanın basit bir bilgisayar bilgisiyle istihdam edilmesi mümkündür. Hizmet içi verilen eğitimlerle de kişiler kendilerini geliştirebilmekte ve çağrı merkezlerinde bir kariyer sahibi olabilmektedir.

Büyükşehirlerde iş kurma maliyetleri arttığı için tüm yurda hizmet veren büyük şirketler, çağrı merkezlerini Anadolu' da çeşitli illerde kurmaya başlamışlardır. İzmir, Konya ve Erzurum'da bu alanda yatırım yapan şirketler; bölge ekonomisine katkıda bulunmakta ve bölgeye istihdam sağlamaktadır. Üniversite öğrencilerinin bulunduğu bir alana çağrı merkezi kurmak ise, geçici ve yarı zamanlı iş gücü temin edebilmek açısından oldukça önemlidir⁵⁵. Yaygın kullanılan bir web arama motorunda geçmişe

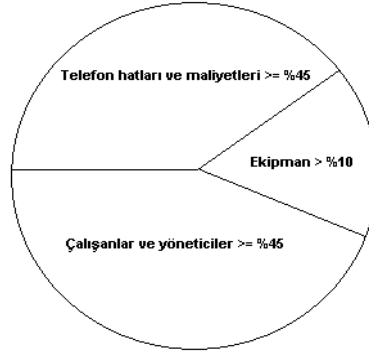
⁵⁴ Alp Kohen, **Çağrı Merkezleri - Sıkça Sorulan Sorular**, <http://www.callschool.org>, 2010, s. 1

⁵⁵ Keith Dawson, **The Call Center Handbook**, 3.Basım, ABD,CA: CMP Boks, 1999, s. 17

yönelik sorgu yapıldığında “çağrı merkezi iş başvurusu” şeklinde yapılan aramaların sırasıyla Erzurum, İstanbul, Ankara ve İzmir’ den yapıldığı görülmektedir.

Çağrı merkezlerinde bir çağrının maliyetine etki eden dinamik faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

1. Telefon hatları ve maliyetleri (lines/usage)
2. Çalışanlar ve yöneticileri(staffing)
3. Gerekli ekipman(equipment)⁵⁶



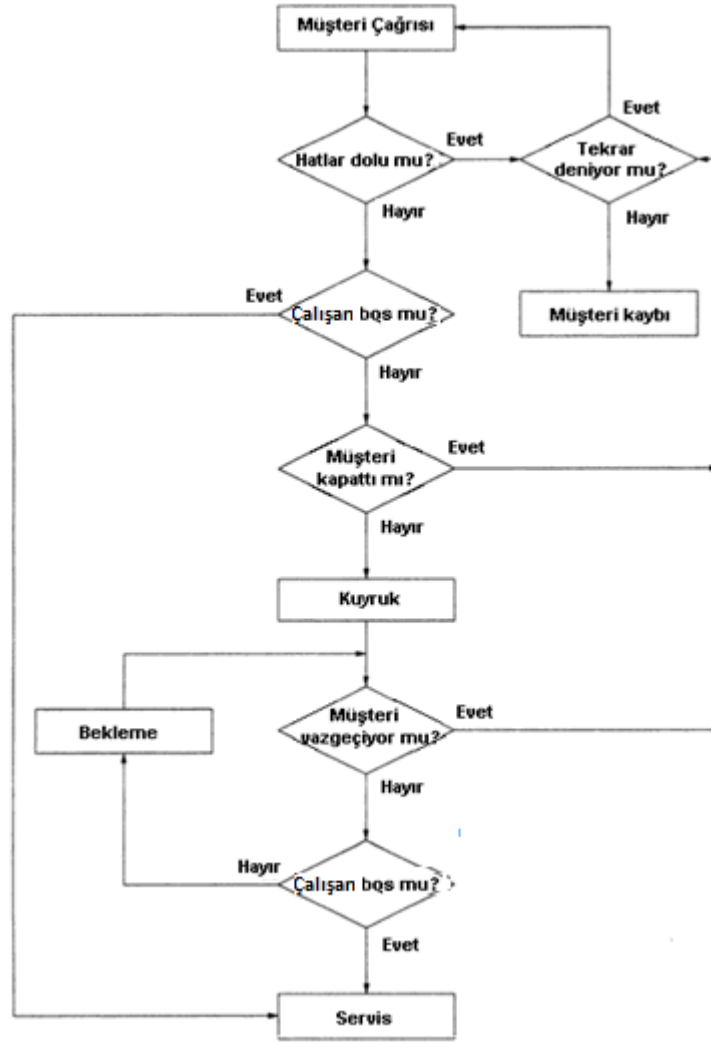
Şekil 7 : Çağrı Maliyetleri

Kaynak : Andrew J. Waite, **A practical guide to call center technology**, ABD: 2002, Focal Press, s. 14

Çağrı merkezindeki operasyon kısaca şöyle tanımlanabilir: Müşterilerin arayacağı belli bir numara vardır. Müşteri çağrısı ulaştığı zaman eğer müsait temsilci var ise hemen yanıtlanacaktır. Eğer bütün temsilciler meşgul ise, bir temsilci müsait olana kadar müşteri hatta tutulacaktır. Bu bekleme esnasında çağrı merkezi, müşteriye kaçınıcı sırada olduğunu bir anonsla duyurabilir. Bekleme süresi uzadıkça, müşteri beklemekten sıkılıp hattan ayrılabilir⁵⁷.

⁵⁶ Andrew J. Waite, **A practical guide to call center technology**, ABD, CA: Focal Press, 2002, s. 14

⁵⁷ Salah Aguir, F. Karaesmen, O. Akşin, Fabrice Chauvet, **The Impact Of Retrials On Call Center Performance, OR Spectrum**, New York : Spriner Werlang Inc, 2004, s.354



Şekil 8: Gelen Çağrı Akışı

Kaynak : Raik Stolletz, *Performance analysis and optimization of inbound call centers*, ABD: Springer Press, 2003, s. 6

5.1. Çağrı Merkezlerinin Genel Yapısı

Çağrı merkezlerinde telefon operatörlerine işletmelerde müşteri temsilcisi adı verilmektedir. Müşteri temsilcileri, deneyimli takım liderleri ve yöneticiler ile yönetilmektedirler. Verilen hizmetin türüne göre uzun ya da kısa süreli şirket içi ve dış kaynaklı eğitimlere tabi tutulduktan sonra çalışmaya başlayabilmektedirler. Kalite departmanları, müşteri temsilcilerinin çalışma saatlerinin hizmeti verimli hale getirecek

şekilde düzenlenmesinden, rastgele seçilmiş ya da sorun yaşanan çağrıları dinleyerek, kaliteli çağrı yönetiminin uyarılarla ve eğitimlerle sağlanmasından sorumludurlar.

Çalışan sayısının fazla olması nedeniyle, tüm çalışanların takibi ve verilen hizmetin kalitesinin kontrol altında tutulabilmesi için çeşitli yazılımlar geliştirilmiştir. Bu yazılımlar, tüm çağrıları kayıt altına almakta ve yasalar ile de belirlenen belirli bir süre için arşivlemektedirler. Bununla birlikte, müşteri temsilcilerinin ne kadar süre hatta olduklarını, çağrı sonrasındaki işlem sürelerini, dinlenme ve yemek gibi iş dışı faaliyet sürelerini de kayıt altında tutmakta ve raporlayabilmektedir. Bu veriler ile de müşteri temsilcilerinin periyodik performansları puanlanabilmekte, çağrı kalitesi de sayısal olarak kontrol altında tutulabilmektedir.

5.2. Bankalarda Çağrı Merkezleri

Müşterilerine hizmete şubelerde başlayan bankalarda; zaman içinde, teknolojinin gelişmesiyle ve yeni ürünlerin ortaya çıkmasıyla, müşteri sayıları katlanarak artmış, dolayısıyla şubeler hizmet vermek için yetersiz hale gelmeye başlamıştır. Kredi kartlarının doğrudan satış ile satılmaya başlanması, kredi almanın daha kolay hale gelmesi ile bu ürünlerin ödemeleri, gecikme durumunda sorunların ve müşteri sorularının ortaya çıkması ve bu gibi durumların banka şubeleri için ağır bir yük olması kaçınılmazdır.

Öncelikle küçük çaplı çağrı merkezleriyle müşteri soru ve sorunlarına çözüm bulmaya çalışan bankalar, teknolojinin benimsenmesi ve sıkça kullanılmaya başlamasıyla çağrı merkezlerindeki çalışan sayılarını arttırmışlar, geliştirilmiş yeni yazılımlarla da hizmet sürelerini kısaltmaya çalışmışlardır.

Teknolojiye paralel olarak sürekli gelişen bu hizmet kanallarında kilometre taşları; sesli yanıt sistemi, telefon bankacılığı, engelliler için çağrı merkezi, ardından görüntülü çağrı karşılama olarak basitçe sıralanabilir. Engelliler için bulunan web tabanlı çözümler ve 3G' nin bankacılık sistemleri ile entegrasyonu sonucu ortaya çıkan görüntülü çağrı merkezi çözümleri de çağrı merkezlerinin gelişiminin teknolojiyle ne kadar paralel gittiğinin birer göstergesidir.

Türkiye Bankalar Birliği üyesi olan ve çağrı merkezi hizmeti veren 22 bankanın bilgilerine göre, Ocak-Mart 2010 döneminde, çağrı merkezi çalışan sayısı 6.179 kişidir. Bu rakamın 5.264'ü yarı ve tam zamanlı çalışan müşteri temsilcilerinden oluşurken, destek hizmeti veren personel sayısı 303 ve yönetici sayısı 612 kişidir.

Tablo 2. TBB Kayıtlarındaki Çağrı merkezi Verileri

	Aralık 2009				Mart 2010				Net Değişme
	Kadın	Erkek	Toplam	Ortalama Yaş	Kadın	Erkek	Toplam	Ortalama Yaş	
Müşteri temsilcisi sayısı	3.642	1.230	4.872	25	3.929	1.335	5.264	25	392
Destek hizmeti veren personel sayısı	211	85	296	23	213	90	303	24	7
Yönetici sayısı	345	232	577	31	390	222	612	33	35
Toplam çağrı merkezi çalışan sayısı	4.198	1.547	5.745	-	4.532	1.647	6.179	-	434

Kaynak : Türkiye Bankalar Birliği, **Çağrı Merkezi İstatistikleri**, 2010, <http://www.tbb.org.tr/>, 20.04.2010, s.1

Ocak-Mart 2010 dönemi itibariyle çağrı merkezinde çalışanların yüzde 73'ü kadınlardan oluşmaktadır. Bu oran müşteri temsilcilerinde yüzde 75, destek hizmeti veren personelde yüzde 70, yöneticilerde ise yüzde 64'tür.

Çağrı merkezinde çalışanların yüzde 88'i İstanbul'dadır. Yaş ortalamaları müşteri temsilcilerinde 25, destek hizmeti veren personelde 24, yöneticilerde ise 33 düzeyindedir.

Müşteri temsilcisi işgücü devinim oranı Ekim-Aralık 2009 ve Ocak-Mart 2010 dönemlerinde yüzde 9 olarak gerçekleşmiştir. Bunun yüzde 2'si banka içerisinde kariyer planına devam eden müşteri temsilcilerinden oluşmaktadır.

5.3. Çağrı Merkezi Terminolojisi

Account Codes (Hesap Kodları) : Gelen çağruların önceden tanımlanmış konulara göre kodlanması. Böylece hangi konudan kaç çağrı geldiği takip edilebilmektedir.

Active(Etkin, faal) : Müşteri temsilcisinin çağrı cevaplamaya hazır olmasını ifade eder.

After-Call Work (Çağrı Sonrası Çalışma) : Çağrı sonrası toplama süresidir. Gelen çağrı sonrasında bir işlem yapılması gerekiyorsa, hemen yeni bir çağrı almadan bu işlemleri gerçekleştirmek için harcanan süre. Bu işler çoğunlukla veri girişi, formların doldurulması veya dış aramalar şeklinde olabilir. Müşteri temsilcisi bu durumdayken yeni çağrı düşmez.

Agent (Müşteri Temsilcisi): Çağruları cevaplayan ve dış aramaları yapan kişidir.

Agent State / Agent Status (Temsilci Durumu) : Müşteri Temsilcisinin bulunduğu durumdur (Aktif konuşma, after-call work , molada, dış aramada, toplantıda gibi).

Agents Ready (Temsilci Hazır) : Login olmuş, çağrı cevaplamaya hazır müşteri temsilcisidir.

All Trunks Busy (ATB) (Tüm Trunklar Dolu) : Belirli bir trunk grubundaki tüm trunkların meşgul olması durumudur. Genellikle raporlar trunkların toplam ne kadar süreyle ve kaç kere dolu olduğunu belirtir.

Analog: Telefon iletişiminin sayısal(dijital) olmadığı durumdur.

Answered Call (Yanıtlanan Çağrı) : Müşteri temsilcisi tarafından cevaplanan çağrı sayısıdır.

Audiotex : Arayanların otomatik olarak daha önceden kayıt edilmiş anonslara ulaşabileceği ses işlemcisi imkanındır.

Aux (Çıkış) : Mola olarak kullanılır. Bazı sistemlerde break yerine kullanılan müşteri temsilcisinin dinlenmek amacı ile kendisini aldığı statüdür.

Automatic Call Distrubitor (ACD) / (Otomatik Çağrı Dağıtıcısı) : Çağrı merkezlerinde kullanılan özel bir telefon sistemidir. Çağrılarını otomatik olarak yanıtlayan, sıraya sokan, temsilcilere dağıtan, gecikme anonslarını devreye sokan ve tüm bu faaliyetlerle ilgili eş zamanlı ve geçmiş raporlar tutan yazılım/donanımdır.

Available State (Müsait Durum) : ACD'ye giriş yapmış ve çağrı cevaplamaya hazır olan müşteri temsilcilerinin durumunu ifade eder.

Available Time (Müsait Zaman) : Temsilci veya temsilci gruplarının belirli bir zaman içinde çağrılarının gelmesini bekledikleri toplam süredir.

Average Talk Time (Ortalama Konuşma Süresi) : Müşteri temsilcilerinin çağrı cevapladığı andan itibaren kapattığı ana kadar geçen ortalama zaman. Agent Average Talk time sadece o müşteri temsilcisinin ortalama görüşme süresini ifade eder.

Average Talk Time Inbound(Gelen Çağrı Ortalama Konuşma Süresi) : Gelen çağrılarda ortalama görüşme süresi. Müşteri temsilcisinin cevapladığı çağrılarının ortalama görüşme süresidir.

Average Talk Time Outbound(Giden Çağrı Ortalama Konuşma Süresi) : Dış aramalarda ortalama konuşma süresi. Müşteri temsilcisi tarafından yapılan dış aramalarda geçen konuşma süresinin ortalamasını ifade eder.

Average Wait Time (Ortalama Bekleme Süresi) : Müşterilerin hatta bekleyerek geçirdikleri ortalama süreyi ifade eder.

Break (Ara) : Mola. Müşteri temsilcisinin dinlenmek amacı ile çağrı cevaplamaya ara verdiğinde kendisini aldığı statünün ismidir.

Calls Abandoned (Kaçan Çağrı) : Kaybedilmiş, karşılanamamış çağrılar. Kaybedilen çağrı olarak da adlandırılır. Arayanın, bir temsilciye ulaşmadan telefonu kapatmasıdır. Çağrı Merkezi meşgul olduğunda beklenmeden kapatılan çağrı sayısıdır.

Calls Completed (Tamamlanmış Çağrılar) : Agent tarafından cevaplanmış ve görüşme tamamlanmış anlamına gelir.

Call Hold (Çağrı Bekletme) : Müşteri temsilcisinin müşteriyi hatta bekleterek başka çağrı cevaplayabilme özelliğidir.

Call Log (Çağrı Seyri) : Hangi tarihte ve saatte, hangi numaradan çağrı geldiği ya da hangi numaranın arandığı gibi çağrılara ait genel bilgileri içerir.

Calls Received (Cevaplanmış çağrılar) : O an için tamamlanmış ve halen görüşmesi devam eden çağrıların toplamıdır.

Calls Monitor (Çağrı İzleme) : Supervisor'a verilen, çağrıların ve müşteri temsilcilerinin eşzamanlı takip edildiği ekranın adıdır.

Calls Waiting (Bekleyen Çağrılar) : Hatta bekleyen müşteri sayısını gösterir.

Coach (Koç) : Supervisor'ın müşteri temsilcisi müşteri ile görüşürken müşteri temsilcisine destek olmasıdır. Genelde çağrı merkezi programlarında supervisor masasından konuşmaya dahil olarak müşteri temsilcisine destek olabilir. Bu esnada supervisorın telefonda söylediklerini müşteri temsilcisi duyar ancak müşteri duymaz.

Computer Telephony Integration (Bilgisayar Telefon Entegrasyonu) : Bilgisayar ile telefonun birlikte çalışmalarını sağlamak için gerekli yazılım, donanım ve programlamadır.

Cumulative Calls (Toplam çağrı) : Çağrı Merkezine ya da agenta gelen tüm çağrılardır.

Duration (Devamlılık, süreklilik) : Özellikle çağrının ACD sistemine girdiği süreden çağrının kapatıldığı ana kadar geçen süreyi ifade eder.

Error Rate (Hata Oranı) : Hatalı işlemlerin ya da işlemi gerçekleştirirken atılan hatalı adımların sayısını gösterir.

Handled Calls (Karşılana n Çağrılar) : Temsilciler veya cihazlar tarafından cevaplanmış ve ilgilenilmiş çağrıların sayısıdır. Bu çağrıların içerisinde, terk edilmiş çağrılar veya meşgul sinyali almış olan çağrılar dahil değildir.

Handled One Agent (Bir Temsilci Tarafından Karşılana n Çağrı) : Bir agent tarafından ele alınmış çağrılar. Tek bir müşteri temsilcisi tarafından cevaplanan çağrı sayısını gösterir.

Handled Multiple Agents (Birden Çok Temsilci Tarafından Karşılana n Çağrı) : Birden fazla müşteri temsilcisi tarafından cevaplanmış çağrıların sayısını gösterir. Bir müşteri temsilcisinin başka bir temsilciye aktardığı çağrılarını ifade eder.

Handling Time (Karşılama Süresi) : Temsilcinin konuşma süresi için ve çağrı sonrası işinde harcadığı toplam süredir

Queue (Kuyruk) : Bir çağrı merkezinde bekleyen müşteri sayısı. Bazı çağrı merkezi programlarında gruplar da queue adı altında anılabilmektedir.

Inbound Calls (Gelen Çağrılar) : Müşteri temsilcileri tarafından cevaplanmak üzere müşteriden ACD'ye gelen aramaların sayısını gösterir.

Integrated Services Digital Network (Entegre Servisler Sayısal Ağı) : Mevcut analog telefon şebekesinin sayısal alternatifidir. Normal bir telefon hattı gibi bir telefon numarası çevirip hem sayısal, hem de analog hatlara ulaşım sağlanabilir. Ses, görüntü, veri tarzındaki her türlü bilginin sayısal bir ortamda birleştirilerek aynı hat üzerinden iletilmesinin sağlandığı bir haberleşme ağıdır. İletim kalitesi normal telefon hattından daha yüksektir.

Interval (Aralık, Zaman) : Saat, günlük, haftalık, aylık , yıllık şeklinde zaman dilimleri. Geçmişe yönelik raporları alırken hangi zaman aralığında getirmesi istendiği seçilir.

Interactive Voice Response (Etkileşimli Sesli Bilgilendirme Sistemleri) : Telefon aramalarını sesli yanıt sistemi ile karşılayan ve tuşlamalar aracılığı ile arayan kişinin istediği bilgileri sesli olarak okuyan sistemlerdir.

Join (Katılım) : Supervisor'ın müşteri ile müşteri temsilcisinin görüşmesine kendi telefonundan dahil olmasıdır. Bu durumda hem müşteri hem de müşteri temsilcisi Supervisor'ın söylediklerini duyar.

Period (Periyot) : Rapor alınmak istendiğinde hangi dönem için rapor istendiği seçilir. Dün, bugün, bu hafta, geçen hafta gibi ya da tarih girilerek rapor gelmesi sağlanır.

Longest Talk Time (En Uzun Görüşme Süresi) : Gün içerisinde yapılan en uzun konuşma süresini gösterir. Agent longest Time olursa sadece o müşteri temsilcisinin en uzun konuşma süresini gösterir.

Longest Wait (En Uzun Bekleme Süresi) : Hatta bekleyen müşterinin müşteri temsilcisine bağlanıncaya kadar geçirdiği en uzun süre

Monitor (Anlık Dinleme/Takip) : Supervisor'ın kendi telefonundan eş zamanlı olarak müşteri temsilcisi ile müşterinin görüşmesini dinlemesidir. Programın niteliğine göre müşteri temsilcisinin haberi olarak ya da habersiz olarak supervisor görüşmeyi eşzamanlı dinleyebilir.

No Answer (Cevapsız Çağrı) : Müşteri temsilcisinin telefonunun çaldığı ancak belli süre boyunca cevap vermediği çağrı sayısını gösterir. Eğer otomatik dağılım ayarlanmışsa bir müşteri temsilcisi belli sürede cevap vermediği takdirde çağrı diğer müşteri temsilcisine düşebilir.

Outbound Calls (Dış Aramalar) : Müşteri temsilcisi tarafından arama yapılan çağrılardır.

Private Branch Exchange (PBX) : İşyeri santralıdır.

Ready (Hazır) : Müşteri temsilcisinin çağrı cevaplamaya hazır durumda olmasıdır.

Real Time (Gerçek Zaman) : Çağrı merkezi verilerinin eşzamanlı takip edilmesidir. Çağrı merkezi sistemlerinde hem eşzamanlı hem de geçmişe yönelik takip yapılabilmektedir. Geçmişe yönelik takip raporlama adı altında gerçekleştirilir.

Report (Rapor) : Geçmişe ait verilerin alınması ve takip edilmesidir.

Ring Time (Çalma Süresi) : Telefonun cevaplanmadan önce ne kadar süre ile çaldığını ifade eder. Bu süre sayesinde agentların kaç saniye içerisinde ya da kaçınıcı çalışında çağrıyı cevapladıkları takip edilebilir.

Script (Şablonlar/Notlar) : Konuşmacının elindeki notlar. Müşteri temsilcisinin müşteri ile görüşme esnasında nasıl konuşacağını ve hangi sıra ile konuşacağını belirten önceden hazırlanmış metinlerdir.

Service Level (Hizmet Düzeyi) : Gelen çağrılarının yüzde kaçının belirlenen sürelerde cevaplandığını belirtir. İlk X saniye içerisinde cevaplanan çağrılarının tüm çağrılara oranıdır.

Signed In (Giriş Yapan) : Müşteri temsilcisinin ACD sistemine kendisine verilen şifre aracılığı ile giriş yapmış olduğunu ifade eder.

Signed out (Çıkış Yapan) : Müşteri temsilcisinin şifre aracılığı ile girdiği ACD sisteminden çıktığı anlamına gelir.

Supervisor : Müşteri Temsilcisi ve çağrıları denetleyen, çalışma planını hazırlayan, müşteri temsilcisi ve çağrılarının performansını yöneten müşteri temsilcisinden daha geniş yetkilere sahip kişidir.

Wait Time (Bekleme Süresi) : Müşterinin ACD'ye girdikten sonra müşteri temsilcisine bağlanıncaya kadar geçirdiği süre

Work groups (Çalışma Grupları) : Belirli müşteri temsilcilerinin oluşturduğu grupları ifade eder.

Wrap-up (Çağrılar Arası Süre) : Sisteme otomatik olarak tanımlanan ve iki çağrı arasında ne kadar süre ile müşteri temsilcisine çağrı gelmeyeceğini ifade eder.

Örneğin 5 sn olarak tanımlanmışsa, müşteri temsilcisi bir çağrıyı tamamladığında ikinci çağrının 5 saniye geçtikten sonra müşteri temsilcisine bağlanmasıdır. After Call Work'den farkı genelde wrap up'ın otomatik olmasıdır.

Time in State (Geçirilen Süre) : Müşteri temsilcisinin o anki konumunda geçirdiği süreyi gösterir.

Training (Eğitim) : Agentın eğitim amacı ile çağrı cevaplamaya ara verdiğinde kullandığı statüdür.

Transfer (Aktarma) : Gelen çağrının başka bir müşteri temsilcisine ya da ACD dışına aktarılmasıdır.

Transferred Out Of Queue (Kuyruk Dışına Transfer) : Müşteri temsilcisinin grup dışına transfer ettiği çağrıları ifade eder.

Trunk (Anahat) : Ana hatta verilen addır.

Unknown (Bilinmeyen) : Bir müşteri temsilcisinin adı ACD kayıtlarından çıkarıldığında o zamana kadar bu müşteri temsilcisi tarafından cevaplanmış olan çağrıları bu ad altında görüntülenir.

User (Kullanıcı) : Müşteri temsilcilerinin sisteme tanımlı oldukları isimlerdir.

Voice Mail (Sesli posta) : Arayan müşterilerin hat meşgul olduğunda sesli mesaj bırakmalarını sağlayan sistemdir.

Voice Recognition (Ses tanıma) : Sisteme önceden tanımlanmış seslerin sistem tarafından tanınmasıdır.

Voip Voice Over IP (IP Ses İletişimi) : Ses iletişiminin IP ağları üzerinden transferidir.⁵⁸

⁵⁸ Trk Danışmanlık, **Çağrı Merkezi Sözlüğü**, <http://www.trkdanismanlik.com/pages/sozluk.aspx>, (10 Nisan 2009), s. 1-2

6. KUYRUK TEORİSİ BİR ÇAĞRI MERKEZİ UYGULAMASI

6.1. Çağrı Merkezlerinde Kuyruk

Bir çağrı merkezinin müşteriye fayda sağladığı aşikardır. Ancak rağbet gören bir sektörde çağrı merkezini arayan müşteri sayısının da fazla olması kaçınılmazdır.

Kimi zaman bekleyen müşteri bulunmaz ve müşteri temsilcisi boşa kalır, kimi zaman da çağrı merkezinin hat sayısı dolar ve müşteriler sesli yanıt sistemine daha ulaşmadan telefonun meşgul sesiyle karşılaşır.

Sorunların sık yaşandığı dönemlerde çağrı merkezinde karşılama oranları düşer, bekleme süreleri artar ve müşteri temsilcisi performansı düşer. Aksi durumda, yani müşteri temsilcisinin boşa kalması durumunda ise iş gücü kapasitesinin kullanılmayan kısmı, atıl bir kapasiteye dönüşür ve bu durum işveren için fazladan bir maliyettir. Bir maliyet olmanın yanı sıra çağrı merkezi performansı şirketin itibarı için kritik öneme sahiptir.

Yoğun dönemlerde müşteri memnuniyetinin düşmesi de aşikardır. Zaten sorun ya da talebini dile getirmek için arayan müşteriler dakikalarca telefon başında beklediğinde, yeni bir sorunla karşı karşıya kalır ve birlikte hizmet aldığı kuruma karşı güvenlerini yitirirler.

Çevrimiçi sistemlerde sorun yaşanması, düzenlenen kampanyalar, medyada yayınlanan haberler, reklamlar ve benzeri nedenlerle çağrı yoğunluğu anlık artış gösterebilir. Bu gibi durumlar önceden tespit edilebildiğinde yaşanacak olası kayıplar engellenebilir.

6.2. Çalışmanın Amacı

Çağrı merkezi yönetimi üç yönde verimli olmalıdır.

Bunlardan ilki sayısal yönetimdir. Teknolojinin gelişmesi ile işletim sistemlerinin ve sunucuların donanım ve yazılımlarındaki geliştirmeler ile birlikte,

nitelikli raporlama ve etkin yönetim sağlayacak mükemmel yakın bir yönetim sistemi geliştirmek mümkün olabilmektedir.

Bir diğeri ise iş gücü yönetimidir. Hangi saat aralığında ne kadar ve hangi niteliklerde müşteri temsilcisi çalıştırılacağı kararı, çalışan motivasyonu ve konsantrasyonunun sağlanması iş gücü yönetiminin verimliliğine etken olmaktadır.

Son olarak sayısal değerleri optimize ederek, hedeflenen müşteri memnuniyetine ulaşmakla birlikte maliyet analizinin de verimli bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Bütün bu çağrı merkezi yönetimi ve etkenleri bir yana, müşteri gözünden bakıldığında, bir çağrı merkezinin en önemli değeri servis kalitesidir. Müşteri çağrı merkezini aradığında çok bekletilmeden çağrı karşılanmalı, sorun/istek sakin ve kibar bir tavırla alınmalı ve karşılanmalıdır.

Bu çalışmada bir banka çağrı merkezine ulaşan çağrılarla ilgili veriler üzerinde çalışılacak ve çağrı merkezi verimliliğinin en önemli göstergesi ve kıstası olan karşılama oranının, mevcut hedef karşılama oranından planlanan hedef karşılama oranına çıkartılabilmesi için yapılması gerekenler üzerinde durulacaktır.

6.3. Çalışmada Kullanılan Yazılımlar

Veriler MS Office Excel ile temin edilmiş olup yine aynı yazılım üzerinde derlenmiştir. Derlenen verilerin analizinde yine MS Office Excel, MS Office Access ve WinQSB kullanılmıştır. Servis sürelerinin dağılımının belirlenmesinde ve tanımlayıcı istatistiklerin çıkartılmasında ise Minitab ve SPSS programlarından faydalanılmıştır. Modelin oluşturulması ve sonuçlandırılması WinQSB üzerinde yapılmıştır.

WinQSB, yöneylem literatürünü barındıran ve modüllerden oluşan bir programdır. Her bir modül kendi içerisinde literatürdeki algoritma ve çözüm yöntemlerini içermektedir. Program kullanıcı dostu bir ara yüz ile kullanım kolaylığı sunmaktadır.

- Aşağıda WinQSB programının içerdiği modüller sıralanmıştır;

- Toplu Üretim Planı
- Kabul Örneklemesi
- Karar Analizi
- Dinamik Programlama
- Tahmin
- Tesis Yerleştirme ve Planlama
- Hedef Programlama
- Stok Teorisi
- İş Çizelgeleme
- Doğrusal ve Tamsayı Programlama
- Markov Süreçleri
- MRP
- Şebeke Modelleri
- Doğrusal Olmayan Programlama
- PERT-CPM
- Kuyruk Analizi
- Kalite Kontrol Çizelgeleri
- Quadratic Programlama

6.4. Verilerin Analizi

Uygulamada kullanılmak üzere Türkiye’ de hizmet vermekte olan bir bankaya ait çağrı merkezi verileri kullanılmıştır. 2009 yılı Kasım ve Aralık ayları ile 2010 yılı Ocak, Şubat, Mart, Nisan aylarına ait veriler temin edilmiş olup çalışmaya konu toplam gün sayısı 181’ dir.

Uygulamaya konu çağrı merkezinde birden çok konuda hizmet verilmektedir. Aşağıda çağrı merkezine ulaşan çağrıların müşteri seçimiyle birlikte IVR içerisinde müşteri temsilcilerine aktarıldıkları konu başlıkları verilmektedir.

- Hesap kartları ile ilgili çağrı
- Bilgi alma çağrısı
- Tahsilât çağrısı
- Genel çağrı
- İngilizce çağrı
- İnternet bankacılığı çağrısı
- Kartlı geçiş sistemleri ile ilgili çağrı
- Kayıp ya da çalıntı çağrısı
- Kredi kartları ile ilgili çağrı
- Şifre belirleme çağrısı
- Telefon bankacılığı çağrısı
- Üye işyeri ve POS destek hizmetleri çağrısı
- Şube ATM destek hizmetleri çağrısı
- Şube yetkilisi OTP(One Time Password) işlemleri çağrısı

- Şube yetkilisi kart destek hizmetleri çağrısı
- Şube yetkilisi Otomatik Geçiş Sistemi destek işlemleri çağrısı
- Şube yetkilisi Üye işyeri ve POS destek hizmetleri çağrısı
- Hayat sigortası işlemleri çağrısı
- Genel sigorta işlemleri çağrısı
- Yatırım işlemleri çağrısı

Altı aylık veriler incelendiğinde günlük ortalama 14054 adet çağrı alındığı ve çağrılarının 13449' unun karşılandığı görülmektedir. Ortalama günlük 570 çağrının ise ulaştıktan sonra kapatıldığı görülmektedir. Altı aylık veriler için karşılama oranı %95,70 bulunmaktadır. Aşağıda aylara göre yukarıda bahsedilen analiz sonuçları günlük ortalama olarak verilmektedir.

Tablo 3. Ortalama Çağrı Verileri

Ay	Gelen	Karşılanan	Temsilci
11.2009	11114	10725	123
12.2009	13438	12999	146
01.2010	14690	13872	164
02.2010	15083	14580	178
03.2010	15454	14787	179
04.2010	14567	13762	169

Veriler haftanın günlerine göre incelendiğinde, hafta başlangıcında yoğun çağrı trafiği beklentisi ile daha fazla müşteri temsilcisinin çalıştırıldığı, iş günleri sonunda çalışan kişi sayısının azaldığı ve hafta sonu ise hafta içine göre daha az müşteri temsilcisi çalıştırıldığı gözlemlenmektedir. Gelen çağrı adet ortalamalarına bakıldığında

da hafta başından hafta sonuna doğru bir azalışın olduğu görülmektedir. Günlük ortalama rakamlar aşağıda verilmiştir.

Tablo 4. Günlere Göre Ortalama Veriler

Gün	Gelen	Karşılana	Temsilci
Pazartesi	18943	18036	196
Salı	18027	17178	193
Çarşamba	17160	16514	192
Perşembe	16329	15789	191
Cuma	15799	15220	179
Cumartesi	7019	6612	92
Pazar	4831	4530	72

Haftanın günlerine göre incelemelerde hafta içi adetler arasında hafta sonuna yaklaştıkça bir düşüş görülmekte ancak hafta sonunda rakamlarda yarıdan fazla bir düşüşle karşılaşmaktadır. Verileri hafta içi ve hafta sonu kırılımında günlük ortalama rakamlar ile derlemek gerekirse aşağıdaki sonuçlara ulaşılabılır.

Tablo 5. Hafta İçi ve Hafta Sonu Kırılımı

Hafta İçi/Sonu	Gelen	Karşılana	Kaçan	Temsilci
Haftaici	17252	16547	657	190
Haftasonu	5903	5551	348	81

Hafta içi karşılanan çağrı başına ortalama konuşma süresi 2 dakika 25 saniye olarak gerçekleşirken, hafta sonu verileriyle bu ortalama 2 dakika 21 saniyeye bulunmaktadır. Müşteri temsilcisi başına kaçan çağrı adedi ise hafta içi 3, hafta sonu 4 olarak hesaplanabilir.

Tüm veriler derlendiğinde çağrı merkezine günlük ortalama 14,054 çağrı ulaşmış ve bu çağrıların 13,449 adedi karşılanmıştır.

6 ayda 181 günün verileri bulunmaktadır. Tanımlayıcı istatistiklere bakıldığında günlük ortalama 159,59 yaklaşık olarak 160 müşteri temsilcisinin çalıştığı, ortalama 13449 çağrının karşılandığı, ortalama 2,4 dk servis verildiği, ortalama 0,4471 dk bekleme süresi olduğu görülmektedir. Buradaki günlük verilerde ortalama süreler ve toplam sayılar yer almaktadır. Analizi gerçekleştirebilmek için gün içerisindeki tüm gelişler arası süreler ve servis sürelerine ihtiyaç olduğu için 6 aydan rastgele 6 gün alınarak analizlere devam edilmiştir.

Gün içerisinde en az 51 en fazla 231 müşteri temsilcisi çalıştığı görülmektedir ancak müşteri temsilcilerinin çalışma sürelerinin ve mesai sistemlerinin farklılığı nedeniyle buradaki sayı aynı anda çalışan müşteri temsilcisi sayısı olarak algılanmamalıdır. Günlük ortalama aynı anda çalışan müşteri temsilcisi sayısı ilerleyen kısımlarda hesaplanmıştır.

6 aylık verilerin tamamının tanımlayıcı istatistikleri aşağıdaki gibidir:

Tablo 6. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Toplam	Yüzde	Ortalama	Ortalamadan Sapma	Standart Hata	Varyans	Minimum
Karsilanan	181	100	13449	414	5572	31048288	2578
Temsilci	181	100	159,56	4,29	57,76	3335,95	51
Servis (Dk)	181	100	2,4002	0,00636	0,0855	0,00731	1,77
Bekleme (Dk)	181	100	0,4471	0,0181	0,2429	0,059	0,07

Çağrı merkezinde gün içinde yaklaşık 16 kişi toplam 88 saat yarı zamanlı çalışmaktadır. Yaklaşık 142 kişi 1029,5 saat tam zamanlı çalışmaktadır. Günlük toplam çalışma zamanından yola çıkılarak $((1029,5 + 88) / 24)$ bir saatte aynı anda çalışan müşteri temsilcisi sayısının 47 olduğu bulunmuştur. Ancak çağrı merkezinde gece 01:00'dan sabah 08:00'a kadar 2 müşteri temsilcisi ve diğer saatlerde 47 müşteri

temsilcisi servis verdiğinden, 7 saatte 2 müşteri temsilcisi olduğu göz önünde bulundurularak alınan ortalama saatte çağrı merkezinde aynı anda servis veren müşteri temsilcisi sayısı 32 çıkmıştır.

Bir müşteri temsilcisinin ortalama konuşma süresi 144 saniyedir. Bu da 2.4 dk' da ($144/60 = 2,4$) bir çağrı alınırsa 1 saatte ($60/2,4 = 25$) çağrı karşılandığı anlamına gelir. Servis süresinin içinde çalışma sonrası süre de dahildir.

Çağrı Merkezine saatte gelen çağrı sayısını bulmak için bir günde gelen ortalama çağrı sayısı (14054.16) 24'e bölünmüştür ve saatte yaklaşık 586 çağrı geldiği bulunmuştur.

Çağrı merkezi veri tabanından alınan verilere göre 160 müşteri temsilcisi ortalama %73.09 servis sağlanmıştır. Buna göre sistemin kapasite kullanım oranı %73.09'dur. Bu veriden yola çıkarak sistem %26.91 oranında boşa kalır.

Müşteri temsilcisinin şirkete saatlik ortalama maliyeti 4.47 TL'dir.

Müşteri temsilcilerinin boşa kaldığı saat; toplam çalışılan saatin sistemin boşa kalma oranıyla çarpılmasıyla ($1394 \times 0.27 = 370,98$) bulunur.

Müşteri temsilcisi başına saatlik boşa kalma maliyetini bulabilmek için öncelikle müşteri temsilcisinin bir saatlik maliyeti ile boşa kaldığı saat çarpılarak ($4.47 \times 370.98 = 1658,28$ TL) elde edilen günlük boşa kalma maliyeti 24'e bölünerek ($1658,28 / 24 = 69,09$ TL) saatlik boşa kalma maliyeti elde edilip müşteri temsilcisi sayısına bölünerek ($69,09 / 32$) müşteri temsilcisi başına saatlik boşa kalma maliyeti 2.16 TL bulunur.

Müşteri temsilcilerinin saatlik maliyetleri de boşa kalma maliyeti içerisine eklenirse müşteri temsilcisi başına toplam boşa kalma maliyeti ($4,47+2.16 = 6.63$ TL'dir.

Müşterilerin çağrı merkezine ulaşmalarında ve hizmet alımlarında kolaylık sağlamak için Türk Telekom'dan gelen çağrı maliyetlerini şirket üstlenmektedir. Türk Telekom'un şehir içi ve şehirler arası bir dakikalık konuşma ücreti 12,6 kuruştur. Bu da

her Türk Telekom' dan gelen çağrının şirkete dakikalık maliyetinin 12,6 kuruş olduğu anlamına gelir. Müşteriler GSM operatörlerinden aradıkları zaman maliyeti kendileri üstlenmiş olduklarından şirkete bir maliyet söz konusu olmayacaktır. Çağrı merkezine gelen çağrılarının %67'si Türk Telekom hattından gelmektedir.

Çağrısı cevaplanan müşterilerle ortalama konuşma süresi 2,4 dakikadır. Çağrı merkezini saatte arayan 586 müşterinin %67'si yani yaklaşık 393 kişi Türk Telekom hattından aramaktadır. Dolayısıyla bir saatte alınan çağrılarının müşteri temsilcilerinin dışında işletmeye yarattığı maliyet; Türk Telekom hattından gelen çağrı sayısı, ortalama konuşma süresi ve bir dakikalık konuşma ücreti çarpılarak $(393 \times 2,4 \times 12,6) = 118,7283$ TL bulunur. Müşteri temsilcisinin maliyetiyle birleştirildiğinde bir saatteki hizmet maliyeti $((4,47 \times 32) + 118,7283) = 261,7683$ TL'dir.

Hatta bekleme maliyeti hesaplanırken, hem bekleyerek hizmet alan hem de sisteme dâhil olduktan sonra telefonu kapatarak sistemden ayrılan müşterilerin maliyetleri birlikte ele alınmıştır. Müşterilerin hizmet alma maliyetleri ortalama konuşma süresine göre hesaplanmıştır. Saatte ortalama 586 çağrının 0.45 dakika hatta bekledikten sonra cevaplandığı, $569,4586/24 = 297$ çağrının ise 0.48 dakika bekledikten sonra kuyruktan ayrıldığı bilinmektedir. Bu çağrılarının %67'si Türk Telekom hattından geldiğine göre bekleme maliyeti yaklaşık olarak $((392,96 \times 0,45 \times 12,6) + (193,38 \times 0,48 \times 12,6)) = 3395,7176$ TL'dir.

Hatta bekleme sürelerinden dolayı hat iptal durumu yani müşterinin kuyruktan atılması durumu söz konusu olmadığı için çağrı kaçırmanın bekleme maliyeti dışında şirkete yarattığı ek bir maliyet yoktur.

Birim kuyruk maliyeti hakkında bilgi edinilemediği için temsili olarak 1 TL olarak kabul edilmiştir.

6.4.1. Servis Sürelerinin Dağılımı

Servis sürelerinin dağılımının üstel olduğunun varsayıldığı çalışmanın daha önceki bölümlerinde belirtilmişti. Bu varsayımın çalışmaya konu çağrı merkezine ait

verilerde geçerli olup olmadığının belirlenebilmesi için yine daha önce değinilen Kolmogorov – Smirnov testinden faydalanılacaktır.

6 aylık tüm servis sürelerinin veritabanından çekilmesi çağrı merkezinin anlık performansını düşüreceğinden, bu 6 aylık verilerden hafta içi ve hafta sonu günleri içeren 6 gün seçilmiş ve bu günlere ait servis sürelerinin saatlik ortalama değerleri ile Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır.

Bu testteki hipotez ve karşıt hipotez aşağıdaki gibidir;

H_0 : Servis sürelerinin dağılımı üsteldir.

H_1 : Servis sürelerinin dağılımı üstel değildir.

Tablo 7 : Servis Süreleri İçin Kolmogorov-Smirnov Test Sonuçları

	S29102009	S22112009	S22122009	S13012010	S10022010	S01032010	
N	24	24	24	24	24	24	
Üstel Parametreler (a,b)	Ortalama	2183,9768	1461,0964	2594,7517	2385,3546	2387,3483	3443,6102
Uç Noktalar	Mutlak	,103	,190	,147	,163	,180	,228
	Pozitif	,093	,171	,129	,121	,141	,118
	Negatif	-,103	-,190	-,147	-,163	-,180	-,228
Kolmogorov-Smirnov Z		,504	,929	,722	,798	,879	1,116
Asymp. Sig. (2-kuyruklu)		,961	,354	,674	,548	,422	,166

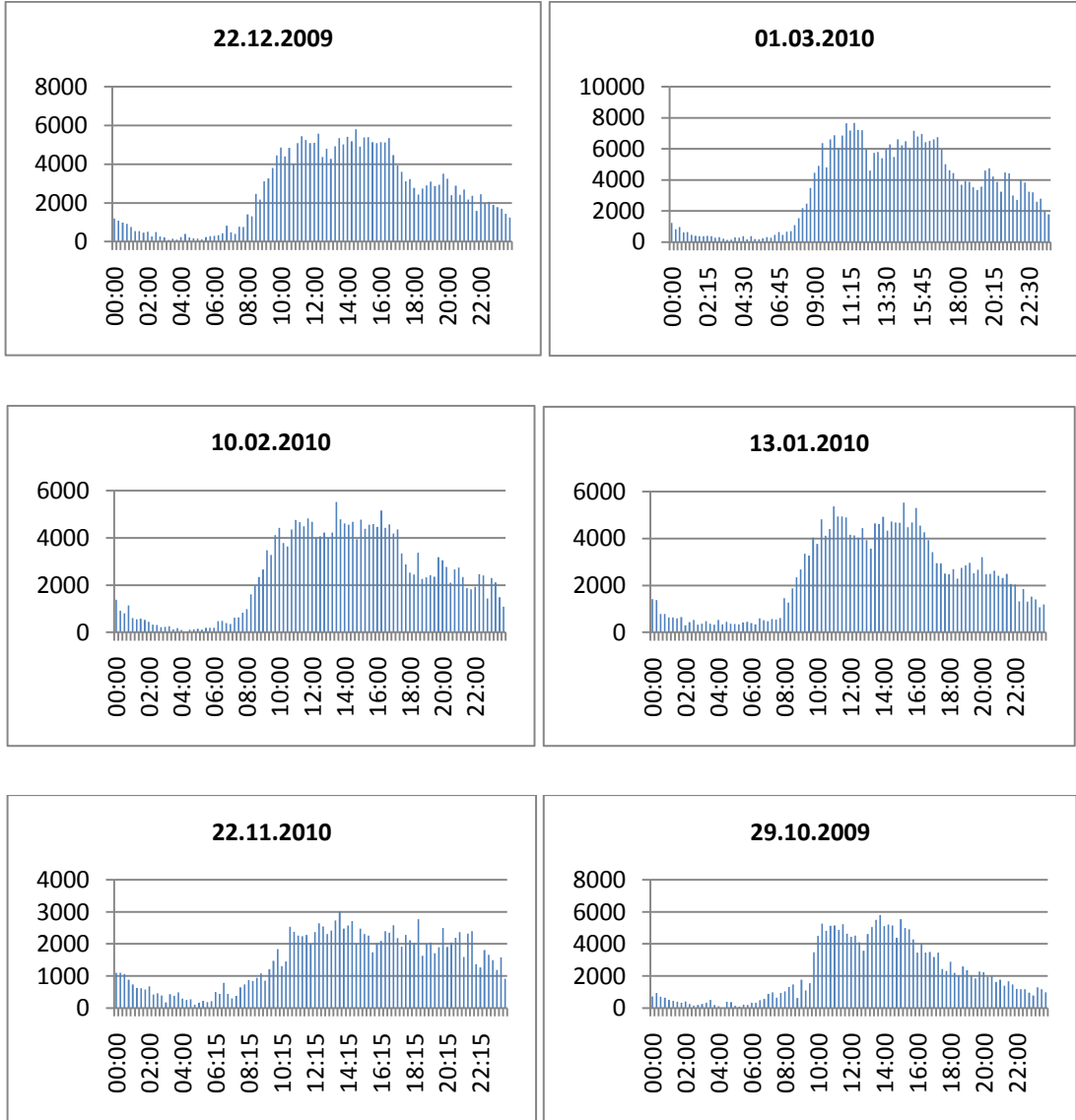
a Test Dağılımı Üstel.

b Veriden hesaplanan.

Her gün yaklaşık 14000 kişiye servis veren çağrı merkezinde verileri indirgemek ve anlamlı hale getirmek için saatlik ortalamalar alındığından

Kolmogorov-Smirnov testinin sonuçlarında görüleceği üzere rastgele seçilen günlerdeki kitle genişliği (N) 24 'dür.

Yukarıdaki tabloda görüleceği gibi 6 güne ait test istatistiğinin Asymp. Sig. yani anlamlılık değerleri 0,05' ten büyük gözükmemektedir. Bu da %95 güvenle 6 günlük servis sürelerinin üstel dağıldığını gösterir.



Şekil 9 : Örnek Günlere Ait Servis Süreleri ve Adetleri

6.4.2. Geliş Sürelerinin Dağılımı

Çağrı merkezi veritabanı geliş sürelerinin sorgulanması için uygun olmadığından geliş süreleri dağılımı uygulamada test edilememiş ve gelişlerin Poisson dağılımına uyduğu varsayılmıştır.

6.5. Kuyruk Modeli

6 aylık verilerden çekilen rastgele 6 günlük veriler incelenerek şirkete ve müşteri yansıyan maliyetler, gerekli süreler, adetler kısacası verilerin analizinde kullanılacak değerler elde edilmiştir. Verilerin analizi için WinQsb programının Queuing Analysis analiz aracı kullanılmıştır. Analiz için elde edilen saatlik değerler göz önünde bulundurulmuştur. M/M modeli esas alınmıştır. WinQsb programına girişler Tablo 8’de görüldüğü gibidir.

Tablo 8. WinQSB Programı Veri Girişi

Veri Tanımı	Giriş
Sunucu Sayısı	32
Servis Oranı (Her Sunucu İçin Saatte)	25
Müşteri Gelişleri (Saatlik)	586
Kuyruk Kapasitesi	M
Müşteri Popülasyonu	M
Saatte Meşgul Sunucu Maliyeti	4,47
Saatte Boşta Kalma Maliyeti	5,7
Saatte Müşteri Bekleme Maliyeti	33,957
Saatte Servis Maliyeti	261,768
Atılan Müşteri Maliyeti	0
Birim Kuyruk Kapasitesi	1

Problem çözümüyle elde edilen analiz sonuçları Tablo 9’da görüldüğü gibidir. Analiz sonuçlarında görüldüğü üzere M/M/32 kuyruk sistemine sahip çağrı merkezinde saatte ortalama 586 çağrı gelmekte, saatte ortalama 25 müşteriye hizmet verilmektedir. Sistem kullanım oranı %73,25 ‘dir.

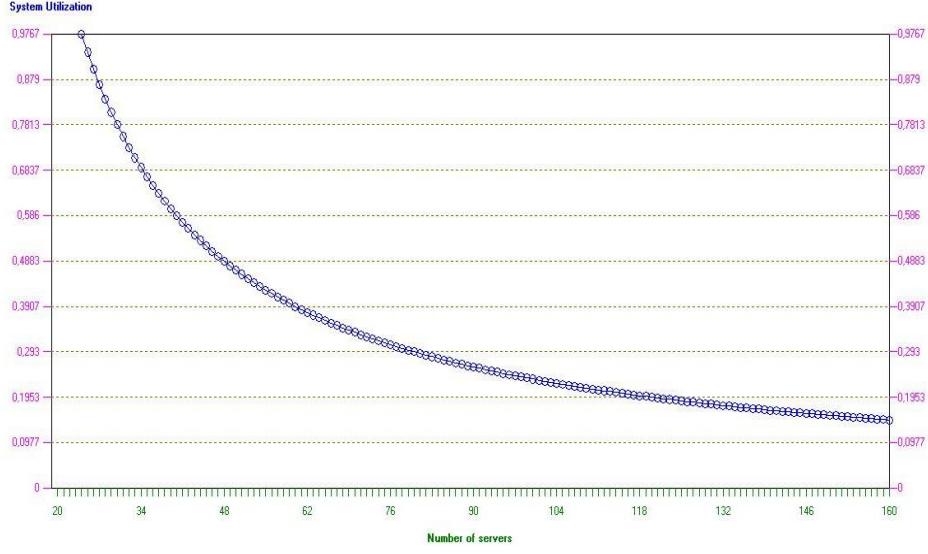
Tablo 9. WinQSB Analiz Çıktıları

Performans Ölçütleri	Sonuç
Sistem: M/M/32	
Saatlik Müşteri Gelişleri	586
Saatlik Servis Oranı	25
Saatlik Sistem Efektif Geliş Oranı	586
Saatlik Sistem Efektif Servis Oranı	586
Sistem Kullanımı	73,25%
Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı	23,615
Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	0,175
Meşgul Sistemdeki Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı	2,738
Sistemde Harcanan Ortalama Süre	0,0403 Saat
Kuyrukta Harcanan Ortalama Süre	0,0003 Saat
Meşgul Sistemdeki Kuyrukta Harcanan Ortalama Müşteri Sayısı	0,0047 Saat
Tüm Sunucuların Boşta Kalma Olasılığı	0,00%
Gelen Müşterinin Bekleme ya da Sistemin Meşgul Olma Olasılığı	6,40%
Meşgul Sunucuların Saatlik Toplam Maliyeti	104,78 TL
Boştaki Sunucuların Saatlik Toplam Maliyeti	48,79 TL
Toplam Saatlik Müşteri Bekleme Maliyeti	5,95 TL
Toplam Saatlik Müşteri Servis Maliyeti	2.887,76 TL
Sistemin Saatlik Toplam Maliyeti	3.047,28 TL

Çıktıların açıklamaları aşağıdaki gibidir:

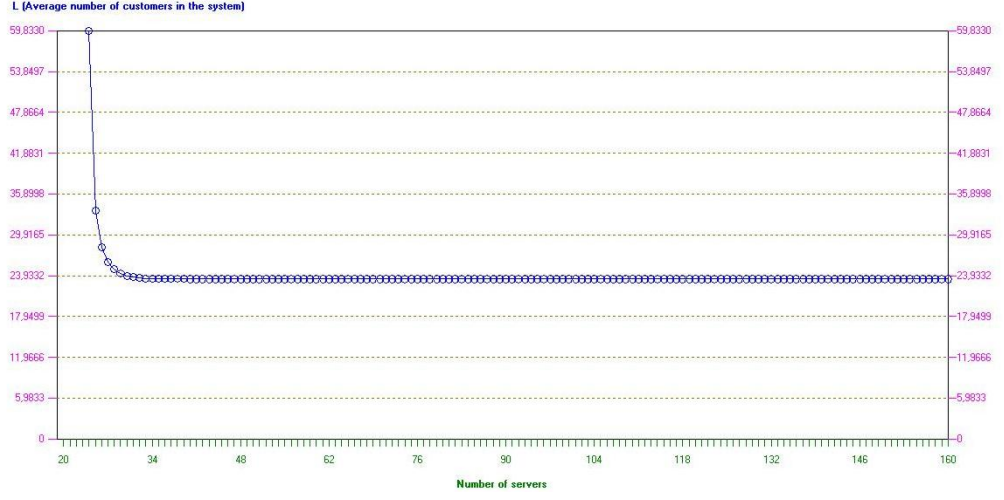
Analiz sonuçlarına göre; M/M/32/GD/∞/∞ modelinde;

- Birim zamanda (bir saat) gelen müşteri sayısı (λ) 586' dır.
- Birim zamanda (bir saat) servis alan müşteri sayısı (μ) 25' dir.
- Sistemin ortalama etkinliği – doluluk oranı (kullanım faktörü, ρ) %73,50' dir.
- Tüm servis sağlayıcılarının boş olması olasılığı (π_0) 0' dır.
- Sisteme gelen bir müşterinin bekleme olasılığı P_w %6,4023' dür.
- Sistemde bulunan ortalama kişi sayısı (L) 23,6153' dür.
- Kuyrukta bekleyen ortalama kişi sayısı (L_q) 0,1753' dür.
- Bir kişinin sistemde ortalama bekleme süresi (W) 0,0403 saat yani 2,418 dakikadır.
- Kuyrukta bekleme süresi (W_q) 0,003 saat yani 0,18 dakikadır.
- Müşterinin sistemin meşgul olmasından dolayı kuyrukta ortalama bekleme süresi (W_b) 0,0047 saat yani 0,282 dakikadır.
- Sistemin bir saatlik meşgul olma maliyeti 104,7768 TL 'dir.
- Sistemin bir saatlik boş kalma maliyeti 48,4920 TL' dir.
- Sistemin bir saatlik toplam maliyeti 3047,2830 TL' dir.



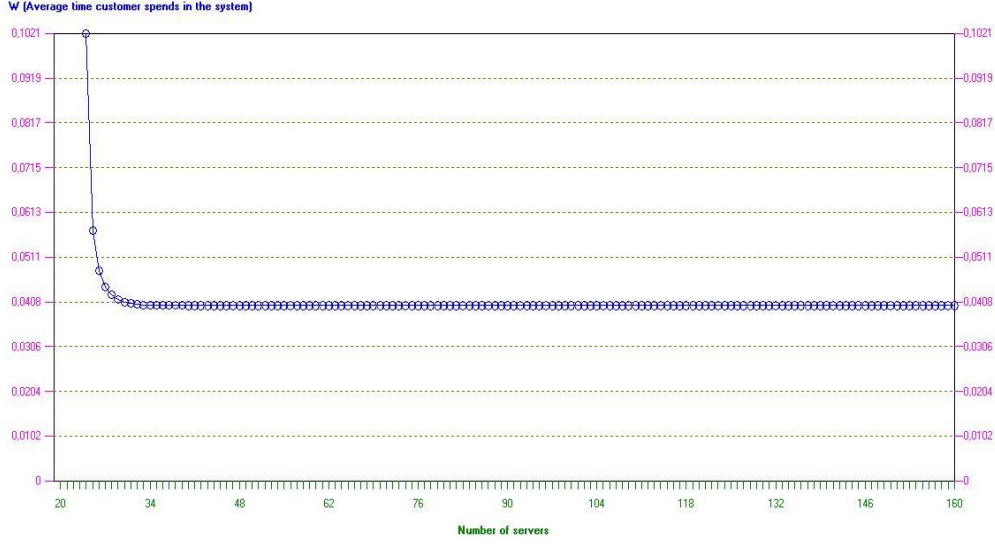
Şekil 10. Sistem Kullanım Oranının Müşteri Temsilcisi Sayısıyla İlişkisi

Analiz çıktılarından Şekil 10' da görüldüğü üzere sistem kullanım oranının yani sistem etkinliğinin maksimum (%97.67) olması için sistemde yaklaşık 25 müşteri temsilcisi çalışmalıdır. Sistemde çalışan müşteri temsilci sayısı arttıkça sistemin etkinliği azalmaktadır. Bunun nedeni ise; müşteri temsilcisi sayısı arttıkça sistemin kapasitesi artacak ancak gelen müşteri sayısı sabit kalacağından sistem kapasitesinin altında bir performansta çalışacaktır. Uygulamadaki çağrı merkezinde aynı anda 32 müşteri temsilcisi çalıştığından sistem kullanım oranı %68 ile %78 arasında bir değere denk gelmektedir. Daha önceki analiz çıktılarından da bu değer %73.50 olduğu görülmüştür.



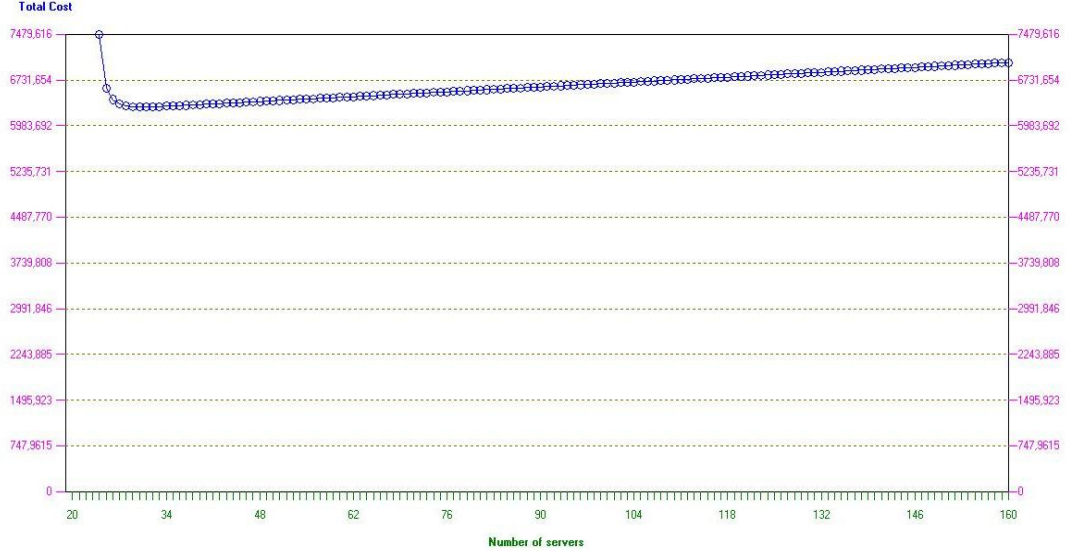
Şekil 11. Sistemde Bulunan Ortalama Müşteri Sayısıyla Servis Veren Müşteri Temsilcisi Sayısının İlişkisi

Analiz çıktılarından Şekil 11’ de görüldüğü üzere sistemde bulunan ortalama müşteri sayısı çağrı merkezinde çalışan müşteri temsilcisi sayısı arttıkça azalmakta ve bir süre sonra sabit kalmaktadır. Sistemde yaklaşık 25 müşteri temsilcisi çalıştığında sistemde yaklaşık 60 müşteri var iken müşteri temsilcisi sayısı arttıkça sistemde yaklaşık 24 müşteri olabileceği görülmektedir.



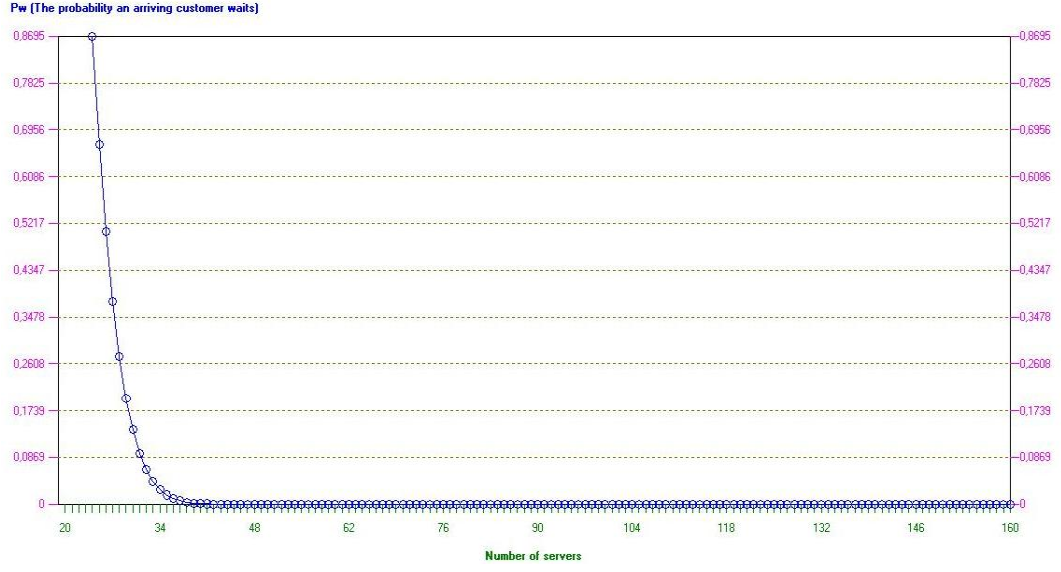
Şekil 12. Müşterinin Sistemde Geçirdiği Ortalama Sürenin Servis Veren Müşteri Temsilcisi Sayısıyla İlişkisi

Analiz çıktılarından Şekil 12’ de görüldüğü üzere müşteri temsilcisi sayısı yaklaşık olarak 25 iken müşterilerin sistemde geçirdikleri ortalama süre yaklaşık 6 dakikadır. Müşteri temsilcisi sayısı arttıkça müşterilerin sistemde geçirdikleri süre azalmakta ve yaklaşık 2,4 dakikada sabitlenmektedir. Analiz yapılmadan önce de bu müşteri temsilcilerinin ortalama konuşma süreleri olarak 2,4 dakika verilerden elde edilmiş ve bazı hesaplamalar bu değerle yapılmıştır. Müşteri temsilcisi sayısı gereğinden az iken müşteriler servis alabilmek için bekleyeceklerinden sistemde geçirecekleri süre de artacaktır. Ancak müşteri temsilcisi sayısı müşterilerin hiç beklemeden servis alacakları sayıya yükseltildiğinde müşteriler servis süresi kadar sistemde zaman geçireceklerinden grafikte yaklaşık 30 müşteri temsilcisinden fazla müşteri temsilcisi servis verdiği zaman müşterilerin sistemde geçirdikleri zaman 2,4 dakikada sabitlenmiştir.



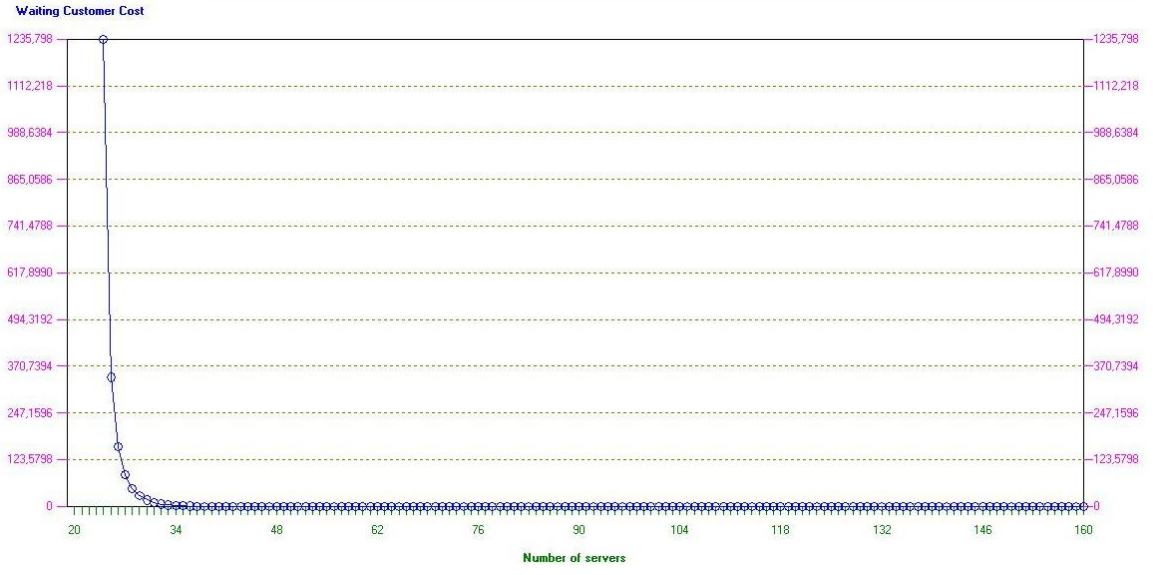
Şekil 13. Toplam Maliyetin Servis Veren Müşteri Temsilcisi Sayısıyla İlişkisi

Analiz çıktılarından Şekil 13’ te görüldüğü üzere toplam maliyet müşteri temsilcisi sayısı 20’ye yakın bir değer iken maksimum değerdedir ancak müşteri temsilcisi sayısı 30’a yaklaştıkça maliyet minimum olup müşteri temsilcisi sayısı arttıkça maliyet tekrar artmaktadır. Müşteri temsilcisi sayısı gereğinden az olduğu zaman kaçan çağrı fazla olacak ve bu nedenle oluşan maliyet büyük olacaktır. Optimum müşteri temsilcisi sayısına yaklaşıldıkça sistemin etkinliği arttığından maliyet düşer ve gereğinden fazla müşteri temsilcisi çalıştırıldığında sistem kapasitesinin altında bir performansla çalışılarak boşa kalma maliyetleri söz konusu olacağından toplam maliyet müşteri temsilcisi sayısı ile doğru orantılı olarak artmaya başlar.



Şekil 14. Sisteme Gelen Müşterinin Bekleme Olasılığının Servis Veren Müşteri Temsilcisi Sayısıyla İlişkisi

Analiz çıktılarından Şekil 14' te görüldüğü üzere sistemde bulunan müşterinin bekleme olasılığı müşteri temsilcisi sayısı 20'ye yakın iken 1'e yakındır. Yani gereğinden az müşteri temsilcisi çalıştırıldığında tüm müşteri temsilcilerinin meşgul olma olasılığı artacağından müşterinin de bekleme olasılığı artar. Müşteri temsilcisi sayısı arttıkça gelen müşterinin bekleme olasılığı düşerek yaklaşık 40 ve daha fazla müşteri temsilcisi aynı anda çalıştığında müşterinin bekleme olasılığı 0 olur.



Şekil 15. Sisteme Bekleyen Müşteri Maliyetinin Servis Veren Müşteri Temsilcisi Sayısıyla İlişkisi

Analiz çıktılarından Şekil 15’ te görüldüğü üzere servis veren müşteri temsilcisi sayısı ile müşterinin bekleme maliyeti ve müşterinin bekleme olasılığı grafikleri hemen hemen aynı eğriyi vermektedir. Müşterinin bekleme olasılığı arttıkça müşterinin sistemde beklemesinin şirkete yaratacağı maliyette artacaktır. Müşteri bekleme maliyeti yaklaşık 30 müşteri temsilcisi çalışırken 0’ a yaklaşarak sabitlenmiştir.

Tablo 10. Durağan Durum Olasılıkları

n	Sistemde n Müşteri Olması Olasılığı	Birikimli Olasılık
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0,0001	0,0001
8	0,0001	0,0002
9	0,0004	0,0006
10	0,0009	0,0015
11	0,0019	0,0034
12	0,0038	0,0072
13	0,0068	0,0139
14	0,0113	0,0253
15	0,0177	0,043
16	0,0259	0,0689
17	0,0358	0,1047
18	0,0466	0,1512
19	0,0574	0,2087
20	0,0673	0,276
21	0,0752	0,3512
22	0,0801	0,4312
23	0,0816	0,5129
24	0,0797	0,5926
25	0,0747	0,6673
26	0,0674	0,7347
27	0,0585	0,7931
28	0,049	0,8421
29	0,0396	0,8817
30	0,0309	0,9126
31	0,0234	0,936
32	0,0171	0,9531
33	0,0125	0,9656

n	Sistemde n Müşteri Olması Olasılığı	Birikimli Olasılık
34	0,0092	0,9748
35	0,0067	0,9816
36	0,0049	0,9865
37	0,0036	0,9901
38	0,0026	0,9928
39	0,0019	0,9947
40	0,0014	0,9961
41	0,001	0,9972
42	0,0008	0,9979
43	0,0006	0,9985
44	0,0004	0,9989
45	0,0003	0,9992
46	0,0002	0,9994
47	0,0002	0,9996
48	0,0001	0,9997
49	0,0001	0,9998
50	0,0001	0,9998
51	0	0,9999
52	0	0,9999
53	0	0,9999
54	0	1
55	0	1
56	0	1
57	0	1
58	0	1
59	0	1
60	0	1
61	0	1
62	0	1
63	0	1
64	0	1
65	0	1
66	0	1
67	0	1

n=50'den sonra 0 olduğu ve birikimli olasılıkların 1'e çok yaklaştığı yani mak.
50 kişinin sistemde olabileceği tablo 10' da görülmektedir.

Tablo 11. Servis Veren Müşteri Temsilcisi Sayısının Duyarlılık Analizi

Değer	Efektif Geliş Oranı	Sistem Kullanımı	L	Lq	Lb	W	Wq	Wb	Pw	Meşgul Sunucu Maliyeti	Boş Sunucu Maliyeti	Bekleyen Müşteri Maliyeti	Servis Alan Müşteri Maliyeti	Toplam Maliyet
32	586	0,7325	23,615 3	0,17 53	2,7383	0,040 3	0,000 3	0,0047	0,064	104,7768	48,792	5,9532	6135,849	6295,371
33	586	0,7103	23,543 5	0,10 35	2,4519	0,040 2	0,000 2	0,0042	0,042 2	104,7768	54,492	3,5134	6135,85	6298,632
34	586	0,6894	23,500 4	0,06 04	2,2197	0,040 1	0,000 1	0,0038	0,027 2	104,7768	60,192	2,0511	6135,849	6302,869
35	586	0,6697	23,474 8	0,03 48	2,0277	0,040 1	0,000 1	0,0035	0,017 2	104,7768	65,892	1,1819	6135,849	6307,7
36	586	0,6511	23,459 8	0,01 98	1,8662	0,04	0	0,0032	0,010 6	104,7768	71,592	0,6711	6135,849	6312,889
37	586	0,6335	23,451	0,01 1	1,7286	0,04	0	0,0029	0,006 4	104,7768	77,292	0,3751	6135,849	6318,293
38	586	0,6168	23,446 1	0,00 61	1,6099	0,04	0	0,0027	0,003 8	104,7768	82,992	0,2062	6135,85	6323,825
39	586	0,601	23,443 3	0,00 33	1,5064	0,04	0	0,0026	0,002 2	104,7768	88,692	0,1114	6135,849	6329,429
40	586	0,586	23,441 7	0,00 17	1,4155	0,04	0	0,0024	0,001 2	104,7768	94,392	0,0591	6135,849	6335,077
41	586	0,5717	23,440 9	0,00 09	1,3349	0,04	0	0,0023	0,000 7	104,7768	100,092	0,0308	6135,849	6340,749
42	586	0,5581	23,440 5	0,00 05	1,2629	0,04	0	0,0022	0,000 4	104,7768	105,792	0,0158	6135,849	6346,434
43	586	0,5451	23,440 2	0,00 02	1,1984	0,04	0	0,002	0,000 2	104,7768	111,492	0,0079	6135,849	6352,126
44	586	0,5327	23,440 1	0,00 01	1,1401	0,04	0	0,0019	0,000 1	104,7768	117,192	0,0039	6135,849	6357,822
45	586	0,5209	23,440 1	0,00 01	1,0872	0,04	0	0,0019	0,000 1	104,7768	122,892	0,0019	6135,849	6363,52
46	586	0,5096	23,44	0	1,039	0,04	0	0,0018	0	104,7768	128,592	0,0009	6135,85	6369,219
47	586	0,4987	23,44	0	0,9949	0,04	0	0,0017	0	104,7768	134,292	0,0004	6135,849	6374,919
48	586	0,4883	23,44	0	0,9544	0,04	0	0,0016	0	104,7768	139,992	0,0002	6135,849	6380,618
49	586	0,4784	23,44	0	0,9171	0,04	0	0,0016	0	104,7768	145,692	0,0001	6135,849	6386,318
50	586	0,4688	23,44	0	0,8825	0,04	0	0,0015	0	104,7768	151,392	0	6135,849	6392,018
51	586	0,4596	23,44	0	0,8505	0,04	0	0,0015	0	104,7768	157,092	0	6135,849	6397,718
52	586	0,4508	23,44	0	0,8207	0,04	0	0,0014	0	104,7768	162,792	0	6135,849	6403,418
53	586	0,4423	23,44	0	0,793	0,04	0	0,0014	0	104,7768	168,492	0	6135,849	6409,118
54	586	0,4341	23,44	0	0,767	0,04	0	0,0013	0	104,7768	174,192	0	6135,849	6414,818
55	586	0,4262	23,44	0	0,7427	0,04	0	0,0013	0	104,7768	179,892	0	6135,849	6420,518
56	586	0,4186	23,44	0	0,7199	0,04	0	0,0012	0	104,7768	185,592	0	6135,849	6426,218
57	586	0,4112	23,44	0	0,6985	0,04	0	0,0012	0	104,7768	191,292	0	6135,849	6431,918
58	586	0,4041	23,44	0	0,6782	0,04	0	0,0012	0	104,7768	196,992	0	6135,849	6437,618
59	586	0,3973	23,44	0	0,6592	0,04	0	0,0011	0	104,7768	202,692	0	6135,849	6443,318
60	586	0,3907	23,44	0	0,6411	0,04	0	0,0011	0	104,7768	208,392	0	6135,849	6449,018
61	586	0,3843	23,44	0	0,6241	0,04	0	0,0011	0	104,7768	214,092	0	6135,849	6454,718

62	586	0,3781	23,44	0	0,6079	0,04	0	0,001	0	104,7768	219,792	0	6135,849	6460,418
63	586	0,3721	23,44	0	0,5925	0,04	0	0,001	0	104,7768	225,492	0	6135,849	6466,118
64	586	0,3663	23,44	0	0,5779	0,04	0	0,001	0	104,7768	231,192	0	6135,849	6471,818
65	586	0,3606	23,44	0	0,564	0,04	0	0,001	0	104,7768	236,892	0	6135,849	6477,518
66	586	0,3552	23,44	0	0,5508	0,04	0	0,0009	0	104,7768	242,592	0	6135,849	6483,218
67	586	0,3499	23,44	0	0,5381	0,04	0	0,0009	0	104,7768	248,292	0	6135,849	6488,918
68	586	0,3447	23,44	0	0,526	0,04	0	0,0009	0	104,7768	253,992	0	6135,849	6494,618
69	586	0,3397	23,44	0	0,5145	0,04	0	0,0009	0	104,7768	259,692	0	6135,849	6500,318
70	586	0,3349	23,44	0	0,5034	0,04	0	0,0009	0	104,7768	265,392	0	6135,849	6506,018
71	586	0,3301	23,44	0	0,4929	0,04	0	0,0008	0	104,7768	271,092	0	6135,849	6511,718
72	586	0,3256	23,44	0	0,4827	0,04	0	0,0008	0	104,7768	276,792	0	6135,849	6517,418
73	586	0,3211	23,44	0	0,473	0,04	0	0,0008	0	104,7768	282,492	0	6135,849	6523,118
74	586	0,3168	23,44	0	0,4636	0,04	0	0,0008	0	104,7768	288,192	0	6135,849	6528,818
75	586	0,3125	23,44	0	0,4546	0,04	0	0,0008	0	104,7768	293,892	0	6135,849	6534,518
76	586	0,3084	23,44	0	0,446	0,04	0	0,0008	0	104,7768	299,592	0	6135,849	6540,218
77	586	0,3044	23,44	0	0,4376	0,04	0	0,0007	0	104,7768	305,292	0	6135,849	6545,918
78	586	0,3005	23,44	0	0,4296	0,04	0	0,0007	0	104,7768	310,992	0	6135,849	6551,618
79	586	0,2967	23,44	0	0,4219	0,04	0	0,0007	0	104,7768	316,692	0	6135,849	6557,318
80	586	0,293	23,44	0	0,4144	0,04	0	0,0007	0	104,7768	322,392	0	6135,849	6563,018
81	586	0,2894	23,44	0	0,4072	0,04	0	0,0007	0	104,7768	328,092	0	6135,849	6568,718
82	586	0,2859	23,44	0	0,4003	0,04	0	0,0007	0	104,7768	333,792	0	6135,849	6574,418
83	586	0,2824	23,44	0	0,3936	0,04	0	0,0007	0	104,7768	339,492	0	6135,849	6580,118
84	586	0,279	23,44	0	0,3871	0,04	0	0,0007	0	104,7768	345,192	0	6135,849	6585,818
85	586	0,2758	23,44	0	0,3808	0,04	0	0,0006	0	104,7768	350,892	0	6135,849	6591,518
86	586	0,2726	23,44	0	0,3747	0,04	0	0,0006	0	104,7768	356,592	0	6135,849	6597,218
87	586	0,2694	23,44	0	0,3688	0,04	0	0,0006	0	104,7768	362,292	0	6135,849	6602,918
88	586	0,2664	23,44	0	0,3631	0,04	0	0,0006	0	104,7768	367,992	0	6135,849	6608,618
89	586	0,2634	23,44	0	0,3575	0,04	0	0,0006	0	104,7768	373,692	0	6135,849	6614,318
90	586	0,2604	23,44	0	0,3522	0,04	0	0,0006	0	104,7768	379,392	0	6135,849	6620,018
91	586	0,2576	23,44	0	0,347	0,04	0	0,0006	0	104,7768	385,092	0	6135,849	6625,718
92	586	0,2548	23,44	0	0,3419	0,04	0	0,0006	0	104,7768	390,792	0	6135,849	6631,418
93	586	0,252	23,44	0	0,337	0,04	0	0,0006	0	104,7768	396,492	0	6135,849	6637,118
94	586	0,2494	23,44	0	0,3322	0,04	0	0,0006	0	104,7768	402,192	0	6135,849	6642,818
95	586	0,2467	23,44	0	0,3276	0,04	0	0,0006	0	104,7768	407,892	0	6135,849	6648,518
96	586	0,2442	23,44	0	0,323	0,04	0	0,0006	0	104,7768	413,592	0	6135,849	6654,218
97	586	0,2416	23,44	0	0,3187	0,04	0	0,0005	0	104,7768	419,292	0	6135,849	6659,918
98	586	0,2392	23,44	0	0,3144	0,04	0	0,0005	0	104,7768	424,992	0	6135,849	6665,618
99	586	0,2368	23,44	0	0,3102	0,04	0	0,0005	0	104,7768	430,692	0	6135,849	6671,318
100	586	0,2344	23,44	0	0,3062	0,04	0	0,0005	0	104,7768	436,392	0	6135,849	6677,018

Duyarlılık analizi grafiklerinde görsel olarak ve yaklaşık rakamlarla servis veren müşteri temsilcisi sayısının sistemin performans ölçümlerine olan etkisi tek tek incelemiştik. Tablo 11 'de servis veren müşteri temsilcisi sayısının tüm performans ölçümleriyle olan ilişkisini bir arada görebiliyoruz.

Tablo 12. Çağrı Merkezinin Kapasite Analizi

Sunucu Sayısı	Kuyruk Kapasitesi	Toplam Maliyet	Meşgul Sunucu Maliyeti	Boş Sunucu Maliyeti	Bekleyen Müşteri Maliyeti	Servis Verilen Müşteri Maliyeti	Atılan Müşteri Maliyeti	Kuyruk Kapasitesi Maliyeti
32	M	\$6295,3710	104,7768	48,792	5,9532	6135,849	0	0
33	M	\$6298,6320	104,7768	54,492	3,5134	6135,85	0	0
34	M	\$6302,8690	104,7768	60,192	2,0511	6135,849	0	0
35	M	\$6307,7000	104,7768	65,892	1,1819	6135,849	0	0
36	M	\$6312,8890	104,7768	71,592	0,6711	6135,849	0	0
37	M	\$6318,2930	104,7768	77,292	0,3751	6135,849	0	0
38	M	\$6323,8250	104,7768	82,992	0,2062	6135,85	0	0
39	M	\$6329,4290	104,7768	88,692	0,1114	6135,849	0	0
40	M	\$6335,0770	104,7768	94,392	0,0591	6135,849	0	0
41	M	\$6340,7490	104,7768	100,092	0,0308	6135,849	0	0
42	M	\$6346,4340	104,7768	105,792	0,0158	6135,849	0	0
43	M	\$6352,1260	104,7768	111,492	0,0079	6135,849	0	0
44	M	\$6357,8220	104,7768	117,192	0,0039	6135,849	0	0
45	M	\$6363,5200	104,7768	122,892	0,0019	6135,849	0	0
46	M	\$6369,2190	104,7768	128,592	0,0009	6135,85	0	0
47	M	\$6374,9190	104,7768	134,292	0,0004	6135,849	0	0
48	M	\$6380,6180	104,7768	139,992	0,0002	6135,849	0	0
49	M	\$6386,3180	104,7768	145,692	0,0001	6135,849	0	0
50	M	\$6392,0180	104,7768	151,392	0	6135,849	0	0
51	M	\$6397,7180	104,7768	157,092	0	6135,849	0	0
52	M	\$6403,4180	104,7768	162,792	0	6135,849	0	0
53	M	\$6409,1180	104,7768	168,492	0	6135,849	0	0
54	M	\$6414,8180	104,7768	174,192	0	6135,849	0	0
55	M	\$6420,5180	104,7768	179,892	0	6135,849	0	0
56	M	\$6426,2180	104,7768	185,592	0	6135,849	0	0
57	M	\$6431,9180	104,7768	191,292	0	6135,849	0	0
58	M	\$6437,6180	104,7768	196,992	0	6135,849	0	0
59	M	\$6443,3180	104,7768	202,692	0	6135,849	0	0
60	M	\$6449,0180	104,7768	208,392	0	6135,849	0	0
61	M	\$6454,7180	104,7768	214,092	0	6135,849	0	0
62	M	\$6460,4180	104,7768	219,792	0	6135,849	0	0
63	M	\$6466,1180	104,7768	225,492	0	6135,849	0	0
64	M	\$6471,8180	104,7768	231,192	0	6135,849	0	0
65	M	\$6477,5180	104,7768	236,892	0	6135,849	0	0
66	M	\$6483,2180	104,7768	242,592	0	6135,849	0	0
67	M	\$6488,9180	104,7768	248,292	0	6135,849	0	0
68	M	\$6494,6180	104,7768	253,992	0	6135,849	0	0
69	M	\$6500,3180	104,7768	259,692	0	6135,849	0	0
70	M	\$6506,0180	104,7768	265,392	0	6135,849	0	0
71	M	\$6511,7180	104,7768	271,092	0	6135,849	0	0
72	M	\$6517,4180	104,7768	276,792	0	6135,849	0	0

Sunucu Sayısı	Kuyruk Kapasitesi	Toplam Maliyet	Meşgul Sunucu Maliyeti	Boş Sunucu Maliyeti	Bekleyen Müşteri Maliyeti	Servis Verilen Müşteri Maliyeti	Atılan Müşteri Maliyeti	Kuyruk Kapasitesi Maliyeti
73	M	\$6523,1180	104,7768	282,492	0	6135,849	0	0
74	M	\$6528,8180	104,7768	288,192	0	6135,849	0	0
75	M	\$6534,5180	104,7768	293,892	0	6135,849	0	0
76	M	\$6540,2180	104,7768	299,592	0	6135,849	0	0
77	M	\$6545,9180	104,7768	305,292	0	6135,849	0	0
78	M	\$6551,6180	104,7768	310,992	0	6135,849	0	0
79	M	\$6557,3180	104,7768	316,692	0	6135,849	0	0
80	M	\$6563,0180	104,7768	322,392	0	6135,849	0	0
81	M	\$6568,7180	104,7768	328,092	0	6135,849	0	0
82	M	\$6574,4180	104,7768	333,792	0	6135,849	0	0
83	M	\$6580,1180	104,7768	339,492	0	6135,849	0	0
84	M	\$6585,8180	104,7768	345,192	0	6135,849	0	0
85	M	\$6591,5180	104,7768	350,892	0	6135,849	0	0
86	M	\$6597,2180	104,7768	356,592	0	6135,849	0	0
87	M	\$6602,9180	104,7768	362,292	0	6135,849	0	0
88	M	\$6608,6180	104,7768	367,992	0	6135,849	0	0
89	M	\$6614,3180	104,7768	373,692	0	6135,849	0	0
90	M	\$6620,0180	104,7768	379,392	0	6135,849	0	0
91	M	\$6625,7180	104,7768	385,092	0	6135,849	0	0
92	M	\$6631,4180	104,7768	390,792	0	6135,849	0	0
93	M	\$6637,1180	104,7768	396,492	0	6135,849	0	0
94	M	\$6642,8180	104,7768	402,192	0	6135,849	0	0
95	M	\$6648,5180	104,7768	407,892	0	6135,849	0	0
96	M	\$6654,2180	104,7768	413,592	0	6135,849	0	0
97	M	\$6659,9180	104,7768	419,292	0	6135,849	0	0
98	M	\$6665,6180	104,7768	424,992	0	6135,849	0	0
99	M	\$6671,3180	104,7768	430,692	0	6135,849	0	0
100	M	\$6677,0180	104,7768	436,392	0	6135,849	0	0
101	M	\$6682,7180	104,7768	442,092	0	6135,849	0	0
102	M	\$6688,4180	104,7768	447,792	0	6135,849	0	0
103	M	\$6694,1180	104,7768	453,492	0	6135,849	0	0
104	M	\$6699,8180	104,7768	459,192	0	6135,849	0	0
105	M	\$6705,5180	104,7768	464,892	0	6135,849	0	0
106	M	\$6711,2180	104,7768	470,592	0	6135,849	0	0
107	M	\$6716,9180	104,7768	476,292	0	6135,849	0	0
108	M	\$6722,6180	104,7768	481,992	0	6135,849	0	0
109	M	\$6728,3180	104,7768	487,692	0	6135,849	0	0
110	M	\$6734,0180	104,7768	493,392	0	6135,849	0	0
111	M	\$6739,7180	104,7768	499,092	0	6135,849	0	0
112	M	\$6745,4180	104,7768	504,792	0	6135,849	0	0
113	M	\$6751,1180	104,7768	510,492	0	6135,849	0	0

Duyarlılık analizi grafiklerinde görsel olarak ve yaklaşık rakamlarla servis veren müşteri temsilcisi sayısının sistem kapasitesi ve maliyetleri üzerine etkilerini incelemiştik. Tablo 12 'de servis veren müşteri temsilcisi sayısının maliyetlerle olan ilişkisini bir arada görebiliyoruz. 32 müşteri temsilcisinden daha fazla müşteri temsilcisi servis vermesi durumunda, müşteri temsilcisi sayısı arttıkça toplam maliyet ve sistem boşta maliyetleri artarken müşteri bekleme maliyeti azalmaktadır. Meşgul olan müşteri temsilcisi ve servis alan müşteri maliyetleri de sabittir.

SONUÇ

Teknolojik gelişmelere paralel olarak teknolojiyi takip edip yeni ve güncel donanım ve yazılımlara sahip olmanın yanında çağrı merkezi verimliliğinin de müşteri memnuniyeti açısından artırılması esastır. Verimliliğin artırılması için öncelikle doğru zamanda yeterli sayıda müşteri temsilcisinin çalıştırılması gerekmektedir. Bununla birlikte çalışacak müşteri temsilcilerinin nitelikleri iyi belirlenmeli ve eğitimleri yeterli olacak şekilde verilmelidir.

Problemin belirlenmesi, çözümü ve ardından yapılan analizlerde sistemde aynı anda çalışan müşteri sayısının aslında yeterli olmadığı, hatta toplam maliyeti olumsuz yönde etkileyecek düzeyde olduğu görülmüştür. Müşteri bekleme olasılığının minimum olduğu çalışan sayısı mevcut çalışan müşteri temsilcisi sayısından fazladır.

Ancak müşteri temsilcisi sayısının artırılması sistem kapasite kullanımını olumsuz yönde etkileyecektir. Hali hazırda yaklaşık %73 olan kapasite kullanımı, müşteri temsilcisi sayısı azaltıldıkça yukarılara çıkmaktadır. Sistem kapasite kullanımının yükseltilmesi için optimum bir müşteri temsilcisi sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde bu durum boşa kalma maliyetinin artmasına sebep olacaktır.

Servis süreleri optimum seviyededir. Mevcut durumda ortalama servis süresi 2,4 dakika olup, zaten müşteri temsilcisi sayısının çok fazla olması durumunda da bu sürede sabit kalacağı görülmektedir.

Tüm bu sonuçlara bakıldığında çağrı merkezinin hedefi olan ilk 20 saniyede %98 karşılama oranı hedefinin gerçekleştirilebilmesi için de çağrı merkezinde çalışan sayısının artırılması gerektiği bir gerçektir. Eğer yöneticilerin hedefi salt maliyeti düşürmek olsaydı yapılması gereken aynı anda çalışan müşteri temsilcisi sayısını düşürüp, sistem kapasite kullanımını maksimum düzeyde tutmak olacaktı. Ancak müşteri memnuniyetini esasen yöneticilerin aldığı karar bekleme sürelerini ve dolayısıyla bekleme olasılıklarını düşürmek olduğundan aynı anda çalışan müşteri temsilcisi sayısının makul şekilde artırılması gerekmektedir. Müşteri bekleme maliyetlerinin ve dolayısıyla toplam maliyetin sifira yaklaştığı durum yaklaşık 30

müşteri temsilcisinin aynı anda çalışmasıyla mümkün olacaktır. Mevcut verilerde ortalama aynı anda çalışan müşteri sayısının 32 olduğunu bulmuştuk. Zaten hali hazırda karşılama oranının %90 ile %96 arasında değişiklik göstermekle birlikte oldukça iyi bir değerde olduğu da bir gerçektir. Ancak yine de karşılama oranının hedef karşılama oranına çıkartılabilmesi için aynı anda çalışan müşteri sayısının maliyetler göze alınarak artırılması ve 40' a yaklaştırılması gerekecektir. Bu artış yapılırken bazı durumlara dikkat edilmesi gerekmektedir.

Haftanın ilk günleri, yani Pazartesi ve Salı günleri, çalışan sayısının artırılması kaçan çağrı sayısının daha düşük olmasını sağlayacak ve dolayısıyla karşılama oranını yükseltecektir. Yine yapılan analizlerde hafta içi 09.00-18.00 arasında gelen ve karşılanan çağrı rakamları arasındaki fark belirgin bir şekilde artmaktadır. Bu tip durumlara karşı vardiya planlarının gözden geçirilmesi ve günün saatlerine göre daha gerçekçi bir vardiya planı oluşturulması faydalı olacaktır. Dönemsel kampanyalarda, yaşanan dolandırıcılık olaylarında, yeni ürün sunumlarında ve benzeri durumlarda gelecek çağrı adedi vardiya planlama programları aracılığıyla tahmin edilememektedir. Dolayısıyla bu tip dönemler iyi takip edilmeli ve durumdan etkilenecek tahmini müşteri sayısı sorgulanarak, tahmini gelen çağrı adedine göre vardiya planları oluşturulmalıdır. Aksi durumda oluşacak maliyetler çağrı merkezi ve banka için olumsuz sonuçlar doğuracaktır.

Çağrı merkezleri müşteri ile doğrudan iletişim kurulan kanallardır ve müşteriler işlerini şubelere ya da ofislere gitmeden buldukları yerden beklemeden ve sorun yaşamadan tamamlamak isterler. Dolayısıyla çağrı merkezleri firmalar için yeni müşteriler kazanmak ve mevcut müşterileri elde tutmak için önemli bir hizmet kanalıdır. Çağrı merkezlerinde müşterilerin bekleme süreleri önemli olduğu kadar, müşteri temsilcisinin müşteriye karşı tavrı ve hitap şekilleri dolayısıyla da müşteri temsilcisi motivasyonu da önemlidir. Motivasyonunun yüksek tutulması için çalışanlara yönelik organizasyonların yapılması veya sosyal sorumluluk projelerine katılımın sağlanması müşteri temsilcisi verimliliğini de arttıracak, verimliliğin artması da daha az müşteri temsilcisiyle daha yüksek kapasite kullanımını beraberinde getirecek, bu durum da maliyetleri olumlu yönde etkileyecektir.

EKLER

Ek.1 . Çağrı Merkezi Verileri

Tarih	Gelen	Karşılanan	Cevap Gecikmesi	Ort. Cevap Gecikmesi	Maks. Cevap Gecikmesi	Limit Üstü Gecikme Adedi	Kaçan	Kaçan Çağrı Maks. Bekleme	Limit Sonrası Kaçan	Kendi Skilinde Gecikme	% Servis Oranı	Temsilci	Gün	Hafta	Ortalama Konuşma Süresi	Toplam Konuşma Süresi
01.11.2009	3690	3556	19:55:57	00:00:20	00:04:48	737	134	00:03:54	87	19:55:00	77,66937669	58	Pazar	Hafta sonu	00:02:27	01:30:26
02.11.2009	15681	14866	122:04:04	00:00:30	00:07:02	4217	797	00:19:50	583	121:43:55	69,35452978	163	Pazartesi	Hafta ici	00:02:29	14:35:54
03.11.2009	14579	14051	86:56:26	00:00:22	00:08:48	3380	521	00:05:30	330	86:37:59	74,54021411	151	Salı	Hafta ici	00:02:24	11:54:54
04.11.2009	13690	13329	61:58:14	00:00:17	00:05:29	2230	358	00:04:33	219	61:42:03	82,10710894	149	Çarşamba	Hafta ici	00:02:23	03:04:18
05.11.2009	14077	13739	58:56:12	00:00:15	00:05:18	2458	337	00:04:17	181	58:37:53	81,25177607	140	Perşembe	Hafta ici	00:02:23	18:08:34
06.11.2009	13539	13237	48:22:35	00:00:13	00:05:03	1843	298	00:03:58	169	48:05:34	85,13483561	142	Cuma	Hafta ici	00:02:21	15:14:49
07.11.2009	5976	5677	43:49:44	00:00:28	00:06:49	1659	299	00:06:40	220	43:46:50	68,55756359	72	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:19	02:25:32
08.11.2009	3344	3280	10:21:52	00:00:11	00:07:26	395	64	00:04:20	31	10:21:04	87,26076555	54	Pazar	Hafta sonu	00:02:19	06:56:02
09.11.2009	14770	14357	66:59:49	00:00:17	00:06:22	2821	413	00:15:05	240	66:42:16	79,27555856	156	Pazartesi	Hafta ici	00:02:26	07:39:38
10.11.2009	13295	12907	70:46:09	00:00:20	00:07:05	2589	385	00:05:53	258	70:31:27	78,58110141	140	Salı	Hafta ici	00:02:25	16:41:11
11.11.2009	13078	12751	50:10:27	00:00:14	00:05:48	1773	328	00:04:23	198	49:56:25	84,93004052	144	Çarşamba	Hafta ici	00:01:46	13:44:23
12.11.2009	12539	12130	64:39:35	00:00:19	00:09:48	2183	404	00:04:40	260	64:26:08	80,50901548	143	Perşembe	Hafta ici	00:02:29	21:38:09
13.11.2009	13226	12610	88:22:50	00:00:25	00:09:50	3283	615	00:08:17	441	88:08:20	71,84120983	144	Cuma	Hafta ici	00:02:29	17:10:23
14.11.2009	5768	5491	44:27:59	00:00:29	00:07:45	1736	277	00:06:19	215	44:24:49	66,17545076	67	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:23	01:52:21
15.11.2009	5778	5428	59:19:13	00:00:39	00:07:57	2288	350	00:06:32	249	59:16:44	56,09207338	64	Pazar	Hafta sonu	00:02:20	19:22:20
16.11.2009	18696	17342	225:27:33	00:00:47	00:11:16	7407	1342	00:05:46	1055	225:01:05	54,70991222	173	Pazartesi	Hafta ici	00:02:26	09:06:23
17.11.2009	16610	15802	140:32:10	00:00:32	00:08:12	5280	806	00:06:39	600	140:10:21	64,59537572	160	Salı	Hafta ici	00:02:25	12:26:12
18.11.2009	15563	15025	93:38:10	00:00:22	00:10:02	3670	537	00:08:11	368	93:17:55	74,05217838	155	Çarşamba	Hafta ici	00:02:29	23:25:49
19.11.2009	15565	15082	88:34:06	00:00:21	00:06:24	3610	480	00:13:39	305	88:15:04	74,84256522	168	Perşembe	Hafta ici	00:02:27	14:09:05
20.11.2009	15729	15350	63:43:44	00:00:15	00:06:11	2574	379	00:07:49	209	63:23:20	82,30656749	172	Cuma	Hafta ici	00:02:29	09:19:33
21.11.2009	6754	6526	36:29:14	00:00:20	00:07:43	1352	228	00:05:12	148	36:24:56	77,7909387	84	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:21	15:29:45
22.11.2009	4547	4431	17:35:59	00:00:14	00:08:13	750	116	00:07:14	71	17:34:06	81,94413899	63	Pazar	Hafta sonu	00:02:21	05:11:10
23.11.2009	17413	17045	59:19:33	00:00:13	00:07:29	2030	368	00:08:33	191	58:54:37	87,24516166	183	Pazartesi	Hafta ici	00:02:27	22:37:29
24.11.2009	17059	16495	90:35:17	00:00:20	00:07:58	3395	561	00:06:48	339	90:11:59	78,10741088	166	Salı	Hafta ici	00:02:25	17:36:30
25.11.2009	17331	16888	73:40:47	00:00:16	00:06:37	2977	442	00:05:45	247	73:16:30	81,39642239	181	Çarşamba	Hafta ici	00:02:28	22:23:15
26.11.2009	13049	12507	86:09:03	00:00:25	00:05:48	3043	541	00:04:46	348	85:54:52	74,01134273	165	Perşembe	Hafta ici	00:02:16	14:48:06
27.11.2009	2623	2597	02:51:00	00:00:04	00:05:46	56	26	00:02:19	6	02:50:18	97,63629432	55	Cuma	Hafta ici	00:02:17	02:33:24
28.11.2009	2689	2648	05:50:38	00:00:08	00:07:15	168	41	00:07:33	23	05:50:09	92,89698773	59	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:23	09:13:50
29.11.2009	2628	2578	05:02:02	00:00:07	00:04:31	158	50	00:06:03	20	05:01:30	93,22678843	51	Pazar	Hafta sonu	00:02:18	02:29:07
30.11.2009	4129	4033	13:29:03	00:00:12	00:08:59	454	96	00:05:35	60	13:27:56	87,55146525	66	Pazartesi	Hafta ici	00:02:19	12:02:38

Tarih	Gelen	Karşılanan	Cevap Gecikmesi	Ort. Cevap Gecikmesi	Maks. Cevap Gecikmesi	Limit Üstü Gecikme Adedi	Kaçan	Kaçan Çağrı Maks. Bekleme	Limit Sonrası Kaçan	Kendi Skilinde Gecikme	% Servis Oranı	Temsilci	Gün	Hafta	Ortalama Konuşma Süresi	Toplam Konuşma Süresi
01.12.2009	17287	16731	100:51:07	00:00:22	00:07:03	3675	556	00:05:52	399	100:27:16	76,43315786	175	Salı	Hafta içi	00:02:32	08:24:10
02.12.2009	17045	16533	93:37:47	00:00:20	00:09:03	3257	510	00:07:42	343	93:14:33	78,87695828	170	Çarşamba	Hafta içi	00:02:25	16:05:05
03.12.2009	15244	15095	29:29:53	00:00:07	00:07:08	947	148	00:05:49	54	29:11:06	93,43305124	177	Perşembe	Hafta içi	00:02:28	20:13:33
04.12.2009	15220	15015	35:03:13	00:00:08	00:04:54	1252	204	00:03:47	88	34:42:18	91,19521651	171	Cuma	Hafta içi	00:02:26	09:33:21
05.12.2009	6074	5900	34:01:48	00:00:21	00:05:03	1221	174	00:05:27	102	33:58:35	78,21863681	74	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:22	16:50:26
06.12.2009	4097	3948	20:44:21	00:00:19	00:09:10	656	148	00:08:14	105	20:43:26	81,42089844	59	Pazar	Hafta sonu	00:02:23	12:35:24
07.12.2009	17642	17258	64:30:20	00:00:13	00:06:47	2536	385	00:06:31	205	64:06:27	84,46409341	134	Pazartesi	Hafta içi	00:02:27	06:46:56
08.12.2009	15389	15016	66:15:24	00:00:16	00:06:22	2197	373	00:05:13	227	65:56:50	84,24848918	169	Salı	Hafta içi	00:02:31	05:58:19
09.12.2009	13945	13701	41:54:21	00:00:11	00:07:35	1452	244	00:04:49	125	41:39:46	88,6912872	166	Çarşamba	Hafta içi	00:02:27	07:08:11
10.12.2009	14603	14389	33:35:21	00:00:08	00:05:37	1132	213	00:05:04	96	33:18:07	91,59019312	166	Perşembe	Hafta içi	00:02:24	22:52:48
11.12.2009	14107	13689	272:43:33	00:01:12	200:26:40	2957	418	00:05:26	255	72:02:15	77,23116183	170	Cuma	Hafta içi	00:02:27	06:58:03
12.12.2009	5400	5289	19:20:54	00:00:13	00:05:03	687	111	00:05:14	62	19:18:56	86,12962963	74	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:26	22:43:52
13.12.2009	3826	3787	07:21:37	00:00:07	00:05:16	294	39	00:07:50	19	07:20:49	91,81913225	61	Pazar	Hafta sonu	00:02:21	04:35:54
14.12.2009	16225	15929	53:12:42	00:00:12	00:10:40	1952	295	00:07:47	167	52:52:34	86,93910256	173	Pazartesi	Hafta içi	00:02:28	05:44:12
15.12.2009	19069	18154	154:57:07	00:00:31	00:25:35	5492	916	00:16:40	673	154:32:30	67,67173571	175	Salı	Hafta içi	00:02:26	15:25:54
16.12.2009	16778	16142	113:24:59	00:00:25	00:09:44	3799	636	00:14:25	449	113:03:55	74,68113005	168	Çarşamba	Hafta içi	00:02:26	06:57:20
17.12.2009	16074	15675	58:02:22	00:00:13	00:07:45	2257	399	00:06:53	231	57:42:57	84,52158766	168	Perşembe	Hafta içi	00:02:26	11:12:03
18.12.2009	16286	15802	74:34:55	00:00:17	00:08:55	2632	484	00:10:33	302	74:14:36	81,98452659	173	Cuma	Hafta içi	00:02:28	23:30:16
19.12.2009	7108	6565	84:40:52	00:00:46	00:09:49	2320	543	00:08:38	448	84:37:18	61,05796286	96	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:21	17:08:19
20.12.2009	4984	4509	74:21:49	00:00:59	00:25:26	2070	472	00:11:23	392	74:21:07	50,57217426	70	Pazar	Hafta sonu	00:02:23	10:41:35
21.12.2009	18688	17751	139:44:31	00:00:28	00:09:29	4561	940	00:08:29	685	139:35:47	71,93301589	181	Pazartesi	Hafta içi	00:02:28	10:51:35
22.12.2009	17370	16494	147:57:10	00:00:32	00:11:33	4736	876	00:11:28	644	147:49:39	69,02705815	167	Salı	Hafta içi	00:02:27	03:02:15
23.12.2009	16338	15607	128:07:53	00:00:30	00:09:13	4259	717	00:08:06	505	128:01:31	70,81597648	162	Çarşamba	Hafta içi	00:02:25	05:35:19
24.12.2009	15072	14631	85:48:10	00:00:21	00:09:15	3068	455	00:06:34	314	85:42:16	77,58186398	164	Perşembe	Hafta içi	00:02:27	22:43:58
25.12.2009	16051	15528	75:07:41	00:00:17	00:09:33	2947	520	00:06:41	298	75:01:21	79,77941176	165	Cuma	Hafta içi	00:02:25	02:50:25
26.12.2009	6834	6591	36:53:06	00:00:20	00:19:13	1483	243	00:13:32	150	36:51:55	76,10477027	97	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:22	19:49:19
27.12.2009	4624	4322	40:55:53	00:00:34	00:13:04	1041	302	00:08:55	236	40:55:31	72,38321799	82	Pazar	Hafta sonu	00:02:21	00:41:06
28.12.2009	18302	17650	104:29:26	00:00:21	00:11:14	3884	647	00:12:16	405	104:21:07	76,55899874	187	Pazartesi	Hafta içi	00:02:26	18:49:52
29.12.2009	16418	15785	117:01:20	00:00:27	00:12:49	3878	633	00:10:28	443	116:54:50	73,68132537	176	Salı	Hafta içi	00:02:23	04:30:02
30.12.2009	16308	15534	133:07:57	00:00:31	00:08:37	4306	763	00:10:10	549	133:01:02	70,20924096	175	Çarşamba	Hafta içi	00:02:27	10:18:01
31.12.2009	14182	13935	37:38:32	00:00:10	00:06:45	1434	246	00:06:09	129	37:33:06	88,97821028	168	Perşembe	Hafta içi	00:02:23	00:13:09

Tarih	Gelen	Karşılanan	Cevap Gecikmesi	Ort. Cevap Gecikmesi	Maks. Cevap Gecikmesi	Limit Üstü Gecikme Adedi	Kaçan	Kaçan Çağrı Maks. Bekleme	Limit Sonrası Kaçan	Kendi Skilinde Gecikme	% Servis Oranı	Temsilci	Gün	Hafta	Ortalama Konuşma Süresi	Toplam Konuşma Süresi
01.01.2010	7146	6526	93:13:31	00:00:51	00:11:09	2969	620	00:10:04	504	93:12:32	51,39938427	73	Cuma	Hafta ici	00:02:18	10:37:59
02.01.2010	6027	5838	31:21:18	00:00:19	00:09:34	1183	189	00:06:29	130	31:20:30	78,21470051	76	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:17	06:26:58
03.01.2010	5494	4920	84:13:52	00:01:02	00:15:26	2094	574	00:10:46	489	84:13:07	52,98507463	61	Pazar	Hafta sonu	00:02:33	17:31:40
04.01.2010	20512	18680	303:29:17	00:00:58	00:12:22	8693	1790	00:10:38	1460	303:17:44	50,40058622	177	Pazartesi	Hafta ici	00:02:32	21:52:56
05.01.2010	20432	17621	433:12:52	00:01:29	00:20:12	9845	2736	00:19:33	2392	433:02:59	39,88799921	168	Salı	Hafta ici	00:02:33	03:34:35
06.01.2010	18316	16427	292:04:14	00:01:04	00:19:11	6879	1862	00:11:13	1602	291:55:07	53,62786374	163	Çarşamba	Hafta ici	00:02:30	11:55:35
07.01.2010	18740	17234	253:55:51	00:00:53	00:08:39	7599	1492	00:09:13	1222	253:46:36	52,89437146	169	Perşembe	Hafta ici	00:02:24	18:20:49
08.01.2010	17169	15837	216:43:53	00:00:49	00:12:07	5632	1315	00:10:35	1076	216:36:07	60,89085821	158	Cuma	Hafta ici	00:02:25	14:59:19
09.01.2010	7084	6428	103:46:18	00:00:58	00:13:43	2792	656	00:10:32	554	103:45:19	52,76679842	74	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:25	19:19:05
10.01.2010	5025	4477	84:51:30	00:01:08	00:11:37	2249	548	00:09:27	460	84:51:07	46,08955224	60	Pazar	Hafta sonu	00:02:22	09:11:07
11.01.2010	18028	16945	195:32:16	00:00:42	00:15:26	6030	1068	00:14:24	833	195:22:27	61,89973908	204	Pazartesi	Hafta ici	00:02:28	00:03:13
12.01.2010	17185	16120	185:06:36	00:00:41	00:08:29	5577	1041	00:08:17	809	184:58:35	62,78771633	190	Salı	Hafta ici	00:02:28	15:16:44
13.01.2010	15982	15700	40:55:07	00:00:09	00:07:11	1785	267	00:04:46	117	40:49:16	88,08793136	198	Çarşamba	Hafta ici	00:02:31	09:27:51
14.01.2010	16198	15795	53:49:06	00:00:12	00:10:24	1818	402	00:07:13	235	53:43:08	87,32481324	194	Perşembe	Hafta ici	00:02:28	01:42:20
15.01.2010	21107	20197	149:04:35	00:00:27	00:07:58	5961	873	00:07:50	612	148:51:53	68,80398671	200	Cuma	Hafta ici	00:02:24	15:04:43
16.01.2010	11184	10310	115:49:09	00:00:40	00:11:40	2929	865	00:09:43	656	115:46:13	67,91946309	135	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:20	18:11:04
17.01.2010	5989	5750	34:10:53	00:00:21	00:25:10	1100	236	00:18:51	171	34:09:20	78,76712329	91	Pazar	Hafta sonu	00:02:21	09:12:35
18.01.2010	21743	20610	198:46:23	00:00:35	00:28:40	6797	1088	00:11:05	825	198:22:56	64,87233846	217	Pazartesi	Hafta ici	00:02:31	00:05:16
19.01.2010	18610	18198	70:11:52	00:00:14	00:07:13	2656	409	00:08:10	272	69:53:18	84,26398667	217	Salı	Hafta ici	00:02:28	04:53:41
20.01.2010	19314	18884	77:37:18	00:00:15	00:10:46	3337	430	00:07:02	248	77:17:54	81,43833489	209	Çarşamba	Hafta ici	00:02:28	09:12:30
21.01.2010	20231	19417	123:24:33	00:00:23	00:13:10	4730	810	00:09:43	561	123:03:01	73,8418945	225	Perşembe	Hafta ici	00:02:24	10:52:28
22.01.2010	19814	18961	127:19:01	00:00:24	00:09:36	4866	846	00:16:55	580	126:55:27	72,50467007	219	Cuma	Hafta ici	00:02:25	18:35:46
23.01.2010	7164	6679	71:42:56	00:00:39	00:09:33	2439	485	00:11:43	358	71:39:55	60,95756561	116	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:25	05:24:36
24.01.2010	4775	4517	42:39:35	00:00:34	00:11:06	1501	257	00:07:26	184	42:37:49	64,70465019	60	Pazar	Hafta sonu	00:02:19	07:00:18
25.01.2010	19818	19060	118:23:57	00:00:22	00:08:18	4117	753	00:07:56	521	118:02:46	76,59112704	224	Pazartesi	Hafta ici	00:02:28	17:07:59
26.01.2010	20377	19299	209:08:22	00:00:39	00:11:38	7598	1022	00:09:45	788	208:46:25	58,73234585	222	Salı	Hafta ici	00:02:35	15:11:32
27.01.2010	20625	19935	133:50:56	00:00:24	00:07:21	5475	677	00:07:02	456	133:26:32	71,22549971	228	Çarşamba	Hafta ici	00:02:30	12:13:33
28.01.2010	19704	19175	109:17:54	00:00:21	00:11:36	4188	516	00:08:19	347	108:58:03	76,96917373	218	Perşembe	Hafta ici	00:02:26	07:42:43
29.01.2010	18826	18371	85:45:04	00:00:17	00:05:53	3623	436	00:09:49	286	85:26:18	79,21518584	222	Cuma	Hafta ici	00:02:28	10:03:05
30.01.2010	7507	7145	57:52:35	00:00:29	00:12:47	1972	358	00:09:47	272	57:49:07	70,09196321	129	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:18	10:50:01
31.01.2010	5268	4981	34:53:57	00:00:25	00:07:26	1476	286	00:05:54	217	34:52:45	67,85646478	181	Pazar	Hafta sonu	00:02:17	20:54:32

Tarih	Gelen	Karşılanan	Cevap Gecikmesi	Ort. Cevap Gecikmesi	Maks. Cevap Gecikmesi	Limit Üstü Gecikme Adedi	Kaçan	Kaçan Çağrı Maks. Bekleme	Limit Sonrası Kaçan	Kendi Skilinde Gecikme	% Servis Oranı	Temsilci	Gün	Hafta	Ortalama Konuşma Süresi	Toplam Konuşma Süresi
01.02.2010	21268	20677	111:33:51	00:00:19	00:08:50	5325	580	00:09:33	346	111:10:26	73,32172931	229	Pazartesi	Hafta ici	00:02:26	00:23:50
02.02.2010	19094	18737	66:35:41	00:00:13	00:06:55	2950	356	00:05:04	184	66:16:18	83,58560729	221	Salı	Hafta ici	00:02:26	17:29:28
03.02.2010	18023	17693	60:53:45	00:00:12	00:09:10	2586	330	00:07:49	162	60:37:40	84,75281585	217	Çarşamba	Hafta ici	00:02:25	17:16:37
04.02.2010	16797	16436	62:05:39	00:00:14	00:05:44	2852	361	00:03:24	176	61:48:31	81,97297136	210	Perşembe	Hafta ici	00:02:29	08:05:59
05.02.2010	16487	16222	47:04:28	00:00:10	00:11:28	1956	264	00:09:05	127	46:49:29	87,365037	216	Cuma	Hafta ici	00:02:27	15:29:54
06.02.2010	7007	6697	51:19:59	00:00:28	00:05:49	1831	310	00:06:02	214	51:14:09	70,81489939	81	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:15	11:03:11
07.02.2010	5090	4874	30:30:40	00:00:23	00:09:36	1170	216	00:07:19	153	30:23:36	74,00785855	63	Pazar	Hafta sonu	00:02:14	13:50:34
08.02.2010	18662	18364	52:34:36	00:00:10	00:10:55	2151	298	00:09:50	157	51:39:52	87,63262244	223	Pazartesi	Hafta ici	00:02:27	03:56:50
09.02.2010	17253	16987	57:58:11	00:00:12	00:07:21	2474	266	00:21:30	134	57:08:38	84,88378833	218	Salı	Hafta ici	00:02:27	21:38:45
10.02.2010	16080	15781	49:10:27	00:00:11	00:05:43	2006	288	00:07:16	148	48:26:05	86,59530774	211	Çarşamba	Hafta ici	00:02:27	20:18:38
11.02.2010	15572	15399	30:42:16	00:00:07	00:11:59	1290	170	00:05:51	65	29:59:23	91,29680776	204	Perşembe	Hafta ici	00:02:25	21:14:55
12.02.2010	16551	16231	52:34:37	00:00:12	00:11:30	2097	318	00:06:39	179	51:47:34	86,24690314	209	Cuma	Hafta ici	00:02:23	19:27:55
13.02.2010	6890	6476	69:04:50	00:00:38	00:09:42	2608	409	00:09:36	330	68:54:08	57,3275236	81	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:18	08:45:01
14.02.2010	5283	4762	65:14:29	00:00:49	00:27:25	1989	504	00:30:58	447	65:07:06	53,74097987	64	Pazar	Hafta sonu	00:02:21	19:07:47
15.02.2010	24176	22888	210:29:10	00:00:33	00:21:18	7274	1229	00:25:26	966	209:12:17	65,83322967	231	Pazartesi	Hafta ici	00:02:22	12:23:28
16.02.2010	20439	19730	126:26:29	00:00:23	00:14:29	4732	699	00:14:16	511	125:27:16	74,33550345	219	Salı	Hafta ici	00:02:23	13:44:27
17.02.2010	18759	18328	78:57:10	00:00:16	00:21:41	3026	420	00:18:39	270	78:02:28	82,41945808	229	Çarşamba	Hafta ici	00:02:25	17:17:28
18.02.2010	17573	17087	76:53:45	00:00:16	00:08:13	2795	478	00:14:12	324	76:02:36	82,24309707	217	Perşembe	Hafta ici	00:02:22	02:08:30
19.02.2010	17400	17039	57:22:38	00:00:12	00:09:09	2202	354	00:09:27	171	56:33:21	86,35658023	204	Cuma	Hafta ici	00:02:22	22:12:11
20.02.2010	8608	7861	94:47:16	00:00:43	00:10:04	2713	741	00:10:33	613	94:32:34	61,33457336	92	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:08	16:32:59
21.02.2010	5294	4810	60:19:19	00:00:45	00:26:11	1913	482	00:19:04	404	60:12:35	56,21693122	66	Pazar	Hafta sonu	00:02:22	21:13:32
22.02.2010	19877	19261	117:09:35	00:00:22	00:08:16	5004	590	00:09:57	387	116:09:47	72,84267795	222	Pazartesi	Hafta ici	00:02:23	22:58:11
23.02.2010	18583	17727	147:12:02	00:00:30	00:11:53	5198	834	00:09:45	600	146:16:21	68,76245892	209	Salı	Hafta ici	00:02:24	13:27:58
24.02.2010	18722	17956	130:30:29	00:00:26	00:09:32	4665	749	00:18:10	540	129:34:44	72,17321572	213	Çarşamba	Hafta ici	00:02:24	00:11:51
25.02.2010	17317	16731	94:23:56	00:00:20	00:11:24	3837	550	00:11:40	356	93:34:08	75,73635785	220	Perşembe	Hafta ici	00:02:22	10:27:48
26.02.2010	20227	19496	114:23:10	00:00:21	00:13:38	4699	687	00:08:26	427	113:20:10	74,60238815	227	Cuma	Hafta ici	00:02:18	02:26:07
27.02.2010	9296	8498	136:17:50	00:00:58	00:14:29	3739	786	00:08:51	637	136:00:27	52,86514433	122	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:16	09:01:18
28.02.2010	6004	5505	79:02:30	00:00:52	00:13:40	2513	494	00:13:41	402	78:53:50	51,40856809	68	Pazar	Hafta sonu	00:02:18	19:43:37

Tarih	Gelen	Karşılanan	Cevap Gecikmesi	Ort. Cevap Gecikmesi	Maks. Cevap Gecikmesi	Limit Üstü Gecikme Adedi	Kaçan	Kaçan Çağrı Maks. Bekleme	Limit Sonrası Kaçan	Kendi Skilinde Gecikme	% Servis Oranı	Temsilci	Gün	Hafta	Ortalama Konuşma Süresi	Toplam Konuşma Süresi
01.03.2010	22975	21417	257:42:01	00:00:43	00:19:52	8112	1479	00:19:06	1150	256:30:26	59,54751922	230	Pazartesi	Hafta ici	00:02:23	11:34:39
02.03.2010	20010	18880	169:00:11	00:00:32	00:44:28	5568	1103	00:11:28	904	168:03:24	67,6124706	218	Salı	Hafta ici	00:02:24	12:58:44
03.03.2010	18156	17317	116:01:04	00:00:24	00:11:40	4134	728	00:18:09	540	115:06:43	74,09808811	220	Çarşamba	Hafta ici	00:02:23	16:12:36
04.03.2010	17693	16671	152:17:55	00:00:33	00:15:57	4993	923	00:19:16	739	151:28:47	67,42071161	216	Perşembe	Hafta ici	00:02:24	19:40:19
05.03.2010	17654	16619	138:49:12	00:00:30	00:15:42	4904	932	00:12:15	714	138:00:59	67,9904279	215	Cuma	Hafta ici	00:02:19	17:26:09
06.03.2010	7271	6998	37:31:26	00:00:19	00:13:21	1433	257	00:25:32	172	37:19:38	77,87732598	95	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:18	04:39:22
07.03.2010	5501	5091	64:13:16	00:00:45	00:17:30	1909	415	00:18:10	347	64:06:50	59,02651653	71	Pazar	Hafta sonu	00:02:23	09:52:31
08.03.2010	19235	18600	107:01:03	00:00:21	00:11:27	4402	537	00:39:03	342	106:39:28	75,21032555	224	Pazartesi	Hafta ici	00:02:24	01:57:53
09.03.2010	18003	17534	72:38:14	00:00:15	00:11:39	2774	404	00:10:32	247	72:17:52	83,1586576	213	Salı	Hafta ici	00:02:20	08:29:51
10.03.2010	16592	16277	42:40:24	00:00:09	00:08:44	1470	279	00:07:37	152	42:22:29	90,20294757	216	Çarşamba	Hafta ici	00:02:22	17:54:46
11.03.2010	15822	15486	44:06:47	00:00:10	00:08:43	1675	279	00:24:57	145	43:50:36	88,45543926	209	Perşembe	Hafta ici	00:02:21	08:37:24
12.03.2010	16445	16067	56:19:22	00:00:13	00:06:37	2514	314	00:11:06	177	56:02:33	83,57243148	214	Cuma	Hafta ici	00:02:22	11:39:00
13.03.2010	6948	6561	50:18:38	00:00:28	00:17:47	1792	380	00:18:24	302	50:12:42	69,83143639	94	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:23	20:39:57
14.03.2010	4918	4699	31:12:52	00:00:24	00:09:08	1190	198	00:09:34	146	31:08:49	72,71799061	76	Pazar	Hafta sonu	00:02:19	13:50:25
15.03.2010	23274	22102	173:57:00	00:00:28	00:16:49	6313	1029	00:15:57	813	173:30:50	69,19285807	226	Pazartesi	Hafta ici	00:02:25	02:05:53
16.03.2010	20410	19600	117:21:14	00:00:22	00:10:46	4657	697	00:23:36	522	116:59:30	74,48391388	217	Salı	Hafta ici	00:02:24	17:34:29
17.03.2010	19014	18334	94:57:40	00:00:19	00:20:28	3521	578	00:13:25	408	94:37:13	79,2248308	215	Çarşamba	Hafta ici	00:02:26	23:50:53
18.03.2010	17281	16942	49:03:57	00:00:10	00:13:58	1781	320	00:10:40	187	48:44:18	88,59923531	210	Perşembe	Hafta ici	00:02:27	17:40:33
19.03.2010	17878	17456	54:54:42	00:00:11	00:12:52	2289	378	00:11:36	220	53:52:56	85,93136705	211	Cuma	Hafta ici	00:02:22	15:36:08
20.03.2010	7417	6945	62:49:44	00:00:33	00:16:07	1893	461	00:21:47	371	62:43:25	69,43019174	109	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:20	05:24:10
21.03.2010	5233	5004	36:25:03	00:00:26	00:08:05	1439	212	00:08:58	145	36:20:37	69,63190184	78	Pazar	Hafta sonu	00:02:19	01:44:25
22.03.2010	21057	20081	143:15:01	00:00:26	00:09:10	4695	843	00:13:51	625	142:52:25	74,57465112	222	Pazartesi	Hafta ici	00:02:24	13:26:45
23.03.2010	18817	18171	99:24:21	00:00:20	00:10:33	4370	535	00:23:21	352	99:03:43	74,75676254	203	Salı	Hafta ici	00:02:24	08:40:33
24.03.2010	17511	16875	90:20:02	00:00:19	00:09:43	3682	514	00:11:44	349	90:01:54	76,81867847	199	Çarşamba	Hafta ici	00:02:26	11:39:33
25.03.2010	17321	16673	106:29:16	00:00:23	00:12:19	3947	580	00:09:42	391	106:10:26	74,85654669	200	Perşembe	Hafta ici	00:02:23	15:23:53
26.03.2010	18516	17756	113:58:15	00:00:23	00:16:44	4867	658	00:18:18	424	113:36:49	71,26642772	195	Cuma	Hafta ici	00:02:23	07:36:33
27.03.2010	7533	7065	63:16:34	00:00:32	00:12:18	1887	468	00:08:46	371	63:10:27	70,02522235	98	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:18	06:18:50
28.03.2010	4551	4252	28:27:02	00:00:24	00:08:36	1117	283	00:09:05	184	28:23:24	71,31201764	70	Pazar	Hafta sonu	00:02:23	00:54:22
29.03.2010	20137	18829	182:08:01	00:00:35	00:17:56	6671	1091	00:15:05	839	181:47:07	62,29919679	202	Pazartesi	Hafta ici	00:02:25	12:44:54
30.03.2010	18200	17244	163:57:58	00:00:34	00:16:09	5852	800	00:19:21	614	163:38:51	64,16537353	195	Salı	Hafta ici	00:02:26	04:40:25
31.03.2010	17688	16858	126:21:30	00:00:27	00:14:18	5026	668	00:10:41	504	126:02:41	68,44687892	195	Çarşamba	Hafta ici	00:02:24	01:45:52

Tarih	Gelen	Karşılana	Cevap Gecikmesi	Ort. Cevap Gecikmesi	Maks. Cevap Gecikmesi	Limit Üstü Gecikme Adedi	Kaçan	Kaçan Çağrı Maks. Bekleme	Limit Sonrası Kaçan	Kendi Skilinde Gecikme	% Servis Oranı	Temsilci	Gun	Hafta	Ortalama Konuşma Süresi	Toplam Konuşma Süresi
01.04.2010	17791	17048	124:58:37	00:00:26	00:09:23	4553	621	00:30:16	435	124:38:21	71,76976626	197	Perşembe	Hafta ici	00:02:26	19:58:58
02.04.2010	16903	16323	97:30:25	00:00:22	00:06:23	4178	486	00:05:43	327	97:15:30	73,19888155	180	Cuma	Hafta ici	00:02:23	23:49:58
03.04.2010	7329	6932	60:59:49	00:00:32	00:16:10	2394	385	00:12:02	288	60:54:39	63,34563346	92	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:22	08:45:53
04.04.2010	4912	4644	36:55:14	00:00:29	00:10:29	1321	260	00:08:14	196	36:51:42	69,06606852	74	Pazar	Hafta sonu	00:02:21	14:26:22
05.04.2010	19638	18432	166:02:31	00:00:32	00:09:12	5588	1041	00:09:30	819	165:42:29	67,09803317	205	Pazartesi	Hafta ici	00:02:20	20:30:01
06.04.2010	18560	17373	181:41:13	00:00:38	00:06:50	6056	1023	00:48:00	787	181:11:24	62,80169602	196	Salı	Hafta ici	00:02:24	21:09:55
07.04.2010	18125	16942	166:30:59	00:00:35	00:07:17	5930	1014	00:20:03	801	166:03:44	62,51392292	198	Çarşamba	Hafta ici	00:02:22	22:17:17
08.04.2010	14373	13924	74:41:40	00:00:19	00:08:50	2327	378	00:33:24	287	74:27:05	81,72283597	205	Perşembe	Hafta ici	00:02:08	13:58:45
09.04.2010	17719	17254	85:31:33	00:00:18	00:07:29	3089	359	00:12:09	283	85:30:46	80,85505025	216	Cuma	Hafta ici	00:02:30	23:59:28
10.04.2010	7223	6794	65:35:57	00:00:35	00:18:32	2080	411	00:12:06	356	65:35:52	66,19014573	97	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:20	00:20:13
11.04.2010	4737	4361	58:33:38	00:00:48	00:09:07	2033	365	00:10:34	305	58:33:33	50,52898857	67	Pazar	Hafta sonu	00:02:30	13:54:19
12.04.2010	17892	17325	100:18:31	00:00:21	00:07:11	4231	449	00:06:01	343	100:16:33	74,26578148	207	Pazartesi	Hafta ici	00:02:26	07:35:44
13.04.2010	16734	15876	134:03:09	00:00:30	00:18:22	4395	735	00:13:13	607	134:00:57	69,887424	192	Salı	Hafta ici	00:02:26	18:46:44
14.04.2010	16153	15542	115:05:15	00:00:27	00:08:47	4489	551	00:06:49	432	115:03:50	69,4214876	199	Çarşamba	Hafta ici	00:02:24	21:17:01
15.04.2010	17386	16538	147:21:10	00:00:32	00:09:39	4648	716	00:14:19	591	147:20:50	69,63602643	204	Perşembe	Hafta ici	00:02:25	17:31:09
16.04.2010	19219	17945	186:29:25	00:00:37	00:12:21	5618	1115	00:10:32	956	186:26:36	65,5089192	203	Cuma	Hafta ici	00:02:26	06:08:36
17.04.2010	7958	7256	103:13:08	00:00:51	00:15:15	2557	682	00:18:41	607	103:13:08	60,14109347	86	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:22	22:30:02
18.04.2010	5455	4839	80:26:19	00:01:00	00:28:26	2182	602	00:24:39	536	80:25:52	50,04594744	71	Pazar	Hafta sonu	00:02:22	23:06:46
19.04.2010	20667	19370	189:51:06	00:00:35	00:16:30	5934	1047	00:27:11	886	189:48:52	66,59646373	212	Pazartesi	Hafta ici	00:02:27	00:50:58
20.04.2010	19463	18365	165:42:38	00:00:32	00:07:46	6283	856	00:30:21	699	165:39:52	63,67514697	216	Salı	Hafta ici	00:02:26	22:50:57
21.04.2010	18571	17707	142:40:56	00:00:29	00:12:49	6041	696	00:22:55	535	142:38:02	64,26669565	210	Çarşamba	Hafta ici	00:02:30	18:07:50
22.04.2010	18247	17105	195:28:17	00:00:41	00:11:06	6606	994	00:08:44	824	195:25:53	58,94800818	197	Perşembe	Hafta ici	00:02:32	02:50:42
23.04.2010	8553	7952	88:33:16	00:00:40	00:14:54	2340	564	00:09:47	483	88:33:05	66,8506341	104	Cuma	Hafta ici	00:02:22	00:40:46
24.04.2010	6419	6137	42:33:31	00:00:25	00:11:19	1334	268	00:14:56	221	42:33:25	75,72209212	89	Cumartesi	Hafta sonu	00:02:26	08:34:11
25.04.2010	4556	4457	21:46:07	00:00:18	00:08:32	883	92	00:04:31	64	21:46:07	79,18223785	78	Pazar	Hafta sonu	00:02:27	14:09:21
26.04.2010	22012	20071	299:49:42	00:00:54	00:10:29	7107	1717	00:23:50	1505	299:46:57	60,47365522	219	Pazartesi	Hafta ici	00:02:34	20:15:47
27.04.2010	19475	17722	248:53:03	00:00:51	00:11:40	6242	1560	00:18:42	1370	248:50:50	60,52276735	214	Salı	Hafta ici	00:02:32	05:11:06
28.04.2010	18461	17290	173:38:15	00:00:36	00:09:44	5107	986	00:24:27	831	173:36:18	67,50930182	214	Çarşamba	Hafta ici	00:02:27	09:38:26
29.04.2010	16114	15679	64:48:31	00:00:15	00:05:44	2976	307	00:10:25	205	64:47:39	80,10133867	212	Perşembe	Hafta ici	00:02:29	01:02:45
30.04.2010	16366	15652	105:56:26	00:00:24	00:07:31	3909	576	00:05:53	447	105:55:19	73,15750555	206	Cuma	Hafta ici	00:02:29	01:35:45

KAYNAKÇA

- Adan, Ivo, J. Resing. **Queueing Theory**, Eindhoven: Eindhoven University of Technology, 2001
- Aguir , Salah, F. Karaesmen, O. Akşin, F. Chauvet. **The Impact Of Retrials On Call Center Performance, OR Spectrum**, New York : Spriner Werlang Inc, 2004
- Allen, Arnold O. . **Probability, Statistics, And Queueing Theory: With Computer Science Applications** , San Diago, CA :Academic Press Professional, Inc., 1990
- Bağırkan , Şemsettin. **Bekleme Hattı (Kuyruk) Teorisi ve Uygulanması Doçentlik Tezi**, İstanbul: İstanbul İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi
- Bhat, Narayan. **An Introduction to Queueing Theory**, ABD Dallas TX : Birkhouser, 2008
- Bircan, H., Y. Karagöz ve Y. Kasapoğlu. **Ki – Kare ve Kolmogorov Smirnov Uygunluk Testlerinin Simülasyon ile Elde Edilen Veriler Üzerinde Karşılaştırılması**, C.Ü. İ.İ.B Dergisi Cilt 4 Sayı 1, 2003,<http://eskiweb.cumhuriyet.edu.tr/edergi/makale/166.pdf>, (28.06.2010)
- Blumenfeld, Dennis. **Operations Research Calculations Handbook**,Florida:CRC Press LLC, 2001
- Bosq, Denis ,Nguyễn Hung T. . **A Course in Stochastic Processes: Stochastic Models and Statistical Inference**, ABD: Kluwer, 1996
- Brown, Lawrance, N. Gans, A. Mandelbaum, A. Sakov, H. Shen, S. Zeltyn, L. Zhao. **Statical Analysis of A Telephone Call Center: A Queueing-Science Perspective**, Philadelphia: University of Pennsylvania, 2002
- Cox, D. Roxbee , W. L. Smith, **Queues**, London: Chapman and Hall, 1971
- Daskin, Mark S.. **Service Science**, Canada: John Wiley&Sons Inc. , 2010
- Dawson, Keith. **The Call Center Handbook**, 3.Basım, ABD,CA : CMP Boks, 1999
- Doğan, İbrahim. **Yöneylem Araştırması Teknikleri**, 1.Basım, İstanbul: Bilim Teknik Yayınevi, 1995

- Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman, **Introduction to Operations Research**, 5.Baskı, Pennsylvania: Pennsylvania Universtiy Press, 1990
- Haghighi, Aliakbar Montazer , Dimitar P.Mishev . **Queuing Models in Industry and Business**, ABD: Nova Publishers, 2008
- Halaç , Osman. **Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması)**, İstanbul: Arpaz Matbaacılık, 1978
- Hamerly, Jim, **Waiting Line Models**, 2005,
<http://courses.csusm.edu/ba662jh/docs/QueuingModels.pdf>, (10.05.2009)
- Heragu , Sunderesh S. **Facilities Design**, ABD:iUniverse, Baskı: 2, 2006
- Jongbloed, Geurt, G. Koole. **Managing Uncertainty In Call Centers Using Poisson Mixtures**, Amsterdam: Vrije Universiteit, 2001
- Kaminsky, Alan. **Queueing Theory**, New York: Rochester Institute of Technology, 2006
- Karayağın, İlhami. **Harekat Araştırması**, 2. Baskı, İstanbul: Menteş Yayınevi, 1979
- Kelton, David W., R. Sadowski, D. Sturrock. **Simulation With Arena**, 3. Baskı, New York: McGraw-Hill Companies Inc., 2003
- Kingman , J.F.C. **Poisson Processes**, 2. Baskı, New York: Oxford University Press, 1993
- Kobayashi, Hisashi. Brian L. Mark . **System Modeling And Analysis:Foundations of System Performance Evaluation**, Kanada: Pearson/Prentice Hall, 2009
- Kohen, Alp. **Çağrı Merkezleri - Sıkça Sorulan Sorular**, <http://www.callschool.org>, 2010
- Koole, Ger, A. Mandelbaum. **Queueing Models of Call Centers: An Introduction**, Amsterdam: Vrije Universteit, 2002
- Lefebvre, Mario. **Applied Stochastic Processes**, Kanada: Springer Press ,2007
- Lee, M. Alec. **Applied Queueing Theory**, New York: St Martin's Press, 1966
- Lipsky, Laster. **Queuning Theory: A Linear Algebraic Approach, Second Edition**, New York : Springer-Verlag, 2008
- Little, John D. C. **Operations Research**, Ohio: Case Institute of Technology, 1960

- McCloskey, Joseph, F. Trefethen. **Operations Research for Management**, 2. Baskı, ABD: Baltimor Üniversitesi Yayınları, 1956
- Natarajan, A.M., A. Tamilarasi. **Probability, Random Processes And Queuing Theory**, 2. Baskı, New Delhi: New Age Internationa Publishers, 2005
- Öztürk , Ahmet. **Yöneylem Araştırması**, 11. Basım, Bursa:Ekin Basım Yayın Dağıtım, 2007
- Parzen, Emanuel. **Stochastic Processes**, 10.Baskı, Philadelphia : Society for Industrial and Applied Mathematics Organisation, 1999
- Robertazzi, Thomas G.. **Computer Networks and Systems**, New York: Springer-Verlag New York Berlin Heidelberg, 3. Baskı, 2000
- Sarıaslan , Halil. **Sıra Bekleme Sistemlerinde Simülasyon Tekniği**, Ankara: A.Ü.S.B.F. ve Basın-Yayın Yüksekokulu Basımevi, 1986
- Sen , Frederick R. P.. **Operation Research Algoritms and Applications**, New Delhi: Rekha Printers Private Limited, 2010
- Stewart, William J. **Probability, Markov Chains, Queues and Simulation**, ABD:Princeton Üniversitesi Yayınları, 1946,
- Stolletz, Raik. **Performance Analysis And Optimization Of Inbound Call Centers**, Kanada: Springer Press, 2003
- Sztrik , Janos. **Finite-Source Queuing Systems and their Applications**, 2001, <http://irh.inf.unideb.hu/user/jsztrik/education/Slides/fsqs.pdf>, (01.04.2010)
- Taha, Hamdy A.. **Yöneylem Araştırması**, 6. Baskı, Arkansas: Prentice-Hall Inc., 1968
- Tamtam, Abdurrrzag. **Multi-Channel Queuing Problems Approach**, 2006, http://www.feec.vutbr.cz/EEICT/2006/sbornik/03-Doktorske_projekty/09-Pocitacove_systemy/05-yah2002tam.pdf, (20.04.2010)
- Tjims, Henk C.. **A First Course In Stochastic Models**, England: John Wiley & Sons Ltd., 2003
- Trk Danışmanlık, **Çağrı Merkezi Sözlüğü**, <http://www.trkdanismanlik.com/pages/sozluk.aspx>, 10.04.2009)
- Türkiye Bankalar Birliği, **Çağrı Merkezi İstatistikleri**, 2010, <http://www.tbb.org.tr/>, 20.04.2010
- Waite, Andrew J. **A practical guide to call center technology**,ABD,CA: Focal Press, 2002

Yamak, Oygur. **Marmara Üniversitesi İstatistik ve Ekonometri Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi**, İstanbul: Marmara Üniversitesi Yayınları, Sayı 1, 2004

Yechiali, Uri. **Queues With System Disasters And Impatient Customers When System Is Down**, Tel Aviv: Springer Science+Business Media, 2007

Yüzer, Ali F.. **İstatistik**, 3. Baskı, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları, 2006