

Bir çağrı merkezindeki bekleme sürelerinin kuyruk modelleri ile iyileştirilmesi

Gülşen AYDIN KESKİN, Murat ÇOLAK*, Gülay KARANFİL KOSTAK

Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli

Geliş Tarihi (Received Date): 29.05.2017

Kabul Tarihi (Accepted Date): 23.05.2018

Özet

Hizmet sektörünün önemli rol oynamaya başladığı günümüzde çağrı merkezleri her alanda karşımıza çıkmaktadır. Bankalar başta olmak üzere hastaneler, teknik servisler, telekomünikasyon firmaları gibi pek çok yerde çağrı merkezleri etkin olarak kullanılmaktadır. Çağrı merkezleri pek çok hizmeti kolayca sağlamasına rağmen, arayan müşterilerin uzun süre beklemeleri memnuniyetsizliğe neden olmaktadır. Bu noktada, çağrı merkezleri müşterilerin bekleme sürelerini azaltmak için çeşitli yöntemler ve stratejiler uygulamakta ve sonuçlarını takip etmektedir. Bu makalede, bir çağrı merkezindeki bekleme sürelerini azaltarak müşteri memnuniyetini artırmak amaçlanmıştır. Çalışmada ilk olarak mevcut durum analizi ile çağrı merkezinde yapılan işlemler arasında en uzun süreli olanı tespit edilmiştir. Sonraki aşamada, kuyruktaki beklemleri azaltmak için bu işlemin sesli yanıtlama sisteminde, müşteriler tarafından gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Sonuç olarak, müşteri temsilcisine giden çağrılarda %5 oranında iyileşme ve kuyrukta bekleme sürelerinde de ortalama 6,84 sn azalma elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Banka, bekleme süresi, çağrı merkezi, kuyruk modelleri, sesli yanıt sistemi, sim kart bloke kaldırma.

Improvement of waiting times in a call center by queueing models

Abstract

Nowadays, since the service sector plays an important role it is encountered with call centers in every area. In many areas such as banks, hospitals, technical services and telecommunication companies, call centers are used effectively. Although call centers provide many services easily, the long waiting times cause dissatisfaction. At this point,

Gülşen AYDIN KESKİN, gaydin@kocaeli.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0001-6639-1882>

* Murat ÇOLAK, colak.murat@kocaeli.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0001-8226-8067>

Gülay KARANFİL KOSTAK, gulaykaranfil@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-8413-0640>

call centers perform a variety of methods and strategies and follow the results of them in order to reduce the customer waiting times. In this study, it is aimed to increase customer satisfaction by decreasing waiting times in a call center. Firstly, the existing status of the call center has been examined. Then, the most time-consuming operation among the calls was identified and provided that customers can complete this operation by themselves in the voice response system. As a result, calls to the customer representative have improved by 5% and waiting times in the queue have decreased by an average of 6.84 seconds.

Keywords: *Bank, waiting time, call center, queuing models, interactive voice response, remove sim block.*

1. Giriş

Çağrı merkezleri, işletmelerin müşterileri ile doğrudan ilişki kurmalarını sağlayan, bilgi teknolojileri ile donatılmış, yeterli düzeyde hizmet sunabilen personeli bulunan ve müşteri memnuniyetini arttıran birimlerdir [1]. İlk çağrı merkezini kuran AT&T (American Telephone and Telegraph) işletmesi, telefon yoluyla müşterilerin işletmeye ulaşmasını sağlamış ve çağrı merkezi uygulaması ile müşteri şikâyetlerini dinleyerek çözümler geliştirmiştir [2]. Çağrı merkezlerinin en çok kullanıldığı alan olan bankalar, çağrı merkezlerini kar kaynağı olarak görmektedirler. Bankaların varlıklarının %90'ını gelen çağrılardan elde ettikleri Amerikan Bankalar Birliği tarafından açıklanmıştır [3].

Çağrı merkezlerindeki müşteri gelişlerinin bir kuyruk sistemi olarak ele alınması mümkündür. Sistemdeki müşterilerin bekleme sürelerinin artması memnuniyetsizliğe neden olmaktadır. Bu nedenle sistemde yapılacak iyileştirmeler yardımıyla bu bekleme sürelerinin azaltılması müşteri memnuniyetinin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Kuyruk problemlerinde kuyruktaki ve sistemdeki bekleme süresi ve müşteri sayısı gibi performans göstergeleri kullanılmaktadır. Bu göstergeler yardımıyla çağrı merkezlerinin performansı da değerlendirilebilir ve müşteri bekleme sürelerini azaltmak için çeşitli yöntemler geliştirilebilir.

Bu çalışmada, bir bankadaki çağrı merkezinde yapılan işlemler incelenmiş ve kayıt altına alınan işlemler içerisinde en çok yapılan sim kart bloke kaldırma işleminin müşteri temsilcisine bağlanılmadan sesli yanıtlama sisteminde müşterilerin kendileri tarafından tamamlanması amaçlanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında mevcut duruma ilişkin bekleme süreleri WinQSB programı ile hesaplanmıştır. İkinci aşamada, iyileştirme sonrası performans göstergeleri hesaplanarak karşılaştırma yapılmıştır.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde kuyruk teorisi ve çağrı merkezleri ile ilgili kuyruk modellerinden bahsedildikten sonra çağrı merkezi ve kuyruk teorisi ile ilgili yapılmış olan çalışmaları içeren literatür taramasına yer verilmiştir. Bölüm 3'te çalışma kapsamında gerçekleştirilen uygulama sunulmuştur. Bölüm 4'te sonuç ve önerilere yer verilerek çalışma sonlandırılmıştır.

2. Kuyruk teorisi

Kuyruk teorisi hizmet almak isteyen müşterilerin sıraya girmesi, kuyruksuz beklemesi ve sırası gelince servisçilerden hizmet alması şeklinde gerçekleşen sürecin matematiksel olarak incelenmesi ile ilgilenmektedir. Bunun yanında, bu teori belirli performans göstergeleri yardımıyla servis sistemlerinin etkinliğini arttırmayı amaçlamaktadır. Kuyruk modelleri ile ilgili ilk çalışma danimarkalı mühendis Agner Krarup Erlang tarafından gerçekleştirilmiştir. Erlang çalışmasında telefon kullananların sayısı, konuşma süresi ve telefonun meşgul kaldığı süre üzerinde yoğunlaşmıştır. Telefon başına düşen müşteri sayısının poisson ve konuşma sürelerinin üstel dağılıma uyduğunu belirlemesi nedeniyle kuyruk teorisinin kurucusu olarak anılmaktadır [2].

Kuyruk sistemlerini özetlemek için (a/b/c) : (d/e/f) notasyonu kullanılmaktadır. Notasyonun ilk üç elemanı (a/b/c), 1953 yılında D. G. Kendall tarafından önerilmiştir ve literatürde Kendall notasyonu olarak bilinmektedir. Daha sonra, notasyona 1966 yılında d ve e sembolleri A. M. Lee tarafından ilave edilmiştir. Son olarak, notasyon 1968 yılında Hamdy A. Taha tarafından f sembolü de eklenerek son halini almıştır. Bu nedenle kuyruk sistemlerine ilişkin bu gösterim Kendall-Lee-Taha notasyonu olarak ifade edilmektedir. Bu notasyondaki sembollerin anlamları ve bu sembollere ilişkin açıklamalar aşağıda sunulmuştur [4]:

a = Geliş dağılımı

b = Gidiş (Hizmet Süresi) dağılımı

c = Paralel servisçi sayısı (c= 1,2, ... , ∞)

d = Kuyruk disiplini

e = Sistemde izin verilen maksimum sayı (Kuyruk + Servisçi)

f = İstek kaynağının büyüklüğü

Burada geliş ve gidiş dağılımları (a ve b) aşağıdaki sembollerle ifade edilmektedir.

M = Markov veya Poisson geliş ve gidiş dağılımı

D = Sabit gelişler arası veya servis süresi

E_k = Sürenin Erlang veya Gamma dağılımı

GI = Gelişler arası sürenin genel dağılımı

G = Hizmet süresinin genel dağılımı

Diğer taraftan, (d) sembolü ile belirtilen kuyruk disiplini ilk gelen ilk hizmet görür (FIFO), son gelen ilk hizmet görür (LIFO), rastgele sırada hizmet görme (SIRO) ve genel disiplin (GD) olmak üzere 4 farklı şekilde ifade edilmektedir.

Kuyruk sistemlerinde en yaygın olarak kullanılan performans ölçütleri aşağıda verilmiştir:

P_n = Sistemde n tane müşteri olma olasılığı

L_s = Sistemdeki beklenen müşteri sayısı

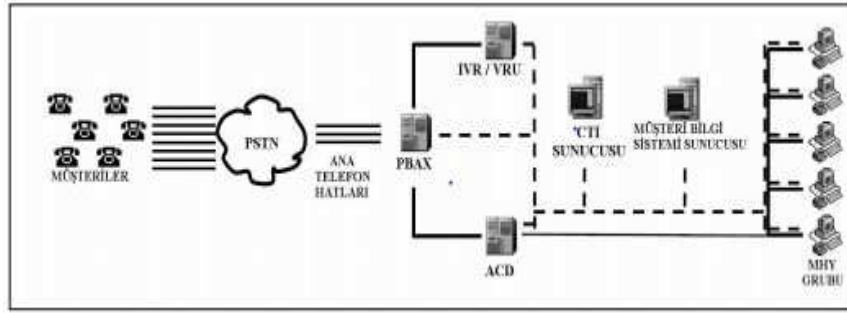
L_q = Kuyruktaki beklenen müşteri sayısı

W_s = Sistemdeki beklenen bekleme süresi

W_q = Kuyruktaki beklenen bekleme süresi

2.1. Çağrı merkezlerinde kuyruk modelleri

Müşterilerden gelen aramalarının cevaplandığı çağrı merkezlerini bir kuyruk sistemi olarak ele almak mümkündür. Müşteriler çağrı merkezlerini rastgele bir şekilde aramaktadır. Arayacak müşteri sayısı sonsuz olduğu için çağrı merkezlerinde geliş kaynağı sınırsızdır. Kuyruk disiplininin ilk gelen ilk hizmet görür şeklinde olduğu çağrı merkezlerinde paralel şekilde aynı hizmeti veren çok kanallı servisçiler bulunmaktadır. Bunun yanında, müşteri gelişlerinin λ ortalama ile poisson dağılımına ve servis sürelerinin ise μ parametrelili üstel dağılıma uyduğu kabul edilmektedir. Sisteme gelen müşteriler uzunluğu sınırsız olan tek bir kuyruk oluştururlar [5]. Çağrı merkezlerinin genel yapısı ve kullanılan teknolojilere ilişkin temsili gösterim Şekil 1’de verilmiştir [6].



Şekil 1. Çağrı merkezlerinin genel yapısı [6].

Sistemde c tane servisçinin bulunduğu ve kuyruktaki müşteri sayısının n olduğu düşünüldüğünde kuyruktaki beklemenin olmaması için geliş hızının servis hızından küçük olması gerekmektedir. Aksi takdirde, kuyruktaki bekleme süreleri kaçınılmaz olacaktır. Çağrı merkezleri ile ilgili şikayetlerin büyük çoğunluğu kuyruktaki bekleme sürelerinin uzun olmasından kaynaklanmaktadır [5]. Müşteri memnuniyeti ve hizmet kalitesinin sağlanması için bu bekleme sürelerinin azaltılması büyük önem taşımaktadır.

Çağrı merkezlerinde sistem; çağrının gelmesi, sırada beklemesi ve servisçi tarafından cevaplanması şeklinde işlemektedir. Çağrı merkezleri M/M/N kuyruk sistemi veya Erlang C modeli yardımıyla modellenmektedir. Erlang C modeline göre gelişler poisson dağılımına, servis süreleri ise üstel dağılıma uymaktadır. Diğer taraftan, Erlang C modelinin çağrı merkezleri için tartışmaya açık bazı varsayımları bulunmaktadır. Model, çağrıların belirli bir oranla geldiğini ve üstel dağılıma uyan servis süreleri ile istatistiksel olarak özdeş belirli sayıda servisçi tarafından karşılandığını varsaymaktadır. En önemlisi, model müşterilerin telefonu kapatmaksızın gerektiği kadar beklediğini varsaymaktadır. Bu modelin yaygın bir şekilde kullanılmasına rağmen tartışılan yönleri olması nedeniyle alternatif kuyruk modellerinin ve sezgisellerin kullanılması üzerinde çalışılmıştır [7].

Bir çağrı merkezinde servisçi sayısı ile müşteri sayısını eşit tutarak gecikmeleri ortadan kaldırmak mümkün olabilir. Bu durumda, Erlang B formülü ilgili M/M/N/N kuyruk sistemi için meşgul sinyali olasılığını ifade etmektedir. Böyle bir sistemde, kuyruk yoktur ve erişilebilirlik sadece meşgul sinyali ile karşılaşılan müşteri sayısı ile ölçülmektedir [8].

Erlang C modeline en iyi alternatif olarak müşterinin vazgeçmesine izin veren Erlang A modeli görülmektedir. Erlang A modeli M/M/N+M notasyonu ile gösterilmektedir. Bu modelde +M ile gösterilen üstel dağılan müşterinin kuyruktan ayrılmak için bekleme süresini ifade etmektedir. Erlang A modeli, Erlang C ve Erlang B modelleri arasında bir ara değer sağlamaktadır [9].

2.2. Literatür taraması

Kuyrukta bekleme, hizmet işletmelerinde sıklıkla ortaya çıkan bir durumdur. Beklemelerin zaman alıcı ve fiziksel olarak rahatsız edici olması nedeniyle hizmet sektöründe istenmeyen bir durum olarak değerlendirilmektedir. Hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin tamamında, süreçlerin bazı aşamalarında bekleme sorunu oluşmaktadır. Müşteriler, havayolu işletmelerinde, süpermarketlerde, restoranlarda, bankalarda ve daha birçok hizmet işletmesinde bekleme durumuyla karşılaşmaktadırlar. Kuyruklar, işletmeye gerçekleşen giriş sayısının, işletme kapasitesinden fazla olması durumunda oluşmaktadır. Çağrı merkezleri de kuyruk probleminin yaşandığı sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Literatürde çağrı merkezleri ve kuyruk sistemleri ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda kısaca özetlenmiştir:

Van Buuren vd. [10], acil servis çağrı merkezleri için üç kesikli olay simülasyon modeli sunmuş ve bunları karşılaştırmışlardır. Bu simülasyon modelleri acil servis çağrı merkezleri için yeni bir bakış açısı sağlamış ve kapasite ve işgücü planlamasında kullanılabilmesi görülmüştür. Legros vd. [11], gelen aramayı giden çağrıya dönüştürme olanağı sağlayan bir geri arama seçeneği olan bir çağrı merkezi modeli için sistemin performansını değerlendiren bir markov zinciri metodu geliştirmişlerdir. Ramasamy vd. [12], makalelerinde sabit durumdaki müşteri sayısının analizini yaparak iki kuyruk disiplini birlikte kullanmışlar ve müşterilerin sistemdeki gerçek bekleme sürelerini sunmuşlardır. De Souza vd. [13], çoklu öncelik sınıfları ile sistemleri ve bekleyen müşteriler için bir kuyruğu analiz etmek amacıyla bilinen hiperküp modelini genişletmişlerdir. Daha sonra, bu yaklaşımın Brezilyada bir acil servise uygulanmasından elde edilen sayısal sonuçları incelemişlerdir. Ionnani vd. [14], servisçi rezervasyonu ile işlem yapan acil servisleri analiz etmek için bir kesme hiperküp kuyruk modeli önermişlerdir. Lin vd. [15], tahmin edici yolcu bilgi sistemi yardımıyla sınır geçişi gecikmesini tahmin etmek için çok kanallı kuyruk modellerini geliştirmişlerdir. Aktekin [16], girdi dağılımlarının belirsizliği ve bunların çağrı merkezi yönetimi üzerindeki etkilerini konu alan çalışmalardaki yetersizliği gidermeyi hedeflemiştir. Bu amaçla çağrı merkezi hizmet dağılımı davranışını Bayesian parametrik ve yarı parametrik karma modelleri yardımıyla analiz etmiştir. Yıldız ve Arslan [17], kuyruk modeli yardımıyla Düzce üniversitesi merkez yemekhanesinde kuyrukta bekleme sürelerini incelemişler ve sistemin ortalama doluluk oranını %45 olarak belirlemişlerdir. De Lange vd. [18], bir havaalanındaki güvenlik kuyruğunda sanal kuyruk oluşturarak yolcu varışlarını simüle etmişlerdir. Kokkinou ve Cranage [19], çalışmalarında bir hizmet sunum sürecinde self servis teknolojisi kullanımının hem bekleme sürelerini azaltıp, hem de hizmet düzeyini iyileştirebilmesini test etmişlerdir. Ramachandran vd. [20], bir bankadaki bekleme sürelerini Anova ile analiz ederek, bu süreleri minimize etmeye yönelik sistem yapısı üzerinde önerilerde bulunmuşlardır. Hao ve Yifei [21], bir bankadaki kuyruklarla ilgili problemler üzerinde çalışarak, servis sağlayıcılar için çeşitli zamanlardaki gerekli servis düzeyini tespit etmişlerdir. Robbins ve Harrison [22], çağrı hacminin önemli düzeyde değişkenlik ve belirsizlik gösterdiği durumda problemi karma tamsayı bir stokastik model şeklinde formüle ederek teknik destek servisini dış kaynak olarak kullanıp çözmeyi amaçlamışlardır. Landon vd. [23], çoğunlukla bireysel

reklamlarla bağlantılı olarak çağrı merkezi gelişlerinin analizinde meydana gelen sorunlar üzerinde tartışmışlardır. Bu durumu bir kayıp veri problemi olarak ele almışlar ve Bayes analizi için bir veri artırma algoritması geliştirip performansını değerlendirmişlerdir. Özdağoğlu vd. [24], bir hastanenin acil servis birimindeki hastaları çok kanallı kuyruk modeline uygun olarak simüle etmişlerdir. Jolai vd. [25], bir e-mail bağlantı merkezini hatalarla birlikte sonlu kaynak kesikli zaman kuyruk sistemi olarak ele almışlar ve sisteme ilişkin bazı performans ölçütlerini sunmuşlardır. Singer ve Donoso [26], bir ambulans servisini ana operasyon parametreleri ve stratejik karar değişkenleri açısından tanımlayıp, kuyruk teorisi yardımıyla hasta ve yönetici için anahtar performans göstergelerini hesaplamışlardır. Ertogral ve Bamuqabel [27], bir yerel telekomünikasyon şirketinin Arapça ve İngilizce olarak hizmet veren çağrı merkezinde optimum personel çizelgelerinin belirlenmesi için kapsamlı bir metodoloji ortaya koymuşlardır. Çalışmanın ilk aşamasında bir hafta boyunca her saat için gereksinimleri belirlemek amacıyla veri analizi, kuyruk yaklaşımı ve simülasyon modelinden yararlanmışlardır. İkinci aşamada ise optimizasyon modelleri yardımıyla çizelgeleme yapmışlardır. Çevik ve Yazgan [28], bir banka sisteminde kuyruk modeli yardımıyla müşteri bekleme sürelerini analiz etmişler ve sistemin ortalama doluluk oranını %17,86 olarak hesaplamışlardır. Pardo ve Fuente [29], kuyruktaki bekleme sürelerini ortadan kaldırılıp müşteri memnuniyetini arttırmak doğrultusunda çalışmalarında sonlu kapasiteli kuyruk modelini kullanarak önce fuzzy sonlu kapasiteli kuyruk modelini geliştirmişler ve böylece beklenen müşteri memnuniyetini belirlemişlerdir.

3. Çağrı merkezi uygulama çalışması

Bu çalışma bir bankadaki çağrı merkezinde gerçekleştirilmiştir. Çağrı merkezindeki ana problem, müşterilerin kuyruktaki bekleme sürelerinin uzun olmasından kaynaklanan müşteri şikâyetleridir. Kuyruktaki bekleme sürelerini azaltmak için müşteri temsilcisinin yapmakta olduğu işlemler incelenmiş ve bekleme oranı en yüksek olan işlem tespit edilerek müşterilerin bu işlemi sesli yanıtlama sisteminde (IVR) yapmalarını hedeflenmiştir. Daha sonra yeni durumdaki kuyrukta bekleme süresi kontrol edilerek, iyileştirme oranları belirlenmiş ve sonuçlar paylaşılmıştır.

3.1. Mevcut durum

Çalışmanın yapıldığı bankada işlemlerin yapılabildiği 4 farklı sesli yanıtlama sistemi (IVR) bulunmaktadır. Bunlar;

- Bireysel müşterilere hizmet veren IVR,
- Kurumsal müşterilere hizmet veren IVR,
- Şubesiz bankacılık hizmeti alan müşterilere hizmet veren IVR,
- Şube içerisindeki telefondan arayan müşterilere hizmet veren IVR'dır [30].

Müşteriler bütün IVR'lerden kendileri işlem yapabildikleri gibi müşteri temsilcisine aktarılarak da işlem yapabilmektedirler. Müşteri temsilcileri, sim bloke kaldırma, hesap özeti gönderimi, şifre işlemi gibi 200'den fazla farklı işlem ile müşterilere hizmet vermektedir. Çağrı merkezinde müşteriler sesli yanıtlama sisteminde yapmak istedikleri işleme göre kredi kartı, bankacılık işlemleri gibi 41 farklı kuyruğa yönlendirilmektedir. Her kuyruğa tanımlı müşteri temsilcileri olduğu gibi kuyruk yoğunluğuna göre müşteri temsilcileri tüm kuyruklara hizmet verebilmektedir. Makalede, Eylül-Ekim ayları boyunca elde edilen çağrı merkezi verileri dikkate alınmıştır. 2 aylık süre boyunca çağrı

merkezinin en yoğun saatleri olan 09:00 ile 00:00 saatleri arasında gelen çağrı adetleri ortalaması Tablo 1’de verilmiştir:

Tablo 1. Müşteri temsilcisine bağlanmak için gelen ortalama çağrı sayısı.

Saat Aralığı	Ortalama müşteri gelişleri	Saat Aralığı	Ortalama müşteri gelişleri	Saat Aralığı	Ortalama müşteri gelişleri
09:00-10:00	3308	14:00-15:00	5823	19:00-20:00	2624
10:00-11:00	4909	15:00-16:00	5539	20:00-21:00	2276
11:00-12:00	5349	16:00-17:00	5143	21:00-22:00	1945
12:00-13:00	4791	17:00-18:00	3846	22:00-23:00	1525
13:00-14:00	4867	18:00-19:00	2871	23:00-00:00	1109

Çağrı merkezindeki kuyruklarda hizmet veren ve saatlere göre değişiklik gösteren 800-850 arası müşteri temsilcisi bulunmaktadır. Bu müşteri temsilcileri; çağrıları cevaplama, dış arama ile satış yapma, şubelerden gelen aramaları cevaplama ve iletilen müşteri sorunlarını çözümlene gibi işlemler yapmaktadır. Müşteri gelişlerinin poisson dağılımına uygunluğunu test etmek için bir saatlik müşteri gelişleri detaylı olarak gözlemlenmiştir. Bir saatlik süre içinde 10 dakika boyunca her bir dakikada 23, 10 dakika boyunca her bir dakikada 26, 14 dakika boyunca her bir dakikada 28, 6 dakika boyunca her bir dakikada 29, 11 dakika boyunca her bir dakikada 32, 3 dakika boyunca her bir dakikada 37 ve 6 dakika boyunca her bir dakikada 42 müşteri gelmiştir. Bu duruma ilişkin veriler Tablo 2’de gösterilmektedir:

Tablo 2. Müşteri gelişleri dağılımı.

Müşteri geliş	Sıklık (dk)
23	10
26	10
28	14
29	6
32	11
37	3
42	6
Toplam	60

Tablo 2’deki veriler EasyFit programı ile %5 önem düzeyinde test edilmiş ve p değerinin 0,09811 olduğu görülmüştür. Bundan dolayı müşteri gelişlerinin $\lambda= 29,517$ ortalaması ile poisson dağılımına uygun olduğu belirlenmiştir. 2 aylık inceleme süresi boyunca çağrı merkezinde hizmet veren müşteri temsilcisi sayıları Tablo 3’te verilmiştir:

Tablo 3. Çağrı karşılayan müşteri temsilcisi sayısı.

Saat Aralığı	Müşteri Temsilcisi Sayısı	Saat Aralığı	Müşteri Temsilcisi Sayısı	Saat Aralığı	Müşteri Temsilcisi Sayısı
09:00-10:00	242	14:00-15:00	317	19:00-20:00	141
10:00-11:00	272	15:00-16:00	336	20:00-21:00	116
11:00-12:00	294	16:00-17:00	333	21:00-22:00	98
12:00-13:00	301	17:00-18:00	324	22:00-23:00	84
13:00-14:00	310	18:00-19:00	181	23:00-00:00	73

Müşteri temsilcilerinin ortalama hizmet verme süresi her bir saat aralığı için saniye olarak Tablo 4'te verilmiştir:

Tablo 4. Müşteri başına ortalama hizmet süresi (sn).

Saat Aralığı	Müşteri başına ortalama hizmet süresi (sn)	Saat başına hizmet verilen ortalama müşteri sayısı	Saat Aralığı	Müşteri başına ortalama hizmet süresi (sn)	Saat başına hizmet verilen ortalama müşteri sayısı
09:00-10:00	200	18	17:00-18:00	200	18
10:00-11:00	212	17	18:00-19:00	200	18
11:00-12:00	212	17	19:00-20:00	200	18
12:00-13:00	212	17	20:00-21:00	212	17
13:00-14:00	212	17	21:00-22:00	212	17
14:00-15:00	212	17	22:00-23:00	212	17
15:00-16:00	212	17	23:00-00:00	200	18
16:00-17:00	212	17			

Çağrı merkezinde yapılan tüm işlemlere ilişkin toplam ve yüzde değerleri Tablo 5'te verilmiştir:

Tablo 5. Çağrı merkezinde yapılan işlemler ve yüzdeleri.

Yapılan işlem	Toplam	Oran	Yapılan işlem	Toplam	Oran	Yapılan işlem	Toplam	Oran
SIM Kart Bloke Kaldırma	268582	0,20	Kredi Kartı Limit Değişikliği	22979	0,02	Hesap Kapatma Talebi	11794	0,01
Ön Onaylı Limit Listeleme	143830	0,11	Şifre İptal	22888	0,02	Ek kart Başvuru	10123	0,01
AA Yeni Kayıt Ekleme	119755	0,09	Adres Güncelleme	22465	0,02	AA İşlemler	10003	0,01
Gelir Beyanı	118842	0,09	Kart Hizmetleri Hesap Kesim Tarihi Değişikliği	21594	0,02	Otomatik Fatura Ödeme Talimatı İptali	9771	0,01
Kredi Kart Asıl Başvuru	99618	0,08	Esnek Hesap Ön Onaylı Limit İşlemleri	20123	0,02	Karta Hesap Bağlama - Çıkarma	9704	0,01

Tablo 5. (Devamı).

E-posta Ekleme	71806	0,05	E-posta Güncelleme	12760	0,01	Kart / Program / Özellik İşlemleri Kart Değiştir	7943	0,01
Kart Hizmetleri E-Hesap Özeti	49453	0,04	Harcama Taksitlendirme Talimatı	12341	0,01	Adres Silme	7356	0,01
Adres Ekleme	45368	0,03	Kredilerim Taksit Ödeme	12333	0,01	Şifre Aktivasyonu	7276	0,01
Tanımlı Gönderi Güncelleme	41789	0,03	Kendi Kredi Kartım Borç Ödeme	12178	0,01	Diğer 200 İşlem	87348	0,07
Kredi Kartı Otomatik Limit Artışı Talimatı	33197	0,03						

Tablo 5 detaylı incelendiğinde, çağrı merkezinde müşteri temsilcisi aracılığı ile yapılan işlemler içerisinde %20'lik oran ile sim kart bloke kaldırma işleminin ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Bu nedenle makalede, çağrı merkezine gelen müşterilerin her bir saat aralığında kuyrukta ortalama bekleme süreleri incelenerek bu sürenin azaltılması için en yüksek işlem oranına sahip olan sim kart bloke kaldırma işleminin IVR'dan self servis olarak yapılmasına yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çağrı merkezindeki müşterilerin bekleme sürelerinin hesaplanması için WinQSB programı kullanılmıştır. Çağrı merkezi, üstel servis zamanlı “çok kanallı” modele benzemektedir. Bu modelin varsayımları aşağıdaki gibidir:

- Sisteme gelişler rassaldır ve poisson dağılımına uyar.
- Hizmet sürelerinin dağılımı üstel dağılımı gösterir.
- Genel servis disiplinine sahiptir.
- Sistemin davranışı zamanla değişmez.

M/M/228: GD şeklinde gösterilen modelin verileri aşağıdaki gibidir. Bu veriler ele alınan saat dilimi için ortalama müşteri gelişleri, hizmet verilen müşteri sayısı ve müşteri temsilcisi sayısı değerlerinin ortalamaları alınarak elde edilmiştir.

λ = Ortalama geliş oranı: 3728 müşteri/saat

μ = Ortalama servis oranı: 17 müşteri/saat

c= Kanal sayısı: 228

Program çalıştırdıktan sonra kuyruktaki müşteri sayısı ve bekleme süreleri aşağıdaki gibi bulunmuştur.

L_s : Sistemde Olması Beklenen Müşteri sayısı; 227,58

L_q : Kuyrukta Olması Beklenen Müşteri Sayısı; 8,82

W_q : Kuyrukta Bekleme Süresi 0,0024 saat, (8,64 sn.)

W_s : Sistemde Bekleme Süresi 0,0612 saat, (220,32 sn.)

Sim kart bloke kaldırma işlemi self servis olarak yapılmaya başlandıktan sonra sistemden elde edilen veriler analiz edilmiş ve ilgili çağrılarda yaklaşık %5 oranında

azalma olduğu görülmüştür. İyileştirme sonrası gelen çağrı sayısı Tablo 6’da sunulmaktadır.

Tablo 6. İyileştirme sonrası gelen çağrı sayısı.

Saat Aralığı	Ortalama Müşteri Gelişleri	Saat Aralığı	Ortalama Müşteri Gelişleri	Saat Aralığı	Ortalama Müşteri Gelişleri
09:00-10:00	3138	14:00-15:00	5653	19:00-20:00	2454
10:00-11:00	4739	15:00-16:00	5369	20:00-21:00	2106
11:00-12:00	5179	16:00-17:00	4973	21:00-22:00	1775
12:00-13:00	4621	17:00-18:00	3676	22:00-23:00	1355
13:00-14:00	4697	18:00-19:00	2701	23:00-00:00	939

İyileştirme sonrası yapılan inceleme süresince çalışan müşteri temsilcisi sayıları Tablo 7’de verilmektedir.

Tablo 7. İyileştirme sonrası çalışan müşteri temsilcisi sayısı.

Saat Aralığı	Müşteri Temsilcisi Sayısı	Saat Aralığı	Müşteri Temsilcisi Sayısı	Saat Aralığı	Müşteri Temsilcisi Sayısı
09:00-10:00	261	14:00-15:00	325	19:00-20:00	110
10:00-11:00	283	15:00-16:00	354	20:00-21:00	110
11:00-12:00	283	16:00-17:00	356	21:00-22:00	70
12:00-13:00	318	17:00-18:00	353	22:00-23:00	70
13:00-14:00	325	18:00-19:00	121	23:00-00:00	70

Yeni durumda çağrı merkezinde yapılan işlemlerin toplam ve yüzdeleri Tablo 8’de sunulmuştur. Bu tabloda görüldüğü gibi sim kart bloke kaldırma işleminin diğer işlemlere oranı %20’den %11’e düşürülmüştür.

Tablo 8. İyileştirme sonrası çağrı merkezinde yapılan işlemler ve yüzdeleri.

Yapılan İşlem	Toplam	Oran	Yapılan İşlem	Toplam	Oran
Ön Onaylı Limit Listeleme	15268	0,17	Şifre İptal	2453	0,03
SIM Kart Bloke Kaldırma	9375	0,11	E-Hesap Özeti	2257	0,03
Kredi Kart Asıl Başvuru	6106	0,07	Kredi Kartı Limit Artışı Talimatı	1942	0,02
Gelir Beyanı	5966	0,07	Kartsız Alışveriş Yetkisi	1868	0,02
AA Yeni Kayıt Ekleme	5652	0,06	Hesap Kesim Tarihi Değişikliği	1667	0,02
Bireysel İhtiyaç Kredisi Kullanımı	5062	0,06	Kredi Kartı Borç Ödeme	941	0,01

Tablo 8. (Devamı).

Kredi Kartı Asıl Kart Limit Değişikliği	4704	0,05	Kredilerim Taksit Ödeme	932	0,01
Adres Ekleme	3048	0,04	AA İşlemler	927	0,01
Tanımlı Gönderi Güncelleme	3039	0,04	Otomatik Fatura Ödeme Talimatı İptali	895	0,01
E-posta Ekleme	2796	0,03	E-posta Güncelleme	892	0,01
Diğer 205 işlem	11750	0,13			

Sistemdeki verilere göre 1 saatlik süre için müşteri temsilcilerinin müşterilere hizmet verme sürelerinde bir değişiklik gözlenmemiştir ve saatte ortalama 17 müşteriye hizmet verilmektedir. Toplanan tüm veriler sonucunda kuyruktaki bekleme sürelerinin değişimini gözlemlemek için WinQSB programı ile yeniden bir simülasyon çalışması yapılmıştır.

M/M/227: GD şeklinde gösterilen modelin verileri aşağıdaki gibidir;

λ =Ortalama geliş oranı: 3558 müşteri/saat

μ =Ortalama servis oranı: 17 müşteri/saat

c= Kanal sayısı: 227

Program çalıştırdıktan sonra kuyruktaki müşteri sayısı ve bekleme süreleri aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

L_s : Sistemde Olması Beklenen Müşteri sayısı; 210,65

L_q : Kuyrukta Olması Beklenen Müşteri Sayısı; 1,67

W_q : Kuyrukta Bekleme Süresi 0,0005 saat, (1,8 sn.)

W_s : Sistemde bekleme Süresi 0,0594 saat, (213,84 sn.)

Kuyruk sistemine ilişkin iyileştirme öncesi ve sonrası değerler ile iyileştirme oranları Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9. İyileştirme öncesi ve sonrası sonuçlar ile iyileştirme oranları

	İyileştirme Öncesi	İyileştirme Sonrası	İyileştirme (%)
Sistemde olması beklenen müşteri sayısı (L)	227,58	210,65	7,44
Kuyrukta olması beklenen müşteri sayısı (L_q)	8,82	1,67	81,06
Kuyrukta ortalama bekleme süresi (W_q)	8,64 sn	1,8 sn	79,16
Sistemde ortalama bekleme süresi (W_s)	220,32 sn	213,84 sn	2,94

Kuyrukta olması beklenen müşteri sayısı ve kuyrukta bekleme sürelerinde kayda değer bir iyileştirme sağlandığı görülmektedir. Müşteriler birçok farklı işlem sebebiyle çağrı merkezini aradıklarından sistemde olması beklenen müşteri sayısı ve sistemdeki bekleme sürelerinde daha az bir iyileştirme oranı elde edilmiştir.

4. Sonuçlar ve öneriler

Bankalarda çağrı merkezine bağlanmadan önce müşteriler ihtiyaçlarına göre ilgili menüleri tuşlamakta ya da sesli olarak yapmak istedikleri işlemi ifade edebilmektedirler. Bu menülere ulaşıldığında IVR'lardan müşteri temsilcilerine aktarım yapılmakta ya da IVR'da müşteriler kendi kendilerine tuşlama yaparak işlemleri tamamlamaktadırlar. Müşteri temsilcisine aktarılan çağrıların azaltılması için IVR'da tamamlanabilecek işlemlerin müşteri temsilcisine gönderilmeden tamamlanması için çalışmalar yapılmaktadır.

Kuyruk ve bekleme kavramları pek çok çağrı Merkezinin ortak sorunudur. Bu sorunun tam olarak çözülmesi mümkün değildir. Bekleme süresinin tamamen sonlandırılması boşta kalan müşteri temsilcilerinin de sayısını artıracak için çağrı Merkezinin maliyetlerini artıracaktır. Bu durumda müşteri temsilcisi sayıları ve müşteri gelişleri arasında optimum bir ilişki kurulması gerekmektedir.

Uygulamanın yapıldığı çağrı merkezinde müşteri temsilcisine bağlanan müşteri sayılarının azaltılması için müşterilerin çağrı merkezinde yaptığı işlemler arasında en fazla olan işlemin IVR'da müşterilerin kendi kendilerine tamamlaması sağlanmıştır. Bu şekilde yapılan işlemler sayesinde müşteriler işlemlerini müşteri temsilcisine gitmeden kendi kendilerine tamamlayabilmektedir. Bu da hem müşteriler için hem de müşteri temsilcileri için zaman ve maliyet kazancı sağlamaktadır.

Bu makalede, sim kart bloke kaldırma işleminin self servis yapılması sağlanmıştır. Sonucunda müşteri gelişlerinin %5 oranında azalması sağlanmıştır. Müşterilerin sistemde bekleme süresi müşteri başına ortalama 6,48 sn, kuyrukta bekleme süresi müşteri başına ortalama 6,84 sn azalmıştır. Çağrı merkezindeki bekleme süreleri azaltıldıkça çağrılara bakan müşteri temsilcilerinin sayısı azaltılmış, bu müşteri temsilcilerinin kredi satışı ya da dış arama gibi farklı çağrılara yönlendirilmeleri mümkün olmuştur. Ayrıca farklı işlemlerin de IVR'dan tamamlanması için çalışmalar yapılabilir ve bekleme sürelerinin daha da azaltılması sağlanabilir.

Kaynaklar

- [1] Çiçek, E. ve Atılgan, K.Ö., Hizmet işletmelerinde çağrı merkezi ve bekleme hattı uygulamalarına tüketici odaklı bir yaklaşım, **Selçuk Üniversitesi Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi**, 81-102, (2012).
- [2] Türkoğlu, M., Müşteri Memnuniyeti geliştirmede çağrı merkezlerinin gelişimi için simulasyon bazlı bir modelleme çalışması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2011).
- [3] Sarıyer, N., Banka çağrı merkezi pazarının bölümlendirilmesi-Yozgat il merkezi'nde bir uygulama, **ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi**, 3, 6, 149-162, (2007).

- [4] Taha, H.A., Yöneylem araştırması, Literatür Yayıncılık, 6. Basımdan Çeviri, (2000).
- [5] Sayın, M., Çağrı merkezi gelen çağrılarındaki bekleme süresinin azaltılması: akıllı dış arama uygulaması, **Akademik Bilişim Konferansı**, Antalya, (2013).
- [6] Erdaş, S.E., Çağrı merkezlerinde işgücü yönetimi ve bir simülasyon uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli, (2009).
- [7] Robbins, T.R., Medeiros, D.J. ve Harrison, T.P., Does the Erlang C model fit in real call centers?, **Winter Simulation Conference**, Baltimore, (2010).
- [8] Gans, N., Koole, G. ve Mandelbaum, A., telephone call centers: tutorial, review, and research prospects, **Manufacturing & Service Operations Management**, 5, 2, 79-141, (2003).
- [9] Brown, L., Gans, N., Mandelbaum, A., Sakov, A., Shen, H., Zeltyn, S. ve Zhao, L., Statistical analysis of a telephone call center: a queueing-science perspective, **Journal of the American Statistical Association**, 100, 469, 36-50, (2005).
- [10] Van Buuren, M., Jan Kommer, G., Van der Mei, R. ve Bhulai, S., EMS call center models with and without function differentiation: A comparison, **Operations Research for Health Care**, 12, 16-28, (2017).
- [11] Legros, B., Jouini, O. ve Koole, G., Optimal scheduling in call centers with a callback option, **Performance Evaluation**, 95, 1-40, (2016).
- [12] Ramasamy, S., Daman, O.A. ve Sani, S., An M/G/2 queue where customers are served subject to a minimum violation of FCFS queue discipline, **European Journal of Operational Research**, 240, 140-146, (2015).
- [13] De Souza, R.M., Morabito, R., Chiyoshi, F.Y. ve Iannoni, A.P., Incorporating priorities for waiting customers in the hypercube queueing model with application to an emergency medical service system in Brazil, **European Journal of Operational Research**, 242, 274-285, (2015).
- [14] Iannoni, A.P., Chiyoshi, F. ve Morabito, R., A spatially distributed queueing model considering dispatching policies with server reservation, **Transportation Research Part E**, 75, 49-66, (2015).
- [15] Lin, L., Wang, Q. ve Sadek, A.W., Border crossing delay prediction using transient multi-server queueing models, **Transportation Research Part A**, 64, 65-91, (2014).
- [16] Aktekin, T., Call center service process analysis: Bayesian parametric and semi-parametric mixture modeling, **European Journal of Operational Research**, 234, 709-719, (2014).
- [17] Yıldız, M.S. ve Arslan, H.M., Bekleme hattı modeliyle servis sisteminin analizi: düzce üniversitesi merkez yemekhanesi örneği, **Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi**, 21, 169-184, (2013).
- [18] De Lange, R., Samoilovic, I. ve Van der Rhee, B., Virtual queueing at airport security lanes, **European Journal of Operational Research**, 225, 1, 153-165, (2013).
- [19] Kokkinou, A. ve Cranage, D.A., Using self-service technology to reduce customer waiting times, **International Journal of Hospitality Management**, 33, 435-445, (2013).
- [20] Ramachandran, A., Chidambaram, V., Swaminathan, V. ve Kesavan, S., A pragmatic study on waiting line strategies of an indian private sector bank, **Journal of Applied Economic Sciences**, 8, 4, 405-415, (2013).
- [21] Hao, T. ve Yifei, T., Study on queueing system optimization of bank based on BPR, **Procedia Environmental Sciences**, 10, A, 640-646, (2011).

- [22] Robbins, T.R. ve Harrison, T.P., A stochastic programming model for scheduling call centers with global Service Level Aggrements, **European Journal of Operational Research**, 207, 1608-1619, (2010).
- [23] Landon, J., Ruggeri, F., Soyer, R. ve Tarimcilar, M.M., Modeling latent sources in call center arrival data, **European Journal of Operational Research**, 204, 597-603, (2010).
- [24] Özdağoğlu, A., Yalçinkaya, Ö. ve Özdağoğlu, G., Ege bölgesi'ndeki bir araştırma ve uygulama hastanesinde acil hasta verilerinin simüle edilerek analizi, **İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 8, 16, 61-73, (2009).
- [25] Jolai, F., Asadzadeh, S.M. ve Taghizadeh, M.R., Performance estimation of an email contact center by a finite source discrete time Geo/Geo/1 queue with disasters, **Computers & Industrial Engineering**, 55, 543-556, (2008).
- [26] Singer, M. ve Donoso, P., Assessing an ambulance service with queuing theory, **Computers & Industrial Engineering**, 35, 2549-2560, (2008).
- [27] Ertogral, K. ve Bamuqabel, B., Developing staff schedules for a bilingual telecommunication call center with flexible workers, **Computers & Industrial Engineering**, 54, 118-127, (2008).
- [28] Çevik, O. ve Yazgan, A.E., Hizmet üreten bir sistemin bekleme hattı (kuyruk) modeli ile etkinliğinin ölçülmesi, **Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 1, 2, 119-128, (2008).
- [29] Pardo, M.J. ve De la Fuente, D., Design of a fuzzy finite capacity queuing model based on the degree of customer satisfaction: Analysis and fuzzy optimization, **Fuzzy Sets and Systems**, 159, 3313-3332, (2008).
- [30] Karanfil Kostak, G., Çağrı merkezi bekleme süresinin kuyruk modelleri ile incelenmesi ve iyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, (2016).