

# KUYRUK TEORİSİNİN İNCELENMESİ VE ÜNİVERSİTELER İÇİN BİR UYGULAMA

**Ünal DURMUŞ**  
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ  
Rize/Türkiye  
unal.durmus@erdogan.edu.tr

**Fatih BAL**  
MALTEPE ÜNİVERSİTESİ  
İstanbul/Türkiye  
fatihbal@maltepe.edu.tr

## ÖZET

Bilgi ve teknolojinin çok hızlı geliştiği günümüzde, bilgiyi, hızlı, verimli ve etkin kullanmak neredeyse kaçınılmaz olmaktadır. İnsan ihtiyaçlarının sınırsız olduğu günümüz dünyasında zamanın değeri de gittikçe artmaktadır. Bu kapsamda bilgiye ulaşmak ve olumlu kullanmak büyük önem arz etmektedir. Kurum ve kuruluşların ihtiyaç taleplerine en kısa sürede cevap vermesi kaçınılmaz olmuştur. Kurum ve kuruluşların, bireylerin ihtiyaçlarına kısa sürede cevap verilmesi için bilgisayar bilimlerinin içinde yer alan Simülasyon (Benzetim) yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında Kısmi Tabanlı Simülasyon ele alınarak Kuyruk Teorisi bir üniversite üzerinde uygulama çalışması yapılmıştır. Kısmi Tabanlı Simülasyon kullanılarak model oluşturulmuştur. Yapılan çalışmalar sonunda elde edilen veriler bir ara yüz oluşturularak raporlama yapılmıştır. Çıkan sonuçlara ilişkin (başta bekleme ve servis süreleri ile işlem yoğunlukları personel performansı vb.) analizler yapılmıştır.

## Anahtar Kelimeler

Kısmi Simülasyon; Poisson Dağılımı; Kuyruk Teorisi; Benzetim; AnyLogic

## ABSTRACT

Today's developing information and technology have become unavoidable benefit by information's fast, efficient and effective. In today's world the time value has decreased increasingly for human the unlimited necessity. Reach the information and make use of information become more of an issue in this context. Institutions and organizations have to answer customer's demand as soon as possible. Thus, institutions and organizations use simulation (analogy) methods individual's demand and necessity within the shortest time. In this thesis study contains a simulation application which is on the university data by using partial-based simulation model. It creates a model by using partial-based and report about acquired data using a graphic user information. There contains many analysis about this data.

## Keywords

Partial Simulation; Poisson Distribution; Queue Theory; Simulation; AnyLogic

## GİRİŞ

İnsan yaşadığı yerin, ortamın, topluma göre örf ve adetlerine bağlı, anlayış, hoşgörü, sevgi ve saygı çerçevesinde yaşamayı bir prensip haline getirmiştir. Sayılan bu özellikleri uygulamadan yaşamaya çalışan, sabırla bir başkasını beklemeyen, istediği her şeyi anında yapmaya çalışan, başkalarının hakkını gasp ederek yaşayan bir insan olsaydı dünya yaşanması zor, karmaşık bir hal alabilirdi. Gün geçtikçe nüfus olarak hızla büyümekte olan toplumlarda işletmelerin, bankaların, üniversitelerin, kamu kurum ve kuruluşlarının artan ihtiyaç ve taleplerin yönetmesinde ve yönetilmesinde büyük problemler ortaya çıkmıştır. Bekleme ve bekleme sebeplerinin oluşmasındaki belirsiz durumlar işletmeler ve bankalar gibi kuruluşların müşteri, kamu kurum ve kuruluşları için ise bir takım sorunlara ve problemlere dayalı olarak boşa geçmekte olan zaman olarak ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Oluşan bu belirsiz durumlar neticesinde ortaya çıkan bekleme ve bekletilme sorunlarının en aza indirgenmesi ve buna eşit düzeyde de yapılacak olan işlem kapasitesinin artırılması gerekmektedir[1].

Aslına bakıldığında sadece insanlara ait olmayan bu bekleme olayı araçlarda, hizmet ve kalite standartların artırılmasında, lojistik sektöründe, malzeme ve eşyaların nakledilmesinde, otobüslerin terminalden kalkış zamanları, uçakların iniş-kalkış zamanları, vapurların kalkış-varış zamanlarında, şehir içi otobüs kalkış zamanlarında da görülmektedir. Tüm bunlara bakıldığında insanlar için beklemek hayatın bir parçası haline gelmiştir. Sunulan hizmet için işletmeye gelen bir insan isteklerinin ve arzularının zamanında karşılanmasını ister. Örneğin, bir kafede kahve içmek için beklemek, hastanelerde randevu saatini bekleme, bir markette ödeme yapmak için kasa ödeme kuyruğunda bekletilme sadece insana bağlı bir davranış olmayıp işlemleri yapan makinelerden de kaynaklanmaktadır. Mesela, araçların trafik ışıklarında fazladan beklemesinin

sebebi sadece insan kaynaklı olmayıp, trafik sinyalizasyon cihazının da etkisi vardır. Tüm bu gelişmelere bakıldığında işletmenin ya da kuruluşun müşterilerin yararını gözeterek ekonomik, stratejik, kalite güvence ve standartlarının artırılması kuyruk analizi - *kuyruk teorisi* - ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışmada AnyLogic Simülasyon çalışma ortamında gerçek veriler ışığında kesikli simülasyon yöntemi kullanarak bir kuyruk teorisi gerçekleştirilecektir. Verilerin alındığı kurum isim olarak belirtilmemiş ve çalışma içerisinde ABC Üniversitesi olarak geçecektir. Bu çalışmada daha önceden de belirtildiği gibi bir kısmı tabanlı benzetim modeli ile kuyruk analizi yapılarak kuyrukta bekleme sorununa çözüm bulmayı amaçlanmıştır. Genel hizmet ve personel kapasitesinin artırılmasının yanı sıra hangi işlemler için daha fazla müracaat edildiği ve bu işlemlerin ve bekleme sürelerinin analizleri yapılarak, personel veriminin ve müşterilerin bekleme sürelerinin kısaltılması ile ilgili model tasarlanacaktır. Gerçek veriler üzerinde gerçekleştirilecek olan bu tez çalışmada amaç, müşterinin bekleme ve bekletilme sorunlarının önüne geçmek ve sunulacak hizmet kalitesini artırmak olacaktır.

## KULLANILAN YÖNTEMLER

### Simülasyon (Benzetim)

Simülasyon sözcüğü, "benzer" anlamına gelen *similis* kökünden gelen, bir şeyin benzerini (taklidini) yapmak demek olan ve 14. yüzyıldan beri Latince kullanılarak *simulare* sözcüğünden türetilmiştir. Bu terim ancak 20. yüzyılda teknik bir anlam kazanmıştır[2]. Simülasyon gerçek dünya süreci veya sistemin zaman içindeki özelliklerini ve davranışlarını taklit eder. Bir şeyi taklit etme eylemi, bir modelin geliştirilmesini gerektirir. Bu model seçilen fiziksel ya da soyut sistem veya sürecin temel işlevlerini, davranışını ve özelliklerini temsil eder. Model, sistemin kendisini temsil eder, simülasyon ise sistemin zaman içerisindeki işlevini gösterir. Simülasyonlar performans optimizasyonu, güvenlik mühendisliği, test, eğitim, öğretim, video oyunları, iş gücü planlaması; otoyol, havaalanı, köprü, metro ve liman tasarımlarında, finansal ve ekonomik sistemlerin tasarlanmasında, bilgisayar sistemlerinin donanım gereksinimlerinin hazırlanmasında ve tasarlanması gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Simülasyon alternatif koşulların ve eylem yollarının nihai gerçek etkilerini göstermek için kullanılabilir. Simülasyonlar erişilebilir olmayabileceği veya meşgul olmanın tehlikeli veya kabul edilemez olabileceği veya henüz tasarlanmamış gerçek sistemler devreye sokulmadığında da kullanılabilir. Simülasyonlar, sürekli simülasyonlar ve kesikli simülasyonlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

### Sürekli Simülasyon

Davranışları zamanla birlikte sürekli olarak değişen simülasyonlardır.

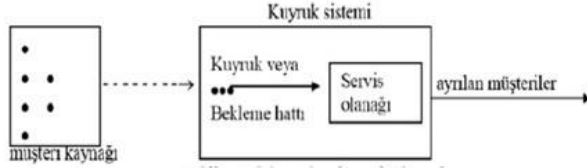
### Kesikli Olay Simülasyonu

Kesikli olay simülasyonu, durum değişkenlerinin zaman içinde belirli noktalarda değiştiği sistemlerin modellenmesi ile ilgilenir. Zaman içerisinde belli noktalarda bir olay ortaya çıkar ve sistemin durumunu değiştirir. Tüm kesikli simülasyonlar, doğrudan veya dolaylı olarak müşterilerin geldiği durumlarda gerektiğinde oluşabilecek kuyruklar ve ardından da sistemi terk etmeden önce hizmet görme olarak tanımlanırlar. Sistemde herhangi bir değişim olursa modeldeki olaylar tanımlanmış olur. Bu olayların kesikli noktalarda olması kesikli olay simülasyonunu ortaya çıkarmıştır. Kesikli olaylar değişkenlerin farklı zamanlarda değiştiği sistemlerdir. Kesikli olay simülasyonunun sistem durumu, saat, olay listesi, Rassal sayı süreçleri, istatistikler, koşullu sonlandırma olmak üzere bileşenleri vardır. Sistem durumu, üzerinde çalışılacak sistemin özelliklerini bulduran değişken kümelerini barındırmaktadır. Saat, simülasyonun o andaki zamanda kat ettiği yolun süresini belirtir. Rassal sayı süreçleri, simülasyonun ihtiyacı olduğu Rassal verileri üretmektedir. Olay listesi, simüle edilen sistemin göstereceği tepkiyi listeler. Olay listeleri anlık olarak tutulmaktadır. İstatistikler, simüle edilen sistemin olaylar karşısında gösterdiği tepkiyi gösterir. Koşullu sonlandırma ise "t" anında "n" tane olay gerçekleştirildi ve "x" sonucuna ulaşıldı gibi sonlandırmaları olmaktadır.

### Kuyruk Teorisi

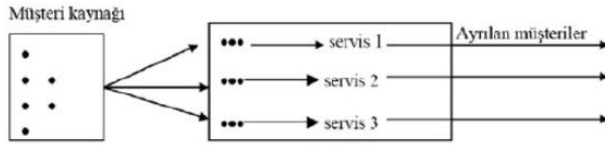
Kuyruk analizi, bekleyen çizgilerin veya kuyrukların matematiksel olarak çalışmasıdır. Kuyruk teorisinde, kuyruk uzunluklarının ve bekleme sürelerinin tahmin edilebilmesi için bir model oluşturulmuştur[3]. Teoride elde edilen sonuçlar genellikle bir hizmet sunmak için gerekli kaynaklar hakkında iş kararları alınırken kullanılır. Kuyrukta ve sistemin alt yapısına bağlı olarak bekleme ve bekletilme zamanı, belli durumlarda karşılaşılabilecek sorunlarla karşılaşma sorunları dikkate alınarak performans hesaplaması ve bunlara bağlı olarak bir sonuç üretmeyi sağlar. Kuyruk teorisinde ana aktörler hizmeti sunan ve müşteridir. Müşteri bir kaynaktan ortaya çıkar ve hizmet veren işletmeye vardığında hizmet görmeye başlar ya da işlemi yapan meşgul durumda ise kuyrukta beklemeye başlar. İşlem yapan elinde var olan işlemi tamamladıkça kuyrukta bekleyen varsa müşteriyi kuyruktan çeker. Eğer kuyruk yoksa işlem yapan müşteriyi hemen işleme alır. Kuyruk boş kalıyorsa işlem yapan yeni müşteri gelinceye kadar boş kalmaktadır. Bekleme olayı Kuyruk, Servis Kanalı, Kuyruğa Giriş Hızı, Servis Hizmet Hızı, Kuyruk Disiplini ve Servis Olanaklarından oluşmaktadır. Kuyruk, bekleyen müşteri sayısını belirtir. Servis Kanalı, müşteriye hizmet sunan işletmeye ait bir süreçtir. Kuyruğa Giriş Hızı, birim zamanda hizmet almaya gelen müşteri sayısını belirtir. Servis Hizmet Hızı, kuyrukta bekleyen müşterilere hizmet sunacak sistemin hızıdır. Kuyruk Disiplini, kuyrukta yer alan müşterilerin sırasını belirler. Kuyruktaki resmi kural, First Come First Service (İlk gelen İlk Hizmet) - FCFS kuralı ile çalışır.

Yani kuyruğa ilk giriş yapan ilk hizmeti görür. Ancak LCFS (Last Come First Service) son gelen ilk hizmet verme mantığı ve SIRO (Service In Random Order) Rassal olarak hizmet verme mantığı kuralları da vardır. Kaynaktan üretilenlere hizmet (servis) verebilmek için bazı olanaklar vardır. Bunlar tek kanallı ve çok kanallı hizmetlerdir. Şekil 1'de Tek kanallı servis sistemi görülmektedir. Burada anlaşıldığı gibi müşteri kaynağından gelenler bekleme hattı üzerinden tek kuyruk üzerinden tek servisten işlem görüp sistemden ayrıldığı anlaşılmaktadır. Kaynaktan üretilenler sıra halinde sisteme girmekte olup ilk giren hizmeti ilk almaktadır. Hizmeti servisten hizmetten ilk alanlar sistemden de ilk ayrılan olmaktadır[4].



Şekil 1: Tek Kanallı Servis Modeli

Şekil 2'de Çoklu kuyruk, paralel halinde çoklu servis sisteminde görüldüğü gibi müşteri kaynağından gelenler birden çok hizmet almak için farklı kuyruklara ve buradan da hizmet servis veren farklı alanlarda gittiği görülmektedir. Daha sonra servisten hizmet alanların kuyruktan ayrıldığı görülmektedir. Bu şekilde hizmetin daha hızlı ve daha verimli olacağı ve ayrıca kuyruқта bekleme süresinin de kısalacak olmasından dolayı hızlı ve etkin hizmet sunulmasının yanı sıra personelin daha kapasiteli çalışacağını düşünülmektedir[5].



Şekil 2: Çok Kanallı Servis Modeli

### Poisson Dağılımı

Poisson dağılımı belirli bir olayın belirli bir zaman aralığında gerçekleşme olasılığını veren dağılımdır. Bir bankaya bir saatte gelen müşteri sayısı, bir basketbol maçında takımların attıkları basket sayısı, bir futbol maçının uzatma dakikalarının kaç dakika oynanacağı, bir sınavdan öğrencilerin alacağı sınav notu Poisson dağılımına örnek verilebilir. Hizmet almak için servise veya kuyruk sistemine girişler rastgele ve bağımsız olduğundan bu tip durumların olasılığını belirlemede Poisson Dağılımı Olasılık Fonksiyonu tercih edilmektedir[6]. Poisson dağılımı olasılık fonksiyon denklemini:

$$\frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!}$$

X : Poisson Dağılımına Uygun Rassal Değişken  
 $\lambda$  : Ortalama, Parametre

e : Sabit Sayı

Poisson dağılımına bir örnek verecek olursak; bir maçta atılan gol sayısının 1 ortalamaya sahip Poisson dağılımından geldiği biliniyorsa; maçın golsüz bitme olasılığını hesaplayacak olursak:

$\lambda$ : 1 (Ortalama, Parametre)

X: 0 (Golsüz bitme olasılığı)

$$\lambda = 1 \quad x = 0; \quad f(x, \lambda) = \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} = \frac{e^{-1} * 1^0}{0!} = 0.3678$$

%36.78 sonucu bulunur.

### UYGULAMA

Günümüzde teknolojinin hızla yayıldığı bu zamanında buna bağlı olarak hayatın akışının da hızlı ve önem kazandığı varsayımı kaçınılmazdır. İşlemlerin büyük kısmını cep telefonlarına kadar indirildiği günümüz dünyasında, hizmet almak için bekleme süreleri başlı başına bir sorun haline gelmiştir. Bu çalışmada daha önce belirtildiği gibi bir kısmı tabanlı benzetim modeli ile kuyruk analizi yapılarak bu soruna çözüm bulmayı amaçlamış genel hizmet ve personel kapasitesinin artırılmasını yanı sıra hangi işlemler için daha fazla müracaat edildiği ve bu konuda gerekli analizleri yapmak amacı ile model tasarlanmıştır. Çalışmanın bu kısmında AnyLogic yazılım ile gerçekleştirilen uygulama anlatılacaktır. Bu çalışmada gerçek veriler kullanılmıştır. Simülasyon çalışması 50.000 veri girişi ile sınırlandırılmış olup 2015 yılına ait veriler kullanılmıştır. Verilerin alınmış olduğu kurum ismi belirtilmemiş bunun yerine ABC Üniversitesi olarak adlandırılmıştır. Bu veriler MS SQL'den ilgili ABC Üniversitesinden .txt formatında alınmıştır. ABC Üniversitesi üzerine model kurulmuştur. ABC Üniversitesi hafta içi saat 12.00 ile 13.00 ve akşam 16.30' dan sonra ile hafta sonu hizmet vermemektedir. ABC Üniversitesi aynı bina (kampüs) içinde birden fazla öğrenci işleri, akademik, idari vb. durumlarda hizmet veren birimlerden oluştuğu, ve her şubesinin ise aynı işlevi yaptığı varsayım alınmıştır. Her fakültenin ve bölümün kendi içinde öğrenci işleri gibi farklı birimleri olduğu bildirilmiştir. Örnek olarak işletme fakültesi, mühendislik fakültesi, hukuk fakültesi gibi her birimin kendi içinde aynı veya benzer işlemleri veren birimler olduğu bunlarında kendi içinde personeli bulunmaktadır. ABC Üniversitesinden hizmet almak isteyenler aynı kampus içinde olduğunda bina içinde iki kişi tarafından bilgisayar ortamında fiş veya numara alarak ortak işlemlerle ilgili şubelere yönlendirildiği düşünülmektedir. 2010-2016 yılları arasında 1 milyondan fazla kişiye hizmet verdiği tespit edilmiştir. Dolayısı ile bu kadar büyük müşteri potansiyeline sahip üniversitenin şubelerinin insan kaynakları yönetimi performans dağılımı son derece önemlidir.

Benzetim uygulamasında kullanılan AnyLogic programına verilerin aktarılması gerekmektedir. Kuyruқта bekleme sürelerine ilişkin veya hizmet

sunumlarının hızlandırılması ve verimliliğin artırılması önem arz etmektedir.

Çalışmada ayrıca Microsoft Excel tablolama programının yanı sıra bu programa ait verilerin analiz, ortalama, toplam gibi matematiksel fonksiyon ve tabloların ya da verilerin özetlenmesinde PivotTable aracı kullanılmıştır. Tablo-1'de 2015 Nisan ayına ait verilerin bir kısmı görülmektedir.

Tarih	Saat	Şube Kodu	Fiş No	Ön. Gel. M. Say	Fiş Tipi	Gelişler Aralığı	DK
01.04.2015	08:18:44	19	1	1	42	00:18:44	18,73
02.04.2015	08:22:26	18	1	2	21	00:03:42	3.70
03.04.2015	08:22:40	19	2	3	21	00:00:14	0.23
04.04.2015	08:22:50	20	1	4	21	00:00:10	0.17
05.04.2015	08:23:18	21	1	5	21	00:00:28	0.47
06.04.2015	08:23:26	18	2	6	28	00:00:08	0.13
07.04.2015	08:23:43	20	7002	7	41	00:00:17	0.28
08.04.2015	08:23:51	21	2	8	28	00:00:08	0.13
09.04.2015	08:24:17	20	3	9	21	00:00:26	0.43
10.04.2015	08:24:52	25	1	10	22	00:00:35	0.58
11.04.2015	08:29:42	24	1	11	21	00:04:50	4.83
12.04.2015	08:34:03	24	2	12	24	00:04:21	4.35
13.04.2015	08:38:50	21	3	13	11	00:04:47	4.78
14.04.2015	08:42:50	25	2	14	21	00:04:00	4.00
15.04.2015	08:43:39	22	7001	15	41	00:00:49	0.82
16.04.2015	08:44:04	22	2	16	13	00:00:25	0.42
17.04.2015	08:46:10	23	7001	17	34	00:02:06	2.10

Tablo 1: 2015 Nisan Ayına Ait Verilerin Bir Kısmı

Tablo-1 incelendiğinde Saat Sütunu müşterilerin kuyruğa geliş saatlerini, Saat Sütunu müşterinin geliş saatlerini, Şube Kodu sütunu birden fazla şubesi olan kurum için her şubeye bir kod verildiğinden bu şubelere ait kodlar, Fiş Nu sütunu müşterinin işlem sıra veya kuyruk için almış olduğu numara, Önceki Gelen Müşteri sayısı en son numara almadan önce kaç kişinin numara aldığını gösteren sütun, Fiş Tipi sütununda ise her işleme ait kod verilmiştir. Ve bu kodları fiş tipi ile adlandırılmıştır. Gelişler arası süre ise en son fiş veya numara alan ile önceki fiş yada numara arasında süreyi göstermektedir.

Tablo-2'de Ocak ayına ait işlem için gelenlere ait kişi sayısı görünmektedir. Microsoft Excel PivotTable (Tabloların Özetlenmesi) araçları ile Ocak ayına ait toplam hizmet için gelen kişi sayısı, hangi işlem tipi için en fazla müracaat ettiği gösteren kişi sayısı gibi istatistik bilgiler görülmektedir. Tablo-2 incelendiğinde Ocak 2015 ayına ait 16306 kişi müracaat etmiştir. En fazla müracaat 4828 kişi ile 50 işlem tipi için, en az müracaat ise 1 kişi 60 işlem tipi için ölçülmüştür.

İşlem Tipi	Başvuru	Ay
11	581	Ocak
12	164	Ocak
13	59	Ocak
15	17	Ocak
18	25	Ocak
21	3793	Ocak
22	2361	Ocak
23	34	Ocak
24	729	Ocak
27	11	Ocak
TOPLAM BAŞVURU SAYISI		

İşlem Tipi	Başvuru	Ay
30	34	Ocak
32	10	Ocak
33	5	Ocak
34	95	Ocak
35	235	Ocak
41	2046	Ocak
42	407	Ocak
50	5692	Ocak
60	7	Ocak
61	1	Ocak
16306		

Tablo 2: 2015 yılı Ocak Ayına Ait Müşteri Sayısı

2015 yılındaki işlem tiplerinin yüzdeler dağılımları Tablo-3'te görülmektedir.

İşlem Tipi	İşlem Oranı
11	5,37%
12	1,52%
13	0,55%
15	0,16%
18	0,23%
21	35,04%
22	21,87%
23	0,31%
24	6,74%

İşlem Tipi	İşlem Oranı
27	0,10%
28	5,76%
30	0,31%
32	0,09%
33	0,05%
34	0,88%
35	2,71%
41	18,90%
TOPLAM	100%

Tablo 3: 2015 Yılına Ait İşlem Değerleri

Tablo-3 incelendiğinde yıl bazında hangi işlem tipi için, gelen müşterilerin hangi alanda yoğunlukta olduğu yüzdesel olarak raporlanmıştır. Bu değerler göz önüne alındığında 41 işlem tipi için en fazla müşterinin %35.04 oranı ile 21 numaralı işlem için geldiği, en az müşterinin ise %0,10 oranı ile 27 numaralı işlem tipi için geldiği tespit edilmiştir. ABC Üniversitesi için her işlem tipinin maksimum ve minimum işlem süreleri vardır. Bu süre zarfında bu işlemlerin bitirilmesi gerekmektedir. ABC üniversitesinde her işleme yada işlem çeşidine numara verilmiş ve işlem tipi olarak adlandırılmıştır.. Bu işlem tiplerinin servis sağlayıcılar tarafından bitim süreleri Tablo-4'te gösterilmiştir. Veriler AnyLogic çalışma ortamına aktarılırken bu değerler dikkate alınmıştır. PivotTable aracılığıyla elde edilen bu veriler AnyLogic yazılımında kullanılmıştır.

İşl. Tipi	En Az İşlem Süresi (dk)	En Fazla İşlem Süresi (dk)	İşlem Ağırlık	İşl. Tipi	En Az İşlem Süresi (dk)	En Fazla İşlem Süresi (dk)	İşlem Ağırlık
11	10	15	0,0957	24	5	10	0,0858
12	5	10	0,0109	27	5	10	0,0023
13	10	15	0,0055	28	10	15	0,0907
14	10	15	0,006	30	10	15	0,0064
15	2	5	0,0021	32	5	15	0,0015
18	10	12	0,0196	34	5	10	0,0101
21	2	5	0,3059	35	5	10	0,0196
22	10	15	0,0970	41	2	5	0,2514
23	10	15	0,0034	GENEL TOPLAM			100%

Tablo 4: ABC Üniversitesine Ait İşlem Süreleri ve İşlem Ağırlıkları

Tüm bu veriler elde edildikten sonra AnyLogic uygulamasında gerçekleştirilen uygulamada test olarak 85 personel ve 20 personel üzerinde gerçekleştirilen simülasyonun sonuçlarının bir kısmı Tablo 5 ve Tablo 6'da listelenmiştir.

Block Type	Block	Activity Type	Minimum Süre	Maximum Süre	N Agents
Service	ps11	WT	3,272,645	3,599,497	18
Service	ps11	WK	600,036	4,499,893	4807
Service	ps12	WT	3,284,213	3,584,684	2
Service	ps12	WK	300,175	4,190,869	554
Service	ps13	WT	3520,75	3520,75	1
Service	ps13	WK	601,129	4,458,147	270
Service	ps15	WT	3,528,228	3,528,228	1
Service	ps15	WK	601,141	4,472,942	577
Service	ps18	WT	3,573,932	3,573,932	1
Service	ps18	WK	120,202	3,818,044	117
Service	ps21	WT	3,284,626	3,597,099	40
Service	ps21	WK	600,002	4,319,942	15071
Service	ps22	WT	3,387,817	3,591,895	11
Service	ps22	WK	120,014	3,894,638	4872
Service	ps23	WT	3,597,712	3,597,712	1
Service	ps23	WK	601,565	4479,3	169
Service	ps24	WT	3,417,306	3,598,269	19
Service	ps24	WK	600,013	4,494,518	4408
Service	ps25	WT	3,244,047	3,598,646	43
Service	ps25	WK	120,002	3,899,799	12465
Service	ps27	WK	307,083	4,076,183	122

Tablo 5: 85 Personel İle Yapılan Ölçüm Sonuçları

Block Type	Block	Activity Type	Minimum Süre	Maximum Süre	N Agents
Service	ps11	WT	0,388	3,582,142	52
Service	ps11	WK	600,036	4,498,393	4833
Service	ps12	WT	1,417	3,598,744	8
Service	ps12	WK	300,983	4,187,063	570
Service	ps13	WT	14,965	3,509,097	3
Service	ps13	WK	602,392	4,490,553	276
Service	ps15	WT	33,254	3,572,065	5
Service	ps15	WK	600,148	4,471,694	568
Service	ps18	WK	120,591	298,96	96
Service	ps21	WT	0,145	3,599,821	172
Service	ps21	WK	600,001	4,319,732	15276
Service	ps22	WT	1,345	3,597,974	55
Service	ps22	WK	120,014	3,897,926	4793
Service	ps23	WT	14,093	3,523,105	4
Service	ps23	WK	600,196	4,494,084	170
Service	ps24	WT	1,154	3,599,708	40
Service	ps24	WK	600,085	4,496,673	4347
Service	ps25	WT	0,037	3598,62	286
Service	ps25	WK	120,005	3897,08	12508
Service	ps27	WT	3,323	36,798	3
Service	ps27	WK	307,082	4,046,045	104

Tablo 6: 20 Personel İle Yapılan Ölçüm Sonuçları

## SONUÇLAR

Bu çalışmada iki önemli kuyruk teorisi ve kesikli simülasyon üzerinde durulmuştur. Bir üniversite üzerine uygulama yapılmıştır. İlk bölümünde kuyruk teorisi üzerinde durulmuştur. Müşterilerin gelişer arasındaki süreler konusu başta olmak üzere, hizmet veren sürelerde oluşması mümkün olan modeller anlatılmıştır. Bu kapsamda performans ölçümlerinden, simülasyon modelinden, bahsedilmiştir.

İlk uygulamada yapılan uygulamada mevcut duruma göre personel sayısı 85 olarak modelde işlenmiş sonuçlar incelendiğinde, yüzde 9(%9) performans olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuca ilişkin ise ortalama 11,117 dakika bekleme kuyruk süresince işlemlerin yapıldığı, buna bağlı olarak ise minimum 2,179 dakika maksimum 80,6 dakika bekleme süresi ortaya çıkmıştır.

İkinci uygulama olarak ise personel sayısının 20 olarak işlenmesi halinde ise Ortalama bekleme süresinin 11,032 dakika, minimum 2,182 maksimum 79,92 dakika ve performans olarak ise yüzde 41(%41) olduğu görülmüştür.

85 personel ve 20 personel ile yapılan iki ayrı ölçümde ortalama bekleme süreleri, kuyruktaki bekleme sürelerinin, maksimum bekleme süreleri birbirine eşit olsa da performans olarak 20 personel ile daha verimli ve daha etkin sonuçlar alındığı görülmüştür.

Bekleme süresinin kısaltılması için mesai saatleri dışında personel çalıştırılması bazı işlem tiplerinin e-devlet veya otomasyon üzerinden etkin hale getirilerek daha verimli performans sağlanabilir ve anlık müdahale edilerek sistem performansı artırılabilir.

#### KAYNAKÇA

[1] Fabrycky W.J.and Torgersen, P.E., "Operations Economy: Industrial Applications of Operations Research" (Englewood Cliffs, NJ.: Prentice- Hall, Inc., 1966), S.317.

[2] Wikipedia, Kuyruk Teorisi,  
[https://tr.wikipedia.org/wiki/Kuyruk\\_teorisi](https://tr.wikipedia.org/wiki/Kuyruk_teorisi)  
(Erişim Tarihi: 22.10.2017)

[3] Sezen H. Kemal, Kaya Şule, Günali Murat, "*Hastane Kliniğinde Kaynak Dengeleme Amaçlı Bir Benzetim Modeli Uygulaması*", Uludağ Üniversitesi İİBF Dergisi, Cilt/Vol. XXXI, Sayı/No. 1, pp. 179-191, 2012, Bursa

[4] Ustaoglu Murat, "*Monte Carlo Simülasyonu Yaklaşımıyla Kuyruk Teorisinin İncelenmesi ve Otomotiv Sektörü Üzerine Bir Uygulama*", Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, 2008, İstanbul.

[5] Erdoğan Gürol, Yıldız Mustafa, Türsem M. Erdem, "*Gezgin Etmen Sistemlerinin Başarım Ölçümü: Benzetim Tekniği*", EMO Dergisi, 2009, İstanbul.

[6] Joachim H. Ahrens ve Ulrich Dieter "Computer Generation of Poisson Deviates" ACM Transactions on Mathematical Software C.8 No.2 say.163- 179.

#### ÖZGEÇMİŞLER

##### ÜNAL DURMUŞ

Ünal Durmuş 1978'de Trabzon ili Şalpazarı ilçesi Dorukkiriş köyünde dünyaya gelmiştir. İlkokulu



Dorukkiriş İlkokulu'nda, ortaokulu Doğanca Ortaokulu'nda bitirdi. 1997 yılında Trabzon Endüstri Meslek Lisesi Bilgisayar Donanımı bölümünden mezun olduktan sonra 2000 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Uluborlu Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Programcılığı bölümünü bitirdi. Lisans eğitimini ise 2012 yılında Ahmet Yesevi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünde tamamlamıştır. Eylül 2015 tarihinden itibaren Beykent Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği anabilim dalında yüksek lisans yapmaktadır ve halen bir kamu kuruluşunda Bilgisayar Mühendisi olarak çalışmaktadır. Evli ve iki çocuk babasıdır.

##### FATİH BAL

2005 yılında Tuzla Tuğrul bey Lisesinde orta öğretimi tamamladıktan sonra 2008 yılında Konya Selçuk Üniversitesi Bilgisayar Teknolojisi ve Programlama bölümünü, 2014 yılında Maltepe Üniversitesi Yazılım Mühendisliği bölümünü bitirmiştir. 2017 yılında Beykent Üniversitesinde Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır ve Düzce Üniversitesi Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği bölümünde doktora eğitimine devam etmektedir. Mart 2016 tarihinden beri Maltepe Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

