

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

**YOLCU KARAKTERİSTİKLERİNİ KULLANILARAK
KONTUAR KUYRUK OPTİMİZASYONU YAKLAŞIMI**

Yüksek Lisans Tezi

EMRE DEVRİM

İSTANBUL, 2020

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**YOLCU KARAKTERİSTİKLERİNİ
KULLANILARAK KONTUAR KUYRUK
OPTİMİZASYONU YAKLAŞIMI**

Yüksek Lisans Tezi

EMRE DEVRİM

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Sinan APAK

İSTANBUL, 2020

T.C. BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

Tezin Adı: Yolcu Karakteristiklerinin Kullanılarak Kontuar Kuyruk Optimizasyonu Yaklaşımı

Öğrencinin Adı Soyadı: Emre Devrim

Tez Savunma Tarihi: 22.06.2020

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Sosyal Bilimler Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr.
Burak KÜNTAY
Enstitü Müdürü
İmza

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

Prof. Dr.
Fatma ÖZKUL
Program Koordinatörü
İmza

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

_____ Jüri Üyeleri

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Sinan APAK

Ek Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Ebru Beyza BAYARÇELİK

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Hakan ASLAN

_____ İmzalar

ITHAF

Aileme...

TEŐEKKÜR

Bu tez çalıŐmasının planlanmasında, araŐtırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalıŐmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren sayın hocam Doç. Dr. Sinan APAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez alıŐması sırasında her zaman beni destekleyen yöneticilerim sayın Boğaç UĞUR-LUTEğİN, Murat DEMİRBİLEK ve BarıŐ FINDIK' sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Aynı zamanda bu süreçte beni hiç yalnız bırakmayan ekibim Korhan ALDOğAN, Seda KELEŐOęLU, Burcu YAKAR, Fatih GÖKMEN, Mehmet KARACA, Eda EVCİ, Orhan GÜVEN, Aslı GÜLAY ve Meltem KOCABAŐ'a desteklerinden ötürü teşekkürlerimi sunarım.

Hayatın akıŐında, sürekli benimle olan aileme sevgilerle...

ÖZ

YOLCU KARAKTERİSTİKLERİNİ KULLANILARAK KONTUAR KUYRUK OPTİMİZASYONU YAKLAŞIMI

Emre Devrim

İşletme Yüksek Lisans Programı

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Sinan Apak

Mayıs 2020, 56 Sayfa

Teknolojik gelişmeler ve dünyadaki ekonomik seviyenin iyileşmesi ile dünyada havayollarına ve uçak ile seyahat etmeye yönelik talep artmıştır. Yolcu sayısındaki beklenmeyen hızlı büyüme nedeniyle havalimanı kapasiteleri talebi karşılamakta zorlanmaktadır. Havalimanında yolcuların aldığı ilk işlemlerden olan check-in ve bagaj bırakma işlemleri için kullanılan kontuar sayıları yetersiz kalmıştır. Yolcu karakteristiklerinin farklılıkları, yolcu geliş sürelerindeki belirsizlik, check-in süresinin değişkenliği ve uzun olması, havayollarının hangi saatte kaç kontuar açacağını tahmin etmekte zorlaştırmaktadır.

Havalimanlarında gelecek yolcu sayısı ve kontuar sayısının tahmini için yolcuları ve geliş zamanlarını eş kabul eden kuyruk teorisi ve simülasyon modelleri kullanılmaktadır. Bu tez havalimanı check-in bölgesindeki darboğazların etkin yönetilebilmesi için yolcu karakteristikleri ve alışkanlıklarını kullanan bir kuyruk modeli önerir. Yolcu karakteristikleri olan işlem süresinin değişkenliği, işlemi yapan memurun etkisi ve yolcu geliş zamanları kuyruk modelinde girdi olarak kullanılmıştır. Havayolu iç dinamiği olan yolcu karakteristiklerinin kullanımı, kuyruk modeli tahmin doğruluğunun arttırdığı ve gerçek sonuçlara yaklaştırdığı görülmüştür. Daha doğru tahmin edilen sonuçların müşteri memnuniyetini arttırdığı ölçümlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kontuar, Optimizasyon, Yolcu Karakteristikleri, Havayolları, Sıra Teorisi

ABSTRACT

CHECK-IN COUNTER OPTIMIZATION APPROACH USING PASSENGER CHARACTERISTICS

Emre Devrim

Institute of Social Sciences Business Administration

Thesis Supervisor: Doç. Dr. Sinan Apak

May 2020, 56 pages

With the technological developments and the economic growth in the world, has increased air travel demand and passenger frequency. Due to the unexpected rapid passenger growth, airport capacities are unable to meet the demand. The number of counters used for check-in and baggage claim, which is the first passenger transactions at the airport, was insufficient. The differences in passenger characteristics, uncertainty in passenger arrival times, variability of check-in time make it difficult to estimate how many counters the airlines will open.

Queue theory and simulation models, which take passengers and arrival times as equivalent, are used to estimate the number of passengers and check-in counters. This thesis proposes a queuing model that uses passenger characteristics and airline insight data in order to effectively manage bottlenecks in the check-in counter area.

Passenger characteristics, which is variability of the processing time, passenger arrival times and performance of processor were used as input in the queue model. The use of passenger characteristics and airline insight data has been increased the accuracy of the queue model prediction and approximates it to the real results. It has been measured that the more accurately predicted results increase customer satisfaction.

Keywords: Counter, Optimization, Passenger Characteristics, Airlines, Queue Theory

İÇİNDEKİLER

TABLolar.....	x
ŞEKİLLER.....	xi
KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 CHECK-IN ve ÖZELLİKLERİ.....	2
1.1.1 Check-in Tipleri.....	3
1.1.2 Check-in Süreci.....	5
1.2 KUYRUK SİSTEMLERİ.....	6
1.3 PROBLEM.....	11
1.3.1 Belirsizlik.....	12
1.3.2 İnsan Faktörü.....	13
1.3.3 Maliyet Açmazı.....	14
1.3.4 Servis Seviyesi.....	15
1.4 Araştırmanın Amacı.....	17
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	19
3. METODOLOJİ.....	25
3.1 YOLCU KARAKTERİSTİKLERİ VE ALIŞKANLIKLARININ ANA- LİZİ.....	28
3.2 KUYRUK MODELİ VE FORMÜLASYONU.....	31
4. UYGULAMA.....	35
4.1 VERİ ANALİZİ.....	35
4.1.1 Uçuş Verileri Analizi.....	35
4.1.2 Yolcu Verileri Analizi.....	37
4.1.3 Check-in Verileri Analizi.....	40
4.2 ÖRNEK GÜN MODEL SONUÇLARI	46
4.3 MODEL ÇIKTILARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	49
5. SONUÇ.....	52
5.1 ARAŞTIRMACILAR İÇİN ÖNERİLER.....	53

KAYNAKÇA.....	54
ÖZGEÇMİŞ.....	59

TABLULAR

Tablo 1.1: Örnek havayolu check-in kapanış tablosu.....	4
Tablo 1.2: Havalimanındaki check-in süreç şeması.....	6
Tablo 1.3: Sıra model yapısı.....	7
Tablo 1.4: IATA tarafından tavsiye edilen maksimum bekleme süreleri.....	17
Tablo 4.1: Doluluk korelasyon analizi sonuç tablosu.....	30
Tablo 4.2: Uçuş verileri önem analizi sonuçları.....	31
Tablo 4.3: Yolcuların kontuara geliş zamanlarının korelasyon analizi.....	32
Tablo 4.4: Yolcu verileri önem analizi sonuçları.....	33
Tablo 4.5: Check-İn işlem sürelerinin korelasyon analizi.....	35
Tablo 4.6: Yolcu verileri önem analizi sonuçları.....	36
Tablo 4.7: Tüm profiller bazında ortalama işlem süreleri.....	38
Tablo 4.8: Farklı günler ait yurt dışı hatlarına uçan, 1 yolculu, online/kontuar check-in ve bagajlı/bagajsız yolcu profilinin personel deneyimine göre ortalama işlem süreleri.....	40
Tablo 4.9: Örnek gün verileri.....	41
Tablo 4.10: 26.09.2019 Tarihi için modelin ürettiği tahminlemeler.....	41
Tablo 4.11: 26.09.2019 Günü saat 08:00 – 09:00 arası kuyruk modeli tahminlemesi ile saha gözlem karşılaştırması.....	44
Tablo 4.12: 26.09.2019 Günü saat 14:00 – 15:00 arası kuyruk modeli tahminlemesi ile saha gözlem karşılaştırması.....	45

ŞEKİLLER

Şekil 1.1: Çok sıra çoklu işlemcili kuyruk modeli.....	9
Şekil 1.2: Çok sıra çoklu işlemcili kuyruk modeli için istanbul havalimanından (IST) örnek bir görüntü.....	10
Şekil 1.3: Tek sıra çoklu işlemcili kuyruk modeli.....	11
Şekil 1.4: Tek sıra çoklu işlemcili kuyruk modeli için sabiha gökçen havalimanından (SAW) örnek bir görüntü	11
Şekil 3.1: Literatürdeki diğer çalışmalarının metodoloji süreç haritası.....	25
Şekil 3.2: Çalışmanın metodolojisinin süreç haritası.....	27
Şekil 3.3: Kuyruk modelinin temsili gösterimi.....	32
Şekil 3.4: Örnek yolcu bekleme süresi ile kontuar ilişkisi arasındaki ters orantı.....	33
Şekil 4.1: Yolcu geliş süreleri örnekleminin dağılımı.....	40
Şekil 4.2: Kontuardaki işlem süreleri örnekleminin dağılımı.....	43
Şekil 4.3: Veri analizi sonrasında model için gerekli veriler ve çıktılar.....	46
Şekil 4.4: Örnek gün olarak seçilen 26.09.2019 kuyruk modeli sonuçları.....	49

KISALTMALAR

IATA	: Internatioanl Air Transport Association
FCFS	: First come, first served
FIFO	: First in, first out
LCFS	: Last come, first served
LIFO	: Last in, first out
RSS	: Random Selection of Service
PNR	: Passenger Name Record
SSR	: Special Service Request

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler ve dünyadaki ekonomik seviyenin iyileşmesi ile tüm dünyada havayollarına ve uçak ile seyahat etmeye yönelik talep artmıştır. Uçak seyahatinin daha hızlı ve güvenilir olması ve teknolojik gelişmelerin sayesinde ucuzlayan bilet fiyatları hava yolu seyahatinin tercih edilmesinde ön plana çıkmaktadır. Havayolu seyahatini tercih edilmesi yolcu rakamlarını yukarılara taşımıştır. Havayolları yolcu sayılarını arttırmalarına rağmen havalimanları içindeki kapasitelerini aynı hızda arttıramamaktadır. Havalimanlarının eski olması, büyüme için esnekliklerinin olmaması ve altyapı yatırımlarının maliyetinin çok yüksek olması nedeniyle yolcu sayısındaki artış havalimanı kapasitelerine yansımamıştır. Havayolları artan yolcularını aynı havalimanı kapasitesi içinde hizmet vermeye çalışmakta ve bu durum havalimanı kapasitelerinde darboğazlara neden olmaktadır.

Yolcuların havalimanına geldikten sonra havayollarından aldıkları ilk işlem check-in işlemidir. Check-in işlemleri havalimanlarının ana güvenlik kontrolü öncesinde ayrılmış alanlarında kontuar adı verilen ada şeklinde veya duvar şeklinde konumlandırılmış yan yana masalardan oluşmaktadır. Kontuarlar bagaj teslim işlemleri için havalimanı bagaj sistemlerine konveyör bantlar ile bağlanmış durumdadır. Bagaj konveyör bant sistemi kontuardan aldığı bagajları çeşitli güvenlik kontrollerinden geçirerek terminalin en alt bölümlerindeki şut altı bölgesine ulaşmasını sağlar.

Artan yolcu sayıları ile check-in bölgesindeki kontuar sayılarının arttırılması ve yolcu bekleme alanlarının arttırılması ihtiyacı doğmuştur. Kontuar sayısının arttırılması için havalimanı fiziki sınırlarının genişletilmesi ve bagaj bant sistemleri gibi karmaşık ve maliyetli sistemlerin yenilenmesi gerekmektedir. Hem havalimanının bir cazibe merkezi olduğu için etrafındaki yapılardan dolayı fiziki olarak büyümemesi hem de bagaj bant sistemlerindeki çok yüksek maliyetler yeni kontuar yapımını engellemiş ve kontuar sayıları sabit kalmıştır.

Artan yolcu sayısına rağmen kontuar sayısını arttıramayan havayolları check-in bölgesinde ve işlemlerinde darboğaz yaşamaya başlamışlardır. İlk dönemlerde bu darboğazı yolcuları sıraya dizerek ve bekleterek çözmeye çalışmışlar ancak artan yolcu sayıları nedeniyle başarısız olmuşlardır. Bu darboğazı anlayabilmek ve analiz edebilmek için önce check-in işleminin özelliklerini arkasından sıra sistemlerini ve en son olarak da bu darboğazın yarattığı problemler irdelenecektir.

1.1 CHECK-İN VE ÖZELLİKLERİ

Yolcunun havayoluyla seyahatini gerçekleştirmesi için, belirlenmiş kalkış saatinden belirli bir süre önce bilet ve bagaj işlemlerini yaptırması anlamını taşır (SHGM 2019). Check-in işlemi bizzat havayolu tarafından veya havayolu adına işlem yapma yetkisi olan yer hizmet şirketi tarafından gerçekleştirilir. Yolcunun karşılanması; bilet, pasaport ve bagaj kabul işlemlerinin yapılmasıdır. Sivil havacılık kuralları çerçevesinde, havayollarının prosedürleri ve yolcuların isteklerine göre işlemler tamamlanarak biniş kartı teslim edilir. Check-in kontrol, onaylama ve kayıt altına alma aşamalarından oluşur.

Havayolları temelde iki çeşit check-in kontuar sürecini benimsemişlerdir. Bunlar kapalı check-in kontuar ve açık check-in kontuar süreçleridir.

Kapalı (Closed) Check-in Kontuar

Havayolları tarafından her uçuş için ayrı bir kontuarın açıldığı durumları ifade eder. Havayolları daha az uçuş gerçekleştirdikleri meydanlarda uçuş saatinden 3 saat önce yolcu sayısına bağlı olarak 3 ila 8 kontuar açarlar. En belirgin özelliği kontuarların sadece belirlenen uçuş için hizmet vermesidir, diğer uçuşlara hizmet verilmez. Aynı saat içindeki diğer uçuşlara hizmet verilmesi için farklı kontuarlar açılır.

Açık (Open/Common) Check-in Kontuar

Havayolları tarafından yoğun uçuş yapılan meydanlarda tercih edilir. Açılan kontuar havayolunun o zaman dilimindeki tüm uçuşlarındaki yolcuları kabul eder. Kontuarda check-in işlemine açık olan tüm uçuşların işlemleri gerçekleştirilebilir. Kontuar sayısı yapılan uçuş adedine göre havayolu yetkilileri tarafından belirlenir.

1.1.1 Check-in Tipleri

Check-in tipleri genel olarak check-in işleminin nerede gerçekleştiğinden kaynaklanarak isimlendirilmişlerdir. Check-in tipleri kontuar, online, kiosk ve through olmak üzere 4 ana sınıfta değerlendirilmiştir.

Kontuar Check-in

Kontuar check-in, yolcuların uçak kalkış saatinden belirli bir süre önce gelerek biniş kartlarını ya da rezervasyon kodlarını (PNR kodu) kontuardaki görevlilere gösterip uçağa kabul işlemlerini başlatmasına denir (Pegasus 2019). Kontuar check-in işleminin tamamlanması akabinde kontuarda bulunan havayolu çalışanı uçağa biniş için gerekli biniş kartını yazdırarak yolcuya verecektir. Kontuar check-in tüm havayollarının kullandığı en eski check-in metodudur. Kontuarda yolcular check-in yapmanın yanında, koltuk değiştirme, bagaj teslim, özel hizmet talebi yapabilmektedirler.

Kontuar Memurları, yolcunun geçerli kimlik belgesini ile check-in işlemini başlatırlar. Bir uçuş için ne zaman kontuar açılacağını ve kapanacağını havayolunun inisiyatifinde bulunmaktadır. Ülkemizden örnek vermek gerekirse Pegasus Havayolları iç hatlar için uçuş saatine 2,5 saat önce kontuar açıp, 45 dakika kala kontuar kapatır. Dış hatlar için uçuş saatine 3 saat önce kontuar açıp, 60 dakika kala kontuar kapatır (Pegasus 2019).

Tablo 1.1: Örnek havayolu check-in kapanış tablosu

Check-in (Uçuşa Kayıt) Kanalları	Check-in (Uçuşa Kayıt) Kapanış Süreleri
Kiosk	Uçuş saatinden 45 dk önce
İnternet	Uçuş saatinden 60 dk önce
Yurt İçi Kontuar	Uçuş saatinden 45 dk önce
Yurt Dışı Kontuar	Uçuş saatinden 60 dk önce

Online Check-in

Online check-in, uçuş saatinden belirli bir süre yolcunun web, mobil telefon gibi ortamlar aracılığı ile uçağa bineceğini beyan etmesine denir. Havayolları tarafından sağlanan web tabanlı (online) check-in hizmeti hızlı, aynı zamanda kolaydır. Bu sistem yolcuya, evinden, işinden ya da herhangi bir yerden koltuk rezervasyonu yapma ve kendi biniş kartını yazdırma olanağı sunar. Online Boarding-Pass (Biniş Kartı) sistemi yolcular için zaman kazanmanın mükemmel bir yoludur. Sadece el bagajı taşıyan yolcular, biniş kartlarını ve kimlik ve pasaportlarını güvenlik noktalarında göstererek uçuş kapısına kabul edilirler.

Online check-in süresi, uçuşun dış hat/iç hat olmasına ve havayolunun tercihihine göre farklılık gösterebilir. Birçok havayolu bu esnada koltuk seçimi ve ek hizmetler satışı yapmaya çalışmaktadır. Online check-in sisteminin daha geç açılması halinde havayolu yolcusuna e-posta, SMS veya mobil uygulama yoluyla bilgilendirme yapmak zorundadır. İşlem için gerekli zaman havayolundan havayoluna değişir. Bazı havayolları örneğin İngiliz Easyjet firması 28 gün önce işlem yapmaya imkân verirken, bazı havayolları örneğin British Airways uçuştan 24 saat öncesine kadar önceden işlem yapılmasını tercih eder (British Airways 2019).

Bazı havayolu şirketleri yolcularına daha evdeyken biniş kartını yazdırma olanağı sunar. Diğerleri ise biniş kartını e-posta adresine veya cep telefonuna gönderir veya havalimanında alınmasını sağlar. Cep telefonundaki biniş kartının yolcu tarafından ihtiyaç duyulduğunda anında hazır olması nedeniyle en uygun gibi görünmektedir. Aileler veya beraber seyahat eden gruplar bütün biniş kartlarına tek bir telefon üzerinden ulaşabildikleri gibi farklı cihazlardan da ulaşabilmektedirler. Yolcunun online check-in işlemi yapmaması veya check-ini gösterememesi halinde yeni bir biniş kartı çıktısı almasına izin verilir ya da havalimanındaki eski sistemle işlemini gerçekleştirir.

Kiosk Check-in

Kiosk check-in işlemi, bazı havalimanlarında bulunan self servis kioskların kullanımı vasıtası ile check-in işleminin yapılmasıdır. Kiosk cihazlarını da kullanarak yapılan bu işlemi hızlı ve pratik bir şekilde gerçekleştirebilir. Check-in işleminin tamamlanması ile kiosk cihazları, yolcunun biniş kartını üretirler.

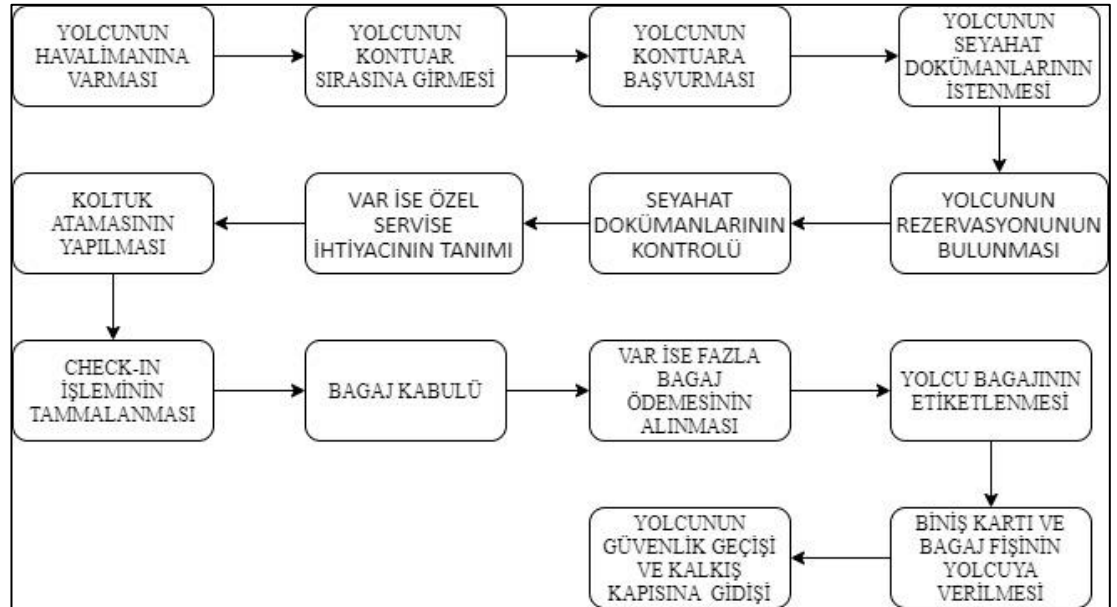
Through Check-in

Yolcunun 24 saat içinde, devam uçuşu veya uçuşları varsa ve kalkış istasyonu ile devam uçuşunun kalkacağı transfer noktalarındaki sistem arasında online bağlantı kurulabiliyor ise devam uçuşu için de check-in yapılabilir. Sistemlerin online olması, sistemde yapılan işlemin eşzamanlı olarak online olunan her yerde algılanması ve görülebilir olması demektir. Through check-inin olan yolcular devam uçuşu olan istasyonların check-in kontuarlarına uğramazlar.

1.1.2 Check-in Süreci

Check-in işlemi yolcunun karşılanması ile başlar, bilet, pasaport ve bagaj kabul işlemlerinin yapılmasını kapsamaktadır. Yolcunun kontuar başvurusu ile seyahat dokümanları alınarak kontrol edilir ve yolcu rezervasyonu ile eşleştirilir. Rezervasyon ile eşleştirilmesinden sonra varsa yolcu talebi olan özel servis ihtiyaçlarının (örnek, koltuk sırası, tekerlekli sandalye, refakat vb.) tanımlanması ve akabinde bagaj kabulü gerçekleştirilir. Yolcu bagajlarının sisteme tanımlanarak kayıt altına alınmasından sonra bagaj fişi ve biniş kartının yolcuya teslim edilmesi ile işlem tamamlanmış olur.

Tablo 1.2: Havalimanındaki check-in süreç şeması



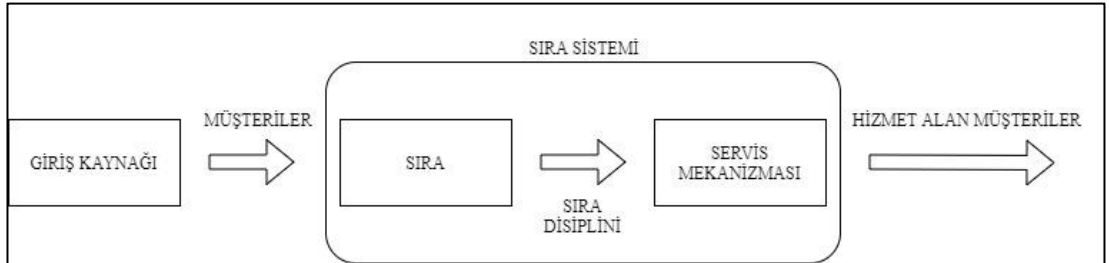
Yeni Nesil Kiosk Sistemleri

Havayolları kontuar kapasite sorununu çözmek amacıyla kontuar sistemlerine alternatif olarak kiosk sistemlerini tercih etmektedir. Kiosk sistemleri temel check-in işlemlerini gerçekleştirebilirken karmaşık ve varyasyonlar içeren işlemleri gerçekleştirememektedir. Örneğin koltuk satışı veya özel hizmet satışı konularında kısıtlı işlemler yapılabilmektedir. Bu da her havayolunun farklı hizmet koşullarına uymamaktadır.

1.2 KUYRUK SİSTEMLERİ

Bir Kuyruk sistemi, müşterilerin servise gelmeleri, operatörün işlem yapmak için uygun olmaması durumunda servis almak için beklemeleri ve servis aldıktan sonra sistemi terk etmeleri şeklinde tanımlanabilir. 'Müşteri' terimi burada genel bir kullanımdır ve illa bir insan müşteri olması anlamına gelmez. Mesela, çalıştırılmayı bekleyen bir bilgisayar programı veya kalkmak için sırada bekleyen bir uçak da müşteri olarak tanımlanabilir. Kuyruk Teorisi, rastgele oluşan taleplere servis sağlayan sistemlerin davranışlarını öngörmek amacıyla modeller sunmak üzere geliştirilmiştir.

Tablo 1.3: Sıra model yapısı



Sıra Sisteminin Özellikleri

Sıra sisteminin özellikleri tanımlamak için öncelikle bir sıranın temel bileşenleri olan giriş kaynağı, sıra, servis mekanizması terimleri açıklanmıştır.

Giriş Kaynağı: Çağrı popülasyonu olarak da adlandırılır. En temel özelliklerinden biri büyüklüğüdür, bu da sistemdeki sonlu ya da sonsuz (varsayılan durum) sayıda olabilecek toplam müşteri sayısıdır.

Sıra: Müşterilerin servis almadan önce beklediği yerdir. Sahip olabileceği maksimum müşteri sayısı ile karakterize edilir. Sıra sonlu veya sonsuz olabilir.

Servis Mekanizması: Bir ya da birden fazla servisten oluşur, her biri bir veya birden fazla paralel servis kanalını içerir, bunlara sunucu denir. Belirli bir tesiste, müşteriler paralel servis kanallarından birine girer ve bu müşteri tarafından servis edilir.

Sıra sistemlerine uygun bir tanım sağlayan sıra süreçlerinin 6 ana özelliği bulunmaktadır. Bunlar müşteri davranışları, servis davranışları, sıra disiplini, başkasına engel olma önceliği, başkasına engel olmama önceliği, sistem kapasitesi, servis kanalı sayısı ve hizmet aşamalarıdır (Yılmaz 2019).

Müşteri Davranışları: Genelde sıraya girme süreci rastgeledir. Bu yüzden, iki müşteri arasındaki zamanın olasılık dağılımının bilinmesi gerekmektedir. Aynı zamanda müşteriler eşzamanlı olarak sıraya girebilir (toplu geliş) ve eğer öyleyse partinin büyüklüğünü belirleyen olasılık dağılımı bilinmelidir.

Servis Davranışları: Müşterinin servis aldığı zamanın olasılık dağılımı belirlenmelidir. Servis tek veya toplu halde olabilir; müşterilere aynı sunucu tarafından aynı anda hizmet verildiği birçok durum vardır, trene binen insanlar ya da rehber hizmeti alan turistler gibi. Hizmetin bekleyen müşteri sayısına bağlı olduğu durumlar State-Dependent (Duruma Bağlı) olarak adlandırılır.

Sıra Disiplini: Bir kuyruk oluştuğunda müşterilerin servis için nasıl seçildiğini ifade eder.

En yaygın disiplinler:

(FCFS) First come, first served / (FIFO) First in, first out : İlk Gelen İlk İşlem Görür

(LCFS) Last come, first served / (LIFO) Last in, first out : Son Gelen İlk İşlem Görür

(RSS) Random Selection of Service: Rastgele Seçim (Servis müşterinin ne zaman sıraya girdiğinden bağımsızdır)

Başkasına Engel Olma Önceliği: Daha düşük öncelikli müşteri serviste bile olsa, yüksek öncelikli müşteri kabul edilir.

Başkasına Engel Olmama Önceliği: En yüksek önceliği olan müşteri sıranın en önüne geçer ama halihazırda işleme alınan müşterinin işi bitmeden önce kabul edilmez.

Sistem Kapasitesi: Bazı sıra sistemlerinde, bekleme odasının yetersizliği gibi fiziksel sınırlandırmalardan ötürü sıra belli bir uzunluğa ulaştığında sıraya daha fazla müşteri, boşluk oluşana kadar kabul edilmez. Bu duruma sonlu sıra durumu denir.

Servis Kanalı Sayısı: Bu terimle, müşterilere aynı anda hizmet verebilen paralel servis istasyonlarının sayısı belirlenir. Paralel kanalların servis mekanizmaları birbirlerinden bağımsız kabul edilir.

Hizmet Aşamaları: Bir sıra sisteminin bir veya birden fazla aşaması olabilir. Çok aşamalı sıra sistemlerinin bir örneği hastaların sırayla tıbbi geçmiş, kan testi gibi aşamalardan geçtiği fiziksel muayene prosedürleridir.

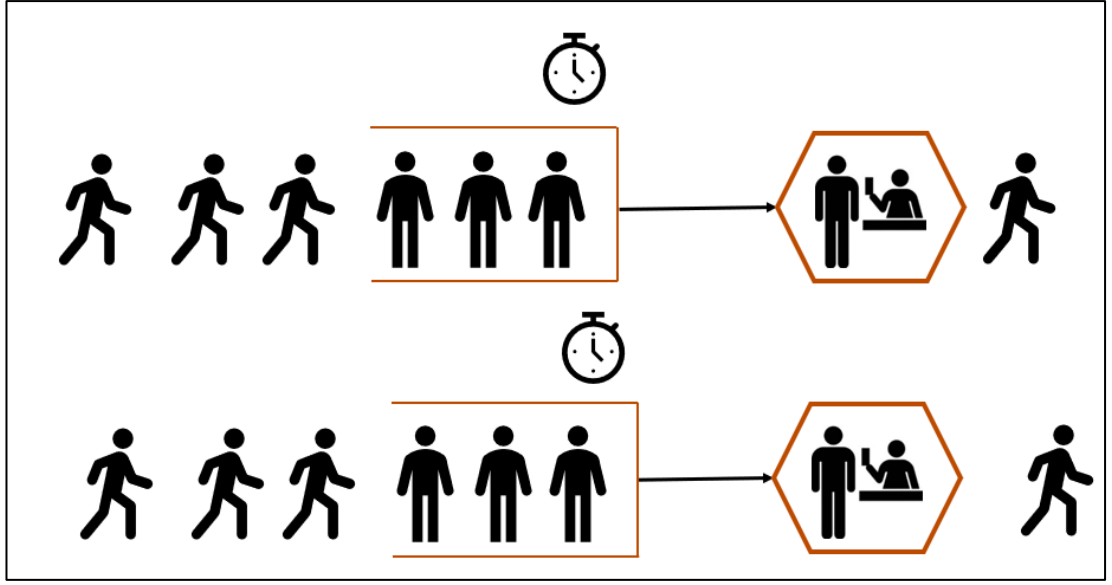
Havalimanlarında genellikle iki tipte sıra tipi bulunmaktadır. Bunlar çok işlemcili çoklu sıra (multi queue multi processor) ve çok işlemcili tekil sıra (one queue multi processor). Bu iki tip aşağıda detaylandırılmıştır.

Çok İşlemcili Çoklu Sıra

Çoklu sıra çoklu işlemcili kuyruk tipinde birden fazla olan işlemcinin her birinin önüne ayrı sıra yapılması ile oluşur. Genellikle küçük havalimanlarında, uçuş sayısı az olan havalimanları ve işlemci sayısı 5 ve daha az olan kontuar sayılarında tercih edilmektedir.

Bu kuyruk tipinde her müşteri ayrı sıralarda yer almaktadır. Müşterinin bulunduğu işlemci herhangi bir nedenle durması veya yavaşlaması durumunda sıra uzar. Bu durumda müşteriler diğer sıraların kısaldığını görür ve adaletsizlik hissi oluşur. Müşteri deneyimine ve memnuniyetini olumsuz etkiler.

Şekil 1.1: Çok sıra çoklu işlemcili kuyruk modeli



Şekil 1.2: Çok sıra çoklu işlemcili kuyruk modeli için İstanbul Havalimanından (IST) örnek bir görüntü

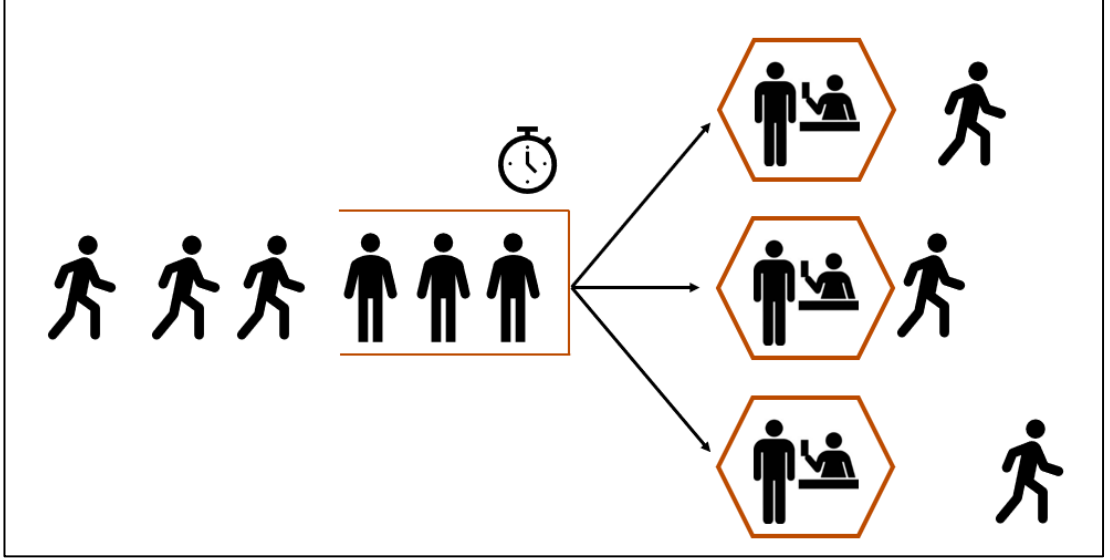


Çok İşlemcili Tekil Sıra

Tek sıra çoklu işlemcili kuyruk tipinde birden fazla olan işlemcinin her birinin önüne ayrı sıra yapılması yerine tek bir sıra oluşturulması ve sırası gelen müşterinin bekleyen işlemcinin önüne giderek işlemini tamamlamasını ifade eder. Genellikle büyük havalimanlarında, uçuş sayısı çok olan havayolları ve işlemci sayısı 10 ve daha fazla olan kontuar

sayılarında tercih edilmektedir. Bu kuyruk tipinde gelen tüm müşteriler aynı sıraya girerler. Bu nedenle çoklu sıra modeline göre adalet duygusu daha fazladır.

Şekil 1.3: Tek sıra çoklu işlemcili kuyruk modeli



Şekil 1.4: Tek sıra çoklu işlemcili kuyruk modeli için Sabiha Gökçen Havalimanı'ndan (SAW) örnek bir görüntü



1.3 PROBLEM

Havayolları check-in bölgesinde yaşadığı yetersiz kontuar sayısı darboğazını ortaklaşa kontuar açma yani talebe göre kontuar açma yöntemleri ile çözmeye çalışır. Ancak bu durumda havayolları başka bir problem ile yüzleşir. Havayolları, hangi saatte kaç adet kontuar açacağına ve bu operasyonu kaç kişi ile yöneteceğine karar vermelidir. Hangi saatte kaç kontuar açılacağına karar vermek için birden fazla değişkenin olduğu bir ortamda tüm değişkenleri kontrol ederek karar vermek anlamına gelmektedir. Bu karmaşık ortama yoğun uçuş sayısı ve yolcu alışkanlıklarının bilinmezlikleri eklendiğinde daha da karar vermesi zor bir durumla karşılaşmış olur. Hangi saatte kaç adet kontuar açılması gerektiği probleminin detayları belirsizlik, insan faktörü, maliyet açmazı ve servis seviyesi alt başlıkları ile detaylandırılmıştır.

1.3.1 Belirsizlik

Havayolları tarife sistemlerini her hafta tekrar edecek şekilde tasarlamış ve uçuş planlarını 1 haftayı tekrarlayacak şekilde planlamaktadırlar. Uçuş planlarının tekrar eden yapısı nedeniyle havalimanı personelinin uçuşların doluluklarını sistemlerden kontrol etme alışkanlıkları bulunmamaktadır. Bunun yanında havalimanı çalışanlarının genelde 4 vardiya şeklinde ve bu vardiyalar birbiri arkasından dönecek şekilde çalışırlar. Personel vardiyaların döngüsel olarak değişmesi neticesinde vardiyasında havalimanından geçecek yolcu sayısını hesaplamakta zorlanmaktadırlar.

Bir gün içerisindeki uçuşlar iç hat ve dış hat olarak sınıflandırılabilirdiği gibi etnik gruplara göre de sınıflandırılabilirler, örnek olarak Ortadoğu uçuşlarındaki Arap Misafirler, kuzey Avrupa'dan gelen yolcular verilebilir. Farklı yolcu profilleri aynı uçuşlarda olduğu gibi havalimanına gelişte de birbirinden farklı davranırlar. Her uçuş için havayolları standart check-in açılış ve kapanış süresi belirlemiştir. Ancak farklı yolcu profillerinin check-in gelme süreleri farklılaşmaktadır. Bu durum sadece farklı etnik gruplarla kalmamakla birlikte iç hatlarda farklı şehirlere düzenlenen uçuşlar için yolcu hareketi farklılaşmaktadır. Örneğin Ege Bölgesinden İzmir yolcuları kontuara daha erken gelme eğiliminde olmasına rağmen Dalaman uçuşundaki yolcular check-in kapanış saatine daha yakın gelme trendi göstermektedirler. Yolcuların kontuara geliş süresindeki belirsizlik ve tahminleme zorluğu sadece gidilecek destinasyon bazında değişmemekte bunu uçuşun saati, trafik

durumu ve havalimanı bağlantıları da etkilemektedir. Aynı destinasyona yapılan uçuşlarda sabah uçuşları ile öğle ve akşam uçuşlarındaki yolcu davranışının farklı olduğu gözlemlenmektedir.

Yolcuların kontuara gelişi trendi ile ilgili havalimanı bağlantıları çok büyük önem göstermektedir. Yolcuların havalimanına ulaşımı sağlayan metro, otobüs, şehirler arası gibi hatlar aynı saat dilimine denk gelmesi durumunda farklı kaynaklardan çıkan yolcuların aynı anda kontuara başvurmasına sebep olmaktadır. Örneğin havayolu 30 kontuar ile işlemlerini devam ettirdiği sırada hem şehirler arası otobüslerin hem de şehir için hatlardan 10 otobüsün aynı 10 dakikalık dilimde havalimanına ulaşması sebebiyle 700 civarındaki yolcunun bir anda kontuarlarına başvurmasına sebep olacaktır. Bu durum havayolunun işlem verdiği 30 kontuar sayısının ani olarak 40-50 sayılarına revize edilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Havayolu çalışanları bu durumda yoğunlaşan kontuarları rahatlatmak için farklı çözümler üzerine çalışmaktadır. Bu ani değişikliğin hangi saatte olacağını önceden öngörmek havayolu çalışanı için çok kolay olmamaktadır.

Online check-in ve transfer yolcu miktarları uçuş başına ve mevsimsel olarak değişim göstermektedir. Hem online check-in hem de transfer yolcular, o havalimanından uçuş gerçekleştirecekleri dahi kontuarda yapacakları işlemleri daha önceden gerçekleştirdikleri için kontuara uğramadan ikinci güvenlikten geçerek uçuşa biniş için kapı bölgesine giderler. Bu durumda online check-in ve transfer yolcu oranının artması kontuar bölgesindeki işlem yoğunluğunun azalması veya tam tersi olarak bu oranın azalması kontuar bölgesine daha fazla yolcunun gitmesi anlamına gelmektedir. Online check-in ve transfer yolcu miktarları havayolu çalışanları tarafından sürekli kontrol etmediği sürece yolcu yoğunluğunu takip etmek mümkün olmayacaktır.

Kaç kontuar açılması ile ilgili tek bir karar alınması için bu yoğunluğu besleyecek birçok iç dinamik veya yolcu karakteristiği bulunmaktadır. Her bir yolcu karakteristiğinin kendi içinde de değişkenlik göstermesi havalimanı personelinin karar vermesindeki belirsizliği arttırmaktadır.

1.3.2 İnsan Faktörü

Dünyadaki birçok havaalanında, check-in kontuarlarını açma veya kapama kararı, havayolu yetkilileri tarafından özel olarak planlanmaktadır. Bunu yaparken planlamacılar, havaalanı yetkilisi tarafından öngörülen hizmet kalitesini karşılarken kaynakları kontuarlara optimal olarak tahsis etme konusunda zorundadır.

Teknolojik gelişmelerden önce check-in kontuarlarının yerleştirilmesi simülasyon araçları kullanılmadan el ile yapılırdı. Öngörülen kaynak talebi deneyimlerden elde edilirdi ve yalnızca bir tahmini temsil ederdi. Söz konusu karmaşıklık nedeniyle, günün farklı zamanları, öngörülen varış yerleri, havayolu ve taşıma acentesi nedeniyle kaynak talebindeki ince değişiklikler göz ardı edilirdi. Bunun sonucunda, el ile yapılandırılan check-in kontuar yerleştirme programı havalimanlarında olanakları etkin bir şekilde kullanamaya bilmekte idi. Çoğu havalimanındaki artan trafikle birlikte kaynak kullanımını optimize etmek için daha etkin bir yaklaşıma ihtiyaç ortaya çıkmıştır.

Açılması gereken kontuar sayısını hesaplayan çalışanlar bunu matematiksel bir yaklaşım yerine deneyimsel bir yaklaşım ile hesaplarlar. Burada yapılan matematiksel hesaplamalar daha çok birim uçak için gerekli check-in kontuar personelinin uçak sayısına çarpımı ile elde edilir. Bu sonuçlar tolerans seviyeleri eklenerek deneme yapılır. Gün sonunda eksik kontuar açılan, sıraların taşıdığı saatlere check-in kontuar personeli eklemek suretiyle rakamları güncellenir. Ertesi gün tekrar deneme yapılır ve planlamayı yapan personellerde hangi saatte kaç kontuar ihtiyacı olabileceği konusunda baz bir deneyim oluşur. Tarife saatleri, yolcu yapısı gibi planlamayı etkileyebilecek iç dinamikler değişse dahi planlamacılar bu deneyimsel kontuar sayılarını devam ettirirler.

Deneyimsel metotların uygulanmasının yanında tüm planın düzgün gitmeme ihtimali de bulunmaktadır. Havayolu yetkilisi her ne kadar matematiksel hesap yapmış olsa da uçuş programında yaşanacak bir gecikme ile kontuar ihtiyacı ve saatleri tamamen değişecektir. Havayolu personelleri bu belirsizlik karşısında genellikle deneyimsel metotları tercih etmektedir. Ancak değişen vardiya sistemi, tüm değişkenlerin kontrol edilememesi gibi faktörler nedeniyle deneyimsel yapılan planlar doğru rakamları yakalayamamaktadır. Havayolu personellerinin kişisel planlama tercihleri problemimize insan faktörünün hata ihtimalini arttırması olarak karşımıza çıkmaktadır.

1.3.3 Maliyet Açmazı

Bir havayolunun check-in kontuar açması ile kontuar kirasından oluşan maliyetleri ve de kontuarda işlem yapmak için kullandığı personellerin maliyetlerine katlanmak zorundadır. Bu nedenle havayolları bu ikisi arasındaki sayı ve ilişkiyi iyi yönetmek zorunda kalmırlar. Örneğin 10 kontuar açmak istediğiniz bir dünyada minimum 10 personel bulundurmalıdır. Bunun yanında yolcu sayısı azaldığında 3 kontuar açarak maliyeti düşürmek iyi bir fikirdir, ancak 7 personel boşta kalacağı için her zaman fazla maliyetler ortaya çıkabilmektedir. Havayolunun başarısı bu ikisi arasında kuracağı denge ile doğrudan orantılıdır. Aksi halde denge kurulmaması durumunda yolcular sırada bekledikçe müşteri memnuniyeti düşecektir.

Özellikle çok sayıda (40 ve üstü) kontuar açan havayolları değişen mevsim koşullarına be bununla bağlantılı olarak tarife tiplerine uyum sağlamalıdırlar. Örneğin pazartesi saat 07:00'de 50 kontuar açması gereken bir havayolu daha düşük bir günde Salı günü saat 07:00'de 35 kontuar ile yolcu check-in işlemlerini tamamlayabilir. Bu durumda iki konu ön plana çıkmaktadır. Öncelikle değişen talebini sürekli izlemelidir ve bu talebe bağlı kontuar tahsisini ve personel planlamasını önceden talebe göre dengelemesi gerekmektedir. Bunun dışında yolcuların müşteri memnuniyetini sağlayacak minimum kontuar sayısını hesaplamış olmalıdır.

Teknolojik gelişmeler sayesinde havayolları bu tür hesapları bilgisayar sistemlerine ve algoritmalara yaptırabilmektedir. Aksi durumda doğru hesaplayan ve dengelenemeyen her durumda havayolu fazla maliyetlere katlanmak zorunda kalacaktır. Fazla personel çağırılması personel maliyetlerinin artmasına, az kontuar açılması şikayetlere ve müşteri memnuniyetinin düşmesine veya gereksiz kontuar açılması kontuar maliyetlerinin artmasına sebep olacaktır. Maliyet açmazı ile anlatılmak istenen kontuar, personel ve müşteri memnuniyeti dengesinin yakalanmasıdır. Herhangi birindeki sapma ekstra maliyet olarak havayoluna yansıtacaktır.

1.3.4 Servis Seviyesi

Globalleşen dünyanın getirdiği rekabetçi ortamda havayolları hayatta kalabilmek için verdikleri tüm hizmetlerde ulusal ve uluslararası servis seviyelerine uymak zorundadırlar.

Özellikle yolcular bazılarını bekleme sürelerini zaman kaybı olarak görürken diğerleri hayattaki hızlı rutinden kaçabilecek bir fırsat olarak değerlendirmektedirler (Vannini ve Ferry 2012). Yolculardaki bu farklı algı, yolcunun doğasında kaynaklanmaktadır. Örneğin batı kültüründe genellikle 'meşgul olmayı' önemser ve boş kalmak negatif olarak algılanmaktadır (Ehn ve Löfgren 2010). Ancak genel olarak yapılan araştırmalarda, güvenlik kontrolünde beklemenin yolcular tarafından en rahatsız edici deneyim olarak adlandırılmıştır. Ayrıca güvenlik kontrolünde beklemek rahatsız ve stresli hissedilen yer olarak ortaya çıkmıştır (Blichfeldt vd, 2017).

Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (IATA), bir havalimanı terminalindeki hizmet kalitesini, müşteri taleplerini belirli bir süre için yerine getirme kriteri ile ölçer. IATA, konutardaki bekleme süresini, servis hizmet kalitesinin önemli bir kriteri olarak kabul etmiştir. (IATA 2019) Hizmet kalitesi, IATA tarafından 6 seviyede değerlendirilir.

Seviye A: Mükemmel hizmet seviyesi, serbest akış koşulları, bekleme süresi yok ve mükemmel konfor seviyesi.

Seviye B: Yüksek hizmet seviyesi, kararlı akış koşulları, çok kısa bekleme süreleri ve yüksek konfor.

Seviye C: İyi servis seviyesi, kararlı akış koşulları, kabul edilebilir bekleme süreleri ve iyi konfor seviyesi.

Seviye D: uygun servis seviyesi, dengesiz akış koşulları, küçük dönemler için kabul edilebilir gecikmeler ve uygun konfor seviyesi

Seviye E: yetersiz servis seviyesi, dengesiz akış koşulları, kabul edilemez gecikmeler ve yetersiz konfor seviyesi.

Seviye F: kabul edilemez servis seviyesi, akış koşullarının geçişi, sistem arızası, dayanılmaz gecikmeler ve dayanılmaz konfor seviyesi.

Tablo 4: IATA tarafından tavsiye edilen maksimum bekleme süreleri

Seviye C		
Bekleme Yeri	Bekleme Süresi Kısa Kabul Edilebilir	Bekleme Süresi Uzun Kabul Edilebilir
Ekonomi Sınıfı Check-in	0 - 12 Dakika	12 - 30 Dakika
Business Sınıfı Check-in	0 - 3 Dakika	3 - 5 Dakika

Güvenlik Geçişi	0 - 3 Dakika	3 - 7 Dakika
Pasaport Kontrol Gelen	0 - 5 Dakika	5 - 10 Dakika
Pasaport Kontrol Gidiş	0 - 7 Dakika	7 - 15 Dakika
Bagaj Teslim	0 - 12 Dakika	12 - 18 Dakika

Servis seviyesi müşterilerin memnuniyetini sağlamak için havayolları için kritik önem taşır. Globalleşen dünya ile ön plana çıkan müşteri deneyimi farklı yöntemler ile havayolu tarafından sürekli ölçülmekte ve takip edilmektedir. Havayolları için ana hizmet noktalarından biri olan kontuar bölgesine özel müşteri memnuniyeti analizleri ve ölçümlenmeleri yapılmaktadır. Kontuar bölgesinde yolcunun beklediği her dakika memnuniyete ve skorlara etki etmektedir. Bu nedenle yolcu beklentilerinin önüne geçmek havayollarının ana amaçları arasında yer alır.

1.4 ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu çalışmada yoğun uçuş gerçekleştirilen havalimanlarında kapasite problemi nedeniyle hangi saat aralığında kaç adet kontuar açılarak hizmet verileceğinin belirlenememesi problem olarak incelenmiştir. Problemin detayları ve zorlaştıran faktörler belirsizlik, insan faktörü, maliyet açmazı ve servis seviyesi olarak detaylandırılmıştır.

Check-in süreci incelendiğinde problemi zorlaştıran bu faktörlerin hepsinin kayıt altına alındığı ve havayolu data havuzunda bulunduğu tespit edilmiştir. Havayolu altyapısında bulunan bu verilerin tahminlemenin gerçekleşme olasılığını arttıracacağı tespit edilmiştir. Bu araştırmanın amacı dünyanın tüm yoğun havalimanlarında yaşanan hangi saatte kaç kontuar açılması gerektiği konusunda havalimanı ve havayolu yetkililerine öngörü sunabilmektir. Havayolu yetkilileri ne zamanda kaç tane kontuar açacağını bilmeleri durumunda gereksiz sıralardan, müşteri memnuniyeti kaybindan, gereksiz maliyetlerden kaçınmış olacaktır.

2 LİTERATÜR TARAMASI

Yoğun uluslararası havalimanları genellikle çok sayıda farklı hizmeti check-in esnasında vermeyi içerir. Havayolları, gün içinde çok sayıda uçuş ve çeşitli uçak tiplerini barındırırlar. Hava trafiği ve yolcu akışındaki büyük artış nedeniyle havalimanında darboğazlar oluşturur. Terminallerin iki önemli hedefi, müşteri memnuniyeti ve maliyet etkin yönetmektir.

Son birkaç yılda self-servis check-in tesislerinde güçlü bir gelişme oldu. Bununla birlikte, geleneksel check-in kontuarları, lojistik bagaj yönetimi, güvenlik gibi çeşitli nedenlerden dolayı varlığını sürdürmüştür.

Havalimanlarında yapılan optimizasyon çalışmaları genellikle iki aşamada yapılmıştır. İlk aşamada tek uçuş için kontuar sayısının hesaplanması ve optimizasyonu (veya ortak bir check-in paylaşan uçuş grubunu), belirtilen bir hizmeti yerine getirmek için seviye (bekleme süresi açısından). İkinci aşamada toplam kontuar sayısı ve çalışma saatlerinin optimizasyonu (en aza indirilmesi) konusunda çalışmalar yapılmıştır.

İlk aşamada daha çok kuyruk ve stokastik yönleri ile ilgilenir. Diğer bir yandan ikinci aşama bir çizelgeleme ve deterministik yapıdan oluşmaktadır. İlk aşama için saf bir stokastik yaklaşım en iyi planı ortaya çıkartırken ve genel kontuar sayısının minimize edilmesi hedefi ile çalışır.

Check-in kontuar planlaması genellikle pragmatik giriş kuralları 'uzmanlık kuralları' ve 'yürütme basitliği' temeline dayanır. Genel olarak, havayolları bu durumu manuel deneyimlerin elektronik tablo hesaplamalarına çevrilmesinden oluşmuştur. Benzer çalışma ve makalelerde kuyruk zamanlarını belirlemek ve servis kriterlerini karşılamak için simülasyon yaklaşımları denenmiştir. Simülasyon genellikle belirlenen hizmet kriterlerini karşılayacak asgari personel sayısını belirlemek için kullanmıştır. Asgari personel sayısının ve optimal vardiya programlarının belirlenmesi, yani en uygun vardiya çizelgesini belirlemek için doğrusal bir programlama modeli tercih edilmiştir.

Atkins (2003), toplam yolcu akışı baz alınarak toplam personel ihtiyacını, gün boyunca dört güvenlik noktası odağında hesaplama yapar. Akabinde simülasyon sonuçlarına dayanarak, bunlar tarafından optimal vardiya bilgisi belirlemek için lineer programlamaya baş vurulmuştur. Lineer programlama sorununu her güvenlik noktasına atanacak her optimal uçuş sayısını baz alarak IP model (tamsayılı programlama ile) çözüm üretir. Böylece vardiya programlaması için LP modelleri tamsayılı çözümler sunar. Böylece Atkins ve arkadaşları modellerini Microsoft Excel'de çözebilirler (Atkins vd. 2003).

Dikkat çeken bir istisna dışında ve daha genel olarak, Krug çözüm için farklı kombinasyonları kullanır. Kombinasyonları, simülasyon ve gradyan arama yöntemi gibi çeşitli arama prosedürleri içerir (Krug 2002).

Kontuar atama problemi havalimanları için hem planlama hem de operasyonel bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. M.A.Ornek kontuar atama problemini en optimize şekilde çözmek için bir tamsayı programlama optimizasyon modeli üzerinde çalışmışlardır (Ornek vd 2019).

Başka bir doğrusal programlama örneğini check-in alanındaki kontuar sayısını azaltmak için verilmiştir (Sultan 2016). Simülasyon içinde stokastik yönler de dikkate alınarak, uçaktaki yolcu sayısı, kontuar açılış ve kapanış zamanları gibi farklı parametrelerin etkilerinin incelenmiştir.

G. E. Araujo ve H. M. Repolho, operasyonel maliyetleri minimize etmek amacıyla optimizasyon temelli bir doğrusal programlama ve simülasyonu birleştiren bir metodoloji önermişlerdir. Yapılan çalışmanın amacı belirli bir servis seviyesi altında optimum ve açılacak kontuar tarifesinin bulunmasıdır (Araujo ve Repolho 2015).

M. Mujica Mota ve C. A. Zuniga, Check-in problemlerini simüle etmek için yolcu davranışlarını baz alan evrimsel bir algoritma kullanan hibrit bir metodoloji sunmaktadır (Mujica ve Zuniga 2019).

Check-in kontuarı planlamasını tarifeye benzer bir yaklaşım Chun'ta sunulmuştur (Chun 1996). Burada simülasyon, tekrarlamaya neden olan (Paterne dayalı optimizasyon için algoritma) kısıtlamaya dayalı muhakeme ile birleştirilmiştir. Çalışma günlük kullanıma uygun gözükse de ne ölçüde optimizasyon yapıldığı görülmemiştir.

Bir check-in kontuar atama problemi, Yan ve arkadaşları tarafından deterministik çizelgeleme problemi ile alınmıştır. Ancak bu çalışmanın odağından biraz daha farklıdır. Yapılan çalışmanın amacı aylık bazda yapılan atmalar ile toplam yolcu yürüme mesafesinin minimize edilmesidir. Bir uçuş ataması, aynı uçuş numarası, farklı günlerde aynı masa bloğuna atanır. Model olarak bir hafta için bir ödev belirleme genişledikçe, üç adımlı bir sezgisel çözüm önerirler (Yan vd 2004).

Johnson'da, mikroekonomi alanından kabul edilen çoklu hizmet maliyetlendirme yöntemi, toplam giriş kapasitelerini belirlemek için uygulanmaktadır. Ancak, yöntem toplam yolcu sayısına dayanmaktadır ve uçuş ayrımı yapmamaktadır. Çalışmada yolcunun bekleme süresi ve memnuniyeti gibi temel servis kriterleri dikkate alınmıştır (Johnson 1978).

Lee ve Longton çalışmaları, Pollaczek-Khintchine'nin M/G/1-kuyrukları formülünü kullanarak için olan formülü kullanmış ve check-in için gerekli belirli aktiviteleri birleştirerek, common ve dedike/kapalı check-in karşılaştırması yapılmıştır (Lee ve Longton 1959).

P.E. Joustra ve diğ., havaalanlarında check-in'i değerlendirmek için pratik simülasyon yaklaşımını ortaya koymuştur (Joustra ve Dijk 2001). Check-in kontuarlarını programlamaya uygulanan ilgili bir yaklaşım Nico M. aynı zamanda ilgili araçlarla kombine stokastik ve deterministik bir yaklaşıma odaklanmıştır. Araştırma, yalnızca check-in planlama problemini, uçuş taleplerinin bulunduğu düzeyde ele almıştır (Dijk ve Sluis 2006).

M. Parlar, B. Rodrigues, and M. Sharafali, kuyruk optimizasyonu, belirli bir zaman penceresinde açılacak en uygun kontuar sayısını belirleyebilen stokastik bir dinamik programlama modeli ile hesaplamaya çalışırlar (Parlar vd 2016).

Bir diğerk çalışmada yazarlar evrimsel bir algoritmayı ve simülasyonu birleştiren yeni bir metodolojiyi önererek daha karmaşık ve kapsamlı bir problem düşünmektedir. Algoritma, uçak başına minimum ve maksimum Check-in kontuar sayısını, Check-in alanlarındaki yük dengesini, Check-in kontuarlarının açılış zamanlarını ve servis anlaşması düzeyi tarafından getirilen diğerk kısıtlamaları dikkate alarak tahsis sorunlarını çözer. Çözümler algoritma ile elde edildikten sonra, kalite göstergelerini istenen düzeyde tutan en verimli tahsisi belirlemek amacıyla, terminalin problemin stokastik yönlerini dikkate alan bir simülasyon modeli kullanılarak ikinci bir değerlendirme yapılır (Mota 2015).

Literatür incelemesi ile karşımıza çıkan bazı çalışmalarda, bekleme süreleri havalimanı modellemeleri arasında yer almaktadır. Örneğin Wu ve Mergersen havalimanı modellerini dört sınıfta kategorize eder. Bunlar Dizayn, Güvenlik Politikası, Kapasite Planlama ve Havalimanı Performansıdır (Wu ve Mengersen 2013). Bekleme süreleri havalimanı performansı altın bir kriter olarak yer almaktadır. Modellerin detayları incelendiğinde operasyonel verimlilik için hizmet süresi, kuyruk uzunluğu ve bekleme süresi gibi farklı kriterleri baz alır (Alodhaibi vd 2017).

Literatür taramasında karşımıza çıkan diğerk bir olgu kuyruk teorilerinin, havalimanı alt-yapı ve süreçlerini optimize etmek ve verimliliğini arttırmak için sıkça baş vurulduğu oldu. Kuyruk teorisi kullanarak bir havalimanı sisteminin analiz edilmesi, yolcuya göre kuyruk uzunlukları ve bekleme süreleri hakkında fikir verir (De wet 2010). Havalimanını bir servis sağlayıcısı olarak kabul ettiğimizde, havalimanı ve havayollarının kuyruk parametrelerini, ki bunlar bekleme süresi, işlem süresi ve bekleyen yolcu sayısı olarak kabul edilebilir, uluslararası standartlarda uyabilmek için ihtiyaç olan gerekli ekipman – kontuar sayısı, kiosk sayısı ve kontuar memuru sayısını kabul edilebilir bir seviyede tutmak zorundadır (Vokáč vd 2016).

Check-in kontuar sayısını optimize etmeyi amaçlayan bir başka çalışmada, belirli bir hizmet seviyesi sağlanacak kaydı ile havalimanı maliyetlerini en aza indirerek ACCAP'ı optimize edecek bir yöntem önerilmektedir (Araujo ve Repolho 2015).

Bu çalışma bekleme süresi gibi çıktıları optimize etmeyi amaçlarken literatürdeki bazı çalışmalarda bekleme süresi servis standardının bir kriteri olarak ele alınmıştır. Bu çalışmalarda, sistemin çeşitli bileşenlerindeki planlama ve kaynak tahsisini iyileştirerek bekleme sürelerinin azaltılarak yolcu hizmetlerinin kalitesini artırmak amaçlanır (Jawab vd 2018).

Bir başka çalışmada, havaalanı altyapılarına ve bunların yönetimine bağlı olarak gözlemlenmeyen bazı özellikleri göz önünde bulundurarak yolcuların değerlendirmelerini araştırmaktadır. Fiyat rekabeti, havalimanı altyapı yönetimini etkilediğinde kalite değerlendirmesinin geliştiği bulgusunu öne sürmektedirler (Suarez ve Jimenez 2016).

Kontuar sıra sistemlerinde olduğu gibi güvenlik geçişleri ile de benzer çalışmalar yapılmıştır. Örneği standart bir havaalanı için güvenlik geçişleri için bir model oluşturulmuş ve model, yolcuların akış profili ve her profile özgü etkinleştirilen güvenlik geçişleri ve prosedürlerin parametrelerini içerir (Wang vd 2017).

Güvenlik geçişlerindeki sıraların kontrolü için yapılmış başka bir çalışmada check-in kontuarlarında veya Güvenlik Kontrol kapılarında kuyruk oluşumu ile temsil edilen yolcu akışının simülasyonu sayesinde objektif fonksiyon değerinin hesaplanması mümkündür. Çünkü her olay belirli bir zamanda gerçekleşir; böylece simülasyon doğrudan bir olaydan diğerine atlayabilir (Janssen vd 2019).

Havalimanı sistemlerinin tümüne odaklanan bir makalede sadece havalimanı maliyetlerini değil, aynı zamanda yolcuların memnuniyetini de dikkate alan geliştirilmiş bir maliyet işlevini en aza indirmek için ayrık olay simülasyonuna (simülasyon modülü) ve Yedek Modele (optimizasyon modülü) dayalı entegre bir yaklaşım önerilmektedir (Adacher ve Flamini 2020).

Havalimanı sistemleri optimizasyonu için yazılmış başka bir makalede yolcuların asgari yürüme mesafeleri, her biniş kapısının minimum boş kalma süresi, park apronundaki minimum uçak sayışı ve maksimum sayıda biniş kapılarının optimizasyonu amaçlanmıştır (Wu vd 2017).

Çalışmamızın diğer çalışmalar ile ayrıştığı en önemli unsur kurulan model ve istatistiki analizlerin gözlemler yerine birebir havayolu iç bilgilerinin analiz ile elde edilmiş olmasıdır. Bu durum model içinde kullanılan bilgilerin doğruluğunu arttırmıştır.

Literatür çalışmasında incelenen tüm yapılan çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada kuyruk sisteminin oluşturan iç dinamikleri, yolcu alışkanlıkları ve özellikleri analize eklenmiştir. Diğer çalışmalarda kuyruğa giren yolcular eş kabul edilmiş, kuyrukta işlem yapan operatörler eş ve birbirinden farksız kabul edilmiştir. Ancak birbiri ile eş kabul edilen yolcular, gerçek hayata ve havayolu altyapılarına uymamaktadır. Havayolları biletleme gerçekleştirdikleri her yolcuya Passenger Name Record (PNR) adlı bir kod vermektedirler. PNR için 1 kişi olabileceği gibi 4 kişi veya daha fazla yolcu bulabilir. 4 kişinin aynı anda aldığı bir check-in işlemi ile 1 kişinin tek başına aldığı hizmet ve süresi eş olmayacaktır. Bu durum dışında yolcuların kendi karakteristiklerini yansıtan Special Service Request (SSR) özel hizmet talepleri olabilmektedir. Bu talepler hizmet süresine doğrudan arttırıcı yönde etki etmektedir. Çalışmamızda yolcular analiz edilmiş ve farklı profillere ayrılmış ve farklı işlem süreleri çalışılmıştır. İşlemi gerçekleştiren operatörün deneyim seviyesi korele edilerek analiz edilmiş ve o an kontuardaki deneyim seviyesine göre kuyruk süresi ve işlem zamanları tahminlemeye çalışılmıştır. Yolcu bilgileri sayesinde literatürdeki çalışmalarda genellikle stokastik olarak modellenen yolcu geliş süreleri doğruluk payını düşürmektedir. Bu çalışmada yolcu geliş süreleri geçmişe dönük yolcu bilgilerinin analizi ile ayrıştırılmış ve literatürdeki birçok çalışmanın yakalayamadığı doğruluk seviyesine ulaşmıştır.

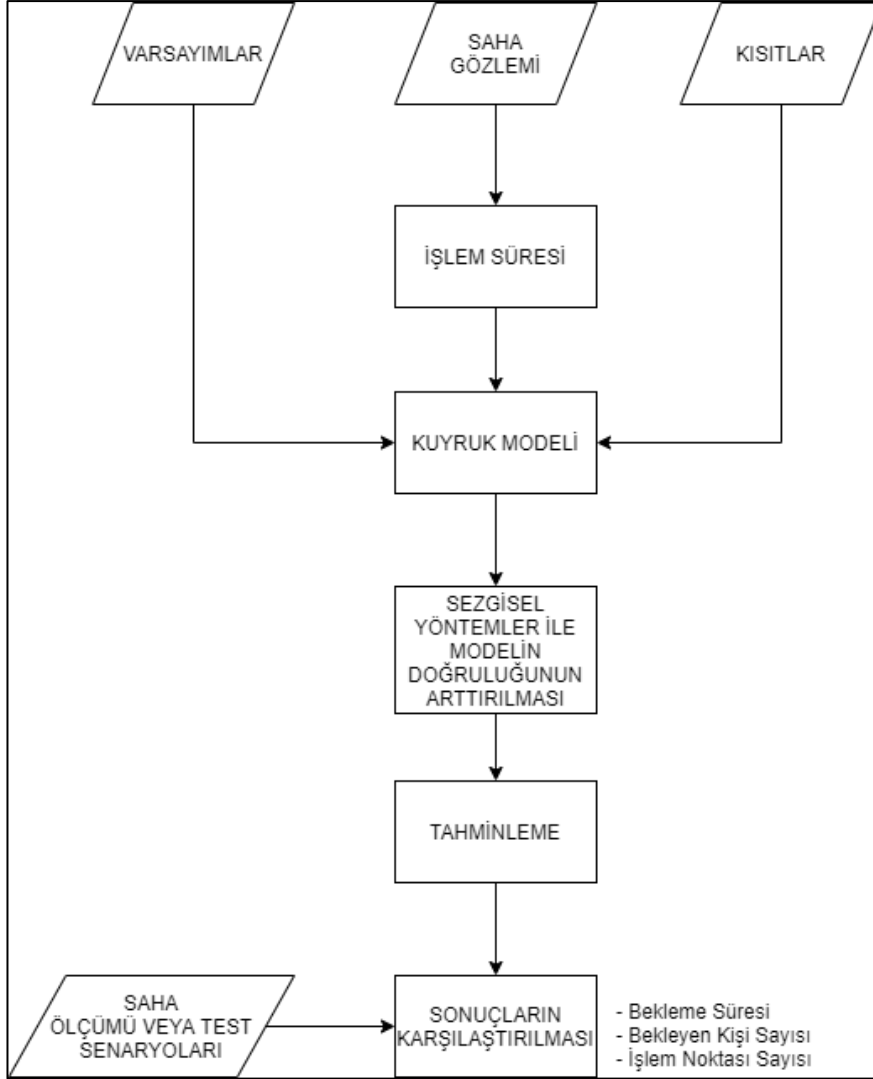
3 METODOLOJİ

Bu bölümünde çalışmanın metodoloji olarak diğer literatürdeki çalışmalardan nasıl ayrıldığı, metodolojinin hangi bölümlerden oluştuğu ve bölüm ve yöntemlerin uygulama adımları hakkında açıklamalara yer verilmiştir.

Diğer Metodolojilerden Farklılıklar

Giriş bölümünde detaylarına ve çözümündeki zorluklara değindiğimiz ana problemimiz, yoğun uçuş gerçekleştirilen havalimanlarında kapasite problemi nedeniyle hangi saatte kaç adet kontuar açılarak hizmet verileceğinin belirlenmesidir. Literatürdeki benzer çalışmaların metodolojinde model için sadece işlem süreleri hesaplanmış veya saha gözlemleri ile tespit edilmiştir. Bunun dışındaki yolcu geliş süreleri, işlem sürelerinin değişkenliği gibi tüm değişkenler varsayımsal kabuller yapılarak model oluşturulmuştur. Akabinde model test senaryoları ile denenmiş, çeşitli sezgisel yöntemler ile model doğruluğu iyileştirilmeye çalışılmıştır. Örneğin Shone tarafından yapılan çalışmada yaklaşık politika geliştirme, katsayı ortalaması ve en küçük kareler dengelemesi gibi sezgisel yöntemler ile model doğruluğu arttırılmaya çalışılmıştır (Shone 2019).

Şekil 3.1: Literatürdeki diğer çalışmalarının metodoloji süreç haritası



Benzer çalışmalarda kuyruk modelinin hesaplamalarının kolaylaşması ve daha hızlı yapılması için birçok sayıda varsayımlar yapılmıştır. Ancak bu varsayımlar gerçekten uzak olmakla birlikte havayolu dinamiklerine aykırıdır. Bu durum kuyruk modeli sonucunun gerçekten uzaklaşmasına sebep olmuştur. Örneğin yolcuların varış için bir önceliğinin olmaması ve tüm servis sağlayıcıların tam kapasite ile çalıştıkları varsayılmıştır (Jhala ve Bhathawala 2017). Başka bir çalışmada bu çalışmada istatistiksel olarak hesaplanan check-in servis süreleri ile ilgili aşağıdaki varsayımlar yapılmıştır (Wibowo ve Fadilah 2017).

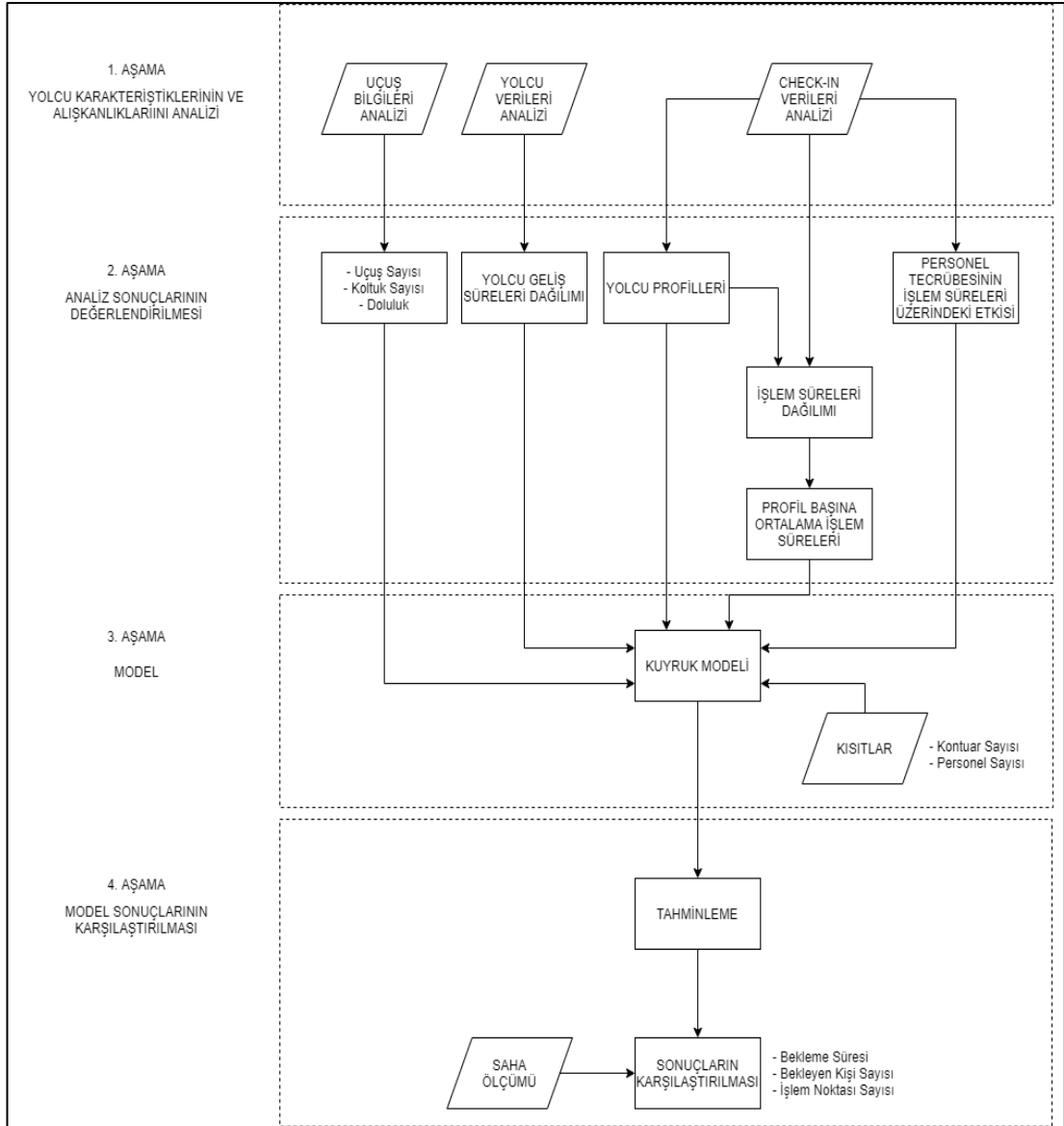
- i. Yolcuların davranışı aynı kabul edilir ve modellemeyi etkilemez.
- ii. Yolcu uçağı yalnızca doğrudan kalkış yolcularından oluşur.

- iii. Yolcular birer birer gelir, yani gruplar halinde yolcu gelmez.
- iv. Grup check-in hizmeti yoktur.
- v. Hiçbir yolcu çevrimiçi check-in teknolojisini kullanmaz

Amerika JFK havalimanında yapılan çalışmada yolcu geliş zamanlarının rastgele, durağan olmayan süreçlerin özelliklerinin önceden belirlenmiş ve herhangi bir gerçek zamanlı kontrole tabi olmadığı varsayılmıştır (Shone 2019).

Bu çalışma metodoloji olarak diğer çalışmalarda yapılan varsayımlar yerine yolcu karakteristiklerinin analiz edilerek kuyruk modelinde kullanılması durumunda sonuç gerçekleşme olasılığının artacağını savunmaktadır. Yolcu karakteristiklerini anlayabilmek için detaylı bir analiz süreci yapılmıştır. Bu çalışma metodoloji olarak 4 bölümden oluşmaktadır. Bunlar yolcu karakteristiklerinin ve alışkanlıklarının analizi, analiz sonuçlarının değerlendirilmesi, kuyruk modeli ve model sonuçlarının karşılaştırılmasıdır. Şekil 3.2 içinde bu çalışmanın metodolojisinin süreç haritası resmedilmiştir.

Şekil 3.2: Çalışma metodolojisinin süreç haritası



3.1 YOLCU KARAKTERİSTİKLERİ VE ALIŞKANLIKLARININ ANALİZİ

Şekil 3.2 Metodoloji süreç haritasında da ilk aşama olarak gösterilen yolcu karakteristik ve alışkanlıklarının analizi uyarınca havayolunun verileri ki bunlar havayolunun uçuş verileri, yolcu verileri ve personel verileri analiz edilmiştir.

Havayolu uçuş verilerinin analizi ile hangi uçuşun ne kadar dolu olduğu, bu durumun ay, gün ve uçuş saati bazında değişimi ve doluluğu etkileyen faktörler bulunmuştur. Bu fak-

törleri bulabilmek için knime programı kullanılmış, havayolundan alınan veriler csv formatında yüklenerek korelasyon analizi yapılmıştır. Kuyruk modeline eklenecek faktörleri seçebilmek için regresyon analizi ile önem analizi yapılmıştır. Her iki analizden çıkan sonuç ile havayolu yetkilileri ile görüşülerek faktörler belirlenmiştir. Bu veri analizi ile hem doluluklar ve buna bağlantılı olarak uçuş başına kontuara başvuracak kişi sayısının hesaplanması sağlandı.

Uçuş verilerinin analizinden sonra yolcu verileri analiz edildi. Yolcu verileri ile yolcuların kontuara uçuş saatine göre hangi zaman diliminde geldiği araştırıldı. Kontuara yolcu geliş dağılımı tespit edildi. Bu faktörleri bulabilmek için knime programı kullanılmış, havayolundan alınan veriler csv formatında yüklenerek korelasyon analizi yapılmıştır. Kuyruk modeline eklenecek faktörleri seçebilmek için regresyon analizi ile önem analizi yapılmıştır. Akabinde excel programı altında oracle çözümü olan crystal ball eklentisi ile yolcu geliş dağılımı tespit edilmiştir.

Yolcu geliş dağılımı poisson olarak tespit edilmiştir. Havacılık literatürüne baktığımızda Poisson gelişleri olan modellere büyük ölçüde bel bağlanmıştır ve deneysel çalışmalar kullanımlarını haklı çıkarmıştır (Jacquillat 2012).

Son olarak veri analizi kısmında Check-in verileri analiz edilmiştir. Check-in analizinin beklenen farklı sonuçları bulunmaktadır. Bunlar yolcu profilleri, işlem süreleri ve operatör deneyiminin işlem sürelerine olan etkisidir. Bu faktörleri bulabilmek için knime programı kullanılmış, havayolundan alınan veriler csv formatında yüklenerek korelasyon analizi yapılmıştır. Kuyruk modeline eklenecek faktörleri seçebilmek için regresyon analizi ile önem analizi yapılmıştır. İşlem sürelerinin dağılımını için excel programı altında oracle çözümü olan crystal ball eklentisi kullanılmıştır. İşlem zamanlarının dağılımı için Erlang dağılımı kullanılmıştır. Havalimanında yapılan diğer çalışmalarda da hizmet süreleri için $E_k(t)$ (zamana bağlı Erlang) varsayımları yapıldığı görülmüş ve matematiksel izlenebilirlik avantajı sunduğu tespit edilmiştir. (Gupta 2010).

Şekil 3.2 içinde resmedilen metodoloji sürecinde check-in işlem verilerinin analizinden yolcu profillerinin oluşturulması karar verilmiştir. Havayollarında farklı özellikler sahip

yolcuların farklı işlem sürelerine sahip olduğu bilinmektedir. Bu nedenle havayolu yetkilerinden görüş alınarak saha gözlemleri ve tablo 1.2 içinde verilen check-in süreci incelenmesi yapılmıştır.

Yapılan süreç incelemesinde yurtdışına seyahat eden yolcuların seyahat dokümanları kontrolü yapıldığı ancak bu durumun yurtiçinde yapılmadığı tespit edilmiştir. Yolcu profillerini oluşturulmak için ilk kriter yolcunun yurtiçi/yurtdışı seyahati yapması kabul edilmiştir.

Saha gözlemleri ve tablo 1.2 içinde verilen check-in süreci incelenmesi ile bagaj veren yolcuların kilo kontrolü, ücret ödemesi, etiket basımı gibi nedenlerden ötürü check-in sürelerinin bagajsız yolculara göre daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Yolcu profillerini oluşturmak için ikinci kriter olarak yolcunun bagajlı/bagajsız ayrımı kabul edilmiştir.

Saha gözlemleri sırasında check-in yapan yolcuların bazılarının tek başına bazı yolcuların grup halinde check-in işlemini gerçekleştirdiği tespit edilmiştir. Bu durumun havayollarında biletleme aşaması sırasında oluşturulan PNR içindeki kişi sayısından kaynaklandığı görülmüştür. Operatör işlem gerçekleştirirken kişi bazlı yapabildiği gibi PNR bazlı işlem yapabildiği gözlemlenmiştir. Yani 1 PNR içinde 2 yolcu bulunması durumunda operatör işlemi her yolcu için ayrı ayrı yapmamakta her iki yolcu için tek seferde işlem yaparak tamamlamaktadır. Bu durumda tek bir işlem süresinde iki bekleyen istemci hizmet görmüş olmaktadır. Yolcu profilleri için üçüncü kriter olarak işlem gören yolcu sayısı kabul edilmiştir.

Yapılan saha gözlemlerinde kontuara gelen yolcuların bir kısmının check-in işlemini online olarak tamamladığı ancak bagaj bırakmak için kontuara başvurduğu görülmüştür. Online check-ini tamamlamış olan yolcuların işlemleri, check-in sürecinde check-in aşamalarını atlayarak direkt bagaj bırakma kısmına geçmektedir. Bu durum operatör işlem sürelerinin değişmesine yol açmaktadır. Yolcu profillerinin oluşturulması için dördüncü kriter olarak yolcunun online check-in/kontuar check-in olma durumu kabul edilmiştir.

Yolcu profilleri için kabul edilen 4 farklı kriter “yurtiçi – yurtdışı”, “bagajlı – bagajsız”, “yolcu Sayısı: 1,2,3, 4 ve üstü” ve “online Check-in – kontuar Check-in” ile 32 farklı

yolcu profili oluşturuldu. Check-in verileri tekrar bu 32 farklı profil uyarınca sınıflandırılarak tekrar analiz edildi ve 32 farklı yolcu profilinin işlem süreleri hesaplandı.

Operatör işlem süresinin operatörün deneyimi ile değiştiği bilinmektedir. Daha deneyimli olan operatörler programa daha hakim, işlem sürecini daha iyi bilmekte ve yolcu ile olan iletişimi daha doğru kurabilmektedir. Havayolu yetkilileri ile yapılan görüşmelerde de bu durum teyit edilmiş ve 2 yıllık bir deneyim süresi kabul edilmiştir. Buna göre operatör bilgileri 2 farklı kategoriye ayrılarak, “0-2 yıl tecrübe” ve “2 yıl ve üstü tecrübe” olarak incelenmiştir. Check-in verileri, ayrışan operatör deneyimi ile tekrar analiz edilmiş ve operatör deneyiminin işlem sürelerine olan etkisi hesaplanmıştır.

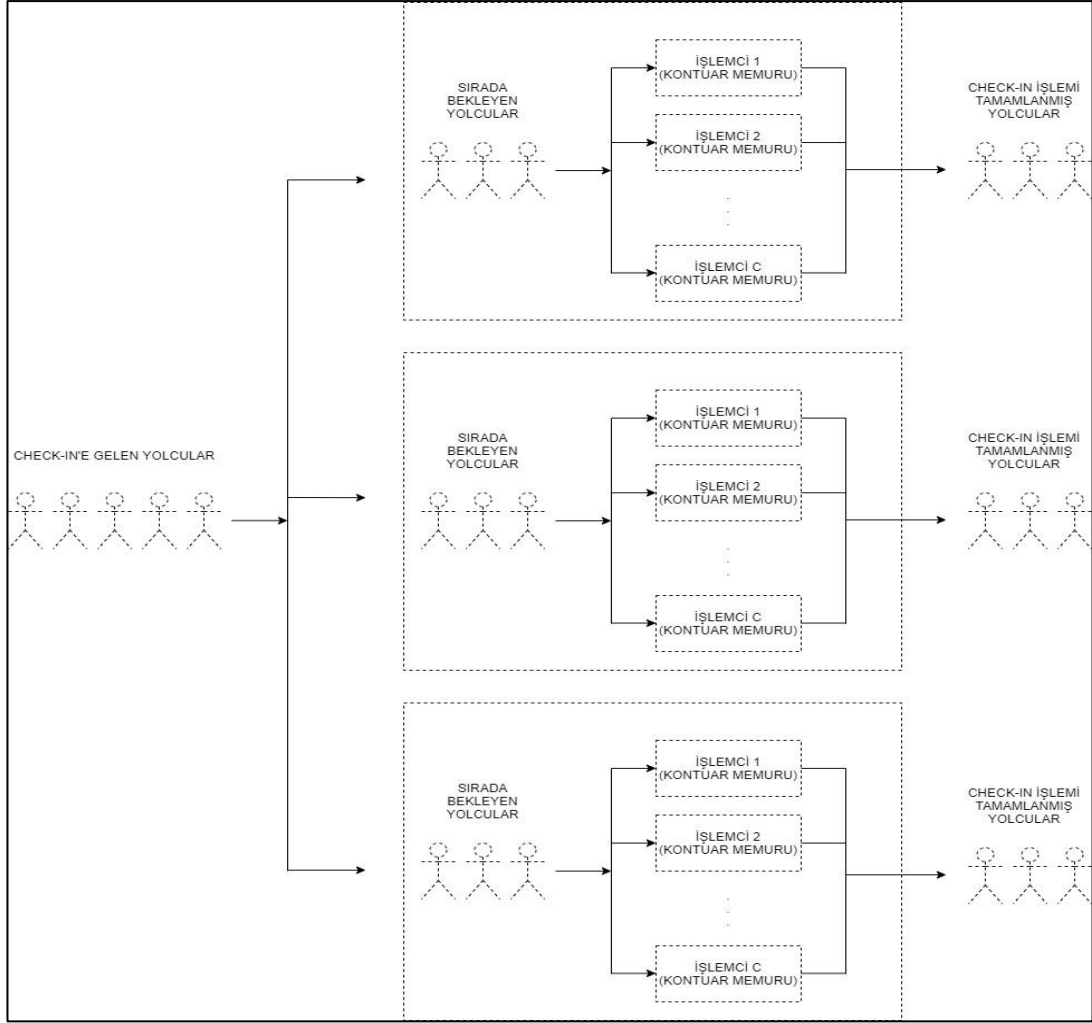
3.2 KUYRUK MODELİ VE FORMÜLASYONU

Kuyruk modelinin formülasyonu için yolcu gelişlerinin poisson dağılımı ve operatör işlem sürelerinin dağılımı tespit edilmiştir. Yolcuların kontuara başvuru olasılığının poisson dağılımı ile, buna karşılık kontuardaki işlem sürelerinin yani servis sürelerinin erlang dağılımı ile gerçekleştiğini tespit edilmiştir. Bu iki dağılım ile kuyruk modeli için $M/E_k/c$ Erlang modeli oluşturuldu.

Yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde havaalanlarının kuyruk ve varış kuyruklarının $M(t) / E_k(t) / 1$ dinamiklerine göre bağımsız olarak geliştiği kuyruk sistemleri olarak modellenmesi için uygun olduğu görülmüştür. (Pyrgiotis ve Odoni 2016)

Yolcuların geliş için poisson dağılımı kullanılırken, işlem süreleri için erlang dağılımı tercih edilmiştir. Kuyruk modelinin iki farklı dağılım ile oluşturulması araştırılmış ve hava limanlarında yapılan deneysel çalışmalar, geliş ve işlem süresindeki farklı dağılımların pratik amaçlar için yeterli olduğu tespit edilmiştir (Simaiakis 2012).

Şekil 3.3: Kuyruk modelinin temsili gösterimi



μ : Ortalama Servis Oranı

c : Kontuar Sayısı

$P(T_q > 0)$: Kuyrukta Bekleyen Kişi Yüzdesi (M/M/c)

λ : Ortalama Gelen Yolcu Sayısı

ρ : Yoğunluk ($\lambda/\mu/c$)

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (3.1)$$

k : Erlang parametresi

W : Yolcunun sistemde geçirdiği total zaman

W_q : Kuyrukta Bekleme Süresi

$$W_q = \frac{1}{2} \frac{P(T_q > 0)}{2\mu c(1-\rho)} \left(1 + \frac{1}{k}\right) \quad (3.2)$$

W_s : Sistemde harcanan toplam zaman, bekleme süresi dahil

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu} \quad (3.3)$$

L : Sistemdeki Toplam Yolcu Sayısı

L_q : Kuyrukta Bekleyen Yolcu Sayısı

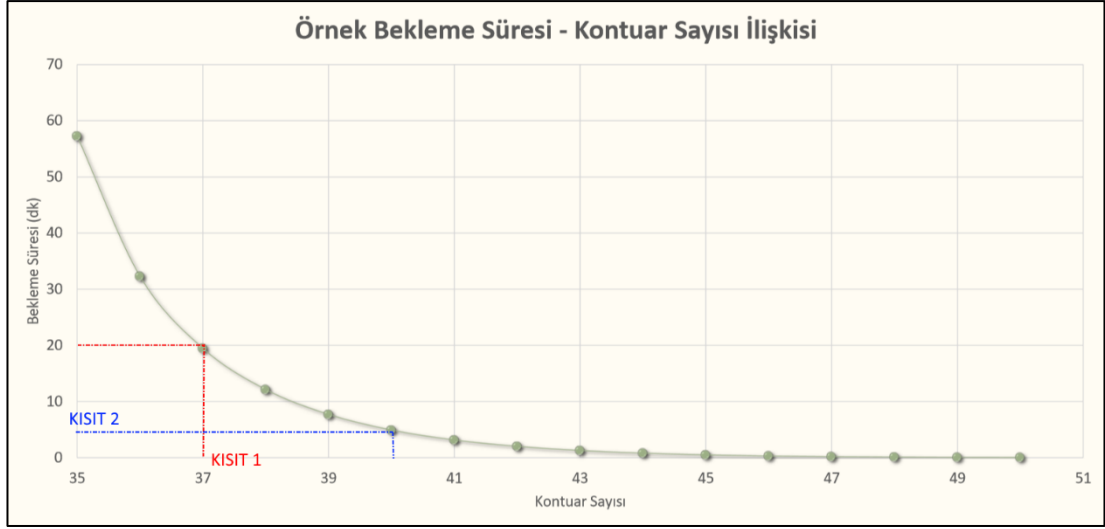
$$L_q = \lambda \times W_q \quad (3.4)$$

L_s : Sistemdeki Toplam Yolcu Sayısı

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \quad (3.5)$$

Kuyruk modelinin çalıştırılması durumunda kontuar sayısı ile bekleme süresi ters orantılı bir ilişki elde edilecektir. Bu ilişki Şekil 3.4'de resmedilmiştir. Grafik üstünde kısıtlar kullanılarak açılması gereken kontuar sayısı bulunacaktır. Havayolu hangi kısıtı tercih edeceğine karar vermelidir. Örneğin havayolunun elinde 37 operatör bulunması durumunda 37 kontuar açarak 20 dakikalık bir bekleme süresini tahminleyecektir. Aksi takdirde havayolu yolcularını kontuarda 5 dakika bekletmek isterse 40 kontuar açması gerektiğini tahminleyecektir.

Şekil 3.4: Örnek yolcu bekleme süresi ile kontuar ilişkisi arasındaki ters orantı



Model Sonuçlarının Karşılaştırılması

Modelin ürettiği sonuçların kontrol edilmesi ve gerçek sonuçlara ne kadar yaklaştığının hesaplanması için model sonuçlarının gözlem sonuçları ile karşılaştırılmasına karar verilmiştir. İlk adım olarak örnek bir gün seçimi yapılacaktır. Örnek gün gelmeden önce model verileri çalıştırılacak ve sonuçları kayıt altına alınacaktır. Örnek gün içerisinde saha gözlemi yapılarak model sonuçlarının nasıl gerçekleştiği kayıt altına alınacaktır. Akabinde gerçek sonuçlar ile modelin önceden ürettiği sonuçlar karşılaştırılacaktır. Bu şekilde modelin tahminleme yüzdesi hesaplanacaktır.

4 UYGULAMA

Veri analizinin yapılabilmesi için bir havayolundan 01.11.2018 - 30.06.2019 arasındaki verileri alınarak analiz edilmiştir. Veriler arasında iptal seferler çıkarılarak 42.883 adet uçuş bilgisi, 6.958.040 adet yolcu bilgisi, 593.104 check-in bilgisi analiz edilerek model ile ilişkili korelasyon analizi ile tespit edilmiştir. Model ile kullanılacak değişkenler tamamlandıktan sonra kuyruk modelini belirleyebilmek adına geliş dağılımları, servis süresi dağılımları analiz edilmiştir. Akabinde model oluşturularak sonuçlar analiz edilmiştir.

4.1 VERİ ANALİZİ

Model ile ilgili olabilecek 3 ana alanda veri analizi yapılmıştır. Bunlar uçuş verilerinin analizi, yolcu verilerinin analizi ve check-in verilerinin analizidir.

4.1.1 Uçuş Verileri Analizi

Veri analizine ilk olarak kontuardaki yoğunluğu nelerin etkilediğini anlamak ve korelasyonlarını göstermesi amacıyla uçuş bilgileri ile başlandı. 01.11.2018 - 30.06.2019 dönemini kapsayan 42.883 adet uçuş verisi data seti olarak belirlenmiştir. Veri setinden iptal edilen uçuşlar çıkarılmıştır.

Uçuş verilerinin analizi ile kontuardaki yoğunluğu tetikleyecek ana kriterlerden biri olan uçuş doluluklarının hangi faktörlerden etkilendiğinin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Uçuşlar ne kadar dolu olursa kontuarlara bagaj ve check-in işlemleri için o denli yoğun yolcu gelişi olacaktır. Bu durum kapasite darboğazlarına, servis sürelerinin uzamasına ve memnuniyetin düşmesine sebep olacaktır. Aynı mantık ile uçuş dolulukların düşük olması kontuara daha az yolcunun gelmesine sebep olacaktır. Bu durumda da gereksiz maliyetlere katlanılacaktır.

Korelasyon analizi için Uçuş verilerinin korelasyon analizi sonuçlarını tablo 4.1’de görselleştirilmiştir. Korelasyon analizi için knime programı kullanılmıştır. Tam kırmızı renk ters orantılı korelasyonu (-1) ifade ederken, tam mavi renk doğru orantılı korelasyonu (+1) ifade etmektedir. Tonlamalar korelasyon derecesine göre renklendirilmiştir.

Tablo 4.1: Doluluk korelasyon analizi sonuç tablosu

	Havalimanı	Variş Portu	Yurt İçi/Dışı	Hafta Gün	Ay Bilgisi	Uçuş Saati	Tatil Bilgisi	Tatil Öncesi	Yüksek Sıc.	Düşük Sıc.	Yağmurlu	Satış Oranı	Doluluk
Havalimanı	■	■	■										
Variş Portu	■	■	■									■	■
Yurt İçi/Dışı	■	■	■									■	■
Hafta Gün				■									
Ay Bilgisi					■								
Uçuş Saati						■							
Tatil Bilgisi							■						
Tatil Öncesi								■					
Yüksek Sıc.									■	■	■		
Düşük Sıc.									■	■			
Yağmurlu									■		■		
Satış Oranı			■									■	■
Doluluk			■									■	■

Korelasyon analizinden sonra hangi kriterlerin daha etkili olduğunu bulmak amacıyla regresyon analizi ile önem dereceleri hesaplanmıştır.

Tablo 4.2: Uçuş verileri önem analizi sonuçları

Kriter	Önem Yüzdesi (%)
Satış Oranı	42,12
Yurt İçi/Dışı	16,81
Havalimanı	11,28
Variş Des.	10,70
Düşük Sıcaklık	5,88

Uçuş Saati	4,79
Ay Bilgisi	2,88
Hafta Günü	2,65
Yüksek Sıcaklık	2,42
Tatil Öncesi	0,23
Tatil Günü	0,12
Yağmurlu	0,10

Uçuş doluluklarının detaylandırılması için satış oranı, uçuşun yurtiçi veya yurtdışı olması, havalimanı bilgisi, uçuş saati, hafta günü kriterlerinin kullanılması kararlaştırılmıştır.

4.1.2 Yolcu Verileri Analizi

Uçuş verilerinden sonra yolcu verilerinin korelasyon analizine başlandı. 01.11.2018 - 30.06.2019 dönemini kapsayan 6.958.040 adet yolcu bilgisi data seti olarak belirlenmiştir. Veri setinden check-in tarihi olmayan yolcular ve uçuş gerçekleştirilmemiş yolcuların bilgileri temizlenmiştir.

Uçuş verilerinin analizi ile kontuardaki yolcu yoğunluğunun değişkenliğini etkileyecek kontuara varış sürelerinin hangi faktörlerden etkilendiğinin tespiti hedeflenmiştir. Havalimanı yetkilileri ile yapılan görüşmelerde farklı uçuş destinasyonlarına ait yolcuların farklı zamanlarda kontuara gelmeyi tercih ettikleri tespit edilmiştir. Bu durum matematiksel olarak darboğaz bulunmayan durumlarda dahi farklı uçuşlara ait yolcuların biranda gelmesi sebebiyle kapasitede darboğaz yaratma ihtimalini ortaya çıkarmaktadır.

Yolcu verilerinin korelasyon analizi sonuçlarını tablo 4.3’de görselleştirilmiştir. Tam kırmızı renk ters orantılı korelasyonu (-1) ifade ederken, tam mavi renk doğru orantılı korelasyonu (+1) ifade etmektedir. Tonlamalar korelasyon derecesine göre renklendirilmiştir.

Tablo 4.3: Yolcuların kontuara geliş zamanlarının korelasyon analizi

	Havalimanı	Variş Portu	Yurt İçi/Dışı	Hafta Gün	Ay Bilgisi	Uçuş Saati	Yolcu Sayısı	Yolcu Yaşı	Bagaj Sayı	Bagaj Ağır.	Yabancı Yolcu	Frequent F.	Bebekli Y.	Yaşlı Yolcu	Çocuklu Y.	Kontuar Cİ	SSR Talebi	Transfer Y.	Tatil Bilgisi	Tatil Öncesi	Yüksek Sic.	Düşük Sic.	Yağmurlu	Kontuara G.	
Havalimanı	■																								
Variş Portu	■	■																							■
Yurt İçi/Dışı	■	■	■																						■
Hafta Gün				■																					
Ay Bilgisi					■																				
Uçuş Saati						■																			
Yolcu Sayısı							■																		
Yolcu Yaşı								■																	
Bagaj Sayı									■																
Bagaj Ağır.										■															
Yabancı Yolcu											■														
Frequent F.												■													
Bebekli Y.													■												
Yaşlı Yolcu														■											
Çocuklu Y.															■										
Kontuar Cİ																■									
SSR Talebi																	■								
Transfer Y.																		■							
Tatil Bilgisi																			■						
Tatil Öncesi																				■					
Yüksek Sic.																					■				
Düşük Sic.																						■			
Yağmurlu																							■		
Kontuara G.																								■	

Korelasyon analizinden sonra hangi kriterlerin daha etkili olduğunu bulmak amacıyla regresyon analizi ile önem dereceleri hesaplanmıştır.

Tablo 4.4: Yolcu verileri önem analizi sonuçları

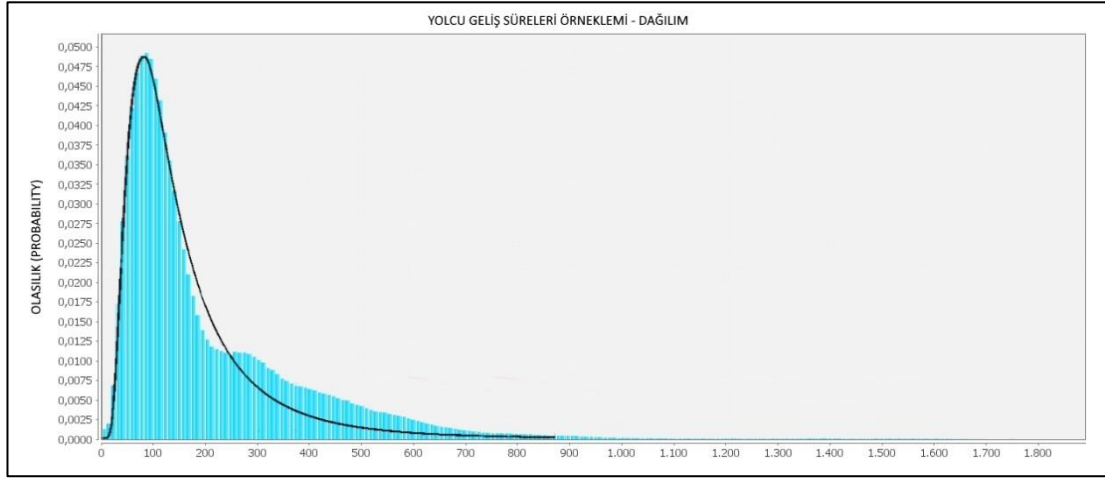
Kriter	Önem Yüzdesi (%)
Yurt İçi/Dışı	55,39
Uçuş Saati	21,30
Havalimanı	5,38
Transfer Yolcu	3,27

SSR Talebi	2,88
Variş Des.	2,17
Yabancı	1,60
Kontuar CI	1,32
Yüksek Sıcaklık	1,09
Bagaj Ağırlığı	1,01
Ay Bilgisi	0,96
Düşük Sıcaklık	0,85
Yaş	0,59
Hafta Günü	0,57
Bebekli Yolcu	0,38
Yağmurlu	0,33
Çocuklu Yolcu	0,32
Yolcu Sayısı	0,21
Frequent Flyer	0,18
Tatil Öncesi	0,14
Bagaj Sayısı	0,05
Tatil Günü	0,02
Yaşlı Yolcu	0,00

Yolcuların kontuara geliş zamanlarının detaylandırılması için varış portu, uçuşların yurtdışı veya yurtiçi olması, uçuş saati, bagaj sayısı, bagaj ağırlığı, yabancı yolcu, transfer yolcu, kriterlerinin kullanılması kararlaştırılmıştır.

Belirlenen kriterler ile yolcuların kontuara geliş zamanları ve nasıl değiştiği excel üstünde crystal ball analiz edildi. Yolcu geliş zamanlarının poisson dağılımına uyduğunu görülmüştür.

Şekil 4.1: Yolcu geliş süreleri örnekleminin dağılımının poisson olduğu tespit edilmiştir.



4.1.3 Check-in Verileri Analizi

Son olarak check-in verilerinin korelasyon analizi yapıldı. 01.11.2018 - 30.06.2019 dönemini kapsayan 593.104 check-in bilgisi data seti olarak belirlenmiştir. Veri setinden uçuş saatinden 5 saat önce kontuardan check-in işlemi yapılanlar ve havalimanının kapasite sorunu bulunmadığı saatlerdeki check-in verileri temizlenmiştir.

Check-in verilerinin analizi ile kontuardaki yoğunluğu tetikleyecek ana kriterler olan işlem sürelerinin hangi faktörlerden etkilendiğinin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Farklı profilde olan ve farklı işlem istekleri olan yolcuların kontuarlarda farklı işlem sürelerine sahip olduğu bilinmektedir. Farklı işlem sürelerinin, kontuar sıraları uzunluklarına ve sıradaki kişi sayılarına direkt etkisi olacaktır. Bunun dışında işlem sürelerine işlemi yapan kontuar memurunun da etkisi olacağı düşünülmektedir.

Check-in verilerinin korelasyon analizi sonuçlarını tablo 4.5’de görselleştirilmiştir. Tam kırımlı renk ters orantılı korelasyonu (-1) ifade ederken, tam mavi renk doğru orantılı korelasyonu (+1) ifade etmektedir. Tonlamalar korelasyon derecesine göre renklendirilmiştir.

Tablo 4.5: Check-İn işlem sürelerinin korelasyon analizi

	Havalimani	Variş Portu	Yurt İçi/Dışı	Hafta Gün	Ay Bilgisi	Uçuş Saati	Yolcu Sayısı	Yolcu Yaşı	Bagaj Sayı	Bagaj Ağır.	Yabancı	Frequent F.	Bebekli Y.	Yaşlı Yolcu	Çocuklu Y.	Kontuar CI	SSR Talebi	Transfer Y.	M. Deneyim	CI Saati	Tatil Bilgisi	Tatil Öncesi	Yüksek Sic.	Düşük Sic.	Yağmurlu	CI Süresi	
Havalimani	■																										
Variş Portu	■	■	■																		■						
Yurt İçi/Dışı	■	■	■			■				■	■										■						
Hafta Gün				■																							
Ay Bilgisi					■																						
Uçuş Saati		■	■			■															■						
Yolcu Sayısı							■		■	■																	
Yolcu Yaşı								■																			
Bagaj Sayı									■	■																	
Bagaj Ağır.									■	■																	
Yabancı											■																
Frequent F.												■															
Bebekli Y.													■														
Yaşlı Yolcu														■													
Çocuklu Y.															■												
Kontuar CI																■											
SSR Talebi																	■										
Transfer Y.																		■									
M. Deneyim																			■								
CI Saati		■	■			■														■							
Tatil Bilgisi																					■						
Tatil Öncesi																						■					
Yüksek Sic.																							■	■	■	■	■
Düşük Sic.																								■	■	■	■
Yağmurlu																									■	■	■
CI Süresi																										■	■

Korelasyon analizinden sonra hangi kriterlerin daha etkili olduğunu bulmak amacıyla regresyon analizi ile önem dereceleri hesaplanmıştır.

Tablo 4.6: Yolcu verileri önem analizi sonuçları

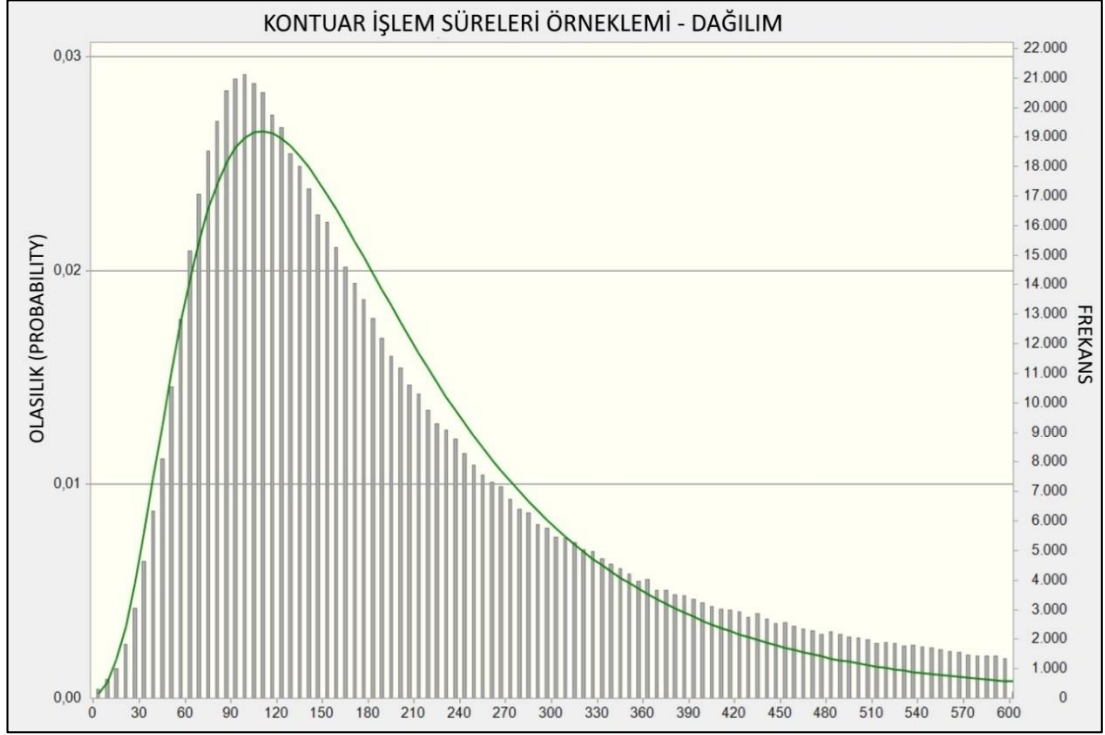
Kriter	Önem Yüzdesi (%)
Bagaj Ağırlığı	54,30
Memur Deneyimi	8,64
SSR Talebi	8,56
Kontuar CI	5,50

Yolcu Sayısı	3,57
Bagaj Sayısı	3,51
Yaş	2,93
Ay Bilgisi	2,12
Yüksek Sıcaklık	1,91
Havalimanı	1,54
Transfer Yolcu	1,49
Uçuş Saati	1,37
Check-in Saati	0,92
Hafta Günü	0,82
Düşük Sıcaklık	0,79
Varış Des.	0,63
Yurt İçi/Dışı	0,56
Yaşlı Yolcu	0,22
Bebekli Yolcu	0,18
Yabancı	0,17
Tatil Öncesi	0,15
Çocuklu Yolcu	0,08
Tatil Günü	0,03
Yağmurlu	0,02
Frequent Flyer	0,01

Check-in işlem sürelerinin detaylandırılması için yolcu sayısı, bagaj sayı, bagaj ağırlık, kontuar CI, memur deneyim kriterlerinin kullanılması kararlaştırılmıştır.

Akabinde kontuardaki işlem süreleri örnekleme yani modelimizin servis süreleri belirlenen kriterler excel üstünde crystal ball ile analiz edildi. Kontuardaki işlem süreleri örnekleme erlang dağılımına uyduğunu görülmüştür.

Şekil 4.2: Kontuardaki işlem süreleri örnekleminin dağılımının erlang olduğu tespit edilmiştir.



Yolcu Profillerinin Oluşturulması

Belirlenen kriterler, check-in sürecinin incelenmesi ve akabinde saha içinde yapılan gözlemler ile yolcuların profillerinin oluşturulması için aşağıdaki 4 farklı kriter grubuna karar verilmişti.

Varış Portu Kriteri: Yurtiçi Yolcu / Yurtdışı Yolcu - 2 olasılık

Bagaj Kriteri: Bagajlı yolcu / Bagajsız Yolcu – 2 olasılık

Yolcu Sayısı Kriteri: 1,2,3, 4 ve daha fazla – 4 olasılık

Kontuar CI Kriteri: Kontuar CI / Online CI – 2 olasık

Toplamda 4 farklı kriterden gelen olasılıklar göz önüne alındığında 32 farklı yolcu profili oluşturulmuştur.

Ortalama İşlem Süreleri

Oluşturulan yolcu profilleri ile check-in verileri tekrar analiz edilmiş ve her profil bazında ortalama işlem süreleri hesaplanmıştır.

Tablo 4.7: Tüm profiller bazında ortalama işlem süreleri

Profil No	Yurtiçi	Bagajlı	Yolcu Sayısı	Online Checkin	Süre
1	Yurt Dışı	Bagajı Yok	1	Online Check-in	74
2	Yurt İçi	Bagajı Yok	1	Online Check-in	54
3	Yurt Dışı	Bagajı Yok	1	Kontuar Check-in	159
4	Yurt İçi	Bagajı Yok	1	Kontuar Check-in	150
5	Yurt Dışı	Bagajı Yok	2	Online Check-in	76
6	Yurt İçi	Bagajı Yok	2	Online Check-in	61
7	Yurt Dışı	Bagajı Yok	2	Kontuar Check-in	182
8	Yurt İçi	Bagajı Yok	2	Kontuar Check-in	166
9	Yurt Dışı	Bagajı Yok	3	Online Check-in	78
10	Yurt İçi	Bagajı Yok	3	Online Check-in	63
11	Yurt Dışı	Bagajı Yok	3	Kontuar Check-in	202
12	Yurt İçi	Bagajı Yok	3	Kontuar Check-in	176
13	Yurt Dışı	Bagajı Yok	4	Online Check-in	85
14	Yurt İçi	Bagajı Yok	4	Online Check-in	75
15	Yurt Dışı	Bagajı Yok	4	Kontuar Check-in	221
16	Yurt İçi	Bagajı Yok	4	Kontuar Check-in	195
17	Yurt Dışı	Bagajı Var	1	Online Check-in	176
18	Yurt İçi	Bagajı Var	1	Online Check-in	149
19	Yurt Dışı	Bagajı Var	1	Kontuar Check-in	191
20	Yurt İçi	Bagajı Var	1	Kontuar Check-in	160
21	Yurt Dışı	Bagajı Var	2	Online Check-in	212
22	Yurt İçi	Bagajı Var	2	Online Check-in	177
23	Yurt Dışı	Bagajı Var	2	Kontuar Check-in	238
24	Yurt İçi	Bagajı Var	2	Kontuar Check-in	195
25	Yurt Dışı	Bagajı Var	3	Online Check-in	244
26	Yurt İçi	Bagajı Var	3	Online Check-in	199
27	Yurt Dışı	Bagajı Var	3	Kontuar Check-in	286

28	Yurt İçi	Bagajı Var	3	Kontuar Check-in	223
29	Yurt Dışı	Bagajı Var	4	Online Check-in	259
30	Yurt İçi	Bagajı Var	4	Online Check-in	224
31	Yurt Dışı	Bagajı Var	4	Kontuar Check-in	315
32	Yurt İçi	Bagajı Var	4	Kontuar Check-in	268

Personel Tecrübesi

Tablo 4.8 üzerinde 1 yolculu, kontuar check-in yapmış ve bagaja sahip ve yurtdışı uçan yolcu profilinin birim işlem sürelerinin personel deneyimi bazında ayrıştığı gösterilmiştir. Örneklem alınan 17 Nisan ile 27 Nisan aralığında ortalamaları karşılaştırıldığında aynı yolcu profili üzerinde deneyimsiz personelin check-in işlemini ortalama 211 saniyede tamamlarken deneyimli personelin bu süreyi 198 sn'de tamamladığı görülmüştür. Deneyimli bir personelin, aynı yolcu profilinin birim işlem zamanlarında deneyimsiz bir personele göre 8% daha yüksek performans gösterdiği görülmüştür.

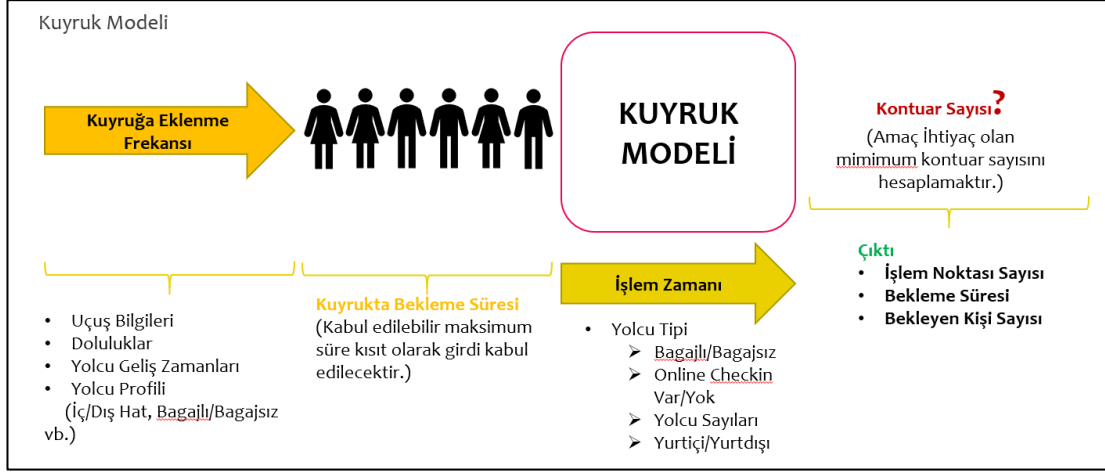
Tablo 4.8: Farklı günler ait yurt dışı hatlarına uçan, 1 yolculu, online/kontuar check-in ve bagajlı/bagajsız yolcu profilinin personel deneyimine göre ortalama işlem süreleri

1Pax	Kontuar				Online			
	Bagajlı Yurtiçi		Bagajlı Yurtdışı		Bagajlı Yurtiçi		Bagajlı Yurtdışı	
Tarih	Tümü	Tecrü- beli	Tümü	Tecrü- beli	Tümü	Tecrü- beli	Tümü	Tecrü- beli
17.04.2019	192	163	218	202	186	164	211	197
18.04.2019	193	183	208	201	187	183	198	194
19.04.2019	191	180	208	181	176	175	213	193
20.04.2019	196	192	208	196	170	158	209	201
21.04.2019	184	163	214	223	173	159	202	209
22.04.2019	200	207	206	189	188	186	202	199
23.04.2019	181	177	211	208	180	167	195	191

4.2 ÖRNEK GÜN MODEL SONUÇLARI

Veri analizinden gelen tüm bilgiler kuyruk modeline girilmiş örnek bir gün çalışmasına hazır hale gelmiştir. Örnek bir gün çalışmasında hesaplanacak girdiler ve elde edilmek istenilen sonuçlar Şekil 4.3’de resmedilmiştir.

Şekil 4.3: Veri analizi sonrasında model için gerekli veriler ve çıktılar



Örnek bir günün analizi yapılmak için 26 Eylül 2019 tarihi seçildi. 26 Eylül 2019 tarihinde havalimanından 205 adet uçuş planlı olduğu ve bu uçuşlara 34.120 kişinin rezerve edildiği görülmüştür. Örnek gün içindeki uçuş bilgilerinin detayları tablo 4.9’de gösterilmiştir.

Tablo 4.9: Örnek gün verileri

Gün	Toplam Yolcu Sayısı	Yurtiçi Yolcu Sayısı	Yurtdışı Yolcu Sayısı	Personeel Sayısı	Uçuş Sayısı	Ortalama Doluluk
26.09.2019	34.120	18.265	15.855	60	205	90

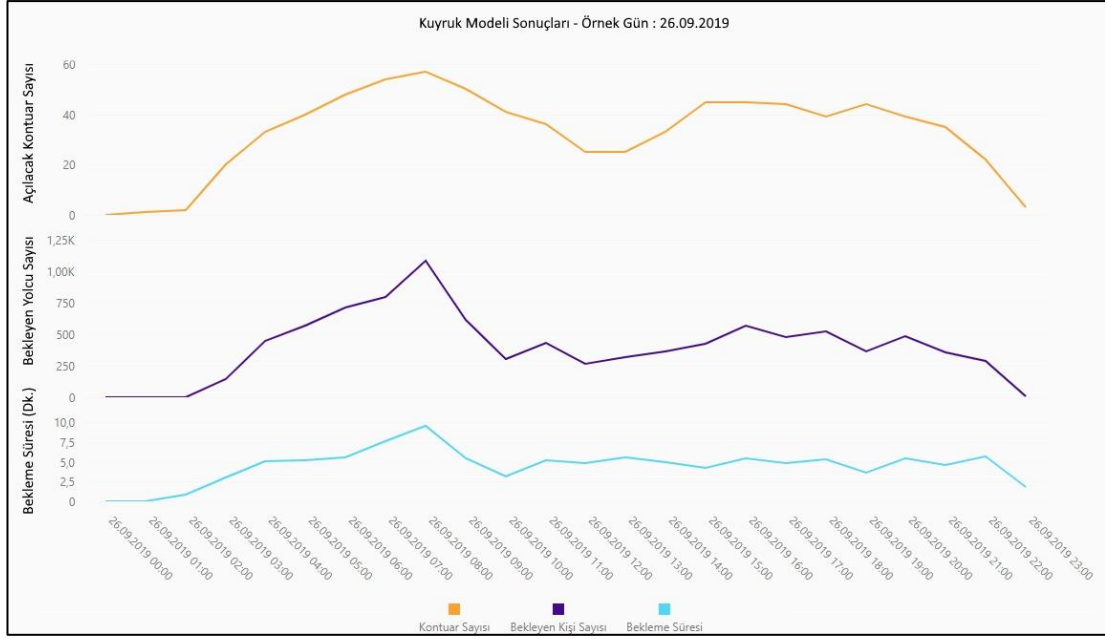
Buna göre kuyruk modelimizi kullanarak örnek bir gün olarak 26 Eylül tarihini hesaplıyoruz. Hesaplama sonucunda her saat aralığı için çıktı değerlerimizi, kuyruktaki bekleyen yolcu sayısı, ortalama bekleme süresi ve ortalama işlem süresi hesaplıyoruz.

Tablo 4.10: 26.09.2019 Tarihi için modelin ürettiği tahminlemeler

Saat Aralığı	Açılması Önerilen Kontuar Sayısı	Kontu- ara Gel- mesi Bekle- nen Yolcu Sayısı	Yur- tiçi Gel- mesi Bek- lenen Yolcu Sayısı	Yurt- dışı Gel- mesi Bek- lenen Yolcu Sayısı	On- line Chec- kin Gel- mesi Bek- lenen Yolcu Sayısı	Ba- gajlı Gel- mesi Bek- lenen Yolcu Sayısı	Kuy- rukta Bek- leyen Yolcu Sayısı	Orta- lama Bek- leme Süresi (dk)	Or- ta- lama İş- lem Sü- resi (sn)
00:00-01:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00-02:00	1	2	2	0	2	0	0	0	175
02:00-03:00	2	18	16	1	9	16	2	4,44	264
03:00-04:00	20	392	345	40	149	327	141	15,1	201
04:00-05:00	33	845	704	132	377	680	448	25,47	205
05:00-06:00	40	1133	879	247	507	910	571	25,62	205
06:00-07:00	48	1314	741	573	515	1011	710	27,95	211
07:00-08:00	54	1029	376	194	318	770	798	19,075	218
08:00-09:00	57	1240	447	230	414	994	1084	23,73	219
09:00-10:00	50	1111	460	215	367	899	610	13,485	219

10:00-11:00	41	907	311	581	291	748	304	15,86	220
11:00-12:00	36	717	147	558	198	561	435	25,83	225
12:00-13:00	25	460	117	332	113	369	267	24,04	221
13:00-14:00	25	579	214	357	172	430	318	27,69	213
14:00-15:00	33	640	352	282	205	488	362	24,75	207
15:00-16:00	45	935	601	325	307	704	426	21,19	204
16:00-17:00	45	879	675	191	317	633	565	27,18	198
17:00-18:00	44	870	573	284	300	640	481	24,37	203
18:00-19:00	39	1001	514	474	297	733	521	26,23	210
19:00-20:00	44	959	224	725	169	710	363	17,88	225
20:00-21:00	39	769	110	649	124	571	485	26,84	228
21:00-22:00	35	748	167	570	144	566	359	22,86	222
21:00-22:00	22	499	256	232	169	395	290	28,54	209
23:00-00:00	3	53	41	6	29	37	10	9,17	186

Şekil 4.4: Örnek gün olarak seçilen 26.09.2019 kuyruk modeli sonuçları



4.3 Model Çıktılarının Değerlendirilmesi

Modelin çalıştırıldığı 26.09.2019 tarihindeki sonuçların modelin değerlendirilmesi için sahada kontrol edilmesine karar verildi. Sahada verileri kontrol etmesi için 1 adet yetkili personele ölçümlemenin nasıl yapılması gerektiği ve kuyrukta bekleyen yolcu sayısı, ortalama bekleme süresi ve ortalama işlem süresilerinin ölçülmesi talep edildi.

Yetkilinin sahadan temin ettiği sonuçlar ile öncesinde hesaplanan model çıktıları karşılaştırıldı.

Tablo 4.11: 26.09.2019 Günü saat 08:00 – 09:00 arası kuyruk modeli tahminlemesi ile saha gözlem karşılaştırması

Gün	26.09.2019		
Saat	08:00-09:00		
	Açılması	Kontuara Ge-	Ortalama
	Önerilen Kontuar	lecek Yolcu Sayısı	Bekleme Süresi
	Sayısı		(dk)

Erlang Kuyruk Modeli Çıktısı	57	1240	23,73
Saha Gözlemi	53	1297	25

Tablo 4.12: 26.09.2019 Günü saat 14:00 – 15:00 arası kuyruk modeli tahminlemesi ile saha gözlem karşılaştırması

Gün	26.09.2019		
Saat	14:00-15:00		
	Açılması Önerilen Kontuar Sayısı	Kontuara Gelecek Yolcu Sayısı	Ortalama Bekleme Süresi (dk)
Erlang Kuyruk Modeli Çıktısı	33	640	24,75
Saha Gözlemi	31	600	25,5

Gözlem sonuçlar tablo 4.11 ve tablo 4.12’te değerlendirilmiştir. Saha gözlemleri ile kuyruk modelinin tahminlemesini karşılaştırdığımızda sahadaki imkanlar nedeniyle ve başka diğer faktörlerden ötürü tahminlenen kontuar sayısı açılmamıştır. Ancak sayı tahminlemeye çok yakındır. Bu duruma dahi kuyruk modelinin iç faktörler dahil edildiğinde bekleyen kişi sayısını 95,5% ile ve ortalama bekleme süresini 94,7% ile doğru tahminlediği ortaya çıkmıştır.

Akabinde havayolunda tahminleme kullanılmaya devam etmiş ve çalışan personel tarafından yoğunluğu öngörebilme ve yol gösterici olması açısından olumlu tepkiler vermiştir. Havayolu şirketinin yaptığı kontuar memnuniyet skorları tahminleme kullanılan ve kullanılmayan dönem karşılaştırıldığında yolcu memnuniyetinin 8,7% arttığı tespit edilmiştir.

5 SONUÇ

Kuyruk problemleri hayatın her alanında farklı boyutlarda karşımıza çıkmaktadır. Birçok farklı havalimanında bu çalışmanın da odaklandığı check-in kontuar bölgesi ile ilgili sorunlar yaşanmaktadır. Yaşanan sorunların genel sebebi havalimanlarının eski ve kapasitelerinin kısıtlı olmasına rağmen teknolojik ve ekonomik gelişim ile artan yolcu talebine karşılık verememesidir.

Kapasite problemleri karşımıza belirsizlik, yolcu memnuniyetsizliği, maliyet açmazları şeklinde çıkmaktadır. En basit şekli ile değişken check-in işlem talebi için doğru zamanda doğru miktarda kontuar açılmadığı zaman iki temel senaryo ortaya çıkmaktadır. Yolcu sayısı yani talep yüksek kontuar sayısı az kaldığında yolcular sırada beklemekte ve bu durum uçağı kaçırma, yolcu memnuniyetsizliklerine ve ekstra maliyetlere sebep olmaktadır. Aksi durumda yolcu sayısı(talep) düşük ancak kontuar sayısı yüksek olduğunda fazla kontuar maliyeti ve personel maliyeti ile karşı karşıya kalınmaktadır.

Havalimanı kontuar bölgesi için yapılmış akademik çalışmaların hepsinde modele odaklanılırken, yolcular ve her yolcunun işlem süreleri eş kabul edilmiştir. Ancak yapılan bu kabul, teorikte kalmakta hiçbir zaman gerçek hayatta oluşmamaktadır. Bu çalışmanın literatürde yapılan diğer çalışmalardan farkı yolcu davranış ve karakteristiklerinin kuyruk modeline dahil edilmesidir. Dahil edilen yolcu karakteristikleri ile kuyruk modeli tahminlemesinin gerçekleşme olasılığının çok daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Havacılık sektöründe kuyruk modeli kullanılan örneğin güvenlik geçişi, pasaport geçişi gibi diğer alanlarda da yolcu karakteristiklerinin dahil edilmediği görülmüştür. Literatür çalışmaları araştırılmamış olmasına rağmen müşteri karakteristiğinin sıra sistemlerinde kullanıldığını gördüğümüz en temel sektör bankacılık ve finans sektörü olduğu bilinmektedir.

Bu çalışmada ortaya çıkarılan kuyruk modeli havayolunda kullanılmaya devam edilmiş olup, müşteri memnuniyeti tarafında olumlu sonuçlar alınmıştır. Artan müşteri memnuniyetini bu çalışmanın iki önemli faktörden kaynaklanmaktadır. İlki bu çalışma sayesinde hangi saatte kaç kontuar açılması gerektiği rahatlıkla bulunabilmesi nedeni ile gereksiz

sıra ve beklemler önlendi. İkincisi karar alma mekanizması çalışan personelden modele geçtiği için personel hatalarının önüne geçilmiş oldu.

5.1 ARAŞTIRMACILAR İÇİN ÖNERİLER

Bu çalışmada havalimanı süreçlerinden bir tanesi olan check-in süreci incelenmiş ve kapasite problemi üzerine çalışılmıştır. Havalimanı operasyonlarını incelediğimizde benzer bir çok farklı problem olduğu gözükmektedir. Örnek olarak güvenlik geçişleri, pasaport kuyruk problemi, pist kalkışı senkronizasyonu gibi problemler üzerine çalışılabilir.

Bu çalışmada kuyruk sistemi olarak $M(t) / E k(t) / 1$ kuyruk modellenmesi kullanılmıştır. Havaalanı operasyonları genel bağlamında, birçok farklı problem için literatürde $M(t) / E k(t) / 1$ kuyruk modellenmesi uzun süredir kullanıldığı gözükmektedir. Havalimanı ve havayolu üzerine yapılacak çalışmalarda benzer kuyruk modellerinin kullanılması yarar sağlayacaktır.

Uzun yıllardır müşteri iç dinamiklerinin sıra yapısında ve sıralamada kullanıldığı bilinmektedir. Bu çalışma içinde de müşteri iç dinamikleri kullanılmıştır. Havacılık üzerine yapılacak diğer çalışmalarda veya farklı sektörlerde yapılacak çalışmalarda müşteri iç dinamiklerinin kullanılması, çalışmanın tahminleme doğruluğunu arttıracacağı gözükmektedir. Bunun yanında müşteri iç dinamiklerini kullanmak, şirketlerin müşterilerini anlama konusunda yardım etmekle birlikte üniversite iş dünyası arasındaki entegrasyonun artmasına katkıda bulunacaktır.

KAYNAKÇA

Kitaplar

- A. Suarez-Aleman and J. L. Jimenez (2016). “Quality assessment of airport performance from the passengers’ perspective,” *Research in Transportation Business and Management*, vol. 20, pp. 13–19.
- W. Krug, *Modelling (2002) Simulation and Optimisation for Manufacturing, Organisational and Logistical Processes*. Erlangen, Deutschland, Gruner Druck GmbH.

Diğer Yayınlar

- Alodhaibi, S., Burdett, R. L., Yarlagadda (2017) Framework for airport outbound passenger flow modeling, *Procedia Engineering*, vol.174, pp.1100 – 1109.
- A. T. Al-Sultan (2016) “Optimization of airport check-in scheduling at passenger terminal,” *International Journal of Applied Business and Economic Research*, vol.14, no.5, pp. 3233–3245.
- A.P. Johnson (1978) Multi-Service Costing, *Journal of the Operational Society* 29, 551-558.
- A.M. Lee, P.A. Longton (1959) Queuing processes associated with airline passenger check-in, *Operational Research Quarterly* 10, pp. 56– 71.
- Blichfeldt, B. S., Pumputis, A., Ebba, K. (2017). Using, spending, wasting and killing time in airports, *International Journal of Culture, Tourism and Hospitality Research*, vol. 11, no.3, pp.392-405.
- D. Atkins, M.A. Begen, B. Luczny, A. Parkinson, M.L. Puterman (2013) Right on queue, *OR/MS Today* 30
- D. Wu, Z. Huimin, Y. Xinhua, X. Juxia, S. Meng, and L. Bo (2017). “Study on an improved adaptive PSO algorithm for solving multi-objective gate assignment,” *Applied Soft Computing*, vol. 59, pp. 288–302.
- De wet, k. (2010). Airport capacity analysis and configuration, Bachelors of Industrial Engineering in the Faculty of Engineering, Built Environment and Information Technology University of Pretoria.
- Ehn, B., and Löfgren, O. (2010). *The Secret World of Doing Nothing*, University of California Press, Berkley, Los Angeles.
- G. E. Araujo and H. M. Repolho (2015) “Optimizing the airport check-in counter allocation problem,” *Journal of Transport Literature*, vol. 9, no. 4, pp. 15–19.
- Gerson E. Araujo, Hugo M. Repolho (2015). Optimizing the Airport Check-In Counter Allocation Problem, *Journal of Transport Literature*, 9(4), 15-19.
- Gupta, S. (2010) Transient analysis of $D(t)/M(t)/1$ queuing system with applications to computing airport delays.

- H.N. Chun (1996). Scheduling as a multi-dimensional placement problem, *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 9, 261–273.
- H. Wang, K. Liu, Z. Qi, and J. Guo (2017) “The establishment and optimization of airport security check process model,” in *Proceedings of the 2017 32nd Youth Academic Annual Conference of Chinese Association of Automation (YAC)*, pp. 1026–1030.
- Jacquillat, A. (2012). A queuing model of airport congestion and policy implications at JFK and EWR.
- Jawab F., Khachani M., Akoudad K., Moufad I., Frichi Y., Laaraj N., Zehmed K. (2018). Queuing model for improving airport passengers treatment process.
- L. Adacher and m. Flamini (2020). *Optimizing Airport Land Side Operations: Check-In, Passengers’ Migration, and Security Control Processes*.
- M. Mujica Mota ve C.A.Zuniga, (2019) “Allocation of airport check-in counters using a simulation optimization approach,” In *Simulation and Optimization: In Logistics, Industrial and Aeronautical Practice* M. A. Mujica, I. De La Mota-Flores, and D. A. Guimarans-Serrano, Eds., pp. 203–229, Springer, Berlin, Germany.
- M. A. Ornek, C. Ozturk and I. Sugut (2019). “Model-based heuristic for counter assignment problem with operational constraints: a case study,” *Journal of Air Transport Management*, vol. 77, pp. 57–64.
- M. Parlar, B. Rodrigues, and M. Sharafali (2016). “Event-based allocation of airline check-in counters: a simple dynamic optimization method supported by empirical data,” *International Transactions in Operational Research*, vol. 25, no. 5, pp. 1553–1582.
- M. Mujica Mota (2015). “Check-in allocation improvements through the use of a simulation-optimization approach,” *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 77, pp. 320–335.
- Nico M. van Dijk, Erik van der Sluis (2006). Check-in computation and optimization by simulation and IP in combination, *European Journal of Operations Research* 171, pp. 1152-1168.
- Nityangini Jhala, Pravin Bhathawala (2017). Application of Queueing Theory to Airport Related Problems, *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*, Volume 13, Number 7, pp. 3863-3868.

- P.E. Joustra, N.M. van Dijk. (2001) Simulation of check-in at airports, in, *Proceedings of Winter Simulation Conference*, pp. 1023–1028.
- Pyrgiotis, N. & Odoni, A. R. (2016). On the impact of scheduling limits: A case study at newark liberty international airport. *Transportation Science*, 50(1) , 150–165.
- S. Janssen, A. Sharpanskykh, and R. Curran (2019) “Agent-based modelling and analysis of security and efficiency in airport terminals,” *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 100, pp. 142–160.
- S. Yan, C.-H. Tang, M. Chen (2004). A model and a solution algorithm for airport common use check in counter assignments, *Transportation Research Part A* 38 pp. 101–125.
- Simaiakis, I. (2012). Analysis, modeling and control of the airport departure process.
- Shone R., Glazebrook K. Ve Zografos K.G. (2019). Resource allocation in congested queueing systems with time-varying demand: An application to airport operations.
- Sony Sulaksono Wibowo (2017) Siti Raudhatul Fadilah (2017). Queuing analysis using Viswalk for check-in counter: Case study of Lombok Praya International Airport
- Wu, P. P.-Y., and Mengersen, K. (2013) A review of models and model usage scenarios for an airport complex system, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 47, pp. 124-140.
- Vannini, P., *Ferry Tales* (2012). Mobility, Place, and Time on Canada’s West Coast, Routledge, London.
- Vokáč, R., Lipták, T., and Lánský, M. (2016). The importance of queues at airport security checkpoints, *Proceedings of the International Scientific Conference New Trends in Aviation Development*, Košice, Slovakia, September 8 – 9.

İnternet Kaynakları

- British Airways, 2019. Checking in, <https://www.britishairways.com/en-gb/information/checking-in-and-boarding/checking-in> adresinden 16 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.
- IATA, 2019. Airport Development Reference Manual, <https://www.iata.org/en/publications/standards-manuals> adresinden 20 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.
- Pegasus, 2019. Kontuar, <https://www.flypgs.com/seyahat-sozlugu/kontuar> adresinden 16 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.
- Pegasus, 2019. Online check-in, <https://www.flypgs.com/check-in> adresinden 16 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.
- SHGM, 2019. Yolcu Hizmetleri, http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/yayinlar/yolcu_hizmetleri_06.02.2014.pdf adresinden 16 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.
- Yılmaz M., 2019. Kuyruk Teorisi, https://acikders.ankara.edu.tr/plugin-file.php/18388/mod_resource/content/0/430-8Hafta.pdf adresinden 20 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Emre Devrim

Sürekli Adresi : Güney Mah. Tuğrul Cad. Tüpraş Lojmanları No:115 Körfez /Kocaeli

Doğum Yeri ve Yılı : İzmir, 26.09.1983

Yabancı Dili : İngilizce, Almanca

İlk Öğretim : İsabey İlköğretim Okulu, 1994

Orta Öğretim : İzmir Fen Lisesi ,2001

Lisans : Dokuz Eylül Üniversitesi Endüstri Mühendisliği, 2006

Enstitü Adı : Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı

Çalışma Hayatı :

Pegasus Havayolları, Planlama ve İş Geliştirme Yöneticisi, Ocak 2016 – Devam Ediyor

İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı, Büyük Müşteriler Yöneticisi, Eylül 2014 – Ocak 2016

Emsa Day. Tük. Tic. Ltd. Şti., Şirket Sahibi, Aralık 2008 – Mart 2014

MAN Türkiye, Malzeme Planlama Mühendisi, Ocak 2008 – Aralık 2008