

T.C.
İSTANBUL BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**PERAKENDE SEKTÖRÜNDE
KUYRUK MODELLERİNİN BENZETİMİ**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan
Mustafa TAŞOCAK

İstanbul, 2023

T.C.
İSTANBUL BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**PERAKENDE SEKTÖRÜNDE
KUYRUK MODELLERİNİN BENZETİMİ**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan

Mustafa TAŞOCAK
1908092006

Orcid: 0009-0006-6342-2472

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Selçuk ŞEN

İstanbul, 2023

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Perakende Sektöründe Kuyruk Modellerinin Benzetimi**” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını, patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

07.04.2023

Mustafa TAŞOCAK

T.C.
İSTANBUL BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
TEZLİ YÜKSEK LİSANS SINAV TUTANAĞI

11/04/2023
...../...../.....

Enstitümüz *Endüstri Mühendisliği* Anabilim Dalı *Endüstri Mühendisliği* Programı Yüksek Lisans öğrencilerinden **1908092006** numaralı **Mustafa TAŞOCAK**'ın "Beykent Üniversitesi Eğitim-Öğretim Yönetmeliği"nin ilgili maddesine göre hazırlayarak Enstitümüze teslim ettiği "*Perakende Sektöründe Kuyruk Modellerinin Benzetimi*" konulu tezini, Yönetim Kurulumuzun 10/01/2023 tarih ve 2023/02 sayılı toplantısında seçilen ve On-Line toplanan biz jüri üyeleri huzurunda, Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 29. maddesinin 3. fıkrası gereğince 45 dakika süre ile Zoom programı aracılığıyla on-line olarak aday tarafından savunulmuş ve sonuçta adayın tezi hakkında "*OYBİRLİĞİ*" ile "*KABUL*" kararı verilmiştir.

İşbu tutanak, 2 nüsha olarak hazırlanmış ve Enstitü Müdürlüğü'ne sunulmak üzere tarafımızdan düzenlenmiştir.

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Se*** ŞE***
(İstanbul Beykent Üniversitesi)

ÜYE
Dr. Öğr. Üyesi Ve*** Ze*** YE***
(İstanbul Beykent Üniversitesi)

ÜYE
Dr. Öğr. Üyesi Sa*** Ke*** AY***
(Arel Üniversitesi)

Adı ve Soyadı : Mustafa TAŞOÇAK
Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Selçuk ŞEN
Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans, 2023
Alanı : Endüstri Mühendisliği
Anahtar Kelimeler : Kuyruk Modelleri, Anylogic, Perakende, Simülasyon,
Yazar kasa

ÖZ

PERAKENDE SEKTÖRÜNDE KUYRUK MODELLERİNİN BENZETİMİ

Son yıllarda zaman maliyetinin yaygınlaşmasıyla birlikte bekleme konusu insanlar tarafından önem verilen bir değer durumuna gelmiştir. Fakat hayatımızın önemli bir parçası olan hastane, banka, alışveriş merkezi ve süpermarket gibi yerlerde sıklıkla kuyrukta bekleme sorunları yaşamaktayız. Bu çalışmada, perakende sektörünün en önemli konularından biri olan ödeme noktalarında yaşanan bekleme problemleri ele alınmıştır. Müşterinin mağazadan mutlu ayrılmasını sağlamak ve iyi bir izlenim kazanmak için ödeme sırasındaki deneyim büyük önem taşımaktadır. İyi bir kuyruk yönetim sistemiyle bu gerçekleştirebilir ve müşterilerin mağazadan memnun ayrılması sağlanabilir. Literatür araştırmalarında daha önce ekspres kasa modelleri kullanılarak çalışmalar yapıldığı gözlemlendi. Ekspres kasanın özelliğini koruyabilmesi için uygulanan kısıtlarından dolayı bazı zorluklarla karşılaşıldığı görülmektedir. Bu tezde daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak herhangi bir çalışan desteği olmadan ve sıra beklemeden ödeme işlemini kendi başınıza yapabileceğiniz jetkasalar ile kuyruk modelleri oluşturuldu ve Anylogic programı ile simülasyonu yapıldı. Alternatif senaryolar önce kendi arasında, daha sonra mevcut durumu ile karşılaştırıldı. Müşterilerin bekleme sürelerinde ve kuyrukta bekleyen müşteri sayılarında iyileşmeler olduğu gözlemlendi.

Name and Surname : Mustafa TAŞOCAK
Supervisor : Dr. Lecturer Selçuk ŞEN
Degree and Date : Master, 2023
Major : Industrial Engineering
Keywords : Simulation of Queue Models, Anylogic, Retail,
Simulation, Checkout

ABSTRACT

SIMULATION OF QUEUE MODELS IN THE RETAIL INDUSTRY

With the proliferation of time costs in recent years, waiting has become a value that is important to people. But we often have queue-waiting problems in places like hospitals, banks, shopping malls and supermarkets, which are an important part of our lives. In this study, waiting problems at payment points, which is one of the most important issues in the retail sector, are discussed. The experience at checkout is of great importance in order to ensure that the customer leaves the store happy and to gain good loyalty. With a good queue management system, you can do this and ensure that customers leave the store satisfied. In the literature research, it was observed that studies were carried out using express case models before. It is seen that some difficulties are encountered due to the constraints applied in order to preserve the feature of the express safe. In this thesis, unlike the previous studies, self-checkout where you can make the payment process by yourself without any employee support and without waiting in line. Alternative scenarios were first compared among themselves and then with the current situation. It has been observed that there are improvements in the waiting times of the customers and the number of customers waiting in the queue.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ÖZ

ABSTRACT

TABLolar LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
KISALTMALAR	vi
GİRİŞ	vii

BİRİNCİ BÖLÜM PERAKENDE SEKTÖRÜ

1. PERAKENDE SEKTÖRÜ	2
1.1 Perakende Kavramı ve Tanımı	2
1.2 Dünya’da ve Türkiye’de Perakende Sektörü	3
1.2.1 Dünya’da Perakende Sektörü	3
1.2.2 Türkiye’de Perakende Sektörü	5
1.3 Perakende Sektöründe Teknoloji	6
1.3.1 Yapay Zekâ Teknolojisi	6
1.3.2 Beacon Teknolojisi	7
1.3.3 RFID Teknolojisi	7
1.3.4 5G Teknolojisi	7
1.3.5 Sosyal Medya	8
1.3.6 Alternatif Ödeme Sistemleri	8

İKİNCİ BÖLÜM ÖDEME KAYDEDİCİ CİHAZLAR

2. ÖDEME KAYDEDİCİ CİHAZLAR	9
2.1 ÖKC Tanımı	9
2.2 ÖKC Kasa Çeşitleri	9
2.2.1 Nakit ve Kart Ödemeli Jetkasa	10
2.2.2 Kart Ödemeli Jetkasa	11
2.2.3 Kiosk Tipi Jetkasa	12
2.2.4 Geleneksel Yazar Kasa	13
2.3 ÖKC Ödeme Yöntemleri	14
2.3.1 Nakit Ödeme	14

2.3.2 Kart ile Ödeme	15
2.3.3 QR Kod ile Ödeme	15
2.3.4 OTP ile Ödeme	16
2.3.5 NFC ile Ödeme.....	17
2.3.6 Kripto Para ile Ödeme	17
2.3.7 Hediye Kart ile Ödeme	18
2.3.8 Mobil Ödemeler	18

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM SİMÜLASYON

3. SİMÜLASYONUN TANIMI	19
3.1 Simülasyon Tanımı ve Özellikleri	19
3.2 Simülasyonun Tarihsel Gelişimi	20
3.3 Simülasyon Tekniğinin Kullanım Amaçları	20
3.4 Simülasyon Kullanım Alanları.....	26
3.5 Simülasyon Modelleri	27
3.6 Perakende Sektöründe Simülasyon Kullanımı.....	28
3.7 Verimliliği Arttırmada Simülasyonun Faydaları	29

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM KUYRUK TEORİSİ

4. KUYRUK TEORİSİ	31
4.1 Kuyruk Modellerinde Kullanılan Temel Kavramlar	32
4.2 Kuyruk Modellerinin Temel Yapısı	33
4.2.1 Geliş Süreci	34
4.2.2 Hizmet Süreci	35
4.2.3 Kuyruk Disiplini.....	37
4.2.4 Sistemden Ayrılış	38
4.3 Kuyruk Teorisi Performans Göstergeleri	39
4.4 Kuyruk Sistemlerindeki Maliyet Yaklaşımları	40
4.5 Kuyruk Sistemlerinde Kullanılan Olasılık Dağılımları.....	41
4.5.1 Poisson Dağılımı	41
4.5.2 Üstel Dağılım	42
4.5.3 Weibull Dağılımı	42

BEŞİNCİ BÖLÜM UYGULAMA

5. SİMÜLASYON UYGULAMASI İLE PERAKENDE SEKTÖRÜNDE OPTİMUM KASA SAYISI VE MODELİ BELİRLEME	43
5.1 Literatür Taraması	43
5.2 Araştırmanın Amacı ve Kapsamı	44
5.3 Çalışma Yapılan Mağaza Hakkında Bilgiler.....	44
5.4 Araştırmanın Adımları ve Uygulama Sonuçları	46
5.4.1 Sistemin İncelenmesi ve Problemin Belirlenmesi.....	46
5.4.2 Sürece Dair Verilerin Toplanması.....	46
5.4.2.1 Örnek Bir Satış Belgesinin İncelenmesi	47
5.4.2.2 Hizmet Süresine Etki Eden Faktörlerin İncelenmesi.....	48
5.4.2.2.1 Ödeme Yöntemine Göre Verilerin Analiz Edilmesi	48
5.4.2.2.2 Sepet Ortalamasına Göre Verilerin Analiz Edilmesi	49
5.4.2.3 Müşteri Geliş Analizlerinin Yapılması.....	50
5.4.2.4 Kasiyer Çalışma Programlarının Analiz Edilmesi.....	50
5.4.2.5 Mevcut Sistem Kapasitesi ve Verimliliği	52
5.4.3 Bilgisayar Yazılımının Seçilmesi ve Program Oluşturulması.....	53
5.4.4 Simülasyon Modelinin Oluşturulması ve Çalıştırılması	53
5.4.4.1 Mevcut Simülasyon Modelinin Oluşturulması (7 Yazar Kasa).....	56
5.4.4.2 Birinci Senaryo Modelinin Oluşturulması (2 Yazar Kasa – 5 Jetkasa)	58
5.4.4.3 İkinci Senaryo Modelinin Oluşturulması (2 Yazar Kasa – 3 Jetkasa)	60
5.4.4.4 Üçüncü Senaryo Modelinin Oluşturulması (2 Yazar Kasa – 4 Jetkasa)	62
5.4.5 Alınan Hizmet Süresine Göre Sonuçların Analizi	64
5.4.6 Kasa Bazında Ortalama Hizmet Sürelerine Göre Sonuçların Analizi.....	67
5.4.7 Alternatif Senaryolardan Çıkan Sonuçlar ile Mevcut Durumun Karşılaştırılması.....	69
SONUÇ	70
KAYNAKÇA	72

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1 Ödeme Yöntemine Göre Satış Analizi.....	49
Tablo 2 Sepet Ortalaması Analizi	49
Tablo 3 Müşteri Geliş Analizi.....	50
Tablo 4 Günlük Çalışma Programı	51
Tablo 5 Sistem Kapasitesi ve Verimliliği	52
Tablo 6 %95 Güven Aralığına Göre Çıktı Analizi.....	66
Tablo 7 Mevcut Model Özet Hizmet Süreleri (7 Yazar Kasa).....	67
Tablo 8 Birinci Senaryo Özet Hizmet Süreleri (2 Yazar Kasa – 5 Jetkasa)	68
Tablo 9 İkinci Senaryo Özet Hizmet Süreleri (2 Yazar Kasa – 3 Jetkasa)	68
Tablo 10 Üçüncü Senaryo Özet Hizmet Süreleri (2 Yazar Kasa – 4 Jetkasa)	69

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Nakit Üniteli Jetkasa	10
Şekil 2. Kart Ödemeli Jetkasa.....	11
Şekil 3. Kiosk Tipi Jetkasa	12
Şekil 4. Geleneksel Yazar kasa.....	13
Şekil 5. QR Kod Yapısı	16
Şekil 6. Simülasyon Aşamaları.....	22
Şekil 7. Temel Kuyruk Süreci	33
Şekil 8. Tek Kanallı Hizmet Sistemi	35
Şekil 9. Tek Kuyruklu ve Paralel Kanallı Hizmet Sistemi	36
Şekil 10. Çok Kuyruklu ve Paralel Kanallı Hizmet Sistemi.....	36
Şekil 11. Seri Kanallı Hizmet Sistemi	37
Şekil 12. Kuyrukta Karşılaşan Müşteri Durumları	38
Şekil 13. Model 1- Mevcut Çoklu Kuyruk ve Çoklu Servis Yönetimi	45
Şekil 14. Örnek Satış Belgesi	47
Şekil 15. Uygulamadan Alınan 3 Boyutlu Ekran Görüntüsü	54
Şekil 16. Mevcut Mağaza Modeli (7 Yazar Kasa)	56
Şekil 17. Mevcut Mağaza Lojik Tasarımı (7 Yazar Kasa)	57
Şekil 18. Mevcut Mağaza 3 Boyutlu Uygulama Görüntüsü (7 Yazar Kasa)	57
Şekil 19. Birinci Senaryo Modeli (2 Yazar Kasa – 5 Jetkasa)	58
Şekil 20. Birinci Senaryo Lojik Tasarımı (2 Yazar Kasa - 5 Jetkasa).....	59
Şekil 21. Birinci Senaryo 3D Uygulama Görüntüsü (2 Yazar Kasa - 5 Jetkasa)	59
Şekil 22. İkinci Senaryo Modeli (2 Yazar Kasa – 3 Jetkasa)	60
Şekil 23. İkinci Senaryo Lojik Tasarımı (2 Yazar Kasa - 3 Jetkasa).....	61
Şekil 24. İkinci Senaryo 3D Uygulama Görüntüsü (2 Yazar Kasa – 3 Jetkasa)	61
Şekil 25. Üçüncü Senaryo Modeli (2 Yazar Kasa – 4 Jetkasa)	62
Şekil 26. Üçüncü Senaryo Lojik Tasarımı (2 Yazar Kasa - 4 Jetkasa)	63
Şekil 27. Üçüncü Senaryo 3D Uygulama Görüntüsü (2 Yazar Kasa- 4 Jetkasa)	63
Şekil 28. Mevcut Model Performans Sonuçları (7 Yazar Kasa)	64
Şekil 29. Birinci Senaryo Performans Sonuçları (2 Yazar Kasa – 5 Jetkasa)	64
Şekil 30. İkinci Senaryo Performans Sonuçları (2 Yazar Kasa – 3 Jetkasa)	65
Şekil 31. Üçüncü Senaryo Performans Sonuçları (2 Yazar Kasa – 4 Jetkasa).....	65

KISALTMALAR

YN ÖKC	: Yeni Nesil Ödeme Kaydedici Cihaz
BKM	: Bankalararası Kart Merkezi A.Ş.
QR	: Karekod (Quick Response)
IOS	: Iphone İşletim Sistemi (Iphone Operating System)
NFC	: Yakın Alan İletişimi (Near Field Communication)
RFID	: Otomatik Tanıma ve Veri Toplama (Radio Frequency Identification)
FIFO	: İlk Gelen İlk Hizmet Alır (First In First Out)
LIFO	: Son Gelen İlk Hizmet Alır (Last In First Out)
SIRO	: Rastgele Hizmet Kuyruk Disiplini (Service In Random Order)
PRI	: Öncelikli Hizmet Kuyruk Disiplini (Priority Queue Discipline)
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
5G	: 5. Nesil
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri

SÖZLÜK

Beacon: Beacon cihazları küçük, kablosuz, diğer akıllı cihazlara sinyaller gönderebilmek için düşük enerjili Bluetooth dalgalarını kullanan taşıyıcı cihazlardır.

Kiosk: Havaalanları, mağazalar, süpermarketler, bankalar ve benzeri kalabalık yerlerde sipariş alma ya da bilgi verme amacıyla kullanılan teknolojilerdir.

Perakendecilik: Ürün ve hizmetlerin ticari amaç doğrultusunda tekrar satmama, kişisel ihtiyaçlar için kullanmama şartıyla, doğrudan son tüketiciye pazarlanmasıyla ilgili işlerin bütünüdür.

Simülasyon: Bir olayın ya da durumun gerçeğe eş değer bir şekilde canlandırılması ya da sembolize edilme halidir.

Yazar Kasa: Satış işleminin gerçekleştiği herhangi bir işletme içerisindeki satışları kaydetmeye yarayan ve bu satılan malların ya da hizmetlerin fiyatlarını, cinslerini, vergi durumlarını ve indirimlerini fatura şeklinde bir kâğıda basan cihazlardır.

GİRİŞ

Perakende sektöründe mağaza operasyon ve süreçleri birçok araştırmacının dikkatini çekmektedir. Personel çalışma planları, reyon yerleşimi, kampanya yönetimi ve müşteri deneyimleri bu süreçlerin başında yer almaktadır. Rekabetin her geçen gün daha da arttığı günümüz perakende dünyasında işletmeler müşteri memnuniyetine son derece önem vermektedir. Bu doğrultuda firmalar birçok strateji geliştirmekte ve teknolojik dönüşümlerin içerisine girmektedir. Yapılan teknolojik dönüşümlerin önemli bir kısmı ödeme sistemleri ve teknolojileri alanında yapılmaktadır.

Covid-19 pandemisi ile beraber tüketiciler geleneksel ödeme yöntemi olan nakit kullanımından büyük oranda vazgeçerek temassız ödeme yöntemlerine yönelmişlerdir. Bu yönelme ile birlikte ödeme yöntemleri alanlarında çeşitlilikler artmıştır.

Müşterilerin bir kısmı mağaza personeli ile iletişimde bulunmadan daha hızlı ve daha kolay bir şekilde hizmetten yararlanmak için teknoloji ile etkileşime girmek istemektedir. Bu yüzden firma çalışanlarından bağımsız olarak kendi başlarına ödeme yapabildikleri jetkasaları tercih etmektedirler. Süpermarketlerin jetkasaları kullanmadaki temel amacı firma maliyetlerini azaltmanın yanında hizmet noktasında fark yaratarak müşteri algılarını olumlu yönde etkilemesidir.

Perakende firmaları kasa sayıları ve modellerini en kullanışlı model ile düzenleyerek yatırım ve gider maliyetlerini en aza indirebilir. Bunun yanı sıra müşteri memnuniyetini en üst seviyeye çıkartabilir. Bu çalışmada yaklaşık olarak 3000 şubesi bulunan bir perakende firmasının mevcut ve yeni açılacak mağazalarında kullanılacak ideal kasa sayısı ve modelini simülasyon yoluyla belirlemek amaçlanmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

PERAKENDE SEKTÖRÜ

1. PERAKENDE SEKTÖRÜ

1.1 Perakende Kavramı ve Tanımı

Perakendecilik, üretici ile tüketici arasındaki ürün ve hizmet naklini sağlayan aracılık hizmetleri olarak bilinmektedir. Başka bir deyişle ürün ve hizmetlerin ticari amaç doğrultusunda tekrar satmama, kişisel ihtiyaçlar için kullanmama şartıyla, doğrudan son tüketiciye pazarlanmasıyla ilgili işlerin bütünüdür. (Tek, 1984)

Perakende sektöründe yer alan firmalar üreticiler ve tüketiciler için önemli görevler üstlenmektedir. Tüketicilere zaman ve konum gibi sağladığı kolaylıklar açısından vazgeçilmeyecek kurumlar arasında yer almaktadırlar. Üretici ve tüketicilere büyük kolaylıklar sunmaktadır. Ülke ekonomisine büyük katkıları bulunmaktadır. İmalat sektörünü üretime yönlendirmesi, tarım sektörünü desteklemesi, lojistik, güvenlik, inşaat, bankacılık, depolama alanları gibi hizmet sektörlerindeki işletmeleri beslemesiyle ekonomiye büyük katkılar sağlamaktadır. Perakendecilik sektörü istihdam alanında önemli bir rol üstlenmektedir. Sektörde çok fazla sayıda kişiye iş imkânı sağlamaktadır. Mağazacılığın çeşitlenmesiyle beraber zincir mağazalardaki yöneticilikten, satış danışmanlığına, sipariş teslimatına kadar birçok alanda kariyer imkânı sunmaktadır.

Perakendecilik sektörünün hızla büyüyen bu yapısı perakende alanında yeni gelişmelerin yaşanmasına neden olmaktadır. Bu sayede yeni perakende formatları oluşmaktadır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de perakende firmalarının sayısı artmaktadır. Biryandan firmalar arasında ortaklıklar veya devirler gerçekleşmektedir. Online alışverişin büyümesi ile perakendecilik günümüzde hem mağazalı hem de online olarak ilerlemektedir. Online perakendecilik teknolojinin sağladığı en önemli imkanlardan biridir.

1.2 Dünya’da ve Türkiye’de Perakende Sektörü

Bu bölümde perakende sektörünün Türkiye’de ve Dünya’da tarihsel sürecine yer verilmektedir.

1.2.1 Dünya’da Perakende Sektörü

Dünya’da büyük mağazacılığın 19. yüzyılın ikinci yarısından sonra ortaya çıktığı bilinmektedir. Sektörde ilk büyük perakende mağaza organizasyonu 1852’de Fransa’da olmuştur. Buna rağmen bu yapılanmanın asıl gelişimi ABD’de sürdürülmüştür (Silverstein & Hirschohn, 1994). Özellikle 19. yüzyılın sonlarına doğru büyük adetlerde satılan malların fiyatları indirilmiştir. Bu ürünler büyük pazar alanlarında tanıtıma sunulmuştur. 1930’lu yıllarda süpermarketler ABD’de açılmaya başlamıştır. Hızlı bir ilerleyiş göstererek 1950’li yıllarda da yaygınlaşmaya başlamıştır (Arasta, 1999).

Avrupa’da ise nüfusun çoğalması, gelişmiş şehirlere göçün artması, istihdamın fazlalaşması gibi etkenlerden dolayı tüketicilerin de alışveriş ve harcama alışkanlıkları değişmiştir (Görbüz, 2019). Özellikle Fransa ve Almanya’da modernizasyonun etkisi ile birlikte perakendecilik sektörü de değişim göstermiştir. İngiltere ise 1980’li yıllarda ciro ve satış bazında Avrupa’nın lider ülkesi durumuna gelmiştir (Çınar, 2017)

20. yüzyılda perakendecilik sektöründe köklü değişiklikler yaşanmıştır. Bu yüzyılda self servis yaklaşımı ortaya çıkmaya başlamış, otopark problemleri yaşanmasından dolayı büyük yapıları perakendeciler mağazalarını şehir merkezlerinin dışına taşımaya başlamış ve rekabete bağlı olarak cirolarında artışların olduğu gözlemlenmiştir (Aksulu, 2002).

Perakende sektörünün tarihsel ilerleyişi aşağıdaki şekilde olmuştur (Braun, 2015).

- M.Ö. 9000-600: İnek, koyun ve deve gibi hayvanlar takas sistemi ile para olarak kullanılmıştır.
- M.Ö. 3000: Mezopotamya’da (günümüzde Irak) ağırlık ölçüsü temeli olan yeni para birimi ‘Shekel’ kullanılmıştır.

- M.Ö. 800: Antik Yunan’da “Agora” adı verilen pazar alanlarında tüccarlar ürün takası yapmıştır.
- M.Ö. 200: En eski olarak bilinen ve günümüzde halen kullanılan sayım aracı olan Çin abaküsü kullanılmıştır.
- 1883: James Ritty tarafından günümüzün vazgeçilmezi olan ilk yazar kasa icat edilmiştir.
- 1890-1920: Günümüzün modern mağazalarının temelleri atılmıştır. 1852 yılında Marshall Fields ilk tekstil mağazalarını açmıştır (Macy’s Inc).
- 1909: Perakendecilik alanında büyük değişimlere yol açan ‘Selfridges’ mağazaları ile alışveriş, her duyguya hitap eden keyifli bir aktivite haline gelmiştir.
- 1912: R.H. Macy&CO’nun sahibi Titanik kazasında hayatını kaybeden 1517 kişiden biri olmuştur.
- 1920: İnsanları nakit taşıma derdinden kurtaran günümüzün ilk kredi kartları üretilmiştir.
- 1924: Dünyanın en büyük mağazası New York’ta yer alan Macy’s olmuştur. Şükran günü geçit töreninde 100.000’den fazla kişi tarafından ziyaret almıştır.
- 1929: ABD’de süpermarketler kurulmaya başlanmış ve Kroger kendi fırınlarını kuran ilk mağaza unvanını almıştır.
- 1930: İlk alışveriş merkezi Highland Park Shopping Village, Teksas’da açılmıştır. Bu alışveriş merkezi ilk asgari ücreti uygulayan firma olmuştur (saatlik 25 \$).
- 1937: Humpty Dumpty süpermarketinin de sahibi olan Sylvan N. Goldman tarafından alışveriş sepeti icat edilmiştir.
- 1946: Teksas’da bir süpermarket saat 07.00 ile 23.00 arası çalışmaya başlayarak en uzun çalışan süpermarket olmuştur.
- 1950’ler: Alışveriş merkezi kültürü temelleri atılmıştır.
- 1960’lar: İlk elektronik kasalar icat edilmiş ve kullanmaya başlanmıştır.
- 1962: Walmart’ın ardından Kmart ve Target’in açılmasıyla birlikte mega perakendecilik dönemi başlamıştır.

- 1974: Barkod sisteminin hayata geçmesiyle birlikte stok takipleri büyük ölçüde gelişmiştir. İlk barkod okutulması, Wrigley firması tarafından sakız ürününe ait bir paket üzerinde denenmiştir.
- 1985: Ticari reklamların kullanılmaya başlanması ile televizyon ve alışveriş bir araya getirilmiştir.
- 1992: Günümüzde halen Asya'da çok sayıda bulunan The Mall of America alışveriş merkezi açılmıştır.
- 1994: İnternet üzerinden online alışverişler başlamıştır. İlk siparişi Pizza Hut firması almıştır.
- 1995: Kitap satışı ile Amazon kurulmuştur.
- 1997: Coca otomatlarında mobil ödeme yöntemini kullanmaya başlamıştır.
- 2001: İlk Apple mağazası Virginia'daki Tysons Corner Center alışveriş merkezinde açılmıştır.
- 2007: Sosyal medyanın ortaya çıktığı yıldır. Facebook, müşteri çekmek için yaklaşık 100.000 işletme sayfasına ulaşmıştır.
- 2011: Tüketiciler alışveriş merkezi kültüründen sıkılıp açık alanlardaki mağazalara yönelmiştir.
- 2013: Teknolojide yaşanan ilerlemeler ile sektörde verileri toplamak ve işlemek kolaylaşmıştır.

1.2.2 Türkiye'de Perakende Sektörü

2000'li yıllara kadar perakende sektöründe rekabet çok fazla ilerlememişti. 2001 yılında yaşanan mali olumsuzluklardan sonra perakende sektörünün büyüme şekli değişmiştir. Bu değişim sayesinde daha çok sayıda rakip firma sektörde yer almaya başladı. Tüketici istekleri daha fazla ön planda tutulmaya başlandı. Bu değişim Türkiye'nin önde gelen markalarında birleşmelere neden oldu. Örneğin, 2005 senesinde CarrefourSA, Gima ve Endi firmalarını, Migros ise 2006 yılında Tansaş'ı bünyesine katmıştır. 2011 yılında ise Şok Market Ülker Grubuna satılmış ve Diasa, Bim, A-101 gibi ucuzluk adıyla yeni market zincirleri ortaya çıkmıştır (Ulubağ, 2015)

Birçok araştırmada görüldüğü gibi süpermarket sayılarında artış sürerken market ve bakkal gibi küçük işletme sayılarında düşüş görülmektedir. Günümüzde ise perakende sektörünün ilerleme yönü, geleneksel perakendeden organize perakendeye doğru ilerlemektedir.

TÜİK'in 2021 yılına ait istatistiki verileri incelendiğinde, 3,6 milyon firmanın yaklaşık 815 bini perakende alanında faaliyetini sürdürmektedir. Türkiye'deki 14,5 milyon çalışanın %11,0'ını oluşturan 1,6 milyon çalışan perakende alanında istihdam etmektedir. Sektörün 2021 yılına ait cirosu yaklaşık 1,5 trilyon TL olup, tüm sektörlerin toplam cirosunun %8,9'una tekabül etmektedir. Tüm bu veriler dikkate alındığında perakende sektörünün büyüklüğü ve Türkiye ekonomisi için önemi açıkça görülmektedir (Mersin, 2022).

1.3 Perakende Sektöründe Teknoloji

Perakende sektörü firmaları teknolojiyi en çok değer verdiği konu haline getirdi. En önemli ve büyük sektörlerden biri olarak gösterilen perakendeciler teknolojik araçların kullanımına önem veriyor. Perakende sektöründe teknolojiyi doğru kullanarak müşterini tanıyabilir ve rekabet şartlarında avantaj elde edebilirsiniz.

Sektörde yer alan şirketlerin değişen tüketici isteklerini anlayarak iş modellerini değiştirmesi hayatta kalmalarını sağlamaktadır. Perakende sektöründe teknolojiye yer verilmemesi firmalar için söz konusu olmamalıdır. Perakende sektöründe yapay zekâdan, simülasyon uygulamalarına ve sosyal medyaya kadar pek çok teknolojik araç kullanılmaktadır.

1.3.1 Yapay Zekâ Teknolojisi

Perakende sektöründe teknolojiden söz edildiğinde yapay zekâ artık en ön sırada yer almaktadır. Bu teknolojiler, dijitalleşme yolunda köklü değişimlerin yaşanmasını sağlamakta ve tüm sektörler için yol gösterici olmaktadır. Bu

teknolojilerin geliştirilmesi perakende sektöründe de rekabet avantajı sunacak değişimlerin gerçekleşmesine olanak sağlamaktadır.

Web sayfa içeriğinden satılan ürünlere, hedef kitle etkileşiminden gönderim yapılan içeriklere kadar çok farklı başlıkta değerlendirilen yapay zekâ, perakende firmalarının müşterilerini daha iyi tanınmasına yardımcı olmaktadır. Perakende de artırılmış gerçeklik, görüntü algılama teknolojileri, dijital raflar, akıllı aynalar, kiosklar, robotlar ve dokunmatik paneller gibi yapay zekâ teknolojileri kullanılmaktadır.

Yapay zekâ teknolojileri firmaların kişiselleştirilmiş deneyimler yaşatmasını sağlamaktadır. Sektörde chatbot'lar yaygın olarak kullanılmaktadır.

1.3.2 Beacon Teknolojisi

Beacon teknolojisi, düşük bir güç ile Bluetooth vasıtasıyla konum bilgisini sağlamaktadır. Bu teknoloji perakendede envanter yönetimi ve takibi, süreçlerin optimizasyonu, güvenlik ve lojistik alanlarında kullanılabilir. Bu teknoloji ile kampanyalar önerilebilmekte veya kişilere özel alışveriş deneyimi sunulabilmektedir.

1.3.3 RFID Teknolojisi

Perakende sektöründe en çok yatırım RFID teknolojilerine yapılmaktadır. Nesneleri tanıyabilen RFID teknolojisi bu alanda oldukça etkin kullanılmaktadır. Bu teknoloji stok kontrolleri, ürün giriş ve çıkışlarının takibi, ürünlerin izlenebilirliği, son kullanım tarihlerinin takibi ve satış noktalarında ürün güvenliği için tercih edilmektedir.

1.3.4 5G Teknolojisi

Bugünlerde perakende sektörü bilgi teknolojileri sayesinde değişim göstermektedir. Dijital dönüşüm çerçevesinde gelişen 5G ile perakende gibi birçok

sektörde küçükten büyüğe tüm şirketlerin gelişmiş yapay zekâ destekli çözümler kullanması mümkün olacaktır.

1.3.5 Sosyal Medya

Perakende sektöründe sosyal ağ sayesinde daha geniş kitlelere ulaşmak mümkün hale geldi. Tüketicilerin anlık beklentilerini ölçümleyebilmek, hedef tüketici grubuyla sürekli iletişim halinde olabilmek, orta ve uzun vadeli satışlarının artmasını sağlayacak stratejiler geliştirme fırsatı doğdu. Günümüzde cadde üzerinde hiç rastlamadığımız mağazaları bile hemen Instagram’da arattığımız düşünüldüğünde sosyal medya pazarlaması sayesinde sektörün elde edeceği avantaj daha iyi anlaşılabilir.

1.3.6 Alternatif Ödeme Sistemleri

Yeni nesil ödeme yöntemleri ve teknolojiler, sektöre de müşterilere de büyük kolaylıklar sunmaktadır. Tüketim alışkanlığına yeni bir soluk getiren genç nesil, ödemede farklı alternatiflerle esneklik beklentisi içinde olduğundan dijital cüzdan, sanal POS, sanal kart gibi alternatif ödeme yöntemleri önem kazanmaktadır. Bu yöntemlerin özellikle temassız alışverişe olanak tanınması tercih sebebi olmaktadır.

İKİNCİ BÖLÜM

ÖDEME KAYDEDİCİ CİHAZLAR

2. ÖDEME KAYDEDİCİ CİHAZLAR

2.1 ÖKC Tanımı

YN ÖKC olarak kısaltılmış olan; Yeni Nesil Ödeme Kaydedici Cihazlar, teknolojik ilerlemelerle birlikte teknik ve işlevsel özellikleri ile Maliye Bakanlığı Gelir İdaresi Başkanlığı tarafından tekrar belirlenmiş olan ödeme yöntemlerini ifade etmektedir. Ödeme kaydedici cihazlar; internet aracılığı ile Gelir İdaresi Başkanlığı'na güvenilir bir biçimde veri aktarıp, iletişim kurabilen, bilgisayar temelli cihazları kapsamaktadır.

Günümüzde yazar kasalar sadece ürün satışını yapmak ve para üstü hesaplamaktan daha fazlası için kullanılmaktadır. Modern yazar kasalar perakende satış mağazalarının ayrılmaz bir parçası durumuna gelmiştir. Temel özelliği yazar kasa fişi denilen mali belgeyi basmak olan ödeme kaydedici cihazlar yaklaşık olarak 140 yıl önce kullanılmaya başlandı. Son 140 yılda yazar kasalar görünüşleri ve yapabilecekleri açısından önemli ölçüde değişti. İnsanların onları kullanma şekli de değişti. Kasalar birçok bileşen ile entegre olarak çalışabilmektedir.

2.2 ÖKC Kasa Çeşitleri

Geleneksel bir kasada, satın aldığınız ürünleri bir sepete koyar ve sıraya girersiniz. Satın aldığınız ürünlerin barkodu bir çalışan tarafından kasa uygulamasından okutulur. Sonrasında ödeme yapar, fişinizi alır ve ürünlerini poşetlere yerleştirirsiniz. Jetkasalar da ise herhangi bir çalışan desteği olmadan ve sıra beklemeden bu süreçleri kendi başınıza gerçekleştirebilirsiniz.

Geleneksel kasalarda çok fazla farklılık bulunmazken jetkasalarda kullanım ve ödeme yöntemlerine göre ayrımlar bulunabilmektedir.

2.2.1 Nakit ve Kart Ödemeli Jetkasa

Nakit ünitesi sayesinde madeni ve kâğıt para ödemesi alınabiliyor ve para üzeri olarak nakit ödemesi geri verilebiliyor. Nakit ödeme seçeneğinin olması ödeme yöntemi çeşitliliği açısından avantaj sağlamaktadır.

Jetkasanın ilk kullanım dönemlerinde para girdi ve çıktı üniteleri farklı yönetilmekteydi. Gelişen teknoloji ile girdi ve çıktı üniteleri tek bir haznede birleştirilerek müşterilerden alınan nakit ödemeler bir müdahale olmaksızın para üstü olarak kullanılmaya başlandı. Bu gelişme sayesinde para üzeri için gün içerisinde para takviyesi yapma zorunluluğu ortadan kaldırılmıştır. Bu modellere geri dönüşümlü jetkasa adı verilmektedir. Şekil 1’de nakit üniteli jetkasalar yer almaktadır.



Şekil 1. Nakit Üniteli Jetkasa

2.2.2 Kart Ödemeli Jetkasa

Kart ödemeli jetkasalarda ödeme yöntemi olarak nakit kullanılmamaktadır. Bu modellerde nakit ünitesine ait donanımlar yer almamaktadır. Nakit ünitesinin bulunmaması ödeme çeşitliliği açısından dezavantaj yaratırken maliyet bakımından avantaj yaratmaktadır. Satın alma maliyeti bu cihazlarda daha düşüktür. Ek olarak, nakit ünitesinde oluşabilecek donanım sorunları ve bakım maliyetleri bu cihazda yaşanmamaktadır.

Pandemi ile beraber nakit ödeme alışkanlığından vazgeçilmesi bu kasa modellerinin kullanımını arttırmıştır. Şekil 2’de sadece kart ödeme özelliği olan bir jetkasa modeli yer almaktadır.



Şekil 2. Kart Ödemeli Jetkasa

2.2.3 Kiosk Tipi Jetkasa

Kiosk tipi jetkasalarda nakit ünite ve terazi yer almamaktadır. Bu yüzden donanım olarak çok az yer kaplamaktadır. Satın alma ve bakım maliyetleri diğer jetkasalara göre oldukça düşüktür. Duvara veya masaya monte olarak çalışabilmektedir.

Dokunmatik bir ekran, barkod okuyucu ve pos cihazından oluşmaktadır. Ünite içerisinde yer alan bir ÖKC'den fiş basılabilmektedir. Şekil 3'te örnek bir kiosk tipi jetkasa yer almaktadır.



Şekil 3. Kiosk Tipi Jetkasa

2.2.4 Geleneksel Yazar Kasa

Geleneksel yazar kasalar, satış işleminin gerçekleştiği herhangi bir işletme içerisindeki satışları kaydetmeye yarayan ve bu satılan malların ya da hizmetlerin fiyatlarını, cinslerini, vergi durumlarını ve indirimlerini fiş olarak bir kâğıda basan cihazlardır. Geleneksel yazar kasaların üretimi 1890 yıllarına dayanmaktadır. 1957 yılına kadar mekanik olarak görevini sürdüren geleneksel yazar kasalar, teknolojik gelişmeler sayesinde yazılımsal donanımlar eklenerek özelliklerini ve kullanılabilirliğini arttırmıştır. Türkiye’de 1980’lerde kullanılmaya başlanmıştır. 1984’ten sonra kademeli bir geçiş ile tüm satıcıların kullandığı bir cihaz haline gelmiştir.

Donanım olarak terazi ile entegre bir barkod okuyucu, para çekmecesini, müşteri göstergesi, mali uyumlu printer, kasiyer ekranı ve pos cihazından oluşmaktadır. Kullanım türüne göre bu donanımlar farklılık göstermektedir. Şekil 4’te örnek bir geleneksel yazar kasa yer almaktadır.



Şekil 4. Geleneksel Yazar kasa

2.3 ÖKC Ödeme Yöntemleri

Teknolojinin hızla gelişimi ile birlikte günümüzde birçok ödeme yöntemi (Fastpay, BKM vb.) ortaya çıkmıştır. Perakende işletmeleri müşteri memnuniyetini sağlayabilmek için bu yöntemleri müşterilere sunuyor olmalıdır.

Ödeme yöntemlerinde yaygın olarak nakit ve kredi kartı ile ödemeler kullanılmaktadır. Sadece bu ödeme yöntemleri kullanılırsa mevcut ve potansiyel müşteriler kaybedilebilir. Ödeme seçeneklerinin mağaza ve hedef müşteriler için çeşitlenmesi hizmet kalitesini iyileştirmektedir. Esnek bir perakende satış kasa uygulamasıyla birlikte çoğu ödeme seçeneği kolaylıkla entegre edilebilir ve daha iyi bir müşteri deneyimi oluşturulabilir.

Yapılan araştırmalara göre tercih ettikleri ödeme yöntemini kullanamayan müşterilerin %50'si satın alma işleminden vazgeçmektedir. Perakendeciler için en iyi seçenek, mümkün olduğu kadar çok ödeme yöntemi ile entegre olabilmektedir.

2.3.1 Nakit Ödeme

Ticaretin ilk zamanlarından bu yana kullanılan nakit ödeme, elbette en temel yöntem olarak bilinmektedir. Bu yöntemde ek olarak bir entegrasyon kurulmasına gerek duyulmadığı için kullanımı oldukça basittir.

Pandeminin başlaması ile birlikte ödeme davranışlarında değişimler yaşanmıştır. Yapılan araştırmalarda nakit ödeme yöntemi ile gerçekleştirilen işlemlerin %24 oranında azaldığı görülmektedir.

Nakit işlemleri gerçekleştirme ve muhasebeleştirme konusunda bazı karmaşıklıklar olsa da, müşterilerin nakit ödeme yapmasının çok az dezavantajı vardır. Diğer taraftan hem firma hem de müşteriler için pek çok avantaj vardır.

Nakit ödeme kolay ve kullanışlıdır. Bu, özellikle onu tercih eden ve sürekli olarak taşıyan müşteriler için geçerlidir. Müşteriler ödemeyi hemen yaptığı için hız avantajını sunmaktadır. Ayrıca, ödeme bir aracı olmadan alındığı için para bir

kesintiye uğramadan firmaya ulaşmış olur. Herhangi bir kesinti veya komisyon ödemek zorunda kalınmaz.

2.3.2 Kart ile Ödeme

Kredi ve banka kartlarının kullanımı nakit ödemelerden çok daha fazla tercih edilmektedir. Küçük işletmelerde dahil olmak üzere günümüzde kart kullanımının olmadığı çok az yer bulunmaktadır. Kart ile ödeme müşterilerden ödeme alabilmek için olmazsa olmaz bir yöntem durumuna gelmiştir.

Bu aslında hem tüketiciler hem de perakendeciler için olumludur çünkü kredi ve banka kartı ile ödemelerin birçok artısı bulunmaktadır. Veriler, tüketicilerin kredi kartıyla ödeme yaparken nakit ödemeye göre daha fazla harcama yaptığını göstermektedir.

Nakitten farklı olarak kartlı ödemelerde genellikle banka hesabına para otomatik olarak yatırılır. Bir bankadan diğerine zamanlama değişebilse de genellikle bir satış tamamlandıktan hemen sonra paranın hesaba geçmesi söz konusudur.

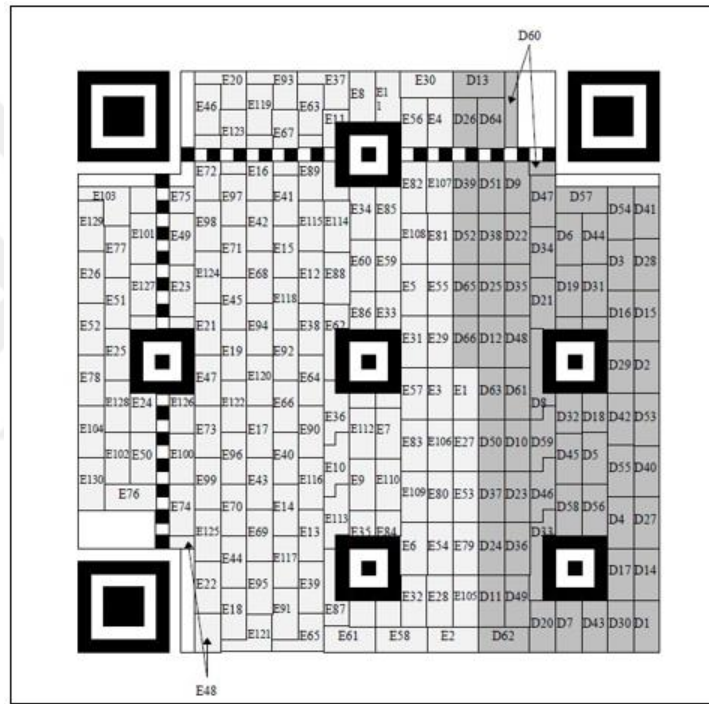
2.3.3 QR Kod ile Ödeme

QR (Quick Response) tipi barkod, 1994 yılında Japon şirketi DENSO tarafından oluşturuldu. Başlangıçta, otomobillerin üretimi ve nakliyesi sırasında kullanıldılar, ancak ürün tanımlama ve pazarlamayı içeren uygulamalar için dünya çapında giderek ilgi gördüler.

QR kodları, kameralı telefonların yaygınlaştığı 2000'li yıllarda yaygınlaştı. Birkaç yıl önce, IOS ve Android platformları, QR kodlarını tarama özelliğini varsayılan kamera uygulamalarına entegre ederek QR kullanım patlamasının önünü açtı. Diğer kullanımların yanı sıra, QR kodları popüler bir mobil ödeme yöntemi haline geldi.

Çin, QR kodlu ödeme uygulaması geliştirmenin lideri olarak kabul edilebilir. Pandeminin temassız ödemeleri tüketiciler arasında tercih edilen bir etkileşim yöntemi haline getirmesiyle QR ödemelere büyük bir destek geldi.

QR kodu, beyaz fonun içinde konumlandırılan siyah noktalarla kodlanmış bir koddur. Bu siyah noktaların fon içindeki yerleşimleri ve şekilleri sayesinde farklı kodlar oluşabilmektedir. QR kodun içerisine çok uzun metinler ve bilgiler sığdırmak mümkündür. Şekil 5’te örnek bir QR kod yapısı yer almaktadır.



Şekil 5. QR Kod Yapısı

2.3.4 OTP ile Ödeme

Cüzdan taşımayan ve ödemelerini akıllı cihazları ile yapan tüketicilerin tercih ettiği bir ödeme yöntemidir. BKM ve Fastpay gibi e-cüzdan uygulamalarını kullanan müşteriler akıllı cihazlarından üretilen tek kullanımlık bir kod ile ödemelerini yapabilme imkânı bulmaktadır.

2.3.5 NFC ile Ödeme

NFC, akıllı telefonların, bilgisayarların, tabletlerin ve diğer cihazların yakın mesafedeyken veri aktarımına izin veren bir kablosuz veri paylaşım yöntemidir. NFC, radyo frekansı tanımlama (RFID) teknolojisine benzemektedir. Ancak, verileri yaklaşık 10 cm içindeki diğer cihazlarla paylaşmakla sınırlıdır.

NFC teknolojisi, Apple Pay ve Google Pay gibi mobil cüzdanların yanı sıra banka uygulamaları aracılığıyla yapılan temassız ödemeleri destekler. Bir telefon fiziksel olarak hırsızlığa karşı savunmasız olsa da, şifresi veya güvenlik koruması etkinleştirildiğinde, cihaz hırsızlar için neredeyse yararsız olacaktır. Bu yüzden güvenlik bakımından oldukça başarılıdır.

Hem tüketiciler hem de perakende işletmeleri, ödeme akışının kolay, güvenli ve son derece uygun olmasını beklemektedir. Artan kullanım kolaylığı ve gelişmiş güvenliğin net faydalarının ötesinde, mobil ödemeleri kabul etmek, müşterilerle güvenilir bir bağlantı oluşturmaya ve sürdürmeye yardımcı olmaktadır.

2.3.6 Kripto Para ile Ödeme

Kripto para birimi, şifrelenmiş içeriklerle bilgi ileten güvenli bir iletişim tekniği olan kriptografi ile korunan dijital bir para birimidir. Blok zinciri adı verilen merkezi olmayan bir ağ üzerinde var olduğu için sahtesini yapmak neredeyse imkansızdır. Herhangi bir hükümet veya kuruluş tarafından yönetilmemektedir.

Günümüzde kripto para birimleri giderek daha fazla benimsenmektedir. 2018 ile 2022 yılları arasında kripto para birimlerinin kullanıcı sayısı yaklaşık olarak %190 artmıştır. Türkiye’de henüz başlanamasa da dünyada ödeme yöntemi olarak kullanan perakende işletmeleri bulunmaktadır.

2.3.7 Hediye Kart ile Ödeme

Hediye kart kullanımı çok sık duyulmayan fakat oldukça önemli bir ödeme yöntemidir. Hediye kartlarının en önemli yanı ise yeni insanların mağazanıza gelmesine olanak sağlamasıdır. Ayrıca, değişim ve iade gibi işlemlerde geri ödenecek tutarın hediye karta yapılması paranın firmanızda kalmasını sağlayacaktır. İade süreçlerinde bu yöntemin tercih edilmesi için ek yüzdelik yüklemeler yapan perakendeciler bulunmaktadır.

2.3.8 Mobil Ödemeler

Son yıllarda hızla büyüyen başka bir ödeme yöntemi ise Apple Pay, Google Pay ve Samsung Pay gibi yaygın olarak kullanılan mobil ödeme yöntemidir. Bu ödeme yöntemi yurtdışında özellikle yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanım oranlarının yakın zamanda iki katına çıkması beklenmektedir.

Telefonlarını sürekli olarak kullanan tüketiciler için bu yöntem oldukça kullanışlıdır. Bu yöntem ile ödeme yapmak oldukça kolay ve hızlıdır. Para akışı hızlıdır. Genellikle üç gün içerisinde ödemeler hesaba yatar. Bu ödeme yönteminin müşteri kartına entegrasyonu ile birlikte müşterilerle etkileşim kurabilir, mağaza içi yolculuk boyunca indirimler ve daha fazlasıyla konuma dayalı güncellemeler gönderilebilir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SİMÜLASYON

3. SİMÜLASYONUN TANIMI

3.1 Simülasyon Tanımı ve Özellikleri

Simülasyon, gerçek yapıya ait bir modelin tasarlanması ve bu yapının davranışlarını önceden belirleme veya değişik kurgular sonucunda değerlendirmek amacı ile geliştirilen bir model üzerinde denemeler yapmaktır. Bu model sayesinde, en karışık sistemleri dahi modelleyebilme fırsatı sunması işletmeler tarafından tercih edilme nedeni olmuştur. Simülasyon, kurulması hedeflenen sistemin performansını belirleme ve analizini yapmada tercih edilen en yaygın yöntemdir. Bu tercih sayesinde, kurulması planlanan yapıyı öncesinden taklit ederek olası dezavantajları öngörmek ve bu duruma aksiyon alarak sistemi en mükemmel şekilde tasarlamayı hedeflememize yardımcı olur.

Üretim ve hizmet sektörlerinde simülasyon kullanımı son yıllarda artmıştır. Blanks ve Carson (1984) simülasyonun tanımını bu cümleler ile açıklamışlardır: “Simülasyon, sistemin yapay geçmişini üretir ve bu yapay geçmişe bağlı olarak gerçek sistemin işletim karakteristiklerini oluşturur” Simülasyon konusunda akla ilk gelen isimlerden olan Robert E. Shannon simülasyonu bu şekilde tanımlamayı daha doğru bulmuştur. Ona göre simülasyon; gerçek ya da hayali bir sistemin modelini tasarlama ve yapma sürecidir. Bu basit tanımlama simülasyon kavramının genel hatlarına dikkat çekmekte ve 21. yüzyılda kattığı yol hakkında bizlere bilgi vermektedir. Ayrıca simülasyon; tasarlanmış sistemin çıktılarını analiz ederek gelecekteki tepkileri önceden tahmin etme fırsatı sunmuştur. Bu durumda sektörleri daha rekabetçi bir dünyada öne geçirmek için muhteşem imkanların kapısını aralamıştır.

Bir simülasyon çalışmasının kabul görmesi, tasarlanan modelin gerçeğe ne kadar yakın olduğu ile derinden bir ilişkiye sahiptir. Planlanan simülasyonun, gerçek sistem ile aynı paralelde hareket etmesi için, tasarlayıcı tarafından doğru hazırlanması ve mevcut problemlerin gerçeğe yakın bir şekilde tanımlanması gerekmektedir.

Tanımlanan verilerin sağlıklı olması, uygun bir simülasyon programının tercih edilmesi modelin başarısı için çok önemlidir (Akın, 2010)

3.2 Simülasyonun Tarihsel Gelişimi

Yaklaşık 5000 yıl kadar öncesinde Go'nun atası olarak kabul edilen 'Weiqi' isimli Çin oyunudur. Efsane olarak anlatılana göre imparator, devlet vazifesi alamayacak oğlunun eğitiminde bu oyunu icat etmiştir. Simülasyon kavramı izine 'Weich' isminde Çin Savaş Oyunlarında belirir. Daha sonrasında simülasyon süreci askeri gelişmelere ve stratejik planlamalarda önemli bir rol almaya başlamıştır.

2. Dünya savaşı ile birlikte dahi matematikçi olan John Von Neumann askeriye de kullanılan simülasyon yapısını uzun uğraşları sonucunda geliştirerek yeni bir isimle karşımıza çıkmasına yani 'Monte Carlo Simülasyon' yöntemini bizimle tanıştırmıştır. 1950'lerin sonunda ise bilgisayarların teknolojik gelişmelerin neticesi olarak simülasyon şirketlerin yönetimlerinde kullandığı bir yapıya bürünmüştür. 1980'lerin gelmesi ile birlikte bilgisayar devrimi birçok simülasyon programında gelişimini tetiklemiştir.

Günümüzde ise tıp, ekonomi ve başta mühendislik olmak üzere simülasyon önemli bir kuvvet çarpanı hala gelmiştir. Simülasyon yapısının, sanal gerçeklik ile bütünleşmesi ile birlikte yeni bir yol haritası kazanmıştır. Bugün birçok sektör eğitim ihtiyaçlarını dahi bu sistemler aracılığı ile karşılamaktadır. Örnek olarak, imalat sektöründe kullanılan kaynak teknolojisi bile sanal bir ortamda tecrübe edilerek piyasanın ihtiyaç duyduğu eleman ihtiyacını karşılama fırsatı sunmaktadır. Bu tekrarlanabilir simülasyon imkânı, işletmeler için ciddi maliyetlerin azalmasına dahi yol açabilmektedir.

3.3 Simülasyon Tekniğinin Kullanım Amaçları

Firmalar, rekabet koşulları altında performanslarını tehlikeye sokabilecek durumla karşılaştıklarında genellikle, yüksek maliyetli önerileri tercih edebilirler. Sanılanın aksine bu tercihlerin uygulanması her zaman doğru bir tercih olduğu

anlamına gelmeyebilir. Hem ciddi bir maliyet hem de zaman kaybı olarak karşılırlarına çıkabilir. Bu nedenle kendilerine sunulan çözümleri simüle edebilmesi yani tekrarlayabilen bir modele dönüştürmesi kendileri için harika bir fırsat olacaktır.

Simülasyon, tam bu noktada yeni bir modelin dizayn edilmesi ve sonuçları çıktıya dönüştürülmesi konusunda harika bir deney ortamı sunar. Eğer elinizde böyle bir simülasyon ortamı olmadığı taktirde olası senaryoları gerçekleriyle tecrübe edilmesi planlandığında olumsuz sonuçların göğüslenmesi gerekebilir. Bu şu anlama da gelebilir, firmanın böyle bir durumu tecrübe etmesi mevcut sistemi içinde büyük kesintilere hatta problemin çözümüne ulaşmada ciddi aksaklıklara dahi yol açabilir. Netice olarak günümüzde hiçbir firma bu riskleri deneyimlemek istemeyecektir. Mevcut potansiyel riskleri minimum hatta hasarsız bir şekilde analiz etme daha doğrusu simüle etme imkânı yakalamak isteyecektir. Tam bu noktada simülasyonun kullanım amacının gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

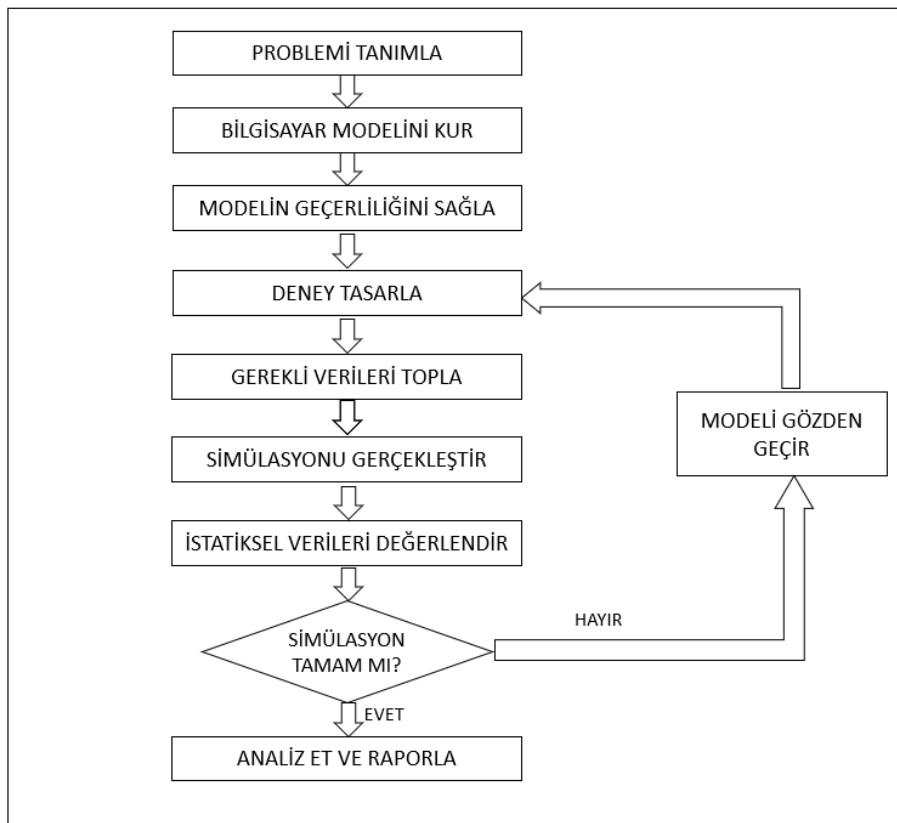
Simülasyon, imalat süreçlerinde firmanın yaşayabileceği darboğazları keşfetmede bu darboğazların sebebiyet vereceği eksiklikleri gidermede aktif bir şekilde kullanılabilmektedir. Ayna zamanda, simülasyon çok farklı tasarımların yine çok kısa süreler içerisinde karşılaştırmalı yorum yapılmasına da imkân sunar. Kaynak aktarılan olan tasarımın ne riskleri barındırdığı hakkında önden bilgi vermesi mevcut kaynağın doğru ve yerinde kullanılmasının da önünü açacaktır.

Simülasyon özelinde belirttiğimiz avantajların yanı sıra, genellikle simüle edilecek şeyin tasarlanmasında ve uygulamaya sokulmasında belirli bir zamana ihtiyaç duyulur. Özellikle simülasyonda tercih edilecek veriler bazen mevcutta hazır olmayabilir ve elde edilmesi de belirli bir finansman desteğine ihtiyaç duyabilir. Bu durum aynı zamanda güvenilir bir çalışma zamanını da olumsuz olarak tetikleyebilir. Bazı aralıklarda, tasarlanan projeden istenen animasyon ve çeşitli görsellerin, olası zaman baskısı karşısında, simülasyonu planlayan kişilerde hızlı karar almaya itebilir. Bu da mevcut simülasyon için ihtiyaç duyulan sürenin daraltılması ve olası riskleri göz ardı edilmesine sebebiyet verebilir. İyi bir simülasyon için gerekli planlama öngörülmesi ve bunun için herhangi bir daraltmaya gidilmemelidir.

Simülasyonlar için sözü geçen bu dezavantajlara ilave olarak henüz gerekli tecrübeyi edinmemiş simülasyon çalışanları veya simülasyon programları mevcut

projenin çalışma sürecini de yavaşlatarak beklenen süreyi aşmasına sebebiyet verebilir. Bu durumda projede planlanan modelin zaman çizelgesinin dışına çıkılması anlamına gelir. Maliyet açısından bir handicap oluşturmaya da beklenen süreden daha fazla zaman aldığı görülmüştür. Zamanla yarışılan bu süreçte bu durum tabii ki de istenmeyen bir faktördür (Carson, 2004).

İmalat prosesleri tasarlanmasında, problemlerin irdelenmesi veya yeni imalat süreçlerinde simülasyonun en fazla kullanıldığı teknikler arasındadır. Fakat bu simülasyonun başarı ile sonuç alması zaman alıcı, maliyetli ve yüksek beceri gerektiren bir iş olduğu unutulmamalıdır. Sahada kullanılan sistemlerin davranışlarını araştırmak için kullanılan simülasyon çalışmaları aşağıda sunulmuştur. Bu modelin uygulanması sırasında, kurulmuş olan model reddedilirse tekrar modelin formüle edilmesi gerekmektedir. Simülasyon çalışmalarının en büyük avantajı her zaman geriye dönüşün kolay olmasıdır. Bir simülasyon akış taslağı Şekil 6’da yer almaktadır.



Şekil 6. Simülasyon Aşamaları

Problemın Tanımlanması: Simülasyon uygulaması kapsamında ilgili sistemi ile alakalı tüm verilerin net bir şekilde ifade edilmesi istenir. Bunun neticesinde problemın açıklanması kolaylaşır. Örneğin; bir üretim hattında makinelerin herhangi birinin boş kalması üretimin verimliliğini olumsuz etkilemektedir. Bu durumda tüm fabrika operasyonlarını modellemek yerine problem yaşanan istasyonda doğru verileri ortaya koyarak simülasyondan yardım istenmesi hem süreci daha hızlı sonuçlanmasını sağlayacaktır hem de daha az maliyet ortaya koyacaktır.

Amaç Belirlemek & Proje Taslağı Oluşturma: Yapı içerisinde yaşanan problemın net bir şekilde ortaya koyulmasının akabinde problemın çözülmesi için net amaçlar belirlenir. Daha sonrasında proje planı ortaya koyulma aşamasına geçilir. Simülasyon çalışmasında gerek duyulan verilerin bir araya getirilmesinde takım çalışması daha verimli olmanın yolunu açar. Veri toplama safhasında geçen sürede, oluşturulan plana göre görevler ilerle ve tamamlanır.

Model Dizaynı: Modelin tasarımsal olarak oluşturduğu ilk basamaktır. Sürecin kolay ilerleyebilmesi için ilk etapta basit bir model üzerinde hemfikir olunur ve daha sonra yapı daha kompleks bir hal alması için adım adım takip edilir.

Veri Toplama: Kurulacak model için ihtiyaç duyulan verilerin bir araya getirilmesi, teknik olarak yorumlanmasına dayanır. Modelin değişikliği toplanan ham verinin de değişik okunması ve yorumlanmasına ihtiyaç duyabilir.

Kod Yazımı: Artık bir önceki adımda toplanmış olan verilerin sistematik olarak bir bilgisayar ortamına aktarıldığı kısımdır. Uzman bir yazılımcı buna ilaveten aynı zamanda modelleme kabiliyeti olan kişi ya da kişiler proje de büyük bir kolaylık sağlayabilir. Doğru simülasyon programını seçilmesi, ortaya çıkacak çıktıların uygulanabilirliğini ve doğruluğunu arttıracaktır.

Kod Doğrulama: Bu kısımda, simülasyonun doğru çalışıp çalışmadığı tespit edildiği kısımdır. Özellikle birçok simülasyon programında yönlendirici modüller olması çalışmayı daha da kolaylaştırabilmektedir.

Model Doğrulama: Bu adıma gelindiğinde ise, simülasyon sonucunda oluşturulan modelin gerçekte sistemi gösterip göstermediği kontrol edilir. Eğer bir problem yakalanırsa modelin tekrar tasarım kısmına ulaşarak, yeni bir model ortaya koyulmasına ihtiyaç var demektir. Veya toplanan verilerin sistemimizde yer alan gerçek bilgiler ile örtüşmediği anlamına gelir bu da mevcut verilerin tekrardan gözden geçirilmesi gerektiği anlamına gelir.

Deney Tasarımı: Ortaya çıkarılan modelin gerçek sistemi simüle ettiğine ikna olduktan sonra deneyler yapılarak uygulama safhasına geçildiği kısımdır.

Deney ve Analiz: Planlanan deneyler ilgili model üzerinde teste tutulma vakti gelmiştir Simülasyonun sadece bir kez değil belirli şekilde tekrarlanarak çalıştırılması çok önemlidir. Burada belirli bir iterasyondan yararlanarak mevcut sonuçların tekrarlanabilirliği ve sonuçların incelenmesi ciddi önem arz eder. Simülasyonun verimli bir analiz ortaya koyabilmesi için ihtiyaç duyulan belirli bir süre mevcuttur. Bu süre yazılım dilinde özellikle ısınma süresi olarak da ifade edilebilmektedir. Belirli bir tekrar yakalandıktan sonra simülasyon incelenmeye başlayabilir.

Yeni Deney Tasarımı: Sonuçlar beklendiği gibi değilse tekrardan deney tasarlanması gerekebilir.

Dokümantasyon ve Uygulama: Bu kısımda programın çıktıya dönüştürülmesi ve dokümantasyon süreçlerinin başladığı adımdır. Aynı simülasyon tekrarlanma ihtimalini göz önünde bulundurarak tüm adımlarının dokümantasyonu kayıt altına alınmalıdır. İlerleme raporunun yazılması, süreçteki tüm bilgilerin takip edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Uygulama: Netice olarak meydana gelen ve defalarca tekrarlanmış bu model fiili sisteme adapte edilebilir hale gelmiştir.

Bu adımlar realitede gerçekten zaman alıcı ve oldukça meşakkatlidir. Fakat bu adımların başarılı olması, simülasyonun başarısında büyük rol oynamaktadır. Bu durum için doğru bilgiler ve doğru kararlara ihtiyaç vardır.

Gerçek hayat içerisindeki birçok sisteme ait girdi ve çıktıları çeşitli parametre ve değişkenler kullanarak matematiksel açıdan tanımlamak, oluşturulan benzetim sistemini parametre ve değişkenlerle kurulmuş olan gerçek model üzerinden tanımlayıp araştırmak, çeşitli karar ve stratejik senaryoları gerçek sistem içerisinde herhangi bir farlı müdahaleye gerek kalmadan bilgisayar ortamında deneyebilmek ve çeşitli çıkarımlarda bulunmak simülasyonun amacıdır (Koçonalı, 2009).

Modellenmesi ve tasarımı çok karmaşık olan bazı gerçek hayat sistemlerinin davranışları çeşitli simülasyonlar ile daha basit hale getirilerek incelenebilir. Bu da bizlere simülasyonla çözülmüş olan bir sistemin gerçek hayatta, karşılaşma ihtimalimizin yüksek olduğu konu ayırt etmeden birçok farklı olay ve işleyiş hakkında yorum yapabileceğimiz ve değerlendirmede bulunabileceğimiz çeşitli öngörüler yapılabilmemize olanak tanır.

Bir olay bilgisayar ortamında veya çeşitli simülasyon modelleme ortamlarında modellendikten sonra oluşturulmuş olan sistemin öngörülmesi beklenen birçok davranışı simülasyon yardımı ile izlenebilir. Ayrıca modelde kullanılan çeşitli parametre ve değişkenler olayların akışına göre değiştirilerek gerçekleşmesi beklenen farklı durumlara göre sistemin nasıl ve ne ölçüde tepkiler vereceği konusunda bizlere çeşitli fikirler üretilebilir.

Simülasyon ortamında geliştirilecek olan gerçek hayat örnekleri ile bu sistemde kullanılacak alternatif senaryolar oluşturulup bu senaryolara ait bazı sonuçlar için çeşitli denemeler yapılabilir.

Yaşadığımız gerçek hayat olayları ve oluşturulması istenen çeşitli sanal sistemler hakkında simülasyon teknolojisinden ve simülasyon alt yapılı bilgisayar destekli programlardan yararlanılabilir.

3.4 Simülasyon Kullanım Alanları

Simülasyonun kilit potansiyelinden biri süreçle birlikte sistemin davranışını inceleme ve bunu model olarak sunabilme yeteneğidir. Simülasyon, birçok yerde karşımıza uygulama olarak çıkmaktadır. Bu uygulamaların başında askeri silah ve gereçlerin üretimi, çeşitli sosyal yaşantıyı destekleyici projeler, beşerî ve mühendislik bilimlerinde son derece dikkat çekici bir rol oynamaya başlamıştır. Özellikle sağlık sektöründe ve eğitim sektöründe ciddi bir şekilde karşılığı bulunmaktadır.

Özellikle bazı çözümü zor olan projelerde simülasyon vazgeçilmez olabilmektedir.

- Probleme ait herhangi bir matematiksel çalışmanın olmaması,
- Oluşturulan matematiksel modelin herhangi bir analitik yaklaşımla sonuçlandırılmaması,
- Analitiksel olarak imkân sunan fakat matematiksel olarak çok kompleks sistemlerde
- Bulunduğu koşul itibarı ile elimizdeki tek seçeneğin simülasyon yöntemi olması
- Deney şartlarını gerçekleştirememeye imkânı,
- Hedeflenen sistemin nihayete ermemesi, yani tasarım adımıyla olması
- Problemden analitik çözümlerin ortaya koyulabilmesine rağmen, ortaya çıkacak sonuçlar dışında daha farklı detaylarında bekleniyor olmasından
- Projenin davranışlarının detaylı bir şekilde analiz edilmek istenmesi

Son zamanlarda simülasyon birçok açıdan çeşitli analizler yaparak karar verme imkanımızı kolaylaştırmada ciddi başarılar elde etmiştir. Simülasyon, iş dünyasında hemen hemen her yerde çok rahat kullanılabilir. Örnek olarak incelersek, envanterin tespit edilmesi, stokların takibi, kuyruklama, bütçenin analizi, nakit takibi, borsa iniş çıkışların irdelenmesi, pazarın hareketliliğinin incelenmesi veya talepteki kararsızlıkların işletmeye olabilecek etkileri gibi konularda birçok simülasyon çalışması yapılmıştır.

Saha da karşılığı olan simülasyon uygulamaları aşağıdaki gibidir.

- İmalat prosesin tasarlanması ve analiz edilmesi,
- Mevcut işgücünün ortaya koyulması,
- Yamazumilerin yapılması,
- Malzeme ilerleyişin analiz edilmesi,
- Stok planlamada sipariş planlarının incelenmesi,
- Finansal planlama,
- Pazar araştırması,
- Sermaye bütçelemesi,
- Nüfus hareketlerine bağlı konjonktür oluşturulması,
- Tamir ve iyileştirme sistemleri,
- İşletme liderlerine eğitim verilmesi,
- Sektörde zor bulunan mesleklerin eğitilmesi
- İstihdam projeleri gibi konularda simülasyon kullanılabilir.

3.5 Simülasyon Modelleri

Örnek olarak ilerleyen ve bu fikri benimseyen en önemli model Monte Carlo yöntemidir. Bu çalışma ile sonucu belirlemede gelişmiş güzel örneklemelerden yola çıkılır. Bu simülasyonları, varsayım ve varsayım modellerinde risklerin ve belirsiz durumların etkisini açıklamada görev alır. Özellikle ‘Sürekli model’ ve ‘kesikli model’ gibi iki farklı çeşit karşımıza çıkmaktadır.

Sistem ya da insan davranışlarını belirli zaman aralığında fakat devamlı bir şekilde olası değişiklikleri gösteren sistemlere ‘sürekli model’ adını veriyoruz. Sürekli simülasyon modellemelerinde sistem içerisinde yer alan parçaların birbiri ile etkileşiminde farklı diferansiyel denklemlerden yararlanılır.

Kesikli model ise tasarlanan sistemde ise sadece anlık izlemeler sonucunda yapılan değerlendirme modelleridir. Bu tarz yapılarda sistemde bir değişiklik için sistemi kullanan kişinin hem giriş hem de çıkışı ile mümkündür. Bunun dışında karşısına herhangi bir veri toplaması etkili değildir. Sürekli ve kesikli modellerin dışında fiziksel ya da matematiksel olarak da çeşitlendirmemizde herhangi bir mahsuru yoktur. Sembolik şekillerin kullanılması veya matematiksel ifadelerden yararlanılarak modelin yansıtıldığı sistemlere de matematiksel model ifadesi kesinlikle kullanılabilir.

Son zamanlarda karşımıza çıkan bir diğer gruplandırma yöntemi de ‘statik’ veya ‘dinamik’ olarak iki farklı çeşidi de kullanabiliriz.

3.6 Perakende Sektöründe Simülasyon Kullanımı

Simülasyon kullanımı, hayatımızda hemen hemen birçok alanda ciddi avantajlarını kullanmaya başladığımız bir yüzyıl içerisinde yaşıyoruz. Birçok sektörde firmalara ve bireylere sunduğu avantajlar sayesinde ciddi bir pazar sahibi olduğunu görmekteyiz. Bu durum aktif Pazar büyüklüğünü elde eden perakende sektörü içinde simülasyon konusunda daha verimli sonuçlar ortaya koyabilmek için yeni yeni fırsatlar sunmaya başlamıştır.

2020 yılların başı ile birlikte tedarik zincirlerindeki kopukluklar perakende sektörünün canlı kalması ve olası risklerin değerlendirilmesi ve buna göre aksiyon alınmasını önemli kılmıştır. Perakende sektörünün hızlı büyümesi ile birlikte olası riskleri değerlendirme yani simüle etmesi kaçınılmaz bir davranış olmuştur. Şirket yetkilileri, olası riskleri öngörebilmesi vereceği kararları kolaylaştırabilmektedir.

Perakende sektöründe, simülasyon kullanımı depo faaliyetlerinin düzenlenmesi, atıl stok kontrollerinin yapılması ve bu stokların ömürlerinin tespit edilmesi gibi süreçlerde simülasyon çok rahat bir şekilde kullanılabilir. Çünkü bir ürünün raf ömrünün olması ve bu ömür içerisinde satışının gerçekleşebilmesi simüle edilmesi firmalar için geniş bir bilgi birikimi sunmasına yardımcı olur.

Perakende firmalarının, sunmuş olduğu mağaza hizmetlerinin daha kaliteli ve verimli hale getirilmesinde de simülasyondan çok rahat faydalanabilir. Bu durumu şöyle örnekleyebiliriz, mağaza içerisindeki müşterinin satış potansiyelini eğer modelleyebilirsek rafınızda tutabileceğiniz ürünü belirlemenizde kolaylaşabilir. Bunun içinde satış hareketlerinizin incelenmesi ve o bölgedeki yaşayanların davranışlarının analizinin modellenmesi firma için satış potansiyelinin artırılması anlamına gelir. Ya da mağaza içerisinde ödeme kanallarının ne derecede artırılması gerektiği ne kadar kasalara ihtiyacının olduğu gibi durumları özellikle modelleyerek bu simülasyon araçlarından yararlanmamızda çok büyük faydalar sağlayacaktır.

Simülasyon, süreçlerinin iyileştirmesi ile birlikte perakende sektörü de çeşitli modellemeler yaparak bu uygulamadan istifade etmeye başlamıştır. Rekabetçi olmaları gerektiği bu dünya sisteminde simülasyonun sunduğu çıktıları kullanmaları kaçınılmaz bir hal almıştır.

3.7 Verimliliği Arttırmada Simülasyonun Faydaları

Günümüzde rekabetçi bir dünya içerisinde sektörlerin birbirleri içerisinde daha verimli çalışabilmesi için ya da kararlarını daha doğru kılabilmeleri için bu tarz sistemlere ihtiyaç duymaktadırlar. Doğru bir karar ortaya koyulabilmesi için, verilerin sağlıklı bir şekilde bir araya getirildiğinden ve bu verilerden bir karar ortaya çıkarma sırasında doğru tekniklerin seçildiğinden emin olunması gerekir. Bu tekniklerin en önemlilerinden biri olan bilgisayarlı simülasyon tekniği, imalat yapan firmalarda süreçteki değişikliklerin tespit edilmesi, sahada fiili olarak uygulamaya ihtiyaç duymadan sonuçları görme fırsatı sunar. Firmalar, deneme yanılma gibi süreçlere girmeden, ilave maliyetler ile karşılaşmadan mevcut üretim sistemlerindeki problemleri anlama ve bu problemlere alması gereken aksiyonları da bilgisayar ortamında simüle edilmiş modellemeler ile görebilme imkanına sahiptir.

Simülasyon ile hata yapılması neticesinde bile fiili bir hatanın sonucunda ortaya çıkacak maliyetler kesinlikle daha ucuz olacaktır. Ayrıca bilgisayarla yapılan simülasyon önerilen herhangi bir çözüm için sayısal ölçüm ve analiz yapma olanağı verdiği için kısa zamanda en iyi alternatif çözümü bulmaya yardımcı olur.

Bu sebeple işletmeler yeni bir proje kurmadan önce bilgisayarda sistemi modelleyerek hataları yakalamak için ve üretim sistemindeki ihtiyaç duyulan düzenlemeleri yapmak için daha fazla esneklik tanıyacak ve harcadıkları zamanı azaltacaklardır. (Akın, 2010)

Ayrıca bilgisayarla yapılan simülasyon, önerilen herhangi bir çözüm için sayısal ölçüm ve analiz yapma olanağı verdiği için kısa zamanda en iyi alternatif çözümü bulmaya yardımcı olur. Bu nedenle işletmeler yeni bir sistemi kurmadan önce bilgisayarda sistemi modelleyerek hataları bulmak için ve üretim sistemindeki gerekli düzenlemeleri yapmak için daha fazla esnekliğe sahip olacaklardır. Böylece harcadıkları zaman ve para büyük ölçüde azalacaktır (Akın, 2010). Bu durum işletmelere küresel rekabet ortamında rekabet edebilme avantajı sağlayacaktır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KUYRUK TEORİSİ

4. KUYRUK TEORİSİ

Hizmet alan müşteri sayılarının hizmet sağlayıcı sayısını aşması ya da sistemin verimli çalışmamasından dolayı alınan hizmetin öngörülen süreden daha fazla sürmesiyle kuyruklar oluşmaktadır. Market kasalarında, banka şubelerinde, kafe ve hastane gibi yerlerde oluşan kuyruklara sıklıkla rastlanmaktadır. Sadece hizmet sektöründe değil üretimde de montaj için sırada parçalar beklemekte ve üretimde kuyruklar oluşabilmektedir. Kuyruk teorisi, kuyruk veya bekleme sorunlarıyla ilgili bir durumdur. Kuyruk ya da bekleme, günlük hayatta sürekli karşılaşılan can sıkıcı bir problemdir. Bekleme probleminin nedeni genellikle kaynakların sınırlı olması veya servis sistemlerinin yetersiz olmasıdır.

Günümüz teknolojisi ile birlikte beklemek en büyük maliyetlerden biri durumuna gelmiştir. Tüketiciler en önemli kaynaklarından biri olan zamanı bu kuyruklarda harcamak istememektedirler. Ek olarak kuyrukta ne kadar bekleneceği, sıkılma ve stres gibi konulardan dolayı beklemenin insan üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır.

Yapılan birçok çalışma ve makalelerde bekleme hattında yaşanan verimsizliklerden dolayı müşteri memnuniyetinin azaldığını göstermektedir. Bekleme durumunda sistemde iki konu meydana gelmektedir. Bunlar müşteri kaybının ortaya çıkması ve hizmet noktasının atıl olarak kalmasıdır. Bu iki konu arasındaki en ideal ve optimum sisteme bekleme hattı sistemi denilmektedir.

Bekleme hattı teorisi kuruluşlara birçok yarar sağlamaktadır. Bu yararlardan bazıları aşağıda yer almaktadır.

- Sistemin çalışma şartları belirlenmektedir.
- Sistemin parametreleri belirlenmektedir.
- Atıl zamanlar ve gecikmelerin kaynağı tespit edilmektedir.
- Ortaya çıkan maliyetin optimum değere getirilmesi sağlanmaktadır.

4.1 Kuyruk Modellerinde Kullanılan Temel Kavramlar

Müşteri: Müşteriler hizmet alabilmek için servis noktalarına gelen ünitelerdir. Yedek parça, hammadde gibi servis için sisteme gelen ünitelere de müşteri denebilir. Müşterilerin hizmet için sisteme gelişleri, gelişlerin dağılımları ve gelişler arasındaki farklılaşma, müşterilerin bulundukları koşullara göre değişkenlik gösterebilmektedir. Müşteriler sonlu veya sonsuz sayıda olabilmektedir. Topluluktan bir grubun servis için ayrılmış olması diğer grupların gelişini etkilerse sonlu, etkilemezse sonsuz topluluk oluşmaktadır.

Hizmet Kanalı: Müşterilere hizmet veren kaynaklara hizmet kanalı denmektedir. Kasada müşteri satışını yapan kasiyer, vevnede çalışan vevnedar, hastanede hasta kabul eden doktor hizmet kanalı için verilebilecek örneklerdir.

Kuyruk Disiplini: Hizmete başlamak için bekleme hattından müşteri seçilmesi kuyruk disiplini olarak adlandırılır. Eğer bir bekleme söz konusu ise bekleme hattı veya kuyruk oluşmaktadır. Genellikle aşağıda yer alan servis kuralları uygulanmaktadır. Servis alım kuralı veya aynı anlama gelen kuyruk disiplini servis için sisteme gelen müşterilerin girişlerini planlayan kurala denir.

- İlk giren ilk çıkar (FIFO)
- Son giren ilk çıkar (LIFO)
- Rasgele seçim (SIRO)
- Öncelikli seçim (SISO)

Geliş Kaynağı: Aynı topluluğun geldiği ana kaynaklardır. Bu kaynak sonlu veya sonsuz olabilmektedir.

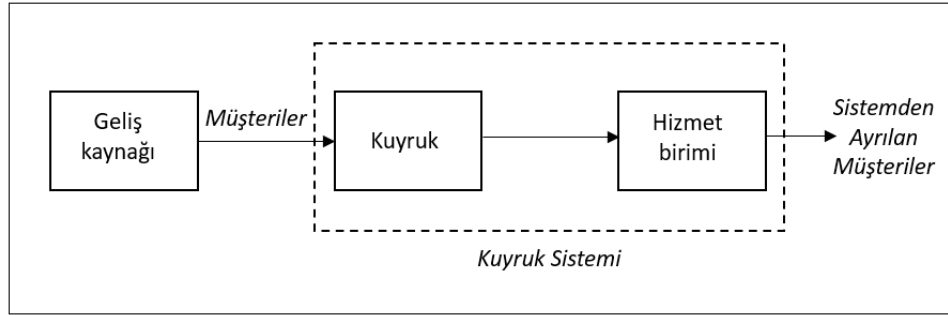
Geliş Oranı (λ): Belirli bir zaman aralığında hizmet almak üzere sisteme giren ortalama müşteri sayısıdır. Geliş özelliğini anlatmak için en fazla Poisson, üstel ve sabit dağılım kullanılmaktadır.

Hizmet Oranı (μ): Belirli bir zaman diliminde hizmet sağlanan ortalama müşteri sayısını ifade etmektedir.

4.2 Kuyruk Modellerinin Temel Yapısı

Kabul gören temel kuyruk modellerinde, talep eden “müşteriler” bir “girdi kaynağı” tarafından oluşturulur. Bu müşteriler sisteme girerek kuyruğa katılırlar. Belirli zamanda bir kuyruk üyesi, servis sağlayıcı olarak bilinen kurallarca servis verilmek üzere seçilir. Müşteriye istenilen servis verilir ve müşteri sistemi terk eder. Bu akış Şekil 7’de gösterilmiştir.

Kuyruk modellerinin amacı, müşterilerin bekleme süresi ve hizmet noktalarının boş kalma sürelerini optimal dengeye ulaştırmaktır.



Şekil 7. Temel Kuyruk Süreci

Kuyruk modellerinde bekleme sürelerinin yönetilebilmesi ve verimli bir hizmet verebilmek için çeşitli modeller ve matematiksel formüller bulunmaktadır. Bu modeller bekleme hatları ve hizmet noktaları ile aşağıdaki bilgileri analiz etmemizi sağlayabilir.

- Sisteme müşterinin gelmeme olasılığı
- Bekleme kuyruğunda olan ortalama müşteri sayısı
- Sistemin içinde olan ortalama müşteri sayısı
- Herhangi bir müşterinin kuyrukta ortalama olarak bekleme süresi
- Bir müşterinin sistemde geçirdiği ortalama bekleme süresi
- Gelen bir müşterinin hizmet için bekleme olasılığı

Kuyruk model sistemlerinde dört temel konu yer almaktadır. Bunlar geliş süreci, hizmet süreci, kuyruk disiplinleri ve ayrılma sürecidir.

4.2.1 Geliş Süreci

Geliş kaynağından sisteme gelen müşteriler kuyruk model sistemine bir şekilde giriş yaparlar. Bu olaya geliş süreci denmektedir. Geliş süreci, hizmet noktasında yer alan müşterilerin sisteme geliş sürecini belirlemektedir. Bu sürecin hesaplanabilmesi için gelişlerin zaman aralıklarının, geliş sayılarının ve kaynağın bilinmesi gerekmektedir. Geliş zaman aralıkları, standart olan ve bilinen istatistiksel dağılımlarla uyumlu olabilir veya sisteme özel bir ampirik dağılımda bulunabilir. Kurulan sistemlere göre geliş sayıları farklılık gösterebilmektedir. Müşteriler ayrı ayrı gelebildiği gibi kalabalık gruplar halinde de sisteme giriş yapabilir. Öğlen arasında yemek için yemekhaneye giden iş yeri personelleri gruplar halinde sisteme gelişlere örnektir. Mağazaya alışverişe tek tek gelen müşteriler ise tekli gelişlere örnek olarak gösterilebilir. Müşteri kaynakları sonlu ve sonsuz olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Müşteri sayısı 30'dan az ise geliş kaynağı sonludur. 30'dan fazla olması durumunda sonsuz kaynaklı olarak belirlenmektedir.

Müşteri sayısının büyüklüğü ve geliş zamanların dışında geliş özelliklerini ve dağılımlarını etkileyen bir başka konu ise müşteri tutumları ve gösterdiği davranışlardır. Sisteme giren müşteriler hizmet almadan sistemi terk edebilmektedir. Kabullenme, ayrılma ve kaçınma gibi farklılık söz konusu olabilmektedir.

Kuyruğun uzunluğuna rağmen beklemeyi göze alan kişinin gösterdiği duruma kabullenme denmektedir. Kuyruğu gören ve beklemeyi kabul etmeyip sistemden ayrılan müşterinin gösterdiği durum kaçınma olarak tanımlanmaktadır. Bazı durumlarda ise müşteri kuyruğa girmeyi kabul etmekte fakat geçen zamanla çok ilerleme olmayınca kuyruktan ayrılabilir. Bu durum ise ayrılma olarak ifade edilmektedir.

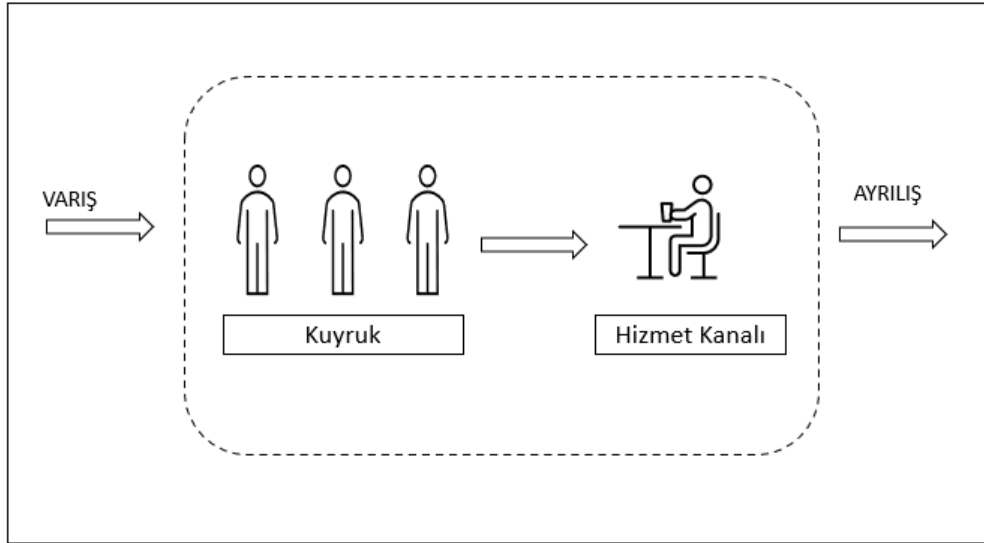
Genellikle geliş zamanları bilinmediği için bu tür geliş süreçleri çok fazla bulunmamaktadır. Müşteri gelişlerinin bilinmediği ve tesadüf olduğu durumlarda gelişlere bakılarak bir dağılım tanımlanmalıdır. Eğer sisteme ait elimizde yeterli veri bulunmuyor ise müşteri gelişlerinin Poisson dağılımına uyduğu kabul edilmektedir.

4.2.2 Hizmet Süreci

Hizmeti üreten sistemler hizmet süreci olarak tanımlanmaktadır. Hizmetin verildiği noktalara ise hizmet kanalı denilmektedir. Bir kanaldan oluşan sistemlere tek kanallı, iki ve daha fazla kanaldan oluşan sistemlere ise çok kanallı sistemler denilmektedir. Hizmet noktalarının sayısı ve kuyruk yapısına göre hizmet sistemleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

- Tek Kuyruk ve Tek Kanallı Hizmet Sistemi
- Tek Kuyruklu ve Paralel Kanallı Hizmet Sistemi
- Çok Kuyruklu ve Paralel Kanallı Hizmet Sistemi
- Seri Kanallı Hizmet Sistemi

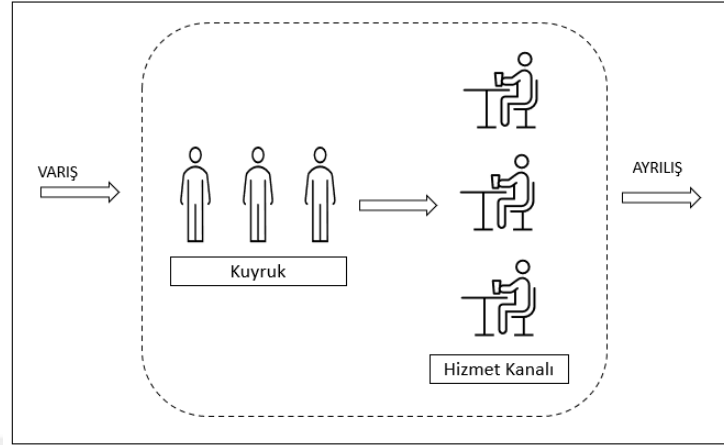
Tek kuyruk ve tek kanal sistemine ait bir örnek Şekil 8’ de yer almaktadır. Bu sistemde sadece bir kuyruk bulunmaktadır. Tek bankodan hizmet veren gişe kuyruğu bu duruma örnek gösterilebilir.



Şekil 8. Tek Kanallı Hizmet Sistemi

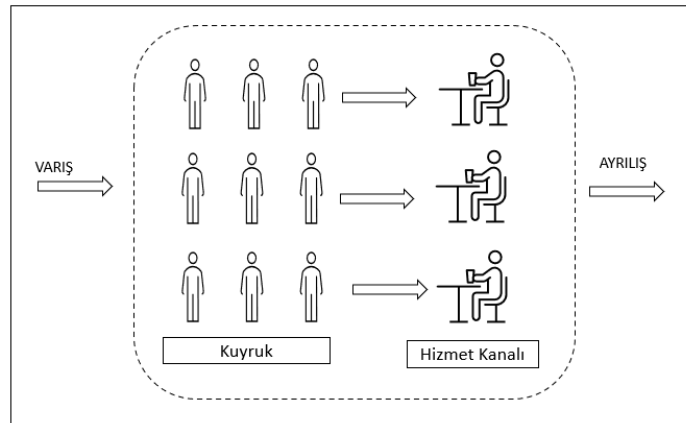
Tek kuyruklu ve paralel kanallı hizmet sistemlerinde en az iki hizmet noktası yer almaktadır. Müşteriler tek bir kuyrukta ilerlemektedir. Sıraları geldikçe birden fazla hizmet kanalından servis alırlar. Sinema biletinin satıldığı tek kuyrukta 3 gişe görevlisinin yer aldığı sistemler bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Birden fazla

hizmet noktası olmasına rağmen sadece bir kuyruğun olması adil bir bekleme sırası sunmaktadır. Şekil 9’da örnek bir model yer almaktadır.



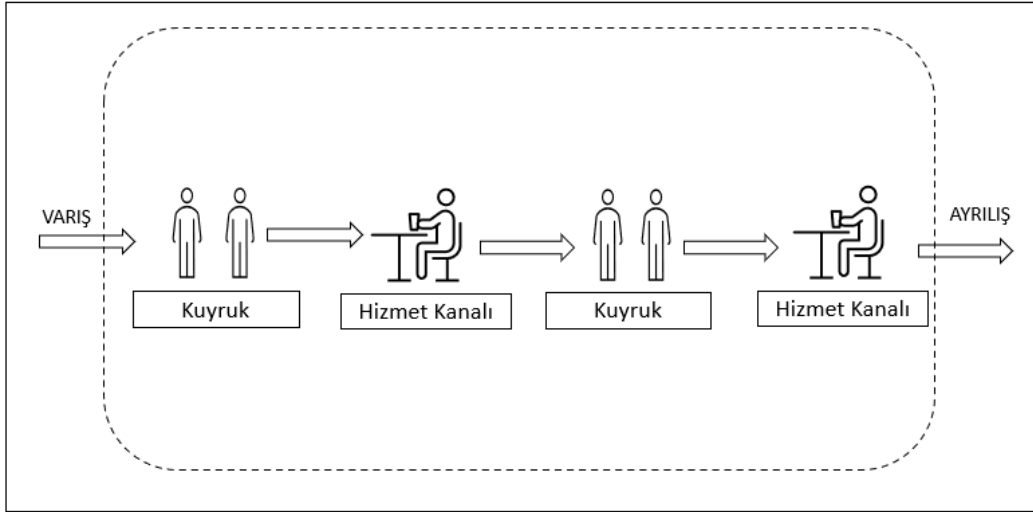
Şekil 9. Tek Kuyruklu ve Paralel Kanallı Hizmet Sistemi

Çok kuyruklu ve paralel kanallı hizmet sistemlerinde hizmet noktası birden fazladır. Bu sistemde müşteriler her bir hizmet noktası için sıraya ayrı ayrı girmektedir. Hizmet noktası kadar hizmet kanalı yer almaktadır. Birden fazla yazar kasanın olduğu marketler bu sisteme örnek olarak gösterilebilir. Sisteme ait örnek model Şekil 10’da yer almaktadır.



Şekil 10. Çok Kuyruklu ve Paralel Kanallı Hizmet Sistemi

Seri kanallı hizmet sistemlerinde hizmet noktaları birden fazla bulunmaktadır. Müşteri her hizmet noktasında sıra bekleyerek hizmet almaktadır. Her hizmet noktasının kuyruğu ayrı bulunmaktadır. Şekil 11’de örnek bir model yer almaktadır.



Şekil 11. Seri Kanallı Hizmet Sistemi

4.2.3 Kuyruk Disiplini

Kuyruk sistemlerine hizmet almak için gelen müşterilerin hizmet kanalına alınacağı kuralları belirleyen disiplindir. İlk gelen ilk önce hizmet alır, son gelen ilk önce hizmet alır, rastgele oluşturulan kuyruk disiplini ve öncelikli hizmet kuyruk disiplinleri gibi 4 çeşidi bulunmaktadır.

İlk Gelen İlk Hizmet Alır (FIFO): Sisteme hizmet almak üzere gelen müşteriler geldikleri sıralar ile kuyruğa girerler. Sisteme ilk önce gelen ilk önce hizmet almaktadır. Diğer disiplin yaklaşımlarına göre adil olduğu kabul edildiği için en çok kullanılan yöntem olarak bilinmektedir.

Son Gelen İlk Hizmet Alır (LIFO): Bu kuyruk disiplininde sisteme en son gelen müşteri ilk önce hizmet almakta ve sistemden ayrılmaktadır. Hizmetin çok hızlı sağlandığı ve kuyruğun nadir oluştuğu yerlerde kullanılmaktadır.

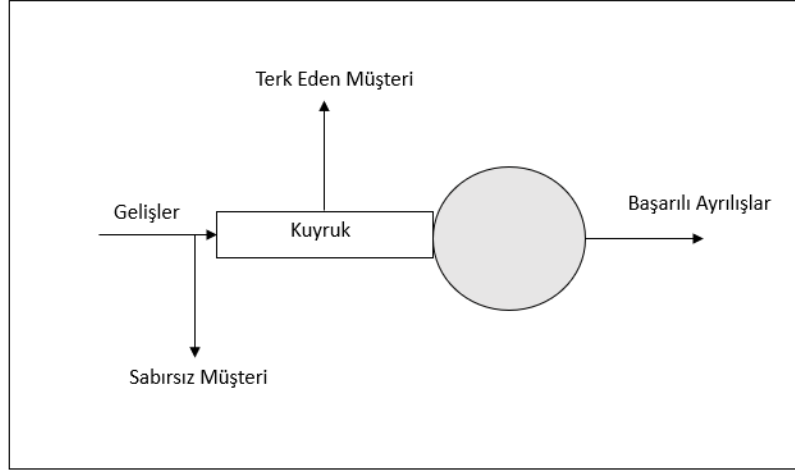
Rastgele Hizmet Kuyruk Disiplini: Bu sistemde müşterilerin sisteme gelişlerinin bir önemi bulunmamaktadır. Eşit olasılıklarla çağrılarak rastgele seçim yapılır ve hizmet verilir. Genellikle cansız nesne ve parçalara bu disiplin ile hizmet verilmektedir.

Öncelikli Hizmet Kuyruk Disiplini (PRI): Bu sistem iki farklı şekilde uygulanmaktadır. İlk durum müşterinin gelişine bakılmaksızın müşteriye öncelik tanınması ve hizmet verilmesidir. Bu modele tam öncelikli hizmet disiplini denilmektedir.

4.2.4 Sistemden Ayrılış

Bekleme hattı modellerinde müşterilerin sistemden ayrılımları en son adımda gerçekleşmektedir. Müşteriler her zaman sisteme gelip hizmet aldıktan sonra ayrılmazlar. Bazı durumlarda uzun bir süre kuyrukta beklemek zorunda kalabilmektelerdir. Bu gibi durumlarda bir karar vermeleri gerebiliyor. Aşağıda yer alan 3 şekilde kararlarını uygulayabilirler. Şekil 12’de örnek model yer almaktadır.

- Müşteriler, kuyruk yoğunluğunu gördükten sonra sistemden ayrılabilir.
- Müşteriler, kuyruğa girerler. Bir süre bekledikten sonra hizmet almadan sistemden ayrılabilirler.
- Müşteriler, kuyrukta bekleyip hizmetini alır. Hizmet aldıktan sonra sistemden ayrılabilir.



Şekil 12. Kuyrukta Karşılaşan Müşteri Durumları

4.3 Kuyruk Teorisi Performans Göstergeleri

Kararlı bir durumda bulunan sistemin performans ölçütleri aşağıdaki gibidir.

λ = Birim Zamanda Servis Görmek Üzere Gelen Müşterilerin Sayısı. (Ortalama geliş oranı)

μ = Zaman Birimi Başına Servis Sayısı. (Ortalama servis oranı)

c = Sistemde Açık Bulunan Gişe Sayısı

ρ = Sistemin Ortalama Etkinliği (Doluluk Oranı)

L_q = Kuyrukta Ortalama Müşteri Sayısı

L_s = Sistemde Ortalama Müşteri Sayısı

W_q = Kuyrukta Bekleme Süresi

W_s = Sistemde Bekleme Süresi

P_n = Sisteme Gelen Bir Müşterinin Bekleme Olasılığı

P_w = Sisteme Gelen Bir Müşterinin Bekleme Olasılığı

P_0 = Sistemin Boş Olma Olasılığı (Sistemde Müşteri Olmama Olasılığı)

M = Bir Gişenin Birim Zamanda İşletme Maliyeti

Kuyruk sistemlerinin operasyonel karakteristikleri, aşağıda ifade edilen formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

$P_0 = 1 - (\lambda/\mu)$ - Sistemde müşteri olmama olasılığı

$P_n = [1 - (\lambda/\mu)] (\lambda/\mu)^n$ - Sistemde “n” müşteri olma olasılığı

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

$L_q = \lambda^2 / [\mu(\mu - \lambda)]$ - Sıradaki ortalama müşteri sayısı

$W = 1 / (\mu - \lambda)$ - Sistemde bir müşteri tarafından harcanan ortalama zaman

$W_q = \lambda / [\mu(\mu - \lambda)]$ - Sırada bir müşteri tarafından harcanan ortalama zaman

$P_w = \lambda/\mu$ - Varış yapan müşterinin hizmet almak için bekleme olasılığı

$\rho = \lambda/\mu$ - Hizmet hattının kullanım oranı

Bir müşterinin, sistemde “t” süresinden fazla bekleme olasılığı;

$$P(X>t)=e^{-(\mu\lambda)t}$$

Servis oranı, geliş oranından ($\mu>\lambda$) fazla olmalıdır. Eğer fazla olmaz ise, kuyruk çok uzun olabilecektir.

4.4 Kuyruk Sistemlerindeki Maliyet Yaklaşımları

Hizmet sektörünün en önemli problemlerinin başında müşterilerine etkin ve kullanışlı bir servis sistemi yönetimini sunamaması yer almaktadır. Bekleme hattına ait modeller bu yüzden firma yönetimlerine yardımcı olabilmektedir. Hizmet almak için sisteme gelen müşteriler hızlı bir şekilde istemlerini karşılayıp sistemden çıkmak isterler. Günümüzde en değerli konulardan biri olan zamanlarını boşa harcamak istemezler. Hizmet aldıkları noktalarda gereğinden fazla bekletilirlerse büyük bir olasılıkla aynı işletmeyi tekrar tercih etmeyeceklerdir. Bir başka taraftan yöneticiler, hizmet noktasında yer alacak personel sayısını da dikkate almak zorundadır. Personel sayısı arttıkça işletmeye ek maliyetler getirecektir. Servis maliyetlerini düşürmeye çalışırken müşterilerin bekleme sürelerini de en düşük seviyede tutmayı amaçlamalıyız. Bu şekilde müşterilere en iyi ve en verimli servis sağlama, sadece bekleme hattı modelleri ile gerçekleştirilmektedir.

İşletme maliyetlerinde bekleme hattı sistemlerinin yeri önemlidir. İşletmeye iki ayrı maliyet olarak yansımaktadır. Bunlardan ilki hizmet noktasında bekleyenlerden dolayı oluşan müşteri memnuniyetsizliği, diğeri ise hizmet noktalarının boş kalmasından kaynaklanan maliyettir. Hizmet noktasına gelen müşterilerin geliş süreleri belirli olmadığı için dalgalanmalar yaşanabilmektedir. Bu müşterilere iyi bir hizmet sunabilmek için hizmet kapasitesini gereğinden fazla planlamak gerekmektedir. Bu yüzden bazı zamanlarda hizmet olanakları boş kalabilmektedir. Müşteriye hizmet vermeyi beklerken boş kalan her noktada geçen zaman boş kalış maliyeti olarak tanımlanır. Bu maliyet hizmet noktasında planlanan kapasite ile doğru orantılıdır. Hizmet noktasında sunulan kapasite arttırıldıkça boş kalma maliyeti de artacaktır.

İstemlerin karşılanmasında bir darlık oluştuğunda ise müşteri memnuniyetsizliği oluşmaktadır. Kaynakların az olması veya plansız yapılanmasından dolayı bu darlıklar oluşabilmektedir. Sistemin boş kalma ve müşteri bekleme süreleri en aza indirildiği durumda sistemin verimliliği artırılmış olacaktır. Fakat, bu iki durum birbirleriyle ters orantılıdır.

4.5 Kuyruk Sistemlerinde Kullanılan Olasılık Dağılımları

4.5.1 Poisson Dağılımı

Poisson dağılımı, Fransız matematikçi Simeon D. Poisson tarafından geliştirilmiş olup en önemli istatistiksel dağılımlardan bir tanesidir. Bu öneme sahip olmasının sebeplerinden biri, birçok doğal ve deneysel olayların bu dağılımla açıklanabilmesidir (Stigler, 1982)

Poisson dağılımı, ortalama sürenin bilindiği fakat olayın tam gerçekleşme zamanının bilinmediği durumlarda kullanılan bir dağılım tipidir. Gerçekleşecek her olay öncekinden bağımsızdır. Gerçekleşecek olaylar arasında süreler bilinmemektedir. Poisson dağılımında en önemli konu ortalama süre bilinmelidir. Olayların gerçekleşme aralıkları rastgele oluşmaktadır. Bu dağılımda aynı anda iki olay birden gerçekleşmez.

Aşağıda yer alan örnek olayların simülasyon işlemlerinde poisson dağılımı tercih edilmektedir.

- Belirli bir zaman aralığında web sitesine gelen ziyaretçi sayısı
- Bir saat aralığında depoya ürün transferi için gelen tır sayısı
- Her 15 dakika için çağrı merkezine gelen telefon sayısı
- Belirli bir yoldan 10 dakika içerisinde geçen araç sayısı

4.5.2 Üstel Dağılım

Üstel dağılım, sürekli bir dağılım olup birbirine benzeyen bağımsız olayların meydana gelmeleri arasındaki zaman aralığını açıklamak için kullanılır. Verilen bir zaman aralığında bir olayın meydana gelme olasılığı, düşük ve farklı olaylardan istatistiksel olarak bağımsız ise olayların meydana gelmeleri arasındaki zaman aralıkları, üstel olarak dağılır (Halaç, 2001)

4.5.3 Weibull Dağılımı

Weibull dağılımı sürekli bir dağılımdır. İlk olarak Profesör Waloddi Weibull tarafından malzeme özelliklerini modellerken kullanılması için önerilmiştir.

Weibull dağılımı çok esnek ve kolayca değiştirilebildiği için kullanım alanı oldukça fazladır. Farklı parametre değerleri kullanılarak üstel ve normal dağılım gibi istatistiksel dağılımların özellikleri Weibull dağılım yöntemi ile yapılabilmektedir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

UYGULAMA

5. SİMÜLASYON UYGULAMASI İLE PERAKENDE SEKTÖRÜNDE OPTİMUM KASA SAYISI VE MODELİ BELİRLEME

5.1 Literatür Taraması

Yapılan literatür araştırmalarında kuyruk teorisinin ilk olarak 1909'da Danimarkalı bir mühendis olan Agner Krarup Erlang tarafından bulunduğu görülmektedir. Erlang, santrale gelen telefon görüşmelerinin sayısını Poisson süreciyle modelledi ve kuyruk modelini oluşturdu. Bu çözüm ile birlikte araştırmacılar bekleme sorunlarının çözümünde kuyruk modelini kullanmaya başlamışlardır. Son yıllarda perakende sektöründe kuyruk modellerine ilişkin mevcut literatür incelendiğinde birçok çalışmanın olduğu görülmektedir. Bu çalışmalardan bazıları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

XING ve diğerleri 2015 yılında Çin'de yer alan CR Vanguard mağazasında müşterinin bir sepet içerisinde satın aldığı ürün sayılarını incelemiştir. İnceleme 2014 senesinin kasım ayını kapsayan 30 günden oluşmaktadır. Ortalama olarak bir günde 420 müşterinin mağazaya geldiği gözlemlenmiştir. Müşterilerin sepetlerinde bulunan ürün adetleri dikkate alınarak tek ve çift kuyruklu kasa sistemleri modellenmiş ve simülasyonda yapılan yaklaşık 100 tekrardan sonra çift kuyruklu sistemin daha verimli olduğu gözlemlenmiştir. (XING , LI, & HE, 2015)

Tomasz ve diğerleri 2020 yılında NetLogo simülasyon uygulaması ile 14 günlük satış verileri ile bir çalışma yapmıştır. Hem geleneksel yazar kasa hem de jetkasaların bulunduğu bir mağazada müşteri gelişleri, sepet ortalamaları ve kasiyer çalışma programları parametrik duruma getirilerek simülasyon ortamında uygulama 50 kez çalıştırılmıştır. (TOMASZ , RAFAL, & JACEK, 2020)

Diago 2018 yılında yaklaşık 250 mağazası bulunan bir perakende firmasında optimum kasa sayısı ve modelini simülasyon yöntemiyle bulan bir çalışma

gerçekleştirmiştir. Toplanan veriler ve simülasyon çalışmasıyla birlikte mağazada konumlandırılan fazla kasaların tespiti yapılmıştır. (Diogo, 2018)

5.2 Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

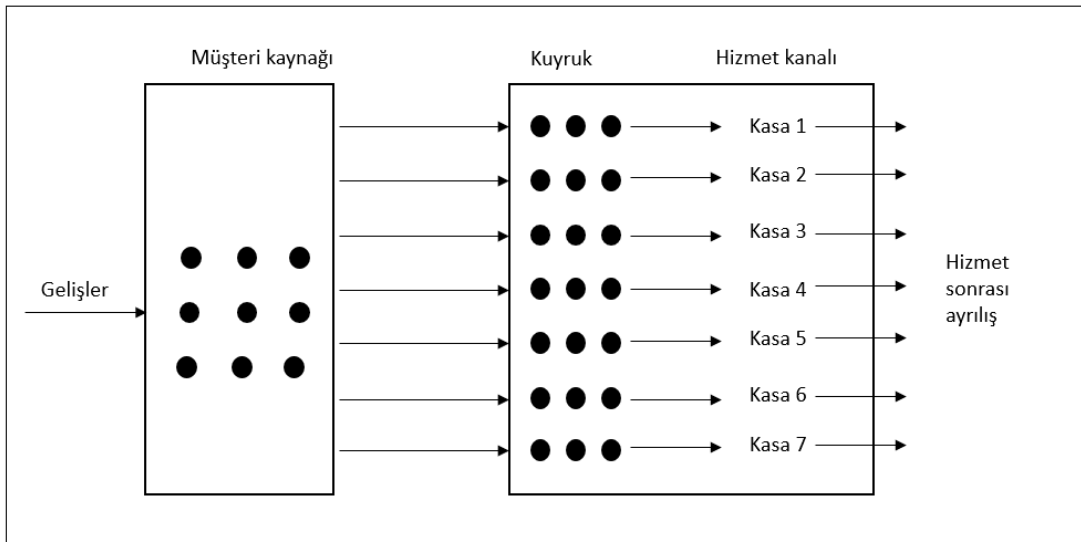
Bu tez çalışmasında, İstanbul'da satış yapan bir zincir markete ait satış verilerinin girdi olarak kullanıldığı simülasyona dayalı bir model geliştirilerek bekleme süreleri ve iş gücü verimi iyileştirilmek istenmektedir. Bu çalışmada, mağazanın mevcut durumu için bir simülasyon modeli oluşturmak ve farklı senaryolarla kademeli olarak simülasyon modelleri geliştirerek mevcut sistemi iyileştirmek amaçlanmıştır. Bu amaç için öncelikle mevcut durumu yansıtan bir model oluşturulmuştur. Ardından teknolojinin sağladığı imkanlardan biri olan jetkasalar ile kasiyer sayısı ve optimum kasa tipinin olduğu alternatif modeller yaratılmıştır. Bu modeller Anylogic simülasyon uygulamasında tasarlanmıştır. Performans ölçüsü olarak müşterilerin kuyrukta bekleme süreleri ile hizmet kapsamındaki kaynakların kullanım oranları dikkate alınmış, müşteri memnuniyetini ve mağaza kârını artıracak en uygun, en etkili kasa model ve sayıları tespit edilmiştir. Müşterilerin satın aldığı ürün sayılarına, ödeme yöntemlerine ve sepetinde tartılabilir ürün bulundurma bilgisine göre modeller geliştirilmiştir.

5.3 Çalışma Yapılan Mağaza Hakkında Bilgiler

İstanbul'da yer alan perakende mağazamız cadde üzerinde bulunmaktadır. Seçilen mağazanın ödeme noktasında 7 adet geleneksel yazar kasa yer almaktadır. Kasa kullanmakla görevli 8 personel bulunmaktadır. Her gün en az bir personel izin kullanmaktadır. Bu yüzden hiçbir zaman tam kasiyer kadrosu ile çalışma yapılamamaktadır. Personeller günde en fazla 7,5 saat çalışabilmektedir. Kasalarda işlem süreleri alışveriş sepetindeki ürün adetlerine göre farklılık göstermektedir. Hizmet süreleri 4 saniye ile 320 saniye arasında değişkenlik göstermektedir. Mağaza haftanın 7 günü sabah 08:30'da hizmete başlamakta ve 13,5 saat hizmet vererek saat 22:00'da kapanmaktadır. Müşterilerin mağazaya gelmeleri tamamen rastgele olmakla birlikte günlük ve saatlik geliş sayıları benzerlik göstermektedir. Gelen ve kuyrukta

bekleyen müşterilere bir sınırlama uygulanamadığı için sistem, sonsuz geliş kaynaklı ve sonsuz kuyruk kapasitelidir. Alışverişlerini yaptıktan sonra ödeme noktasına gelen müşteriler sıra olmayan veya en az sıra bulunan aktif hizmet noktasını tercih etmektedirler.

Kasalarda ürünlerin satışı gerçekleştirilirken birtakım bekleme söz konusudur. Bu anlamda mağaza, bir bekleme hattı sistemidir. Bu bekleme hattı sisteminde; hizmet talebi için gelen müşteriler, müşterilerin birikimi sonucu oluşan bekleme hattı ve kuralı, hizmete alınan bir müşteriye uygulanan tüm işlemler yani hizmet süreci ve hizmetin yapıldığı hizmet kanalları yer almaktadır. Çalışma yapılan hizmet birimi, çok kuyruklu her biri aynı hizmeti sunan paralel hizmet mekanizmasına sahip bir bekleme hattı sistemidir. Şekil 13'te ilgili çoklu kuyruk, paralel halinde çoklu servis yönetimi sistemine ait yapı yer almaktadır.



Şekil 13. Model 1- Mevcut Çoklu Kuyruk ve Çoklu Servis Yönetimi

Mağazaya alışverişe gelen her müşteri ödemesini yaptıktan sonra mağazadan ayrılmaktadır. Ödemesini tamamlayıp hizmet alan her bir müşteri, ödeme sisteminin bir çıktısı olarak kabul edilir. Sistemden ayrılan müşteriler, tekrar hizmet almak için geri dönebilir.

5.4 Araştırmanın Adımları ve Uygulama Sonuçları

5.4.1 Sistemin İncelenmesi ve Problemin Belirlenmesi

Perakende sektörü içinde önemli bir yeri bulunan marketlerin sayısı, gün geçtikçe artmasına rağmen ödeme noktalarında hizmet almak üzere yaşanan bekleme, hiç azalmayıp günlük yaşamamızın bir parçası haline gelmiştir. Bu durum, ödeme noktalarında görevlendirilecek optimal personel tahsisi ve aynı zamanda sahip olunan kaynakların etkin kullanılarak yönetilmesi ihtiyacını doğurmuştur.

Bu çalışmada, ödeme noktalarında hizmet sunan bir marketin mevcut durumu yansıtan sadece çalışma büyüklüğünü dikkate alan bir bekleme hattı modeli oluşturulmuş, ardından belirlenen problemlere yönelik farklı personel kaynakları ve farklı kasa tiplerinin dahil edildiği bekleme hattı modelleri oluşturularak üç alternatif senaryo geliştirilmiştir.

Burada sistemin modellenerek simülasyona taşınması, birtakım alt amaçlara ulaşmayı hedeflemektedir. Bunlar; personel kaynağının faydalı kullanım oranlarının hesaplanması, müşterilerin kuyrukta bekleme sürelerinin iyileştirilmesi, müşteri memnuniyetini ve mağaza kârının artırılması olarak ifade edilebilir.

5.4.2 Sürece Dair Verilerin Toplanması

Bir problemin çözümüne hizmet edebilecek her türlü ölçüm, değer ve bilgi veri olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada veriler mağazanın 12-18 Aralık 2022 arası 7 günlük gerçekleştirilen satışların incelenmesi ile elde edilmiştir. Satış, pazarlama, kampanya yönetimi, stok yönetimi ve muhasebe gibi tüm departmanlar bu verilerden beslendikleri için kasada yapılan her bir hareket detaylıca sisteme aktarılmaktadır.

Müşterilerin geliş zamanlarına ait veriler haftanın günlerine göre ayrılarak günler arasında geliş zamanlarında farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Aynı kontroller günün farklı saat dilimleri arasında da yapılmıştır. Haftanın farklı günleri arasında müşteri geliş saatlerinin fazla değişiklik göstermediği görünürken bölünen saat aralıklarına göre ise oldukça farklı sonuçların çıktığı görülmüştür. Sabah

saatlerinde müşteri yoğunluğunun az olduğu öğlenden sonra yoğunluğun fazla olduğu gözlemlenmiştir.

Müşteri gelişlerinin nasıl bir dağılıma sahip olduğunu tespit etmek için minitab uygulaması kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucuna göre müşteri gelişlerinin “Weibull” dağılımına uygun olduğu görülmüştür.

5.4.2.1 Örnek Bir Satış Belgesinin İncelenmesi

Şekil 14’te bir satış işlemine ait örnek bir veri tablosu yer almaktadır. Bu çalışmada gerçek veriler birebir analiz edilerek kullanılmaktadır.

5899:002:221130:084734:9310:001:H:101:0006:2187424671564215:04+00000+000000001		
5899:002:221130:084734:9310:002:w:100:0006:		:00:00000:00000000R
5899:002:221130:084734:9310:003:S:101:0108:	5449000003102+00010010*000000950	
5899:002:221130:084738:9310:004:S:101:0501:	2416095000005+00020010*000000850	
5899:002:221130:084742:9310:005:S:101:0501:	2416087000006+00010010*000000700	
5899:002:221130:084759:9310:006:l:100:0000:LCS SUCCESS		:00000004+000000000
5899:002:221130:084759:9310:007:C:121:0501:	2416095000005+00010010-000000170	
5899:002:221130:084759:9310:008:d:121:0006:0016547000302833:01+00000-000000170		
5899:002:221130:084759:9310:009:C:121:0501:	2416087000006+00010010-000000070	
5899:002:221130:084759:9310:010:d:121:0006:0016546900302833:01+00000-000000070		
5899:002:221130:084759:9310:011:D:170:0000:0016547100274507:26+00001-000000156		
5899:002:221130:084820:9310:012:T:110:0006:2187424671564215:13+00001+000002954		
5899:002:221130:084820:9310:013:e:116:0006:0001000100111		00
5899:002:221130:084820:9310:014:e:117:0006:	221130820221	
5899:002:221130:084820:9310:015:V:111:0006:	%1	:04+00003+000002032
5899:002:221130:084820:9310:016:V:110:0006:	%1	:04+00003+000000020
5899:002:221130:084820:9310:017:V:121:0006:	%8	:04+00001+000000835
5899:002:221130:084820:9310:018:V:120:0006:	%8	:04+00001+000000067
5899:002:221130:084820:9310:019:w:100:0006:		:04:00000:00000000R
5899:002:221130:084820:9310:020:q:100:0000:		:000000000000000000
5899:002:221130:084820:9310:021:F:100:0006:2187424671564215:04+00004+000002954		
FIS :002:221130:084820:9310:022: :100:0006:TU 10011926		:04+01880+000002954

Şekil 14. Örnek Satış Belgesi

Benzetim modeli yapılan çalışmalarda hizmet süresinin modele aktarımı önemli bir konudur. Literatür araştırması yapıldığında hizmet süresi ölçümü için farklı yöntemler kullanıldığı görülmektedir. Hizmet süresi kurulan modelin çıktılarını

doğrudan etkilemektedir. Bundan dolayı hizmet süresi gerçeğe en uygun bir şekilde modellenmelidir. Hizmet süresi olarak müşterinin ilk hareketinden ödemesini tamamlayıp fişin çıkmasına kadar geçen süre alınmıştır.

Mağaza içerisinde geçirilen süre soru sormadan, müdahalede bulunmadan veri toplamaya dayalı gözlem yöntemi ile oluşturulmuştur. Müşterilerin sepetinde yer alan ürün adetleri ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Müşterilerin kullandığı ödeme yöntemleri, sepet ortalamaları ve sepetlerinde tartılabilir ürün bulunurluğu 7 günlük satış analizlerinin incelenmesi ile oluşturulmuştur.

5.4.2.2 Hizmet Süresine Etki Eden Faktörlerin İncelenmesi

Ödeme noktalarında alınan hizmet süresine etki eden birçok konu bulunmaktadır. Bunların başında müşteri sepetinde yer alan ürün adetleri gelmektedir. Kullanılan ödeme yöntemi, tartılabilir ürün satın alma, kasiyer deneyimi gibi farklı durumlar göz önünde bulundurulmalıdır.

5.4.2.2.1 Ödeme Yöntemine Göre Verilerin Analiz Edilmesi

Kullanılacak optimum kasa sayısını ve modelini belirlemede ödeme yöntemi büyük önem taşımaktadır. Analizlerin yapıldığı tarih aralıklarında kullanılan ödeme yöntemlerine ait sayı ve oranlar Tablo 1’de yer almaktadır. Pandemi ile birlikte tüketicilerin büyük bir kısmı temassız ödeme yöntemlerine yönelmiştir. Bu yöntem ile kasalarda hizmet süreleri daha da kısalmaktadır.

Tablo 1 Ödeme Yöntemine Göre Satış Analizi

ÖDEME YÖNTEMİNE GÖRE SATIŞ ANALİZİ					
TARİH	Toplam İşlem Sayısı	Nakit Ödeme Sayısı	Nakit Ödeme Oranı	Kartlı Ödeme Sayısı	Kartlı Ödeme Oranı
12.12.2022	1865	471	25,25%	1394	74,75%
13.12.2022	1745	309	17,71%	1436	82,29%
14.12.2022	1924	459	23,86%	1465	76,14%
15.12.2022	1926	465	24,14%	1461	75,86%
16.12.2022	1994	557	27,93%	1437	72,07%
17.12.2022	2165	452	20,88%	1713	79,12%
18.12.2022	2049	414	20,20%	1635	79,80%

5.4.2.2.2 Sepet Ortalamasına Göre Verilerin Analiz Edilmesi

Müşterilerin sepetlerinde yer alan ürün adetlerine göre ödeme alanlarında aldıkları hizmet süreleri değişiklik göstermektedir. Müşterilerin hizmet süreleri Minitab uygulamasında analiz edildi. Hizmet sürelerinin Weibull dağılıma uygun olduğu tespit edildi. Tablo 2’de müşterilerin 7 günlük ortalama sepet analizleri yer almaktadır.

Tablo 2 Sepet Ortalaması Analizi

SEPET ORTALAMASI ANALİZİ					
TARİH	Toplam İşlem Sayısı	25 Adetten Fazla Ürün Alınan Fiş Sayısı	25 Adetten Fazla Ürün Alınan Fiş Oranı	25 Adetten Az Ürün Alınan Fiş Sayısı	25 Adetten Az Ürün Alınan Fiş Oranı
12.12.2022	1865	89	4,77%	1776	95,23%
13.12.2022	1745	104	5,96%	1641	94,04%
14.12.2022	1924	97	5,04%	1827	94,96%
15.12.2022	1926	112	5,82%	1814	94,18%
16.12.2022	1994	135	6,77%	1859	93,23%
17.12.2022	2165	248	11,45%	1917	88,55%
18.12.2022	2049	256	12,49%	1793	87,51%

5.4.2.3 Müşteri Geliş Analizlerinin Yapılması

Müşteri geliş yoğunlukları haftanın her gününde benzerlik göstermektedir. Müşteri geliş dağılımlarının analizleri Minitab uygulamasında incelendiğinde gelişlerin poisson dağılımına uygun olduğu tespit edildi. Tablo 3'te müşteri geliş bilgileri yer almaktadır.

Tablo 3 Müşteri Geliş Analizi

MÜŞTERİ GELİŞ ANALİZİ							
Saat Aralığı	12 Aralık Pazartesi	13 Aralık Salı	14 Aralık Çarşamba	15 Aralık Perşembe	16 Aralık Cuma	17 Aralık Cumartesi	18 Aralık Pazar
08:30- 09:00	26	19	29	32	26	34	35
09:00- 10:00	81	79	78	81	82	94	98
10:00- 11:00	96	95	109	97	103	127	144
11:00- 12:00	117	116	103	116	120	128	126
12:00- 13:00	137	126	135	115	133	142	131
13:00- 14:00	160	166	160	169	171	175	173
14:00- 15:00	164	143	170	173	166	184	196
15:00- 16:00	182	178	175	183	190	210	213
16:00- 17:00	196	186	191	194	215	217	219
17:00- 18:00	188	171	213	192	190	220	234
18:00- 19:00	168	148	178	178	178	185	167
19:00- 20:00	136	134	171	163	169	164	124
20:00- 21:00	106	101	115	129	141	130	90
21:00- 22:00	108	83	97	104	110	155	99
TOPLAM	1865	1745	1924	1926	1994	2165	2049

5.4.2.4 Kasiyer Çalışma Programlarının Analiz Edilmesi

Ödeme noktalarında görevli olarak çalışan 8 aktif personel bulunmaktadır. Haftalık izin kullanımından dolayı her gün en az bir kişi olmadan çalışılmaktadır. Günlük çalışma saatleri maksimum 7 buçuk saattir. 1 saat yemek arası ve 2 şer kez 15'er dakikalık molalar yapılmaktadır. Bu doğrultuda Tablo 4'te yer alan günlük çalışma planı uygulanmaktadır.

Tablo 4 Günlük Çalışma Programı

Saat Aralığı	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Aktif Kasa Sayısı
08:30- 08:45	+	+						2
08:45- 09:00	+	+						2
09:00- 09:15	+	+						2
09:15- 09:30	+	+						2
09:30- 09:45	+	+						2
09:45- 10:00	+	+						2
10:00- 10:15	+	+	+	+				4
10:15- 10:30	+	MOLA	+	+				3
10:30- 10:45	MOLA	+	+	+				3
10:45- 11:00	+	+	+	+				4
11:00- 11:15	+	+	+	+	+			5
11:15- 11:30	+	+	+	+	+			5
11:30- 11:45	+	+	+	MOLA	+			4
11:45- 12:00	+	+	MOLA	+	+			4
12:00- 12:15	+	YEMEK	+	+	+			4
12:15- 12:30	+	YEMEK	+	+	+			4
12:30- 12:45	YEMEK	YEMEK	+	+	+			3
12:45- 13:00	YEMEK	YEMEK	+	+	+			3
13:00- 13:15	YEMEK	+	+	+	+	+	+	6
13:15- 13:30	YEMEK	+	+	+	MOLA	+	+	5
13:30- 13:45	+	+	YEMEK	+	+	+	+	6
13:45- 14:00	+	+	YEMEK	+	+	+	+	6
14:00- 14:15	+	+	YEMEK	YEMEK	+	+	+	5
14:15- 14:30	+	+	YEMEK	YEMEK	+	+	+	5
14:30- 14:45	+	+	+	YEMEK	+	+	+	6
14:45- 15:00	+	+	+	YEMEK	+	+	+	6
15:00- 15:15	+	+	+	+	YEMEK	MOLA	+	5
15:15- 15:30	+	MOLA	+	+	YEMEK	+	MOLA	4
15:30- 15:45	MOLA	+	+	+	YEMEK	+	+	5
15:45- 16:00	+	+	+	MOLA	YEMEK	+	+	5
16:00- 16:15	+	+	MOLA	+	+	+	+	6
16:15- 16:30	+	+	+	+	+	+	+	7
16:30- 16:45	+	+	+	+	+	YEMEK	+	6
16:45- 17:00	+	+	+	+	+	YEMEK	+	6
17:00- 17:15	+	+	+	+	+	YEMEK	+	6
17:15- 17:30	+	+	+	+	+	YEMEK	YEMEK	5
17:30- 17:45			+	+	+	+	YEMEK	4
17:45- 18:00			+	+	+	+	YEMEK	4
18:00- 18:15			+	+	+	+	YEMEK	4
18:15- 18:30			+	+	MOLA	+	+	4
18:30- 18:45			+	+	+	+	+	5
18:45- 19:00			+	+	+	+	+	5
19:00- 19:15					+	+	+	3
19:15- 19:30					+	+	+	3
19:30- 19:45					+	MOLA	+	2
19:45- 20:00					+	+	MOLA	2

Saat Aralığı	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Aktif Kasa Sayısı
20:00- 20:15						+	+	2
20:15- 20:30						+	+	2
20:30- 20:45						+	+	2
20:45- 21:00						+	+	2
21:00- 21:15						+	+	2
21:15- 21:30						+	+	2
21:30- 21:45						+	+	2
21:45- 22:00						+	+	2

5.4.2.5 Mevcut Sistem Kapasitesi ve Verimliliği

Mevcut sistemin 7 günlük verileri ile yapılan araştırmada 7 kasa ile yaklaşık %35’lik bir verimlilik alındığı görülmektedir. %65’lik zaman diliminde kasalardan bir müşteri geçişi olmamıştır. Tablo 5’te kapasite ve verimlilik bilgileri yer almaktadır.

Tablo 5 Sistem Kapasitesi ve Verimliliği

Tarih	Kasa Kapasitesi (Saat)	Servis Kapasitesi (Saat)	Gerçekleşen Hizmet Kapasitesi (Saat)	Kasa Kapasitesine Göre Verimlilik	Servis Kapasitesine Göre Verimlilik
12 Aralık Pazartesi	94,5	52,5	26,43	27,97%	50,34%
13 Aralık Salı	94,5	52,5	27,66	29,27%	52,69%
14 Aralık Çarşamba	94,5	52,5	30,68	32,47%	58,44%
15 Aralık Perşembe	94,5	52,5	29,71	31,44%	56,59%
16 Aralık Cuma	94,5	52,5	33,31	35,25%	63,45%
17 Aralık Cumartesi	94,5	52,5	41,35	43,76%	78,76%
18 Aralık Pazar	94,5	52,5	40,33	42,68%	76,82%

5.4.3 Bilgisayar Yazılımının Seçilmesi ve Program Oluşturulması

Bu projede modelin simüle edilmesinde Anylogic uygulaması kullanıldı. Anylogic birbirinden farklı benzetim yöntemleri ile modeller oluşturmaya yarayan bir simülasyon uygulamasıdır. Ajan tabanlı simülasyon oluşturulmasında ve dinamik kütüphane yapısıyla oldukça kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Java yazılım dili ve nesne yönetimi yaklaşımı ile araştırmacılar tarafından tercih edilmektedir.

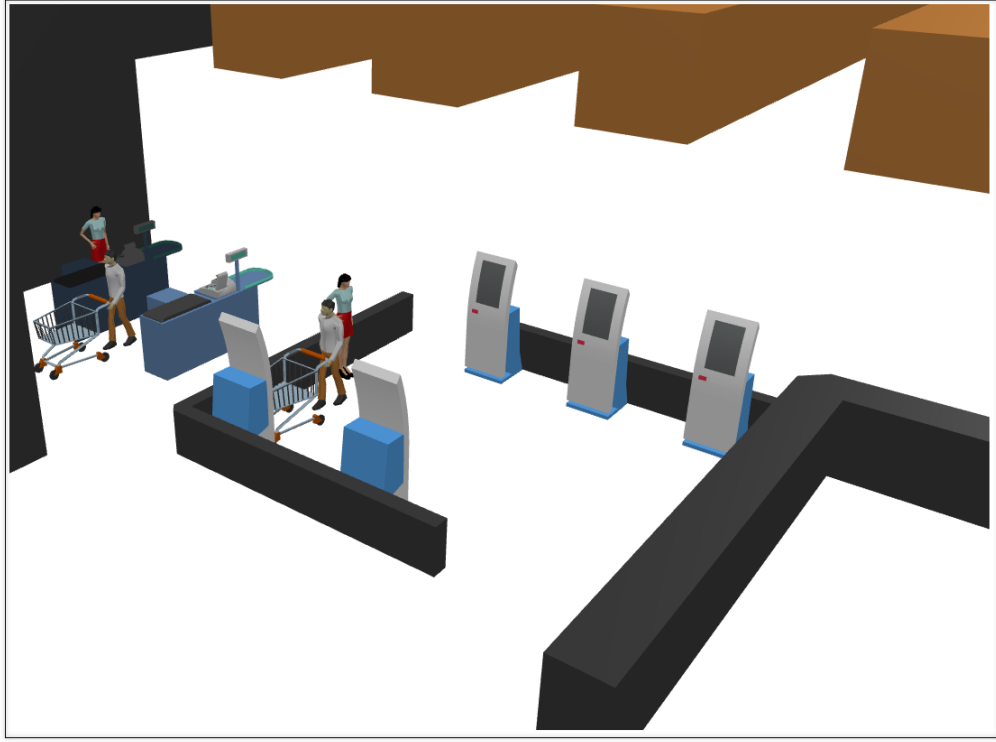
Bu simülasyon programı ile çeşitli sektörlerdeki modeller kolaylıkla uygulanabilmekte ve çalışmalar yapılabilmektedir. Tedarik yönetimi zinciri, lojistik süreçleri, trafik sorunları, bekleme modeller, askeri savaş senaryoları gibi çeşitli modellere yönelik örneklerle ulaşılabilmektedir.

Uygulamanın tercih edilmesinin en önemli sebeplerinden biri ise 3 boyutlu olarak modeller üretilmesine olanak sağlamasıdır. Sistem canlı ortamda kurulmadan önce yüksek benzerlikle dijital bir ikizi oluşturularak çıktılar kolaylıkla gözle görülebilmektedir.

5.4.4 Simülasyon Modelinin Oluşturulması ve Çalıştırılması

Mevcut modele ek olarak 3 alternatif model daha üretildi. Tüm modeller 3 boyutlu olarak oluşturuldu. Örnek bir model Şekil 15'te yer almaktadır. Modellerde kullanılan kurallar aşağıdaki gibidir.

- Mağaza saat 08:30'da açılmaktadır. 22:00'da kapanmaktadır.
- Müşterilerin jetkasa kullanma alışkanlığı %85'tir.
- 10 dakika içerisinde hizmet alamayan müşteri mağazadan ayrılmaktadır.
- Müşteriler aşağıda yer alan fonksiyonlar doğrultusunda kasalara yönlendirilmektedir. Fonksiyon ile açık olan ve en az bekleme kuyruğu olan kasa bulunmaktadır.



Şekil 15. Uygulamadan Alınan 3 Boyutlu Ekran Görüntüsü

Müşteriler kasaya yönlendirilirken kullanılan fonksiyon aşağıda yer almaktadır.

ChooseOutput Fonksiyonu;

```
ArrayList outputList = new ArrayList<SelectOutputOut>();

    outputList.add(selectOutputOut1);
    outputList.add(selectOutputOut2);

    int index = getMinCustomerOnWait();
    return (SelectOutputOut)(outputList.get(index));
```

GetMinCustomerOnWait Fonksiyonu

```
ArrayList serviceList = new ArrayList<Service>();

    serviceList.add(KasaService1);
    serviceList.add(KasaService2);

ArrayList scheduleList = new ArrayList<Schedule>();

    scheduleList.add(KasiyerPlan1);
    scheduleList.add(KasiyerPlan2);

int min = 0;
int index = 0;
boolean found = false;

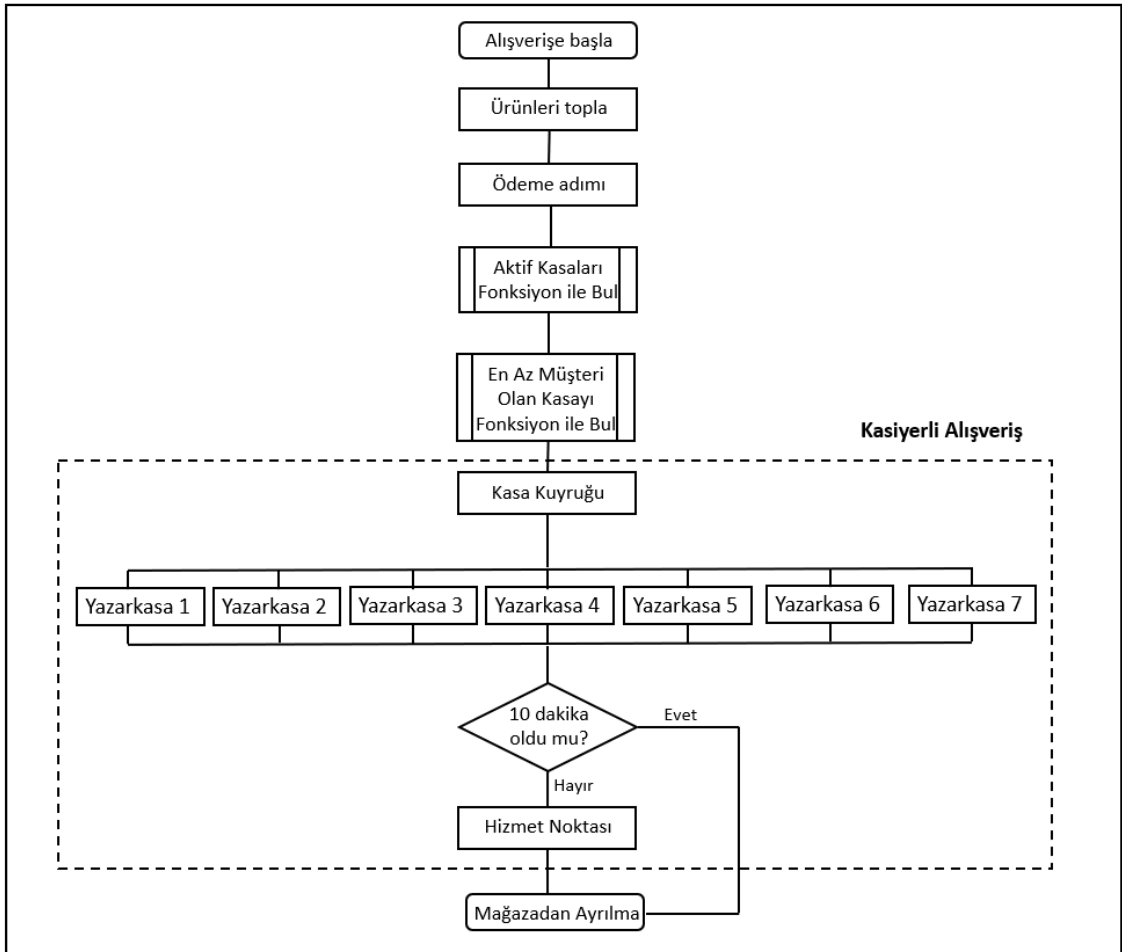
for(int i = 0; i < scheduleList.size(); i++)
{
    Schedule sch = (Schedule)(scheduleList.get(i));
    if((boolean)sch.getValue()
    {
        Service sc = (Service)(serviceList.get(i));

        if(!found)
        {
            min = sc.size();
            index = i;
            found = true;
            continue;
        }

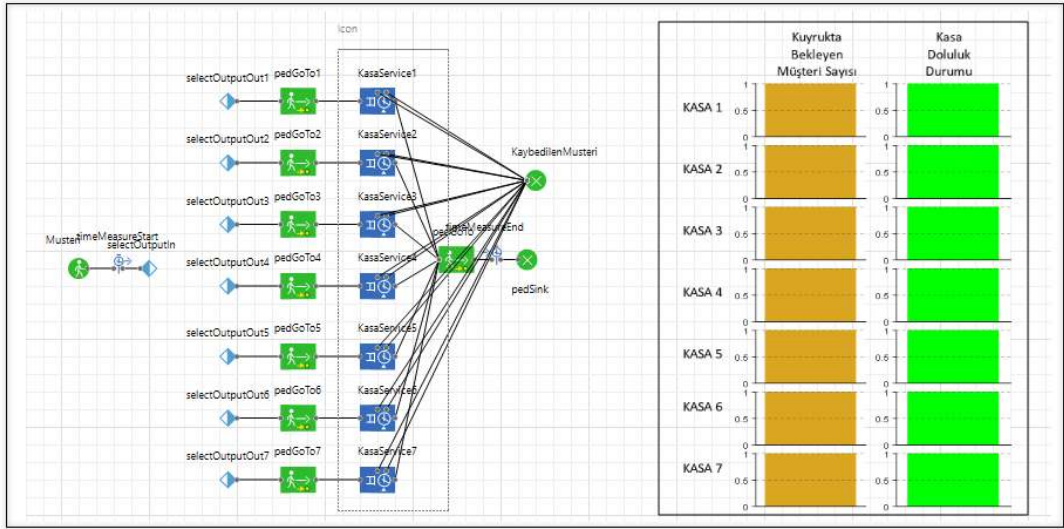
        if(sc.size() < min)
        {
            min = sc.size();
            index = i;
            continue;
        }
    }
}
return index;
```

5.4.4.1 Mevcut Simülasyon Modelinin Oluşturulması (7 Yazar Kasa)

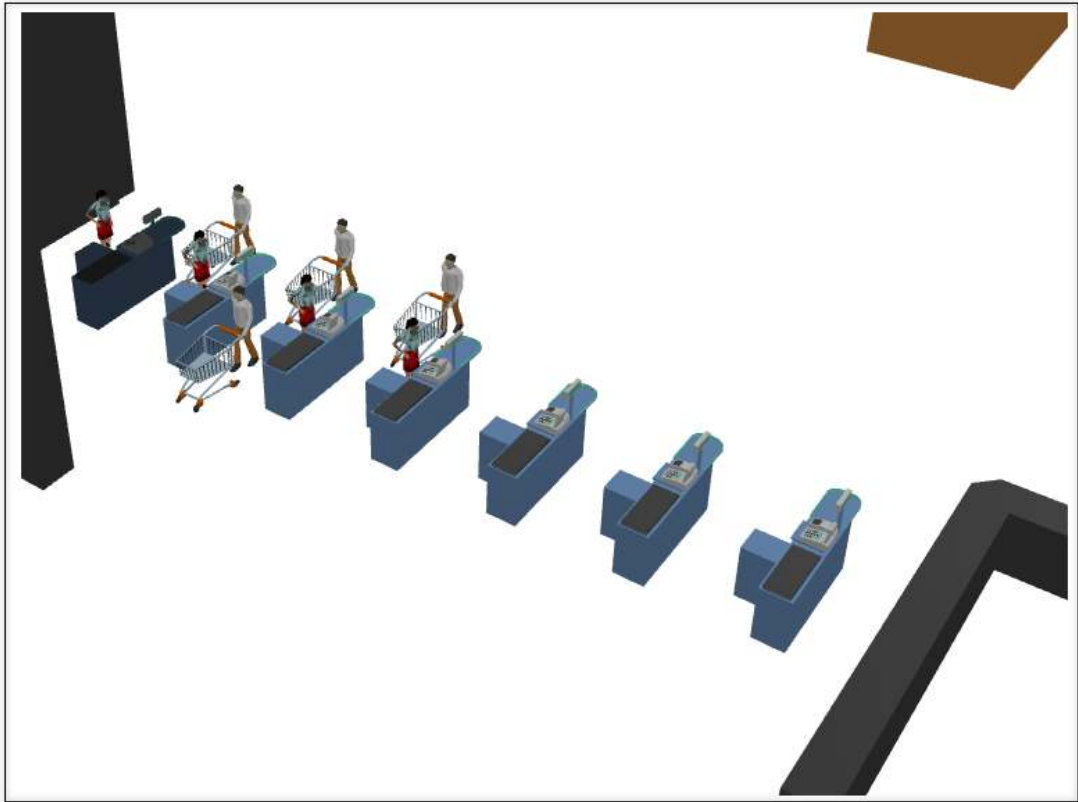
Gerçek hayattaki mevcut çalışma düzeni gerçek verilerle birlikte simülasyon ortamına aktarıldı. Mağaza açılış saatlerinden, müşteri sayılarına, hizmet alma sürelerine kadar gerçek veriler kullanıldı. Mevcut modelimizde 8 kasiyer ve 7 geleneksel yazar kasa kullanılmaktadır. Modelde, müşteriler kasa seçimi yaparken aktif olan ve en az müşterisi olan kasayı tercih etmektedir. Eğer bir müşteri 10 dakika boyunca kuyrukta beklerse sistemden ayrılmaktadır. Modelde 8 kasiyer ve 7 yazar kasa kullanılmıştır. Şekil 16’da mevcut mağaza modelinin akış diyagramı yer almaktadır. Şekil 17’de mevcut mağazanın lojik tasarımı bulunmaktadır. Şekil 18’de ise mevcut mağazanın 3 boyutlu uygulama görüntüsü bulunmaktadır.



Şekil 16. Mevcut Mağaza Modeli (7 Yazar Kasa)



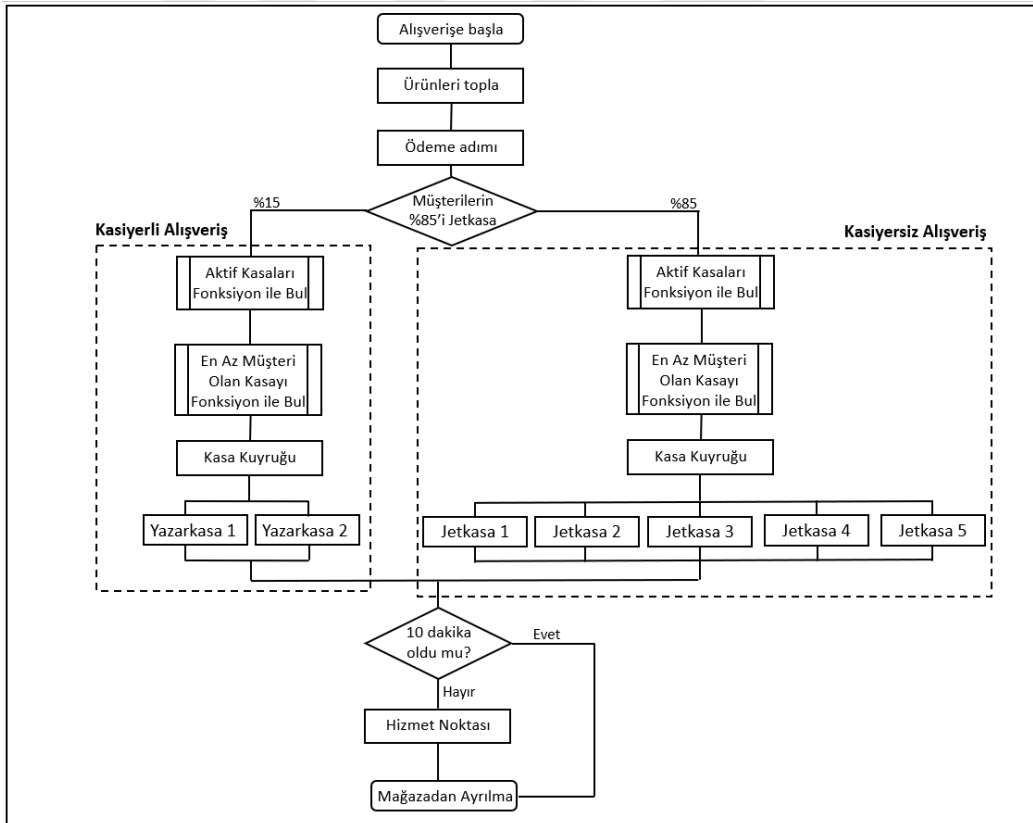
Şekil 17. Mevcut Mağaza Lojik Tasarımı (7 Yazar Kasa)



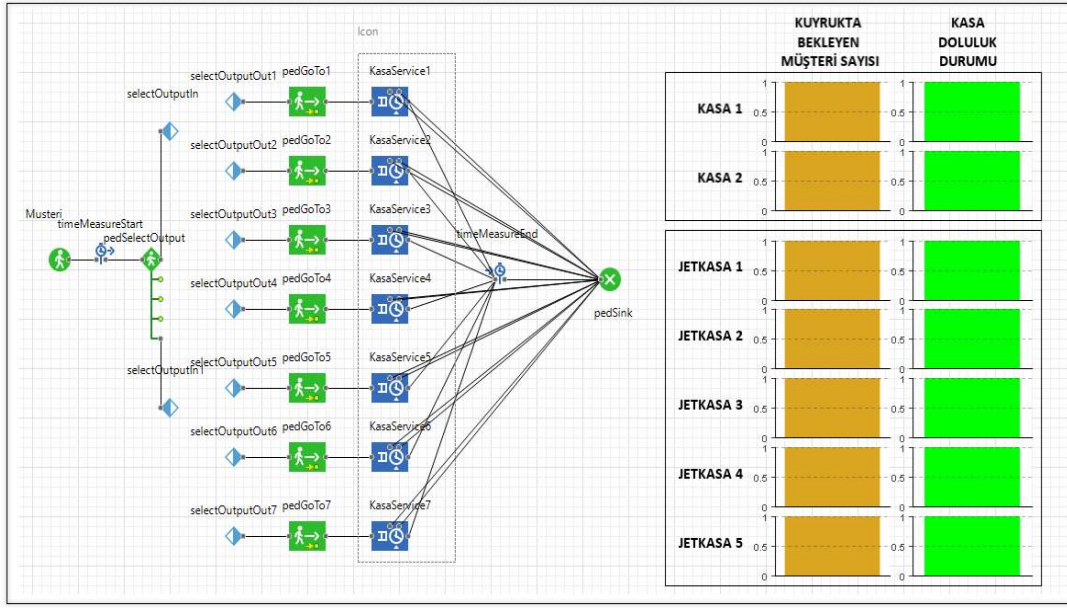
Şekil 18. Mevcut Mağaza 3 Boyutlu Uygulama Görüntüsü (7 Yazar Kasa)

5.4.4.2 Birinci Senaryo Modelinin Oluşturulması (2 Yazar Kasa – 5 Jetkasa)

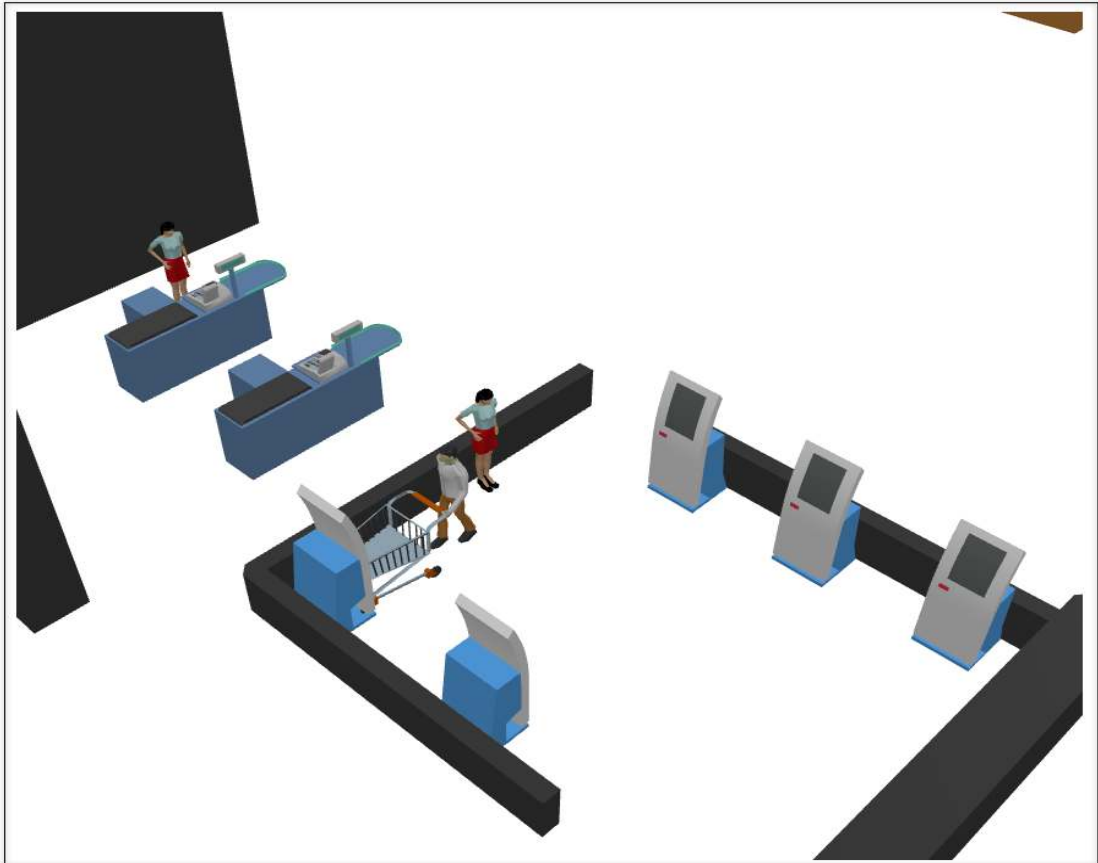
Birinci senaryoda mağazada yer alan 5 geleneksel yazar kasa kaldırıldı. Kasa alanı yeniden yapılandırılarak teknolojik dönüşüm ile 5 jetkasa eklendi. Müşteriler jetkasalarda kendi başlarına hizmet alabilmektedir. Sadece yardım istendiği durumda kasiyer tarafından müşterilere destek verilmektedir. Bu yüzden jetkasa alanında yer alan tüm jetkasalar için sadece bir kasiyer yeterli olacak şekilde planlama yapıldı. Gün boyu 2 kasiyer ile 5 jetkasa sürekli aktif olarak çalışabilmektedir. Modelde 5 kasiyer, 2 yazar kasa ve 5 jetkasa kullanılmıştır. Şekil 19’da birinci senaryo modelinin akış diyagramı yer almaktadır. Şekil 20’de birinci senaryo modelinin lojik tasarımı bulunmaktadır. Şekil 21’de ise birinci senaryo modelinin 3 boyutlu uygulama görüntüsü bulunmaktadır.



Şekil 19. Birinci Senaryo Modeli (2 Yazar Kasa – 5 Jetkasa)



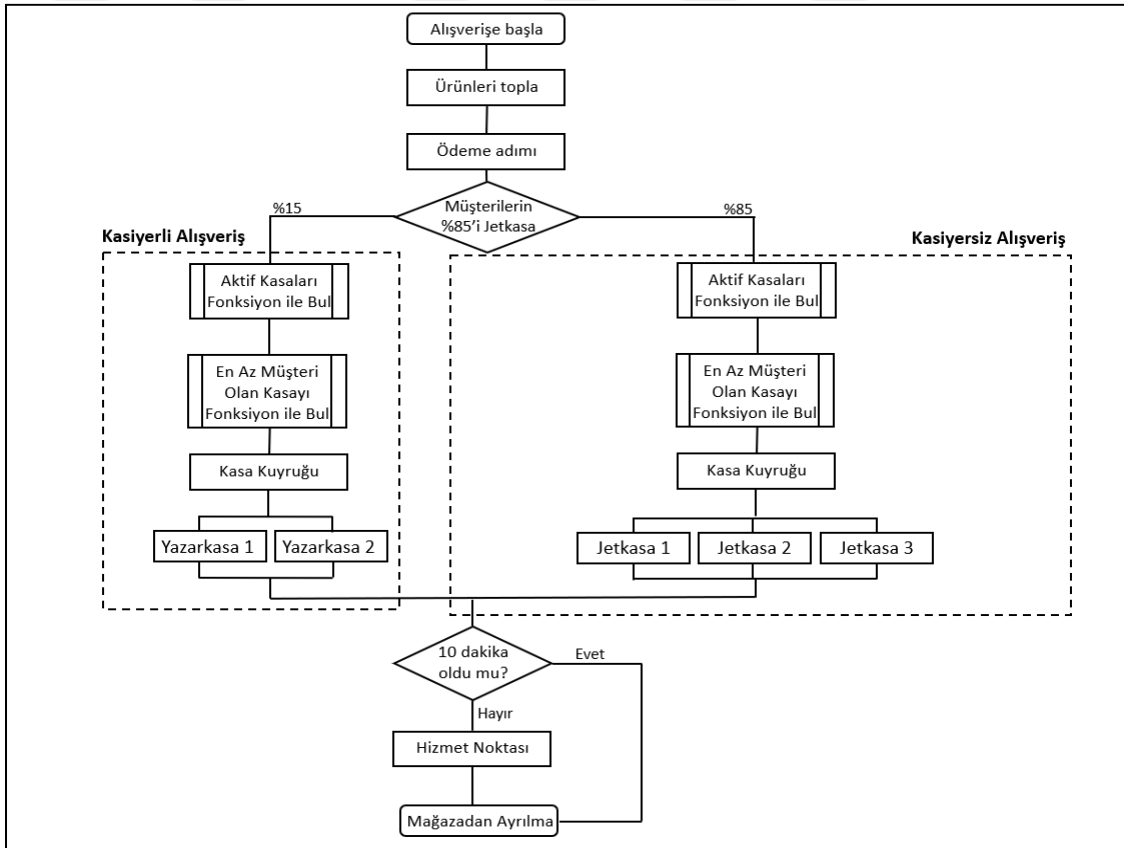
Şekil 20. Birinci Senaryo Lojik Tasarımı (2 Yazar Kasa - 5 Jetkasa)



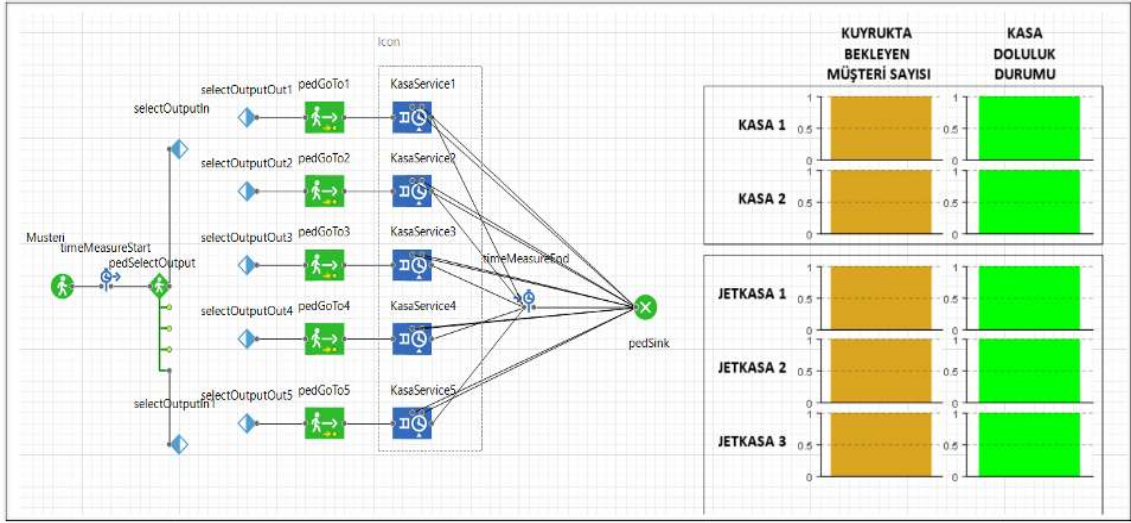
Şekil 21. Birinci Senaryo 3D Uygulama Görüntüsü (2 Yazar Kasa - 5 Jetkasa)

5.4.4.3 İkinci Senaryo Modelinin Oluşturulması (2 Yazar Kasa – 3 Jetkasa)

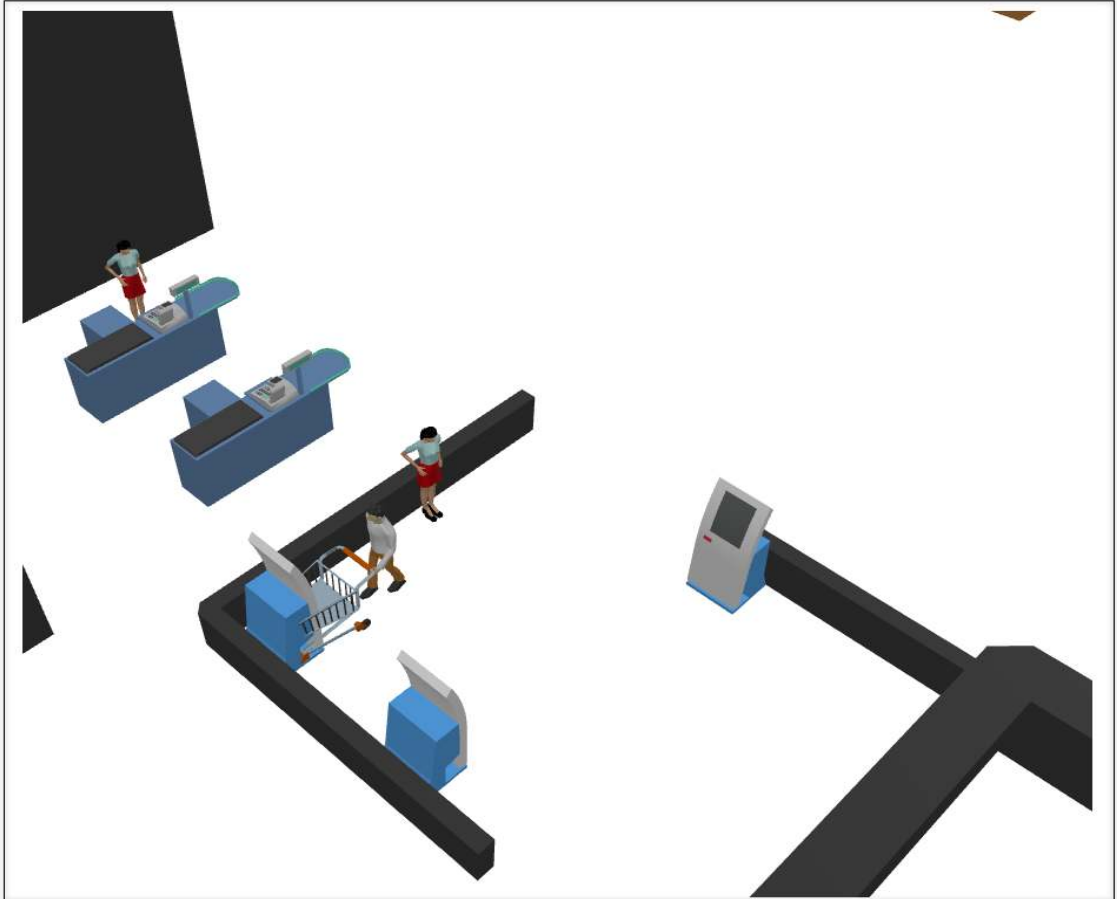
Birinci senaryo uygulandıktan sonra hizmet sürelerinde %40'lara varan iyileşmeler sağlandı. Uzun vadeli model maliyetinde de oldukça iyi sonuçlar alındı. Bu modelde maliyetleri biraz daha iyileştirmek için iki jetkasa sistemden çıkartıldı. Personel sayılarında değişme olmadığı için sadece donanım maliyeti düşürülerek hizmet süreleri gözlemlendi. Modelde 5 kasiyer, 2 yazar kasa ve 3 jetkasa kullanılmıştır. Şekil 22'de ikinci senaryo modelinin akış diyagramı yer almaktadır. Şekil 23'te ikinci senaryo modelinin lojik tasarımı bulunmaktadır. Şekil 24'te ise ikinci senaryo modelinin 3 boyutlu uygulama görüntüsü bulunmaktadır.



Şekil 22. İkinci Senaryo Modeli (2 Yazar Kasa – 3 Jetkasa)



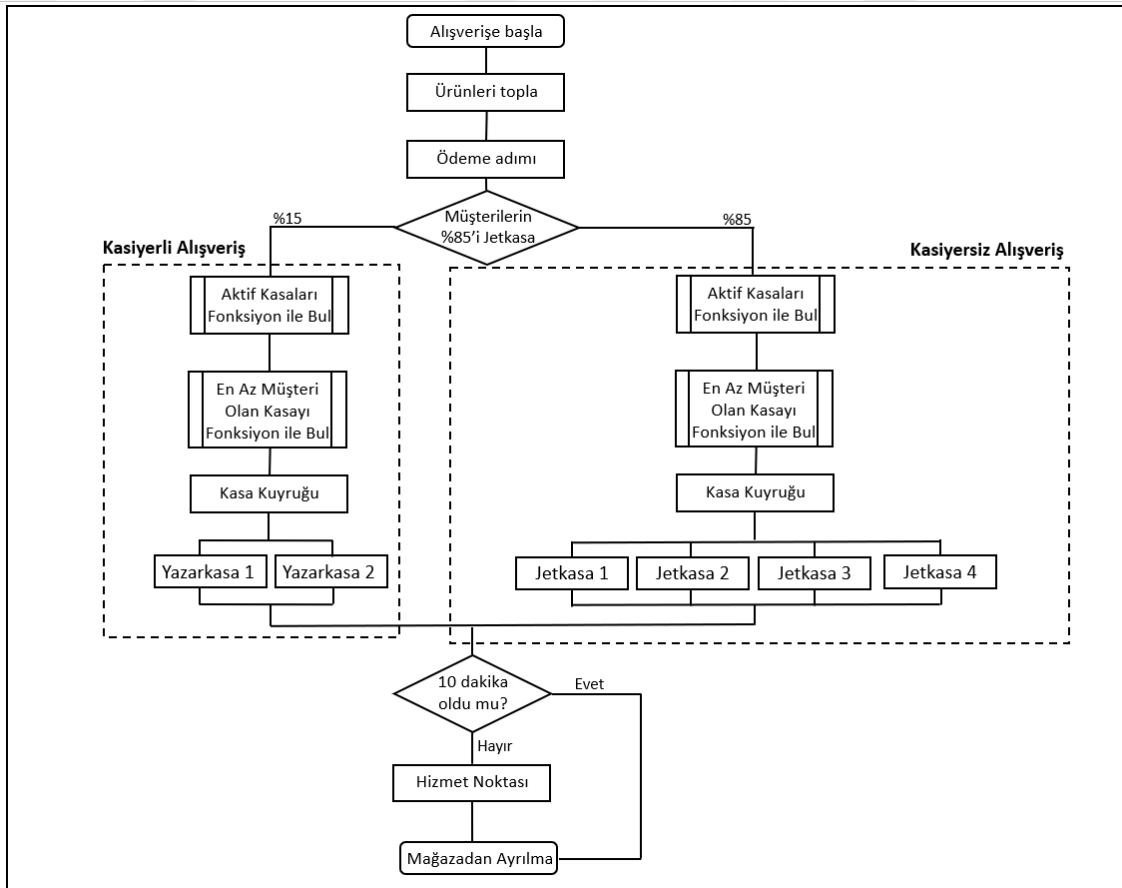
Şekil 23. İkinci Senaryo Lojik Tasarımı (2 Yazar Kasa - 3 Jetkasa)



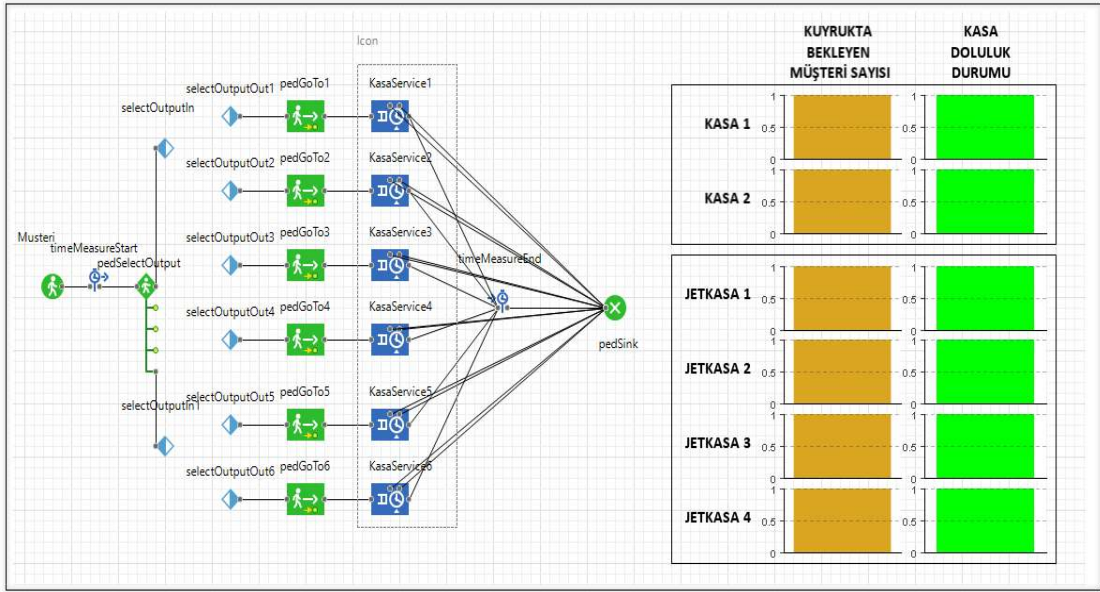
Şekil 24. İkinci Senaryo 3D Uygulama Görüntüsü (2 Yazar Kasa – 3 Jetkasa)

5.4.4.4 Üçüncü Senaryo Modelinin Oluşturulması (2 Yazar Kasa – 4 Jetkasa)

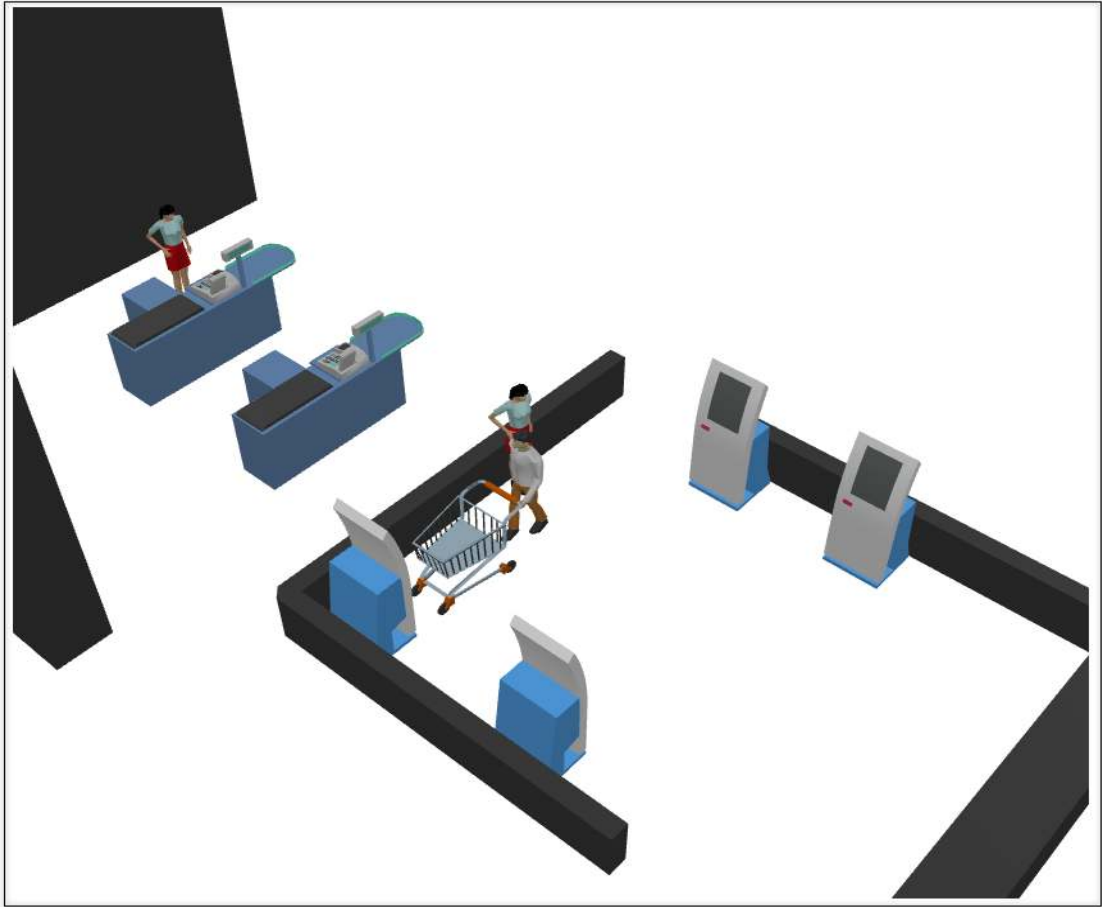
Birinci ve ikinci senaryolara ek olarak üçüncü senaryo oluşturuldu. Bu senaryoda optimum jetkasa sayısı ile birlikte en düşük maliyet hedefi sağlandı. Modelde 5 kasiyer, 2 yazar kasa ve 4 jetkasa kullanılmıştır. Şekil 25’te üçüncü senaryo modelinin akış diyagramı yer almaktadır. Şekil 26’da üçüncü senaryo modelinin lojik tasarımı bulunmaktadır. Şekil 27’de ise ikinci senaryo modelinin 3 boyutlu uygulama görüntüsü bulunmaktadır.



Şekil 25. Üçüncü Senaryo Modeli (2 Yazar Kasa – 4 Jetkasa)



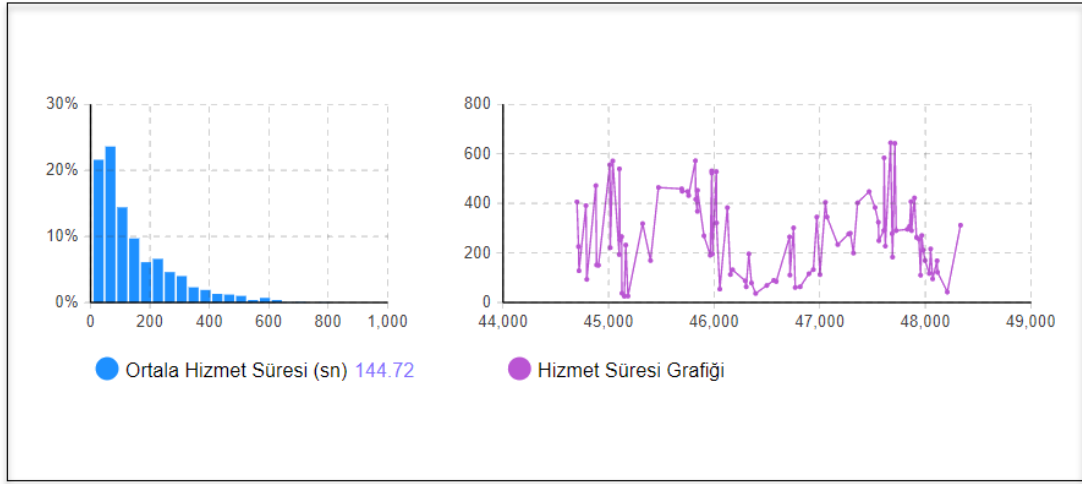
Şekil 26. Üçüncü Senaryo Lojik Tasarımı (2 Yazar Kasa - 4 Jetkasa)



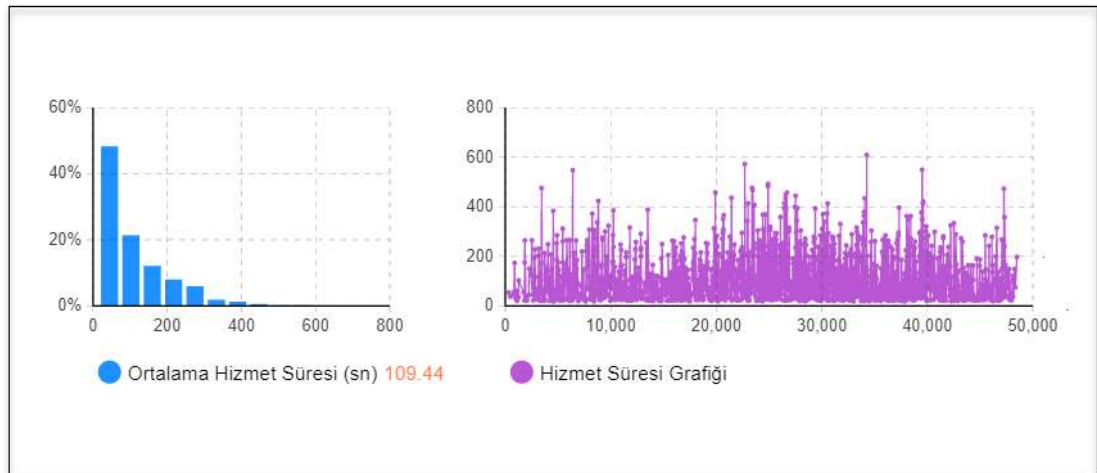
Şekil 27. Üçüncü Senaryo 3D Uygulama Görüntüsü (2 Yazar Kasa- 4 Jetkasa)

5.4.5 Alınan Hizmet Süresine Göre Sonuçların Analizi

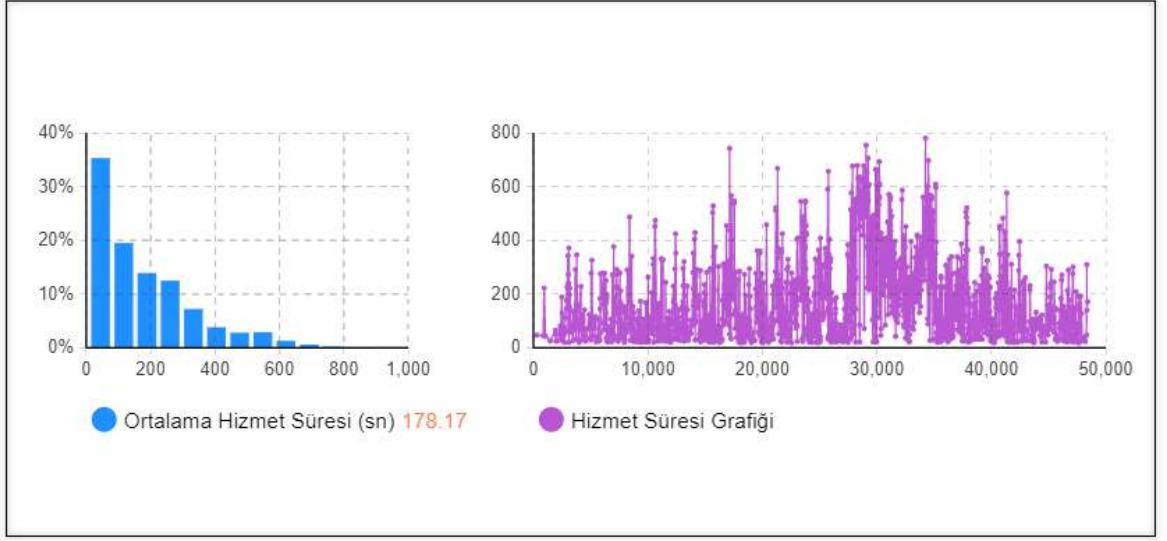
Tüm modellerde gerçek verilerle uyumlu aynı hizmet verileri kullanılmıştır. Hizmet servislerinde üstel dağılım ailesinden olan weibull dağılımı kullanılmıştır. Gerçek verilerde en düşük hizmet alma süresi 4 saniyeyken en yüksek hizmet alma süresi ise 320 saniyedir. Çalıştırılan 4 model hizmet sürelerine göre incelendiğinde en iyi sonuçlar birinci ve üçüncü senaryolardan elde edilmektedir. Aşağıda yer alan şekillerde detaylı grafikler yer almaktadır.



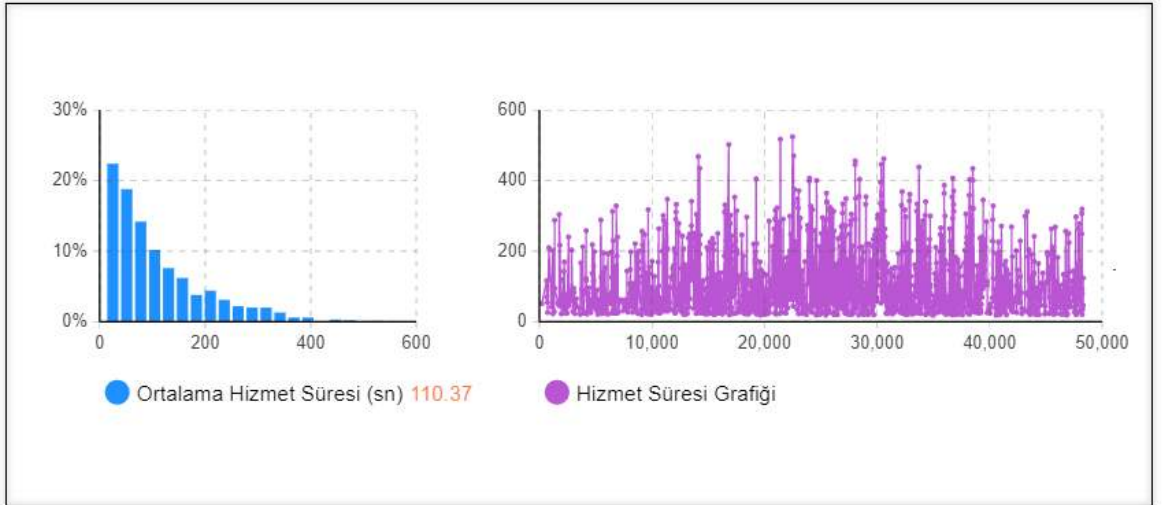
Şekil 28. Mevcut Model Performans Sonuçları (7 Yazar Kasa)



Şekil 29. Birinci Senaryo Performans Sonuçları (2 Yazar Kasa – 5 Jetkasa)



Şekil 30. İkinci Senaryo Performans Sonuçları (2 Yazar Kasa – 3 Jetkasa)



Şekil 31. Üçüncü Senaryo Performans Sonuçları (2 Yazar Kasa – 4 Jetkasa)

En iyi performansın ölçümlendiği üçüncü senaryo 10 kez çalıştırılarak farklı farklı hizmet süreleri elde edildi. Alınan bu değerlerin çıktı analizi yapılarak %95 güven aralığında olup olmadığı kontrol edildi. Tablo 6’da elde edilen sonuçlar yer almaktadır.

Tablo 6 %95 Güven Aralığına Göre Çıktı Analizi

Tekrar No	Hizmet Süresi
1	110,12
2	106,31
3	113,16
4	114,19
5	108,24
6	107,14
7	114,13
8	112,27
9	112,19
10	110,67
Nokta Tahmini	110,84
Örneklem Varyansı	8,09
Örneklem Standart Sapması	2,84
T Value (0,025,9)	2,262
Hata Payı	2,03
Alt Sınır	108,81
Üst Sınır	112,88

5.4.6 Kasa Bazında Ortalama Hizmet Sürelerine Göre Sonuçların Analizi

Kasa bazında ortalama kuyrukta bekleme ve hizmet alma süreleri incelendiğinde ikinci senaryodan en kötü sonuçlar elde edilmiştir. Birinci ve üçüncü senaryolarda sürelerin optimum olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 7 Mevcut Model Özet Hizmet Süreleri (7 Yazar Kasa)

Servis Sağlayıcı	İşlem Tipi	Ortalama Süre(sn)	Toplam Süre(sn)	Min Sure(sn)	Max Süre(sn)
Yazar Kasa 1	Bekleme	82,84	10106,79	0,42	412,31
Yazar Kasa 2	Bekleme	69,77	7326,13	0,63	264,83
Yazar Kasa 3	Bekleme	89,84	8893,68	0,46	352,96
Yazar Kasa 4	Bekleme	107,30	10193,89	0,92	600,00
Yazar Kasa 5	Bekleme	126,86	11417,38	0,94	600,00
Yazar Kasa 6	Bekleme	213,96	28670,19	0,52	600,00
Yazar Kasa 7	Bekleme	197,30	23281,46	1,53	600,00
Yazar Kasa 1	Servis	63,61	19463,66	5,00	293,14
Yazar Kasa 2	Servis	65,91	17202,81	5,00	292,32
Yazar Kasa 3	Servis	67,69	17259,76	5,01	291,64
Yazar Kasa 4	Servis	66,72	14677,98	5,01	298,47
Yazar Kasa 5	Servis	52,88	11844,15	5,09	283,28
Yazar Kasa 6	Servis	69,48	14937,26	5,03	297,58
Yazar Kasa 7	Servis	63,82	11679,64	5,00	279,66

Tablo 8 Birinci Senaryo Özet Hizmet Süreleri (2 Yazar Kasa – 5 Jetkasa)

Servis Sağlayıcı	İşlem Tipi	Ortalama Süre(sn)	Toplam Süre(sn)	Min Sure(sn)	Max Süre(sn)
Yazar Kasa 1	Bekleme	83,16	2328,55	1,33	245,50
Yazar Kasa 2	Bekleme	75,79	2956,00	0,50	224,63
Jetkasa 1	Bekleme	96,60	17483,93	0,86	366,68
Jetkasa 2	Bekleme	79,50	12401,83	0,19	374,58
Jetkasa 3	Bekleme	84,06	8993,95	0,30	379,20
Jetkasa 4	Bekleme	96,45	7041,11	1,14	406,72
Jetkasa 5	Bekleme	78,45	3138,16	0,39	463,13
Yazar Kasa 1	Servis	57,10	7936,68	5,01	268,79
Yazar Kasa 2	Servis	58,28	8159,17	5,08	233,24
Jetkasa 1	Servis	67,75	33741,88	5,00	295,02
Jetkasa 2	Servis	63,05	28310,46	5,00	278,68
Jetkasa 3	Servis	66,31	21151,39	5,01	299,78
Jetkasa 4	Servis	65,55	13633,88	5,04	283,84
Jetkasa 5	Servis	61,05	7265,23	5,00	292,52

Tablo 9 İkinci Senaryo Özet Hizmet Süreleri (2 Yazar Kasa – 3 Jetkasa)

Servis Sağlayıcı	İşlem Tipi	Ortalama Süre(sn)	Toplam Süre(sn)	Min Sure(sn)	Max Süre(sn)
Yazar Kasa 1	Bekleme	102,43	3892,25	2,61	310,92
Yazar Kasa 2	Bekleme	141,99	9513,38	1,49	450,77
Jetkasa 1	Bekleme	178,35	65454,55	0,44	600,00
Jetkasa 2	Bekleme	183,72	60627,74	0,10	600,00
Jetkasa 3	Bekleme	175,65	47425,33	1,28	600,00
Yazar Kasa 1	Servis	66,24	8412,44	5,05	255,09
Yazar Kasa 2	Servis	68,37	9913,67	5,01	296,58
Jetkasa 1	Servis	61,12	36792,57	5,00	299,32
Jetkasa 2	Servis	63,19	32355,06	5,00	294,97
Jetkasa 3	Servis	61,36	26935,82	5,01	283,92

Tablo 10 Üçüncü Senaryo Özet Hizmet Süreleri (2 Yazar Kasa – 4 Jetkasa)

Servis Sağlayıcı	İşlem Tipi	Ortalama Süre(sn)	Toplam Süre(sn)	Min Sure(sn)	Max Süre(sn)
Yazar Kasa 1	Bekleme	80,33	2249,34	1,08	305,76
Yazar Kasa 2	Bekleme	96,23	3560,64	0,29	240,73
Jetkasa 1	Bekleme	99,28	21642,74	0,45	503,02
Jetkasa 2	Bekleme	96,05	16808,59	0,27	382,00
Jetkasa 3	Bekleme	99,89	13684,77	0,09	514,63
Jetkasa 4	Bekleme	81,46	8634,47	0,84	536,27
Yazar Kasa 1	Servis	63,64	7700,27	5,03	291,31
Yazar Kasa 2	Servis	62,41	7176,80	5,19	299,33
Jetkasa 1	Servis	64,89	34198,53	5,00	297,87
Jetkasa 2	Servis	61,62	27790,29	5,04	295,77
Jetkasa 3	Servis	61,58	21061,56	5,02	283,98
Jetkasa 4	Servis	58,76	14454,58	5,01	294,91

5.4.7 Alternatif Senaryolardan Çıkan Sonuçlar ile Mevcut Durumun Karşılaştırılması

Simülasyon uygulamasında gerçek hayatta uygulanan modelin birebir aynısı kurulmuştur. Gerçek hayatta ölçülen süreler ile kurulan modelden alınan süreler birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Gerçeğe çok yakın sonuçların olduğu gözlemlenmiştir.

Çözüm üretmek adına 3 farklı model daha üretilmiştir. Bu modellerin tümünde kasa personeli bağımlılığı olmayan jetkasalara yer verilmiştir. Mevcut model ve üretilen diğer modeller karşılaştırıldığında birinci ve üçüncü senaryolarda hizmet sürelerinin %40'lara varan seviyelerde iyileştiği görülmektedir.

Birinci ve üçüncü senaryolar arasında tek fark jetkasa sayısıdır. İki modelde de yaklaşık süreler oluşmaktadır. Maliyet faktörü de göz önüne alındığında en iyi çözümün üçüncü senaryoda gerçekleştiği görülmektedir.

SONUÇ

Müşterilerin mağazalarda ödeme yaparken uzun süre beklemeleleri, perakende sektöründe karşılaşılan şikayetlerin en başında gelmektedir. Sırada bekleyen müşteri zaman kaybına uğramaktadır. Bu durum müşteri memnuniyetsizliği ve işletme imajı açısından olumsuz etki yaratmaktadır. Alternatif firma sayısının artması ile rekabetin yoğun olarak yaşandığı perakende sektöründe müşteriye hissettirilen hizmet kalitesinin azalması müşteri kaybına neden olmaktadır. Müşteriler ürünlerde yaşadığı sıkıntıyı görmezden gelebiliyorken hizmet noktasında yaşadığı sıkıntılarda firmadan vazgeçebiliyorlar.

Firmanın karlılık oranlarını gösteren geleneksel performans ölçütleri yerini teknolojinin desteği ile sunulan hizmet kalitesinin ölçümlenmesine bırakmıştır. Bu yüzden firmaların yapması gereken müşterilerine değer sunmak ve onlarla uzun süre güvene dayalı ilişkiler kurabilmektir. Bu çalışmanın ana konusu da müşteri memnuniyetini sağlayabilmek için ödeme adımında en hızlı hizmeti sağlamak ve bunu yeni teknolojileri de kullanarak optimum kaynaklarla sunmak oldu. Bunun için kuyruk teoremi ile simülasyon modelleri oluşturuldu. Tek kuyruk ve çoklu kuyruk disiplinleri kullanılarak farklı alternatifler birbirleri ile karşılaştırıldı.

Mevcut model ile birlikte dört modelin simülasyonu Anylogic uygulamasında kurularak sonuçları gözlemlendi. Jetkasa kullanımının hizmet sürelerine olumlu etkisi bu çalışma ile kanıtlandı.

Her bir geleneksel yazar kasanın aktif olarak hizmet verebilmesi için onu kullanan bir kasa personeline ihtiyaç duymaktadır. Bu yüzden geleneksel yazar kasalar tüm gün aktif olarak çalışmamaktadır. Jetkasa, müşterilere kendi başlarına alışveriş ve hizmet imkânı sunduğu için ödeme sistemleri alanında verimli bir çözüm modeli sunmaktadır. Bu çalışmada, simülasyon uygulaması kullanılarak teknolojik dönüşümün hizmet sürelerine olan etkisi ortaya koyulmuştur. Mağazalarda ideal jetkasa sayısı konumlandırıldığında müşteri kuyruğu en az düzeye inmekte ve maliyet anlamında büyük kazançlar elde edilmektedir.

Bu çalışmanın ilerletilmesi durumunda sisteme bazı eklemeler yapılabilir. İlk olarak çalışma belirli bir mağazadan bağımsız duruma getirilebilir. Uygulama

üzerinde her mağaza özelinde değişiklik yapmadan jetkasa ve yazarkasa sayıları parametrik olarak yönetilebilir duruma getirilebilir. Böylelikle uygulamada teknik bir müdahale yapılmadan sadece konumlandırılacak yazar kasa ve jetkasa adetleri girilerek uygulama çalıştırılabilir. Bu durum daha fazla mağazada kolaylıkla analiz yapılabilmesini sağlayacaktır.

İkinci olarak, bu çalışmada jetkasa kullanımını tercih etmeyen müşteri oranı %15 olarak varsayılmıştır. Bu oran teknik bir değişiklik gerektirmeden parametre ekranından yönetilebilir duruma getirilebilir. Böylelikle deneme yapılacak mağazanın bulunduğu konuma ve müşterilerinin yaş ortalamasına göre oran basit bir şekilde değiştirilebilecektir.

Üçüncü olarak, gerçek hayatta oluşabilecek bazı olasılıklar sisteme dahil edilebilir. Yazar kasaların kullanılabilmesi için kasa personeli olmazsa olmazdır. Kasa personelinin işe gelemediği veya geç geldiği, rahatsızlanıp işine devam edemediği durumlar sisteme dahil edilebilir.

Dördüncü olarak, jetkasa, yazar kasa ve üzerlerinde bağlı olan pos cihazlarında donanım sorunları meydana gelebilmektedir. Oluşan bu sorunlar çözülene kadar ilgili terminal kullanılamayabilir. Bu gibi durumların oluşma sıklığına göre bir olasılık belirlenerek sisteme dahil edilebilir. Bu eklemeler ile gerçek hayatta nadirde olsa yaşanabilecek olasılıklar sisteme dahil edilebilir.

KAYNAKÇA

- Aksulu, İ. (2002). *Dünya'da ve Türkiye'de Perakendecilik ve Özel Markalar*. Ikem Ofset.
- Andreas, W. (1999). A short introduction to queueing theory. *Technical University Berlin*.
- Arasta. (1999). Dünyada Perakendecilik Nereye Gidiyor ? *Alışveriş Merkezleri ve Perakendecileri Derneği Dergisi*, 14-20.
- Baş, M., & Göral, S. (2017). Tüketicilerin perakende markalarına bakışı: Kooperatif marka örneği. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi*, 492-514.
- Braun, S. (2015, 05 08). <https://www.lightspeedhq.com:https://www.lightspeedhq.com/blog/the-history-of-retail-a-timeline/#retail>. adresinden alındı
- Çınar, D. (2017). Perakende Markasının Kurumsal İtibar ve Finansal Performans Etkisi: AVM ve Cadde Mağazaları Farklılığının Rolü Üzerine Bir Araştırma. *Doktora Tezi, Beykent Üniversitesi*.
- Diogo, E. (2018). Using Simulation to Improve Checkout Management: a Case Study in a Retail Company. <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/113576> adresinden alındı
- Görbüz, E. (2019). Perakendeci markalı ürünlerin tüketicilerin tutum ve sadakatine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi*.
- Halaç, O. (2001). *Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması)*. Bursa: Alfa Kitabevi.
- Mersin, S. (2022, Eylül). *Perakende Ticaret*. <https://turkrating.com/:extension://bfdogplmndidlpjfhiojckpakkdjkkil/pdf/viewer.html?file=https%3A%2F%2Fturkrating.com%2Ffiles%2Fuploads%2Fperakende-ticaret-sektoru-eylul-2022-1436.pdf> adresinden alındı

- Rao, S. (1984). S. Rao içinde, *Optimization Theory and Applications* (s. 550). Newyork.
- Savaşçı, İ. (2002). *Tüketicinin Perakendeci Marka Tercihleri: İzmir Hipermarketleri Kapsamında Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi.
- Silverstein, M., & Hirschohn, L. (1994). *Exposing the five myths of private label brands*.
- Stigler, S. M. (1982). *Poisson on the Poisson Distribution*”, *Statistics and Probability*.
- Tek, Ö. B. (1984). *Perakende Pazarlama Yönetimi*. İzmir: Üçel Yayımcılık Dağıtımçılık.
- Tekin, B. (2011). Sistemde Geçirilen Süre Açısından Kamu ve Özel Hastane Performanslarının Karşılaştırılması.
- Tekin, B. (2011:30). Sistemde Geçirilen Süre Açısından Kamu ve Özel Hastane Performanslarının Karşılaştırılması: *Yüksek Lisans Tezi*. Çankırı, Çankırı: Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- TOMASZ , A., RAFAL, W., & JACEK, Z. (2020). Data-driven simulation modeling of the checkout process in supermarkets: Insights for decision support in retail operations. doi:10.1109/ACCESS.2020.3045919
- XING , W., LI, S., & HE, L. (2015). Simulation Model of Supermarket Queuing System. *Proceedings of the 34th Chinese Control Conference*. doi:10.1109/ChiCC.2015.7261032