

**T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI**

**ENGELSİZ AKILLI ULAŞIM MODELİ: İZMİR İLİ İÇİN BİR
UYGULAMA**

Nur ERDEM

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Özlem UZUN ARAZ**



MANİSA 2022

**Nur
ERDEM**

ENGELSİZ AKILLI ULAŞIM MODELİ: İZMİR İLİ İÇİN BİR UYGULAMA

2022

TAAHHÜTNAME

Bu tezin Manisa Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Nur ERDEM



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	I
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	III
ŞEKİLLER DİZİNİ	IV
TABLO DİZİNİ	V
TEŞEKKÜR	VII
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	5
2.1. Tezin Amacı	12
3. YÖNTEMLER	13
3.1. Yalın Üretim	13
3.2. Veri Madenciliği	14
3.3. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP).....	17
3.4. Simülasyon ile Modelleme	18
4. ENGELSİZ ULAŞIM İÇİN YATIRIM PLANI UYGULAMASI	22
4.1. Mevcut Durum Analizi	22
4.1.1. Ulaşım Süreci Mevcut Durum İş Akış Şeması.....	22
4.1.2. Ulaşım Süreci Değer Akış Haritası	24
4.2. Yatırımların Yapılacağı Otobüs Hattı ve Durakların Belirlenmesi.....	26
4.2.1. Problemin Tanımlanması.....	27
4.2.2. Veri Seti Oluşturma	29
4.2.3. Veri Ön İşleme ve Temizleme.....	30
4.2.4. Veri Dönüştürme	30
4.2.5. Model Kurma.....	33
4.2.5.1. Modelin Kurulması	33
4.2.5.2. Çözüm Algoritmasının Belirlenmesi	34
4.2.6. Model Sonucunun Değerlendirilmesi	36
4.2.7. Yatırım Kararlarının Verilmesi.....	36
4.3. Toplu Ulaşım Sürecinin Simülasyon Modeli ile Analizi	42
4.3.1. Otobüs Hatlarının Modellenmesi.....	49
4.3.2. Otobüs Rota Planlaması.....	52
4.3.3. Yolcu Gelişlerinin Modellenmesi.....	52
4.3.4. Engelli Yolcuların Ulaşım Süreçlerinin Analizi.....	54
4.3.5. Ulaşım Süreci Akışının Simülasyon Programında Modellenmesi	58
4.3.6. Simülasyon Modeli Replikasyon Sayısının Belirlenmesi	59
4.3.7. Model Doğruluğunun ve Geçerliliğinin Kontrolü	60
4.4. Planlanan Yatırımların Model Üzerinde Analizi.....	61
4.4.1. Planlanan Yatırımların Ulaşım Sürecine Etkisinin İncelenmesi	61
4.4.2. Simülasyon Uygulamasında Deney Tasarımı.....	67
4.4.2.1. Problemin Tanımlanması	68
4.4.2.2. Faktörlerin ve Faktör Seviyelerinin Belirlenmesi.....	68
4.4.2.3. Çıktı Değişkeninin Belirlenmesi.....	69
4.4.2.4. Deney Tasarımının Seçilmesi	69
4.4.2.5. Deneyin Yapılması.....	69

4.4.2.6. Deney Verilerinin İstatistiksel Analizi.....	71
4.4.2.7. Analiz Sonuçları.....	74
5. ARAŞTIRMA BULGULARI	76
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	86
KAYNAKLAR	89
EKLER.....	94
ÖZGEÇMİŞ	146



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Abe	Akıllı bilgilendirme ekranı
AHP	Analitik hiyerarşi prosesi
Anova	Varyans analizi
Dhs	Dış hoparlör sistemi
dk	Dakika
ESHOT	Elektrik, su, havagazı, otobüs, trolleybüs
Kart id	Karta tanımlı kod
km	Kilometre
Oto Abe	Otobüs içerisine yerleştirilen akıllı bilgilendirme ekranı
s	Saniye
SSB	Kümeler arası varyans
SSW	Küme içi varyans
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Bir sürecin genel modeli	20
Şekil 4.1. Engelli yolcu ulaşım süreci mevcut durum iş akış şeması	23
Şekil 4.2. İsrâf çeşitlerine göre kullanılacak yalın üretim araçları	24
Şekil 4.3. Engelli yolcu ulaşım süreci değer akış haritası	25
Şekil 4.4. Yatırım planlaması iş akışı	27
Şekil 4.5. Duraklara yerleştirilecek akıllı bilgilendirme ekranı	28
Şekil 4.6. Otobüs içi akıllı bilgilendirme sistemi	28
Şekil 4.7. Genel hiyerarşi yapısı	37
Şekil 4.8. Yatırım atama algoritması	40
Şekil 4.9. İzmir ulaşım haritası	43
Şekil 4.10. 304 nolu hat güzergah haritası	45
Şekil 4.11. 72 nolu hat güzergah haritası	47
Şekil 4.12. Zaman dilimi modellemesi	49
Şekil 4.13. 304 numaralı hat gelişler arası süre	50
Şekil 4.14. Create bloğu ile 304 numaralı otobüs geliş modellemesi	51
Şekil 4.15. Schedule ile kapasite planlama	51
Şekil 4.16. Planlanan durakların modellenmesi	52
Şekil 4.17. Durak modellemesi	53
Şekil 4.18. Stokastik yolcu geliş verileri	54
Şekil 4.19. Görme engelli yolcu mevcut ulaşım süreci	55
Şekil 4.20. İşitme engelli yolcu mevcut ulaşım süreci	56
Şekil 4.21. Ulaşım simülasyonu döngü modellemesi	58
Şekil 4.22. Dış hoparlör sistemi yatırımının uygulanması sonrası süreç akışı ...	63
Şekil 4.23. Akıllı bilgilendirme ekranı yatırımının uygulanması sonrası süreç akışı	65
Şekil 4.24. Deney tasarımının aşamaları	67
Şekil 4.25. 304 numaralı hat için oluşturulan yatırım analiz düzeneği	71
Şekil 4.26. 72 numaralı hat için oluşturulan yatırım analiz düzeneği	71
Şekil 5.1. Yatırım adetlerinin dağılımı	76
Şekil 5.2. Otobüs hattı talep grafiği	77
Şekil 5.3. 304 numaralı hat 10 replikasyon boyunca sonuç değerleri	79
Şekil 5.4. 72 numaralı hat 10 replikasyon boyunca sonuç değerleri	80
Şekil 5.5. 304 numaralı hat yatırım senaryolarının karşılaştırılması	80
Şekil 5.6. 72 numaralı hat yatırım senaryolarının karşılaştırılması	81

TABLO DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Literatür araştırması özet tablo	8
Tablo 2.2. Literatür araştırması özet tablo devamı	9
Tablo 2.3. Literatür araştırması özet tablo devamı	10
Tablo 3.1. Önem değerleri tablosu	17
Tablo 4.1. Veri deposundan alınan veri dosyasının ilk hali	29
Tablo 4.2. Veri setinden elde edilen öznelilikler ve açıklamaları.....	29
Tablo 4.3. Otobüs yatırımları için dönüştürülmüş veri matrisi	32
Tablo 4.4. Duraklara yapılacak akıllı bilgilendirme ekranı yatırımı için dönüştürülmüş veri matrisi.....	32
Tablo 4.5. Modellerde kullanılan nitelikler ve açıklamaları	33
Tablo 4.6. Normalize edilmiş veri tablosu	34
Tablo 4.7. A, B, C sınıflarına ait nitelikler	35
Tablo 4.8. A, B, C sınıflarına ait nitelikler devamı	36
Tablo 4.9. Modellerin SSW-SSB değerleri	36
Tablo 4.10. Standart tercih tablosu	37
Tablo 4.11. Nitelik karşılaştırma matrisi ve ağırlık değerleri	38
Tablo 4.12. Kümeler arasında ABC sınıflandırması	39
Tablo 4.13. Günler arasında A sınıfına seçilen hatların benzerlik oranı	39
Tablo 4.14. Sefere çıkan günlük araç adedi verisi	40
Tablo 4.15. A-B-C sınıflarındaki hat, araç ve durak adetleri	41
Tablo 4.16. İzmir ili ulaşım bölgeleri	43
Tablo 4.17. Güney Buca bölgesi otobüs binış oranları	44
Tablo 4.18. 304 Numaralı hat durak tablosu.....	45
Tablo 4.19. 304 Numaralı hat durak tablosu devamı	46
Tablo 4.20. 72 numaralı hat durak tablosu	47
Tablo 4.21. 72 numaralı hat durak tablosu devamı.....	48
Tablo 4.22. Zaman dilimi tablosu	49
Tablo 4.23. 304 numaralı hat araç geliş sıklıkları	49
Tablo 4.24. Engel türüne göre binış oranları	53
Tablo 4.25. Mevcut durum sistem süreleri	57
Tablo 4.26. Görme engelli yolcu yürüme işi adımları	57
Tablo 4.27. “Otobüslerin günlük sefer sayısı” sonuç değerine göre t testi	60
Tablo 4.28. “Sisteme giriş yapan yolcu sayısı” sonuç değerine göre t testi.....	61
Tablo 4.29. Dış hoparlör sistemi uygulaması sonrası süreler	63
Tablo 4.30. Duraklara akıllı bilgilendirme ekranı yerleştirilmesi sonrası süreler	66
Tablo 4.31. Otobüs içi akıllı bilgilendirme sistemi yerleştirilmesi sonrası süreler	66
Tablo 4.32. Yatırım senaryoları ve açıklamaları	70
Tablo 4.33. Deney tasarımı	71
Tablo 4.34. 304 numaralı hat modeli senaryolarının güven aralığı değerleri	72
Tablo 4.35. 72 numaralı hat modeli senaryolarının güven aralığı değerleri	72
Tablo 4.36. 304 numaralı hat “ortalama otobüs sefer süresi” sonuç değerine göre senaryo gruplama tablosu	73
Tablo 4.37. 304 numaralı hat "ortalama yolculuk süresi" sonuç değerine göre senaryo gruplama tablosu	73

Tablo 4.38. 72 numaralı hat “ortalama otobüs sefer süresi” sonuç değerine göre senaryo gruplama tablosu	74
Tablo 4.39. 72 numaralı hat "ortalama yolculuk süresi" sonuç değerine göre senaryo gruplama tablosu	74
Tablo 5.1. A-B-C sınıflarına ait nesne adetleri	76
Tablo 5.2. Senaryo sonuç değerleri.....	81
Tablo 5.3. Senaryo iyileşme oranları	82
Tablo 5.4. İzmir geneli günlük süre kazancı tablosu	84
Tablo 6.1. Dış hoparlör sistemi için belirlenen otobüs hatları tablosu	94
Tablo 6.2. Akıllı bilgilendirme sistemi için belirlenen otobüs hatları tablosu....	95
Tablo 6.3. Akıllı bilgilendirme sistemi için belirlenen otobüs durakları tablosu	98



TEŞEKKÜR

Çalıőmam boyunca bilgi ve birikimleri ile bana yardımcı olan ve yol gösteren danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Özlem UZUN ARAZ'a, lisans ve lisansüstü öğrenim hayatımda ders aldığım tüm hocalarıma teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Bu tez çalışmasında kullanılan verileri paylaşan ESHOT Genel Müdürlüğü'ne yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca maddi ve manevi olarak yanımda olan değerli aileme teşekkür ederim.

Nur ERDEM
Manisa, 2022



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Engelsiz Akıllı Ulaşım Modeli: İzmir İli İçin Bir Uygulama

Nur ERDEM

Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Özlem UZUN ARAZ

Akıllı şehir, son zamanlarda önemi gittikçe artan bir yaklaşım olarak, hem ülkemizde hem de dünyada ön plana çıkmaktadır. Belediyeler ve çeşitli kamu kurumları, tüm insanlara daha iyi yaşam alanları oluşturmak amacıyla, akıllı şehir uygulamalarından faydalanmaktadır. Kamu kurumları, toplumda sosyal eşitlik sağlayabilmek amacıyla, öncelikli olarak engelli bireylere yönelik olarak projeler gerçekleştirmektedir. Bu çalışmada, İzmir ili içerisinde toplu taşıma hizmeti veren belediye otobüslerinin engelli bireylere verdiği ulaşım hizmetinin iyileştirilmesine, engelli bireylerin ulaşım imkânlarının ve konforlarının artırılmasına yönelik yapılabilecek uygulamalar araştırılmıştır. Engelli bireylerin ulaşım süreçleri, yalnız üretim yöntemlerinden faydalanılarak analiz edilmiş ve süreçteki israflar tespit edilerek, yatırım gerektiren uygulamalar belirlenmiştir. İsrafın önlenmesi için gerekli görülen yatırımlar, ESHOT Genel Müdürlüğü tarafından adet olarak sınırlandırılmıştır. Bu yatırımların, hangi otobüs hatlarına ve hangi duraklara yapılması gerektiği; akıllı şehir uygulamalarından, veri madenciliği yönteminden ve simülasyon uygulamasından faydalanılarak araştırılmıştır. Akıllı kartlardan alınan yolcu binış verileri, veri madenciliği tekniği ile analiz edilerek engelli yolcuların kullandığı duraklar ve otobüs hatları, üç sınıfa ayrılmıştır. Sınırlı yatırım adetleri doğrultusunda, yatırımın yapılacağı otobüs hatları ve duraklar için, bu sınıfların niteliklerine göre yatırım atama işlemi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu yatırımların fayda analizini gerçekleştirmek amacıyla, ulaşım modelinin mevcut durumu, belirlenen pilot bölge baz alınarak, simülasyon uygulaması ile modellenmiştir. Belirlenen yatırımlar için alternatif senaryolar oluşturularak, bu senaryoların simülasyon modeli üzerinde deneyleri gerçekleştirilmiş ve istatistiksel yöntemlerle karşılaştırması yapılmıştır. Son olarak, analiz sonuçlarına göre yatırım uygulaması önerisinde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Şehir, Engelsiz Ulaşım, Endüstri 4.0, Simülasyon, Veri Madenciliği.

2022, 158 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

A Barrier-Free Intelligent Transportation Model: An Application for İzmir Province

Nur ERDEM

**Manisa Celal Bayar University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Industrial Engineering**

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Özlem UZUN ARAZ

Smart city has come to the fore as an approach that has recently gained importance in our country and in the world. Municipalities and various public institutions benefit from smart city applications to create better living spaces for all people. In order to provide social equality in the society, public institutions carry out projects primarily for disabled individuals. In this study, the applications that can be made to increase the transportation opportunities and comfort provided by the public transportation buses for the disabled people in Izmir province have been investigated. The transportation processes of the disabled individuals have been analyzed by using lean production methods and the applications requiring investment have been determined by identifying the wastes in the process. Investments that are considered necessary to prevent wastes have been limited in quantity by ESHOT General Management. These investments that shall be implemented on which bus lines and which bus stops have been researched by using smart city applications, data mining method and simulation application. The data obtained from the smart cards have been analyzed by data mining methods and the bus lines and stops used by the disabled passengers have been divided into three different classes by predetermined qualifications. The location and lines where the investment will be made are assigned according to the qualifications of these classes by considering the planned investment numbers. The current state of the transportation model has been modelled by simulation application based on the determined pilot region to perform the benefit analysis of the present investments. Alternative scenarios have been created for the determined investments, and these scenarios have been tested on the simulation model and compared with the statistical methods. Finally, investment application suggestions have been made according to analysis results.

Keywords: Smart City, Barrier-Free Transportation, Industry 4.0, Simulation, Data Mining.

2022, 158 pages

1. GİRİŞ

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yapılan tanımlamaya göre akıllı şehir; paydaşlar arası iş birliği ile hayata geçirilen, yeni teknolojileri ve yenilikçi yaklaşımları kullanan, veri ve uzmanlığa dayalı olarak gerekçelendirilen ve gelecekteki problem ve ihtiyaçları öngörerek hayata değer katan çözümler üreten, daha yaşanabilir ve sürdürülebilir bir şehir anlamına gelmektedir [1]. Akıllı şehir, günümüzde, önemi gittikçe artan bir tanım olarak ön plana çıkmaktadır. Hayata değer katan şehirler inşa etmek ve daha iyi yaşam alanları oluşturmak için akıllı şehir konulu çalışmalar hız kazanmıştır. Kentlerde yapılan bu çalışmalar ile sosyal yaşamın sunduğu fırsat ve olanaklar da gelişmektedir. İnsanların tümü, bu olanak ve fırsatlardan aynı derecede faydalanma hakkına sahiptir ve sosyal yapı içinde gelişerek varlıklarını devam ettirmelidir. Bireylerin sosyal hayata katılımı; sosyal alana ulaşımı ve sosyal alanı kullanımı ile yakından ilgilidir. Çivici ve Gönen, yaptıkları çalışmada, engelli bireylerin, engelsiz bireylerle eşit şartlarda yaşamlarını sürdürebilmesinin, kurulu çevrenin herkes için ulaşılabilir olmasına bağlı olduğunu belirtmiştir [2]. Engele sahip kişilerin, sosyal hayatta rolünü alması, sınırlarının genişletilmesi ve hayatlarını engel olmadan devam ettirebilmeleri; erişilebilir çevre şartlarının sunulabileceği tasarım, planlama ve engeli bulunan kişilerin ihtiyaçlarının sürekli dikkate alındığı uygulamalar ile mümkündür; fakat karşısına çıkan engelleri aşamayan ve bu sebeplerle sosyal hayat içerisinde yerini belirleyemeyen, engele sahip kişilerin sayısı çok yüksektir. Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü, yayınladığı bültende, Türkiye genelinde en son 2011 yılında yapılan nüfus ve konut araştırmasına göre nüfusun %6,9'unun engelli olduğunu bildirmiştir [3].

Erişebilirlik, ayrımcılığı kapsayan, ayrımcılık kadar sorunlu, insan hakları alanlarından biridir ve son zamanlarda uluslararası örgütlerin çalışmalarında, insan hakları yazınında sıklıkla yer almaktadır. [4]. Doğal fiziksel alanlar, insan yapımı alanlar; kültürel, sosyal, ekonomik çevreye erişebilme, bu çevrelerde verilen hizmetlerden faydalanma ve katkıda bulunma imkânlarına sahip olmayı ifade eden erişebilirlik kavramı, tüm hakların kullanımında önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Engelli bireylerin erişebilirlik olanakları, geliştirilmeye açık ve çokça tartışılan çalışma konularından biridir.

Kamu kurumlarının en önemli sorumluluklarından biri de; kaynakların verimli kullanılarak, engelli bireyler gibi dezavantajlı gruplara yönelik daha fazla proje gerçekleştirmeleridir. Hem sosyal ortamlarda hem de çalışma hayatında engelli bireylerin kendilerini gösterebilmesi ve bu ortamlara erişim imkânlarının artırılması için engellilerin ulaşım olanaklarına yönelik yapılacak projeler büyük önem taşımaktadır. Bu projelere ayrılan kaynakların verimli kullanılması, elde edilen faydanın büyüklüğünü de artıracaktır. Projenin doğru yönetilmesi, analizlerin uygun yöntemlerle gerçekleştirilmesi, gerekli mühendislik uygulamalarının kullanılması, gerçekleştirilen yatırımlar neticesinde istenen faydanın elde edilmesi için oldukça önemlidir [5].

Son zamanlarda, kamu sektöründe akıllı şehir projelerinin artmasıyla birlikte, veri toplama aracı olarak Endüstri 4.0 teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Toplu ulaşım hizmeti veren kamuya ait firmalar, önceki zamanlara ait yolcu talep verilerini, geleneksel gözlem verileri yerine artık akıllı kartlardan elde etmektedirler.

Bu tez çalışmasında, İzmir Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı olarak toplu taşımacılık hizmeti veren ESHOT Genel Müdürlüğü ile iş birliği sağlanmıştır. Belirtilen kamu kurumu; İzmir ilinde yaşamını süren engelli bireylerin, belediyeye ait olarak toplu ulaşım hizmeti veren otobüs araçları ile gerçekleştirdikleri ulaşım sürelerini kısaltmaya, ulaşım konforlarını ve ulaşım olanaklarını artırmaya yönelik yatırımlar yapmayı amaçlamıştır. Yapılan çalışmada; mevcut durum analiz edilerek, tespit edilen israfların giderilmesi için çeşitli yatırımlar planlanmıştır. Kamu kaynaklarının etkin kullanılması, yapılacak yatırımlardan sağlanacak faydanın artırılması ve yüksek verim alınması amacıyla çeşitli mühendislik yöntemlerinden faydalanılarak kamu kuruluşuna destek verilmiştir.

Yatırımların uygulanacağı araç ve durak yerlerinin belirlenmesi amacıyla ilk olarak veri madenciliği yöntemi kullanılarak, en fazla sayıda engelli yolcunun yararlanacağı durak ve otobüs hatları belirlenmiştir. Sonraki adımda ise yatırımların, seçilen otobüs hattı ve duraklara uygulanması durumunda getireceği faydanın analiz edilmesi için simülasyon ile modelleme ve deney tasarımı çalışması yapılmıştır, yatırımların birbirleriyle karşılaştırılması için varyans analizi yöntemi uygulanmıştır.

Çalışmada, yalın üretim yöntemleri ve Endüstri 4.0 teknolojileri birbirini destekler nitelikte kullanılmıştır. Mevcut durum; değer akış haritalama, israf analizi ve veri madenciliği yöntemleriyle analiz edilmiştir. Mevcut sistem simülasyon programında modellenmiştir. Oluşturulan simülasyon modeli üzerinde, planlanan yatırımların uygulanması durumundaki iyileştirilmiş yeni durum incelenmiş ve analizler sonucunda iyileştirilmiş son model kararlaştırılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde; akıllı şehir uygulamalarının, engellilerin erişebilirliğini ve yaşam konforunu artırmaya yönelik çalışmaların, lojistik sektöründeki Endüstri 4.0 ve yalın üretim uygulamalarının, Endüstri 4.0 ve yalın üretim entegrasyonunun konu alındığı çalışmaları kapsayan bir literatür taraması yapılmıştır.

Üçüncü bölümde, bu çalışmada kullanılan; veri toplama ve işleme araçları, yalın üretim yöntemleri, veri madenciliği ve simülasyon yöntemleri anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde, toplu taşıma otobüsleri ile engelli bireylere yönelik verilen ulaştırma hizmetinin iyileştirilmesi amacıyla, mevcut durum analiz edildikten sonra çeşitli yatırımlar planlanmış ve bu yatırımlar analiz edilerek yeni ulaşım modeli önerisinde bulunulmuştur.

Çalışmanın dördüncü bölümü olan uygulama aşaması, dört ana kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda, İzmir ili sınırlarında şehir içi toplu taşıma otobüsü kullanan engelli yolcuların mevcut durumdaki ulaşım süreci incelenmiştir. Sürecin değer akış haritası, iş akış haritası oluşturularak israflar tespit edilmiştir. İkinci kısımda, engelli yolcuların akıllı kartlarından alınan büyük boyutlu biniş verileri veri madenciliği yöntemiyle ayıklanarak analiz edilmiştir. Xlstat veri madenciliği programı kullanılarak model oluşturulmuştur. Bu modelden faydalanılarak, otobüs hatları ve otobüs durakları için ABC sınıflandırması gerçekleştirilmiştir. Yatırımların yapılacağı otobüs hattı ve durak yerlerinin belirlenmesi için, “yatırım atama algoritması” oluşturularak ön karar adımı tamamlanmıştır. Üçüncü kısımda, pilot bölge ve pilot hatlar belirlenerek mevcut ulaşım modeli simülasyon programında modellenmiştir. Dördüncü kısımda, farklı yatırım senaryoları için simülasyon programında deney tasarlanarak fayda analizi yapılmış ve senaryolar arasındaki fark istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Çalışmanın beşinci bölümünde; yapılan analizler yorumlanarak, engelli bireylerin ulaşım süreçlerini kolaylaştıracak yeni bir uygulama önerisinde bulunulmuştur.



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu tez çalışmasında, engelli bireylerin toplu ulaşım ile erişebilirlik imkânlarını kolaylaştırmak amacıyla akıllı şehir uygulamalarından faydalanılarak, yalın bakış açısıyla Endüstri 4.0 yöntemleri kullanılmıştır. Bu sebeple literatür araştırması; “akıllı şehir uygulamaları”, “engellilerin erişebilirliğini ve yaşam konforunu artırmaya yönelik çalışmalar”, “lojistik sektöründeki Endüstri 4.0 ve yalın üretim uygulamaları”, “Endüstri 4.0 ve yalın üretim entegrasyonu”, olarak 4 kısma ayrılarak yapılmıştır.

Akıllı şehir uygulamaları konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde; Hanandeh ve Abbasi'nin, atıkla ilgili kuruluşların, yönetim sistemlerini daha iyi tasarlamasına ve çalıştırmasına yardımcı olacak, doğru tahmin mekanizmasını oluşturmayı hedeflediği görülmüştür [6]. Bunun için çeşitli Endüstri 4.0 teknolojileri ve yöntemlerini denemiş ve sonucunda yapay zeka modellerinin iyi tahmin performansına sahip olduğunu ve belediye katı atık tahmin modellerini oluşturmak için başarıyla uygulanabileceğini göstermiştir. Badii vd., şehir garajlarındaki mevcut park yeri sayısını tahmin etmek için birtakım teknikler sunmuş ve Floransa bölgesindeki bazı garajlarda uygulamasını yapmıştır [7]. You ve Yang, kentsel genişlemeye etki eden faktörleri veri madenciliği yöntemini kullanarak değerlendirmiştir [8]. Chen vd., coğrafi ve hava durumu bilgilerini kullanarak, toplu taşımadaki yolcu sayısını tahmin etmek ve yolcuların biniş tercihlerini tahminlemek amacıyla veri madenciliği çalışması yapmıştır [9]. Zhuang vd., belirli adetteki trafik kamerasını doğru noktalara yerleştirip kentteki araç sayısını en doğru tahminleyecek modeli oluşturmak için makine öğrenmesi ve veri madenciliği yöntemlerini kullanmıştır [10]. Gomed, akıllı şehirlerde eğitimi geliştirmeye fayda sağlayacak hesaplamalı bir yapay zeka kullanımını önermiştir [11]. Öğrenciler hakkındaki bilgileri değerlendirmek için veri madenciliği yöntemini uygulamıştır. Belhajem, Endüstri 4.0 teknolojilerine dayalı yöntemler kullanarak trafik, ulaşım, konumlandırma gibi konularda akıllı şehir uygulamalarıyla ilgili önerilerde bulunmuşlardır [12].

Engellilerin erişebilirliği ve yaşam konforunu arttırmak amacıyla yapılmış çalışmalara baktığımızda ulaşım konusuna ağırlık verildiği görülmektedir. Sollvol ve Hanssen, ulaşım kalitesinin, insanların refahı üzerindeki etkisini incelemiş ve

ulaşımda iyileştirme yapılmasına zemin hazırlamak amacıyla engellilerin ve yaşlıların ulaşım memnuniyetleri üzerine sayısal veriler toplayarak, cinsiyet farklılıklarını gözeten bir analiz yapmıştır [13]. Erten ve Aktel, engelsiz kent yaklaşımının değerlendirmesini yapmış ve engelli bireyin kentle olan ilişkisi ortaya koyarak, dünyada ve Türkiye’de engelsiz kent deneyimlerini örneklerle açıklamıştır [14]. Saplıoğlu ve Ünal, yolculuk yapan engelli bireylere anket yaparak, anket sonuçlarına göre engelli bireylerin kullandıkları yollarda mutlaka olması gereken durumları önceliklendirmiştir. Gelecek zamanda, kavşak sistemleri ve akıllı ulaşım sistemleri ile oluşturulabilecek, yürüme engeli bulunan kişiler için biçim olarak uygun, rahat ve güvenli olarak kullanabilecek yol güzergâhlarının hangilerinin öncelikli olarak seçilmesi gerektiğini araştırmıştır [15]. Emberger vd., Viyana’ da görme engellilere ulaşımda kolaylık sağlamak için kullanılan görsel ve dokunsal rehberlik sisteminin iyi ve kötü yanları ortaya koyarak, ulaşım imkânlarının hareket engelli kişiler açısından değerlendirmesini yapmıştır [16]. Mevcut sistemlerin diğer şehir ve ülkelere yol gösterici olması amaçlanmıştır. Waara, engellilerin ve yaşlıların toplu taşıma ulaşımlarını planlamak için ulaşım ihtiyaçları hakkında bilgi toplayarak değerlendirmesini yapmıştır [17]. Topsakal, geçmişte yapılan çalışmaları inceleyerek, Türkiye turizminin Endüstri 4.0 teknolojilerinden faydalanarak engelsiz hizmet sağlayabilmesi için tavsiyelerde bulunmuş ve akıllı turizm kapsamında engelli dostu mobil hizmetleri araştırmıştır [18]. Isa vd., Malezya ülkesindeki tren istasyonlarının uygunluğunu engelliler açısından değerlendirerek tasarım önerilerinde bulunmuştur [19]. Hakverdi; engellilere özel duraklar oluşturularak Endüstri 4.0 teknolojileri aracılığıyla durakta bulunan engellilerin kamera sistemiyle algılanması ve engellilere uygun otobüslerin yönlendirilmesini amaçlayan bir sistem önerisinde bulunmuştur ancak bu sistemin çok maliyetli olmasından dolayı uygulamaya alınmasının zor olduğunu belirtmiştir [20].

Lojistik alanında Endüstri 4.0’ a geçiş ve yapılabilecek Endüstri 4.0 uygulamalarıyla ilgili literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Güzelci, ulaşım hatlarını kullanan yolculara ait çeşitli veriler elde ederek, kişiye özel iyileştirilmiş ulaşım tavsiyelerinde bulunan bir modelin kavramsal altyapısını kurgulamıştır [21]. Yeni bir algoritma geliştirmemiştir, çalışmasını bir yaklaşım önerisi olarak tamamlamıştır. Wang, kavramsal olarak Lojistik 4.0’ın ne olduğunu ve bu alanda yer alan teknolojilerin nasıl uygulanabileceğini araştırmıştır [22]. Zheng ve Ren, dijital

lojistik ekipmanları sistemi oluşturmuştur ve bu sistemi değerlendirmek amacıyla analitik yöntemlerden olan analitik hiyerarşi prosesi ve gri korelasyon derecesini kullanmıştır [23]. Göçmen ve Erol, lojistik sektöründe hizmet veren bir kurumun, Endüstri 4.0' a geçiş sürecini anlatmıştır [24]. Çelebi ve İmre, akıllı ulaşım sistemlerini araştırarak literatür taraması yapmış ve bu sistemleri gruplandırarak, faydalanılan kaynakların ve verinin analizini yapmıştır [25]. Heilig vd., kentlerdeki trafiğin meydana getirdiği çevre kirliliği sorununun çözülmesi için iot teknolojisi tabanlı karar destek sistemi önererek optimizasyonun ve dijitalleşmenin çevresel konulardaki önemini ifade etmiştir [26]. Micieta vd., akıllı lojistik sistemlerinin tasarımının gerçekleştirildiği bir model anlatmıştır [27]. Özdemir ve Özgüner, Endüstri 4.0'ın lojistik sektörüne olan etkisini araştırmıştır [28].

Literatüre bakıldığında, lojistik sektörünün yalın bakış açısıyla incelendiği, yalın uygulamaların anlatıldığı kaynak sayısı azdır. Yangınlar ve Nurgün, yalın lojistik ve yalın yönetim kavramlarını inceleyerek lojistik faaliyetlerindeki yalın uygulamaları anlatmıştır [29]. Konur, lojistik sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın yalın performans ve yönetim araçlarının ölçümü için yalın olgunluk düzeyini belirleyecek bir model tasarlamıştır [30]. Jones vd., yalın lojistik kavramını, uygulamada esas alınması gereken noktaları açıklamış ve yalın lojistik yaklaşımına dağıtım sektöründen bir örnek vermiştir [31].

Endüstri 4.0 teknolojileri ve yalın üretim yöntemlerinin bir arada kullanıldığı uygulamaların, bu iki kavramın ilişkisinin ve birlikte kullanımının gerekliliğinin anlatıldığı çalışmalar literatürde tarandığında çok sayıda kaynak bulunmadığı görülmektedir. Micieta vd., bir montaj hattında yalın üretim yöntemleri kullanarak akıllı aktarma sistemi tasarım önerisinde bulunmuştur [32]. Topsakal vd., turizm sektörünün Endüstri 4.0'a adaptasyonunu ölçmek için yalın üretim yöntemlerinden faydalanarak literatüre yalın ve Endüstri 4.0 entegrasyonunu örnekleyen bir uygulama bırakmıştır [33]. Yıldız ve Uğur, Sanders vd., Şahin vd., Endüstri 4.0 ve yalın entegrasyonunu kavramsal olarak incelemiş, Endüstri 4.0 teknolojileri ve yalın tekniklerin birbirleriyle etkileşimini analiz etmiş ve bu iki kavramın birbirine fayda sağlayacak şekilde çeşitli uygulamalarda kullanılması için literatüre yararlı kaynaklar bırakmışlardır [34, 35, 36].

Literatür araştırması, özetlenmiş olarak aşağıdaki tablolarda görülmektedir.

Tablo 2.1. Literatür araştırması özet tablo

Sıra no	Yazar	Çalışma Başlığı	Çalışma Konusu
6	Abbasi, M., El Hanandeh A.	Forecasting municipal solid waste generation using artificial intelligence modelling approaches	Endüstri 4.0 tekniklerinden yapay zeka yöntemini kullanarak, belediyeler için katı atık tahmin modeli oluşturulması
7	Badii, C., Nesi, P., Paoli, I	Predicting available parking slots on critical and regular services by exploiting a range of open data	Endüstri 4.0 tekniklerinden faydalanarak şehir garajlarındaki boş park yeri sayısının tahminlenmesi
8	You, H., Yang, X	Urban expansion in 30 megacities of China: categorizing the driving force profiles to inform the urbanization policy	Veri madenciliği yöntemi ile kentsel genişlemeye etki eden faktörlerin belirlenmesi
9	Zhang, N., Chen, H., Chen, X., Chen, J.	Forecasting public transit use by crowdsensing and semantic trajectory mining: case studies	Hava durumu bilgilerini kullanarak veri madenciliği yöntemiyle toplu taşımadaki yolcu sayısının tahminlenmesi
10	Zhuang, P., Shang, Y., Hua, B.	Statistical methods to estimate vehicle count using traffic cameras	Makine öğrenimi ve veri madenciliği yöntemiyle şehirdeki araç sayısının tahminlenmesi
11	Gomede, E., Gaffo, F.H., Brigano, G.U., Barros, R.M., Mendes, L.S.	Application of computational intelligence to improve education in smart cities	Öğrenciler hakkındaki bilgileri kullanarak eğitimi geliştirmek amacıyla veri madenciliği ve yapay zeka tekniği önerilmesi
12	Belhajem, I., Maissa, Y. B., Tamtaoui, A.	Improving low cost sensor based vehicle positioning with machine learning	Endüstri 4.0 tekniklerinin; trafik, ulaşım gibi konularda kullanılabileceğinin anlatılması
13	Solvoll, G., Hanssen, T. E. S.	User satisfaction with specialised transport for disabled in norway	Engellilerin ulaşım memnuniyetlerinin cinsiyetlerine göre ayırarak incelenmesi
14	Erten, Ş., Aktel, M.	Engellilerin erişebilirlik hakkı: engelsiz kent yaklaşımı çerçevesinde bir değerlendirme	Engelsiz kentler hakkında bilgilendirme yapılması
15	Saplioglu, M., ve Ünal, A.	Yürüme engelli bireyler için kent içi ulaşımında güzergah iyileştirme önerisi: pilot bölge çalışması	Engelli yolculara anket yaparak, yol güzergahı hakkında yapılması gerekenlerin ortaya koyulması

Tablo 2.2. Literatür araştırması özet tablo devamı

Sıra no	Yazar	Çalışma Başlığı	Çalışma Konusu
16	Emberger, G., vd.	Public transport for (disabled) people–the vienna experience	Viyana’da ulaşım imkânlarının görme engelli ve hareket engelli bireyler için değerlendirilmesi
17	Waara, N.	Older and disabled people’s need and valuation of traveller information in public transport	Engellilerin ve yaşlıların ulaşım ihtiyaçları hakkında araştırma yapılması
18	Topsakal, Y.	Akıllı turizm kapsamında engelli dostu mobil hizmetler: Türkiye 4.0 için öneriler	Endüstri 4.0 teknolojilerinden faydalanarak engelli dostu Türkiye turizminin oluşturulması için öneride bulunulması
19	Isa, H. M., Zanol, H., Alauddin, K., Nawi, M. H.	Provisions of disabled facilities at the malaysian public transport stations	Malezya’daki tren istasyonlarının engelliler açısından uygunluğunun araştırılması
20	Hakverdi, F., Uzun, Ö. Ü. Y.	Engelsiz akıllı ulaşım uygulaması	Endüstri 4.0 teknolojisiyle yardımıyla akıllı durak oluşturularak engellilere ulaşım kolaylığı sağlanması için öneride bulunulması
21	Güzelci, O. Z.	Kişiselleştirilmiş bir akıllı ulaşım bilgilendirme sistem önerisi	Kullanıcıya özel iyileştirilmiş ulaşım önerileri sunan bir modelin kavramsal altyapısının kurgulanması
22	Wang, K.	Logistics 4.0 solution–new challenges and opportunities	Lojistik 4.0 kavramının ve bu alanda kullanılan yöntemlerin incelenmesi
23	Zheng, X. ve Ren, J.	Effectiveness evaluation method for digital logistics equipment system of systems	Dijital lojistik ekipmanları sistemi kurarak bu sistemi ahp yöntemi ile değerlendirilmesi
24	Göçmen, E., Erol, R.	The transition to industry 4.0 in one of the turkish logistics company	Lojistik sektöründe faaliyet gösteren bir kurumun Endüstri 4.0 sürecinin incelemesi
25	Çelebi, D., İmre, Ş.	Akıllı ulaşım sistemlerinde veri gereksinimlerinin belirlenmesi için bir yazın araştırması	Akıllı ulaşım sistemlerinde kullanılan veri ve kaynakların analizi
26	Heilig, L., Lalla-Ruiz, E., Voß, S.	Multi-objective inter-terminal truck routing	Endüstri 4.0 teknolojilerinden faydalanılarak, çevre kirliliği ile ilgili karar destek sisteminin oluşturulması

Tablo 2.3. Literatür araştırması özet tablo devamı

Sıra no	Yazar	Çalışma Başlığı	Çalışma Konusu
27	Micieta, B., Słazewska, J., Binasova, V., Hercko, J.	Adaptive logistics management and optimization through artificial intelligence	Akıllı lojistik sistemi tasarlanması
28	Özdemir, A., Özgüner, M.	Endüstri 4.0 ve lojistik sektörüne etkileri: lojistik 4.0	Endüstri 4.0'ın lojistik sektörüne etkisinin incelenmesi
29	Yangınlar, G., Nurgün, B. A. L.	Yalın yönetim ve yalın lojistik kavramlarının irdelenmesi	Lojistik faaliyetlerindeki yalın uygulamaların incelenmesi
30	Konur, M. C.	Lojistik sektöründe ağırlıklandırılmış yalın olgunluk düzeyi ölçüm modeli ve uygulanması	Lojistik sektöründeki bir firmanın yalın olgunluk düzeyini belirleyecek model geliştirilmesi
31	Jones, D. T., Hines, P., Rich, N.	Lean logistics	Yalın lojistik kavramı incelenerek, sektörden örnek verilmesi
32	Micieta, B., Słazewska, J., Binasova, V., Hercko, J.	Adaptive logistics management and optimization through artificial intelligence	Yalın üretim yöntemleriyle akıllı aktarma sistemi tasarımı
33	Topsakal, Y., Yüzbaşıoğlu, N., Çuhadar, M.	Endüstri devrimleri ve turizm: Türkiye turizm 4.0 swot analizi ve geçiş süreci önerileri	Turizm sektörünün endüstri 4.0'a uyumunun yalın yöntemlerle incelenmesi
34	Yıldız, A., Uğur, L.	Endüstri 4.0 ile yalın üretim arasındaki ilişkinin incelenmesi	Endüstri 4.0 ve yalın entegrasyonunun kavramsal olarak incelenmesi
35	Sanders, A., Elangeswaran, C., Wulfsberg, J. P.	Industry 4.0 implies lean manufacturing: research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing	Yalın uygulamaların yapılmasını sağlayan engeller belirlenerek, Endüstri 4.0 ile birlikte kullanılmasının faydaları
36	Shahin, M., Chen, F., Bouzary, H., Krishnaiyer, K.	Integration of lean practices and industry 4.0 technologies: smart manufacturing for next-generation enterprises	Yalın üretim ve Endüstri 4.0 teknolojileri arasındaki bağlantının incelenerek, bunların birlikte nasıl kullanılabileceğinin anlatılması

Yapılan tez çalışmasıyla ilgili olarak, çeşitli alanlarda literatürü araştırdığımızda; akıllı şehir sistem önerilerinin bulunduğu, engelli bireylerin ulaşımdaki ihtiyaçlarının ve memnuniyet düzeylerinin analiz edildiği, lojistik sektöründe Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanımının önemini ve sağlayacağı

faydaların anlatıldığı çeşitli kaynaklara ulaşmak mümkündür ancak bu alanlardaki uygulama çalışmaları yok denecek kadar az sayıdadır.

Literatürde bulunan çalışmaların birçoğundan farklı olarak, bu tez çalışması; güncel ve gerçek verilerle oluşturulmuş, veri madenciliği, simülasyon, deney tasarımı yöntemlerinin uygulandığı, gerçekleştirilmesi mümkün bir engelsiz ulaşım uygulamasıdır. Söz konusu tez çalışmasının; engelsiz ulaşım alanında uygulanan yöntemler bakımından da özgün nitelikte olup, ilgili alanda uygulamaların nasıl yapılabileceğini, hangi yöntemlerden faydalanılabileceğini göstererek literatürdeki eksiği tamamlaması amaçlanmaktadır.

Literatürde akıllı şehir projeleriyle ilgili yapılan çalışmalarda simülasyon ile modelleme gibi sayısal, test edilebilir, sonuçları önceden görmemizi sağlayarak projenin uygulamadaki başarısını garantileyebilir yöntemlere başvurulmadığı görülmüştür. Klingstam ve Gullander' a göre; simülasyon ile modelleme tekniğinin kullanılması; süreçlerin iyileştirilmesi için dolaşım süresi ve maliyetlerin düşürülmesi, verimliliğin artırılması gibi faydaların yanında, yeni bir yatırım yapmadan önce mevcut sistem kaynaklarının analizine olanak sağlamaktadır [37]. Koruca vd., yaptıkları çalışmada, bir işletmede mevcut sisteminin simülasyon ile modellenmesi neticesinde elde edilen performans ölçme kriterlerine göre sonuçların değerlendirilebileceğini ifade etmiştir. Simülasyon ile modellenen sürecin analiz edilmesi sonucunda tasarlanan alternatif organizasyon planları veya organizasyon yapılarının simülasyon koşullarında test edilmesi ile elde edilen sonuçlardan en uygun plan veya düzenlemelerin belirlenebileceğini açıklamıştır [38].

Tüm bunlara ilave olarak, tez çalışmasının analiz ve uygulama aşamalarında, yalnız üretim yöntemleri ve Endüstri 4.0 teknolojileri birbirini destekler nitelikte kullanılmış, literatüre bu alanda da örnek bir uygulama çalışması bırakılması hedeflenmiştir. Yıldız ve Uğur'a göre de; kullanımı yeni yaygınlaşmaya başlayan Endüstri 4.0 teknolojilerinin yeterli düzeyde fayda sağlayabilmesi için “yalın üretim/yönetim” anlayışından ayrı düşünülmemesi esastır [39]. Ancak literatürde bu iki kavramın entegre edilerek kullanıldığı uygulama çalışması yok denecek kadar azdır.

2.1. Tezin Amacı

Söz konusu tez çalışması, bir kamu kuruluşunun, engelli bireylere verdiği toplu taşıma hizmetini iyileştirmek ve bu iyileştirme çalışmalarında gerekli olabilecek yatırımlar için ayırdığı kaynakların etkin kullanılmasına destek sağlamak amacıyla yapılmıştır. Mevcut ulaşım süreci analiz edilerek, süreçteki israfların giderilmesine fayda sağlayabilecek yatırımlar belirlenmiştir. Engelli bireylerin toplu taşıma otobüsü ve otobüs duraklarına gösterdikleri talepler, engel türlerine bağlı olarak analiz edilerek, belirlenen yatırım kalemlerinin yerleştirilmesi durumunda en fazla fayda getireceği durak yerleri ve otobüs hatları tespit edilmiştir. Yatırımların optimum fayda sağlayacağı konum ve otobüs hatlarının belirlenmesi ile engelli yolcuların erişim olanaklarının artması ve kolaylaşması, ulaşım sürecindeki israfların azaltılması, dolaylı olarak çevre kirliliğinin azalması, müşteri memnuniyetinin artması, kamu kaynaklarının verimli kullanılması amaçlanmıştır. Yatırımlardan sağlanacak faydanın analiz edilmesi amacıyla süreç simülasyon ile modellenmiştir. Kamu kurumuna maliyetin kısıtlı olduğu durumlarda yatırım alternatifleri sunmak amacıyla, çeşitli yatırım senaryoları oluşturularak, bu yatırım alternatiflerinin her birinden sağlanacak fayda, simülasyon modeli üzerinde deney tasarımı yapılarak belirlenmiştir. Ayrıca, senaryolar arasındaki farklar istatistiksel olarak analiz edilerek, uygun ulaşım modeli önerisinde bulunulmuştur.

Yapılan bu çalışma ile aynı zamanda, tüm kamu kuruluşlarına, süreç iyileştirme hedefleri doğrultusunda hangi yöntemlerle nasıl bir çalışma yürütülebileceği konusunda fikir verecek ve yön gösterici olacak örnek bir uygulama ortaya konulması amaçlanmıştır.

3. YÖNTEMLER

Tez çalışmasında kullanılmış olan yöntemler ve yardımcı programlar bu bölümde açıklanmıştır.

Tez uygulamasında ilk olarak, mevcut durumun değer akış haritası oluşturularak, otobüs ile toplu taşıma sürecindeki israflar analiz edilmiştir. Belirlenen israflar neticesinde, çalışmanın gerekliliği ortaya koyularak yapılabilecek yatırımlar belirlenmiştir. Yatırımların hangi durak ve otobüslere uygulanması durumunda daha fazla fayda sağlayacağını belirlemek için veri madenciliği yöntemi, analitik hiyerarşi prosesi yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmanın devamında; simülasyon ile modelleme yöntemi kullanılarak yatırımların seçilen yerlere uygulanması durumunda süreçte gerçekleşecek değişiklikler analiz edilmiştir. Deney tasarım çalışması yapılarak, hangi yatırımların uygulanması gerektiği konusunda öneride bulunulmuştur.

3.1. Yalın Üretim

Yalın üretim kavramı, II. Dünya Savaşından sonra, Japon endüstrisinin kendisini yeniden geliştirmesi ihtiyacıyla ortaya çıkmıştır. Japonya'da Toyota Motor İşletmesinden Eiji Toyoda ve Taiichi Ohno yalın üretim kavramına öncülük etmişlerdir. Yalın üretim, en kısa sürede, en az kaynakla, hatasız ve en ucuz üretimi/hizmeti, müşteri talebine birebir uyabilecek/yanıt verebilecek şekilde, en az israfla ya da israfsız ve sonuç olarak tüm üretim/hizmet faktörlerini en esnek biçimde kullanıp, olanakların tümünden yararlanarak nasıl gerçekleştiririz sorusunun bir yanıtıdır [40]. Yalın düşünce, kurumların tüm paydaşlarıyla birlikte bir bütün olarak sürekli gelişimini bir kültür haline getirmesini sağlayan, temelinde insana saygı ve insan gelişimini barındıran ve hedefinde mükemmelle ulaşmak olan bir felsefedir. Yalın düşüncenin beş temel unsurundan ilki değer kavramıdır yani ilk olarak değer ne olduğunu tanımlamak gerekmektedir. İkinci temel unsur ise değer akışıdır. Müşteri gözünden tanımlanan değer ürün veya hizmeti oluşturmaya başlayan ilk noktadan müşteriye teslim noktasına kadar akmalıdır. Değer akışlarının modellenmesinde kullanılan tekniklerin başında, değer akışı haritalama yöntemi gelmektedir. Değer akış haritalama, bir üretim ya da hizmet sürecindeki malzeme, bilgi, ürün vb. değer olarak nitelendirilen kavramların akışını modellemekte uygulanan bir haritalandırma yöntemidir. Değer akış haritalandırmadaki asıl amaç,

değer akışında bulunan israfların tümünü tespit etmek ve bulunan bu israfları en yüksek oranda ortadan kaldırmak için ihtiyaç duyulan adımları belirlemektedir [41].

Yalın düşüncede israf, hizmet ya da ürünün kullanıcıya yarar sağlamadığı, kullanıcının fazladan bedel ödemeyi kabul edemeyeceği şeylerin tümüdür. Yalın düşüncede israf, 7 başlık altında tanımlanmıştır; beklemler, aşırı üretim, kalite hataları, taşımalar, gereksiz işler, stoklar, gereksiz hareketler.

Çalışmada belirlenen israflar neticesinde, çeşitli yatırımların gerçekleştirilmesinin fayda sağlayabileceğine karar verilmiştir. Süreçte ortaya çıkan israflara yalın çözüm olarak andon yöntemi ve standart çalışma yöntemi uygun bulunmuştur. Andon, bir süreçte ortaya çıkan gecikmeleri, aksaklıkları, anlık durumu ortaya koyan görsel bilgilendirme sağlayan uyarıcı bir sistemdir. Standart çalışma, bir süreçte çalışan kişinin iş yapma prosedürünü belirler. Standart çalışma tipinde, kesin iş sırası vardır ve bu işlerin önceden tanımlanmış belirli süreleri vardır. İrafları ortadan kaldırmak ve engelli bireylere ulaşım kolaylığı sağlamak amacıyla planlanan yatırımlar da bu yöntemleri karşılamalıdır.

3.2. Veri Madenciliği

Yatırımların yapılacağı yerlerin belirlenmesi için kullanıcı taleplerinin yoğun olduğu otobüs hattı ve durakların analiz edilmesi gerekmektedir. Planlanan yatırımlardan öncelikli fayda sağlayacak olan kullanıcı grubu, engelli yolcular olması sebebiyle, engelli bireylerin akıllı ulaşım kartlarından alınan verilerin toplandığı büyük veri deposu, Endüstri 4.0 yöntemlerinden olan veri madenciliği yöntemiyle analiz edilmiştir.

Endüstri 4.0, teknolojilerin ve değer zinciri organizasyonları kavramlarının kolektif bir bütünüdür. Endüstri 4.0 yarattığı dijital endüstride işletmelerin operasyonlarına yönelik verimlilik, kalite, hız, esneklik, sürdürülebilirlik gibi etki alanları bulunmaktadır [42]. Endüstri 4.0, 9 teknolojik yöntemi barındırmaktadır; veri madenciliği (büyük veri ve analizi), artırılmış gerçeklik, modelleme simülasyon, gömülü sistemler, bulut bilişim, nesnelerin interneti, eklemeli üretim, siber güvenlik, robotik sistemler. Büyük veri (big data), karmaşık ve oldukça büyük, geleneksel hesaplama yöntemleri uygulanarak işlem yapmanın çok güç olduğu büyük veri gruplarını ifade eder [43]. Endüstri 4.0'da karar alınması ve gerçek zamanlı etkileşim

kurulabilmesi için çeşitli kaynaklardan gelen veriler birleştirilip; geniş bir biçimde incelenmektedir. Sistematik analizlerin gerçekleştirilmesi; makine ve araç gereçlerin verimli kullanılmasından, ürün kalitesinin optimizasyonuna, enerji verimliliğinden, servis hizmetlerinin geliştirilmesine kadar pek çok bakımdan önem taşımaktadır [44]. Veri madenciliği, veri yığınları içerisinde istatistiksel ve matematiksel teknikler kullanarak anlamlı bilgiler çıkarma sürecidir. Büyük veri tabanlarından bilgi keşfi olarak da bilinen veri madenciliği, büyük verilerde yer alan ilginç, yararlı (değerli), keşfedilmemiş (gizli) örüntüler ve ilişkilerin tespit edilmesi işlemidir.

Çalışmada, yatırım yapılacak otobüs hattı ve otobüs duraklarının belirlenmesi için ihtiyaç duyulan, engelli bireylerin otobüs biniş verileri; engelli bireylerin otobüse bindiği esnada okuttuğu akıllı ulaşım kartlarından alınmıştır. Alınan veriler, veri madenciliği yöntemleriyle işlendikten sonra Xlstat programında analiz edilmiştir. Xlstat, istatistiksel analizler için kullanılan, güçlü ve esnek bir Excel veri analizi eklentisidir. Xlstat programında, veri madenciliği için birçok çözüm, modelleme teknikleri bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında, programın 14 günlük deneme sürümü kullanılmıştır.

Veri madenciliği çalışmalarına başlamadan önce ilk adım olarak problemin tanımlanması gerekir. Sonrasında gerekli veri setinin elde edilmesi, büyük boyuttaki bu veri setinin ön işleme ve temizleme aşamalarından geçirilmesi, verilerin kullanıma hazır hale gelmesi için gerekli dönüştürme işlemlerinin yapılması önem taşımaktadır. Verilerin dönüştürülmesi aşamasında, tüm verilerin aynı aralığa getirilerek değerlendirilmede kolaylık sağlanması için, Denklem 3.1’de görülen normalizasyon denklemi kullanılabilir.

$$v' = \frac{v - \min_a}{\max_a - \min_a} (new_{\max_a} - new_{\min_a}) + new_{\min_a} \quad (3.1)$$

Veriler hazırlandıktan sonra; model kurma ve model sonucunu değerlendirme işlemleri yapılır.

Veri madenciliğinde kullanılan temel uygulamalar; tanımlama, tahminleme, uzun dönemli tahminleme, sınıflandırma, kümeleme, birliktelik analizi yöntemleridir. Bu tez çalışmasında, kümeleme yöntemi kullanılmıştır. Kümeleme yöntemi, bir hedef değişken olmadan, birbirine benzer verilerin gruplanmasıdır. Kümeleme,

heterojen yapıya sahip bir kitlenin daha homojen alt gruplara (kümelere) ayrılmasıdır.

Kümeleme analizinde, aynı küme içerisinde yer alan gözlemlerin nitelikleri bakımından olabildiğince birbirine benzer (homojen) olması hedeflenmektedir. Kümeleme analizinde ifade edilen benzerlik ölçüsü, belirli nitelikler esas alınarak nesnelere arasındaki mesafenin ölçülmesiyle elde edilmektedir. Kümeleme yöntemleri ikiye ayrılmaktadır; Hiyerarşik yöntemler, bölümlenmeli yöntemler. Hiyerarşik yöntemler, kümelere bir eleman silme ya da eklemeye bir ağaca benzeyen yapı gösteren aşamalar grubudur. Bölümlenmeli yöntemler, belirli sayıda nesneyi belirli sayıda kümeye böler. Bu tez çalışmasında, bölümlenmeli kümeleme yöntemi olan k-ortalamlar yöntemi kullanılmıştır.

Sıklıkla kullanılan gözetimsiz öğrenme yöntemlerinden biri olan K-ortalamlar algoritmasının atama mekanizması, her verinin sadece bir kümeye ait olmasına imkân tanır [45]. K-ortalamlar algoritmasının genel mantığı, n adet veri nesnesinden oluşan bir veri kümesini, giriş parametresi olarak verilen k adet kümeye bölümlenmektedir. Çalışma yönteminde, Denklem 3.2'de bulunan öklit uzaklığı denklemi temel alınarak kümeleme yapılmaktadır [46].

$$p = (p_1, p_2, \dots, p_n) \text{ ve } q = (q_1, q_2, \dots, q_n) \text{ olmak üzere;} \\ \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2} = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2} \quad (3.2)$$

K-ortalamlar algoritmasının performansı ve doğruluğu, yüksek oranla birinci küme merkezlerine bağlıdır. K-ortalamlar kümeleme algoritmasının ana amacı, küme içi varyans (SSW) değerinin en aza indirgenmesi, kümeler arası varyans (SSB) değerinin ise olabilecek en yüksek değeri almasıdır [47]. SSW değerinin SSB değerinden küçük olması kümeleme algoritmasının doğru çalıştığını gösteren önemli bir ölçüttür.

Kümeleme yönteminde küme sayısı, kullanıcı tarafından belirlenir. Küme sayısını belirlemede önemli olan, kümeleme analizinde kullanılan performans ölçütlerini de dikkate alarak veri setini yönetilebilir sayıda gruba ayırmaktır.

3.3. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Analitik hiyerarşi prosesi, karara etki eden faktörler açısından karar noktalarının oransal dağılımlarını hesaplatan, karar hiyerarşisinin tanımlanabilmesi için kullanılan bir tahminleme ve karar verme tekniğidir. Analitik hiyerarşi prosesi, bir karar hiyerarşisi üzerinde, standart bir karşılaştırma tablosu kullanılarak, gerek kararı etkileyen faktörler ve gerekse bu faktörlere ait karar noktalarının önem değerleri açısından, birebir karşılaştırmalara dayanmaktadır [48]. Sonuç olarak, önem farklılıkları, karar noktaları üzerinde oransal dağılıma dönüşmektedir. Faktörlerin birbirleriyle karşılaştırılması, birbirlerine göre sahip oldukları önem değerlerine göre birebir ve karşılıklı yapılır. Faktörlerin birebir karşılıklı karşılaştırılmasında Tablo 3.1'deki önem skalası kullanılır.

Tablo 3.1. Önem değerleri tablosu

Önem değerleri	Değer tanımları
1	Eşit önemde
3	Biraz daha önemli (az üstünlük)
5	Oldukça önemli (fazla üstünlük)
7	Çok önemli (çok üstünlük)
9	Son derece önemli (kesin üstünlük)
2, 4, 6 ve 8	Ara değerler (uzlaşma değerleri)

Faktörler önem değerlerine göre karşılaştırılarak matris oluşturulur ve sonrasında ağırlık değerleri hesaplanır.

a_{ij} , i. ölçüt ile j. ölçütün ikili karşılaştırma değeri olup, a_{ji} değeri $1/a_{ij}$ den elde edilir. Matristeki her eleman kendi sütun toplamına bölünerek, normalize edilir. Denklem 3.3'te verilen formül kullanılarak normalize edilmiş matrisin her bir sütun toplamı 1 olur.

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}, i, j = 1, 2, \dots, n \quad (3.3)$$

Normalize edilmiş matrisin her bir satır toplamı, matrisin boyutuna bölünerek ortalaması alınır. Bulunan bu değerler her bir kriter için hesaplanan önem ağırlıklarıdır. Denklem 3.4'te bulunan formül kullanılarak hesaplanan bu ağırlıklar, öncelik vektörünü oluşturur.

$$w_i = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n a'_{ij}, i, j = 1, 2, \dots, n \quad (3.4)$$

AHP yöntemi; birden çok kriter göz önüne alınarak ve bu kriterlere önem veya üstünlük tanımlayarak çeşitli alternatifler arasından seçim yapmayı sağlayan birçok kriterli karar verme yöntemidir [49]. AHP yönteminin amacı, verilen alternatifler için onlarla bağlantılı önceliklerin bir skalaya konularak, karar vericinin sezgisel yargılarını ve alternatiflere ait karşılaştırma tutarlılığını da dikkate alarak, bu sürecin en etkin şekilde tamamlanmasını sağlamaktır [50]. AHP, veri madenciliği uygulamalarını destekleyici bir yöntem olarak da kullanılmaktadır. Literatürden bir örnek olarak; Güçdemir, bir TV üreticisi firmanın müşteri tabanını, veri madenciliği yöntemini kullanarak benzer özellikler gösteren müşteri gruplarına bölmüştür ve bulanık AHP yöntemi ile bu grupların göreceli önemlerini bulmuştur [51].

Bu tez çalışmasında da; kümeleme modelinde kullanılan kriterler, AHP standart önem değerleri tablosuna göre ağırlıklandırılarak, kümelerin ABC atamaları gerçekleştirilmiştir. Bölüm 4.2’de uygulama detayları anlatılmıştır.

Bölüm 4.2.7’de oluşturulmuş olan yatırım atama algoritmasına göre ABC atamaları gerçekleştirilen kümelerin içerisindeki nesnelere arasından, yatırım yapılması en uygun otobüs hattı ve duraklar belirlenmiştir. Belirlenen otobüs hatları ve otobüs duraklarına yatırım yapılması durumunda süreçte meydana gelecek iyileşmenin analizi için simülasyon yöntemine başvurulmuştur.

3.4. Simülasyon ile Modelleme

Simülasyon, girdilerin bulunduğu bir sistemde, çıktının tahmin edilmesi, belirlenmesi sürecidir. Girdilerin geliş zamanının ve sistemde geçireceği sürelerin bulunduğu bir sürecin simülasyonu sonucu, sürecin ne zaman sonlanacağı, sistemdeki boş zamanlar, sistemin etkinliği vs. büyük oranda hesaplanabilir. Çelen, simülasyonun amacının, olasılıkların sanal dünyada önceden gözlenebilmesi ve gerekli hazırlıkların planlanabilmesi olduğunu belirtmiştir. Karşılaşılan yeni durumlara hazırlanan planlar sayesinde gerekli tepkilerin verilebilmesi bakımından günümüzde çok çeşitli alanlarda kullanılabilen bir yöntem durumuna geldiğini ifade etmiştir [52].

Endüstri 4.0 teknolojilerinden biri olan simülasyon yöntemi; karmaşık ve değişkenliğin yüksek olduğu sistemlerin analizinde sıkça kullanılmaktadır. Bu

yöntem; sistemlerin bütün olarak görülerek daha iyi ve daha kısa sürede bütünüyle analiz edilebilmesi, durumlara farklı açılardan yaklaşarak daha doğru çıkarımlarda bulunabilme yetisi, sistem üzerinde yapılacak değişikliklerin etkilerini yüksek maliyetler ödmeden önce görebilme olanağı elde edilmesi gibi birçok fayda sağlamaktadır. Simülasyon ile modelleme yöntemi sayesinde, israflar oluşmadan önce engellenebilmekte ya da simülasyon modelleri üzerinde yapılan analizlerle hızlıca tespit edilerek ortadan kaldırılabilmektedir.

Simülasyon ile modelleme çalışmalarında öncelikle sistem tanımlanır, sonrasında model formülasyonu oluşturulur, gerekli veriler derlenir, bilgisayar programında model oluşturulur, modelin geçerliliği kontrol edilir. Bilgisayar programında model oluşturulduktan sonra, modelin kaç tekrarla çalıştırılacağı sorusu önem taşımaktadır. Simülasyon modellerinde, hedeflenen yarı genişlik değerine göre olması gereken replikasyon sayısını hesaplamak için, mevcut replikasyon sayısı ve ona ait yarı genişlik değerinin kullanıldığı Denklem 3.5'ten faydalanılır.

$$\left(\frac{h_0}{h_1}\right)^2 \cdot p_0 = p_1 \quad (3.5)$$

h_0 : şuan ki yarı genişlik değeri

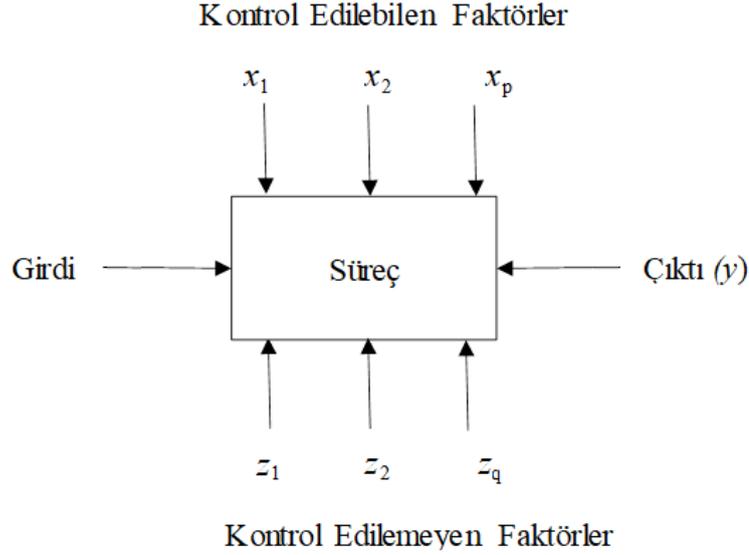
h_1 : istenen yarı genişlik değeri

p_0 : şuan ki replikasyon sayısı

p_1 : ilave replikasyon sayısı

Modelin geçerliliği sağlandıktan sonra model üzerinde analizler yapmak için deney tasarımı çalışması gerçekleştirilebilir.

Deney tasarımı bir sürecin performansını iyileştirmek amacıyla, süreci etkileyen faktörler üzerinde değişiklikler yaparak, sürecin çıktısı üzerindeki değişkenliklerin gözlemlenmesi ve yorumlanmasıdır. Şekil 3.1'de bir sürecin içerisinde yer alan faktörlerle birlikte sürecin genel modeli şematik olarak gösterilmiştir [53].



Şekil 3.1. Bir sürecin genel modeli [53]

Sistemin sonuç performansı açısından önemli olan ve takip edilen değişkeni en çok etkileyen faktörleri belirlemek, bu değişkeni ya da değişkenleri istenen değere yaklaştıracak faktörleri belirlemek, değişkenliği en aza indirecek kontrol faktörleri kümesini belirlemek, kontrol edilemeyen faktörlerin etkisini en aza indirecek kontrol faktörlerini belirlemek gibi amaçlarla, deney tasarımı çalışmaları yapılabilir.

Çalışmanın simülasyon ile modelleme aşamasında, öncelikle mevcut durumun modellenmesi ve analizi, ardından yatırımların uygulanması sonrasındaki yeni durumun analizi için simülasyon modeli oluşturulmuştur. Veri madenciliği yöntemiyle analiz edilerek elde edilen veriler ve ESHOT Genel Müdürlüğünden alınan; duraklar arası mesafeler, otobüs hattı sayıları, rota bilgileri gibi bağımsız değişken veriler kullanılarak simülasyon ile modelleme çalışması yapılmıştır. Model için pilot bölge olarak, engelli yolcu binişlerinin yoğun olduğu Güney-Buca bölgesi seçilmiştir. Simülasyon ile modelleme yöntemi Arena Rockwell Simulation 14.00 programı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Simülasyon uygulaması, bölüm 4.3'te detaylı olarak açıklanmıştır.

Mevcut durumun simülasyon ile modellenmesi sonrasında ulaşım sürecinin engelli bireyler için iyileştirilmesine hizmet edecek yatırım senaryoları oluşturularak deney tasarımı yapılmıştır. Oluşturulan bu senaryolar arasındaki istatistiksel farkların analiz edilmesi için Minitab deneme sürümü kullanılmıştır. Minitab programı aracılığıyla Anova tek yönlü varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Güven aralığı

değerleri hesaplanarak yatırım alternatiflerinin birbirine üstünlüğü ve birbirleriyle benzerlik durumları detaylı olarak analiz edilebilmiştir.

Tez çalışmasının uygulama aşamasında kullanılan yöntemler sayesinde, mevcut durum analiz edilerek, süreçte meydana gelen israflara yeni çözüm yöntemleri geliştirilmiş ve planlanan bu değişikliklerin sistemin genelinde sağlayacağı iyileşme oranları analiz edilerek, engelli yolculara ulaşım kolaylığı sağlayacak yeni bir uygulama önerisinde bulunulmuştur.



4. ENGELSİZ ULAŞIM İÇİN YATIRIM PLANI UYGULAMASI

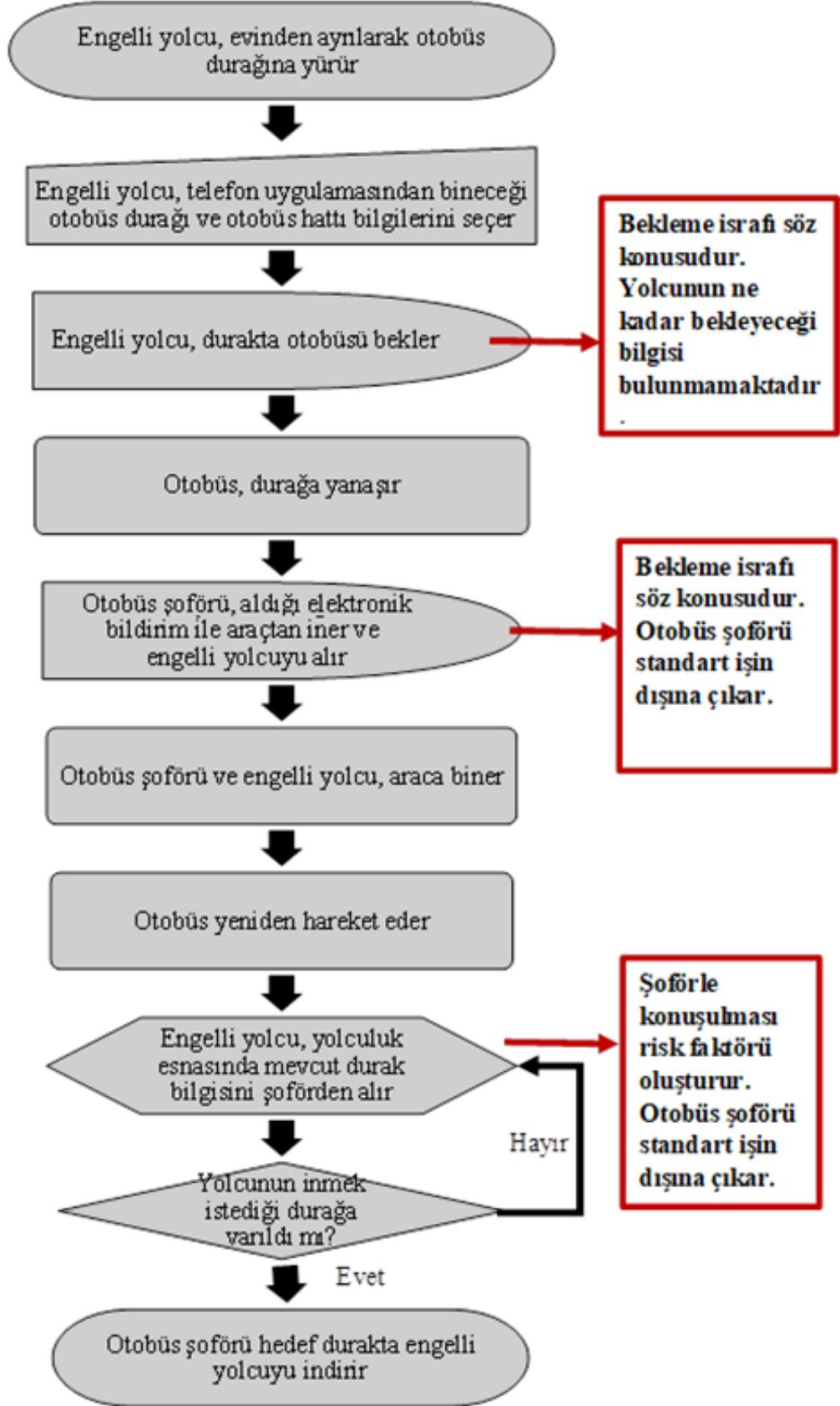
Bu bölümde, İzmir ilinde büyük şehir belediyesine bağlı olarak toplu taşıma hizmeti veren ESHOT Genel Müdürlüğü'ne ait otobüs araçları ile gerçekleştirilen ulaşım sürecinin, öncelikli olarak engelli bireyler için iyileştirilmesi ve kolaylaştırılması amacıyla, mevcut durumun analiz edilmesinin ardından, tespit edilen ihtiyaçlara yönelik olarak yatırım planlaması yapılmıştır. Belirlenen yatırımların, olabilecek en yüksek faydayı getirmesi ve kamu kaynaklarının verimli kullanımının sağlanması amacıyla, bu tez çalışmasının uygulama aşamasında gerçekleştirilen; mevcut durum üzerinde israf analizi, veri madenciliği uygulaması ve simülasyon modeli oluşturularak yatırımların değerlendirilmesi çalışmaları anlatılmıştır.

4.1. Mevcut Durum Analizi

ESHOT Genel Müdürlüğü'nde görev alan yetkililerle yapılan görüşmeler sonucunda, ulaşım sürecinin iş akışı çıkarılmış ve değer akış haritası oluşturulmuştur. Yalın düşünce anlayışına göre tanımlanmış israfların olup olmadığı analiz edilerek, bulunan israflara yalın çözümler önerilmiştir.

4.1.1. Ulaşım Süreci Mevcut Durum İş Akış Şeması

ESHOT toplu taşıma otobüsleri ile şehir içi yolculuk yapmak isteyen engelli bireyler, telefonlarında kullanabilecekleri uygulama ile binecekleri otobüsü, yolculuk yapmak istedikleri zaman aralığını, biniş yapacakları durak bilgisini girerek, ilgili otobüsün şoförüne biniş yapacakları bilgisini iletebilmektedirler. Her yolcunun bir kayıt numarası bulunmaktadır ve bu kayıt numarasına tanımlı engel türü bilgisi vardır. Bu sayede otobüs şoförü, sonraki durakta engelli yolcu binişinin olacağını ve bu yolcunun engel türü bilgisini alarak ilgili durakta yardımcı olması gereken bir yolcu olup olmadığını öğrenir. Engelli yolculara özel bu süreç göz önüne alınarak, engelli yolcuların şehir içi toplu taşıma otobüsleri ile gerçekleştirdikleri ulaşımın iş akış şeması oluşturulmuş ve süreçteki israflar analiz edilmiştir. Şekil 4.1'de iş akış şeması görülmektedir.



Şekil 4.1. Engelli yolcu ulaşım süreci mevcut durum iş akış şeması

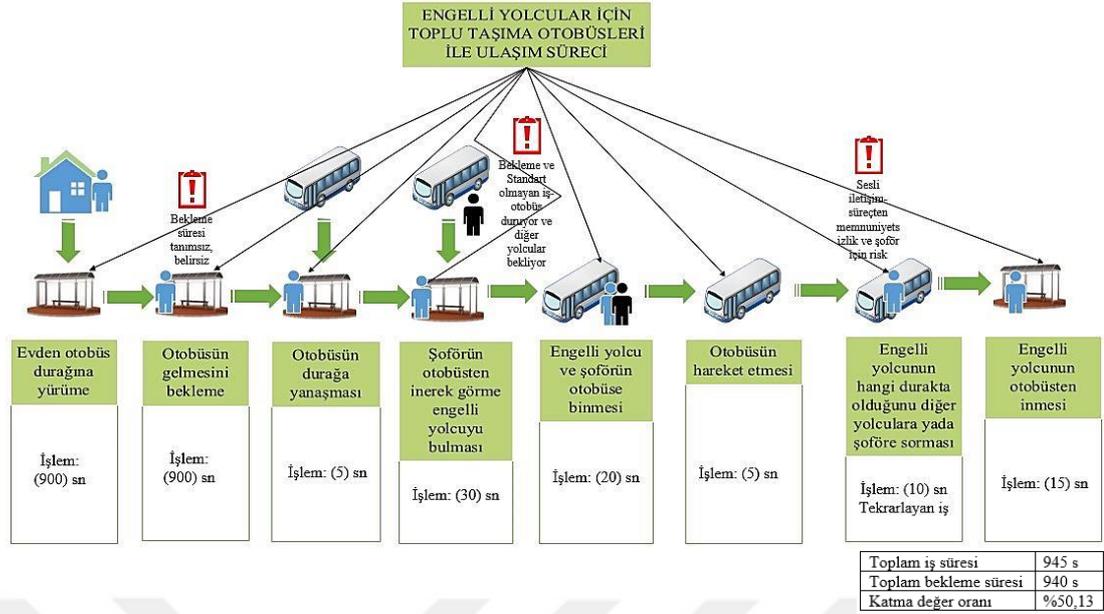
İş akışı üzerinde yapılan israf analizinde, bekleme ve standart işin dışına çıkarak, gereksiz hareket israfları tespit edilmiştir. Şekil 4.2’de görülen tabloya göre, ulaşım sürecinde gerçekleşen israfları daha iyi analiz etmek ve çözüm yolu geliştirmek amacıyla; değer akış haritası oluşturma ve standart çalışma yöntemleri geliştirme uygulamalarının yapılması faydalı olacaktır.

İsraf Çeşitlerine Göre Kullanılacak Yalın Üretim Araçları													
Yalın Üretimde 7 İsraf	SMED	Kanban	Takt Time	Heijunka	Tek Parça Akış	Değer Akış Haritası	5S	Standart Çalışma	Jidoka	U Tipi Üretim Hatları	Poke Yoke,	Kaizen	TPM
Fazla Üretim	x	x	x	x									
Stok	x	x	x	x	x								
Taşıma	x	x	x	x	x	x	x						
Bekleme					x		x	x	x				
Gereksiz Hareket						x	x			x			
Hata / Arıza	x	x	x				x	x	x		x		
Tekrar İşlem												x	

Şekil 4.2. İsraf çeşitlerine göre kullanılacak yalın üretim araçları

4.1.2. Ulaşım Süreci Değer Akış Haritası

Şehir içi toplu taşıma otobüsleri ile yolculuk yapmak isteyen engelli bireyler için gerçekleşen ulaşım sürecine ait değer akış haritası oluşturulmuştur. Şekil 4.3’te görülen değer akış haritasında bulunan sürelerden; otobüsün gelmesinden sonraki işlem süreleri metot etüdü yöntemiyle hesaplanmıştır, evden durağa yürüme ve otobüsün gelmesini bekleme süreleri ise toplu taşıma hizmeti veren kurumdan alınan gerçek veriler kullanılarak hesaplanmış ortalama sürelerdir. Süreçte meydana gelen israf türleri, süre bilgisiyle birlikte haritada belirtilmiştir. Şekil 4.3’te görülen değer akış haritası Microsoft Visio uygulamasında çizilmiştir.



Şekil 4.3. Engelli yolcu ulaşım süreci değer akış haritası

Şekil 4.1 iş akış şeması ve Şekil 4.3'teki değer akış haritasında görüldüğü üzere; engelli yolcuların, şoför ya da diğer yolculardan yardım almadan ulaşımını gerçekleştirmesi neredeyse mümkün değildir. Ulaşım sürecinde oluşan bu zorluk engel türüne ve engel oranına göre değişkenlik göstermekte olup, ESHOT Genel Müdürlüğü'nden alınan bilgiye göre görme engelli bireyler ve işitme engelli bireyler ulaşım sürecinde diğer engel türlerine göre daha fazla zorluk çekmektedirler.

Süreçte oluşan israflara bakıldığında; engelli yolcunun durakta bekleme süresi belirsizdir, sürenin belirsiz olması yolcunun evden çıkış zamanını ayarlayamamasına ve daha fazla bekleme süresine sebep olabilir. Bu durum kullanıcı açısından bir süre israfı oluşturmakta aynı zamanda memnuniyetsizlik oluşturmaktadır. Diğer bir israf ise; otobüs şoförünün tanımlı olmayan rastgele zamanlarda, elektronik ortamdan gelen engelli yolcu bilgisi ile çoğunlukla görme engelli yolcu duraktan almak için otobüsten inmesi ve durakta bekleyen yolcu olarak onu otobüse bindirmesi adımıyla gerçekleşmektedir. Bu adımda ulaşım sürecinde bekleme yaşanmakta ve otobüsün içerisindeki diğer tüm yolcular da beklemektedir. Söz konusu durum hem engelli yolcu tarafından bekleme esnasında belirsizlik ve kaygı yaşanmasına sebep olurken, ulaşım süreci açısından gecikmeye ve diğer kullanıcılar tarafından da memnuniyetsizliğe sebep olmaktadır. Otobüs şoförü için de standart iş süreci tanımlanamamaktadır. Belirtilen nedenlerden

kaynaklı olarak, bekleme, gereksiz hareket ve müşteri memnuniyetsizliği israfları mevcuttur.

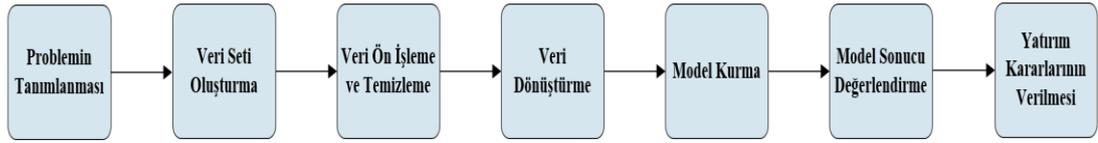
Otobüs yolcuyla alıp hareket ettikten sonra, araçtan inmek isteyen ancak işitme engeli ya da görme engeli bulunan yolcu ineceği durağı anlamakta zorlanmaktadır. Bu sebeple çoğu zaman şoföre veya bazı zamanlarda etrafındaki yolculara sorarak durak bilgisini öğrenmektedir. Bu durum da yine engelli yolcu için kaygıya yol açmaktadır. Otobüs şoförü açısından bakıldığında ise iş tanımının dışına çıkılmakta ve şoförün yolculuk esnasında diğer yolcularla konuşması trafikte risk oluşturmaktadır.

Yapılan analizler neticesinde, ESHOT Genel Müdürlüğü yetkilileri ile yapılan görüşmelerde; otobüs şoförü için işin standartlaşması ve öncelikli olarak görme engelli bireylerin yardım almadan otobüsün geldiğini anlayarak otobüse yönelmesi için dış hoparlör sistemi yatırımının yapılabileceğine; işitme engelli ve diğer engel türündeki yolcuların yardım almadan gelen otobüs bilgisi ve bulunulan durak bilgisine ulaşarak, otobüse binme ve otobüsten inme sürecinde iyileşme sağlanması için duraklara ve otobüs içine akıllı bilgilendirme sistemi yatırımlarının yapılabileceğine karar verilmiştir. Uygulamanın devamında, belirlenen bu yatırımların konum planlaması yapılarak, fayda analizi gerçekleştirilmiş ve yatırım modeli önerisinde bulunulmuştur.

4.2. Yatırımların Yapılacağı Otobüs Hattı ve Durakların Belirlenmesi

Bir akıllı şehir yatırım projesi olan; otobüslere dış hoparlör sistemi ve akıllı bilgilendirme sistemi kurulması ve duraklara akıllı bilgilendirme ekranı yerleştirilmesi konulu çalışma ile öncelikli olarak engelli bireylere yarar sağlanması amaçlanmıştır. Bu sebeple çalışmanın ilerleyen aşamalarında engelli bireyler engel türlerine göre sınıflandırılarak, engelli bireylerin yolculuk talepleri ağırlıklı olarak dikkate alınmıştır. Yatırım alanlarının belirlenmesinde ana kriter, durak ve otobüslere olan biniş talepleridir. Engelli bireylerin biniş talepleri analiz edilerek, durak ve otobüs hatları sınıflandırılmıştır.

Çalışmanın bu aşamasında kullanılan başlıca yöntemler; veri madenciliği, analitik hiyerarşi prosesidir (AHP). Yatırımların yapılması planlanan otobüs hattı ve durakların belirlenmesi aşamasında, Şekil 4.4'te görülen iş akışı uygulanmıştır.



Şekil 4.4. Yatırım planlaması iş akışı

4.2.1. Problemin Tanımlanması

İzmir ili içerisinde, ESHOT Genel Müdürlüğü'ne ait toplu taşıma otobüsleri ile ulaşım hizmeti alan engelli bireylerin, ulaşım süreçlerini engelsiz hale getirmek, erişebilirlik olanaklarını ve ulaşım konforlarını artırmak amacıyla 100 adet otobüs aracında dış hoparlör sistemi bulunması, 900 adet otobüs aracına hem sesli hem görsel uyarı yapan akıllı bilgilendirme sistemi yerleştirilmesi ve 500 adet otobüs durağına hem sesli hem görsel uyarı yapan akıllı bilgilendirme ekranı yatırımı yapılması düşünülmektedir.

İzmir ilinde ESHOT Genel Müdürlüğü'ne bağlı olarak toplu taşıma hizmeti veren toplam 330 adet hat, 1610 adet araç, 6882 adet otobüs durağı bulunmaktadır. Otobüs araçlarının üzerinde yazan numaralar, hat numarasını temsil etmektedir. Hat, otobüsün gidip geldiği, turunu tamamladığı yönü, rotasını ifade etmektedir. Her hat numarasına atanmış birden fazla otobüs aracı bulunmaktadır. Hat numaralarına atanan otobüs sayıları taleple bağlantılı olarak değişkenlik göstermektedir.

Yatırımların teknik özellikleri incelendiğinde; akıllı bilgilendirme sistemlerinin öncelikli olarak işitme ve/ veya görme engelli yolculara, dış hoparlör sisteminin ise öncelikli olarak görme engelli yolculara kolaylık sağlayacağı anlaşılmıştır.

Dış hoparlör sisteminde, otobüs durağa yanaşıp ön kapısını açtığı anda dışarıya sesli olarak hat numarasını ve hat adını anons edecektir.

Otobüs içi akıllı bilgilendirme sistemi, otobüslerin içerisine konulacak ekranlar ve otobüs içi ses sisteminden oluşmaktadır. Ekranlarda, şimdiki durak ve sonraki durak bilgisinin yanı sıra otobüsün güzergâhında ilerlemesi harita üzerinde gösterilecektir. İç ses sistemi aracılığı ile de şimdiki durak, sonraki durak adı sesli olarak anons edilecektir.

Duraklardaki bilgilendirme ekranlarında, duraktan geçen hatlar, akıllı durak kapsamında durağa yaklaşan otobüsler ve duyuru/bilgilendirmeler yapılacaktır.

Yatırımların en fazla sayıda engelli yolcuya faydalı olabilmesi için, planlanan akıllı sistemlerin yerleştirileceği durakların ve otobüs hatlarının biniş talepleriyle doğru orantılı olarak seçilmesi kritik önem taşımaktadır. Şekil 4.5'te duraklara yerleştirilecek akıllı bilgilendirme ekranı görüntüsü, Şekil 4.6'da otobüslerin içerisine yerleştirilecek akıllı bilgilendirme ekranı görüntüsü görülmektedir.



Şekil 4.5. Duraklara yerleştirilecek akıllı bilgilendirme ekranı [54]



Şekil 4.6. Otobüs içi akıllı bilgilendirme sistemi [55]

“Akıllı bilgilendirme sistemi” ve “dış hoparlör sistemi” yatırımlarının hangi duraklara yerleştirileceği ve hangi otobüs hattına kaç adet takılacağı sorularının cevaplanması için, yolcuların otobüse her binişlerinde okuttukları akıllı kartlardan elde edilen kayıtların bulunduğu depodaki veriler kullanılarak veri madenciliği yönteminin kullanılması uygun bulunmuştur.

4.2.2. Veri Seti Oluşturma

Bu tez çalışmasında faydalanılan veri seti, ESHOT Genel Müdürlüğü tarafından depolanan, yolcu veri tabanından elde edilmiştir. Kullanılan veriler, engelli yolcuların şehir içinde belediyeye ait, toplu taşıma hizmeti veren araçlara her binişlerinde okuttukları akıllı yolcu kartlarından temin edilmektedir. Bu kartlar her okutulduğunda, bireye ait kartın sistemde kayıtlı id'si, biniş yapılan otobüs hat numarası, hangi duraktan biniş yapıldığı, hangi tarihte ve saat kaçta biniş yapıldığı, gidiş ya da dönüş yönü bilgisi, engelli birey için engel türü bilgisi kayıt altına alınmaktadır. Tez çalışmasının bu aşamasında, 2021 Ocak-Nisan ayları arasındaki çeşitli engellere sahip yolcuların biniş verileri kullanılmıştır. Yolcu biniş kayıtlarının bulunduğu veri deposundan alınan biniş verilerinin işlenmemiş ham halinden bir örnek, Tablo 4.1'de görülmektedir. Daha sonraki aşamalarda veri dosyası düzenlenerek ve veriler işlenerek analize uygun hale getirilmiştir. Bu tez çalışmasında kullanılmak üzere, büyük veri tabanı içerisinde; 5.116.670 örnek ve 5 öznitelik seçilmiştir. Tablo 4.2'de, seçilen öznitelikler ve açıklamaları görülmektedir [5].

Tablo 4.1. Veri deposundan alınan veri dosyasının ilk hali

Mifareid "engel_turu" "gun" "saat" "hatno" "yon" "durakid" "durak_adi"
040b6a2a385d80 "dil ve konuşma" "2021.04.29" "14:14:28" 771 "gidiş" 17 "f.altay"
040b6a2a385d80 "dil ve konuşma" "2021.04.29" "10:55:12" 691 "dönüş" 12063 "yağhaneler"
040b6a2a385d80 "işitme" "2021.03.04" "13:05:45" 510 "dönüş" 12198 "yağhaneler 3"
040b6a2a385d80 "işitme" "2021.03.04" "13:34:16" 152 "dönüş" 12879 "gaziemir ptt"
040b6a2a385d80 "işitme" "2021.03.04" "19:32:12" 152 "dönüş" 12877 "büyükşehir kurs merkezi"
040b6a2a385d80 "işitme" "2021.03.12" "18:19:58" 691 "dönüş" 12057 "eşrefpaşa"

Tablo 4.2. Veri setinden elde edilen öznitelikler ve açıklamaları [5]

Öznitelik	Açıklaması
Mifareid	Yolcunun akıllı kartına ait kart numarası
Engel Türü	Engelli yolcunun sahip olduğu engel türü
Gün	Yolculuğun gerçekleştiği gün/ay/yıl verisi
Hat No	Engelli yolcunun bindiği toplu taşıma aracının numarası
Durak ID	Engelli yolcunun araca bindiği durağın numarası

4.2.3. Veri Ön İşleme ve Temizleme

Veri temizleme adımı; gürültülü veya sapan verileri, çalışma için anlam ifade etmeyen verileri uzaklaştırma, eksik verileri düzenleme, işleminin yapıldığı adımdır. Yapılan bu işlemler, veri setinin güvenilirliğini artırmaktadır [56].

Veri ön işleme ve temizleme adımı; seçilen özniteliklere ait verilerin tümü incelenerek, eksik ve aykırı veriler tespit edilmiştir. Sistemsel hatalardan kaynaklı olarak; “Mifareid” kayıtları içerisinde, “gün”, “hat no”, “durak id” bilgisi bulunmayanlar veri dosyasından silinmiştir. Bazı biniş kayıtlarında ise engel türü bilgisi bulunmamaktadır. Engel türü bilgisi 2020 yılının 2. Yarısından sonra kayıt altına alınmaya başlamıştır. Bu sebeple bazı akıllı biniş kartlarının id’lerine henüz engel türü bilgisi kayıt edilememiştir ancak engelli bir yolcu olduğu kayıtlıdır. Engel türü bilgisi bulunmayan kayıtlarda, veri tamamlama yöntemi kullanılarak, engel türü bilgisi “genel” olarak tanımlanmıştır [5].

Şehir içi ulaşımı esnasında yolcuların kullandığı akıllı kartlarından alınan veri kayıtları, tüm toplu taşıma araçlarına binişleri kapsamaktadır. Bu sebeple, büyük veri deposundan alınan ilk veri dosyasında tüm toplu taşıma araçlarına olan biniş kayıtları bulunmaktadır. Ancak belirtilen yatırımlar sadece otobüs durağı ve otobüs araçlarına yerleştirileceği için analiz aşamasında yalnızca bu durak ve araç taleplerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bundan kaynaklı olarak, veri setinden, otobüs harici metro, vapur gibi toplu taşıma araçlarına biniş verileri ve otobüs durağı haricindeki duraklar ayıklanmıştır. Toplam 1.383.828 satır veri silinmiştir. Geriye kalan 3.732.842 veriyle çalışmaya devam edilmiştir.

4.2.4. Veri Dönüştürme

Hazır ve gelişmiş veri madenciliği için daha iyi veri üretmek amacıyla veri dönüştürme işlemleri uygulanır ve bu adım veri keşif sürecinin tamamı için yüksek önem arz etmektedir. [57]. Veri dönüştürme adımı; veriler, modelin sonucunda ulaşılabilecek bilginin elde edilmesine hizmet edecek biçimde düzenlenir.

Bu tez çalışmasının, veri madenciliği uygulama aşamasının, veri dönüştürme adımı; veri setinde bulunan öznitelikler modelde kullanılmak için anlamlı hale getirilmiştir. Yolcuların haftanın belirli günlerinde olan biniş talepleri değişkenlik gösterebileceğinden, engelli yolcu biniş talepleri gün bazında değerlendirilmek

istenmiştir. Bu değerlendirmeye imkân sağlamak için; gün, ay ve yıl bilgilerini barındıran binişin gerçekleştiği tarih bilgisi, sadece gün bazına indirgenmiştir. Örneğin: 16/03/2021 verisi salı gününe denk geldiği için “gün” özniteliğinin bulunduğu hücre değeri, “salı” olarak dönüştürülmüştür.

Engelli yolculara ait biniş kayıtlarının, haftanın her yedi günü için ayrıştırılarak analiz edilmesi, haftanın her gününde, otobüs hatlarına biniş taleplerindeki değişkenliğin analiz edilmesine imkân sağlar. Bu nedenle; veri analizi çalışmasının sonuç değerlendirme kısmında, otobüs hatlarına olan biniş talepleri için gün bazında ayırt edilebilirliğin sağlanması amacıyla “hat no” verisi gün bilgisiyle birleştirilmiştir. Örneğin, cuma günü “hat no” 304 olan bir biniş kaydında artık “hat no” hücresinde “304d5” görülmektedir. “d5”, cuma gününü temsil eden metin ifadesidir. Haftanın günleri; pazartesi “d1”, salı “d2”, çarşamba “d3”, perşembe “d4”, cuma “d5”, cumartesi “d6”, pazar “d7” olarak tanımlanmıştır.

“Engel türü” bilgisi ve o engel türüne ait yolcuların tercih ettiği otobüs hatları, yatırım kararlarının verilmesinde kritik önem taşımaktadır. Örneğin, otobüs araçlarında bulunması planlanan dış hoparlör sistemi yatırımı, öncelikli olarak görme engeli bulunan bireylere avantaj sağlayacaktır ve bu yatırım kaleminin görme engelli yolcuların daha yoğun olarak kullandığı otobüs hatlarına uygulanmasıyla daha fazla fayda elde edilir. Bu sebeple, otobüs hatlarına olan talepler engel türü bazında analiz edilmelidir. Otobüslere yapılması planlanan yatırımlar hakkında gerçekleştirilecek karar çalışması için veri tablosunda; sütunda hat numaraları, satır kısmında engel türü bilgisi olacak şekilde otobüs hatlarına günlük engelli yolcu biniş sayılarının bulunduğu bir matris oluşturulmuştur. Otobüs duraklarına uygulanması planlanan akıllı bilgilendirme ekranlarının yerleştirileceği durakların kararlaştırılması için ise sütun kısmında “durak id”, satır kısmında “engel türü” özniteliği olacak şekilde otobüs duraklarından, otobüs araçlarına biniş sayılarının bulunduğu matris oluşturulmuştur. Sütundaki durak id ya da hat numarasına karşılık gelen engelli biniş adetleri, 2021 Ocak-Nisan ayları arasındaki dört aylık toplam biniş adedini ifade etmektedir [5].

Otobüs araçlarının üstünde yazılı olan hat numaralarının günlük olarak değiştirilmesinin mümkün olduğu öğrenilmiştir. Bu sebeple otobüs hatlarına olan yolcu biniş talebi haftanın yedi farklı günü için değerlendirilerek, biniş taleplerindeki

değişkenlik analiz edilmiştir. Sonraki aşamalarda; dış hoparlör sistemi yatırım kararı için gün bazlı değerlendirmenin yapıldığı bir model kurulurken, akıllı bilgilendirme ekranı yatırım kararında gün bazlı değerlendirmeye gerek duyulmamıştır.

Otobüs hatlarına özel veri tablosundan, çarşamba gününe ait hazırlanmış bir örnek alan Tablo 4.3'te görülmektedir. 2021 Ocak-Nisan ayları arasında, çarşamba günü için belirtilen hatta, hangi engel türüne sahip yolcu tipinden, kaç adet binış yapıldığı anlaşılmaktadır.

Tablo 4.3. Otobüs yatırımları için dönüştürülmüş veri matrisi [5]

Gün	Çoklu engel	Dil ve konuşma engeli	Görme engeli	İşitme engeli	Genel toplam (tüm engel türleri dahil)
102d3	327	2	30	27	969
104d3	906	23	128	143	3404
105d3	953	34	231	146	3481
108d3	382	3	63	69	1375
10d3	291	2	64	22	1495
111d3	633	6	136	105	2885

Tablo 4.4'te, duraklara yerleştirilmesi planlanan akıllı bilgilendirme ekranı yatırımı için oluşturulmuş veri tablosundan bir örnek alan görülmektedir. Belirtilen durağa, çeşitli engel türüne sahip yolcuların, 2021 Ocak-Nisan ayları arasında toplamda kaç adet binış yaptığı görülmektedir.

Tablo 4.4. Duraklara yapılacak akıllı bilgilendirme ekranı yatırımı için dönüştürülmüş veri matrisi [5]

Durak id	Çoklu engel	Dil ve konuşma engeli	Görme engeli	İşitme engeli	Kronik rahatsızlık
10005	273	6	35	37	313
10007	1583	10	181	341	1462
10008	1081	15	163	112	829
10009	909	10	162	145	795
10010	537	17	108	85	438

4.2.5. Model Kurma

Bu adımda; önceki adımlarda hazırlanan veriler kullanılarak, veri madenciliği uygulaması için seçilen analiz programında çözümlenecek model kurulmuştur ve modele en uygun çözüm algoritması seçilmiştir.

4.2.5.1. Modelin Kurulması

Yatırım kalemleri hakkında verilecek kararları etkileyen faktörlerin farklılık göstermesinden dolayı her yatırım tipi için ayrı bir model kurulmuştur. Dış hoparlör sisteminin bulundurulması planlanan otobüs hatlarının seçilmesi, akıllı bilgilendirme sisteminin kurulması planlanan otobüs hatlarının seçilmesi, akıllı bilgilendirme ekranlarının yerleştirilmesi planlanan durakların seçilmesi kararları için üç farklı model hazırlanmıştır:

Model 1: Dış hoparlör sisteminin bulundurulacağı otobüs hatlarının seçilmesi

Model 2: Akıllı bilgilendirme sisteminin yerleştirileceği otobüs hatlarının seçilmesi

Model 3: Akıllı bilgilendirme ekranlarının yerleştirileceği durakların seçilmesi

Üç model için ayrı olarak, onlara özel nitelikler belirlenmiştir. Tablo 4.5'te; belirlenen nitelikler, niteliklerin açıklamaları ve bu niteliklerin kullanıldığı model ya da modeller görülmektedir.

Tablo 4.5. Modellerde kullanılan nitelikler ve açıklamaları [5]

Nitelik	Açıklama	Kullanıldığı model
Görme engelli talebi	Belirtilen günde yolculuk yapan görme engelli bireylerin belirtilen hattı tercih etme oranıdır.	Model 1
Görme ve işitme engelli talebi	Belirtilen günde yolculuk yapan görme ve işitme engelli bireylerin belirtilen hattı/ durağı tercih etme oranıdır.	Model 2 Model 3
Tüm engelli talebi	Belirtilen günde yolculuk yapan engelli bireylerin belirtilen hattı/ durağı tercih etme oranıdır.	Model 1 Model 2 Model 3
Tüm yolcu talebi	Belirtilen otobüs hattının belirtilen gündeki sefer sayısıdır.	Model 1 Model 2

Modellerde kullanılan nitelikler belirlenirken, yapılması planlanan yatırımdan etkilenecek yolcu tipleri dikkate alınmıştır. Engelli yolcuların yanında, engelsiz yolcuların talepleri de verilecek kararlarda etkili bir faktördür. Engelsiz bireylerin, toplu taşıma araçlarına biniş kayıtlarının, gizli veri niteliğinde olması sebebiyle, engelsiz yolcuların biniş verileri bu tez çalışmasında kullanılamamıştır. Ancak ESHOT Genel Müdürlüğü tarafından belirlenen otobüs hattı sefer sayılarının, engelli ve engelsiz tüm yolcuların biniş adetleriyle doğru orantılı olduğu belirtilmiştir. Bu sebeple; modelde, engelsiz yolcular da dahil olarak tüm yolcuların taleplerinin değerlendirildiği veri setinde, otobüs hattı sefer sayısı verileri kullanılmıştır.

Nitelikler ve nitelik değerlerinin belirlenmesinin ardından verilerin normalizasyonu gerçekleştirilmiştir. Çok büyük ya da çok küçük sayı değerindeki verilerin, modelin sonucunda aşırı sapmaya sebep olmasını engellemek amacıyla veri seti normalize edilmiştir. Bu çalışmada, minimum-maksimum normalizasyonu uygulanmıştır. Minimum-maksimum normalizasyonu ile verilerin il hali, doğrusal dönüşüm ile genelde 0-1 yeni veri aralığına dönüştürülür. Mevcut verilerin, normalize edilmiş hale dönüştürülmesi aşamasında, Denklem 3.1 kullanılmıştır.

Model 1'e ait normalize edilmiş veri tablosundan bir örnek alan Tablo 4.6'da görülmektedir.

Tablo 4.6. Normalize edilmiş veri tablosu [5]

Hat no	Görme engelli talebi	Tüm engelli talebi	Tüm yolcu talebi
23d1	0,7041	0,7649	0,7356
18d1	0,7435	0,7456	0,5862
42d1	0,5943	0,5951	0,8276
46d1	0,6091	0,5543	0,8314
550d1	0,6905	0,5165	0,7739

4.2.5.2. Çözüm Algoritmasının Belirlenmesi

Veri madenciliğinde, çözüm algoritmasının belirlenmesi aşamasında, çalışmanın sonunda ulaşılmak istenen bilgiye göre bir çözüm algoritması seçilir. Bu tez çalışmasında oluşturulan veri madenciliği modelinin sonucunda, otobüs hattı ve durakların talep benzerliklerine göre alt sınıflara ayrılması istenmektedir. Analiz sonucunda oluşan bu sınıfların, kamu kurumuna daha sonraki yatırım çalışmalarında da yol gösterici olacağı tahmin edilmektedir. Alt sınıfların belirlenmesinde ABC

sınıflandırması yapılmıştır. Modelin sonucundan beklenen bu özellikler sebebiyle, yatırım yapılması planlanan akıllı sistemlerin, gerçekleştirilmek üzere atanacağı duraklar ve otobüs hatlarının belirlenmesi için oluşturulan veri setinin, kümeleme yöntemiyle k-ortalamlar algoritması kullanılarak çözümlenmesi ve 3 sınıfa ayrılmasına karar verilmiştir.

Veri setinde bulunan nesnelere, üç kümeye ayrıldıktan sonra analitik hiyerarşi prosesi yöntemi ile sınıfların ağırlık değerleri hesaplanarak en yüksek ağırlık değerine sahip olan kümenin A sınıfı, sonra B ve en düşük ağırlık değerine sahip olan kümenin ise C sınıfı olarak adlandırılmasına karar verilmiştir. Nesnelere atanacağı bu sınıfların kendisine ait nitelikleri ve yönetsel özellikleri bulunmaktadır. Belirlenen sınıflar, hem bu çalışmada hem de sonraki iyileştirme, kontrol, yatırım çalışmalarında yön gösterici olarak, yorum kabiliyeti kazandırır ve otobüs, durak sınıfları oluşturulur.

Örnek olarak, duraklar için oluşturulmuş A-B-C sınıflarının nitelikleri Tablo 4.7 ve Tablo 4.8’de görülmektedir.

Tablo 4.7. A, B, C sınıflarına ait nitelikler [5]

Sınıf	Özellikler	Durak planlama/Yönetim politikası
A	Görme ve işitme engelliler yüksek sıklıkta kullanıyor. Engelli bireyler sıklıkla kullanıyor.	Otobüs durak atamaları yüksek sıklıkla kontrol edilmeli. Duraklardan geçen otobüs hatlarının günlük sefer sayısı uygunluk kontrolü yüksek sıklıkta yapılmalı. Duraklardan geçen otobüs hatlarının plana uyum oranı yüksek tutulmalı. Engelli bireylere fayda sağlayabilecek yatırımlarda yüksek öncelik verilmeli.
B	Görme ve işitme engelliler sıklıkta kullanıyor. Engelli bireyler orta sıklıkta kullanıyor.	Otobüs durak atamaları orta sıklıkla kontrol edilmeli. Duraklardan geçen otobüs hatlarının günlük sefer sayısı uygunluk kontrolü orta sıklıkta yapılmalı. Engelli bireylere fayda sağlayabilecek yatırımlarda orta öncelik verilmeli.

Tablo 4.8. A, B, C sınıflarına ait nitelikler devamı [5]

C	Görme ve işitme engelliler orta ve düşük sıklıkta kullanıyor. Engelli bireyler düşük sıklıkla kullanıyor.	Otobüs durak atamaları düşük sıklıkla kontrol edilebilir. Duraklardan geçen otobüs hatlarının günlük sefer sayısı uygunluk kontrolü düşük sıklıkta yapılabilir. Engelli bireylere fayda sağlayabilecek yatırımlarda düşük öncelik verilmelidir.
---	---	---

Oluşturulan model, bir Excel eklentisi olan Xlstat veri madenciliği programında çözümlenmiştir. Önceki adımlarda işlenen veriler ile oluşturulan veri dosyası programa aktarılmış, belirlenen çözüm algoritması seçilmiş, küme sayısı girilmiştir. Programdan alınan analiz raporu ile karar aşaması sürdürülmüştür.

4.2.6. Model Sonucunun Değerlendirilmesi

Xlstat veri madenciliği programında, yatırım türlerine göre oluşturulan modellerin çözümlenmesiyle, Model 1, Model 2 ve Model 3'te yer alan nesnelere 3 kümeye ayrılmıştır. Model 1, kendi içerisinde haftanın yedi gününü ayrı değerlendirileceğinden dolayı her gün için model tekrar çalıştırılmıştır.

Çalıştırılan modellerin tümünde, kümeler arası varyans değerinin, küme içi varyans değerinden büyük olması sebebiyle modellemenin sonucu başarılı olarak değerlendirilmiştir. Tablo 4.9'da; Model 2, Model 3 ve Model 1'in pazartesi gününe ait çalıştırılan algoritmaların sonuç raporlarında bulunan SSW ve SSB değerleri görülmektedir.

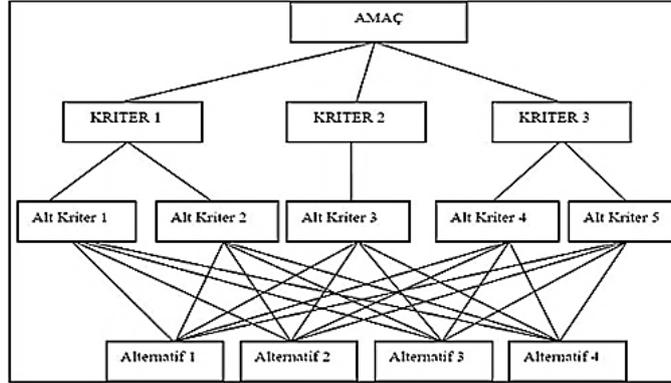
Tablo 4.9. Modellerin SSW-SSB değerleri [5]

Model No	SSW	SSB
Model 1 (Pazartesi)	%21,40	%78,60
Model 2	%21,15	%78,85
Model 3	%23,43	%76,57

4.2.7. Yatırım Kararlarının Verilmesi

Model 1, Model 2 ve Model 3 veri setindeki nesnelere "k-ortalamlar" algoritması kullanılarak üç kümeye ayrılmıştır. Ancak verilecek kararlarda, kümelerin hangisinin daha öncelikli olduğu yani diğerine göre daha fazla öneme sahip olduğu bilinmemektedir. Kümelerin birbirine göre önceliğinin belirlenmesi için Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemine başvurulmuştur.

AHP'nin dört aşamalı genel hiyerarşik yapısı Şekil 4.7'de görülmektedir. Bu çalışmada; amaç, alternatifler ve kriterler yani kararı etkileyen ölçütler olmak üzere, AHP yöntemi üç aşamalı olarak uygulanmıştır. Alternatiflerin karşılaştırılmasında değerlendirilen kriterler, modelde kullanılan nitelikler olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.7. Genel hiyerarşik yapısı [58]

Modelde kullanılan niteliklerin ağırlık değerleri, Tablo 4.10'da görülen AHP standart önem skalasına göre derecelendirilerek belirlenmiştir. Kararı etkileyecek ölçütlerin puanlanmasında ESHOT Genel Müdürlüğü'nde görev yapan yetkililerin görüşleri alınmıştır.

Tablo 4.10. Standart tercih tablosu [58]

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Eşit Önemde
3	Biraz Daha Önemli (Az Üstünlük)
5	Oldukça Önemli (Fazla Üstünlük)
7	Çok Önemli (Çok Üstünlük)
9	Son Derece Önemli (Kesin Üstünlük)
2,4,6 ve 8	Ara Değerler (Uzlaşma Değerleri)

Tablo 4.11'de, Model 1'e ait oluşturulmuş nitelikler için hazırlanan karşılaştırma matrisi ve hesaplanan ağırlık değerleri görülmektedir. Örneğin; belli bir otobüs hattını; N1, görme engelli yolcuların talep etmesi kriteri, tüm engelli yolcuların talep etmesi kriterinden biraz daha önemliyken, engelli ve engelsiz tüm yolcuların talep etmesi kriterinden oldukça önemlidir. Burada, bu yatırımın değerlendirilmesinde görme engelli yolcuların talep yoğunluğunun daha fazla dikkate alınması gerektiği sayısal olarak vurgulanmıştır.

Tablo 4.11. Nitelik karşılaştırma matrisi ve ağırlık değerleri

Nitelik	N1 (Görme engelli talebi)	N2 (Tüm engelli talebi)	N3 (Tüm yolcu talebi)	Ağırlık değeri
N1	1	3	5	0,63
N2	0,33	1	3	0,26
N3	0,20	0,33	1	0,11

Kriterlerin tümü birbiriyle karşılaştırıldıktan sonra matris oluşur ve ağırlık değerleri hesaplanır. Kriterlerin ağırlık değerlerinin hesaplanması aşamasında sırasıyla Denklem 3.3 ve Denklem 3.4 kullanılmıştır.

Benzer hesaplama, Model 2 ve Model 3 için de yapılmıştır. Her modele ait nitelikler, o yatırımın özelliklerine göre değerlendirilerek ağırlık(öncelik) değerleri hesaplanmıştır.

Modelin k-ortalama algoritmasıyla çözümlenmesi sonucunda elde edilen raporda görülen, kümelerin “küme merkezi (class centroid)” değerleri, niteliklerin önceden hesaplanmış ağırlık değerleri ile çarpılarak, kümelerin ağırlıklı toplamları bulunmuştur. Denklem 4.1’de hesaplamanın yapıldığı formül görülmektedir.

$$A = \sum_{i=1}^j c_i \times w_i / j \quad (4.1)$$

A: Kümenin ağırlıklı değeri c_i : i. Niteliğin küme merkezi değeri
 w_i : i. niteliğin ağırlık değeri

Ağırlıklı toplam değeri, en yüksek değere sahip küme A sınıfı, ikinci yüksek değere sahip küme B sınıfı, diğer küme ise C sınıfı olarak belirlenmiştir. Çünkü, önem ağırlık değerinin ve kritere ait veri değerinin yani talep değerinin yüksek olması yatırım kararında olumlu bir ölçüttür. Ağırlıklı toplam değer yüksek olması, o kümedeki elemanların, önem derecesi yüksek olan kriterdeki yolcu sınıfı tarafından yoğun olarak talep edildiğini göstermektedir. Örnek olarak; Model 1 pazartesi günü için uygulanmış ABC sınıflandırma hesaplaması Tablo 4.12’de görülmektedir.

Tablo 4.12. Kümeler arasında ABC sınıflandırması [5]

Küme	Görme engelli talebi (Ağırlık Değeri: 0,63)	Tüm engelli talebi (Ağırlık Değeri: 0,26)	Tüm yolcu talebi (Ağırlık Değeri: 0,11)	Ağırlıklı değer	Sınıf
1	0,416	0,428	0,625	0,147	A
2	0,121	0,149	0,354	0,051	B
3	0,022	0,030	0,100	0,011	C

Benzer hesaplama tüm modeller için uygulanmış ve kümelere A-B-C sınıflandırması yapılmıştır.

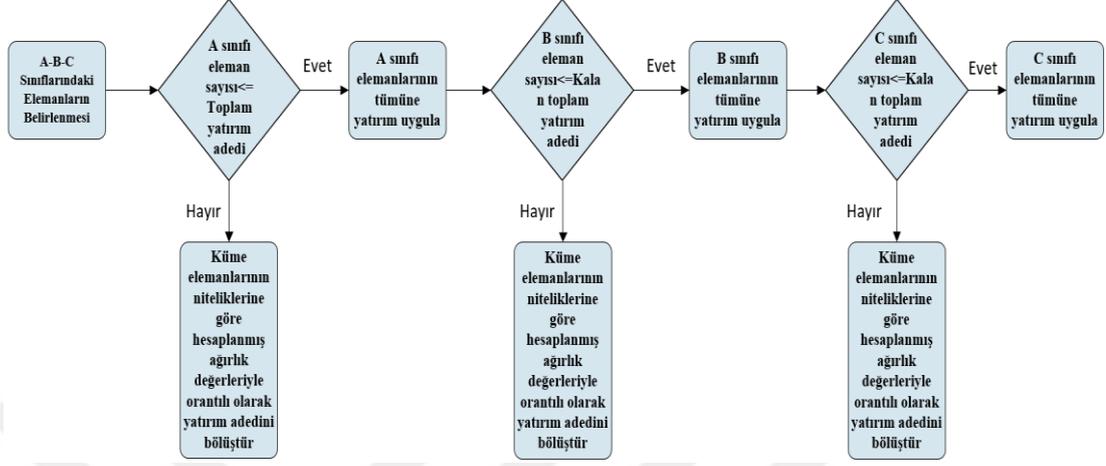
Model 1’de haftanın yedi günü için yedi ayrı veri seti modeli çalıştırılmıştır. Haftanın her bir günü için ABC sınıflandırması yapılmış ve her güne ait sınıfların içerisine atanmış olan otobüs hat numaraları karşılaştırılmıştır. Talebin en yüksek olduğu ve yatırımın büyük kısmını karşılayacak A sınıfına ait karşılaştırma, Tablo 4.13’te görülmektedir. En yüksek hat sayısına sahip yani en fazla otobüs hattının trafiğe çıkarak hizmet verdiği cuma gününe atanmış 52 hattın, diğer günlerdeki hat numaralarını barındırma oranı hesaplanarak uyum oranına ulaşılmıştır.

Tablo 4.13. Günler arasında A sınıfına seçilen hatların benzerlik oranı [5]

Gün	A sınıfı hat sayısı	Uyum oranı
Pazartesi	51	100%
Salı	47	100%
Çarşamba	49	100%
Perşembe	47	100%
Cuma	52	100%
Cumartesi	46	98%
Pazar	34	82%

Tablo 4.13’te görüldüğü üzere hafta içi günleri arasındaki uyum %100 ve hat sayıları birbirine oldukça yakın bulunurken hafta sonu günlerinde (Cumartesi, Pazar) farklılık görülmektedir. Bu sebeple Model 1’de çözümlenen dış hoparlör sistemi yatırımı için; taşıma hizmeti veren kuruma planlamada iş yükü getirmemesi amacıyla, hafta içi günlerinde sınıflara atanan hat sayılarının ortalaması alınarak, her gün için hoparlör sistemi yatırım kararlarının ortaklaştırılması uygun bulunmuştur.

Yatırım adetlerine göre ABC sınıfları içerisindeki otobüs ve durakların hangilerine yatırım yapılacağı kararının verilmesi işlemi için Şekil 4.8’de görülen yatırım atama algoritması oluşturulmuştur [5].



Şekil 4.8. Yatırım atama algoritması [5]

Her hat numarasında çalışan bir veya birden fazla otobüs aracı bulunmaktadır. Otobüs hat numaralarına ait günlük araç sayısı verileri, veri setine eklenerek, Model 1 ve Model 2 için, kümelerin içerisinde yer alan nesne sayısı güncellenmiştir. Örneğin: Tablo 4.14’te görüldüğü üzere, A sınıfında yer almakta olan 680 numaralı hatta ait toplam 26 adet toplu taşıma otobüsü, 23 numaralı hatta ait toplam 12 toplu taşıma otobüsü, 42 numaralı hatta ait toplam 14 toplu taşıma otobüsü bulunmaktadır. Otobüslere kurulacak yeni sistemler için yatırım atamaları hat sayısına göre değil, araç sayısına göre yapılmalıdır.

Tablo 4.14. Sefere çıkan günlük araç adedi verisi [5]

Sınıf	Hat no	Otobüs hattı sefere çıkan araç sayısı
A	680	26
A	23	12
A	42	14

Model 1, Model 2, Model 3 için A-B-C sınıflarında bulunan nesnelere toplam adetleri Tablo 4.15’te görülmektedir. Yatırım atama işleminde nesne sayısı; yatırım türüne bağlı olarak, belirtilen sınıftaki araç sayısını ya da durak sayısını temsil etmektedir. Model 1 için, ortaklaştırma çalışması neticesinde, hafta içi günlerinin ortalama değeri belirtilmiştir.

Tablo 4.15. A-B-C sınıflarındaki hat, araç ve durak adetleri [5]

Sınıf	Model 1 toplam hat adedi	Model 1 toplam araç sayısı	Model 2 toplam hat adedi	Model 2 toplam araç sayısı	Model 3 toplam durak adedi
A	49	634	58	685	32
B	101	614	119	651	301
C	178	358	153	274	6549

Model 1 ve Model 2 kümeleri için toplam araç sayılarının belirlenmesinin ardından Şekil 4.8'deki algoritma adımları izlenerek, taşıma hizmeti sağlayan kurumun belirttiği yatırım adetlerine göre yatırımın yapılacağı otobüs hat numaraları ve durak yerleri belirlenmiştir. Şekil 4.8'de görülen algoritma adımlarının açıklamaları aşağıda belirtilmiştir:

Adım 1: A sınıfında bulunan toplam otobüs ya da durak sayısının toplam yatırım adedinden büyük olması durumunda küme içerisindeki elemanların niteliklere göre ağırlık değerleri hesaplanır ve ağırlık değeri yüksek olan hat numaralarına ya da duraklara öncelik verilerek yatırım ataması gerçekleştirilir.

Adım 2: A sınıfında bulunan toplam otobüs ya da durak sayısının toplam yatırım adedinden küçük ya da eşit olması durumunda küme içerisinde bulunan tüm elemanlara yatırımın uygulanması kararı alınır.

Adım 3: Kalan toplam yatırım adedi, B sınıfı eleman sayısından küçük ise küme içerisindeki elemanların niteliklere göre ağırlık değerleri hesaplanır ve ağırlık değeri yüksek olan hat numaralarına ya da duraklara öncelik verilerek yatırım ataması gerçekleştirilir.

Adım 4: Kalan toplam yatırım adedi B sınıfı eleman sayısından büyük ya da eşit ise B sınıfı elemanlarının tümüne yatırım uygulanması kararı alınır.

Adım 5: Kalan toplam yatırım adedi, C sınıfı eleman sayısından küçük ise küme içerisindeki elemanların niteliklere göre ağırlık değerleri hesaplanır ve ağırlık değeri yüksek olan hat numaralarına ya da duraklara öncelik verilerek yatırım ataması gerçekleştirilir.

Adım 6: Kalan toplam yatırım adedi C sınıfı eleman sayısından büyük ya da eşit ise C sınıfı elemanlarının tümüne yatırım uygulanması kararı alınır.

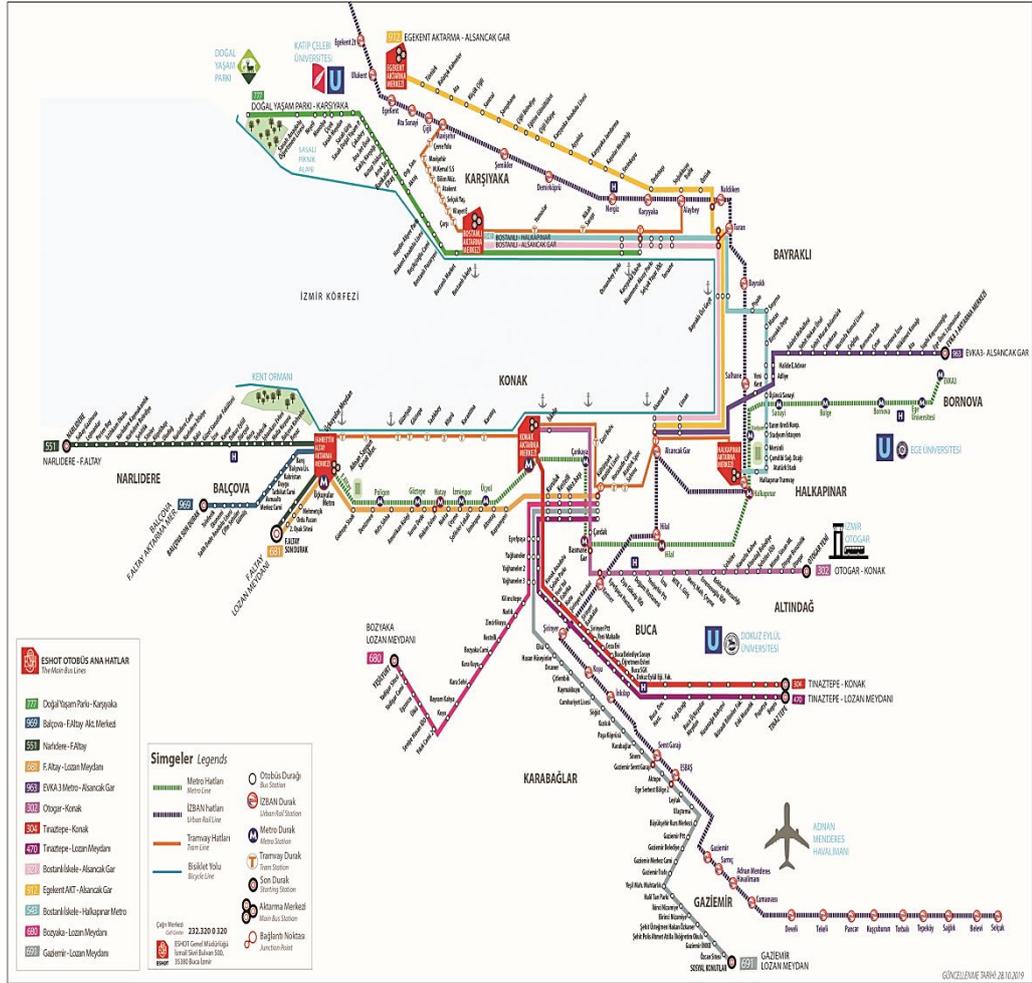
Açıklaması yapılan yatırım atama algoritması adımları izlenerek; ESHOT Genel Müdürlüğü tarafından planlanan yatırım adetleri sınırında, otobüslerde bulunacak dış hoparlör sistemi, otobüslerin içerisine kurulacak akıllı bilgilendirme sistemi ve duraklara yerleştirilecek akıllı bilgilendirme ekranı yatırımlarının yapılmasının uygun bulunduğu otobüs hattı numaraları ve durak id'leri belirlenmiştir. Dış hoparlör sistemi yatırımının yapılması için belirlenen otobüs hattı listesi ekler bölümünde bulunan Tablo 6.1'de, akıllı bilgilendirme sistemi kurulması için belirlenen otobüs hatlarının listesi Tablo 6.2'de, akıllı bilgilendirme ekranlarının yerleştirilmesi için belirlenen durakların listesi Tablo 6.3'te bulunmaktadır. Sonraki aşamada; yeni sistemlerin, seçilen otobüs hattı ve duraklara kurulması durumunda ulaşım sürecinde gerçekleşecek değişiklikler ve iyileşmeler analiz edilmiştir.

4.3. Toplu Ulaşım Sürecinin Simülasyon Modeli ile Analizi

Tez çalışmasının bu bölümünde, mevcut sistem simülasyon programında modellenmiştir. Simülasyon ile modelleme çalışmasının yapılması için Arena Rockwell Simulation 14.00 programının deneme sürümü kullanılmıştır.

Bu çalışmada oluşturulan simülasyon modelinde; İzmir ilinde toplu taşıma otobüsleri ile yolculuk yapan engelli bireylerin, otobüs durağına gelmelerinden, otobüsten inmelerine kadar olan yolculuk süreçleri modellenmiştir.

İzmir ilinde ESHOT Genel Müdürlüğü'ne bağlı olarak hizmet veren 330 adet hat, 1610 adet araç bulunmaktadır. Şekil 4.9'da, İzmir ili ulaşım haritası görülmektedir [59]. Tüm otobüs hatlarını simülasyon programı üzerinde modellemek karmaşıklığı artıracığı için pilot bölge ve pilot hatlar belirlenmiştir.



Şekil 4.9. İzmir ulaşım haritası

Pilot bölge olarak, toplu taşıma otobüsü kullanan engelli bireylerin yoğun olarak bulunduğu İzmir ili Güney-Buca bölgesi belirlenmiştir. Pilot bölgenin belirlenmesinde; ESHOT Genel Müdürlüğü'nün planlama çalışmalarında kullanılmak üzere İzmir ilini 5 bölgeye ayırarak haritalandırdığı alanlar referans alınmış ve bu alanlar içerisinde engelli bireylerin yoğun olarak bulunduğu ve modellemeye daha uygun olacağının ön görüldüğü Güney-Buca bölgesi seçilmiştir. İzmir ili ulaşım bölgeleri Tablo 4.16'da görülmektedir.

Tablo 4.16. İzmir ili ulaşım bölgeleri

Bölge no	Bölge adı
1	Güney-Gediz
2	Kuzey-Karşıyaka
3	Kuzey-Bornova
4	Güney-Buca
5	Güney-Teleferik

Güney Buca bölgesinde 768 durak ve bu bölgede hizmet veren 122 adet otobüs hattı bulunmaktadır. Modellenecek pilot hatların belirlenmesi için, 2021 yılı içerisinde, engelli bireylerin toplu taşıma otobüslerine olan talepleri analiz edilmiştir. Otobüs hatlarına binış adetleri oransal olarak hesaplanmış ve ilk %10 luk dilimi kapsayan otobüs hatları, ulaşım sisteminin modellenmesinde kullanılmak üzere pilot hat olarak seçilmiştir. 2021 Ocak-Şubat-Mart-Nisan aylarında Güney-Buca bölgesinde hizmet veren otobüs araçlarına, engelli bireyler tarafından yapılan binış adetlerine göre hesaplanmış yüzde dağılımları ve sıralamasının bulunduğu, ilk %50 lik talep dilimine bulunan otobüs hatları Tablo 4.17’de görülmektedir.

Tablo 4.17. Güney Buca bölgesi otobüs binış oranları

Sıra no	Hat no	Binış oranı
1	304	5,88%
2	72	5,42%
3	285	5,35%
4	476	5,06%
5	171	4,51%
6	465	4,46%
7	838	4,34%
8	490	3,85%
9	676	3,60%
10	470	3,44%
11	374	3,40%
12	74	3,29%
13	233	3,13%

İlk %10’luk dilimi kapsayan 304 ve 72 numaralı otobüs hatları modellemede kullanılmak üzere pilot hatlar olarak belirlenmiştir. 304 ve 72 numaralı hatların güzergahları Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de görülmektedir [60].



Şekil 4.10. 304 nolu hat güzergah haritası

304 numaralı otobüs gidiş ve dönüş olmak üzere toplam 18,57 km yol giderek bir tam turu tamamlamakta ve başlangıç noktasına ulaşmaktadır. 304 numaralı hattın geçtiği durakların sırası Tablo 4.18 ve Tablo 4.19’da görülmektedir. Bu tablolar, otobüsün rotaya başladığı ilk duraktan, rotayı tamamlayarak başlangıç noktasına dönene kadar durup yolcu aldığı tüm durakları sırasıyla göstermektedir. 304 numaralı hat için simülasyon modelinde toplam 37 durak modellenmiştir.

Tablo 4.18. 304 Numaralı hat durak tablosu

Durak kodu	Durak adı
40121	Tınaztepe
40088	Begos
40086	Papatya
40070	Eski Mezarlık
40080	Buca Eski Mezarlık
41200	Hasan Ağa Bahçesi
40742	Buca Üçkuyular Meydan
40738	Buca Sağlık Ocağı

Tablo 4.19. 304 Numaralı hat durak tablosu devamı

40038	Buca Devlet Hastanesi
40036	Dokuz Eylül Eğitim Fakültesi
40022	Buca Sosyal Güvenlik Kurumu
40018	Öğretmen Evleri
40016	Buca Belediye Sarayı
40014	Buca Cezaevi
40012	Yeni Mahalle
40010	Şirinyer PTT
40101	Şirinyer Bankalar
40103	Fabrika
40105	Yeniyol
41335	Balkan
10030	Konak
10030	Konak
40106	Yeniyol
40104	Fabrika
40102	Şirinyer Bankalar
40009	Şirinyer Pazar Yeri
40011	Yeni Mahalle
40013	Buca Vergi Dairesi
40015	Buca Belediye Sarayı
40019	İzmir Meslek Yüksek Okulu
40025	Buca Heykel
40035	Dokuz Eylül Eğitim Fakültesi
40037	Buca Devlet Hastanesi
40737	Buca Sağlık Ocağı
40739	Buca Üçkuyular Meydan
40079	Hasan Ağa Bahçesi
40077	Buca Diyaliz Merkezi
40071	Begos
40121	Tınaztepe



Şekil 4.11. 72 nolu hat güzergah haritası

72 numaralı otobüs gidiş ve dönüş olmak üzere toplam 19 km yol giderek bir tam turu tamamlamakta ve başlangıç noktasına ulaşmaktadır. 72 numaralı hattın geçtiği durakların sırası Tablo 4.20 ve Tablo 4.21’de görülmektedir. Bu tablolardaki durak listesi, otobüsün rotaya başladığı ilk duraktan, rotayı tamamlayarak başlangıç noktasına dönene kadar durup yolcu aldığı tüm durakları sırasıyla göstermektedir. 72 numaralı hat için simülasyon modelinde toplam 48 durak modellenmiştir.

Tablo 4.20. 72 numaralı hat durak tablosu

Durak kodu	Durak adı
40454	İşçievleri
40458	Selviler
40486	İstiklal
40494	Işıklı Parkı
40496	Ana Sağlığı
40498	Bloklar
41088	Telsizler

Tablo 4.21. 72 numaralı hat durak tablosu devamı

41086	Yıldız
40422	Yıkikkemer Meydan
40420	Ufuk Karakolu
40418	Dirayet Süren İlkokulu
40416	Manolya
40414	Gül
40412	Betonyol
40410	Redresör
40010	Şirinyer PTT
40004	Şirinyer Karakol
40002	Nato
12070	Şelale Parkı
12068	Konak Anadolu Lisesi
12064	Yağhaneler 2
12066	Arap Cami
12058	Eşrefpaşa
10240	Kız Yurdu
15532	Konak
15532	Konak
10119	Kavaflar
10231	Kestelli
10235	Koruluk
12057	Eşrefpaşa
12065	Yağhaneler 2
12069	Konak Anadolu Lisesi
12071	Şelale Parkı
40001	Nato
40009	Şirinyer Pazar Yeri
40411	Redresör
40413	Betonyol
40415	Gül
40417	Manolya
40419	Dirayet Süren İlkokulu
40421	Ufuk Karakolu
40423	Yıkikkemer Meydan
41087	Yıldız
41089	Telsizler
40497	Bloklar
40495	Ana Sağlığı
40493	Işıklı Parkı
40487	İstiklal
40457	Selviler
40454	İşçievleri

4.3.1. Otobüs Hatlarının Modellenmesi

Otobüs sefer planlamaları, gün içerisindeki farklı zaman dilimlerine özel olarak yapılmaktadır. Planlamanın yapıldığı 7 farklı zaman dilimi bulunmaktadır. Gün içerisinde toplu ulaşımın gerçekleştirildiği bu zaman dilimlerine ait saat aralıkları Tablo 4.22’de görülmektedir. 304 ve 72 numaralı otobüs hatları 06:00-24:00 saatleri arasında toplu taşıma hizmeti vermektedir.

Tablo 4.22. Zaman dilimi tablosu

Zaman dilimi no	Saat aralığı
1	06:00-07:00
2	07:00-09:00
3	09:00-13:00
4	13:00-16:00
5	16:00-20:00
6	20:00-22:00
7	22:00-24:00

Saat aralıkları ve buna bağlı olarak zaman dilimlerinin artışı, simülasyon programında Şekil 4.12’de görüldüğü gibi indeks değerlerine bağlanarak modellenmiştir. Bu sayede farklı zaman dilimlerinde süreçlerde oluşan değişkenlikler tanımlanabilir ve takip edilebilir duruma gelmiştir.



Şekil 4.12. Zaman dilimi modellemesi

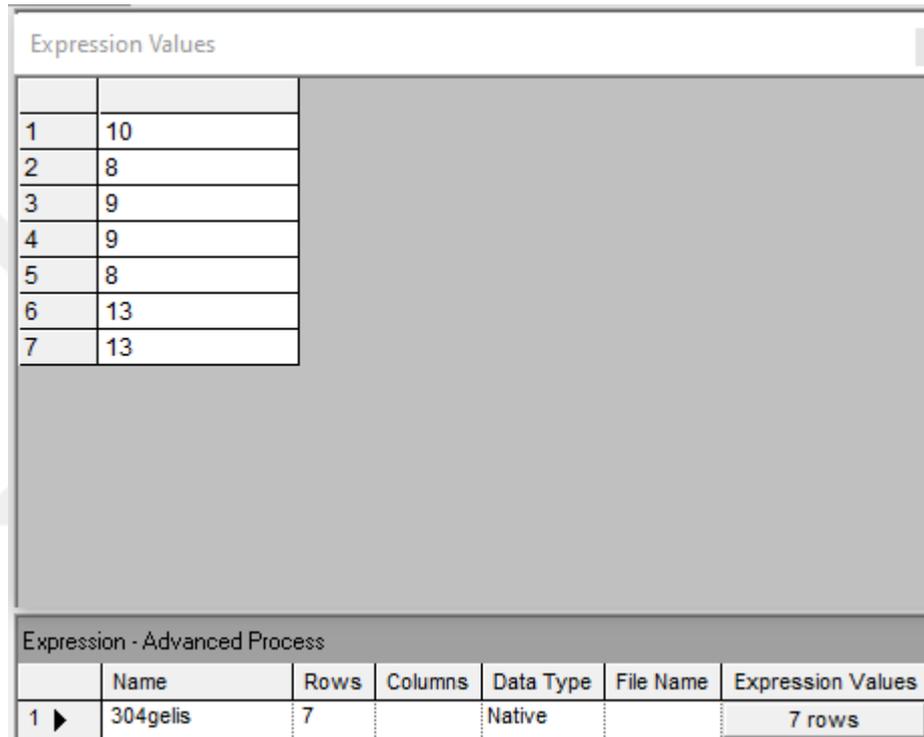
Otobüs hatlarına ait araç adetleri ayrı zaman dilimlerinde farklılık göstermektedir. 304 numaralı hatta ait araç adedi ve araç geliş sıklıkları Tablo 4.23’te görülmektedir.

Tablo 4.23. 304 numaralı hat araç geliş sıklıkları

Saat aralığı	Sıklık (dk)	Araç adedi
06:00 - 07:00	10	7
07:00 - 09:00	8	12
09:00 - 13:00	9	9
13:00 - 16:00	9	10
16:00 - 20:00	8	14
20:00 - 22:00	13	10
22:00 - 24:00	13	5

304 numaralı hat en fazla 5. Zaman diliminde 14 adet araçla toplu taşıma hizmeti vermektedir. Simülasyon modelinde zaman dilimleri “dilim” indeksiyle tanımlanmıştır. “dilim” indeksinin başlangıç değeri “1”olarak belirtilmiştir.

Farklı zaman dilimlerinde 304 numaralı hatta ait otobüslerin durağa gelişleri arasındaki planlanan süreler de değişkenlik göstermektedir. Şekil 4.13'te 304 numaralı otobüsün 7 farklı zaman diliminde durağa gelişleri arasındaki planlanan süreler görülmektedir.



Expression Values	
1	10
2	8
3	9
4	9
5	8
6	13
7	13

Expression - Advanced Process						
	Name	Rows	Columns	Data Type	File Name	Expression Values
1 ▶	304gelis	7		Native		7 rows

Şekil 4.13. 304 numaralı hat gelişler arası süre

Arena programında simülasyon modelinde, Şekil 4.14'te görüldüğü gibi Create bloğu kullanılarak 304 numaralı otobüsün gelişi oluşturulmuştur. Maksimum araç geliş sayısı 14 olarak belirtilmiştir.

Şekil 4.14. Create bloğu ile 304 numaralı otobüs geliş modellemesi

304 numaralı hatta ait 14 adet aracın süre bazlı çalışma kapasiteleri Şekil 4.15'te görüldüğü gibi bir çizelge olarak belirlenmiş ve Arena programı içerisinde yer alan "Schedule" kısmına girilmiştir.

Schedule - Basic Process					
	Name	Type	Time Units	Scale Factor	Durations
1	3bus1	Capacity	Minutes	1.0	1 rows
2	3bus2	Capacity	Minutes	1.0	2 rows
3	3bus3	Capacity	Minutes	1.0	2 rows
4	3bus4	Capacity	Minutes	1.0	2 rows
5	3bus5	Capacity	Minutes	1.0	2 rows
6	3bus6	Capacity	Minutes	1.0	3 rows
7	3bus7	Capacity	Minutes	1.0	3 rows
8	3bus8	Capacity	Minutes	1.0	3 rows
9	3bus9	Capacity	Minutes	1.0	3 rows
10	3bus10	Capacity	Minutes	1.0	6 rows
11	3bus11	Capacity	Minutes	1.0	5 rows
12	3bus12	Capacity	Minutes	1.0	5 rows
13	3bus13	Capacity	Minutes	1.0	3 rows
14	3bus14	Capacity	Minutes	1.0	3 rows

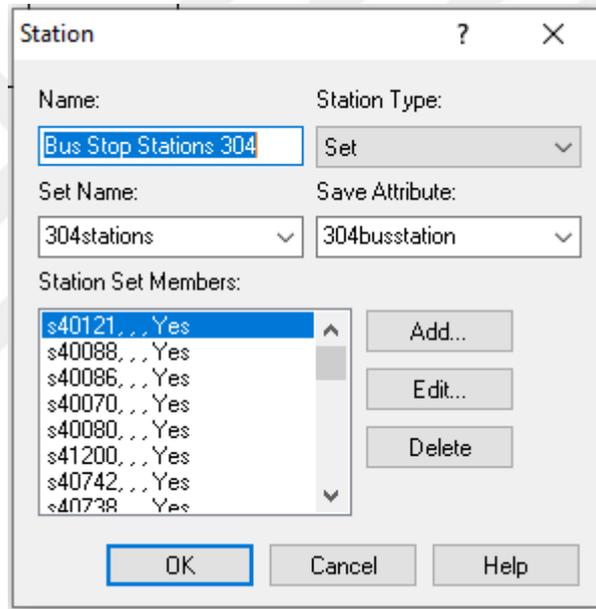
Şekil 4.15. Schedule ile kapasite planlama

Benzer ulaşım planlama ve bu plan doğrultusunda simülasyon ile modelleme çalışmaları 72 numaralı otobüs hattı için de yapılmıştır. Böylece Arena programında simülasyon modelinde 72 ve 304 numaralı otobüslerin farklı zaman dilimlerinde sisteme giriş sıklıkları ve araç adetleri tanımlanmıştır.

4.3.2. Otobüs Rota Planlaması

304 ve 72 numaralı hatların güzergahları doğrultusunda planlanan, yolcuların otobüslere iniş ve binış yaptıkları duraklar rota oluşturularak tanımlanmıştır. Bu rotaların modele eklenmesi, kullanılan simülasyon programının “Advanced Transfer” kısmında yer alan “sequence” elementi kısmında tanımlanmıştır. Rotaların arasındaki mesafeler süre cinsinden matris olarak hazırlanarak, simülasyon programının “expression” elementi kısmına bu veriler girilmiştir.

Tüm duraklar ve duraklarda oluşan kuyruklar Şekil 4.16’da görüldüğü gibi grup olarak oluşturulmuş ve kullanılan programda hazırlanmış simülasyon modeline “set” tipinde tanımlanmıştır.



Şekil 4.16. Planlanan durakların modellenmesi

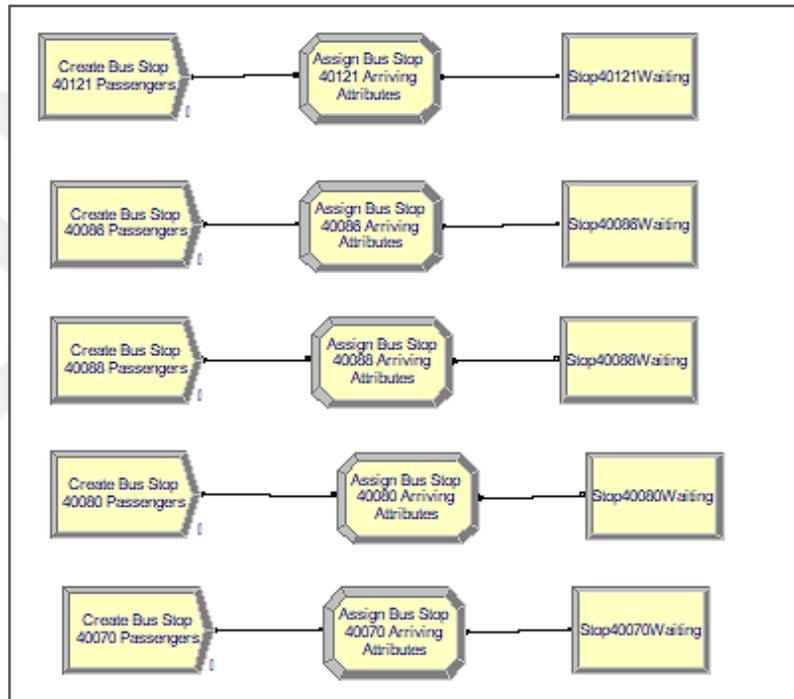
4.3.3. Yolcu Gelişlerinin Modellenmesi

Otobüslerin tanımlanan rotalarında planlanan duraklara, engelli yolcular gelerek, duraktan otobüslere binış yapmaktadır. Engelli yolcuların ulaşım sürecindeki değer akışı, engel türüne göre farklılık göstermektedir. Bu sebeple engelli yolcuların binış talepleri engel türüne göre ayrılarak analiz edilmiştir. Simülasyonla modellemenin veri girişi aşamasında ESHOT Genel Müdürlüğü’ne ait veri deposundan güncel veriler alınarak analiz edilmiştir ve 2021 yılı Aralık ayında engel türlerine göre engelli bireylerin binış adetlerinin oranları Tablo 4.24’te görüldüğü gibidir.

Tablo 4.24. Engel türüne göre biniş oranları

Tip no	Engel türü	Biniş oranı
1	Görme engelli yolcu	0,14
2	İşitme engelli yolcu	0,145
3	Diğer tüm engelli yolcular	0,715

Oluşturulan simülasyon modelinde, her otobüs durağı ayrı birer blok olarak modellenmiştir ve bu duraklara gelen yolcular engel tiplerine göre ayrı oranlarda atanmıştır. 304 numaralı hattın rotasında bulunan bazı durakların programda modellenmiş hali Şekil 4.17’de görülmektedir.



Şekil 4.17. Durak modellemesi

Her bir durağa yolcu geliş oranları da zaman dilimlerine göre farklılık göstermektedir. 2021 yılı Aralık ayı yolcu binüş talepleri, her bir otobüs durağı için zaman dilimi bazlı olarak analiz edilmiştir. İki yolcunun gelişi arasında geçen sürenin devamlı olarak değişkenlik göstermesinden dolayı bu değerler Arena simülasyon programının Input Analyzer uygulamasında analiz edilerek bu stokastik değerler simülasyon modeline veri olarak işlenmiştir. Örnek olarak; otobüs istasyonlarından biri için, 7 ayrı zaman diliminde girilmiş binüş değerleri veri tablosu Şekil 4.18’de görüldüğü gibidir.

Expression Values

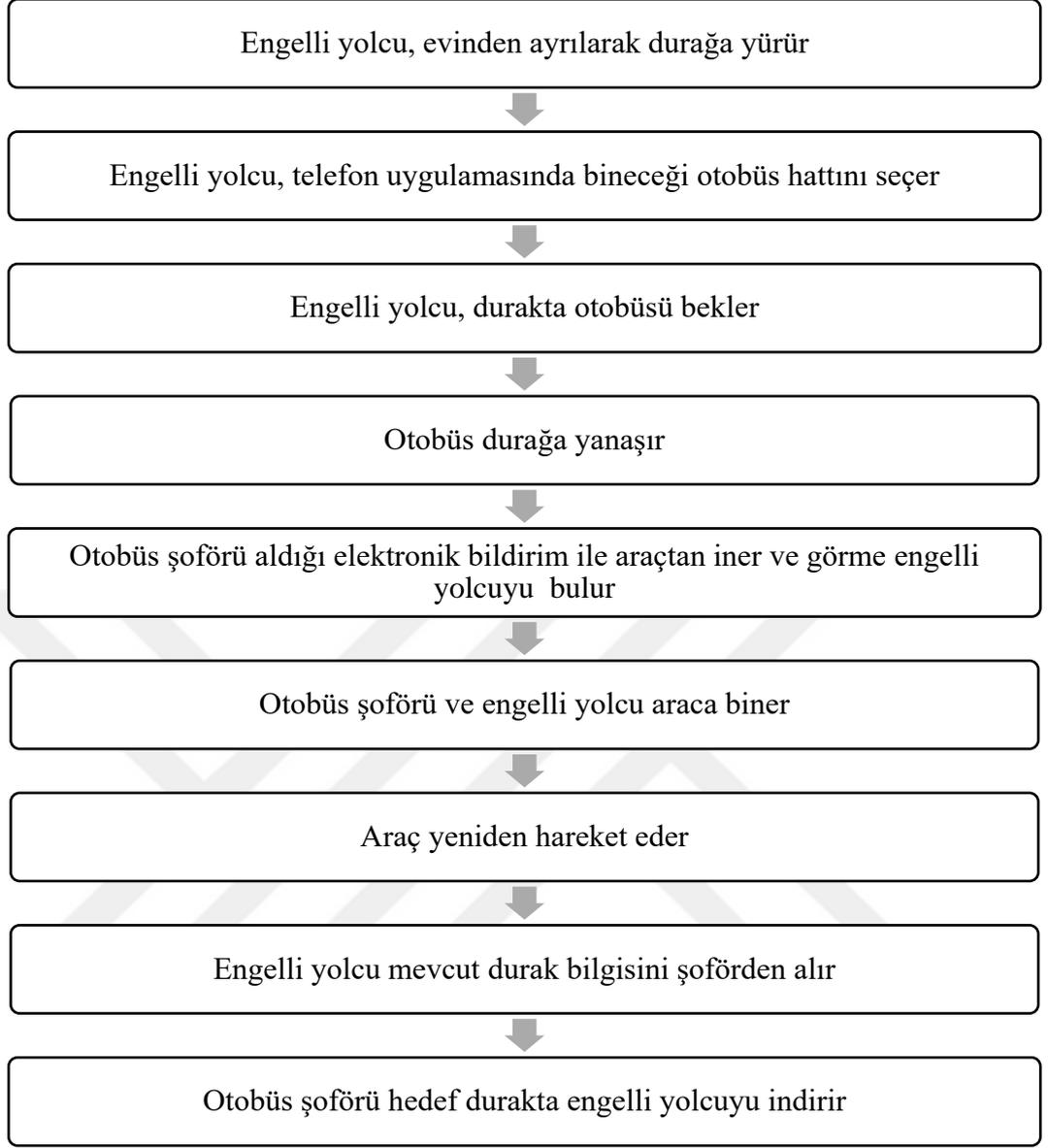
	↓
1	EXPO(25.5)
2	NORM(11.5, 13.1)
3	EXPO(13.3)
4	EXPO(10.3)
5	EXPO(5.66)
6	LOGN(24.2, 55)
7	LOGN(14.6, 69)

Şekil 4.18. Stokastik yolcu geliş verileri

Girdi analizi yapılırken; Aralık ayında, belirli bir durağa, her zaman dilimi için ayrı ayrı yolcu gelişleri sıralanarak, iki yolcu gelişi arasındaki süreler hesaplanmıştır. Hesaplanan bu yolcu gelişleri arasındaki süre örneklemeleri programa aktarılmış, Pearson ki-kare testi ve Kolmogorov-Smirnov sınamasına göre değerlendirilerek girdi analizi gerçekleştirilmiştir. Girdi verilerinin değişkenliklerine göre hangi dağılıma uygun olduğu ve seçilen dağılıma göre hesaplanan değerleri belirlenmiştir.

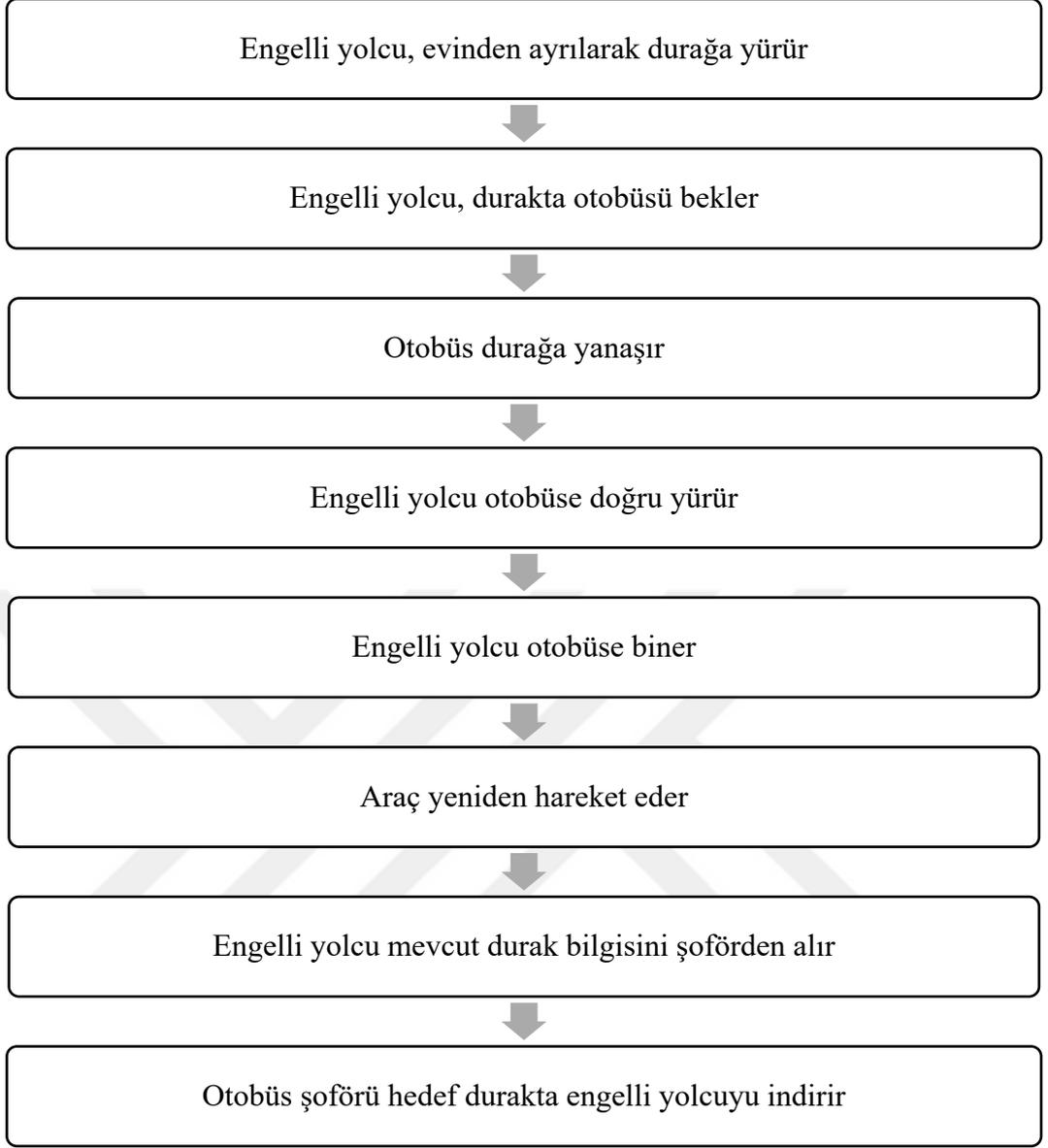
4.3.4. Engelli Yolcuların Ulaşım Süreçlerinin Analizi

Görme engelli yolcular, işitme engelli yolcular ve diğer engel türüne sahip yolcuların yolculuk süreçleri, engel türünden kaynaklı olarak oluşan erişim ihtiyaçlarına göre değişiklik göstermektedir. Görme engelli yolcuların mevcut ulaşım süreçlerindeki iş akışı Şekil 4.19'da görülmektedir.



Şekil 4.19. Görme engelli yolcu mevcut ulaşım süreci

İşitme engelli yolcular ve diğer engel türüne sahip yolcuların ulaşım süreçlerine ait iş akışları benzerlik gösterdiği için tek bir akış şeması üzerinden Şekil 4.20’de adımlar gösterilmiştir. İşitme engelli ve diğer engelli yolcuların bu süreç adımlarında geçirdikleri süreler farklılık göstermektedir.



Şekil 4.20. İşitme engelli yolcu mevcut ulaşım süreci

Mevcut durumdaki iş akışına uygun olarak metod etütleri gerçekleştirilmiş ve simülasyon modelinde sisteme tanımlanacak iş adımları ile bu iş adımlarının her bir engel türündeki yolcu için gerçekleşen süreleri belirlenmiştir. Her bir iş adımı için 10 örneklem alınmıştır. Bulunan süreler Arena programının “Input Analyzer” seçeneğiyle analiz edilerek normal dağılım ile değişken değerleri belirlenmiştir. Tablo 4.25’te mevcut duruma ait tanımlanan süreler görülmektedir.

Tablo 4.25. Mevcut durum sistem süreleri

Süre	Görme engelli (tip1)	İşitme engelli (tip2)	Diğer engel (tip3)
Yürüme süre	Norm(30,7; 4,94)	Norm(6,78; 1,81)	Norm(15,7; 2,98)
Binme süre	Norm(20; 3,07)	Norm(8,7; 2,53)	Norm(10,1; 1,81)
İnme süre	Norm(25,6; 3,58)	Norm(13,5; 2,16)	Norm(15,7; 2,1)

Yürüme Süre: Yolcunun duraktan otobüse yürüdüğü sürenin, sadece otobüsün durmasına ve beklemesine sebep olan kısmını içerir. Geri kalan kısım, yolcunun durakta bekleme süresine dahildir.

Binme Süre: Araç duruş halindeyken engelli yolcu otobüse binış yapana kadar geçen süredir.

İnme Süre: Araç, yolcu alacağı ve yolcu indireceği durakta duruş halindeyken, engelli yolcu otobüsten inene kadar geçen süredir.

Mevcut durumda sadece görme engelli yolcuların ve zihinsel engel gibi otobüs şoförünün yardımının gerektiği engelli yolcuların otobüse yürümelerinde araç durmaktadır. Otobüs şoförünün yardımı gerektiği durumlarda engelli birey önceden telefon uygulaması ile otobüs şoförüne durakta olduğunu bildirir. Diğer engel türlerinde böyle bir müdahale olmadığı için ve aracın beklemesi gerekmez ve bu sebeple diğer engel türlerinde yürüme süresi çok daha kısadır.

Süreler hesaplanırken yolcunun durakta tek olduğu ve diğer engelsiz bireylerden destek almadığı varsayılmıştır.

Yapılan metot etüdünde görme engelli yolcular için belirlenen yürüme süresine ait detaylandırılmış iş adımlarının ortalama süreleri Tablo 4.26'da görülmektedir.

Tablo 4.26. Görme engelli yolcu yürüme işi adımları

İş sırası	İş adımı	Süre (s)
1	Otobüs durduktan sonra şoförün araçtan inmesi	5
2	Uygulama ile bildirim gönderen görme engelli yolcu bulması	10
3	Yolcu ile birlikte araca yürüme	15

Ortalama otobüs sefer süresi: Otobüsün sisteme giriş yaptığı andan itibaren bir tam turu tamamladığı süre.

Ortalama yolculuk süresi: Yolcunun durağa geldiği andan itibaren, otobüsten inene kadar geçen süre.

4.3.6. Simülasyon Modeli Replikasyon Sayısının Belirlenmesi

Bu çalışmada pilot hat olarak belirlenen 304 ve 72 numaralı hatlar için iki ayrı çalışma sayfasında simülasyon modelleri oluşturulmuştur. Oluşturulan bu modeller için ilk aşamada başlangıç replikasyon değeri 2 olarak belirlenerek modeller çalıştırılmıştır. Raporda bulunan yarı-genişlik değerine bakılarak yeni replikasyon sayısı belirleme çalışması yapılmıştır.

Çalışmanın devamında modellerin sonuçları birleştirilerek tek sistem içerisinde değerlendirilmiştir.

304 numaralı hat için oluşturulan simülasyon modelinin 2 replikasyon çalıştırılması sonucunda; engelli bir yolcunun ulaşım süresinin kaydını tutan “RecordSystemTime” sayacının yarı genişlik değeri 0,71 olarak bulunmuştur.

72 numaralı hat için oluşturulan oluşturulan simülasyon modelinin 2 replikasyon çalıştırılması sonucunda; engelli bir yolcunun ulaşım süresinin kaydını tutan “RecordSystemTime” sayacının yarı genişlik değeri 0,65 olarak bulunmuştur.

304 numaralı hat ve 72 numaralı hat için oluşturulan simülasyon modelleri 10 replikasyon çalıştırılmıştır. 304 numaralı hattın “Record System Time” sayacının yarı genişlik değeri 0.04 olmuştur. 72 numaralı hattın “Record System Time” sayacının yarı genişlik değeri 0.03 olmuştur. 10 replikasyonda ulaşılan yarı genişlik değerleri, planlanan yatırımların değerlendirileceği, toplu ulaşım simülasyon modelinin analizi için uygun değerlerdir.

304 numaralı hattın ulaşım hizmeti verdiği simülasyon modelinin raporu, ekler bölümünde bulunan EK 4 başlığı altında bulunmaktadır. 72 numaralı hattın ulaşım hizmeti verdiği simülasyon modelinin raporu ekler bölümünde bulunan EK 5 başlığı altında bulunmaktadır.

4.3.7. Model Doğruluğunun ve Geçerliliğinin Kontrolü

Pilot hat ve pilot bölge belirlenerek, belirlenen bölgede, belirlenen otobüs hattını kullanan engelli bireylerin ulaşım süreçleri simülasyon ile modellenmiştir. Oluşturulan model üzerinde analizler yaparak çalışmaya devam edebilmek için modelin doğruluğundan emin olmak gerekmektedir. Model geçerliliğini sağlamanın yollarından biri sistemi modelledikten sonra gerçek sistemle modeldeki üretim miktarı, üretim zamanı gibi karşılaştırılabilir performans ölçütlerinin karşılaştırılmasıdır.

Model geçerliliğini sağlamak amacıyla, simülasyon modeli ve gerçek sistemde gerçekleşen “otobüslerin günlük sefer sayıları” ve “sisteme giriş yapan kişi sayısı” değerleri karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalarda, tek örneklem t testi kullanılmıştır. Simülasyon modeli 10 replikasyon çalıştırılarak, ortalama değer alınmıştır. Simülasyon modelinin ortalama değeri, gerçek sistem sonucu ile karşılaştırılmıştır. Tablo 4.27’de “otobüslerin günlük sefer sayısı” sonuç değeri için gerçekleştirilen t testi verileri görülmektedir. Tek yönlü t dağılımı tablosuna göre, 9 serbestlik derecesi için 0,05 düzeyinde kritik değer 1,833’tür. 304 ve 72 numaralı otobüs hatlarına ait simülasyon modellerinin hesaplanan t değerleri, 1,833’ten küçük olduğu için simülasyon modelinin gerçek sistemle uyumlu olduğu H_0 hipotezi kabul edilir.

H_0 : Simülasyon modeli ve gerçek sistem arasında fark olmadığı kabul edilir.

H_1 : Simülasyon modeli ve gerçek sistem birbirinden farklıdır.

Tablo 4.27. “Otobüslerin günlük sefer sayısı” sonuç değerine göre t testi

Otobüs hattı	Gerçek sistem sonucu (μ)	Simülasyon sonucu (\bar{x})	$\mu - \bar{x}$	Standart Sapma / $\sqrt{\text{Serbeslik Derecesi}}$ $(S/\sqrt{n})^2$	T değeri $(\mu - \bar{x}) / (S/\sqrt{n})^2$
304	158	154	4	2,22	1,8
72	100	98	2	1,7	1,17

“Otobüslerin günlük sefer sayısı” sonuç değerine göre simülasyon modeli ve gerçek sisteminin birbirine benzerliğini araştırmak için gerçekleştirilen tek örneklem t testi, tek bir gün içerisinde “sisteme giriş yapan yolcu sayıları” için de gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.28’de hesaplanan t değerleri görülmektedir. 304 ve 72 numaralı otobüs hatlarına ait simülasyon modellerinin hesaplanan t değerleri, tek

yönlü t dağılımı tablosundaki 1,833 değerinden küçük olduğu için simülasyon modelinin gerçek sistemle uyumlu olduğu H_0 hipotezi kabul edilir. Simülasyon modelleri ve gerçek sistem 0.05 önem düzeyinde benzerdir.

Tablo 4.28. “Sisteme giriş yapan yolcu sayısı” sonuç değerine göre t testi

Otobüs hattı	Gerçek sistem sonucu (μ)	Simülasyon sonucu (\bar{x})	$\mu - \bar{x}$	Standart Sapma / $\sqrt{\text{Serbeslik Derecesi}}$ $(S/\sqrt{n})^2$	T değeri $(\mu - \bar{x}) / (S/\sqrt{n})^2$
304	1105	1303	198	199,9	0,99
72	1017	1139	122	194,4	0,63

Simülasyon modelleri ve gerçek sistem arasında, her iki sonuç değerine göre gerçekleştirilen tek örneklem t testi karşılaştırmalarında, simülasyon modelinin gerçek sistemle uyumlu olduğu H_0 hipotezi kabul edilerek, oluşturulan simülasyon modelinin geçerliliği ve doğruluğu kabul edilmiştir.

4.4. Planlanan Yatırımların Model Üzerinde Analizi

Mevcut durum, simülasyon programında modellendikten sonra; önceki aşamalarda veri madenciliği yöntemi ile planlanan yatırımların uygulanması durumunda, ulaşım sürecinde meydana gelecek değişimlerin analiz edilmesi amacıyla simülasyon modeli üzerinde deney tasarımı ve istatistiksel analiz çalışmaları yapılmıştır. Yatırım kalemlerinin birlikte ya da ayrı olarak uygulanması durumları için farklı senaryolar oluşturularak bu senaryoların istatistiksel anlamda farkları incelenmiştir. Farklı senaryolar üzerinden hazırlanan yatırım alternatifleri birbiriyle karşılaştırılmıştır.

Deney tasarımı çalışmaları sonrasında, modelden alınan sonuçlara göre, yatırım alternatiflerinin birbiriyle karşılaştırılarak, istatistiksel farklarının analizi için Minitab programının deneme sürümünden faydalanılmıştır.

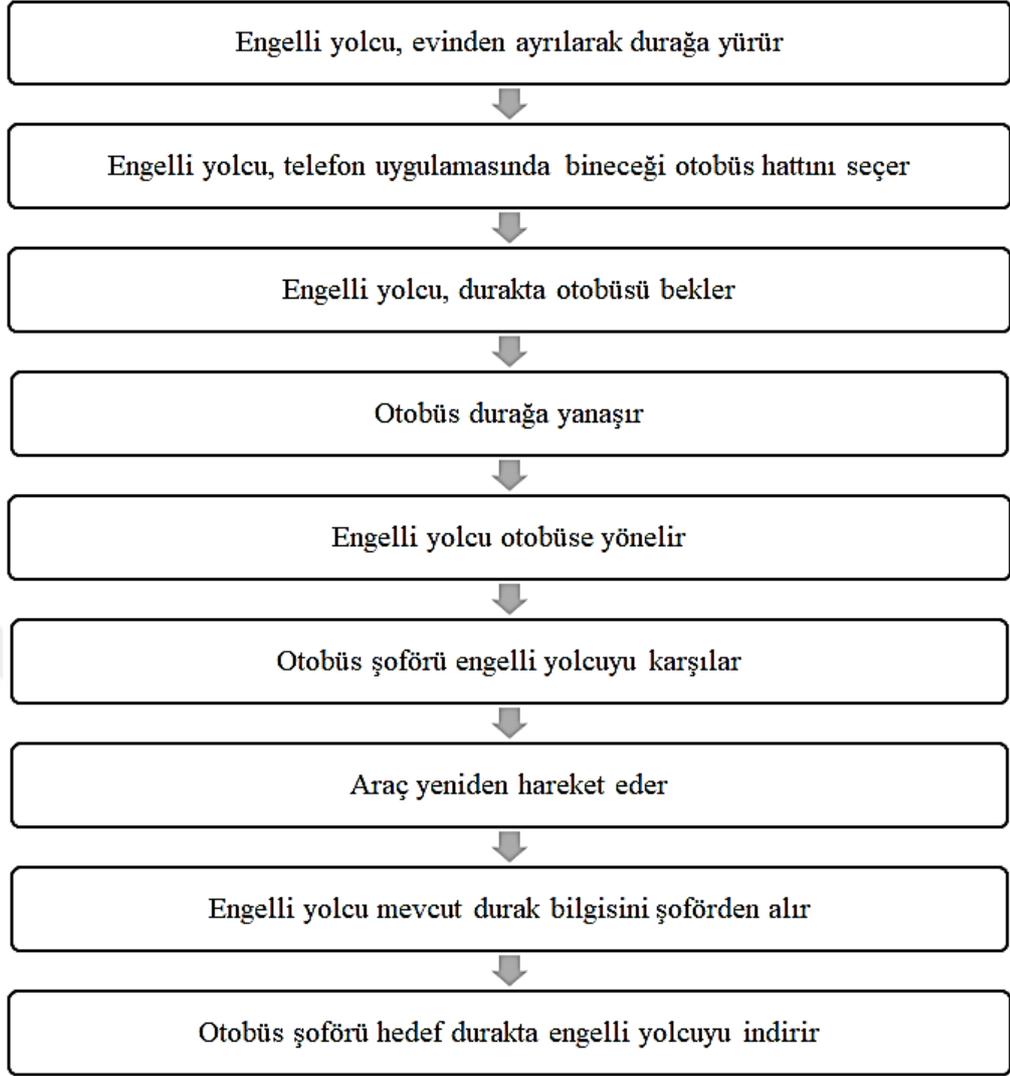
4.4.1. Planlanan Yatırımların Ulaşım Sürecine Etkisinin İncelenmesi

Mevcut durumdaki ulaşım modelinde oluşan süre ve işçilik israflarının azaltılması, yolcuların bekleme sürelerinin kısalması, otobüsün daha kısa sürede rotasını tamamlaması, otobüs şoförünün tanımlanan standart işin dışına çıkmayarak hem yolculuk güvenliğinin sağlanması hem de gereksiz işçiliğin azaltılması, engelli yolcuların başka bireylere ihtiyaç duymadan ulaşımını daha konforlu ve daha güvenli

bir şekilde tamamlayabilmesi amacıyla, Bölüm 4.2.1’de açıklanan yatırım kalemleri planlanmıştır. Planlanan bu yatırımların gerçek hayatta uygulanması durumunda getireceği faydanın, finansal harcama yapılmadan önce, sayısal olarak analiz edilebilmesi için simülasyon programında deney tasarımı çalışması yapılmadan önce yatırımların yeni sürece etkisinin araştırılması gerekir.

Planlanan yatırım kalemleri uygulamaya alındıktan sonra, engelli yolcuların ve otobüs şoförünün ulaşım sürecindeki hareketleri farklılık gösterecek ve buna bağlı olarak sistemde tanımlı olan süreler de değişecektir. Her bir yatırımın sistem üzerindeki etkisini analiz edebilmek amacıyla iş akışına olan etkileri ayrı ayrı incelenmiştir.

Dış hoparlör sistemi (Dhs), otobüslere yerleştirilerek gelen otobüs hat numarası ve adını durakta bekleyen yolculara sesli olarak aktaran bir sistemdir. Dış hoparlör sistemi tüm engelli yolculara kolaylık sağlayacak olmakla birlikte öncelikli olarak görme engelli yolculara fayda sağlayacağı öngörülmektedir. Planlanan bu yatırımın uygulamaya alınmasıyla birlikte iş akışı Şekil 4.22’de görüldüğü gibi olacaktır. Otobüs şoförünün görme engelli yolcuyu almak için otobüsten inmesi gerekmeyecek, biniş esnasında yardımcı olması yeterli olacaktır.



Şekil 4.22. Dış hoparlör sistemi yatırımının uygulanması sonrası süreç akışı

Yeni durum için metot etüdü tekrarlanarak hesaplanan süreler Tablo 4.29'da görülmektedir.

Tablo 4.29. Dış hoparlör sistemi uygulaması sonrası süreler

	Görme engelli (tip1)	İşitme engelli (tip2)	Diğer engel (tip3)
Yürüme süre	Norm(14,7; 1,76)	Norm(6,78; 1,81)	Norm(8; 1,34)
Binme süre	Norm(20; 3,07)	Norm(8,7; 2,53)	Norm(10,1; 1,81)
İnme süre	Norm(25,6; 3,58)	Norm(13,5; 2,16)	Norm(15,7; 2,1)

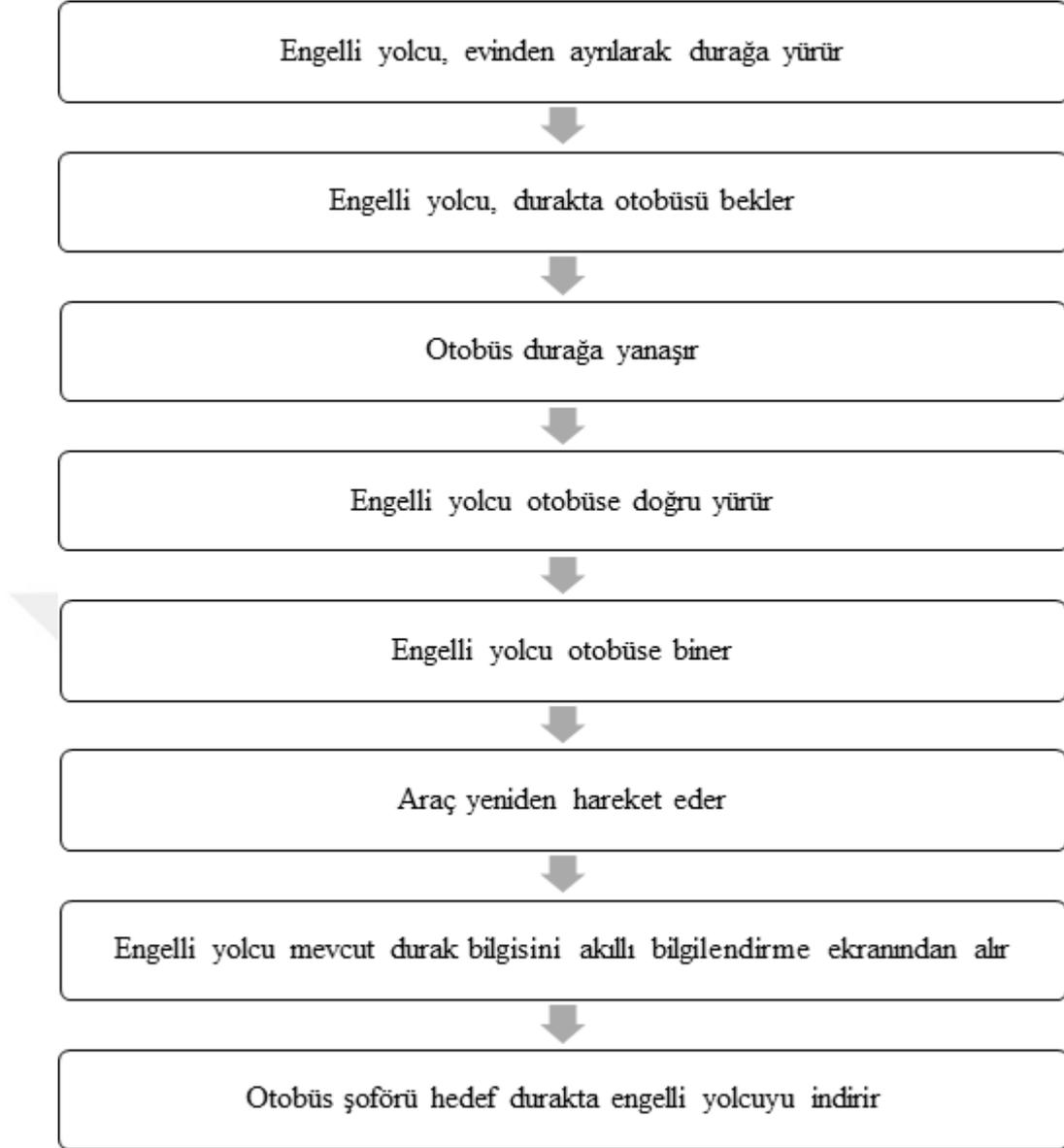
Görme engelli yolcular ve diğer engel tipindeki yolcuların otobüs geldikten ve durduktan sonra otobüse binmelerine kadar geçen sürede kısalma olması öngörülmektedir. Yürüme süresindeki bu azalmanın, sistemin bütünü üzerindeki etkisi, simülasyon modelinde deney tasarlanarak analiz edilmiştir.

Akıllı bilgilendirme sistemi yatırımının, otobüs içi ve duraklara olmak üzere iki ayrı alanda yapılması planlanmaktadır.

Otobüs içi akıllı bilgilendirme sisteminde, otobüs içerisindeki ekranlarda, Şimdiki durak ve sonraki durak bilgisinin yanı sıra otobüsün güzergahında ilerlemesi harita üzerinde gösterilecek ve sesli olarak da anonsları yapılacaktır. Bu yatırım kaleminin uygulanması ile tüm engelli yolcuların ulaşım süreçlerinde kolaylık sağlanacağı öngörülmektedir.

Duraklardaki bilgilendirme ekranlarında; yaklaşan otobüs hattının numarası yazılı ve sesli olarak duyurulacaktır. Bu yatırımın da hem görme engelli hem işitme engelli yolcular için kolaylık sağlayacağı ve otobüsün biniş esnasındaki bekleme sürelerinde azalma olacağı öngörülmektedir.

Yeni durumda, işitme engelli ya da görme engeli hariç farklı bir engel tipindeki yolcu için iş akışı Şekil 4.23'teki gibidir.



Şekil 4.23. Akıllı bilgilendirme ekranı yatırımının uygulanması sonrası süreç akışı

Duraklara yerleştirilen akıllı bilgilendirme ekranları ile engelli yolcunun, otobüsün fazladan durmasına sebep olarak geçirdiği yürüme süresinde kısalma olması planlanmaktadır. Otobüslerin içerisine yerleştirilen akıllı bilgilendirme ekranları (Abe) ile engelli yolcunun otobüsten inme süresinde kısalma olması öngörülmektedir. Bu doğrultuda metod etütleri tekrarlanmıştır ve iki farklı alandaki uygulama için ayrı çalışma yapılarak süreler yeniden hesaplanmıştır. Duraklara akıllı bilgilendirme ekranları yerleştirilmesi sonrasında gerçekleşecek süreler Tablo 4.30'da görülmektedir.

Tablo 4.30. Duraklara akıllı bilgilendirme ekranı yerleştirilmesi sonrası süreler

Süre	Görme engelli (tip1)	İşitme engelli (tip2)	Diğer engel (tip3)
Yürüme süre	Norm(24,4; 3,01)	Norm(0,01; 0,01)	Norm(12; 2)
Binme süre	Norm(20; 3,07)	Norm(8,7; 2,53)	Norm(10,1; 1,81)
İnme süre	Norm(25,6; 3,58)	Norm(13,5; 2,16)	Norm(15,7; 2,1)

Duraklara yerleştirilen akıllı bilgilendirme ekranları aracılığıyla, yaklaşmakta olan durağın anons edilmesiyle görme engelli yolcu biniş için hazırlanır ve otobüs şoförü ile buluşması kolaylaşır.

Duraklara yerleştirilen akıllı bilgilendirme ekranları aracılığıyla, yaklaşmakta olan durağın anons edilmesiyle işitme engelli yolcu otobüsün gelmesini izler ve otobüsü fazladan bekletmeden biniş yapar.

Otobüslerin içerisine akıllı bilgilendirme sistemi yerleştirilmesi sonrasında gerçekleşecek süreler Tablo 4.31’de görülmektedir.

Tablo 4.31. Otobüs içi akıllı bilgilendirme sistemi yerleştirilmesi sonrası süreler

	Görme engelli (tip1)	İşitme engelli (tip2)	Diğer engel (tip3)
Yürüme süre	Norm(30,7; 4,94)	Norm(6,78; 1,81)	Norm(15,7; 2,98)
Binme süre	Norm(20; 3,07)	Norm(8,7; 2,53)	Norm(10,1; 1,81)
İnme süre	Norm(19,4; 1,96)	Norm(8; 1,41)	Norm(9,1; 1,58)

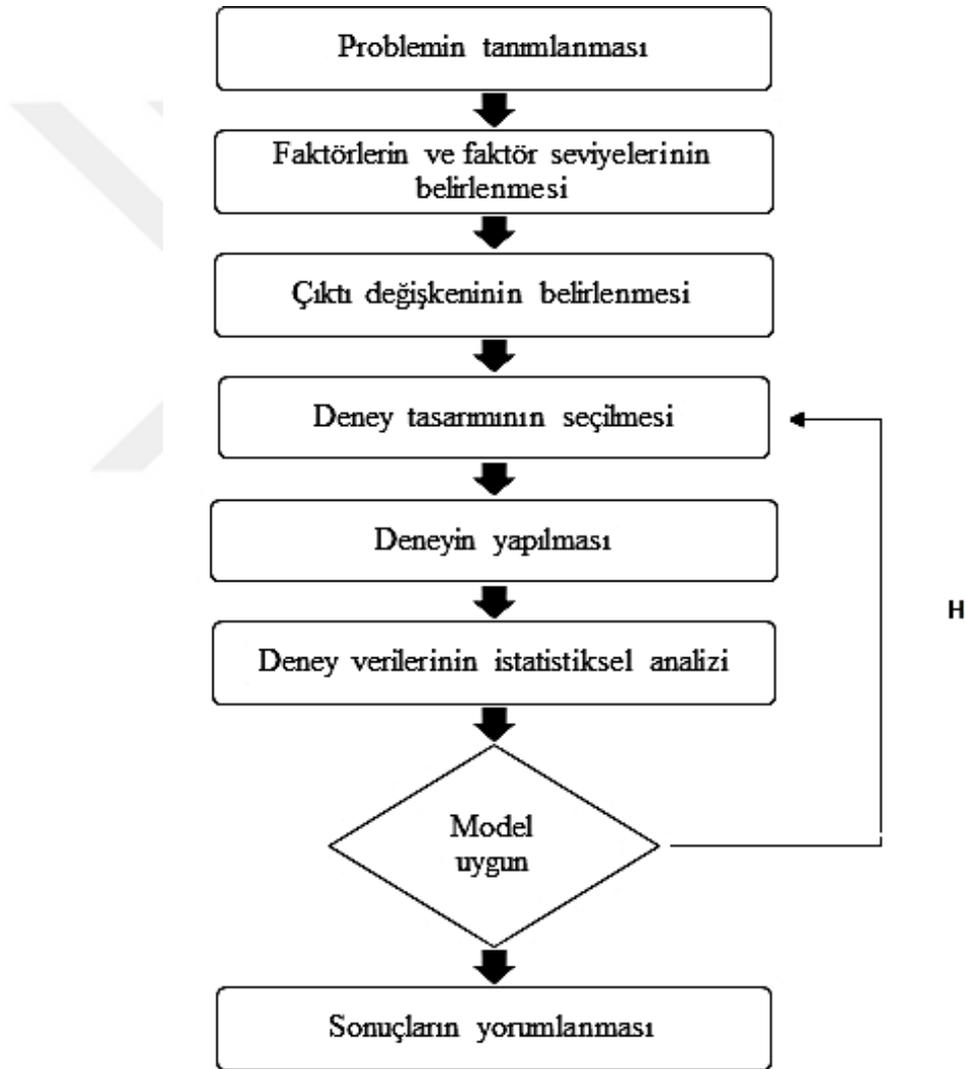
Otobüslerin içerisine akıllı bilgilendirme sistemlerinin yerleştirilmesi ile görme engelli yolcunun otobüs şoförü ya da diğer yolculara sorarak durak bilgisi almasına gerek kalmaz ve ineceği durağın anonsunu duyarak inişe hazırlanır.

Otobüs içerisindeki akıllı bilgilendirme ekranı sayesinde işitme engelli yolcunun otobüsün durduğu anda hangi durakta olduğunu görerek anlamaya çalışması ya da işaretlerle sormaya çalışması gerekmez, ekrandan takip ederek inişini kolayca gerçekleştirebilir. Zihinsel engel vb. engel türlerinin de yardım istemesine gerek kalmaz, işitsel ve görsel bilgilendirme ile durak bilgisini alarak daha konforlu biçimde otobüsten iniş yaparlar. Her bir engel türündeki yolcu için inme süresinde kısalma olması öngörülmüştür.

Akıllı bilgilendirme sistemi yatırımlarının devreye alınmasıyla birlikte engelli yolcuların ulaşım süreçlerindeki iş adımlarında meydana gelecek sürelerdeki azalmaların sistemin bütünü üzerindeki etkisi, simülasyon modelinde deney tasarlanarak analiz edilmiştir.

4.4.2. Simülasyon Uygulamasında Deney Tasarımı

Deney tasarımı çalışması yapılırken, sürece etki eden faktörleri değiştirerek, sürecin sonunda elde edilen ve takip edilmesi önemli olan faktörlerin değişkenliği değerlendirilir. Deney tasarımının aşamaları Şekil 4.24'te görülmektedir.



Şekil 4.24. Deney tasarımının aşamaları

Bu çalışmanın deney tasarımı aşamasında, Şekil 4.24'te görülen, deney tasarım aşamaları izlenerek uygun deney tasarımı oluşturulmuş ve deney yapılarak sonuçları değerlendirilmiştir.

4.4.2.1. Problemin Tanımlanması

İzmir ilinde toplu taşıma hizmeti veren otobüs araçlarının engelli bireylerin ulaşımını sağladığı sürecin simülasyonu oluşturulmuştur. Engelli bireylerin ulaşım konforlarını artırmak, ulaşım süreçlerinde yaşadıkları zorlukları hafifletmek amacıyla yatırım planlaması yapılmıştır. Planlanan yatırımların, hem engelli bireylerin gidecekleri yere erişim sürelerinde kısaltmaya yol açması hem de otobüslerin rotalarını tamamlama süresinin azalması amaçlanmaktadır. Yatırımların gerçekleştirilmesi durumunda sistemin çıktısına ve karar vermede etkili olacak olan bazı değişken değerlere olan etkisinin belirlenebilmesi, bu doğrultuda yatırımlardan hangisinin ya da hangilerinin uygulanması gerektiğine karar verilmesinde yön gösterici analizler elde etmek için deney tasarımına ihtiyaç duyulmuştur.

4.4.2.2. Faktörlerin ve Faktör Seviyelerinin Belirlenmesi

Engelli bireylerin, şehir içi toplu taşıma hizmeti veren otobüsler ile gerçekleştirdikleri ulaşım sürecini ve bu sürecin sonucundaki çıktıları etkileyen birden fazla değişken bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; otobüsün hızı, trafik faktörü, yolcu sayısı, yolcuların; otobüs durağa yanaştıktan sonra otobüse yürüme, otobüsten inme ve otobüse binme süreleridir. Planlanan yatırımların gerçekleştirilmesi durumunda, değişkenlik gösterecek olan değerler; engelli bireylerin otobüse yürüme ve otobüsten inme süreleridir. Tasarlanacak deneyde, bu değişkenleri etkileyecek faktörler ise yapılması planlanan yatırımlardır. Bu sebeple, deneyde tanımlanan faktörler, yatırımın yapılması ve yatırımın yapılmaması durumu olarak 2 seviyelidir.

Deneyde; faktörlerden etkilenen değişkenler, yatırım türüne ve engelli yolcu sınıfına bağlı olarak, sonucu farklı oranlarda etkilemektedir. Her yatırım türünün gerçekleştirilmesi durumunda, sonuç yeniden değerlendirilmektedir ve yeni sayısal değer oluşmaktadır.

Planlanan yatırımlardan sağlanacak fayda oranına göre engelli bireyler 3 sınıfa ayrılmıştır. Gerçekleştirilmesi planlanan yatırımların sonucunda, her engel sınıfındaki yolcuların duraktan otobüse yürüme ve otobüsten inme süreleri farklı oranlarda değişkenlik göstermektedir.

4.4.2.3. Çıktı Değişkeninin Belirlenmesi

Engelli bireylerin ulaşım sürecinde kolaylık sağlayarak, otobüsün toplu taşıma hizmeti verdiği süreci de iyileştirmesi planlanan yatırımların; hem engelli bireylerin gidecekleri yere erişim sürelerinde kısaltmaya yol açması hem de otobüslerin rotalarını tamamlama süresinde azalmaya sebep olması amaçlanmaktadır. Bu sebeple, düzenlenecek deneyde takip edilecek olan çıktı değişkenleri; otobüslerin rotayı tamamlama süresi ve engelli bireyin ulaşımını tamamlama yani yolculuk süresi olarak belirlenmiştir. Takip edilecek olan bu çıktı değişkenleri, oluşturulan simülasyon modelinde sırasıyla; “mybustime” ve “recordsystemtime” adlarıyla tanımlanmıştır. Bu tanımlar sırasıyla; “ortalama otobüs sefer süresi”, “ortalama yolculuk süresi” performans ölçütlerini simgelemektedir. Yatırımların gerçekleştirilmesi durumunda, sonucu etkileyen faktörlerin değişkenlik göstermesiyle birlikte, belirlenen bu iki çıktı değişkeninin sayısal değerleri de değişecektir.

4.4.2.4. Deney Tasarımının Seçilmesi

Çalışmada gerçekleştirilen; faktörleri, değişken değerleri ve çıktıları belirlenen bu deneyde, planlanan yatırımların uygulanıp uygulanmama durumlarında oluşacak sonuçlar değerlendirilmektedir. Oluşturulan yatırım senaryoları için her model 10 replikasyon çalıştırılarak, her replikasyonda elde edilen sonuç değerlerinin istatistiksel analizi gerçekleştirilecektir. Yatırım kararlarının alınmasında etkili olacak olan 2 ayrı sonuç değeri baz alınarak, senaryolar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı tek yönlü Anova testi ile belirlenecektir. Ayrıca, mevcut duruma göre sonuç değerlerindeki iyileşme oranları baz alınarak da senaryolar arasında karşılaştırma yapılacaktır.

4.4.2.5. Deneyin Yapılması

Oluşturulan simülasyon modelinin deneyleri, Arena Rockwell simülasyon programının “Process Analyzer” modülüyle gerçekleştirilmiştir. Bu modül, oluşturulan simülasyonu ve simülasyon modelindeki değişken değerleri değiştirerek sonuçları analiz etmek için kullanılabilen bir yazılım aracıdır. Yapılan deneyde, yatırım türlerine ve bu 3 yatırımın ayrı ayrı ya da birlikte gerçekleştirildiği durumlara göre farklı kombinasyonlar oluşturularak 2^3 deney tasarımı yapılmıştır. Oluşturulan 8 ayrı senaryonun açıklamaları Tablo 4.32’de belirtilmiştir. Uygulama aşamasında kısa

metinler kullanarak kolaylık sağlamak amacıyla yatırım isimlerinde kısaltma kullanılmıştır. Dış hoparlör sistemi; “dhs”, otobüslere kurulması planlanan akıllı bilgilendirme sistemi; “oto abe”, duraklara yerleştirilmesi planlanan akıllı bilgilendirme ekranı; “durak abe” tanımlarıyla kullanılmıştır.

Tablo 4.32. Yatırım senaryoları ve açıklamaları

No	Senaryo adı	Açıklama
1	Mevcut durum	Hiçbir yatırımın gerçekleştirilmediği durum
2	Dhs	Sadece “dış hoparlör sistemi” yatırımının uygulandığı durum
3	Durak abe	Sadece duraklara “akıllı bilgilendirme ekranı” yerleştirilen durum
4	Oto abe	Sadece otobüslere “akıllı bilgilendirme sistemi” yerleştirilen durum
5	Durak abe- oto abe	Duraklara ve otobüslere, “akıllı bilgilendirme sistemi” yatırımının uygulandığı durum
6	Dhs-oto abe	Otobüslere “dış hoparlör sistemi” ve “akıllı bilgilendirme sistemi” yatırımlarının uygulandığı durum
7	Dhs- durak abe	Otobüslere “dış hoparlör sistemi” ve duraklara “akıllı bilgilendirme ekranı” yatırımlarının uygulandığı durum
8	Dhs-durak abe-oto abe	Otobüslere “dış hoparlör sistemi”, “akıllı bilgilendirme sistemi”, duraklara da “akıllı bilgilendirme ekranı” yatırımlarının bir arada uygulandığı durum

Yatırımların uygulamaya alınması durumunda, etki etmesi beklenen değişkenlerden olan; engelli yolcunun, otobüs durağa yanaştıktan sonra duraktan otobüse doğru yürüme süresi ve yolculuk esnasında gideceği durağa geldiğinde otobüs durduktan sonra otobüsten inme süresi kontrol parametreleri olarak deney düzeneğine eklenmiştir. Yatırım planlarında, karar vermede etkisi olacak olan ve analiz edilmek istenen; yolcunun durağa geldiği andan itibaren, hedef durağa ulaşip otobüsten inene kadar geçen süre kaydı ve otobüsün tanımlanan rotasını tamamlama süresinin kaydını alan çıktı değişkenleri de deney düzeneğine eklenmiştir. Oluşturulan her senaryonun gerçekleşmesi durumuna göre belirlenmiş süre değerleri girildikten sonra model çalıştırılmıştır. Her senaryo 10 replikasyon boyunca çalıştıktan sonra çıktı sonuçları analiz edilmiştir. 304 numaralı otobüs hattı için oluşturulan, yatırım analiz düzeneği Şekil 4.25’te görülmektedir. 72 numaralı otobüs hattı için oluşturulan yatırım analiz düzeneği Şekil 4.26’da görülmektedir.

Scenario Properties				Controls												Responses	
S	Name	Prog	Reps	yurumesure 1(1)	yurumesure 1(2)	yurumesure 1(3)	yurumesure 2(1)	yurumesure 2(2)	yurumesure 2(3)	inmesure1 (1)	inmesure1 (2)	inmesure1 (3)	inmesure2 (1)	inmesure2 (2)	inmesure2 (3)	mybustime304	Record System Time
1	Mevcut Durum	4	10	30.7000	6.7800	15.7000	4.9400	1.8100	2.9800	25.6000	13.5000	15.7000	3.5800	2.1600	2.1000	1.463	0.398
2	Dhs	4	10	14.7000	6.7800	8.0000	1.7600	1.8100	1.3400	25.6000	13.5000	15.7000	3.5800	2.1600	2.1000	1.444	0.347
3	Durak Abe	4	10	24.4000	0.0100	12.0000	3.0100	0.0100	2.0000	25.6000	13.5000	15.7000	3.5800	2.1600	2.1000	1.452	0.378
4	Oto Abe	4	10	30.7000	6.7800	15.7000	4.9400	1.8100	2.9800	19.4000	8.0000	9.1000	1.9600	1.4100	1.5800	1.447	0.357
5	Durak Abe- Oto Abe	4	10	24.4000	0.0100	12.0000	3.0100	0.0100	2.0000	19.4000	8.0000	9.1000	1.9600	1.4100	1.5800	1.436	0.341
6	Dhs-Oto Abe	4	10	14.7000	6.7800	8.0000	1.7600	1.8100	1.3400	19.4000	8.0000	9.1000	1.9600	1.4100	1.5800	1.429	0.320
7	Dhs- Durak Abe	4	10	14.7000	0.0100	8.0000	1.7600	0.0100	1.3400	25.6000	13.5000	15.7000	3.5800	2.1600	2.1000	1.440	0.339
8	Dhs-Durak Abe-Oto Abe	4	10	14.7000	0.0100	8.0000	1.7600	0.0100	1.3400	19.4000	8.0000	9.1000	1.9600	1.4100	1.5800	1.427	0.328

Şekil 4.25. 304 numaralı hat için oluşturulan yatırım analiz düzeneği

Scenario Properties				Controls												Responses	
S	Name	Prog	Reps	yurumesure 1(1)	yurumesure 1(2)	yurumesure 1(3)	yurumesure 2(1)	yurumesure 2(2)	yurumesure 2(3)	inmesure1 (1)	inmesure1 (2)	inmesure1 (3)	inmesure2 (1)	inmesure2 (2)	inmesure2 (3)	mybustime72	Record System Time
1	Mevcut Durum	3 : CALI	10	30.7000	6.7800	15.7000	4.9400	1.8100	2.9800	25.6000	13.5000	15.7000	3.5800	2.1600	2.1000	1.593	0.584
2	Dhs	3 : CALI	10	14.7000	6.7800	8.0000	1.7600	1.8100	1.3400	25.6000	13.5000	15.7000	3.5800	2.1600	2.1000	1.566	0.518
3	Durak Abe	3 : CALI	10	24.4000	0.0100	12.0000	3.0100	0.0100	2.0000	25.6000	13.5000	15.7000	3.5800	2.1600	2.1000	1.574	0.555
4	Oto Abe	3 : CALI	10	30.7000	6.7800	15.7000	4.9400	1.8100	2.9800	19.4000	8.0000	9.1000	1.9600	1.4100	1.5800	1.572	0.528
5	Durak Abe-Oto Abe	3 : CALI	10	24.4000	0.0100	12.0000	3.0100	0.0100	2.0000	19.4000	8.0000	9.1000	1.9600	1.4100	1.5800	1.555	0.513
6	Dhs-Oto Abe	3 : CALI	10	14.7000	6.7800	8.0000	1.7600	1.8100	1.3400	19.4000	8.0000	9.1000	1.9600	1.4100	1.5800	1.546	0.493
7	Dhs- Durak Abe	5 : CALI	10	14.7000	0.0100	8.0000	1.7600	0.0100	1.3400	25.6000	13.5000	15.7000	3.5800	2.1600	2.1000	1.561	0.520
8	Dhs-Durak Abe-Oto Abe	3 : CALI	10	14.7000	0.0100	8.0000	1.7600	0.0100	1.3400	19.4000	8.0000	9.1000	1.9600	1.4100	1.5800	1.540	0.472

Şekil 4.26. 72 numaralı hat için oluşturulan yatırım analiz düzeneği

Senaryolar, faktörler ve sonuçların bulunduğu deney tasarımı Tablo 4.33'te görülmektedir. Yatırımın gerçekleştirilecek olması durumunda faktör 1 değerini almakta, gerçekleştirilmemesi durumunda faktör 0 değerini almaktadır. Tablo 4.33'te görülen sonuç değerleri 72 numaralı hat için oluşturulan modele aittir.

Tablo 4.33. Deney tasarımı

Senaryo no	Dış hoparlör sistemi	Otobüs içi akıllı bilgilendirme sistemi	Durak akıllı bilgilendirme sistemi	Otobüsün 1 turu tamamlama süresi (saat)	1 yolcunun yolculuğunu tamamlama süresi (saat)
1	0	0	0	1,593	0,584
2	1	0	0	1,566	0,518
3	0	0	1	1,574	0,555
4	0	1	0	1,572	0,528
5	0	1	1	1,555	0,513
6	1	1	0	1,546	0,493
7	1	0	1	1,561	0,520
8	1	1	1	1,54	0,472

4.4.2.6. Deney Verilerinin İstatistiksel Analizi

Yatırım türlerinin bir arada ya da ayrı uygulanması durumlarını içeren 8 farklı kombinasyonunun bulunduğu senaryolar, 10 replikasyon uzunluğunda çalıştırılmış

ve çıkan sonuçlar istatistiksel olarak incelenmiştir. Minitab programı kullanılarak, her bir senaryonun güven aralığı değerleri hesaplanmıştır. Tablo 4.34'te 304 numaralı otobüs hattına ait model senaryolarının %95 güven aralığındaki sonuç değerleri görülmektedir.

Tablo 4.34. 304 numaralı hat modeli senaryolarının güven aralığı değerleri

Senaryo no	Güven aralığı (ortalama otobüs sefer süresi)	Güven aralığı (ortalama yolculuk süresi)
1	(1,46114; 1,46486)	(0,3682; 0,4278)
2	(1,44214; 1,44586)	(0,33584; 0,35816)
3	(1,45014; 1,45386)	(0,36189; 0,39411)
4	(1,44576; 1,44824)	(0,33965; 0,37435)
5	(1,43476; 1,43724)	(0,32736; 0,35464)
6	(1,42776; 1,43024)	(0,31070; 0,32930)
7	(1,43876; 1,44124)	(0,32412; 0,35388)
8	(1,42576; 1,42824)	(0,30951; 0,34049)

Tablo 4.35'te 72 numaralı otobüs hattına ait model senaryolarının %95 güven aralığındaki sonuç değerleri görülmektedir.

Tablo 4.35. 72 numaralı hat modeli senaryolarının güven aralığı değerleri

Senaryo no	Güven aralığı (ortalama otobüs sefer süresi)	Güven aralığı (ortalama yolculuk süresi)
1	(1,46114; 1,46486)	(0,3682; 0,4278)
2	(1,44214; 1,44586)	(0,33584; 0,35816)
3	(1,45014; 1,45386)	(0,36189; 0,39411)
4	(1,44576; 1,44824)	(0,33965; 0,37435)
5	(1,43476; 1,43724)	(0,32736; 0,35464)
6	(1,42776; 1,43024)	(0,31070; 0,32930)
7	(1,43876; 1,44124)	(0,32412; 0,35388)
8	(1,42576; 1,42824)	(0,30951; 0,34049)

Senaryoların arasında istatistiksel bir fark olup olmadığını analiz etmek amacıyla Anova testi uygulanmıştır. Tek yönlü Anova testi, bağımsız grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığının test edilmesinde kullanılan bir araçtır. Simülasyon modelinin 10 replikasyon çalışması ile belirlenmiş sonuç değerleri ve bu sonuçları etkileyen senaryo faktörleri analiz edilerek 304 ve 72 numaralı hattın ayrı ayrı iki sonuç değeri için senaryo kıyaslamaları yapılarak dört ayrı analiz gerçekleştirilmiştir. Her dört analizde de senaryoların p değeri 0,05' den küçük bulunmuş ve senaryolar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Tablo 4.36'da ve Tablo 4.37'de, 304

numaralı hattın ulaşım modeli için oluşturulan senaryolar arasındaki fark harf kodlamasıyla belirtilmiştir. Aynı harf ile gösterilmiş senaryolar arasında fark bulunmamakta, farklı harf ile gösterilmiş senaryolar arasında istatistiksel fark bulunmaktadır. İki ayrı harf ile gösterilen senaryoların her iki grupta da arasında istatistiksel bir fark bulunmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 4.36. 304 numaralı hat “ortalama otobüs sefer süresi” sonuç değerine göre senaryo gruplama tablosu

Senaryo no	Sonuç değeri	Grup
1	1,46320	A
3	1,45170	B
4	1,44710	C
2	1,44430	C
7	1,44020	D
5	1,43630	E
6	1,42910	F
8	1,42690	F

Tablo 4.37. 304 numaralı hat "ortalama yolculuk süresi" sonuç değerine göre senaryo gruplama tablosu

Senaryo no	Sonuç değeri	Grup
1	0,3976	A
3	0,37760	A, B
4	0,35710	B, C
2	0,34720	B, C
5	0,34070	B, C
7	0,33880	B, C
8	0,32540	C
6	0,31980	C

Tablo 4.38’de ve Tablo 4.39’da, 72 numaralı hattın ulaşım modeli için oluşturulan senaryolar arasındaki fark harf kodlamasıyla belirtilmiştir. Aynı harf ile gösterilmiş senaryolar arasında fark bulunmamakta, farklı harf ile gösterilmiş senaryolar arasında istatistiksel fark bulunmaktadır. 2 ayrı harf ile gösterilen senaryoların her iki grupta da arasında istatistiksel bir fark bulunmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 4.38. 72 numaralı hat “ortalama otobüs sefer süresi” sonuç değerine göre senaryo gruplama tablosu

Senaryo no	Sonuç değeri	Grup
1	1,593	A
3	1,5742	B
4	1,5723	B
2	1,566	C
7	1,5612	C
5	1,5545	D
6	1,5464	E
8	1,5404	F

Tablo 4.39. 72 numaralı hat "ortalama yolculuk süresi" sonuç değerine göre senaryo gruplama tablosu

Senaryo no	Sonuç değeri	Grup
1	0,5840	A
3	0,5552	A, B
4	0,5283	B, C
7	0,5197	B, C
2	0,5183	B, C
5	0,5132	B, C
6	0,4932	C
8	0,4723	C

4.4.2.7. Analiz Sonuçları

Engelli bireylerin mevcut ulaşım sürecinin simülasyonunun oluşturulduğu model üzerinde, yatırım planlarının değerlendirilmesi amacıyla deney tasarlanmıştır.

Modelin 10 tekrar ile çalıştırılmasının ardından alınan sonuç değerleri arasındaki farklar hem istatistiksel hem de oransal olarak analiz edilerek senaryolar birbiriyle karşılaştırılmıştır.

Deney verilerinin istatistiksel analizinde; tüm senaryolar değerlendirildiğinde, senaryoların istatistiksel olarak birbirlerinden farklı oldukları kabul edilmiştir. Senaryoların ikili karşılaştırmalarına bakıldığında ise bazı senaryoların arasında istatistiksel anlamda fark olmadığı görülmektedir. Örneğin, Tablo 4.36'ya baktığımızda, 6 ve 8 numaralı senaryoların arasında istatistiksel bir fark olmadığı ancak bu senaryoların diğer altı senaryodan farklı olduğu ve üstünlüğünün bulunduğu anlaşılmaktadır. 72 numaralı otobüs hattına ait modelin analizinin yapıldığı Tablo 4.38'e baktığımızda, en yüksek sonuç değerine sahip 8 numaralı

senaryo istatistiksel olarak diğer senaryolardan farklıdır ve üstünlük göstermektedir. Ancak yine 72 numaralı otobüs hattının farklı bir performans ölçütünün değerlendirildiği Tablo 4.39'a baktığımızda, 6 ve 8 numaralı senaryoların birbirlerine göre istatistiksel farklarının bulunmadığı, diğer altı senaryodan üstün olarak farklı oldukları anlaşılmaktadır.

Sonuç değerlerinin 10 tekrar sonrası alınan ortalamalarına ve güven aralığı değerlerine bakılarak yapılan karşılaştırmada ise; 6 ve 8 numaralı senaryoların sonuç değerlerinin oransal olarak birbirine yakın olduğu ve diğer senaryolara göre süre kazanımlarının daha fazla olduğu anlaşılmaktadır.

Yalnızca “ortalama yolculuk süresi” performans ölçütü dikkate alınırca, 4, 2, 5, 7, 6 ve 8 numaralı senaryolar arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı için, karar verici kurumun bu senaryolardan herhangi birisini seçmesi uygundur. Ancak “ortalama otobüs sefer süresi” performans ölçütü de dikkate alındığında, tüm senaryolar arasında farklılık göstererek en fazla süre kazancı sağlayan 6 ve 8 numaralı senaryolardır.

Deney tasarımı yapılarak, diğer yöntemlere göre oldukça kısa sürede yatırım değerlendirme çalışması sonuçlandırılmıştır.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Yapılan çalışmanın ilk aşamasında; engelli bireylerin İzmir ili şehir içi toplu taşıma otobüsleri ile gerçekleştirdikleri ulaşım talepleri incelenmiştir. Yolcular engel türlerine göre sınıflandırılarak belirli tarih aralıklarında yaptıkları ulaşım kayıtları analiz edilmiştir.

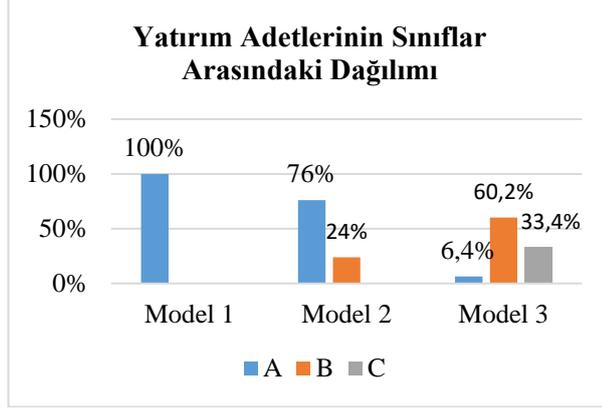
Şehir içi ulaşım otobüslerinin işletmesini yapan kamu kurumu tarafından, engelli bireylerin ulaşım sürecini kolaylaştırmak amacıyla planlanan yatırımların hangi durak ve otobüs hatlarına uygulanmasının daha verimli olacağı kararının verilmesi amacıyla 3 ayrı veri modeli kurularak, veri madenciliği çalışması yapılmıştır. Oluşturulan modeller ve açıklamaları bölüm 4.2.5'te açıklanmıştır. Yatırımların yapılacağı otobüs hattı ve duraklar önem derecesine göre sınıflandırılmıştır. Yapılan sınıflandırma açıklamaları Tablo 4.7'de görülmektedir. Sınırlı sayıda planlanan yatırım kalemlerinin durak ve otobüslere atamaları yapılmıştır.

Model 1, Model 2 ve Model 3 için yatırım atamasının yapıldığı A-B-C sınıflarındaki nesne sayısı Tablo 5.1'de görülmektedir.

Tablo 5.1. A-B-C sınıflarına ait nesne adetleri [5]

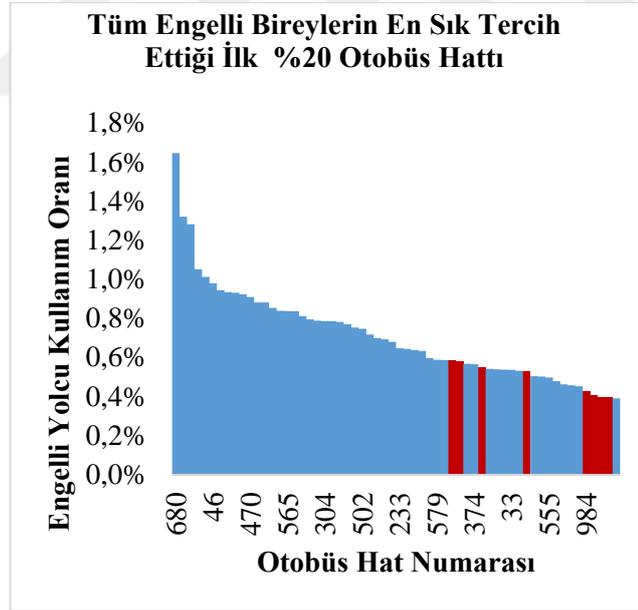
Sınıf	Dış hoparlör sistemi yatırım adedi (model 1)	Otobüs içi akıllı bilgilendirme ekranı yatırım adedi (model 2)	Durak içi akıllı bilgilendirme ekranı yatırım adedi (model 3)
A	100	685	32
B	0	215	301
C	0	0	167

Yatırımlar için planlanan adetlerin, analiz sonucunda A-B-C sınıfları arasındaki oransal dağılımı Şekil 5.1'deki grafikte görülmektedir.



Şekil 5.1. Yatırım adetlerinin dağılımı [5]

Engelli bireylerin en sık kullandığı %20'lik dilimde yer alan otobüs hattı numaraları ve diğer otobüs hatlarına olan talebe kıyasla kullanım oranları sıkıştırılmış olarak Şekil 5.2'de yer almaktadır. Yapılan çalışmanın neticesinde, yatırım yapılabileceğine karar verilen otobüs hatları aşağıdaki grafikte mavi renk ile gösterilmişken, %20'lik dilimde olmasına rağmen yatırım planına alınmayan otobüs hatları kırmızı renk ile gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Otobüs hattı talep grafiği [5]

Çalışmanın, veri madenciliği uygulaması yapılan ilk aşamasından elde edilen bulgulara göre; Model 1 ve Model 2'de yatırımın yapılmasına karar verilen otobüs hatları, toplu taşıma otobüsleri arasında tüm engelli yolcuların en sık kullandığı %20'lik dilimde bulunmaktadır. Model 3'te ise İzmir ilindeki 500 adet durağa yani tüm durakların %7'sine yatırım yapılması planlanmıştır. Çalışmanın sonucundaki

bulgulara göre yatırımın yapılması için belirlenen durakların %85'i tüm engelli yolcuların en sık kullandığı %7'lik dilimin içerisinde bulunmaktadır. Belirtilen bu talep dilimlerinin dışında kalan diğer otobüs hattı ve durak yerleri ise modellemede kullanılan ve seçimi önemli ölçüde etkileyebilecek farklı niteliklerin bulunmasından kaynaklanmaktadır. Bu bulgulara göre, çalışmada gerçekleştirilen veri madenciliği ve ABC sınıflandırma çalışmasının tutarlı sonuçlar verdiği sonucuna varılmaktadır [5].

Bulgularda görüldüğü üzere; yatırım adetlerinin paylaşılmasında, A sınıfı elemanlarının %100'ü yatırım planına alınmış, geri kalan adetler sırasıyla B ve C sınıflarına dağıtılmıştır.

Bu tez çalışmasının uygulama bölümünde, planlanan yatırımlarla ilgili kararlarının desteklendiği kısımda; alışılmış sıralama teknikleri yerine farklı bir bakış açısı kullanılarak, veri madenciliği yöntemi uygulanmıştır. Aralarından seçim yapılması gereken nesnelerin, birbirleriyle benzer olan nitelik değerlerine göre gruplaması yapılmış ve bu ABC sınıflandırmasının, söz konusu yatırım kararı dışında; gelecekteki diğer bakım, planlama, yatırım gibi çalışmalarda da rehber nitelikte olabilmesi amaçlanmıştır.

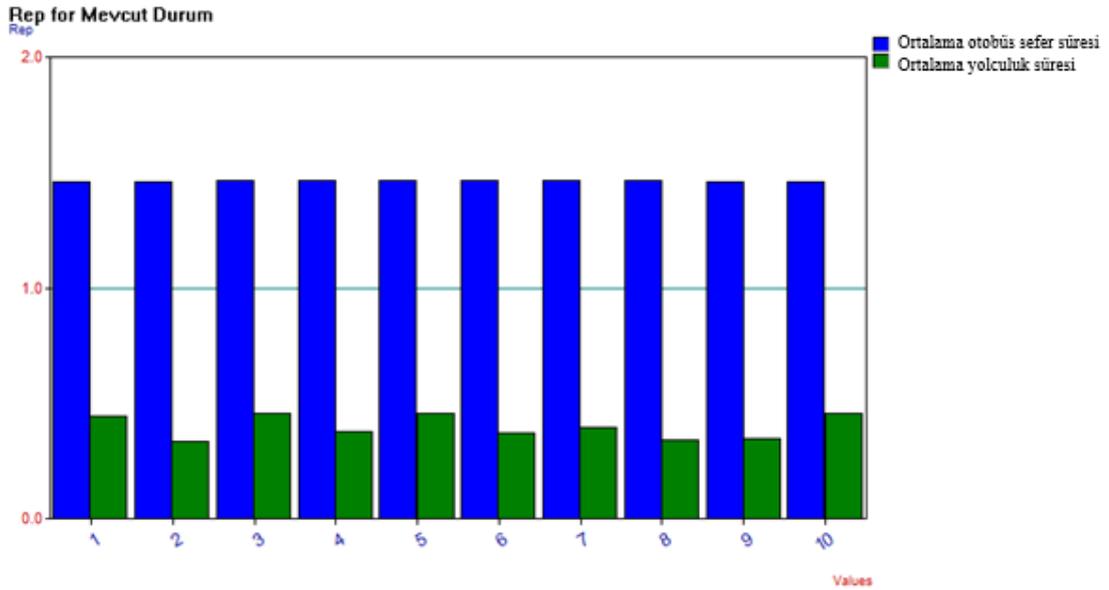
Veri madenciliği alanında yapılmış geçmiş çalışmalara kıyasla, bu çalışmada kamu kuruluşuna ait gerçek veriler kullanılmış, veri madenciliğinin yatırım kararlarında kullanılabilirliği gösterilmiş, ABC sınıflandırması ile veri madenciliği çalışması desteklenerek, nispeten yeni ve gelişmekte olan Endüstri 4.0 teknolojilerinden biri olan veri madenciliği yöntemine yeni bir bakış açısı kazandırılmıştır.

Bu çalışma doğrultusunda planlanan yatırımlar uygulandıktan sonra, kamu kurumunun gelecek zamanda yapacağı yeni yatırımlar için model yeniden çalıştırılabilir. Yatırımların uygulanmasının ardından engelli yolculardan geri bildirim alınarak modele yeni nitelikler eklenebilir ya da AHP önem dereceleri güncellenebilir.

Gelecek zamanda yapılacak çalışmalarda, modelleme için farklı veri madenciliği algoritmaları kullanılarak sonuçlar karşılaştırılabilir.

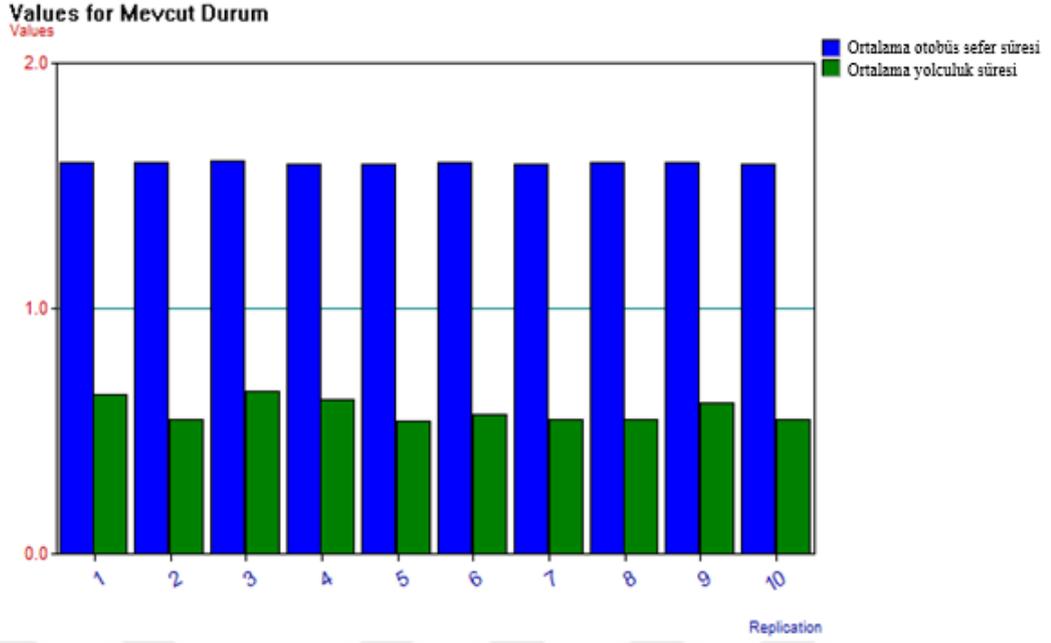
Çalışmanın ikinci aşamasında; ilk aşamada yerleri belirlenen yatırımların uygulamaya alınması durumunda, ulaşım sürecinde meydana gelecek değişikliklerin görülmesi amacıyla sürecin simülasyon modeli oluşturulmuş ve yatırımların farklı kombinasyonlarla uygulandığı senaryolar oluşturularak simülasyon modeli üzerinde deneyler gerçekleştirilmiştir.

Simülasyon modeli, pilot bölge ve pilot hatlar için oluşturulmuştur. Yatırımların uygulanması durumunda sistemde değişiklik göstermesi beklenen; yolcunun sistemde geçirdiği süre ve otobüsün bir turu tamamlama süresi olan; “ortalama yolculuk süresi” ve “ortalama otobüs sefer süresi” performans ölçüt değerleri çıktı olarak takip edilmiştir. Mevcut ulaşım modelinin simülasyonu 10 tekrarla çalıştırılmıştır. 304 numaralı otobüs hattı için oluşturulan simülasyon modelinin çalıştırılmasıyla 10 replikasyon boyunca elde edilen sonuçlar Şekil 5.3’te görülmektedir.



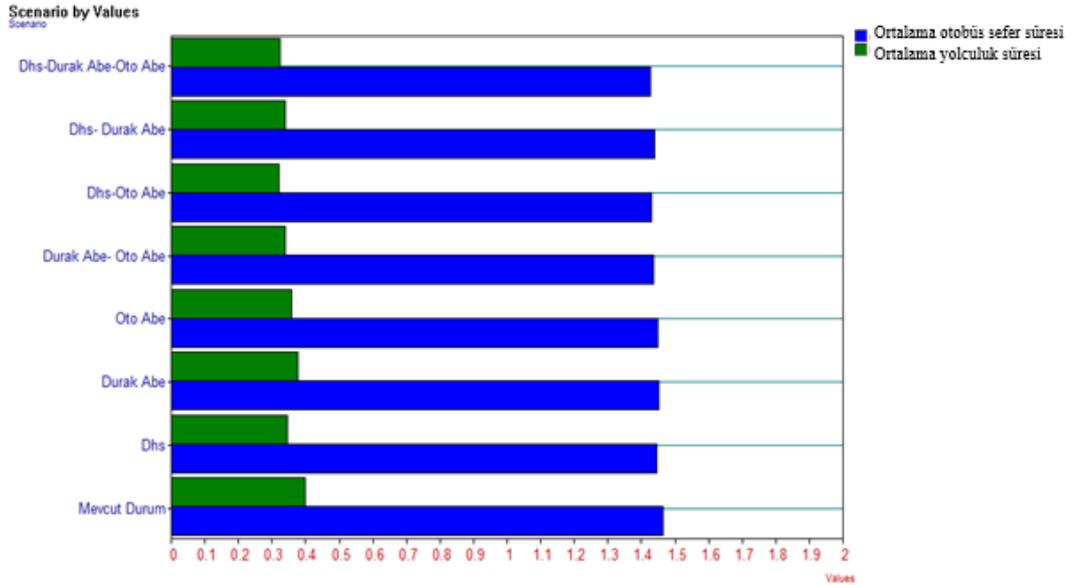
Şekil 5.3. 304 numaralı hat 10 replikasyon boyunca sonuç değerleri

72 numaralı otobüs hattı için oluşturulan simülasyon modelinin çalıştırılmasıyla 10 replikasyon boyunca elde edilen sonuçlar Şekil 5.4’te görülmektedir.



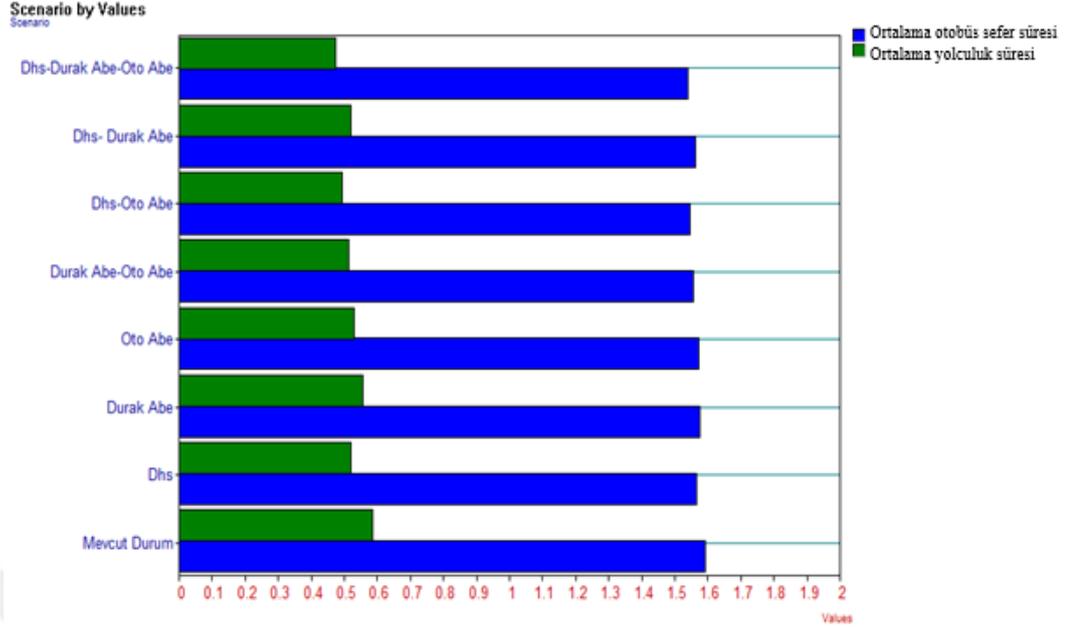
Şekil 5.4. 72 numaralı hat 10 replikasyon boyunca sonuç değerleri

304 numaralı otobüs hattının hizmet verdiği simülasyon modelinin deney düzeneğinin, mevcut durum dahil olmak üzere toplam 8 senaryo için 10 replikasyon çalıştırılmasıyla elde edilen sonuçlar Şekil 5.5'te görülmektedir.



Şekil 5.5. 304 numaralı hat yatırım senaryolarının karşılaştırılması

72 numaralı otobüs hattının hizmet verdiği simülasyon modeline ait deney düzeneğinin, mevcut durum dahil olmak üzere toplam 8 senaryo için 10 replikasyon çalıştırılmasıyla elde edilen sonuçlar Şekil 5.6'da görülmektedir.



Şekil 5.6. 72 numaralı hat yatırım senaryolarının karşılaştırılması

Oluşturulan simülasyon modellerinin, 8 ayrı senaryo için 10 replikasyon çalıştırılması sonucunda, takip edilen çıktı değerlerinin sonuçları saat cinsinden Tablo 5.2’de görülmektedir.

Tablo 5.2. Senaryo sonuç değerleri

Senaryo no	Senaryo	304 numaralı hat modeli		72 numaralı hat modeli	
		Ortalama otobüs sefer süresi	Ortalama yolculuk süresi	Ortalama otobüs sefer süresi	Ortalama yolculuk süresi
1	Mevcut durum	1,463	0,398	1,593	0,584
2	Dhs	1,444	0,347	1,566	0,518
3	Durak abe	1,452	0,378	1,574	0,555
4	Oto abe	1,447	0,357	1,572	0,528
5	Durak abe-oto abe	1,436	0,341	1,555	0,513
6	Dhs-oto abe	1,429	0,320	1,546	0,493
7	Dhs- durak abe	1,44	0,339	1,561	0,520
8	Dhs-durak abe-oto abe	1,427	0,326	1,540	0,472

8 senaryo için Tablo 5.3’te görülen iyileşme oranlarına baktığımızda; otobüslere yerleştirilecek olan dış hoparlör sistemi yatırımının, otobüslere kurulacak olan akıllı bilgilendirme ekranı yatırımına göre bir yolcunun ulaşım süresinde %2,11

oranında daha fazla iyileşmeye sebep olduğunu görüyoruz. 3 numaralı ve 4 numaralı senaryoları karşılaştırdığımızda; otobüslere yerleştirilmesi planlanan akıllı bilgilendirme ekranı yatırımının, duraklara yerleştirilecek akıllı bilgilendirme ekranı yatırımına göre bir yolcunun ulaşım süresinde %5 daha fazla fayda sağlayacağı görülmektedir. Genel olarak bakıldığında, en yüksek kazanç tüm yatırımların birlikte uygulanması durumunda elde edilmektedir. Dış hoparlör sistemi, otobüs içi akıllı bilgilendirme sistemi ve duraklara akıllı bilgilendirme ekranı yatırımları uygulandığında; bir yolcunun sistemde geçirdiği süre, mevcut duruma göre %18,63 azalırken, 1 otobüsün rotasını tamamlama süresi %3 oranında azalmaktadır. Ancak, 304 numaralı otobüs hattına ait ulaşım modelinde denemesi yapılan senaryolara baktığımızda, 6 numaralı senaryonun “ortalama yolculuk süresi” değerinin, 8 numaralı senaryoya göre daha yüksek oranda azaldığı görülmektedir. Deney tasarımı çalışmasında yapılan, 304 numaralı hattın ulaşım modeline ait senaryoların istatistiksel olarak karşılaştırmalarının yapıldığı Tablo 4.36 ve Tablo 4.37’ye bakıldığında 6 numaralı ve 8 numaralı senaryolar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 5.3. Senaryo iyileşme oranları

Senaryo no	Senaryo	304 numaralı hat modeli		72 numaralı hat modeli	
		İyileşme oranı (ortalama a otobüs sefer süresi)	İyileşme oranı (ortalama yolculuk süresi)	İyileşme oranı (ortalama otobüs sefer süresi)	İyileşme oranı (ortalama yolculuk süresi)
1	Mevcut durum	-	-	-	-
2	Dhs	1,30%	12,81%	1,69%	11,30%
3	Durak abe	0,75%	5,03%	1,19%	4,97%
4	Oto abe	1,09%	10,30%	1,32%	9,59%
5	Durak abe-oto abe	1,85%	14,32%	2,39%	12,16%
6	Dhs-oto abe	2,32%	19,60%	2,95%	15,58%
7	Dhs- durak abe	1,57%	14,82%	2,01%	10,96%
8	Dhs-durak abe-oto abe	2,46%	18,09%	3,33%	19,18%

Bu tez çalışmasında yapılan analiz ve hesaplamalar sonucunda; 8 numaralı senaryo olan otobüslere dış hoparlör sistemi, otobüs içi akıllı bilgilendirme sistemi

ve duraklara akıllı bilgilendirme sistemi yatırımlarının üçünün bir arada uygulanması durumunun; hem engelli yolcuların ulaşım konforunun artması ve ulaşım sürecindeki zorlukların giderilmesi açısından hem de ulaşımında tasarruf sağlanması açısından daha yüksek oranda fayda sağlayacağı anlaşılmıştır. Senaryoların uygulanması durumunda gerçekleşecek olan ortalama yolculuk süresi ve ortalama otobüs sefer süresi değerleri Tablo 4.33'te gösterilmiştir. Belirtilen performans ölçütlerinde en iyi sonuca ulaşılan, sürelerde en fazla kısalmanın sağlandığı senaryo 8 numaralı senaryodur. 8 numaralı senaryoda gerçekleştirilen dış hoparlör sistemi ile görme engelli yolcuların otobüse binme süreci kolaylaşır ve otobüs şoförünün işi standartlaştırılarak yalın düşünce anlayışına uygun bir iş süreci oluşturulur. Otobüs içi akıllı bilgilendirme sistemi ile hem tüm engelli yolcuların otobüsten inme sürecinde iyileşme sağlanır hem de inme süresi kısalarak otobüsün bir seferi tamamlama süresinde azalma meydana gelir. Duraklara yerleştirilecek akıllı bilgilendirme ekranları sayesinde, işitme engelli yolcular, otobüsün geleceğini önceden görerek, otobüse binmek için hazırlanır ve otobüs durduktan sonra otobüse yürüme süreleri kısılır. Aynı zamanda duraklara yerleştirilen akıllı bilgilendirme ekranları sayesinde engelli ya da engelsiz diğer yolcular da hangi otobüsün ne zaman geleceğini ve geldiği zamanki otobüs bilgilerini duyarak veya görerek yolculuk süreçlerinde iyileşme yaşarlar. Belirtilen sebeplerle, yeni ulaşım modeli olarak, 8 numaralı senaryo önerilmektedir. Senaryolar için gerçekleştirilen istatistiksel analize bakıldığında 6 numaralı senaryo ile 8 numaralı senaryo arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı görülmektedir. Bu durumda fayda maliyet analizine başvurulması gerekir ancak gizlilik taşıması sebebiyle proje maliyetleri, ilgili kamu kurumu tarafından paylaşılamamıştır, bu nedenle fayda maliyet analizi, bu çalışmada gerçekleştirilememiştir. Öneri olarak; kamu kurumu tarafından gerçekleştirilecek değerlendirmede, 6 numaralı senaryo önemle dikkate alınmalıdır. 6 numaralı senaryoda, dış hoparlör sistemi ve otobüslerin içerisine akıllı bilgilendirme sistemi gerçekleştirilmektedir ancak duraklara akıllı bilgilendirme ekranı yatırımı yapılmamaktadır. Bu da işitme engelli yolcuların otobüse binme süreçlerindeki iyileşme oranını azaltmaktadır. Yine de genel olarak baktığımızda toplam süre kazancındaki fayda oranı olarak 8 numaralı senaryo ile 6 numaralı senaryo çok yakın olmakla birlikte, kaynak kullanımı açısından da daha az maliyetli olacaktır.

Yapılan bu hesaplamalar; İzmir ili Güney Buca bölgesinde toplu taşıma hizmeti veren 304 ve 72 numaralı otobüs araçları içindir. 8 numaralı senaryoda planlanan yatırımlara ait kazanımları, İzmir ili geneline yaydığımızda; çalışmanın birinci aşamasında yatırımların yapılmasının planlandığı otobüs ve duraklara olan ulaşım talepleri dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda, yatırım yapılan otobüslerin tümünün 1 gün boyunca ulaşım süresi toplamda 451 saat, %0,21 oranında azalmaktadır. İzmir ili genelinde ESHOT Genel Müdürlüğü'ne ait tüm toplu taşıma otobüs araçlarına dış hoparlör sistemi, otobüs içi akıllı bilgilendirme sistemi ve bu otobüslerin geçtiği duraklara akıllı bilgilendirme ekranı yatırımı yapılırsa 1 gün boyunca tüm otobüslerin ulaşım süresi toplamda 1003 saat, %0,46 oranında azalması öngörülmektedir. 6 numaralı senaryonun İzmir ili genelinde uygulanması durumunda sağlanacak süre kazancı ve 8 numaralı senaryonun uygulanması durumunda sağlanacak süre kazancının karşılaştırması Tablo 5.4'te görülmektedir.

Tablo 5.4. İzmir geneli günlük süre kazancı tablosu

	Toplam hizmet süresi (sa)	Toplam kazanç (sa)	İyileşme oranı
8. senaryo seçilen hatlara yatırım uygulanması durumu	216.738	450,95	0,21%
8. senaryo tüm hatlara yatırım uygulanması durumu	216.738	1003,59	0,46%
6. senaryo seçilen hatlara yatırım uygulanması durumu	216.738	253,3135	0,12%
6. senaryo tüm hatlara yatırım uygulanması durumu	216.738	935,169	0,43%

Tablo 5.4'te görüldüğü üzere hem süre kazanımının daha fazla olması hem de daha fazla engelli bireye ulaşım kolaylığı sağlanarak ulaşım konforunun ve erişebilirlik imkânlarının artırılması için 8 numaralı senaryonun uygulamaya alınması önerilmektedir. Çalışmanın yaygınlaştırılacağı ve/ veya maliyetlerin kısıtlı olması durumunda 8 numaralı senaryo gerçekleştirilemeyecekse, 6 numaralı senaryonun gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Bu tez çalışmasında yapılan araştırmalarda, toplu ulaşım aracı kullanan yolcuların ulaşım talepleri analiz edilerek, engel türlerine göre yatırım planlaması yapılmış ve bu plan doğrultusunda yatırımlardan sağlanacak kazanç, simülasyon ile modelleme yöntemi aracılığıyla hesaplanmıştır. Elbette tüm yatırımların uygulanması durumu en iyi senaryodur ancak maliyet kısıtı ve kamu kaynaklarının verimli kullanımının amaçlanması gerekçesiyle yatırımlarının fayda analizinin detaylı olarak gerçekleştirilip buna göre değerlendirilerek karar alınması son derece önem taşımaktadır. Buna göre; planlanan yatırımların farklı senaryolarda gerçekleştirilmesi durumunda, hem engelli yolcuların ulaşım süresinde hem de otobüslerin taşıma hizmeti süresinde ne oranda kazanç sağlayacağı gösterilmiş ve senaryolar arasındaki istatistiksel farklar ve fayda oranı farkları ortaya konulmuştur.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Endüstrileşme ile birlikte kentlerin hızla büyümesi, ulaşım trafiğinin artması, hayat akışının hızlanması, iş ya da sosyal alanlara erişme gereksinimi gibi birbirine bağlı sebeplerle toplu ulaşım araçlarına olan talep artmaktadır. Talebin artmasıyla birlikte yönetilebilirlik zorlaşmakta ve toplu ulaşım hizmeti veren kurumlar, teknolojik yöntemlerden faydalanarak kent yaşamını kolaylaştırıcı çözümler geliştirmektedir. Engelli bireyler de, diğer tüm bireyler gibi kendilerini farklı hissetmeden ve kimseden zorunlu olarak yardım gereksinimi duymadan kentsel yaşamın olanaklarından faydalanabilmelidir. Engelli bireylere yönelik bu imkânları sağlamak kamu kurumlarının başlıca görevlerindedir.

Bu tez çalışmasında; İzmir ili sınırları içerisinde şehir içi toplu taşıma otobüsleri ile yolculuk yapmak isteyen engelli bireylerin, ulaşım süreçlerinde yaşadıkları zorluklara çözüm bularak; daha konforlu, daha güvenli, engelsiz bireylerle eşit rahatlıkta olan ulaşım imkânlarına sahip olmaları için, bazı mühendislik yöntemlerinden faydalanılarak çeşitli analizler ve planlamalar yapılmıştır. İzmir Büyük Şehir Belediyesi'ne bağlı ESHOT Genel Müdürlüğü ile dayanışma içerisinde bir çalışma yürütülmüştür. Ulaşım sürecinde yaşanan aksaklıkların ve israfların tespiti için; yalın üretim yöntemleri kullanılarak; iş akış şeması, değer akış şeması oluşturulmuş ve israf analizi çalışması yapılmıştır. Toplu ulaşım planlamasında görevli yetkililer ile, engelli bireylerin yaşadıkları zorluklar tartışılarak, olası çözüm yöntemleri ve yatırım planları görüşülmüştür. ESHOT Genel Müdürlüğü tarafından belirlenen sınırlı yatırım adetleri baz alınarak, bu yatırımların en yüksek verim alınacak, en fazla engelli bireye fayda sağlayacak şekilde yapılması için çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Otobüslerle yapılan yolculuk esnasında kullanılan akıllı kartlardan alınan biniş verileri, veri madenciliği yöntemi adımları izlenerek analiz edilmiş ve yatırımların gerçekleştirilmesi için en uygun durak ve otobüs hatları önem derecelerine göre sınıflandırılmıştır. Sınırlı sayıdaki yatırımın, sınıflandırılmış yerlere atanması için algoritma geliştirilmiş ve bu algoritmaya göre öncelikli durak yerleri ve otobüs hatları belirlenmiştir.

Her ne kadar, engelli bireylerin imkânlarını iyileştirmeye ve ulaşım imkânlarından duydukları memnuniyet seviyesini artırmaya yönelik bir çalışma olsa da, tüm kuruluşlarda geçerli olduğu üzere, yapılacak yatırımın getirisi sorgulanmak

istenmiştir. Bu sebeple, çalışmanın sonraki aşamasında; pilot bölge ve pilot hatlar belirlenerek, engelli bireylerin şehir içi toplu taşıma otobüsleri ile gerçekleştirdikleri mevcut ulaşım süreci, Arena Rockwell simülasyon uygulamasıyla modellenmiştir. Ulaşım sürecinde yaşanan beklemler, yolcuların durağa geldiği andan itibaren otobüsten inene kadar geçen süre, otobüsün bir tam turu tamamlama süresi gibi çıktı değişkenleri takip edilerek mevcut durum raporlanmıştır. Planlanan yatırımların uygulanması durumunda, sistemde gerçekleşecek iyileşmelerin tespit edilmesi için simülasyon programının sunduğu araçla deney tasarlanmıştır. Yatırım türlerinin sağlayacakları kazançlar arasındaki farkları görmek ve olabilecek maliyet kısıtlarından dolayı alternatifler sunmak amacıyla farklı yatırım senaryoları oluşturularak hazırlanan deneyde, bir yolcunun ulaşım süresi ve bir otobüsün bir turu tamamlama süresi, deneyin sonuç kısmında hesaplatılmıştır. Senaryoların çalıştırılması ile alınan sonuçlar doğrultusunda; en fazla sayıda yolcuya en yüksek oranda fayda sağlanabilmesi için otobüslere dış hoparlör sistemi ile akıllı bilgilendirme sistemi ve duraklara akıllı bilgilendirme ekranı yerleştirilmesi yatırımlarının üçünün de uygulandığı yeni bir ulaşım modeli önerilmektedir. Maliyet kısıtıyla karşılaştırılması durumunda gerçekleştirilebilecek, optimum çözüme en yakın alternatif senaryo da detaylı kazanç analizi yapılarak, bu çalışma içerisinde öneri olarak sunulmuştur. Yapılan analizler, bu uygulamaların; yolcuların ulaşım süresinde kısaltmaya yol açacağını ve hem otobüs şoförü hem de yolcular için önemli bir rahatlama sağlayacağını göstermektedir. Yolcuların ulaşım süresinin kısaltılması, memnuniyet düzeyinin ve ulaşım konforunun artmasına yol açarken, otobüslerin planlanmış rotayı tamamlama süresinde oluşan kısalma hem yakıt tasarrufuna hem de çevre kirliliğinin azalmasına fayda sağlayacaktır. Yapılan çalışma yalın bakış açısıyla incelendiğinde; ulaşım sürecindeki israfların, andon sistemi ve iş standartlaştırma gibi yalın çözüm yöntemleriyle elimine edildiği görülmektedir. Belirtilen çözüm yöntemlerinin uygulanması için gerçekleştirilen analiz ve değerlendirme aşamalarında Endüstri 4.0 tekniklerinden faydalanılmıştır.

Bu tez çalışmasında; engelsiz bir ulaşım süreci sağlanması için yalın üretim yöntemlerinden olan israf analizi ve değer akış haritalama yapılarak ulaşım sürecindeki aksaklıklar ve olası çözüm yolları tespit edilmiştir. İot teknolojisi yardımıyla, akıllı kartlardan alınan veriler, yine Endüstri 4.0 teknolojilerinden olan veri madenciliği yöntemi ile analiz edilerek; otobüs hatları ve duraklar

sınıflandırılarak yatırım planlamasında kolaylık sağlanmıştır. Veri madenciliği yöntemi ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılarak oluşturulan ABC sınıflandırmasının, toplu taşıma hizmeti veren kurumun daha sonraki yatırım planlamaları ve periyodik kontrol mekanizmaları için de faydalı olacağı öngörülmektedir.

Planlanan yatırımların uygulamaya alınması durumundaki fayda oranları, simülasyon uygulaması kullanılarak hesaplanmıştır. Farklı yatırım senaryoları birbiriyle karşılaştırılarak, en fazla fayda sağlanacak yeni ulaşım modeli belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında, İzmir ilinde engelsiz ulaşımın sağlanması için israf analizi ve değer akış haritalama yöntemlerinden, akıllı şehir uygulamalarından, veri madenciliği yönteminden, simülasyon ve deney tasarımı yöntemlerinden faydalanılmıştır. Yapılan çalışma aynı zamanda, Endüstri 4.0 ve yalın düşüncenin, birbirini destekler nitelikte olduğunun ortaya konulduğu bir uygulama niteliğindedir.

Yapılan çalışmanın asıl amacı, engelli bireylerin ulaşım sürecinde yaşadıkları zorlukların azaltılması için destek olarak, onlara engelsiz bir ulaşım hakkı tanınması için mühendislik yöntemleri aracılığıyla katkıda bulunmaktır. Çalışmanın sonucunda, planlanan yatırımların uygulamaya alınması durumunda, ulaşım süresinde kısalmanın gerçekleşeceği ve bireylerin engelsiz bir ulaşım için daha fazla imkâna sahip olarak memnuniyet düzeylerinin artacağı tespit edilmiştir. Tüm engelli bireyler, diğer engelsiz bireyler gibi aynı sosyal haklara ve imkânlara sahip olmalıdır. Bu sebeple; sahip olunan kaynaklar doğrultusunda, yatırım adetleri artırılarak daha fazla engelli bireyin aynı olanaklardan faydalanması sağlanabilir ve diğer belediyeler tarafından da benzer analiz ve uygulamalar gerçekleştirilerek çalışma yaygınlaştırılabilir. Bu çalışma, mühendislik uygulamalarının, kamu kurumlarında oldukça az sıklıkta kullanılıyor olması sebebiyle, diğer kamu kurum ve kuruluşlarına da öncülük ve rehberlik edebilecektir.

KAYNAKLAR

- 1) T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. “Akıllı Şehir Nedir?”.<https://www.akillisehirler.gov.tr/akilli-sehir-nedir/> Son erişim tarihi: 04 Nisan 2021
- 2) Çivici, T., ve Gönen, D. Balıkesir üniversitesi çağış yerleşkesinin bedensel engelli öğrencilerin sosyal alanlara ulaşabilirliğinin değerlendirilmesi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi. 2015, 3(3), 639-646.
- 3) T.C. Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü. “Engelli ve Yaşlı İstatistik Bülteni”. <https://www.ailevecalisma.gov.tr/yayinlar/bultenler/eyh-e-bulten/> Son erişim tarihi: 04 Nisan 2021
- 4) Çağlar, S. Engellilerin erişebilirlik hakkı ve Türkiye’de erişebilirlikleri. Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi. 2012, 61(2), 541-598.
- 5) Erdem, N., ve Uzun Araz, Ö. Toplu taşımada yatırım kararlarının veri madenciliği yöntemiyle desteklenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi. 2021, (28), 594-601.
- 6) Abbasi, M., El Hanandeh A. Forecasting municipal solid waste generation using artificial intelligence modelling approaches. Waste Manag. 2016, 56:13–22.
- 7) Badii, C., Nesi, P., Paoli, I. Predicting available parking slots on critical and regular services by exploiting a range of open data. IEEE Access. 2018, 6, 44059–44071.
- 8) You, H., Yang, X. Urban expansion in 30 megacities of China: categorizing the driving force profiles to inform the urbanization policy. Land Use Policy. 2017, 68: 531-551.
- 9) Zhang, N., Chen, H., Chen, X., Chen, J. Forecasting public transit use by crowdsensing and semantic trajectory mining: case studies. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2016, 5, 180.
- 10) Zhuang, P., Shang, Y., Hua, B. Statistical methods to estimate vehicle count using traffic cameras. Multidimens. Syst. Signal. Process. 2009, 20, 121–133.
- 11) Gomedede, E., Gaffo, F.H., Brigano, G.U., Barros, R.M., Mendes, L.S. Application of computational intelligence to improve education in smart cities. Sensors. 2018, 18, 267.

- 12) Belhajem, I., Maissa, Y. B., Tamtaoui, A. Improving low cost sensor based vehicle positioning with machine learning. *Control Engineering Practice*. 2018, 74, 168-176.
- 13) Solvoll, G., Hanssen, T. E. S. User satisfaction with specialised transport for disabled in norway. *Journal Of Transport Geography*. 2017, 62, 1-7.
- 14) Erten, Ş., Aktel, M. Engellilerin erişebilirlik hakkı: engelsiz kent yaklaşımı çerçevesinde bir değerlendirme, Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 2020, 11(28), 898-912.
- 15) Saplioglu, M., ve Ünal, A. Yürüme engelli bireyler için kent içi ulaşımda güzergah iyileştirme önerisi: pilot bölge çalışması. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 2019, 10(1), 289-299.
- 16) Emberger, G., König, I., Krpata, R., Rollinger, W., Grundner, M., Linien, W. Public Transport For (Disabled) People–The Vienna Experience. In *13th World Conference On Transport Research (Wctr)*. 2013, Rio De Janeiro (P. 20).
- 17) Waara, N. Older And Disabled People’s Need And Valuation Of Traveller Information İn Public Transport. In *Proceeding Of The Association For European Transport Conference*. 2009 (1-21 s).
- 18) Topsakal, Y. Akıllı turizm kapsamında engelli dostu mobil hizmetler: Türkiye 4.0 için öneriler. *Journal Of Tourism Intelligence and Smartness*. 2018 1(1), 1-13.
- 19) Isa, H. M., Zanol, H., Alauddin, K., Nawi, M. H. Provisions Of Disabled Facilities At The Malaysian Public Transport Stations. In *Matec Web Of Conferences*. 2016, (Vol. 66, P. 00016). Edp Sciences.
- 20) Hakverdi, F., Uzun, Ö. Ü. Y. Engelsiz akıllı ulaşım uygulaması. *Engelsiz Bilişim*. 2019, 32.
- 21) Güzelci, O. Z. Kişiselleştirilmiş bir akıllı ulaşım bilgilendirme sistem önerisi. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication – TOJDAC*. 2015, Ekim, 5(4).
- 22) Wang, K. Logistics 4.0 Solution-New Challenges and Opportunities. In *6th International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation*, Atlantis Press. 2016.
- 23) Zheng, X. ve Ren, J. Effectiveness Evaluation Method for Digital Logistics Equipment System of Systems. In *4th International Conference on Mechanical Materials and Manufacturing Engineering*, Atlantis Press.2016.

- 24) Göçmen, E., Erol, R. The transition to industry 4.0 in one of the Turkish logistics company. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*. 2018, 2:1, 76-85.
- 25) Çelebi, D., İmre, Ş. Akıllı Ulaşım Sistemlerinde Veri Gereksinimlerinin Belirlenmesi İçin Bir Yazın Araştırması. Ulaştırma ve Lojistik Ulusal Kongresi. 2017, 26-27 Ekim, İstanbul, 4.
- 26) Heilig, L., Lalla-Ruiz, E., Voß, S. Multi-objective inter-terminal truck routing. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 2017, 106, 178-202.
- 27) Micieta, B., Słaszewska, J., Binasova, V., Hercko, J. Adaptive Logistics Management and Optimization Through Artificial Intelligence. *Communications*. 2017, 19, 10-14.
- 28) Özdemir, A., Özgüner, M. Endüstri 4.0 ve lojistik sektörüne etkileri: lojistik 4.0. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*. 2018, 6(4), 39-47.
- 29) Yangınlar, G., Nurgün, B. A. L. Yalın yönetim ve yalın lojistik kavramlarının irdelenmesi. *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 2019, 3(1), 151-161.
- 30) Konur, M. C. Lojistik Sektöründe Ağırlıklandırılmış Yalın Olgunluk Düzeyi Ölçüm Modeli ve Uygulanması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Endüstri Mühendisliği, İstanbul. 2011. (Yüksek Lisans Tezi)
- 31) Jones, D. T., Hines, P., Rich, N. Lean logistics, *International Journal of Physical Distribution Ve Logistics Management*. 1997.
- 32) Micieta, B., Słaszewska, J., Binasova, V., Hercko, J. Adaptive Logistics Management And Optimization Through Artificial Intelligence, *Communications*. 2017, 19, 10-14.
- 33) Topsakal, Y., Yüzbaşıoğlu, N., Çuhadar, M. Endüstri devrimleri ve turizm: Türkiye turizm 4.0 swot analizi ve geçiş süreci önerileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı). 2018, 1623-1638.
- 34) Yıldız, A., Uğur, L. Endüstri 4.0 ile Yalın Üretim Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi*. 2018, Kocaeli.
- 35) Sanders, A., Elangeswaran, C., Wulfsberg, J. P. Industry 4.0 implies lean manufacturing: research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 2016, 9(3), 811-833.

- 36) Shahin, M., Chen, F., Bouzary, H., Krishnaiyer, K. Integration of lean practices and Industry 4.0 technologies: smart manufacturing for next-generation enterprises. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2020, 107:2927–2936.
- 37) Klingstam, P., Gullander, P. Overview of simulation tools for computer-aided production engineering. *Computer in Industry*. 1999, 38, 173- 186.
- 38) Koruca, H. I., Ozdemir, G., Aydemir, E., Cayirli, M. The Simulation-Based Performance Measurement In An Evaluation Module For Faborg-Sim Simulation Software. *Proceedings of 6th International Symposium on Intelligent Manufacturing Systems, IMS*. 2008, Sakarya, Türkiye. Ekim 14-17.
- 39) Yıldız, A., Uğur, L. 2018. Endüstri 4.0 ile Yalın Üretim Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi*, Kocaeli.
- 40) Krafchik, W. A. Small-scale enterprises, Inward industrialisation and housing: a case study of subcontractors in the cape peninsula low-cost housing industry. *Diss. University of Cape Town*, 1990.
- 41) Efe, Ö. F. ve Engin, O. Yalın hizmet-değer akış haritalama ve bir acil serviste uygulama. *Verimlilik Dergisi*. 2012, (4), 79-107.
- 42) Sayar, M. ve Yüksel, H. Endüstri 4.0 ve Türkiye kamu sektöründe Endüstri 4.0 dönüşümü. *Hukuk ve iktisat araştırmaları dergisi*. 2018, 10(2), 83-98.
- 43) Zhong, Ray Y, George Q Huang, Shulin Lan, QY Dai, Xu Chen, and T Zhang. A big data approach for logistics trajectory discovery from RFID-enabled production data. *International Journal of Production Economics*. 2015, 165: 260-72.
- 44) Rüßmann, M., Lorenz M., Gerbert, P., Waldner M., Justus J., Engel P., Harnisch M. *Industry 4.0: the future of productivity and growth in manufacturing industries*. Boston Consulting Group. 2015.
- 45) Evans, R. S., Lloyd, J. F., Stoddard, G. J., Nebeker, J. R., & Samore, M. H. Risk factors for adverse drug events: a 10-year analysis. *Annals of Pharmacotherapy*. 2005, 39(7-8), 1161-1168.
- 46) Dinçer, E. *Veri Madenciliğinde K-Means Algoritması ve Tıp Alanında Uygulanması*. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 101s., 2006. (Yüksek Lisans Tezi)
- 47) Gupta, M.K., Chandra, P., HYBCIM: Hypercube based cluster initialization method for k-means. *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.* 2019, 8(10), 3584-3587.

- 48) Tamer, E., Abalı, Y. A., ve Kutlu, B. S. Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile bursiyer seçimi: bir eğitim kurumunda uygulama. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2012, 26(3-4), 259-272.
- 49) Gülenç, İ. F., Bilgin, G. A. Yatırım kararları için bir model önerisi: Ahp yöntemi- A model proposal for investment decisions: Ahp method. Öneri Dergisi, 2010, 9(34), 97-107.
- 50) Özyörük, B. Özcan, E. C. Analitik hiyerarşi sürecinin tedarikçi seçiminde uygulanması: otomotiv sektöründen bir örnek. SDÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 2008, 13(1), 133-144.
- 51) Güçdemir, H., Selim, H. Integrating multi-criteria decision making and clustering for business customer segmentation. Industrial Management & Data Systems, 2015.
- 52) Çelen, S. Sanayi 4.0 ve simülasyon, International Journal Of 3D Printing Technologies and Digital Industry. 2017, 1(1), 9-26.
- 53) Montgomery, D. C. Design and Analysis of Experiments. (3rd Ed.), John Wiley Sons. 1991, 649 s.
- 54) Ekotam Tasarım Araştırma ve Uygulama Merkezi. “İzmir Büyükşehir Belediyesi Akıllı Durak”. <https://ekotam.ieu.edu.tr>. Son Erişim Tarihi: 15.07.2022.
- 55) Unisign Digital Signage& Display Solution. “Yolcu Bilgilendirme Yazılımı”. <http://www.unisign.com.tr/kategori-urun-detay/yolcu-bilgilendirme-yazilimi>. Son Erişim Tarihi: 01.05.2022.
- 56) Gemici, B. Veri Madenciliği ve Bir Uygulaması. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2012. (Doktora Tezi)
- 57) Akpınar, H. Veri tabanlarında bilgi keşfi ve veri madenciliği, İ.Ü. İşletme Fakültesi Dergisi, 29 (1), 1-22,2000.
- 58) Saaty, T.L. Decision making with the analytic hierarchy process. Int. J. Services Sciences. 2008, 1(1), 83-98.
- 59) ESHOT Genel Müdürlüğü. “İzmir Ulaşım Haritaları”. https://www.eshot.gov.tr/CKYuklenen/izmir_ulasim_haritalari/IzmirTopluUlasimHaritasiv2.jpg. Son Erişim Tarihi: 01.05.2022.
- 60) ESHOT Genel Müdürlüğü. “Ulaşım Saatleri”. <https://www.eshot.gov.tr/tr/UlasimSaatleri/288#>. Son Erişim Tarihi: 01.05.2022.

EKLER

EK 1. Dış Hoparlör Sistemi İçin Belirlenen Otobüs Hatları

Tablo 6.1. Dış hoparlör sistemi için belirlenen otobüs hatları tablosu

Hat no	Hat sınıfı	Hat adı	Yatırım yapılacak araç sayısı
680	A	Bozyaka - Lozan meydanı	26
18	A	Yeşilyurt - Konak	8
23	A	Uzundere - Konak	12
550	A	Günaltay - Konak	15
42	A	Çınartepe – Gümrük	14
46	A	Çobançeşme – Gümrük	14
879	A	F.altay - Gazimir Semt Garajı	13

EK 2. Akıllı Bilgilendirme Sistemi İçin Belirlenen Otobüs Hatları

Tablo 6.2. Akıllı bilgilendirme sistemi için belirlenen otobüs hatları tablosu

Hat no	Hat sınıfı	Hat adı	Yatırım yapılacak araç sayısı
680	A	Bozyaka - Lozan Meydanı	26
23	A	Uzundere - Konak	12
42	A	Çınartepe - Gümrük	14
18	A	Yeşilyurt - Konak	8
46	A	Çobançeşme - Gümrük	14
550	A	Günaltay - Konak	15
599	A	M.Erener - Halkapınar Metro	22
691	A	Gaziemir - Lozan Meydan	18
565	A	Evka 4 - Bornova Metro	12
879	A	F.Altay - Gaziemir Semt Garajı	13
671	A	Şirinyer Aktarma Merkezi - F.Altay	14
27	A	Çamlık - Konak	12
193	A	Yurtoğlu - Konak	9
470	A	Tınaztepe - Lozan Meydanı	11
304	A	Tınaztepe-Konak	17
72	A	İşçievleri - Konak	7
171	A	Tınaztepe - Konak	16
268	A	Doğanlar - Bornova Metro	13
302	A	Otogar - Konak	8
249	A	Evka 4 - Kemer	13
912	A	Egekent Aktarma Merkezi - Alsancak Gar	17
465	A	Tınaztepe - Konak	10
285	A	Evka 1 - Konak	9
502	A	Cengizhan - Halkapınar Metro	18
838	A	Şirinyer Aktarma Merkezi - Gümrük	11
44	A	Mersinpınar - Gümrük	9
490	A	Tınaztepe - Üçyol	9
681	A	F.Altay - Lozan Meydanı	7
19	A	Şehitler - Konak	6
233	A	Esbaş Aktarma Merkezi - Konak	12
35	A	Ballıkuyu - Konak	9
564	A	Ayakkabıcılar Sitesi - Halkapınar Metro	20
800	A	Menemen Aktarma Merkezi - Bornova Metro	16
587	A	Limontepe - Konak	12
585	A	Evka 4 - Bornova Metro	8
53	A	Mtk Altındağ - Halkapınar Metro	15
253	A	H.Pınar Metro 2 - Konak	18
963	A	Evka 3 Metro - Alsancak Gar	13
152	A	Gaziemir - Konak	9
374	A	İzkent - Konak	8
560	A	Pınarbaşı - Halkapınar Metro	15

Hat no	Hat sınıfı	Hat adı	Yatırım yapılacak araç sayısı
579	A	Yeşilyurt - Üçyol Metro	7
466	A	Şirinyer Aktarma Merkezi - Konak	8
59	A	Bornova Metro - Kemer Aktarma Merkezi	10
969	A	Balçova - F.Altay Aktarma Merkezi	8
476	A	Tınaztepe - Şirinyer Aktarma Merkezi	10
20	A	Kooperatif Evleri - Konak	7
568	A	Evka 4 - Bornova Metro	10
510	A	Gaziemir - Balçova	16
45	A	Gültepe - Gümrük	5
168	A	Evka 4 - Halkapınar Metro	19
34	A	Esentepe - Gümrük	9
33	A	Kadifekale - Konak	6
555	A	Otogar - Halkapınar Metro	12
17	A	Uzundere Toplu Konutları - F.Altay	8
29	A	Kadriye Mah. - Konak	6
30	A	Kaynak - Konak	6
551	A	Narlidere - F.Altay	13
676	B	Tınaztepe - Şirinyer Aktarma Merkezi	12
705	B	Ayrancılar - Sarnıç Aktarma Merkezi	13
105	B	Çamlıkule - Konak	10
148	B	Onur Mah. - Halkapınar Metro2	8
866	B	Buca Toplu Konutları - Şirinyer Aktarma Merkezi	10
748	B	Ulukent Aktarma Merkezi - Menemen Aktarma Merkezi	10
556	B	Çamlık - Üçyol Metro	5
524	B	Cennetçeşme - Üçyol Metro	9
988	B	Kemalpaşa - Evka3 Metro	9
889	B	Sarnıç - Sarnıç Aktarma Merkezi	5
484	B	Yeşilbağlar - Konak	8
74	B	Yenigün Mah. - Şirinyer Aktarma Merkezi	8
258	B	Onur Mah. - Karşıyaka	8
818	B	Esbaş Aktarma Merkezi - Şirinyer Aktarma Merkezi	7
984	B	Urla - F.Altay Aktarma Merkezi	10
515	B	Tınaztepe - Evka3 Metro	10
588	B	Yeni Çamlık - Konak	7
67	B	Pınarbaşı - Evka3 Metro	7
477	B	Nafiz Gürman - Halkapınar Metro2	10
871	B	İşçievleri - Şirinyer Aktarma Merkezi	5
224	B	Cennetçeşme - Konak	6
805	B	Çamlıkule - Şirinyer Aktarma Merkezi	6
78	B	Yamanlar - Halkapınar Metro 2	8
887	B	Sarnıç Aktarma Merkezi - Konak	7
60	B	Pınarbaşı - Kemer Aktarma Merkezi	5

Hat no	Hat sınıfı	Hat adı	Yatırım yapılacak araç sayısı
8	B	Güzelbahçe - F.Altay Aktarma Merkezi	10
712	B	Pancar Aktarma - Torbalı	2



EK 3. Akıllı bilgilendirme sistemi için belirlenen otobüs durakları

Tablo 6.3. Akıllı bilgilendirme sistemi için belirlenen otobüs durakları tablosu

Durak no	Durak sınıfı	Durak adı
40009	A	Şirinyer Pazar Yeri
10119	A	Kavafklar
10121	A	Çankaya
10241	A	Kız Yurdu
10229	A	Mezarlıkbaşı
12057	A	Eşrefpaşa
10255	A	Üçyol Metro
50007	A	Fahrettin Altay Meydan 2
40004	A	Şirinyer Karakol
12059	A	Eşrefpaşa
10130	A	Şehit Fethibey
10252	A	Üçyol Metro
10357	A	Basmane Gar
12058	A	Eşrefpaşa
30135	A	Stadyum İstasyon
30007	A	Bornova Metro
10361	A	Kemer 2
31295	A	Hükümet Konağı
30013	A	Bornova Metro
10247	A	Bayramyeri
40739	A	Buca Üçkuyular Meydan
10242	A	Etnografya Müzesi
10322	A	Kent Müzesi
10225	A	Mezarlıkbaşı
10231	A	Kestelli
10330	A	Montrö
10213	A	Çankaya
12201	A	Narlık
12441	A	Yeşilyurt
12060	A	Eşrefpaşa
40742	A	Buca Üçkuyular Meydan
20085	A	Çiğli Belediye
12061	B	Eşrefpaşa
10251	B	Altıntaş
12214	B	Bayram Kahya
31271	B	Mağfel
40101	B	Şirinyer Bankalar
10012	B	Bahribaba
10123	B	Basmane Ptt
10457	B	Halkapınar Metro
31370	B	Evka 4 Son Durak
10134	B	Fahrettin Altay Meydan 7
12199	B	Kilimci Tepe
40121	B	Tınaztepe

Durak no	Durak sınıfı	Durak adı
10036	B	Konak
40011	B	Yeni Mahalle
10021	B	Bahribaba
20483	B	Girne Konutları
12065	B	Yağhaneler 2
12202	B	Narlık
12200	B	Kilimci Tepe
12210	B	Karakuyu
10456	B	Halkapınar Metro
10473	B	Halkapınar Metro
12063	B	Yağhaneler
10368	B	Yenişehir PTT
10030	B	Konak
10611	B	Osman Öksüz Parkı
10103	B	Belediye Sarayı
10617	B	Elka
10364	B	Ziya Gökalp Ortaokulu
10421	B	Tariş
12062	B	Yağhaneler
12336	B	Yeşilyurt Devlet Hastanesi
10240	B	Kız Yurdu
10367	B	Tepecik Doğum Hastanesi
12064	B	Yağhaneler 2
40422	B	Yıkıkkemer Meydan
12204	B	Zincirlikuyu
12203	B	Zincirlikuyu
12509	B	Yıkık Cami 2
30971	B	Bayraklı Çocuk Parkı
10496	B	Halkapınar 2
30280	B	Adliye
10464	B	Halkapınar Metro
30009	B	Bornova Metro
10363	B	Eşref Paşa Hastanesi
10007	B	Bahribaba
10131	B	Şehit Fethibey
12216	B	Kuyu
40022	B	Buca Sosyal Güvenlik Kurumu
10366	B	Tepecik Doğum Hastanesi
40015	B	Buca Belediye Sarayı
30555	B	Öğrenci Köyü
10362	B	Eşref Paşa Hastanesi
12274	B	Yeşilyurt Devlet Hastanesi
12213	B	Bayram Kahya
10365	B	Ziya Gökalp Ortaokulu
40001	B	Nato

Durak no	Durak sınıfı	Durak adı
12508	B	Yıkık Cami 2
31291	B	Hükümet Konağı
10469	B	Halkapınar Metro
12129	B	Kadriye Mahallesi
12263	B	Spotçular
10324	B	Montrö
12944	B	Şehit Polis Ahmet Atilla Güneş İlkokulu
31366	B	Mehmet Akif Cami
10235	B	Koruluk
50176	B	Balçova Son Durak
10492	B	Halkapınar 2
30133	B	Mersinli
12468	B	Kasaba
12054	B	Çınartepe
10369	B	Yenişehir PTT
40010	B	Şirinyer PTT
30965	B	Yunus Keskin Parkı
40407	B	Çamlıpınar Yeni Son Durak
10504	B	Fahrettin Altay
12267	B	Yeşilyurt İtfaiye
10014	B	Bahribaba
15531	B	Konak
20153	B	Osman Bey Parkı
30628	B	Papatya
10227	B	Mezarlıkbaşı
10117	B	Hisarönü
50011	B	Balçova Kahveler
10660	B	Ege Serbest Bölge
10615	B	İller Bankası
40661	B	Evka 1
41144	B	Toros Meydan
12211	B	Karaselvi
12874	B	Halkapınar Tramvay
30029	B	Havuzlu Kahve
40038	B	Buca Devlet Hastanesi
10494	B	Halkapınar 2
12215	B	Kuyu
12846	B	Tulumba
12607	B	Karabağlar Atatürk Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi
12052	B	Çınartepe Muhtarlık
30010	B	Bornova Metro
40198	B	Şirinyer Saha
12641	B	İlkkurşun Anadolu Lisesi
10011	B	Bahribaba

Durak no	Durak sınıfı	Durak adı
30652	B	Çamlık Alan Parkı 2
12957	B	Sarnıç Köprüsü
31274	B	Hükümet Konağı
30553	B	Yeşil Köşk
50030	B	Balcı
40003	B	Şirinyer Karakol
15532	B	Konak
10868	B	Otel
40014	B	Buca Cezaevi
12126	B	Konak Ömer Lütfü Akad Ortaokulu
10655	B	Emrez
40002	B	Nato
10664	B	Ulaştırma
20063	B	Soğukkuyu Trafik
30500	B	Yeşilova Höyüğü
10418	B	Alsancak Gar
10016	B	Bahribaba
10661	B	Ege Serbest Bölge
31552	B	Otogar Yeni
12206	B	Kestelli
12212	B	Karaselvi
40071	B	Begos
40411	B	Redresör
30031	B	Altındağ Belediyesi
30028	B	Havuzlu Kahve
12069	B	Konak Anadolu Lisesi
10654	B	Gaziemir Semt Garajı
40175	B	İzban Koşu Durağı
12878	B	Büyükşehir Kurs Merkezi
10462	B	Halkapınar Metro
20086	B	Çiğli Belediye
20057	B	Turan
12256	B	Bozyaka Devlet Hastanesi
12604	B	Karabağlar Atatürk Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi
40737	B	Buca Sağlık Ocağı
12833	B	Çamlık
30491	B	Market
30510	B	Ayakkabıcılar Sitesi Son Durak
10041	B	Konak
10136	B	Şehit Fethibey
12601	B	Karabağlar Briketçi
31082	B	Cengizhan Son Durak
30131	B	Çamdibi Sağlık Ocağı
10013	B	Bahribaba

Durak no	Durak sınıfı	Durak adı
12220	B	Eski İzmir Karakolu
20482	B	Girne Konutları
12622	B	Kaymakkuşu 2
40018	B	Öğretmen Evleri
30279	B	Adliye
12304	B	İzsu
10211	B	Çankaya
12439	B	Yadigar Sitesi
30690	B	Beşinci Sanayi Sitesi
12824	B	Zeytin
10246	B	Bayramyeri
30281	B	Halide Edip Adivar
10248	B	Altıntaş
20060	B	Turan
40016	B	Buca Belediye Sarayı
12315	B	Ahmet Ragıp Üzümcü İlkokulu
40762	B	Yeşilkent
12208	B	Bozyaka Cami
11931	B	Zeytinlik
11960	B	Çobançeşme
11952	B	Levent
20211	B	Zafer Takı
40760	B	Buca Doğum Evi
31476	B	Bornova Kooperatif
10233	B	Koruluk
12810	B	Cennetçeşme
10009	B	Bahribaba
12051	B	Çınartepe Muhtarlık
12122	B	Yayla Kahvesi
31364	B	Evka 4 Muhtarlık
30014	B	Bornova Metro
40085	B	Beş Selviler
40012	B	Yeni Mahalle
12288	B	Osman Kibar
30511	B	Otogar
50166	B	Gümüş
10459	B	Halkapınar Metro
12568	B	Seniha Mayda Ortaokulu
30003	B	Bornova Metro
40124	B	Tınaztepe
30002	B	Bornova Metro
11958	B	Gültepe Karakol
13163	B	Esbaş
12230	B	Gürsel
12000	B	Gültepe
10015	B	Bahribaba

Durak no	Durak sınıfı	Durak adı
40735	B	Çevik Bir
11947	B	Dörtyol
11314	B	Egekent 4 Giriş
30282	B	Halide Edip Adıvar
10008	B	Bahribaba
12332	B	Mızraklı
14501	B	Moda
10628	B	Orcaner
12036	B	Mersinpınar
10657	B	Aktepe
12140	B	Gökalp
12605	B	Cevdet Güçlüer İlkokulu
40363	B	İrfan Nadir İlkokulu
50018	B	Hoca
12884	B	Gaziemir Merkez Cami
40013	B	Buca Vergi Dairesi
10359	B	Kemer 1
31368	B	Evka-4 Anaokulu
30041	B	Otogar
12324	B	Yeşilyurt Merkez Cami
20001	B	Karşıyaka İskele
12340	B	Hasan Tahsin
32244	B	Ağır Bakım
12344	B	Mermerci
31100	B	Kasap
10356	B	Basmane Gar
12820	B	Mevlana Cami
12042	B	Düğün Salonu
40145	B	Akıncılar Merkez
12830	B	Zambak
11557	B	Torbalı Belediyesi 2
10720	B	Menderes Belediyesi
20134	B	Bayraklı Üst Geçit
11564	B	Torbalı Belediyesi
31289	B	Ata
50004	B	Fahrettin Altay Meydan 9
12877	B	Büyükşehir Kurs Merkezi
12209	B	Karakuyu
22370	B	Menemen Garaj Karşısı
30030	B	Altındağ Belediyesi
10358	B	Kemer
31358	B	Nedim Dağtaş
40738	B	Buca Sağlık Ocağı
12316	B	Ahmet Ragıp Üzümcü İlkokulu
10228	B	Koruluk
50022	B	Dokuz Eylül

Durak no	Durak sınıfı	Durak adı
30981	B	Çay Mahallesi
40106	B	Yeniyol
12696	B	Günaltay
10132	B	Şehit Fethibey
30326	B	Bornova İzsü
12207	B	Bozyaka Cami
12098	B	Kadifekale
10579	B	Gürçeşme Cami
30017	B	Bornova Metro
30036	B	Otogar
12563	B	Zincirlikuyu 2
21065	B	Güle Kora İlköğretim Okulu
40142	B	Akıncılar Cami
10224	B	Mezarlıkbaşı
12437	B	Limontepe Seniye-Hasan Saray İlkokulu
40025	B	Buca Heykel
12326	B	Şehit Muzaffer Erdönmez İlkokulu
22237	B	Hatundere İstasyon
12598	B	Karabağlar Briketçi
12882	B	Gaziemir Belediyesi
12124	B	Kadriye Mahallesi Çeşme
31300	B	Lale Tepe Cami
11942	B	Levent Depo
22364	B	Menemen Toplum Sağlığı Merkezi
50010	B	Balçova Kahveler
22550	B	Yamanlar Yeni Son Durak
12287	B	Osman Kibar
11916	B	Muradiye Cami
12880	B	Gaziemir PTT
30982	B	Çay Mahallesi Son Durak
20135	B	Bayraklı Üst Geçit
12068	B	Konak Anadolu Lisesi
12623	B	Kaymakkuyu 2
30222	B	Yeşilova
40019	B	İzmir Meslek Yüksek Okulu
20070	B	Serinkuyu
30289	B	Smyrna
40105	B	Yeniyol
40153	B	Şirinyer İstasyonu
30300	B	Adalet Mahallesi
50034	B	Narlidere Cami
30534	B	Meltem

Durak no	Durak sınıfı	Durak adı
12269	B	Karabağlar Cumhuriyet Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi
10806	B	Sekseninci Yıl Cumhuriyet Parkı
12308	B	Öztepe
10321	B	Kent Müzesi
10613	B	Üçyol Sevgi Yolu Parkı
50013	B	Molla Kuyusu
20611	B	Onur Mahallesi
20069	B	Serin Kuyu
20081	B	Çiğli İtfaiye
40037	B	Buca Devlet Hastanesi
41092	B	Ptt
10493	B	Halkapınar 2
50036	B	Uludağ
20024	B	Bostanlı İskele
20456	B	Gümüşpala Su Deposu
50147	B	Balçova Kahveler
10040	B	Konak
50019	B	Hoca
20885	B	Mobilyacı
20032	B	Bostanlı İskele
20096	B	Balatçık Kahveler
20088	B	Çiğli Şaraphane
41146	C	Manzara
40288	C	Kuzucuoğlu
12602	C	Sinan Cami
12796	C	Yurtoğlu Son Durak
20672	C	Daryol
30461	C	Yener Caddesi
13259	C	Nergiz
30022	C	Evrenesoğlu Ortaokulu
12334	C	Fidan
12642	C	İlkkurşun Anadolu Lisesi
41029	C	Köşe
40058	C	Fatma Saygın Anadolu Lisesi
12638	C	Hasan Ali Yücel Parkı
12639	C	Hasan Ali Yücel Parkı
30154	C	Kartal
12818	C	Ana Sağlığı
40088	C	Begos
20053	C	Bayraklı İstasyon
10010	C	Bahribaba
40496	C	Ana Sağlığı
10109	C	Alsancak Devlet Hastanesi

Durak no	Durak sınıfı	Durak adı
40756	C	Eski Garaj
31206	C	Şehit Asteğmen Ergin KAYA
11551	C	Kazım Dirik
10629	C	Orcaner
50142	C	Balçova Anadolu Lisesi
10038	C	Konak
40290	C	İsmail Şekip Uyal İlköğretim Okulu
12694	C	Günaltay Park
12868	C	Manav
32203	C	Kavaklıdere Çıkış
12599	C	Kasap
11929	C	Hacı Bayram Cami
10636	C	Söğüt
31078	C	Sağlık Ocağı
20582	C	Halit Özpırınç Lisesi
40146	C	Akıncılar Merkez
10039	C	Konak
30136	C	Stadyum İstasyon
40272	C	Buca Anadolu Lisesi
30423	C	Zeytintepe
10215	C	Çankaya
11445	C	Karakuyu Son Durak
10656	C	Aktepe
41148	C	Gültepe Mezarlık
12273	C	Yeşilyurt Devlet Hastanesi
30720	C	Saliha Hüseyin Özyavuz Ortaokulu
10226	C	Kestelli
12943	C	Sosyal Konutlar
31556	C	Otogar Benzinlik
40653	C	Evka-1 Pazaryeri
41145	C	Toros Meydan
40256	C	Kozağaç
14500	C	Moda
12654	C	Selvili Cami
12529	C	Limontepe
10262	C	Şoförler Lokali
41117	C	Kaptan
30676	C	Güzeller
12234	C	Asmalı
50130	C	Üçkuyular iskele Son Durak
12596	C	Kasap
12438	C	Limontepe Seniye-Hasan Saray İlkokulu

Durak no	Durak sınıfı	Durak adı
12217	C	Yıkık Cami
12433	C	Egzozcu
12668	C	Umut
11962	C	Depo
20056	C	Bayraklı Park
30015	C	Bornova Metro
30978	C	Şehit Hakan Uysal
12205	C	Kestelli
12821	C	Mevlana Cami
40852	C	Buca Kooperatif Meydan
30138	C	Bölge İdare Mahkemesi
12228	C	Reşat Nuri
12637	C	Yerden Köprü
31298	C	Malazgirt İlköğretim Okulu
31214	C	Osman Gazi
30005	C	Bornova Metro
50042	C	Şehitlik
50026	C	İzsu
11616	C	Çaybaşı Eshot Garajı
12255	C	Bozyaka Devlet Hastanesi
12342	C	Karabağlar Halk Eğitim Merkezi
20082	C	Çiğli İtfaiye
12562	C	Zincirlikuyu 2
12303	C	İzsu
10147	C	Karataş Anadolu Lisesi
30980	C	Heykel
31241	C	Ali İhsan Bey
30551	C	Ayakkabıcılar Sitesi
40695	C	Mehtap Mahallesi Kahveler
30688	C	Şen
31222	C	Şehit Harun Bağlam
10199	C	Adnan Saygun Sanat Merkezi
30861	C	Aşağı Kızılca Yol Ayrımı
11938	C	Barbaros Hayrettin İlkokulu
40600	C	İzkent Depo
12879	C	Gaziemir PTT
12240	C	Uzundere
10612	C	Osman Öksüz Parkı
30153	C	Kartal
40782	C	Yıldız
10148	C	Karataş Anadolu Lisesi
40186	C	İrfan Nadir İlkokulu
10640	C	Paşa Köprüsü

Durak no	Durak sınıfı	Durak adı
40103	C	Fabrika
50012	C	Molla Kuyusu
30220	C	Rafet Paşa
12428	C	Maliyeciler
10019	C	Bahribaba
30761	C	Cumhuriyet
50029	C	Balcı
30614	C	Aktar
40733	C	Buca Devlet Hastanesi
40423	C	Yıkikkemer Meydan
11998	C	Turgut Reis İlköğretim Okulu
40087	C	Buca Belediye Şantiye
30134	C	Mersinli
20151	C	Karşıyaka İskele
12028	C	Çamlık
13000	C	Sarnıç
13266	C	Zambak
40887	C	Yetmiş Beşinci Yıl İlköğretim Okulu
20205	C	Geçit 1
31128	C	Kahveler
12629	C	Bahar Yıldırım İlkokulu
41206	C	Adatepe Garaj
12630	C	Bahar Yıldırım İlkokulu
11912	C	Gayretiye Cami
10618	C	Elka
30330	C	112 Acil Çağrı Merkezi Müdürlüğü
40126	C	Tınaztepe
12066	C	Arap Cami
12118	C	Çimentepe Aile Sağlık Merkezi
30320	C	Çağdaş
10503	C	Mehmetçik
12567	C	Seniha Mayda Ortaokulu
30149	C	Kamil Tunca Bulvarı
40070	C	Eski Mezarlık
30322	C	Bornova Stadı
12792	C	Muran
30672	C	Aziz Erol Güzelcan Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi
40418	C	Dirayet Süren İlkokulu
30319	C	Çağdaş
30970	C	Bayraklı Çocuk Parkı
30321	C	Bornova Stadı
40176	C	İzban Koşu Durağı

Durak no	Durak sınıfı	Durak adı
31132	C	Tepe
31352	C	Yıldıztepe
30127	C	Birinci Sanayi Sitesi
40464	C	Hüdaverdi Cami
22139	C	Bayraklı Evleri
30412	C	MTK Çarşısı
41154	C	Dilek
40734	C	Buca Devlet Hastanesi
12232	C	İzmir Anadolu Lisesi
12800	C	Karabağlar Nene Hatun Mesleki Ve Teknik Anadolu Lisesi
40068	C	İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
50040	C	Siteler
40159	C	Şirinyer Parkı
40764	C	Ahmet Yesevi Öğrenci Yurdu
30475	C	Merkez Mahallesi Muhtarlık
40160	C	Şirinyer Parkı
11932	C	Zeytinlik
41216	C	Çay Bahçesi
40592	C	Sultan Alparslan Anadolu Lisesi

EK 4. 304 Numaralı hat simülasyon model raporu

PROJECT, "Unnamed Project","Rockwell
Automation" ,,,No, Yes, Yes, Yes,No,No,No,No,No,No;

ATTRIBUTES: myArriveTime,DATATYPE(Real):
304busstation,DATATYPE(Real):
tip,DATATYPE(Real),0:
mydrivetime304,DATATYPE(Real):
mybustime,DATATYPE(Real):
bus_index,DATATYPE(Real);

SCHEDULES:

3bus13,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(0,624)
,DATA(1,216),DATA(0,240):

3bus14,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(0,632)
,DATA(1,208),DATA(0,240):

3bus1,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(1,1080)
:

3bus2,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(0,10),D
ATA(1,1070):

3bus3,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(0,20),D
ATA(1,1060):

3bus4,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(0,30),D
ATA(1,1050):

3bus5,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(0,40),D
ATA(1,1040):

3bus6,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(0,50),D
ATA(1,910),DATA(0,120):

3bus7,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(0,60),D
ATA(1,900),DATA(0,120):

3bus8,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(0,68),D
ATA(1,892),DATA(0,120):

```
3bus9,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(0,76),D  
ATA(1,884),DATA(0,120):
```

```
3bus10,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(0,84),  
DATA(1,96),DATA(0,249),DATA(1,171),  
DATA(1,360),DATA(0,120):
```

```
3bus11,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(0,92),  
DATA(1,88),DATA(0,428),DATA(1,232),  
DATA(0,240):
```

```
3bus12,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(0,100)  
,DATA(1,80),DATA(0,436),DATA(1,224),  
DATA(0,240):
```

```
VARIABLES: Create Bus Stop 10030
```

```
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
```

```
Create Bus Stop 40103
```

```
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
```

```

xxx,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User Specified"),DATATYPE(Real):
    Create Bus Stop 40014
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 40102
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    inmeasure1(3),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real),25.6,13.5,15.7:
    inmeasure2(3),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real),3.58,2.16,2.10:
    Create Bus Stop 40086
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    PassNumInBus304,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real):
    Create Bus Stop 40013
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 40038
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 40025
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 40101
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 40012
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    qqq,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real):
    yyy,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real):
    304control2,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real):
    yurumasure1(3),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real),30.7,6.78,15.7:
    yurumasure2(3),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real),4.94,1.81,2.98:
    gelis(7),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real),1,2,4,3,4,2,0:
    Leave System 304.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 40010 304
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 40071
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 41200
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 40037
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    binmeasure1(3),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real),20,8.7,10.1:
    Create Bus Stop 40011
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

```

```

        binmeasure2(3),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real),3.07,2.53,1.81:
        Create Bus Stop 40019
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40739
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40009 304
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40742
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40738
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40079
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40070
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        bbb,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real),1:
        zzz,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real):
        Create Bus Stop 40036
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40035
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40022
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40018
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        dilim,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real),1:
        Create Bus Stop 40106
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        304control,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real):
        Create Bus Stop 40737
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        vNumOnBus,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real):
        saatno,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real),1:
        Dispose 3.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40077
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Check for Last Station 304.NumberOut
True,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40105
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40016
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

```

```

        yolcu_tip,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real):
        Create Bus Stop 40121
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Zaman Dilimi.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40104
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40015
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Driver304.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40080
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40088
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 41335
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Check for Last Station 304.NumberOut
False,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude");

QUEUES:   Stop40022Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40009304Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40079Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40016Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40739Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40071Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40738Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40106Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40015Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40077Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop10030Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40038Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40105Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40070Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40088Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40737Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40742Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40121Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40014Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40037Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40104Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40080Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40025Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop41200Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40013Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40010304Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40036Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Stop40103Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):
        Seize 3.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,,):

```

Stop40012Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
Stop40035Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
Stop40019Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
Stop40086Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
Stop41335Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
Stop40102Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
Stop40011Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
Stop40101Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
Stop40018Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):

RESOURCES:

304bus10,Schedule(3bus10,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,):

304bus11,Schedule(3bus11,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,):

304bus12,Schedule(3bus12,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,):

304bus13,Schedule(3bus13,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,):

304bus14,Schedule(3bus14,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,):

304bus1,Schedule(3bus1,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,):

304bus2,Schedule(3bus2,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,):

304bus3,Schedule(3bus3,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,):

304bus4,Schedule(3bus4,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,):

304bus5,Schedule(3bus5,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,):

304bus6,Schedule(3bus6,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,):

304bus7,Schedule(3bus7,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,):

304bus8,Schedule(3bus8,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,):

304bus9,Schedule(3bus9,Wait),,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS
(Yes,,);

STATIONS: s40011,,,s40011,AUTOSTATS(Yes,,):
s40012,,,s40012,AUTOSTATS(Yes,,):
s40013,,,s40013,AUTOSTATS(Yes,,):
s40014,,,s40014,AUTOSTATS(Yes,,):
s40015,,,s40015,AUTOSTATS(Yes,,):
s40016,,,s40016,AUTOSTATS(Yes,,):
s40018,,,s40018,AUTOSTATS(Yes,,):
s40019,,,s40019,AUTOSTATS(Yes,,):
s40022,,,s40022,AUTOSTATS(Yes,,):
s40025,,,s40025,AUTOSTATS(Yes,,):
enterstation,,,enterstation,AUTOSTATS(Yes,,):
s40101,,,s40101,AUTOSTATS(Yes,,):
s40102,,,s40102,AUTOSTATS(Yes,,):
s40103,,,s40103,AUTOSTATS(Yes,,):
s40104,,,s40104,AUTOSTATS(Yes,,):
s40105,,,s40105,AUTOSTATS(Yes,,):
s40106,,,s40106,AUTOSTATS(Yes,,):
s40035,,,s40035,AUTOSTATS(Yes,,):
s40036,,,s40036,AUTOSTATS(Yes,,):
s40037,,,s40037,AUTOSTATS(Yes,,):
s40038,,,s40038,AUTOSTATS(Yes,,):
s40121,,,s40121,AUTOSTATS(Yes,,):
s40009304,,,s40009304,AUTOSTATS(Yes,,):
s41200,,,s41200,AUTOSTATS(Yes,,):
s10030,,,s10030,AUTOSTATS(Yes,,):
s40070,,,s40070,AUTOSTATS(Yes,,):
s40071,,,s40071,AUTOSTATS(Yes,,):
s40077,,,s40077,AUTOSTATS(Yes,,):
s40079,,,s40079,AUTOSTATS(Yes,,):
s40737,,,s40737,AUTOSTATS(Yes,,):
s40738,,,s40738,AUTOSTATS(Yes,,):
s40739,,,s40739,AUTOSTATS(Yes,,):
s40080,,,s40080,AUTOSTATS(Yes,,):
s40086,,,s40086,AUTOSTATS(Yes,,):
s40742,,,s40742,AUTOSTATS(Yes,,):
s40088,,,s40088,AUTOSTATS(Yes,,):
s41335,,,s41335,AUTOSTATS(Yes,,):
s40010304,,,s40010304,AUTOSTATS(Yes,,);

SEQUENCES:

BR304,s40121&s40088&s40086&s40070&s40080&s41200&s40742&s40738&s40038&s40
036&s40022&s40018&s40016&s40014&s40012&

s40010304&s40101&s40103&s40105&s41335&s10030&s40106&s40104&s40102&s40009
304&s40011&s40013&s40015&s40019&s40025&
s40035&s40037&s40737&s40739&s40079&s40077&s40071;

TALLIES: NumQ40010304,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40010304"):

NumQ40080,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40080"):

NumQ40086,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40086"):

NumQ40742,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40742"):

NumQ40088,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40088"):

NumQ41335,,DATABASE(,"User Specified","NumQ41335"):

Record Num Left Waiting 304,,DATABASE("Expression","User
Specified","Record Num Left Waiting 304"):

Record System Time 304,,DATABASE("Interval","User Specified","Record System
Time 304"):

NumQ40011,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40011"):

NumQ40012,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40012"):

NumQ40013,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40013"):

NumQ40014,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40014"):

NumQ40015,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40015"):

NumQ40016,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40016"):

NumQ40018,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40018"):

NumQ40019,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40019"):

NumQ40009304,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40009304"):

NumQ40022,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40022"):

NumQ40025,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40025"):

NumQ40101,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40101"):

NumQ40102,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40102"):

NumQ40103,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40103"):

NumQ40104,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40104"):

NumQ40105,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40105"):

NumQ40106,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40106"):

NumQ40035,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40035"):

NumQ40036,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40036"):

NumQ40037,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40037"):

NumQ40038,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40038"):

NumQ40121,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40121"):

NumQ41200,,DATABASE(,"User Specified","NumQ41200"):

NumQ10030,,DATABASE(,"User Specified","NumQ10030"):

mybustime304,,DATABASE("Interval","User Specified","mybustime304"):

NumQ40070,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40070"):

NumQ40071,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40071"):

NumQ40077,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40077"):

NumQ40079,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40079"):

NumQ40737,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40737"):

NumQ40738,,DATABASE(,"User Specified","NumQ40738"):

COUNTERS: inenyolcu304,,DATABASE("Count","User Specified","inenyolcu304");
otobus_binen304,,DATABASE("Count","User Specified","otobus_binen304");
sefersayisi304,,DATABASE("Count","User Specified","sefersayisi304");

TALLIES: NumQ40010304,,DATABASE("User Specified","NumQ40010304");
NumQ40080,,DATABASE("User Specified","NumQ40080");
NumQ40086,,DATABASE("User Specified","NumQ40086");
NumQ40742,,DATABASE("User Specified","NumQ40742");
NumQ40088,,DATABASE("User Specified","NumQ40088");
NumQ41335,,DATABASE("User Specified","NumQ41335");
RecordNum Left Waiting 304,,DATABASE("Expression","User Specified","Record Num Left Waiting 304");
Record System Time 304,,DATABASE("Interval","User Specified","Record System Time 304");
NumQ40011,,DATABASE("User Specified","NumQ40011");
NumQ40012,,DATABASE("User Specified","NumQ40012");
NumQ40013,,DATABASE("User Specified","NumQ40013");
NumQ40014,,DATABASE("User Specified","NumQ40014");
NumQ40015,,DATABASE("User Specified","NumQ40015");
NumQ40016,,DATABASE("User Specified","NumQ40016");
NumQ40018,,DATABASE("User Specified","NumQ40018");
NumQ40019,,DATABASE("User Specified","NumQ40019");
NumQ40009304,,DATABASE("User Specified","NumQ40009304");
NumQ40022,,DATABASE("User Specified","NumQ40022");
NumQ40025,,DATABASE("User Specified","NumQ40025");
NumQ40101,,DATABASE("User Specified","NumQ40101");
NumQ40102,,DATABASE("User Specified","NumQ40102");
NumQ40103,,DATABASE("User Specified","NumQ40103");
NumQ40104,,DATABASE("User Specified","NumQ40104");
NumQ40105,,DATABASE("User Specified","NumQ40105");
NumQ40106,,DATABASE("User Specified","NumQ40106");
NumQ40035,,DATABASE("User Specified","NumQ40035");
NumQ40036,,DATABASE("User Specified","NumQ40036");
NumQ40037,,DATABASE("User Specified","NumQ40037");
NumQ40038,,DATABASE("User Specified","NumQ40038");
NumQ40121,,DATABASE("User Specified","NumQ40121");
NumQ41200,,DATABASE("User Specified","NumQ41200");
NumQ10030,,DATABASE("User Specified","NumQ10030");
mybustime304,,DATABASE("Interval","User Specified","mybustime304");
NumQ40070,,DATABASE("User Specified","NumQ40070");
NumQ40071,,DATABASE("User Specified","NumQ40071");
NumQ40077,,DATABASE("User Specified","NumQ40077");
NumQ40079,,DATABASE("User Specified","NumQ40079");
NumQ40737,,DATABASE("User Specified","NumQ40737");
NumQ40738,,DATABASE("User Specified","NumQ40738");
NumQ40739,,DATABASE("User Specified","NumQ40739");

REPLICATE,
10,,HoursToBaseTime(24),Yes,Yes,,,,,24,Hours,No,No,,DATETIME("Feb 11, 2022
01:01:03"),Yes,No;

EXPRESSIONS: 304gelis(7),DATATYPE(Native),10,8,9,9,8,13,13:

mesafe304(37,37),DATATYPE(Native),0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
.0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,

0,2.53,2.37,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,

0,
,0,0,0,0,0,0,0,0,2.04,

0,
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,

0,
0,

0,
0,

0,
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,

0,0,1.17,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,

0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,

0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,

0,
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,

0,0,0,0,0,0,1.91,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,

0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,

0,
,2.66,0,0,0,0,0,0,0,0,

0,
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,

0.0,1.78,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,

0.0,

0.0,0.0,0.0,1.94:

gelis40011(7),DATATYPE(Native),55,33,NORM(42.3, 65),NORM(35.6, 31.4),NORM(45.3, 23.5),44,110:

gelis40012(7),DATATYPE(Native),50,NORM(36.9, 19.2),UNIF(-0.001, 119),0.999 + EXPO(38.4),NORM(66.7, 48.3),59,95:

gelis40013(7),DATATYPE(Native),25,NORM(51, 24.9),NORM(68.5, 33.7),NORM(75, 30.1),45,58,92:

gelis40014(7),DATATYPE(Native),23,NORM(31.2, 27.7),11 + EXPO(42.1),7 + EXPO(43.7),UNIF(0.999, 163),42,100:

gelis40015(7),DATATYPE(Native),50,43,TRIA(15, 35, 215),TRIA(1.5, 12, 102),NORM(31.5, 28.9),57,102:

gelis40016(7),DATATYPE(Native),15,TRIA(5, 26, 60),UNIF(0, 50),35,43,42,113:

gelis40018(7),DATATYPE(Native),28,TRIA(0, 31.7, 52),NORM(16.4, 13),NORM(52.8, 50.1),35,49,120:

gelis40019(7),DATATYPE(Native),55,35,NORM(25.2, 40.2),WEIB(34.8, 0.499),UNIF(27, 47),59,120:

gelis40022(7),DATATYPE(Native),25,13,TRIA(8, 25.6, 54),EXPO(29.2),UNIF(11, 46),48,112:

gelis40025(7),DATATYPE(Native),50,25,NORM(33.1, 33.6),6 + EXPO(29),3 + EXPO(107),54,120:

gelis40101(7),DATATYPE(Native),22,10.46,GAMM(78.1, 0.457),TRIA(0, 5.46, 47),NORM(19.4, 7.1),37.2,55:

gelis40102(7),DATATYPE(Native),57,35,52,WEIB(11.9, 0.483),UNIF(20, 39),53,120:

gelis40103(7),DATATYPE(Native),43,UNIF(36, 75),UNIF(36, 68),UNIF(14, 87),UNIF(27, 65),54,120:

gelis40104(7),DATATYPE(Native),60,36,NORM(44.9, 53.7),UNIF(8, 108),NORM(55.6, 18.3),45,100:

gelis40105(7),DATATYPE(Native),28,UNIF(18, 38),NORM(28, 8.63),TRIA(16, 25.1, 72),45,42,30:

gelis40106(7),DATATYPE(Native),54,NORM(4.48, 7.12),EXPO(18.4),UNIF(0, 25),EXPO(13.9),58,95:

gelis40035(7),DATATYPE(Native),60,56,44,55,23,42,115:

gelis40036(7),DATATYPE(Native),55,UNIF(13.5, 56.5),UNIF(10, 182),NORM(25.7, 9.03),5 + EXPO(45.2),58,120:

gelis40037(7),DATATYPE(Native),55,WEIB(28.8, 0.408),56,NORM(38.6, 30.4),TRIA(2, 14, 132),59,120:

gelis40038(7),DATATYPE(Native),UNIF(5, 60),35,UNIF(5, 80),WEIB(7.41, 0.333),NORM(31.2, 22.8),56,110:

gelis40009304(7),DATATYPE(Native),23,32,EXPO(18.6),LOGN(31.9, 60),EXPO(14.1),UNIF(23, 39),52:

gelis40121(7),DATATYPE(Native),22,18.15,ERLA(37, 1),NORM(51.1, 22.5),WEIB(7.22, 0.541),35,120:

gelis41200(7),DATATYPE(Native),38,22,51,UNIF(19, 77),41,44,120:
 gelis10030(7),DATATYPE(Native),19.5 + EXPO(6.1),NORM(15.2,
 18.9),NORM(12.1, 16),NORM(7.43, 8.6),EXPO(5.66),
 LOGN(24.2, 55),LOGN(14.6, 69):
 gelis40070(7),DATATYPE(Native),UNIF(24, 50),UNIF(14, 49),UNIF(14,
 69),UNIF(42, 74),43,UNIF(22, 62),53:
 gelis40071(7),DATATYPE(Native),54,43,58,57,39,35,110:
 gelis40077(7),DATATYPE(Native),57,30,75,24,33,52,120:
 gelis40079(7),DATATYPE(Native),53,UNIF(0, 2.27),57,105,54,42,120:
 gelis40737(7),DATATYPE(Native),23,33,54,UNIF(0, 49),37,53,120:
 gelis40738(7),DATATYPE(Native),50,37,UNIF(56, 88),WEIB(20.1,
 0.432),34,110,120:
 gelis40739(7),DATATYPE(Native),55,NORM(53.7, 69),NORM(33.4,
 90),NORM(45.6, 13.4),TRIA(22, 24.9, 65),110,120:
 gelis40080(7),DATATYPE(Native),60,53,NORM(0.761, 1.04),TRIA(2,
 37.6, 80),TRIA(8, 13.4, 62),55,120:
 gelis40086(7),DATATYPE(Native),60,56,46,NORM(25.5,
 55.1),44,102,120:
 gelis40742(7),DATATYPE(Native),NORM(5.39, 7.55),LOGN(29.3,
 70),NORM(42.2, 10.1),TRIA(3, 27.6, 65),EXPO(28.5),53,
 120:
 gelis40088(7),DATATYPE(Native),54,38,TRIA(20, 27.5, 95),UNIF(90,
 182),TRIA(18, 27.1, 109),34.86,55.25:
 gelis40010304(7),DATATYPE(Native),50,55,NORM(53.7,
 63.6),WEIB(10.5, 0.45),NORM(74.8, 38.9),120,120:
 gelis41335(7),DATATYPE(Native),UNIF(36, 52),37,UNIF(26,
 62),76,51,104,120;

TRACE, 0.0;

ENTITIES:

Stop40454Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40077Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40038Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40086Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40105Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40071Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40011Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40739Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40014Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40035Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,):

Stop10030Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40010304Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,)
:

Stop40742Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop41335Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40080Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40102Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40019Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40025Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40088Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40738Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40013Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40016Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40037Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40079Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40022Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40101Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40104Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40070Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 zamandilimii,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40015Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40036Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop41200Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40018Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40103Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40106Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40737Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40012Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40009

304Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40121Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Bus304,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,);

SETS:

BusStopQSet304,Stop40121Waiting.Queue,Stop40088Waiting.Queue,Stop40086Waiting.Queue,Stop40070Waiting.Queue,

Stop40080Waiting.Queue,Stop41200Waiting.Queue,Stop40742Waiting.Queue,Stop40738Waiting.Queue,

Stop40038Waiting.Queue,Stop40036Waiting.Queue,Stop40022Waiting.Queue,Stop40018Waiting.Queue,

Stop40016Waiting.Queue,Stop40014Waiting.Queue,Stop40012Waiting.Queue,Stop40010304Waiting.Queue,

Stop40101Waiting.Queue,Stop40103Waiting.Queue,Stop40105Waiting.Queue,Stop41335Waiting.Queue,

Stop10030Waiting.Queue,Stop40106Waiting.Queue,Stop40104Waiting.Queue,Stop40102Waiting.Queue,

Stop40009304Waiting.Queue,Stop40011Waiting.Queue,Stop40013Waiting.Queue,Stop40015Waiting.Queue,

Stop40019Waiting.Queue,Stop40025Waiting.Queue,Stop40035Waiting.Queue,Stop40037Waiting.Queue,

Stop40737Waiting.Queue,Stop40739Waiting.Queue,Stop40079Waiting.Queue,Stop40077Waiting.Queue,

Stop40071Waiting.Queue:

304busSet,304bus1,304bus2,304bus3,304bus4,304bus5,304bus6,304bus7,304bus8,304bus9,304bus10,304bus11,304bus12,

304bus13,304bus14:

NumLeftTallySet304,NumQ40121,NumQ40088,NumQ40086,NumQ40070,NumQ40080,NumQ41200,NumQ40742,NumQ40738,NumQ40038,

NumQ40036,NumQ40022,NumQ40018,NumQ40016,NumQ40014,NumQ40012,NumQ40010304,NumQ40101,NumQ40103,NumQ40105,NumQ41335,

NumQ10030,NumQ40106,NumQ40104,NumQ40102,NumQ40009304,NumQ40011

,NumQ40013,NumQ40015,NumQ40019,NumQ40025,NumQ40035,
NumQ40037,NumQ40737,NumQ40739,NumQ40079,NumQ40077,NumQ40071:

304stations,s40121,s40088,s40086,s40070,s40080,s41200,s40742,s40738,s40038,s4
0036,s40022,s40018,s40016,s40014,

s40012,s40010304,s40101,s40103,s40105,s41335,s10030,s40106,s40104,s40102,s4
0009304,s40011,s40013,s40015,s40019,
s40025,s40035,s40037,s40737,s40739,s40079,s40077,s40071;

ACTIVITYAREAS: s40011,0,,AUTOSTATS(Yes,,):

s40012,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40013,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40014,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40015,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40016,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40018,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40019,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40022,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40025,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
enterstation,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40101,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40102,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40103,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40104,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40105,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40106,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40035,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40036,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40037,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40038,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40121,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40009304,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s41200,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s10030,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40070,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40071,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40077,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40079,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40737,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40738,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40739,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40080,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40086,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40742,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40088,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s41335,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40010304,0,,AUTOSTATS(Yes,,):

EK 5. 72 Numaralı Hat Simülasyon Model Raporu

PROJECT, "Unnamed Project","Rockwell
Automation",,,No,Yes,Yes,Yes,No,No,No,No,No,No;

ATTRIBUTES: myArriveTime,DATATYPE(Real):
mydrivetime72,DATATYPE(Real):
tip,DATATYPE(Real),0:
mybustime,DATATYPE(Real):
bus_index,DATATYPE(Real):
72busstation,DATATYPE(Real);

SCHEDULES:

bus1,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(
1,1080):

bus2,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(
0,11),DATA(1,1069):

bus3,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(
0,22),DATA(1,1058):

bus4,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(
0,33),DATA(1,1047):

bus5,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(
0,44),DATA(1,1036):

bus6,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(
0,55),DATA(1,11),DATA(1,774):

bus7,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(
0,70),DATA(1,110),DATA(0,255),DATA(1,165),
DATA(1,240),DATA(0,240):

bus8,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(
0,80),DATA(1,100),DATA(0,435),DATA(1,225),
DATA(0,240):

bus9,TYPE(Capacity),FORMAT(Duration),FACTOR(1.0),UNITS(Minutes),DATA(
0,90),DATA(1,90),DATA(0,900):

VARIABLES: control,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real):

Create Bus Stop 15532
 Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 DDD,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User

 Specified"),DATATYPE(Real):

 Create Bus Stop 41086
 Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 Create Bus Stop 40001
 Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 Create Bus Stop 40454
 Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 Create Bus Driver72.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 Create Bus Stop 40411
 Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 inmesure1(3),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User

 Specified"),DATATYPE(Real),25.6,13.5,15.7:

 inmesure2(3),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User

 Specified"),DATATYPE(Real),3.58,2.16,2.10:

 Create Bus Stop 12070
 Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 Create Bus Stop 12066
 Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 Create Bus Stop 40497
 Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 Create Bus Stop 40410
 Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 Create Bus Stop 12065
 Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 Create Bus Stop 40496
 Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 Create Bus Stop 40423
 Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 Create Bus Stop 40419
 Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 Create Bus Stop 10231
 Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 Leave System 72.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 aaa,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User

 Specified"),DATATYPE(Real):

 Create Bus Stop 40422
 Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 Create Bus Stop 40418
 Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 yurumesure1(3),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User

 Specified"),DATATYPE(Real),30.7,6.78,15.7:

 Create Bus Stop 40010 72
 Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):

 yurumesure2(3),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User

 Specified"),DATATYPE(Real),4.94,1.81,2.98:

```

Create Bus Stop 12064
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    gelis(7),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real),1,2,4,3,4,2,0:
    Create Bus Stop 40495
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    binmeasure1(3),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real),20,8.7,10.1:
    binmeasure2(3),CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real),3.07,2.53,1.81:
    Create Bus Stop 40421
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 40417
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 40420
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 40416
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 40494
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    PassNumInBus72,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real):
    bbb,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real),1:
    Check for Last Station 72.NumberOut
True,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 40493
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 12058
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 10119
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 12057
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    dilim,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real),1:
    Create Bus Stop 40458
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 41089
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 40415
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    Create Bus Stop 40004
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
    control2,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real):
    vNumOnBus,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real):

```

```

        Create Bus Stop 40414
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Dispose 3.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Check for Last Station 72.NumberOut
False,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 12069
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        CCC,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real):
        Create Bus Stop 40487
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 10240
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40457
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 41088
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 10235
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40009 72
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        yolcu_tip,CLEAR(System),CATEGORY("User Specified-User
Specified"),DATATYPE(Real):
        Create Zaman Dilimi.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40413
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40002
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 12068
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40412
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40486
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 12071
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 41087
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude"):
        Create Bus Stop 40498
Passengers.NumberOut,CLEAR(Statistics),CATEGORY("Exclude");

QUEUES:   Stop40497Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
          Stop40411Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
          Stop40457Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
          Stop40418Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
          Stop40422Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
          Stop40496Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
          Stop12069Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
          Stop10240Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):

```

Stop12058 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40410 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40495 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40417 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop12057 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40004 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop10235 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Seize 1.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40416 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40421 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop12068 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40494 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40415 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40420 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40493 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40454 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop41089 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop12071 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40002 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40414 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop4001072 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40001 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop12066 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop15532 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40487 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop41088 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop12070 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop41087 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40413 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40498 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop10231 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop12065 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40412 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40458 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40419 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40486 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop10119 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop12064 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop40423 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop4000972 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):
 Stop41086 Waiting.Queue,FIFO,,AUTOSTATS(Yes,):

RESOURCES:

72bus1,Schedule(bus1,Wait),,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,):

72bus2,Schedule(bus2,Wait),,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,):

72bus3,Schedule(bus3,Wait),,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,):

72bus4,Schedule(bus4,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,,):

72bus5,Schedule(bus5,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,,):

72bus6,Schedule(bus6,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,,):

72bus7,Schedule(bus7,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,,):

72bus8,Schedule(bus8,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,,):

72bus9,Schedule(bus9,Wait),,,COST(0.0,0.0,0.0),CATEGORY(Resources),,AUTOSTATS(Yes,,):

STATIONS: s40001,,,s40001,AUTOSTATS(Yes,,):

s40002,,,s40002,AUTOSTATS(Yes,,):

s40004,,,s40004,AUTOSTATS(Yes,,):

s40454,,,s40454,AUTOSTATS(Yes,,):

s40457,,,s40457,AUTOSTATS(Yes,,):

s40458,,,s40458,AUTOSTATS(Yes,,):

enterstation,,,enterstation,AUTOSTATS(Yes,,):

s4001072,,,s4001072,AUTOSTATS(Yes,,):

s40486,,,s40486,AUTOSTATS(Yes,,):

s40487,,,s40487,AUTOSTATS(Yes,,):

s40493,,,s40493,AUTOSTATS(Yes,,):

s40494,,,s40494,AUTOSTATS(Yes,,):

s40495,,,s40495,AUTOSTATS(Yes,,):

s40496,,,s40496,AUTOSTATS(Yes,,):

s40497,,,s40497,AUTOSTATS(Yes,,):

s40498,,,s40498,AUTOSTATS(Yes,,):

s15532,,,s15532,AUTOSTATS(Yes,,):

s10119,,,s10119,AUTOSTATS(Yes,,):

s41086,,,s41086,AUTOSTATS(Yes,,):

s41087,,,s41087,AUTOSTATS(Yes,,):

s41088,,,s41088,AUTOSTATS(Yes,,):

s41089,,,s41089,AUTOSTATS(Yes,,):

s12057,,,s12057,AUTOSTATS(Yes,,):

s12058,,,s12058,AUTOSTATS(Yes,,):

s12064,,,s12064,AUTOSTATS(Yes,,):

s12065,,,s12065,AUTOSTATS(Yes,,):

s12066,,,s12066,AUTOSTATS(Yes,,):

s12068,,,s12068,AUTOSTATS(Yes,,):

s12069,,,s12069,AUTOSTATS(Yes,,):

s12070,,,s12070,AUTOSTATS(Yes,,):

s12071,,,s12071,AUTOSTATS(Yes,,):

s10231,,,s10231,AUTOSTATS(Yes,,):
 s10235,,,s10235,AUTOSTATS(Yes,,):
 s40410,,,s40410,AUTOSTATS(Yes,,):
 s40411,,,s40411,AUTOSTATS(Yes,,):
 s40412,,,s40412,AUTOSTATS(Yes,,):
 s40413,,,s40413,AUTOSTATS(Yes,,):
 s40414,,,s40414,AUTOSTATS(Yes,,):
 s40415,,,s40415,AUTOSTATS(Yes,,):
 s4000972,,,s4000972,AUTOSTATS(Yes,,):
 s40416,,,s40416,AUTOSTATS(Yes,,):
 s40417,,,s40417,AUTOSTATS(Yes,,):
 s40418,,,s40418,AUTOSTATS(Yes,,):
 s40419,,,s40419,AUTOSTATS(Yes,,):
 s10240,,,s10240,AUTOSTATS(Yes,,):
 s40420,,,s40420,AUTOSTATS(Yes,,):
 s40421,,,s40421,AUTOSTATS(Yes,,):
 s40422,,,s40422,AUTOSTATS(Yes,,):
 s40423,,,s40423,AUTOSTATS(Yes,,);

SEQUENCES:

BR72,s40454&s40458&s40486&s40494&s40496&s40498&s41088&s41086&s40422&s40420&s40418&s40416&s40414&s40412&s40410&

s4001072&s40004&s40002&s12070&s12068&s12064&s12066&s12058&s10240&s15532&s10119&s10231&s10235&s12057&s12065&s12069&

s12071&s40001&s4000972&s40411&s40413&s40415&s40417&s40419&s40421&s40423&s41087&s41089&s40497&s40495&s40493&s40487&s40457;

COUNTERS: sefersayisi,,,DATABASE("Count","User Specified","sefersayisi");
 inenyolcu,,,DATABASE("Count","User Specified","inenyolcu");
 otobus_binen,,,DATABASE("Count","User Specified","otobus_binen");

TALLIES: mybustime72,,DATABASE("Interval","User Specified","mybustime72"):

NumQ41086,,DATABASE(,"User Specified","NumQ41086");
 NumQ41087,,DATABASE(,"User Specified","NumQ41087");
 NumQ41088,,DATABASE(,"User Specified","NumQ41088");
 NumQ41089,,DATABASE(,"User Specified","NumQ41089");
 NumQ12057,,DATABASE(,"User Specified","NumQ12057");
 NumQ12058,,DATABASE(,"User Specified","NumQ12058");
 NumQ12064,,DATABASE(,"User Specified","NumQ12064");
 NumQ12065,,DATABASE(,"User Specified","NumQ12065");
 NumQ12066,,DATABASE(,"User Specified","NumQ12066");
 NumQ12068,,DATABASE(,"User Specified","NumQ12068");
 NumQ12069,,DATABASE(,"User Specified","NumQ12069");
 NumQ12070,,DATABASE(,"User Specified","NumQ12070");
 NumQ12071,,DATABASE(,"User Specified","NumQ12071");
 NumQ10231,,DATABASE(,"User Specified","NumQ10231");

NumQ10235,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ10235"):
 NumQ40410,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40410"):
 NumQ40411,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40411"):
 NumQ40412,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40412"):
 NumQ40413,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40413"):
 NumQ40414,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40414"):
 NumQ40415,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40415"):
 NumQ40416,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40416"):
 NumQ40417,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40417"):
 NumQ40418,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40418"):
 NumQ40419,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40419"):
 NumQ10240,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ10240"):
 NumQ40420,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40420"):
 NumQ40421,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40421"):
 NumQ40422,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40422"):
 NumQ40423,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40423"):
 NumQ40001,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40001"):
 NumQ40002,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40002"):
 NumQ40004,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40004"):
 NumQ40454,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40454"):
 NumQ40457,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40457"):
 NumQ40458,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40458"):
 NumQ4000972,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ4000972"):
 NumQ40486,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40486"):
 NumQ40487,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40487"):
 NumQ40493,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40493"):
 NumQ40494,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40494"):
 NumQ40495,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40495"):
 NumQ40496,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40496"):
 NumQ40497,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40497"):
 NumQ40498,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ40498"):
 NumQ15532,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ15532"):
 Record System Time 72,,DATABASE(,"Interval","User Specified","Record
 System Time 72"):
 NumQ4001072,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ4001072"):
 NumQ10119,,DATABASE(,,"User Specified","NumQ10119");

REPLICATE,

2,,HoursToBaseTime(24),Yes,Yes,,,,24,Hours,No,No,,DATETIME("Feb 11, 2022
 01:01:03"),Yes,No;

EXPRESSIONS: gelis40001(7),DATATYPE(Native),60,120,NORM(9.22,
 12.8),160,EXPO(50.9),100,120:

gelis40002(7),DATATYPE(Native),60,60,NORM(92.5,
 47.1),180,UNIF(0.5, 85.5),NORM(305, 232),120:

gelis4000972(7),DATATYPE(Native),60,NORM(18.1, 23),WEIB(11.4,
 0.534),UNIF(0, 30),EXPO(14.4),NORM(23.2, 19.2),

UNIF(32, 108):

gelis40004(7),DATATYPE(Native),60,NORM(28.1, 24.3),GAMM(74.6,
 0.382),GAMM(25.9, 0.409),ERLA(27.4, 1),120,120:

gelis10231(7),DATATYPE(Native),60,120,240,UNIF(5, 122),UNIF(92, 196),120,120:
 gelis10235(7),DATATYPE(Native),60,NORM(8.9, 10),WEIB(8.11, 0.528),LOGN(43.8, 191),GAMM(21.7, 0.549),50,
 TRIA(0, 11.7, 39):
 gelis40410(7),DATATYPE(Native),60,120,200,180,120,120,120:
 gelis40411(7),DATATYPE(Native),60,120,NORM(45.6, 43.4),UNIF(0.999, 156),EXPO(51.4),120,120:
 gelis40412(7),DATATYPE(Native),60,60,NORM(12.3, 17.3),UNIF(92, 128),240,120,120:
 gelis40413(7),DATATYPE(Native),60,60,240,180,200,120,120:
 gelis40414(7),DATATYPE(Native),30,60,240,WEIB(18.4, 0.334),116,120,120:
 gelis40415(7),DATATYPE(Native),60,60,60,180,161,100,120:
 gelis40416(7),DATATYPE(Native),60,120,180,UNIF(14, 434),240,120,120:
 gelis40417(7),DATATYPE(Native),60,100,NORM(86.2, 62.2),180,240,120,110:
 gelis40418(7),DATATYPE(Native),60,WEIB(18.6, 0.321),TRIA(17, 23, 77),UNIF(11, 58),UNIF(33, 300),120,120:
 gelis40419(7),DATATYPE(Native),60,60,230,180,240,120,120:
 gelis10240(7),DATATYPE(Native),60,NORM(66, 37),NORM(52.5, 51.2),NORM(36.9, 32.2),156,120,120:
 gelis40420(7),DATATYPE(Native),60,UNIF(0.5, 93.5),UNIF(14, 201),90,UNIF(30, 181),73,120:
 gelis40421(7),DATATYPE(Native),60,120,150,180,240,120,120:
 gelis40422(7),DATATYPE(Native),40,UNIF(0, 39),TRIA(0, 27.4, 94),EXPO(14.6),EXPO(23),UNIF(0, 47),120:
 gelis40423(7),DATATYPE(Native),60,120,NORM(69.8, 52.3),WEIB(21.8, 0.605),EXPO(22.4),107,108;

TRACE, 0.0;

ENTITIES:

Stop40493Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop40412Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop40454Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop15532Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop40496Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop40415Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop40421Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop12068Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop12065Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40002Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop12071Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop41088Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40486Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40411Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40495Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40414Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40498Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40417Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40420Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40423Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop12058Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40001Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop12064Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40004Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop12070Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40010
72Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop10235Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop4000972Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

zamandilimii,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop41087Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40413Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40497Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40416Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

Stop40458Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop40419Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop40422Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Bus72,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop40410Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop40494Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop12066Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop12069Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop10119Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop12057Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop10231Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop41086Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop41089Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop40457Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop10240Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop40418Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):
 Stop40487Passengers,Picture.Report,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,AUTOSTATS(Yes,,):

SETS:

NumLeftTallySet72,NumQ40454,NumQ40458,NumQ40486,NumQ40494,NumQ40496,NumQ40498,NumQ41088,NumQ41086,NumQ40422,

NumQ40420,NumQ40418,NumQ40416,NumQ40414,NumQ40412,NumQ40410,NumQ4001072,NumQ40004,NumQ40002,NumQ12070,NumQ12068,

NumQ12064,NumQ12066,NumQ12058,NumQ10240,NumQ15532,NumQ10119,NumQ10231,NumQ10235,NumQ12057,NumQ12065,NumQ12069,

NumQ12071,NumQ40001,NumQ4000972,NumQ40411,NumQ40413,NumQ40415,NumQ40417,NumQ40419,NumQ40421,NumQ40423,NumQ41087,

NumQ41089,NumQ40497,NumQ40495,NumQ40493,NumQ40487,NumQ40457:

BusStopQSet72,Stop40454Waiting.Queue,Stop40458Waiting.Queue,Stop40486Waiting.Queue,Stop40494Waiting.Queue,

Stop40496Waiting.Queue,Stop40498Waiting.Queue,Stop41088Waiting.Queue,Stop41086Waiting.Queue,

Stop40422Waiting.Queue,Stop40420Waiting.Queue,Stop40418Waiting.Queue,Stop40416Waiting.Queue,

Stop40414Waiting.Queue,Stop40412Waiting.Queue,Stop40410Waiting.Queue,Stop4001072Waiting.Queue,

Stop40004Waiting.Queue,Stop40002Waiting.Queue,Stop12070Waiting.Queue,Stop12068Waiting.Queue,

Stop12064Waiting.Queue,Stop12066Waiting.Queue,Stop12058Waiting.Queue,Stop10240Waiting.Queue,

Stop15532Waiting.Queue,Stop10119Waiting.Queue,Stop10231Waiting.Queue,Stop10235Waiting.Queue,

Stop12057Waiting.Queue,Stop12065Waiting.Queue,Stop12069Waiting.Queue,Stop12071Waiting.Queue,

Stop40001Waiting.Queue,Stop4000972Waiting.Queue,Stop40411Waiting.Queue,Stop40413Waiting.Queue,

Stop40415Waiting.Queue,Stop40417Waiting.Queue,Stop40419Waiting.Queue,Stop40421Waiting.Queue,

Stop40423Waiting.Queue,Stop41087Waiting.Queue,Stop41089Waiting.Queue,Stop40497Waiting.Queue,

Stop40495Waiting.Queue,Stop40493Waiting.Queue,Stop40487Waiting.Queue,Stop40457Waiting.Queue:

72stations,s40454,s40458,s40486,s40494,s40496,s40498,s41088,s41086,s40422,s40420,s40418,s40416,s40414,s40412,

s40410,s4001072,s40004,s40002,s12070,s12068,s12064,s12066,s12058,s10240,s15532,s10119,s10231,s10235,s12057,s12065,

s12069,s12071,s40001,s4000972,s40411,s40413,s40415,s40417,s40419,s40421,s40423,s41087,s41089,s40497,s40495,s40493,
s40487,s40457:

72busSet,72bus1,72bus2,72bus3,72bus4,72bus5,72bus6,72bus7,72bus8,72bus9;

ACTIVITYAREAS: s40001,0,,AUTOSTATS(Yes,,):

s40002,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40004,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40454,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40457,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40458,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
enterstation,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s4001072,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40486,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40487,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40493,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40494,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40495,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40496,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40497,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40498,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s15532,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s10119,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s41086,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s41087,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s41088,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s41089,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s12057,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s12058,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s12064,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s12065,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s12066,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s12068,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s12069,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s12070,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s12071,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s10231,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s10235,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40410,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40411,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40412,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40413,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40414,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40415,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s4000972,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40416,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40417,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40418,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40419,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s10240,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40420,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40421,0,,AUTOSTATS(Yes,,):
s40422,0,,AUTOSTATS(Yes,,):

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Nur ERDEM

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Buca Anadolu Lisesi, 2010

Lisans : Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 2014

Yüksek Lisans : Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 2022

Mesleki Deneyim

Klimasan Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş 2015-2019

Dönmez Debriyaj Sanayi ve Ticaret A.Ş 2014-2015