DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YOLCU BİLGİLENDİRME SİSTEMLERİNİN TOPLU ULAŞIM KULLANICI DAVRANIŞLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN MODELLENMESİ

Gizem DOĞAN

Mart, 2015
İZMİR

YOLCU BİLGİLENDİRME SİSTEMLERİNİN TOPLU ULAŞIM KULLANICI DAVRANIŞLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN MODELLENMESİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ulaştırma Programı

Gizem DOĞAN

Mart, 2015

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

GİZEM DOĞAN, tarafından **YRD. DOÇ. DR. MUSTAFA ÖZUYSAL** yönetiminde hazırlanan **"YOLCU BİLGİLENDİRME SİSTEMLERİNİN TOPLU ULAŞIM KULLANICI DAVRANIŞLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN MODELLENMESİ"** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZUYSAL

Yönetici

Doç. Dr. Serhan TANYEL

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Umay Z. KOÇER

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Ayşe OKUR

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması sürecinde yardımlarını esirgemeyerek çalışmanın tamamlanmasında katkıları olan danışmanın Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZUYSAL'a ve gerektiği zaman benden yardımını, değerli bilgi birikimini ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Serhan TANYEL'e teşekkürü bir borç bilirim.

Bu yüksek lisans çalışması, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen 112M117 No'lu ve "Akıllı Kart Verilerine Dayalı Güvenilirlik Ölçütlerinin Toplu Ulaşım Atama Modellerine Entegrasyonu " başlıklı araştırma projesinde elde edilen bulguları içermektedir. Bu bağlamda, yüksek lisans sürecinde proje bursiyeri olarak çalıştığım TÜBİTAK'a sağladığı proje desteği için teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimi sırasında daha yakından tanıma şansı yakaladığım ve bu yüzden kendimi çok şanslı hissettiğim benim için arkadaştan öte kardeşim olan Derya KAYA'ya her anımda yanımda olduğu için, hayatımıza girmesiyle hepimizin mutlu eden belki de tanıdığım en iyi niyetli en yardımsever insan olan Oğulcan ÖZDEMİR'e ve tüm üniversite hayatım boyunca yanımda olan ve uzak olsak bile bana her zaman destek olan canım arkadaşım Figen COŞKUN'a teşekkür ederim.

Son olarak beni bugünlere getiren hayatımdaki en büyük şansım olan canım aileme maddi manevi destekleri için teşekkür ederim.

Gizem DOĞAN

YOLCU BİLGİLENDİRME SİSTEMLERİNİN TOPLU ULAŞIM KULLANICI DAVRANIŞLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN MODELLENMESİ

ÖZ

Günümüzde artmakta olan nüfus ve gelişen sosyo-ekonomik seviye sebebiyle özel araç sayısında artış meydana gelmiştir ve buna paralel olarak trafik problemlerinde de önemli bir artış söz konusudur. Bu sorunun çözümü için ise halkı toplu taşıma kullanmaya yönlendirmek adına toplu taşıma sistemleri geliştirilmektedir.

Teknolojisinde yaşanan gelişmeler ulaştırma sektörünü de etkilemiş, özellikle son yıllarda Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) adı altında bilişime dayalı sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemlerin amacı, yol güvenliğini artırmak, kara ulaşımın kapasitesini artırmak, kara ulaşımının çevre ve enerji kaynakları üzerindeki negatif etkilerinin azalmasını sağlamak ve bu sistemin geliştirileceği ve yaygınlaştırılacağı bir ortam geliştirmektir

Yapılmış olan bu çalışmada son zamanlarda toplu taşımada yaygın olarak kullanılmaya başlanmış olan Gerçek Zamanlı Yolcu Bilgilendirme Sistemlerinin (GZYBS) yolcular üzerindeki potansiyel etkisinin araştırılmasıdır. Araştırma İzmir'de yapılmıştır. İzmir' de toplu taşımada yolcu bilgilendirme sistemlerinin çeşitli örnekleri mevcuttur. Gelişen teknolojik gelişmeler sonuncunda bu tür sistemler araç-içi ve araç dışı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Özellikle yolculuk öncesi sağlanan bilgiler, yolculara yolculuk öncesi karar verme sürecinde fayda sağlamaktadır. İzmir'in çeşitli bölgelerinde bulunan 13 durakta video kamerayla çekimler yapılarak yolcuların bekleme sürelerini içeren veriler elde edilmiştir.

Çalışmanın amacı ise mevcut olan yolcu bilgilendirme sistemlerinden akıllı durakların yolcuların kararlarını ve yolcuların durakta bekleme sürelerini nasıl etkilediğini araştırmaktır. Bu anlamda yolculara ve duraklara ait çeşitli bağımsız değişkenlerin bekleme süresine etkisi incelenmiştir.

Yapılan değerlendirmeler yolcu bilgilendirme sistemlerinin olduğu duraklarda yolcuların bekleme süresinin nispeten daha az olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun yanı sıra yolcuların bekleme süresini olumlu anlamda etkileyen diğer değişkenler; duraktaki kapalı bölme sayısı, durağın sıra oranı ve duraktan geçen hat sayısı olduğu bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Toplu taşıma, akıllı ulaşım sistemleri, gerçek zamanlı yolcu bilgilendirme sistemleri, bekleme süresi

MODELING OF THE EFFECTS OF PASSENGER INFORMATION SYSTEMS ON PUBLIC TRANSPORT USERS BEHAVIOURS

ABSTRACT

In our contemporary world, the growing population and developing socio-economic level lead to an increase on the number of private vehicles and increased traffic problems in parallel. These problems can be solved by increasing the usage of public transportation by enhancing the public transportation systems.

Transportation sector was also affected by the technology developments. In recent years, under the name of informatics-based systems, Intelligent Transportation Systems (ITS) had been developed. The purpose of these systems are, to improve road safety, to increase the land capacity of transportation and to reduce the negative effects on the environment and energy resources.

The study has been made on widely used Real-Time Passenger Information Systems (RTPIS), to investigate the potential effects on the passengers. The research was conducted in Izmir, where a variety of passenger information system samples are available. From various regions of Izmir, 13 video recordings were made from different stops, which provided a data for the passengers waiting times.

The purpose of the study is to investigate how existing passenger information system, smart stop, affects the decision of the passengers and their waiting times. To understand this, diverse independent variables related to the passengers and stops are examined by their effects on waiting times.

The results show that, waiting times on the stops with passenger information systems is relatively smaller than the others. Besides, other constraint that affects the waiting times are; the number of closed compartments on the stops, stop's sequence ratio and number of lines passing from the stop.

Keywords: Public transportation, intelligent transportation systems, real time passenger information systems, waiting time

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ SINAV SONUÇ FORMU ii
TEŞEKKÜR iii
ÖZ iv
ABSTRACT vi
ŞEKİLLER LİSTESİ xi
TABLOLAR LİSTESİ xiv

BÖLÜM BİR – GİRİŞ 1

1.1 Giriş 1
1.2 Çalışmanın Amacı 2

BÖLÜM İKİ – AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ 3

2.1 Giriş 3
2.2 Akıllı Ulaşım Sistemleri Teknolojisi 3
2.2.1 Otomatik Araç Konumu Belirleme Cihazları ve İşlemleri 4
2.3. Yolcu Bilgilendirme Sistemleri 10
2.3.1 Yolcu Bilgilendirme Sistemlerinin Fonksiyonları 11
2.3.2 Yolculuk Öncesi Bilgilendirme 12
2.4. Gerçek Zamanlı Yolcu Bilgilendirme Sistemleri 14
2.4.1 Gerçek Zamanlı Yolcu Bilgilendirme Sistemlerinin Teknik Özellikleri. 17
2.4.2 Gerçek Zamanlı Bilginin Dağıtımı 17
2.4.3 Gerçek Zamanlı Tahminler, Tahminlerin Doğruluğu ve Güvenilirliği ... 18

BÖLÜM ÜÇ – YOLCU BİLGİLENDİRME SİSTEMLERİNİN YOLCU DAVRANIŞLARI ÜZERİNE OLAN ETKİSİ HAKKINDAKİ ÇALIŞMALAR 19

3.1 Giriş 19

3.2 Literatür Araştırması 19
3.3 Akıllı Yolcu Bilgilendirme Sistemlerine Bağlı Yolcu Davranışı 21
3.4 Gerçek Zamanlı Yolcu Bilgilendirme Sistemlerine Bağlı Yolcu Davranışı: İki Yaklaşım 26
3.5 Gerçek Zamanlı Yolcu Bilgilendirme Sistemleriyle Bekleme Psikolojisi 29
3.5.1 Hizmet İçin Bekleme Psikolojisi 29
3.5.2 Yolcunun Gerçek Bekleme Süresi ve Algıladığı Bekleme Süresi 31
3.5.3 Genel Değerlendirme 33
3.6 Özet 34

BÖLÜM DÖRT – GÖZLEM YAPILAN DURAKLAR 36

4.1 Bayraklı Üst Geçit Durağı 36
4.2 Turan Durağı (Karşıyaka Yönü) 40
4.3 Osman Bey Parkı (Karşıyaka İskele) Durağı 44
4.4 Serinkuyu Durağı (Merkez Yönü) 48
4.5 Serinkuyu Durağı (Çiğli Yönü) 51
4.6 Kasman Durağı 55
4.7 Kayalar Mezarlığı Durağı 58
4.8 Hocazade Cami Durağı (Karşıyaka Yönü) 61
4.9 Hocazade Cami Durağı (Merkez Yönü) 65
4.10 Adliye Durağı (Merkez Yönü) 69
4.11 Adliye Durağı (Karşıyaka Yönü) 74
4.12 Naldöken Durağı (Merkez Yönü) 78
4.13 Naldöken Durağı (Serinkuyu Yönü) 81

BÖLÜM BEŞ – GÜVENİLİRLİK 86

5.1 Giriş 86
5.1.1 Güvenilirliği Etkileyen Faktörler 87
5.2 Güvenilirlik Tahmin Yöntemleri 88
5.2.1 Yolculuk Süresine Bağlı Ölçütler 89

5.2.2 Sefer Aralığı Değerlerine Bağlı Ölçütler 90
5.2.3 Son Durağa Varış Zamanına Bağlı Ölçütler 95
5.2.4 Yolcu Bekleme Süresine Bağlı Ölçütler 97
5.2.5 O-D Çiftleri Arasındaki Seyahat Süresi Değerlerine Bağlı Ölçütler 97

BÖLÜM ALTI – VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ ANALİZLER 100

6.1 Regresyon Analizi 100
6.1.1 Tek Değişkenli ve Çok Değişkenli Regresyon Analizi 101
6.1.1.1 Tek Değişkenli Regresyon Analizi 101
6.1.1.2 Çok Değişkenli Regresyon Analizi 103
6.2 Kullanılan Güvenilirlik Ölçütleri 105
6.3 Verilerin Değerlendirilmesi 107
6.3.1 Güvenilirlik Etkisi İçeren Analizler 110
6.3.2 Güvenilirlik Etkisi İçermeyen Analizler 115
6.3.3 Regresyon Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi 118

BÖLÜM ALTI – SONUÇLAR VE ÖNERİLER 127

KAYNAKLAR 130

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Otomatik araç konumu belirleme sistemi 6
Şekil 2.2 Akıllı ulaşım sistemleri 10
Şekil 2.3 Yolculuk öncesinde kullanılan bilgilendirme sistemleri 13
Şekil 2.4 Yolculuk esnasında kullanılan bilgilendirme sistemi 16
Şekil 4.1 Bayraklı üst geçit durağı 36
Şekil 4.2 Bayraklı üst geçit durağında bekleme süresi aralıkları 39
Şekil 4.3 Bayraklı üst geçit durağında bekleme süresi kuartil aralıkları 39
Şekil 4.4 Bayraklı üst geçit durağı için bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması bekleme süresi kuartil aralıkları 40
Şekil 4.5 Turan durağı (Karşıyaka yönü) 41
Şekil 4.6 Turan durağında bekleme süresi aralıkları 43
Şekil 4.7 Turan durağı bekleme süresi kuartil aralıkları 43
Şekil 4.8 Turan durağı (Karşıyaka yönü) için bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması 44
Şekil 4.9 Osman bey parkı (Karşıyaka iskele) durağı 45
Şekil 4.10 Osman bey parkı durağında bekleme süresi aralıkları 46
Şekil 4.11 Osman bey parkı durağında bekleme süresi kuartil aralıkları 47
Şekil 4.12 Osman bey parkı durağı için bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması 47
Şekil 4.13 Serinkuyu durağı (merkez yönü) 48
Şekil 4.14 Serinkuyu durağında (merkez yönü) bekleme süresi aralıkları. 50
Şekil 4.15 Serinkuyu durağında (merkez yönü) bekleme süresi kuartil aralıkları 50
Şekil 4.16 Serinkuyu durağı (merkez yönü) için bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması 51
Şekil 4.17 Serinkuyu durağı (Çiğli yönü). 52
Şekil 4.18 Serinkuyu durağında (Çiğli yönü) bekleme süresi aralıkları 54
Şekil 4.19 Serinkuyu durağında (Çiğli yönü) bekleme süresi kuartil aralıkları 54
Şekil 4.20 Serinkuyu durağı (Çiğli yönü) için bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması 55
Şekil 4.21 Kasman durağı 56

Şekil 4.22 Kasman durağında bekleme süresi aralıkları 57
Şekil 4.23 Kasman durağında bekleme süresi kuartil aralıkları 58
Şekil 4.24 Kasman durağı için bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması 58
Şekil 4.25 Kayalar mezarlığı durağı..... 59
Şekil 4.26 Kayalar mezarlığı durağında bekleme süresi aralıkları 60
Şekil 4.27 Kayalar mezarlığı durağında bekleme süresi kuartil aralıkları 61
Şekil 4.28 Kayalar mezarlığı için bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması..... 61
Şekil 4.29 Hocazade cami durağı (Karşıyaka yönü)..... 62
Şekil 4.30 Hocazade cami durağında (Karşıyaka yönü) bekleme süresi aralıkları.... 64
Şekil 4.32 Hocazade cami durağında (Karşıyaka yönü) için bekleme süresi kuartil aralıkları 64
Şekil 4.32 Hocazade cami durağında (Karşıyaka yönü) için bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması..... 65
Şekil 4.33 Hocazade cami durağı (merkez yönü) 66
Şekil 4.34 Hocazade cami durağında (merkez yönü) bekleme süresi aralıkları 68
Şekil 4.35 Hocazade cami durağında (merkez yönü) bekleme süresi kuartil aralıkları 68
Şekil 4.36 Hocazade cami durağında (merkez yönü) için bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması 69
Şekil 4.37 Adliye durağı (merkez yönü)..... 70
Şekil 4.38 Adliye durağında (merkez yönü) bekleme süresi aralıkları..... 72
Şekil 4.39 Adliye durağında (merkez yönü) bekleme süresi kuartil aralıkları 73
Şekil 4.40 Adliye durağı (merkez yönü) için bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması 73
Şekil 4.41 Adliye durağı (Karşıyaka yönü)..... 74
Şekil 4.42 Adliye durağında (Karşıyaka yönü) bekleme süresi aralıkları 76
Şekil 4.43 Adliye durağında (Karşıyaka yönü) bekleme süresi kuartil aralıkları 77
Şekil 4.44 Adliye durağında (Karşıyaka yönü) için bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması 77
Şekil 4.45 Naldöken durağı (merkez yönü) 78

Şekil 4.46 Naldöken durağında (merkez yönü) bekleme süresi aralıkları 80
Şekil 4.47 Naldöken durağında (merkez yönü) bekleme süresi kuartil aralıkları 80
Şekil 4.48 Naldöken durağında (merkez yönü)için bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması 81
Şekil 4.49 Naldöken durağı (Serinkuyu yönü)..... 82
Şekil 4.50 Naldöken durağında (Serinkuyu yönü) bekleme süresi aralıkları..... 84
Şekil 4.51 Naldöken durağında (Serinkuyu yönü) bekleme süresi kuartil aralıkları . 84
Şekil 4.52 Naldöken durağında (Serinkuyu yönü) için bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması 85
Şekil 5.1 Güvenilir ve güvenilir olmayan seyahatlerin dağılımı 99
Şekil 6.1 SPSS regresyon analizi 116
Şekil 6.2 SPSS regresyon analizi 116
Şekil 6.3 SPSS regresyon analizi 117

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1 Bayraklı üst geçit durağında gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı 37
Tablo 4.2 Bayraklı üst geçit durağından geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikler 38
Tablo 4.3 Turan durağında gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı 41
Tablo 4.4 Turan durağından geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri 42
Tablo 4.5 Osman bey parkı (Karşıyaka iskele) durağında gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı 45
Tablo 4.6 Osman bey parkı (Karşıyaka iskele) durağından geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri 46
Tablo 4.7 Serinkuyu durağında (merkez yönü) gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı 49
Tablo 4.8 Serinkuyu durağından (merkez yönü) geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri 49
Tablo 4.9 Serinkuyu durağında (Çiğli yönü) gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı 52
Tablo 4.10 Serinkuyu durağından (Çiğli yönü) geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri 53
Tablo 4.11 Kasman durağında gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı 56
Tablo 4.12 Kasman durağından geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri 57
Tablo 4.13 Kayalar mezarlığı durağında gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı 59
Tablo 4.14 Kayalar mezarlığı durağından geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri 60
Tablo 4.15 Hocazade cami durağında (Karşıyaka yönü) gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı 63
Tablo 4.16 Hocazade cami durağından (Karşıyaka yönü) geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri 63
Tablo 4.17 Hocazade cami durağında (merkez yönü) gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı 67

Tablo 4.18 Hocazade cami durağından (merkez yönü) geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri 67
Tablo 4.19 Adliye durağında (merkez yönü) gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı 71
Tablo 4.20 Adliye durağından (merkez yönü) geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri 72
Tablo 4.21 Adliye durağında (Karşıyaka yönü) gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı 75
Tablo 4.22 Adliye durağından (Karşıyaka yönü) geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri 76
Tablo 4.23 Naldöken durağında (merkez yönü) gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı 79
Tablo 4.24 Naldöken durağından (merkez yönü) geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri 79
Tablo 4.25 Naldöken durağında (Serinkuyu yönü) gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı 82
Tablo 4.26 Naldöken durağından (Serinkuyu yönü) geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri 83
Tablo 5.1 Sefer aralıklarındaki değişime göre hizmet seviyeleri 91
Tablo 6.1 Kukla değişken olan tanımlamalar 108
Tablo 6.2 Korelasyon sonuçları 111
Tablo 6.3 Regresyon istatistikleri 113
Tablo 6.4 ANOVA tablosu 113
Tablo 6.5 Regresyon istatistikleri 113
Tablo 6.6 Modelde kullanılan değişkenlerin birbirleriyle olan korelasyonları 115
Tablo 6.7 Korelasyonlar 119
Tablo 6.8 Tanımlayıcı istatistikler 120
Tablo 6.9 Model özeti tablosu 121
Tablo 6.10 ANOVA tablosu 121
Tablo 6.11 Katsayılar tablosu 122
Tablo 6.12 Model özeti tablosu 123
Tablo 6.13 ANOVA tablosu 124

Tablo 6.14 Katsayılar tablosu 124
Tablo 6.15 Korelasyonlar..... 126

BÖLÜM BİR
GİRİŞ

1.1 Giriş

Ülkemizde şehir içi ulaşım, sosyal, ekonomik, siyasal, kültürel ve teknolojik gelişmelerin neticesinde oldukça karışık bir durumdadır. Şehir içi ulaşım planlaması sürecinde öncelikler ve seçenekler belirlenirken; ekonomik ve kültürel önceliklerle birlikte diğer özellikler de mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Bununla birlikte şehir içi ulaştırma sistemleri oluşturulurken gürültü, hava kirliliği, güvenlik, enerji tüketimi ve arazi kullanımının da dikkate alınması gerekmektedir.

Kişisel araç kullanmak dışında yapılmakta olan yolculukların genel adı toplu taşımacılıktır. Bu tür taşımacılık sistemleri sayesinde önemli miktarda enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Ülkemizde özel araç kullanımının fazla olmasından kaynaklı; trafik sıkışıklığı, gürültü gibi olumsuz etkiler söz konusudur. Bu etkileri azaltmak amacıyla toplu taşıma sistemleri oluşturulmakta ve mevcut olan sistemler halkın kullanım oranını arttırmak için geliştirilmektedir. En çok kullanılmakta olan toplu taşıma sisteminin otobüs taşımacılığı olduğu söylenebilmektedir. Bu anlamda otobüs taşımacılığı sistemi şehir trafiği üzerinde sağladığı faydalar açısından dikkatli incelenmesi gereken bir ulaşım türüdür.

Günümüzde ulaştırma alanında, Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) teknolojilerinin uygulanmasına yönelik bir çaba olduğu söylenebilmektedir. Bu sistemler var olan sistemlere sağladıkları faydalarla, ulaşımı daha güvenli, daha etkili, daha güvenilir ve daha çevre dostu hale getirmektedirler. AUS yeni bir teknoloji alanıdır; bu tür sistemlerin hem kamu hem özel sektörün ikisine de benzer şekilde faydalar sağladığı görülmektedir.

AUS son zamanlarda gelişmekte olan bir teknoloji olmasına rağmen geniş çaplı gelişimi ve dağılımı insanların ulaşım hakkında düşünme şekillerine etkisi konusunda gerçek bir devrim niteliği taşımaktadır. Ve günümüzde kullanılmakta

olan AUS türlerinden olan Gerçek Zamanlı Yolcu Bilgilendirme Sistemleri (GZYBS) yolculara yolculuk öncesinde ve yolculuk sırasında, zamanında bilgi sağlamaktadır. Bu tür sistemler yolculukla ilgili belirsizlikleri azaltarak yolcuların varış zamanıyla ilgili kararlarını daha iyi verebilmelerine olanak vermektedir.

1.2 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, toplu taşımacılıkta kullanılan gerçek zamanlı yolcu bilgilendirme sistemlerine bağlı olarak yolcu davranışı ve psikolojisini incelemek ve bu tür sistemlerin yolcuların bekleme süresi üzerinde olan etkisini değerlendirmektir.

BÖLÜM İKİ
AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ

2.1 Giriş

Akıllı Ulaşım Sistemlerinin en fazla önem verdiği konulardan birisi yol üzerinde bulunan araç hareketleri olmuştur. Bununla birlikte, bugünlerde AUS uygulamalarında güçlü bir ulaşım planlaması ve yönetim bilişimi de söz konusudur. Buna yönelik uygulamalardan bazıları; bilgi ekranları, bilgisayar görselleri, internet uygulamaları, ilanlar, telefonlar; ortak ücret kartları, akıllı kartlar, zaman çizelgeleri(otobüs-tren), elektronik ödeme sistemleri gibi entegre edilmiş bilgi sistemleri şeklindedir. Ayrıca, Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) teknolojileri otobüslerin konumunu belirlemek, zaman çizelgelerinin uyumunu arttırmak ve toplu taşıma araçlarında yolcu sayısını ve yolculuk süresini ilerletmeye devam etmektedir. Yıllardır birçok AUS uygulaması özel sektör ve kamu kuruluşlarının çoğu tarafından ulaşım ve yollar için planlanmış ve uygulanmıştır.

2.2 Akıllı Ulaşım Sistemleri Teknolojisi

Birçok yönden AUS'nin öneminin; ulaşım sistemlerinde bulunan modern bilgisayar ve iletişim teknolojilerine uygulanması ve verimlilikle sonuçlanması şeklinde olduğu söylenebilmektedir. AUS teknolojileri toplumu etkileyen çok sayıda hizmeti kapsamaktadır (U. S. Department of Transportation (USDOT, 1998):

- **Çok türlü ulaşım sistemleri:** Bu sistemler yolcuların bir ulaşım türünden diğerine geçişini sağlayarak hayatlarını kolaylaştırmaktadır.
- **Akıllı trafik kontrol sistemleri:** Bu sistemler otomatik olarak trafik akışını düzeltmekte ve sürücülerin belirli bir neden olmadan kırmızı ışıklardaduruş süresini azaltmaktadır.
- **Araç-içi teknolojiler:** Yolcu bilgilendirme, güzergah yönlendirme ve güvenlik geliştirme sistemleri örnek olarak verilebilmektedir.

- **Güvenlik geliştirme teknolojileri:** Öndeki aracın yerini göz önünde bulunduran akıllı seyir (yolculuk) kontrol sistemlerinin bu teknolojinin örneklerinden olduğu söylenebilmektedir.
- **Yolcu danışma sistemleri**: Bu sistemler değişken mesajları ve danışman radyoları içermektedir.

AUS teknolojileri, kişisel ve toplu ulaşım hizmetlerinin verimliliğini geliştirme potansiyeline sahiptir. Bugünlerde ulaşım kuruluşları tarafından kullanılan çeşitli AUS teknolojileri şu şekildedir (Dessouky, Maged, Randolph, Hall, Rutvij Shah ve Majid Aldaihani,2001):

- Çizelgeleme yazılımları
- Otomatik araç konumunu belirleyen cihazlar
- İleri düzeyde kablosuz iletişim
- Mobil veri terminalleri
- Bilgisayar destekli araç navigasyonu

Aşağıda yeni gelişmekte olan AUS teknolojileri yer almaktadır (Dessouky ve diğer., 2001):

- İnternet ağı
- Kablosuz internet ağı
- Akıllı telefonlar
- Kişisel veri asistanı
- Akıllı haritalar
- Akıllı otobüs teknolojileri

2.2.1 Otomatik Araç Konumu Belirleme Cihazları ve İşlemleri

Ulaşım açısından, otomatik araç konumu belirleme cihazları AUS'nin gelişimine aracı olmaktadır. Araçların konumunun takibi ve raporlanması için kullanılan elektronik iletişim sistemlerinden oluşmaktadır. Aracın konumu öğrenilerek

oluşturulan çizelgeleme (planlama) sırasında, araç konumuyla yolcunun talebi olan konumun daha iyi eşleştirilmesi sağlanarak sistemin verimliliğini arttırmak mümkün olmaktadır. Gerçek konumu belirleme ve aktarma tekniklerinin değişimi, ulaşım sistem ve teknolojilerinin seçiminin gereksinimlerine bağlı olmaktadır (Transportation Research Board (TRB), 1997). Genellikle, araç konum bilgisi bir süre için araç üzerinde muhafaza edilir, bu süre birkaç saniye kadar kısa veya birkaç dakika kadar uzun olabilmektedir. Konum bilgisi iletiminden önce, araç üzerine işlenmiş olarak veya işlenmemiş biçimde kontrol merkezi tarafından bildirilebilmektedir. Otomatik araç konumu belirleme sistemleri filo büyüklüklerini önemli ölçüde arttırma potansiyeline sahiptir (Dessouky ve diğer., 2001; TRB, 1997).

Ulaşım kuruluşları, araç konumu belirleme sistemlerinin çeşitli uygulamalarını hayata geçirmişlerdir. Bunlar aşağıdaki gibi açıklanmaktadır (TRB, 1997):

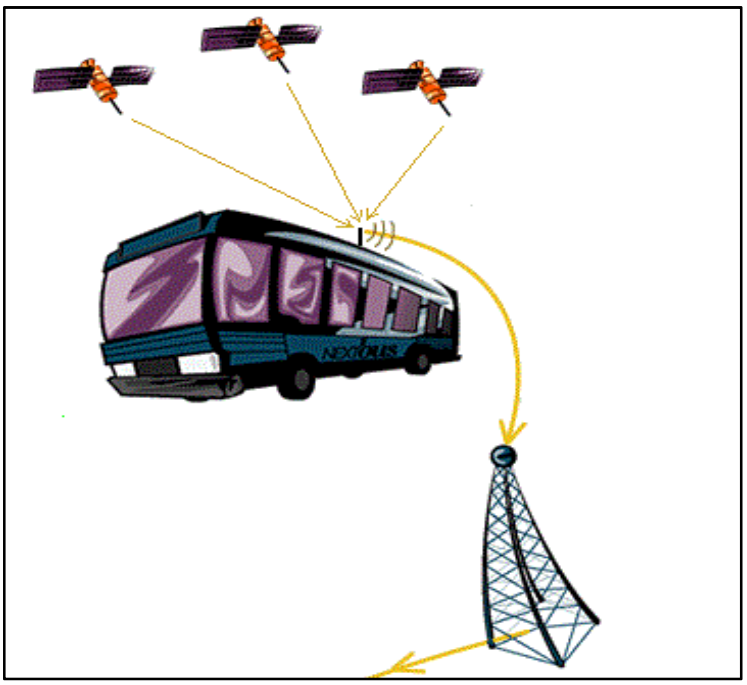
- **İşlemler**

- Zaman çizelgesi uyumunu geliştirmek
- Hizmet etkinliğini geliştirmek
- Komuta ve kontrol sistemlerini daha iyi hale getirmek
- Otobüs zaman çizelgelerini daha iyi hale getirmek
- Dağıtıcı için işlem öncesi verileri toplamak
- Sistemin entegrasyonunu kolaylaştırmak
- Bilginin doğruluğunu ve kullanılabilirliğini arttırmak
- İşlemlerin daha iyi olmasına destek sağlamak
- Kullanıcılara gerçek zamanlı hizmet bilgisi sağlamak

- **Güvenlik**

- Otobüslerde güvenliği arttırmak
- Olaylara ve acil durumlara tepki süresini geliştirmek

Günümüzde otomatik araç konumu belirleme sistemlerinde araç konumunu belirlemek için baskın olarak kullanılan teknoloji Global Position System (GPS)'dır. GPS teknolojisi 24 uydudan oluşan bir ağdan aktarılan sinyalleri(göstergeleri) kullanmaktadır. Dünyanın çevresinde bulunan yörüngede yer alan bu uydulardan ve her otobüsün tavanına (çatısına, üstüne) yerleştirilen antenlerden araç konum bilgileri alınmaktadır ve bir GPS alıcısı en az üç uydudan aldığı sinyallere göre araç konumunu hesaplamaktadır.



Şekil 2.1 Otomatik araç konumu belirleme sistemi

Ulaşım sistemleri, otomatik araç konumu belirleme sistemleriyle bağlantılı olarak genellikle diğer ileri toplu taşıma sistemlerini de içermektedirler. Bunlar aşağıdaki gibi açıklanmaktadır (U. S. Department of Transportation(USDOT), 2000; Casey ve diğer., 2000):

- **Genellikle Otomatik Araç Konumu Belirleme Sistemleriyle Bütünleşik Olanlar**

- Bilgisayar destekli dağıtım yazılımları
- Mobil veri terminalleri

- Acil durum alarmları
- Dijital iletişim sistemleri

➢ **Bazen Otomatik Araç Konumu Belirleme Sistemleriyle Bütünleşik Olanlar**

- Gerçek zamanlı yolcu bilgilendirme
- Otomatik yolcu sayaçları
- Otomatik ücret ödeme sistemleri
- Otomatikleştirilmiş varış noktası işaretleri
- Araç bileşenlerinin takibi

Bu tür sistemler genellikle büyük miktarda ekipman (kameralar, radyo ve mikrodalga kuleleri, mobil veri terminalleri) ve yeni yazılımlar içermektedir. Önemli miktarda bir maliyet, işlem/dağıtım merkezinde bulunan ekipmanlar ve yazılımlar için harcanmaktadır (USDOT, 2000).

Otomatik araç konumu belirleme sistemlerinin fayda ve maliyet unsurları çok sayıda ve çeşitlidir. Temel olarak, otomatik araç konumu belirleme sistemleri teknolojisi otobüslerin konum bilgisini dakika bilgilerine kadar doğru bir şekilde verebilmektedir Bu bilgi otomatikleştirilmiş bir sistem yayını şeklinde olabilmekte ve yolculara gerçek zaman içinde otobüsün faaliyet bilgisini sunmakta ve belki de yolcu talep modellerini etkileyebilmektedir. Bu tür geliştirilmiş bilgiler yolcuların sistemi kabulünü ve sisteme karşı algılanan güvenilirliğini arttırmaktadır (Bang, 1998).

Ulaşım kuruluşlarının sağladığı gerçek zaman bilgisi işletmecilere aracının durumunu izleme imkanı vermekte ve böylece trafik olayları veya programın gerisinde kalma gibi durumlarda ortaya çıkan problemlere hızlı bir şekilde tepki verme olanağı sağlamaktadır. Gelişmiş olan araç işlemlerinin ve yönetiminin kontrolü düşük bir maliyetle sağlanan hizmeti daha iyi duruma getirmektedir (Bang, 1998). Otomatik araç konumu belirleme sistemleri teknolojisinin AUS'nin önemli bir

parçası olmasından bu yana, ulaşım kuruluşları aracılığıyla bir bağlantı sağlamakta ve AUS uygulamalarının diğer alanlarına katılabilmektedirler.

Otomatik araç konumu belirleme sistemleri teknolojisinin olduğu çoğu toplu taşıma ulaşım sistemlerinde daha etkili deneyimler uygulanmış ve işlemlerin zamanında olması amacıyla zaman çizelgeleri geliştirilmiştir, ve böylece çizelgelerin uyumunun farkında olan otobüs işletmecileri aksaklıklara daha iyi tepkiler verebilmişlerdir (Casey ve diğer., 2000). Emniyet ve güvenlik, gerekli durumlarda hareket memurunun nereye yardım göndereceğini bildiğinden genellikle artmıştır. Otomatik araç konumu belirleme sistemlerinden elde edilen bilgiler, yolcu bilgilendirmesine ve trafik sinyali öncelikli iyileştirme sistemlerine çok faydalı katkılar sağlamaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri tarafından yapılan çalışmalarda, Ulaştırma Bakanlığı, aşağıda belirtilen faydaları toplu taşıma sistemlerinin bileşenleriyle birlikte otomatik araç konumu belirleme sistemlerinin uygulaması aracılığıyla bulmuştur (USDOT, 2000):

- Çizelgelerin uyumunu attırmaktadır
- Transfer koordinasyonunu geliştirmektedir
- Yolcuların otobüs faaliyetlerine olan kontrol yeteneklerini ilerletmektedir
- Sokak üzerinde bulunan hizmet düzeltmelerini kolaylaştırmaktadır
- Çizelge uyumunun izlenmesi ve raporlanmasında doğruluğunu arttırmaktadır
- İşlemleri kar fırtınaları, yol kapanması ve kazalardan kaynaklı sapmalar boyunca desteklemektedir
- Otobüs güzergahlarını etkili bir şekilde izlemektedir
- El ile veri girişini azaltmaktadır
- Sürücü performansları izlenebilmektedir
- Operatörlerden daha az şikayet alınmaktadır

- **Yolcu Bilgilendirme**

- Otobüsünün varış zamanlarını tahmin ederek yolcuları bilgilendirme olanağı sağlamaktadır
- Yanıtlanan kullanıcı bilgisi çağrılarının sayısını arttırmaktadır
- Kullanıcı bilgilendirme operatörlerine ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır

- **Müşteri İlişkileri**

- Kullanıcı şikayetlerini azaltmaktadır
- Kullanıcı şikayetlerini araştırmak için yeniden yürütme fonsiyonunu kullanmaktadır
- Kuruluşların sorumluluğunu kanıtlamak için otomatik araç konumu belirleme sistemleri verilerini kullanmaktadır

- **Çizelgeleme ve Planlama**

- Planlama ve çizelgeleme için daha doğru ve daha çok tamamlanmış veriler sağlamaktadır
- Otobüs duraklarının etkin bir şekilde yerleştirilmesine fayda sağlamaktadır
- Otomatik yolcu sayaçları ile toplu taşımada yolcu sayısı sayımlarının daha doğru olmasına olanak sağlamaktadır
- Otobüs verimliliğini arttırmaktadır

- **Güvenlik ve Emniyet**

- Otomatik araç konumu belirleme sistemleri güvenlik problemi olan olayların çözümü için kullanılmaktadır
- Araç içinde bulunan güvenlik kameraları sayesinde otobüste meydana gelen olayların sayısını azaltmaktadır
- Daha hızlı tepki sağlamak için konum bilgisinin doğruluğunun artmasını sağlamaktadır

- Tepki süresini hızlandırmasıyla birlikte otobüslerde meydana gelebilecek suç eylemlerini engellemektedir
- Sürücülerin emniyet duygusunu geliştirmektedir

2.3 Yolcu Bilgilendirme Sistemleri

Yolcu bilgilendirme sistemleri birçok teknolojiyi kullanıcıların karayolu, ulaşım ağı ve yolculukları için önemli olan bilgileri almalarını sağlamak amacıyla kullanmaktadır. Bu bilgiler yolcuların kendileri için en uygun ulaşım türünü (otomobil, tren, otobüs), güzergahı ve varış zamanını seçmelerine yardımcı olmaktadır. Ulaşım çizelgesi ve durum bilgisi ulaşım yönetim sistemlerinden elde edilebilmektedir. Karayolu tabanlı çoğu bilgi, gözetim ekipmanları aracılığıyla toplanmaktadır (araç dedektörleri, kameralar, otomatik araç konumu belirleme sistemleri) ve yolcu bilgi sistemlerini daha fazla dağıtmak için ulaşım yönetim merkezlerinde bulunan bilgisayarlar tarafından ilerletilmektedir. Kullanılmakta olan diğer yolcu bilgi sistemleri; harita veritabanları, acil hizmet bilgisi, otomobil hizmet bilgisi ve turistik yerler ve onların hizmetleri hakkında olmaktadır (U. S. Department of Transportation (USDOT) ve Federal Transit Administration (FTA), 1998).



Şekil 2.2 Akıllı ulaşım sistemleri

Coğrafi bilgi sistemleri yolculuk planlamasına ek olarak ulaşımı sağlamak için çeşitli amaçlara hizmet edebilmektedir. Yürütülen etkileşimli ulaşım planlaması coğrafi bilgi sistemlerin çoğu uygulamasından sadece biridir, bunun dışında herhangi bir ulaşım sistemi için faydalı bir araç haline gelmiştir (Attanucci ve Halvorsen, 1993).

Yolcu bilgilendirme sistemleri, bir veya daha fazla ulaşım türü ile ilgili bilgileri yolculara sağlayarak yolculuk süresince ve yolculuk öncesinde verdikleri kararlara kolaylık getirmektedir. Bu bilgiler evde, işte, ulaşım merkezlerinde, duraklarda ve araç içerisinde yolculara sağlanabilmektedir. Otomatik araç konumu belirleme sistemleri ile bağlantılı olan yolcu bilgilendirme sistemleri; varış zamanları, kalkış zamanları ve gecikmeler gibi gerçek zamanlı bilgiyi sağlamaya başlamıştır (Marks, 2001). Bu tür sistemlerin performansı, otobüs gecikme modelleri verisini destekleyecek şekilde kullanıldığı zaman geliştirilebilmektedir (Abdelfattah ve Khan, 1998). Yolcular bu bilgilere telefonlar, monitörler, kablolu televizyon, çeşitli mesaj işaretleri, bilgi noktaları ve kişisel bilgisayarları içeren çeşitli medya araçları aracılığıyla erişebilmektedir (Casey ve diğer., 2000; Marks 2001).

2.3.1 Yolcu Bilgilendirme Sistemlerinin Fonksiyonları

Yolculuk planlama sürecinde ihtiyaç olan bilgi ve yardım yolculuk öncesinde ve yolculuk sırasında güzergah boyunca sağlanabilmektedir. Yolculuk öncesi planlama yardımı yolculara karayolu bilgisiyle birlikte yol şartlarını, trafik bilgisi ve yolculuk süresini de sağlamaktadır ve bu ulaşım bilgisi güzergah, tür ve varış süresi seçiminde kullanılabilmektedir. Bilgi desteği evde, iş yerinde, park ve biniş tesislerinde, ulaşım istasyonlarında ve diğer konumlardan talep edilebilmektedir. Güzergahta bulunan yolcu bilgilendirmesi karayolu ve ulaşım bilgisi, yolculuk ederken, trafik bilgilerini, yol koşullarını, ulaşım bilgisini, yol rehberi bilgisi ve diğer bilgileri mesela olumsuz yolculuk koşullarını, özel olayları ve park bilgilerini de sağlamaktadır (USDOT ve FTA, 1998).

2.3.2 Yolculuk Öncesi Bilgilendirme

Dünya genelinde, ulaşımda toplu taşıma aracında yolcu sayısı genellikle durağan olup veya azalırken şehirlerde bulunan trafik hacimleri sürekli olarak her yıl artmaktadır. Yolcuları kendi arabalarının sürüş rahatlığından vazgeçirmek zor bir iştir ve bunu yapmak adına, öncelikle yolcu davranışı üzerine odaklanarak, yolculuk öncesi yolculara zamanında ve doğru bilgi verilmeye çalışılmaktadır. Bu bilgiler yolcuların ulaşım türleri, güzergahlar ve kalkış süreleri hakkında bilinçli karar vermelerine olanak sağlayacaktır.

Yolculuk öncesi yolcu bilgilendirme sistemleri yolcuların ulaşım türü, güzergah ve kalkış süre seçimi hakkında karar vermelerine, yolculuğa başlamadan önce yardımcı olmaktadır (Casey ve diğer., 2000).

Yolculuk öncesi planlama sistemleri, yolculuk planlamada kullanılabilen, yolcunun kullanmayı düşündüğü ulaşım türünün hangi güzergahta yer aldığını ve kalkış zamanının ne olduğunu içeren, ulaşım bilgisini sağlamaktadır. Evde, iş yerinde, park ve biniş tesislerinde veya ulaşım istasyonlarında yolculuk öncesi yolcu bilgilendirmesinin sağlanıp sağlanmaması, yolcuların daha bilinçli kararlar vermesini sağlayarak sıkışıklığın azalmasına yardım edebilmektedir. Yolculuk öncesi yolcu bilgilendirme, bir noktadan başka bir noktaya bütün yol üzerinde bilgi sağlayabilmekte ayrıca yol güzergahının planlanmasını da desteklemektedir. Yolculuk öncesi bilgilendirmenin sağlanmasında, yolcuların davranışı ve kararlarının desteklenmesi konularına odaklanılmaktadır. Bu durum, yolculara yolculuklarından önce zamanında ve doğru bilgi temin edilmesini gerektirmektedir. Bu amaçla kullanılan sistemler; dokunmatik telefonlar, kişisel bilgisayarlar, kişisel dijital yardımcılar, bilgi noktaları, otomatik veri alma sistemleri şeklindedir ve bunlar mevcut insan operatörlü ara birimlerin yolcu bilgilendirmesine erişimini arttırmak için de potansiyele sahiptir, dolayısıyla yolcu davranışını etkilemektedir (USDOT ve FTA, 1998; Marks, 2001).

Otomatik veri alma sistemleri kişiye zamanında bilgi sağlayabilmektedir. Bu tür medyalar ulaşım kullanıcılarının ulaşım bilgilendirme merkeziyle bağlantısının iyi olmasına imkan vermektedir. İnternet, artan popüleritesi ve uygun maliyeti sebebiyle en çok gelecek vaat eden uygulamalardan biri olabilmektedir. Fakat ulaşım kullanıcılarının çoğu internet erişimine sahip değildir. Bu sebeple erişilebilirlik internet için bir sorundur. Telefonlar, yolcular ve telefon operatörleri arasında olan sözlü iletişim yoluyla iyi bir interaktif fonksiyona sahiptir. Görme engelli insanlar için de elverişli bir araçtır, fakat müşteri temsilcisi ile ilişkili olarak yüksek bir maliyete sahiptir. Otomatik mesaj merkezi gerçek zaman bağlantısıyla birlikte araç konum bilgisi için daha düşük maliyetli bir seçenektir (Peng ve Jan, 1999).



Şekil 2.3 Yolculuk öncesinde kullanılan bilgilendirme sistemleri

Geçmişte kullanılan yolculuk öncesi bilgilendirme sistemleri öncelikle, ulaşım sistemini önceden bilen sadece çizelgelerin ve transferlerin güncellenmesi isteyen sürücülere yönelik olmuştur. Yeni sistemler ise ulaşım yolcusunun beklediği gibi nispeten daha elde edilebilir bilgiler sağlamaktadır. Genellikle bu sistemlere çevirmeli telefonlarla ulaşılabilmektedir. Yeni sistemlerde coğrafi bilgi sistemlerine dayalı olan hizmetin dünya çapında internet üzerinden temin edilen görsellerini içeren haritalar ve bilgi çizelgeleri(tabloları); bulunmaktadır (Casey ve diğer.,2000; Marks, 2001).

Otomatik araç konumu belirleme sistemlerinin uygulanmasıyla birlikte, otobüslerin varış ve kalkış zamanlarının gerçek zamanlı bilgisini sağlama potansiyeli yavaşça gerçekliğe dönüşmektedir. Gerçek zamanlı bilgisi, çizelgeleri, elektronik işaretler ve bilgi ekranlarını içeren çeşitli medyalar aracılığıyla ulaşım kuruluşları tarafından sağlanmaktadır.

2.4 Gerçek Zamanlı Yolcu Bilgilendirme Sistemleri

Otobüsler kentsel toplu taşıma sistemlerinin önemli bileşenleridir ve son derece esnek bir ulaşım modu sağlamaktadır. Günümüzde gelişen iletişim teknolojileriyle birlikte AUS'nin bir örneği olan Gerçek Zamanlı Yolcu Bilgilendirme Sistemleri (GZYBS) sağlamış olduğu faydalarla toplu taşımanın özel ulaşıma alternatif olabilecek kadar çekiciliğinin artmasını sağladığı için giderek önem kazanmaktadır. Günümüzde GZYBS ulaşım açısından önemli bir unsur haline gelmektedir. Yıllardır raylı sistemlerle ilişkili olarak kullanılırken son yıllarda otobüs ağlarında da kullanımı artmaktadır. Bu zamana kadar yapılan çalışmaların sadece sınırlı bir kısmında otobüs ağı üzerine odaklanılmıştır ve yapılan mevcut analizler; GZYBS kullanıcılarının sosyoekonomik özelliklerini gibi konuları değerlendirirken, GZYBS bilgilerine erişmek için kullanılan cihazlara (akıllı telefonlar, ev bilgisayarları, durak görselleri) ve toplu taşımada GZYBS kullanan yolcu sayısına ve sistemin güvenilirliğine olan etkilerinin incelenmesi şeklinde olmuştur.

GZYBS toplu taşıma için zaman içinde daha yaygın hale gelmektedir. Önemli miktarda paralar gerçek zaman bilgisi ve durak görselleri gibi bilgilendirme teknolojisi tabanlı uygulamalar için harcanmaktadır. Çoğu proje bu tür bilgilerin kullanıcılar tarafından beğenildiğini göstermektedir (Infopolis2 1998; Gothenburg Transport Information Centre (GoTiC), 2002; Lehtonen ve Kulmala, 2001; Coogan, 2003; Intermobil, 2002), fakat bu sistemlerin mevcut ve potansiyel kullanıcıların davranışlarına etkileri hakkında gerçek bilgiler oldukça azdır (Dziekan, 2004).

Duraklarda bulunan GZYBS görsellerinin etkilerinin daha çok psikolojik yapıda olduğu kabul edilmektedir (Dziekan, 2004). Duraklarda ve istasyonlarda bulunan bir

sonraki tren veya otobüsün varış zamanını gösteren sistem görselleri endişeyi büyük ölçüde azaltmaktadır. Sadece bu tür sistemlerin varlığı bütün toplu taşıma sistemleri için güven oluşturmakta ve sistem imajını iyileştirebilmektedir. Duraklarda algılanan güvenirliğin kullanılan yeni görseller sayesinde olumlu olarak etkilendiği kabul edilmektedir (Consortium Infopolis 1999; Kronborg, Lindkvist, ve Schelin, 2002) ve hizmet daha güvenilir olarak algılanmaktadır böylece algılanan hizmet güvenilirliği artmaktadır (Infopolis2, 1998).

Bekleme süresi yolcular üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir (Li, 2003; Karlsson, 1997). Dolayısıyla azalan bekleme süresi veya algılanan bekleme süresinin azalması toplu taşıma sistemlerini daha cazip hale getirebilmektedir. GZYBS görselleri algılanan bekleme süresini kısaltma potansiyeline sahiptir (Infopolis2, 1998; Wardman, Hine ve Stradling, 2001).

Hizmetlerin veya ürünlerin kullanımı müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kolay olmalıdır ve böylelikle satış rakamları ve hizmetten memnuniyet artmaktadır (Consortium Infopolis, 1999). Yolcuların düşüncelerine ve deneyimlere bakış açılarına odaklanmak toplu taşıma için yeni bir yaklaşımdır (Stradling, 2002).Buna ek olarak zaman ve para tasarrufunun yanında insanlar toplu taşıma kullanırken daha az çaba harcamak istemektedirler. Stradling, (2002) bu çabaları; psikolojik, kavramsal ve duygusal olarak üç gruba ayırmıştır.

1980 ve 1990'ların sonlarında otomatik araç konumu belirleme sistemlerinin izleme ve kontrol işlemleriyle birlikte yaygınlaşmasıyla Amerika Birleşik Devletleri' nin ulaşım endüstrisinde yaygın hale gelmiştir. Bu dağıtımların çoğunun ortak odak noktası müşteri bilgisi sağlamak değil operasyonel verimliliği arttırmaktır ve yeterince gelişmeleriyle birlikte ulaşım kuruluşları otomatik araç konumu belirleme sistemlerinden elde edilen verilerin müşterilere otobüs varışlarının gerçek zamanlı tahmini hakkında bilgi sağlamak için kullanılabildiğinin farkına varmışlardır. Aynı zamanda, Avrupa' da birçok ulaşım sistemi kullanıcılarına gerçek zamanlı yolcu bilgilendirme sistemlerinin sağladığı faydaları göstermiştir.

Sonuç olarak ulaşım kuruluşları otomatik araç konumu belirleme sistemleri teknolojisini kullanarak kullanıcılar için gerçek zamanlı otobüs varış bilgisi sağlanabildiğini ortaya çıkarmışlardır. Çeşitli büyüklükteki ulaşım kuruluşları, gerçek zamanlı yolcu bilgilendirme sistemlerinin yolcular üzerinde önemli ve olumlu bir etki yaratabildiğini keşfetmeleriyle birlikte bu sistemlere yatırım yapmaya başlamışlardır.



Şekil 2.4 Yolculuk esnasında kullanılan bilgilendirme sistemi

Gerçek zamanlı geçiş bilgilerini veren akıllı ulaşım sistemleri ürünleri bugün piyasada mevcut durumdadır ve bütün ulaşım kurumları tarafından tedarik edilmekte ve geliştirilmektedir. Günümüzde gerçek zamanlı bilgi sistemlerinin uygulaması ile ilgilenen ulaşım kuruluşlarında kullanılabilir bilgi eksikliği söz konusudur. Bunun nedeni, şu anda Amerika Birleşik Devletleri'nde kullanılan çoğu sistemin işlevselliğinin bir kaç yıldan fazla olmaması ve henüz yeterince değerlendirilmemiş olmasıdır. Avrupa'daki sistemlerde bilgi düzeyi daha kullanılabilir durumdadır. Avrupa ülkeleri, Amerika Birleşik Devletleri ile kıyaslandığında, gerçek zamanlı yolcu bilgilendirme sistemlerini hem onlardan çok daha fazla kullanmaktadırlar hem de daha erken uygulamaya başlamışlardır.

2.4.1 Gerçek Zamanlı Yolcu Bilgilendirme Sistemlerinin Teknik Özellikleri

Gerçek zamanlı varış bilgisini belirlemek için gerekli olan teknoloji bir çeşit otomatik araç konumu belirleme sistemidir. Otomatik araç konumu belirleme sistemleri her otobüsün konum bilgisini sağlamanın yanında ve bazı durumlarda araç hızı, yönü ve çizelge uyumluluğu gibi diğer kritik bilgileri de sağlamaktadır.

Otomatik araç konumu belirleme sisteminin toplu taşımada kullanımı Kanada ve Avrupa'ya göre Amerika Birleşik Devletleri'nde daha yavaş olmuştur. Otomatik araç konumu belirlemesi sistemlerinin Avrupa'da ilk gösterimi 1964 yılında Almanya, Hamburg'ta olmuştur. Avrupa ülkeleri gerçek zamanlı yolcu bilgilendirme sistemlerini Amerika Birleşik Devletleri'ne kıyasla daha çok sayıda kullanmaktadır ve daha erken kullanmaya başlamışlardır.

Otomatik araç konumu belirleme sistemleri gerçek zamanlı otobüs varış bilgi sistemleri için gerekli bilgiyi sağlamanın yanında, diğer bilgilendirme sistemlerinden elde edilen çok önemli bilgilerle birlikte entegre edilebilmekte ve araç kontrol işlemi gibi birçok operasyonel faydayı da sağlamaktadır. Bu faydalar tarihsel ve gerçek zamanlı ulaşım performansı analizini kolaylaştırmakta, sistem planlaması yapmak için gerekli olan çalışma saatleri ve planlama gibi bilgileri toplamakta ve acil durum yönetimi için araç konumlarının belirlenmesini sağlamaktadır.

2.4.2 Gerçek Zamanlı Bilginin Dağıtımı

Gerçek zamanlı otobüs varış bilgisinin dağıtımı için en yaygın olarak kullanılan elektronik işaretlerdir, bunlar aynı zamanda dinamik mesaj işareti olarak da adlandırılırlar ve otobüs duraklarında bulunurlar. Ulaşılabilir elektronik işaretlerden en yaygın olarak kullanılan ışık yayan diyot (LED) işaretleridir bunun yanında likit kristal görsel (LCD) işaretleri bir sonraki sık kullanılan olmaktadır.

Elektronik bilgilendirme görsellerinde yaygın olarak bilgilendirme yapılan konular şu şekildedir:

- Mevcut zaman ve tarih
- Güzergah numarası ve aracın en son varacağı nokta
- Bekleme süresi, geri sayım formatında veya zaman aralığı şeklinde
- Hizmet aksamaları veya diğer önemli hizmet mesajları.

Otobüs duraklarındaki elektronik işaretlere bilgi gönderiminde sıklıkla hücresel iletişim teknolojileri ve bilinen telefon hatları kullanılır.

2.4.3 Gerçek Zamanlı Tahminler, Tahminlerin Doğruluğu ve Güvenirliliği

Gerçek zamanlı otobüs varış saatini kesin olarak tahmin etmek iki bölümlüdür. Gerçek zamanlı varış bilgisi sağlamak için çeşitli değişkenlikleri gösteren sistemler geliştirilmiştir. En basiti ise işleyiş süresi ve gerçek yolculuk bilgisini içeren şifre çözme teknolojisidir. Tahminlerin doğruluğu 2 farklı yolla ölçülür. İlki gerçek zamanlı varış bilgi sistemlerinden sağlanan veriyi aracın gerçek varışının karşısında gözlemlemek için merkez konumda var olan bilgiyi kullanmak, ikincisi ise tahminlerin doğruluğunu fiziksel olarak (bizzat) otobüs durağında gözlemlemektir.

Bu sistemin tahminindeki doğruluk ve güvenirlilik arasındaki fark önemlidir: doğruluk alınan bilginin doğru olup olmadığıyla ilgiliyken güvenirlilik alınan bilginin tutarlı olup olmadığıdır.

BÖLÜM ÜÇ
YOLCU BİLGİLENDİRME SİSTEMLERİNİN YOLCU DAVRANIŞLARI ÜZERİNE OLAN ETKİSİ HAKKINDAKİ ÇALIŞMALAR

3.1 Giriş

Gerçek Zamanlı Yolcu Bilgilendirme Sistemleri (GZYBS) için yapılan büyük yatırımlar göz önüne alındığında, toplu taşıma kullanan yolcu sayısında meydana gelen artış ve kullanıcı davranışlarında oluşan değişiklikler bakımından bu tür yatırımların olası sonuçlarını anlamak gerekmektedir. Buna ek olarak, GZYBS'e karşı kullanıcıların yaklaşım ve algılarını analiz etmekte önemlidir.

Öncelikle, incelenen makalelerden yola çıkılarak yolcu bilgilendirme sistemlerinin etkileri ve kullanımıyla ilgili olarak bir literatür incelemesi sunulmuştur. Yapılan incelemeler sayesinde teorik olarak sağlam bir temel ve yararlı bilgiler yardımıyla GZYBS kullanımına bağlı yolcu davranışları anlaşılmaya çalışılmıştır.

3.2 Literatür Araştırması

Gerçek zamanlı yolcu bilgilendirme sistemleri (GZYBS) hakkında literatürde mevcut olan bilgiler ve yapılan çoğu çalışmadan elde edilen sonuçlar, bu tür sistemlerin yolcular üzerinde önemli bir etkisi olduğu tezini desteklemektedir (Federal Highway Administration, 2004; Taylor, Fink, ve University of California (System), 2003; Litman, 2008; Abdel-Aty ve Jovanis, 1995; Abdel-Aty, 2001; Syed ve Khan, 2000; Lei Tang, 2011; Peng, Yu, ve Beimborn, 2001). Yolcuların yaklaşımlarını ve algılarını araştıran çalışmalar göstermektedir ki " bir sonraki otobüsün varış zamanı" ve "gecikmenin ne kadar uzun olduğu" soruları hakkında olan bilgiler yolcular tarafından büyük ölçüde önemsenmektedir (Dziekan ve Vermeulen, 2006; Peng ve diğer., 2001; Lehtonen ve Kulmala, 2002; Sekara ve Karlsson, 1997; Nijkamp, Pepping, Banister, ve Argyrakos, 1996). Bunlara ek olarak, yapılan bir çalışmada GZYBS'nin yol seçimine etkisinin nasıl olacağı

araştırılmış ve bu tür sistemlerin ne yolculuk süresi ne de yolculuk süresi değişikliği için geliştirilmediği ve genellikle yolcuların elde ettikleri bilgiler neticesinde seyahat şekillerini değiştirmeye gönüllü olmadıkları sonucu elde edilmiştir (Hickman ve Wilson, 1995).

Wardman, Hine, ve Stradling, (2001), yapmış oldukları çalışmada transfer (aktarma) noktalarında sağlanan bilgilerin özellikle sık yolculuk yapmayan yolcular için önemli olduğunu gözlemlemişlerdir.

Yapılmış olan çeşitli çalışmalar da, duraklarda bulunan GZYBS görsellerinin bir diğer etkisinin algılanan bekleme süresini azaltmak olduğu sonucu bulunmuştur (Dziekan ve Vermeulen, 2006; Lehtonen ve Kulmala, 2002; Nijkamp ve diğer., 1996; Schweiger, 2003) ve yolcuların bekleme sürelerini, bilgi olmaması durumunda %9-13 ile %24-30 oranında daha fazla algıladıkları görülmüştür. Çalışmalardan birisi de duraklarda bulunan GZYBS'nin genellikle yolcuların bekleme süresi beklentilerini olumlu bir şekilde etkilediği sonucunu bulmuştur (Forsyth ve Silcock, 1985). Başka bir proje bu tür sistemlerin algılanan bekleme süresini %26 oranında düşürdüğü sonucuna varmıştır (Schweiger, 2003).

Yapılan çalışmalarda farklı veri toplama teknikleri, evden işe yolculuk eden kullanıcıların sunulan bilgiye tepkilerini modellemek amacıyla kullanılmıştır. Veriler yapılan gözlemlerin öncesi ve sonrası şeklinde oluşturulabilmekte veya anket tabanlı olabilmektedir. Bazı araştırmacılar GZYBS'nin sağlandığı güzergahlarda bu tür sistemlerin uygulanmasının öncesi ve sonrasına ait toplu taşıma kullanan yolcu sayısı istatistiklerinin gerçek gözlemlerinin karşılaştırılmasına dayanarak, yolcu sayısında artış olduğunu bulmuşlardır (Body, 2007; Cross, 2003; Schweiger, 2003). Diğer taraftan anketlere dayalı veri toplama; belirtilen tercihler (stated preference-SP data) veya ortaya çıkan tercihler (revealed preference-RP data) şeklinde ya da bu ikisinin kombinasyonu şeklinde olabilmektedir. SP araştırması GZYBS'ne ait senaryoları varsayımsal olarak sağlar ve katılımcılar anketler aracılığıyla soruları yanıtlar. RP araştırması ise yolcuların gerçek cevaplarına dayanmaktadır ve genellikle günlük yapılan saha çalışmalarından elde edilmelerinden dolayı SP araştırmasından daha

fazla vakit almaktadır. Karar seçim modellerinin bir kısmı yolcunun GZYBS'ne tepkisine etkiyen olası faktörleri belirleyebilmek için bir veya daha fazla araştırma yöntemlerinden geliştirilmiştir. Yapılan çeşitli araştırma sonuçları göstermiştir ki; yolcuların GZYBS ile uyum olasılığı yolcuların sosyoekonomik özellikleri, yolculuk ve güzergah özellikleri, hava koşulları ve kullanılan ağa aşinalıklarıyla ilişkilidir (Abdel-Aty ve Jovanis, 1995; Abdel-Aty, 2001; Syed ve Khan, 2000; Lei Tang, 2011).

Yukarıdaki faktörlere ek olarak, GZYBS'nin etkisi hizmet sıklığına da bağlı olabilmektedir. Lehtonen ve Kulmala, (2002) bu tür sistemlerin genel etkilerinin düşük frekanslı otobüs güzergahları için daha iyi olduğunu ileri sürmüştür.

Yapılan tartışmalardan bu tür sistemlerin algılanan ve ölçülen faydalarının araştırmanın yapıldığı yere göre değiştiği açıkça görülmektedir. Bu sistemlerin belirli bir şehir içinde dağılımından önce yolcuların tepkileri esas alınmıştır ve etkinliği değerlendirilmiştir.

3.3 Akıllı Yolcu Bilgilendirme Sistemlerine Bağlı Yolcu Davranışı

Akıllı Yolcu Bilgilendirme Sistemleri (AYBS), geniş bir yolcu kitlesine trafik koşulları, çizelgeler, yol ve hava durumu koşulları, özel olaylar, turist bilgisi ve benzeri şeyler hakkında bilgi sağlamakta ve bu sistemlerden elde edilen bilgiyi iletmek için çeşitli bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanmaktadır. Yolculara bu tür bilgileri sağlamanın, genellikle yolcuların daha iyi bir yolculuk seçimi yapmasına olanak sağladığı ve mevcut ulaşım imkanlarının daha iyi kullanılmasını desteklediği kabul edilmektedir. Bugünlerde AYBS yaygın olarak kullanılmakta ve her yıl daha fazla gelişmektedir. Birçok ülkede yöneticiler, AYBS hizmetinin potansiyel etkileri konusunda oldukça yüksek beklentilere sahiptir ve ulaşımında tıkanıklık, hava kirliliği, gürültü gibi dışsallıkları azaltacak şekilde yolcu davranışlarını değiştireceğini düşünmektedirler (Dutch Department of Transport, 2002; UK Department of Transport, 2004).

Konuyla ilgili olan 20 yıl ve daha fazla süredir yapılmış olan literatür çalışmalarının geniş bir bölümü, AYBS hizmeti kullanan yolcuların davranışlarında meydana gelen değişimlerle ilgilidir. AYBS sistemlerine dahil olduğu halde Gerçek Zamanlı Yolcu Bilgilendirme Sistemleri (GZYBS) ayrı bir konu olarak araştırılmıştır, literatürün oldukça küçük bir kısmı GZYBS'ne ilişkin yolcu davranışıyla ilgilidir. Bu bölümde, konuyla ilgili olan makaleler esas alınarak bu konu kısaca gözden geçirilmiştir (Lappin ve Bottom, 2003; Chorus, Arentze, Molin, Timmermans, ve Van Wee, 2006a; Chorus, Molin, ve Van Wee, 2006b).

AYBS kullanımına bağlı yolcu davranışlarıyla ile ilişkili bir takım alt sorular da şu şekildedir (Lappin ve Bottom, 2003):

- **Bilgi ihtiyacı:** Yolcular ne tür bilgilere ulaşmak isterler?
- **Bilgi kullanımı:** AYBS kullanımının belirleyicileri ve bilgi kazançları nelerdir?
- **Bilgiye tepki:** Yolcuların, yolculuk öncesinde ve sonrasında elde ettikleri bilgiye tepkileri nasıl olmaktadır?

AYBS kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalar aracılığıyla elde edilen bütün deneysel bulgular incelenmiştir. Çalışmalardan elde edilen değişkenlerin büyük bir kısmı, AYBS kullanımının belirleyicileri olarak tanımlanmıştır:

- Kullanıcıların sosyoekonomik karakterleri. Örneğin: AYBS kullanımına erkeklerin, eğitim düzeyi iyi olan yolcuların, yüksek gelirlilerin (Petrella ve Lappin, 2004), çalışanların (Emmerink, Nijkamp, Rietveld, ve Van Ommeren, 1996), doğru seçim yapmaya büyük önem verdiği görülen grupların (Hato, Taniguchi, Sugie, Kuwahara, ve Morita, 1999), ve cep telefonuna sahip olan yolcuların (Polydorpoulou ve Ben-Akiva, 1998) yüksek eğilimi olduğu sonucu bulunmuştur.
- Yolculuğun amacı ve kapsamı. Özellikle iş yolculukları (Emmerink ve diğer., 1996) yapan yolcuların AYBS kullanımına önem verdikleri görülmektedir. Bu durumun başlıca nedeni varış zamanının önemli olduğu yolculuklar

olmalarıdır. Trafik tıkanıklığı veya yolculuk süresinde dalgalanma (Hato ve diğer., 1999); pik saatlerde olan yolculuklarda (Peirce ve Lappin, 2004), uzun yolculuklarda (Targa, Khattak, ve Yim, 2003), ve kötü hava koşullarında olan yolculuklarda (Polydoropoulou ve Ben-Akiva, 1998) AYBS kullanım oranını arttırmaktadır.

- Yolculuk seçeneklerinin olması ve bu seçeneklerin özellikleri. Yolcular; farkında oldukları, ilgilendikleri veya sıklıkla kullandıkları seçeneklerle ilgili bilgileri araştırma eğilimindedirler (Polak ve Jones, 1993; Srinivisan, Chen, Reddy, ve Jovanis, 1999). Seçenekler uygulanabilir ve yapılan yolculuklar için gelecek vaat ediyorsa, bu seçeneklerle ilgili bilgiler yolcular tarafından aktif bir şekilde aranmakta ve elde edilmektedir. Yolcuların kararlarını alma sırasında önemli olan yolculuk süresinin ve maliyetin yanında, yolculuğun rahatlık, güvenlik ve konfor bilgisi gibi niteliksel özelliklerinin de önemi söz konusudur. (Steg, Vlek, ve Slotegraaf, 2001; Bos, Van der Heijden, Molin, ve Timmermans, 2004; Steg, 2005).
- AYBS hizmetinin özellikleri. Yolcuların elde ettikleri bilginin niteliği her zaman önemli olmuştur. Özellikle, öğrenilen bilginin güvenilirliği, zamanlaması ve kapsamı AYBS kullanımının kilit noktaları oluşturmaktadır (Polydoropoulou ve Ben-Akiva,1998). Eğer bilgi kullanımı yüksek ücretler gerektiriyorsa veya bilgiyi elde etmek zorsa, AYBS kullanımının beklenen yararları, maliyetleri tarafından bastırılabildiği gibi AYBS hizmetini kullanma olasılığı düşükte olabilmektedir (Chorus ve diğer., 2006a).

Bu tür bilgileri edinmenin ve kullanmanın yanı sıra aklımıza bu tür bilgileri kullanan yolcuların nasıl tepkiler vereceği sorusu gelmektedir. Esas olarak deneysel çalışmalara dayanan (Lappin ve Bottom, 2003) AYBS'e karşı bireysel düzeyde olan potansiyel yolcu tepkiler aşağıda listelenmiştir ve bu tepkiler iki kategoride sınıflandırılmıştır; bu kategoriler yolculuk yapmanın kapsamını ve yolculuk yapmayı içermektedir. Bu sınıflandırmaya göre, yolcuların yolculuk kapsamında AYBS'e verdiği tepkiler aşağıda gösterilmiştir:

- Yolcuların stresini ve korkusunu azaltmak (Khattak, Schofer, ve Koppelman 1995; Lee ve Douglass, 2000): Bu yapılan incelemelerde belirtilmiş olan psikolojik bir tepki olmuştur.
- Yolcuların varış yerindeki yolculuk dışı aktivitelerini etkilemek: Mesela, yapılan bir çalışmada (Shah, Wunderlich, ve Larkin 2001) yolculuk öncesi AYBS sistemi kullanımının geç varış sayısını % 62 oranında ve programın (çizelgenin, planın) toplam gecikmesini % 72 oranında azalttığı bulunmuştur.
- Günlük aktivite programını planlamada yarar sağlamak: Yolculuk zamanları ve trafik koşulları hakkında güvenilir bilgi yolcuların planlama kararlarında var olan boşlukların ortadan kalkmasına ve trafik koşullarının beklenenden kötü olmasına bağlı olarak yaşanan aksamaların azalmasına olanak sağlayabilmektedir.
- İkamet ve/veya iş yeri ayarlamak: AYBS tarafından sağlanan bilgi yolcuların uzun vadede ikamet ve/veya iş yeri seçimlerini yeniden gözden geçirmelerine neden olabilmektedir.
- Yolculuk yapma veya yapmama kararı. Kötü trafik koşulları ve mevcut yolculuk seçenekleri hakkında yeterli bilgi yolcuların amaçladıkları yolculukları, özellikle isteğe bağlı olan yolculukları iptal etmelerine neden olabilmektedirler (Khattak, Yim, ve Stalker, 1999).
- Varış noktaları seçimi. İnternet tabanlı yapılan bir dizi anket ile, AYBS'nin yolcuların varış yeri ve güzergah tercihi üzerinde etkilerini araştırmak için kullanılmıştır (Kraan, Mahmassani, ve Huynh, 2000; Mahmassani, Huynh, Srinivasan, ve Kraan 2003). Anket sonuçları varış yerini veya güzergahı değiştirmenin, trafikte oluşan gecikmeler hakkında bilgi sunulduğu zaman önemli olduğunu göstermiştir.
- Varış zamanı seçimi. Varış zamanı seçimi, yolcuların ayrılacakları merkezleri seçtiği anda değişebilen gerçek zaman bilgisi nedeniyle, yolculuk zamanı çeşitliliğinin azalttığından yolculuk öncesi AYBS kullanımından etkilenmektedir. Yolculuk öncesi elde edilen bilginin algılanan doğruluğu, yolcuların hareket saati seçimi de dahil olmak üzere kendi kararlarını vermesindeki etkinliğinden dolayı önemlidir (Khattak ve diğer., 1995).

- Ulaşım türü seçimi. Bir ulaşım türü hakkında, beklenmeyen gecikmeler gibi fazlasıyla olumsuz bir bilgi, yolcuların tercihlerinin diğer ulaşım türlerinden yana olmasına neden olabilmektedir. Buna karşılık, bir ulaşım türü hakkında olumlu bir bilgi, yolcuların planladıkları ulaşım türünden, ona yönelmesini sağlamaktadır (Polydoropoulou ve Ben-Akiva, 1998) .

Yapılan çalışmalar neticesinde; elde edilen bilgilere bağlı olarak yolcuların ölçülen tepkileri ve algıları yolcuların kendi yolculuk seçeneklerini değiştirmeye pek gönüllü olmadığını göstermiştir. Buna dayanarak, yolculara sağlanan bilginin ve daha çok yolculuk seçeneğinin olmasının etkisiyle değişebilen algılar iki yoldan ele alınmıştır.

Birincisi, yolculuk seçeneğine karar verme sürecinde yolcuya mevcut yolculuk seçeneklerinin kullanılabilirliğinin güncellenmesi yoluyla ulaşım imkanları hakkında bilgi hizmeti sunulabilmektedir böylelikle yolcunun kendi tercihini belirleyebilmesi sağlanmaktadır.

İkinci olarak, yolculara var olan yolculuk seçeneklerini değerlendirme sürecinde, bu seçeneklere ilişkin ücretlerin bilgisini vererek yolcu farkındalığı oluşturmaktır.

Yapılan başka bir literatür çalışmasında, daha çok AYBS kullanımının sonucunda değişen üç çeşit yolcu davranışına odaklanmışlardır:

- Özel araç kullanımından toplu ulaşıma geçiş durumu
- Varış zamanının değişmesi durumu
- Güzergahın değişmesi durumu

15 yıldır yapılmakta olan çalışmaların temeline dayanarak, araştırmacılar bir takım genel yaklaşımlar elde etmişlerdir. Bu yaklaşımlar, genelde trafik seçimleriyle ilgili bilgi sağlamanın etkilerine bağlı olarak özellikle tür seçimi değişikliğini içermeyen davranış değişimleri için beklentilerimizin hafif olumlu olabildiğini göstermiştir.

3.4 Gerçek Zamanlı Yolcu Bilgilendirme Sistemlerine Bağlı Yolcu Davranışı: İki Yaklaşım

GZYBS'nin yolcu davranışına etkisiyle ilişkili bazı sorular araştırmacılar tarafından sorulmuştur: Ne tür ulaşım bilgileri kullanıcılar için kullanışlı ve caziptir? Gerçek zamanlı yolcu bilgilendirme sistemlerinden alınan bilgilerin yolcular tarafından kullanılmasıyla ne elde edilir? Bu tür bilgilerin yolcular tarafından ölçülen değeri nedir? Ve yolcular gerçek zamanlı yolcu bilgilendirme sistemlerine davranışsal ve psikolojik olarak nasıl tepki verirler? Yapmış olduğumuz tez çalışması özellikle son soruyla alakalıdır. Bu soruyu ele alan daha önceki çalışmalar; yöntemsel yaklaşımları açısından iki kategoride sınıflandırılmaktadır.

Birinci yaklaşım, GZYBS'e karşı yolcu reaksiyonlarının deneysel olarak değerlendirmesidir. Bir GZYBS sistemi gerçek hayatta uygulandığı zaman, bu sistemlere yatırım yapan kurumların yatırımlarının karşılığını almak ve bu sistemlerin etkilerini değerlendirmek için bazı değerlendirme çalışmalarını yürütmesi olasıdır. Genellikle yapılan çalışmalar bu tür sistemlerin kullanımının öncesi ve sonrası arasındaki farklılıklar; kullanıcılarının bireysel özellikleri, ulaşım hizmetlerini kullanımları ve bu sistemlere karşı tavırları hakkında bilgi almak için ulaşım kurumları aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Bu tür verilere dayanarak, araştırma öncesi ve sonrasının istatistiksel karşılaştırmaları bu sistemlerin etkili bir şekilde istenen bazı sonuçları oluşturup oluşturmadığını görmek için yapılmaktadır.

Bu konuda yapılan önemli bir anket çalışması, İngiltere'nin Londra kentinde kullanılan Countdown sistemi için yapılan çalışmadır ve bu çalışmanın sonucunda ölçülmüş olan yolcu reaksiyonları rapor edilmiştir (Smith, Atkins, ve Sheldon, 1994). Bu araştırma GZYBS ile alakalı olarak tamamlanmış en iyi çalışmalardan birisi olmuştur. Bu araştırma, sistemin güvenilirliğini, otobüs hizmeti güvenilirliğini, ergonomiyi, duraklardaki insan davranışını, yolcu algılarını, Countdown sisteminin değerlendirilmesini, yolcu sayısını ve bu sistemlerden elde edilen gelirleri içermektedir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde çok iyi bilinen iki örneğin birincisinin Washington eyaletinin Seattle şehrinde bulunan Transit Watch olduğu (Mehndiratta, Cluett, M. Kemp, ve J. Lappin, 2000), ve diğerinin ise Oregon eyaletinin Portland şehrinde kullanılan Transit Tracker olduğu söylenebilmektedir. Bu sistemlerden sorumlu kurumlar her ikisi için de sistem etkinliğini değerlendirmek amacıyla anketler yapmışlardır. Transit Watch sisteminin değerlendirilme anketinden elde edilen önemli bulgulardan birisi, GZYBS'nden elde edilen bilgilerin Transit Watch kullanıcıları tarafından gerçek bir fayda olarak algılanmasına karşın yolcuların yolculuk deneyimlerinde memnuniyetlerini arttırdığını düşünmedikleridir. Benzer şekilde, Transit Tracker sistemi için yapılan anketin sonucunda GZYBS kullanımın öncesi ve sonrası arasında yapılan değerlendirmede yolcuların memnuniyeti açısından önemli bir fark bulunamamıştır. Bu durumun, yolcuların Transit Tracker sistemi gelişiminden önce kullanılan ulaşım sisteminden zaten çok memnun olmalarıyla alakalı olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Yapılmış olan çok daha yeni bir çalışma, OneBusAway sisteminin değerlendirilmesidir, bu GZYBS Washington Seattle'da King Country metrosu tarafından işletilmektedir (Ferris, Watkins, ve Borning, 2010). Anket, OneBusAway kullanıcılarının sisteme nasıl tepki verdiklerini rapor etmek için doğrudan yolculara uygulanmıştır. Katılımcıların ankete vermiş oldukları cevaplara dayanarak yapılan çalışma bir takım davranışsal ve psikolojik olumlu sonuçlar göstermiştir. Bu sonuçlar genel memnuniyette güçlü bir artış, bekleme süresinde azalma, haftalık ulaşım yolculuklarında artış, güvenlik hissinde artış, ve güzergahta artan yürüme mesafesi açısından sağlık yararı şeklindedir.

İkinci yaklaşım ise bir modelleme çalışmasıdır. Genellikle yolcularının üzerinde GZYBS'nin bireysel düzeyde etkilerinin modellenmesi amacıyla anket çalışması veya simülasyon uygulanmaktadır. Örneğin, yapılan iki çalışmada uygulanan anketler tür tercihiyle ilgili GZYBS'nin potansiyel etkilerini araştırmak için kullanılmıştır (Abdel-Aty, Kitamura, ve Jovanis, 1996; Abdel-Aty, 2001; Reed ve Levine,1997). Her iki çalışmada GZYBS'nin yolcular için daha çok olumlu potansiyele sahip olduğu sonucu bulunmuştur.

Araştırılmış olan yolcu tepkilerinin başka bir çeşidi ise GZYBS etkisiyle meydana gelen güzergah seçimidir. Hickman ve Wilson, (1997) çalışmalarında otobüslerin duraklara varış bilgisini ve onların doğruluğunu hesaba katarak güzergah tercihi modeli geliştirmiştir. Yolcuların araca biniş stratejilerinin, tahmini toplam yolculuk süresini en aza indirdiği varsayılmıştır. Bu stratejiler GZYBS aracılığıyla yolcuları bilgilendirmektedir. Elde edilen bilgiler sonucunda oluşan güzergah tercihlerini ve yolculuk süresinin faydalarını değerlendirmek için bilgisayar simülasyonu kullanılarak araç hareketleri ve yolcuların güzergah tercihleri modellenmiştir. Sonuçlar, GZYBS'nin yolculuk hizmet ölçümlerinde az miktarda kazanç sağladığını göstermiştir. Örneğin; yolculuk süresinin ve yolculuk başlangıç zamanlarının değişkenliği yol atamalarında önemli değişikliklere neden olmuştur. Bunun haricinde, bilginin doğruluğunun yolculuk süresinin gelişimine küçük bir etkisi olduğu bulunmuştur.

Bu konuyla alakalı yapılan en yeni çalışma Gentile, Nguyen, ve Pallottino, (2005) tarafından yapılmıştır. Bu araştırmanın genel yapısı, araçların duraklara varış zamanıyla alakalı bilginin elde edildiği zaman değişen güzergah seçimini araştırmaktır. Ve çalışmada yolcuların esas amacının yolculuk süresini en aza indirgemek olduğu bulunmuştur. Sayısal örneklerde toplam yolculuk süresinin değişikliği konusuna daha az önem verilmiştir ve ortak hatlar karşılaştırıldığında hızlı ve yavaş biniş oranları açısından ciddi farklılıklar bulmuştur.

Mishalani, Lee, ve McCord, (2000) tarafından yapılan çalışmada, bağımlı değişken olarak yolcu faydası alınmıştır. Faydanın, otobüs durağına geldikten sonra yolcunun tahmin ettiği bekleme süresi ile yolcunun otobüs için beklediği gerçek süre arasındaki farkın bir fonksiyonu olduğu varsayılmıştır. Daha sonra yolcu varışları ve otobüs işletimi rastlantısal bir sistem şeklinde simüle edilmiştir. GZYBS'nden bilgi sağlama hizmetine bağlı olan yolcu yararları simülasyon temeli olarak alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Bu çalışmanın şüphe uyandıran yanı, faydanın ve fayda fonksiyonunun belirsiz tanımıdır. Faydanın neden sadece gerçek bekleme süresi ve tahmin edilen bekleme süresinin tutarlılığı olarak tanımlanmış olduğu açık değildir.

3.5 Gerçek Zamanlı Yolcu Bilgilendirme Sistemleriyle Bekleme Psikolojisi

Ulaşımda bekleme yolculuk deneyiminin önemli bir bileşenidir. Tipik yolculuk için, yolculuk süresinin %10-30'u beklemekle harcanmaktadır (Victoria Transport Policy Institute (VTPI), 2010). Ulaşım çalışmalarında toplam yolculuk süresi genellikle araç içi ve araç dışı süre (yürüme süresi/erişim süresi ve bekleme süresi) olarak ayrılmıştır. Araç dışında olan sürenin önemli bir bölümü olan bekleme süresi, araç içinde olan zamandan daha zorlayıcı bir unsur olarak bulunmuş ve genellikle ulaşım tür seçimini etkileyen en önemli faktörlerden biri olarak gösterilmiştir (Wardman, 2004). Bununla birlikte, bekleme süresinden yapılan tasarrufların ekonomik olarak büyük bir öneminin olmadığı bulunmuştur. Aynı zamanda bekleme ile ilişkili psikolojik nitelikteki diğer bileşenlerin de varlığının göz ardı edilmemesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

3.5.1 Hizmet İçin Bekleme Psikolojisi

İnsanlar yaşamlarında zamanı değerli bir unsur olarak dikkate almakta ve kararlarını aktif olarak alma sırasında zamandan tasarrufa önem vermektedirler. Kullanıcıların bekleme süresine algıları ve tutumları hizmet endüstrisi için büyük önem taşımaktadır, ve hizmet kalitesinin küresel değerlendirilmesi ve memnuniyetinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir (Durrande-Moreau ve Usunier, 1999)**.**

Katz, Larson, ve Larson (1991) tarafından belirtildiği gibi, temel olarak bekleme sürecini yönetmeyi sağlamak için mevcut iki yol vardır. Birincisi işlemlerde yönetim teknikleri ile beklemenin gerçek uzunluğunu düşürmektir (örneğin, otobüs sıklığını arttırmak). Buna ek olarak, psikolojik bazı etkiler yardımıyla algılanan bekleme süresinin düşebildiği ve bu durumun bekleme süresinin azalması kadar etkili olabileceği ileri sürülmektedir. Maister (1985) tarafından yazılan makalede, bekleme psikolojisi teorik olarak sekiz önermeyle tasarlanmıştır. Daha sonra bu önermelere iki önerme daha dahil edilmiştir (Davis ve Heieke, 1994; Jones ve Peppiatt, 1996). Böylelikle bekleme psikolojisi üzerinde kabul gören on önerme aşağıdaki şekildedir:

- Boş geçirilen zamanlar daha uzun hissedilir
- İşlem öncesi/işlem sonrası bekleme, işlemdekinden daha uzun hissedilir
- Beklemenin uzun görünmesi endişeye neden olur
- Belirsiz süreli bekleme, süresi bilinen beklemeden daha uzun algılanır
- Nedeni açıklanamayan beklemeler daha uzun hissedilir
- Sebebi olmayan bekleme bir sebebi olan beklemeden daha uzundur
- İnsanlar daha iyi hizmetler almak için daha uzun süre beklerler
- Tek beklemek grup içinde beklemekten daha uzun hissedilir
- Fiziksel bir rahatsızlıkla beklemek daha uzun hissedilir
- Sistemi seyrek olarak kullanan kullanıcılar beklemeyi daha uzun süre hisseder

Yukarıda yapılandırılmış olan kavramsal önermeler üzerine araştırmacılar bir takım bireysel ve durumsal faktörler belirlemiştir, bu faktörler insanların beklemeye karşı olan psikolojik tepkilerini etkilemektedir. Uzun yıllar boyunca, araştırmacılar bu durumsal faktörlerin, bekleme psikolojisine etkilerini öğrenmek amacıyla deneysel çalışmalar yapmıştır.

Daha önce yapılan çalışmalar (Taylor ve Fullerton, 2000; Durrande-Moreau ve Usunier, 1999) bekleme deneyimini ve bekleme deneyiminin değişkenlerinin sonucunu üç aşamada belirlemiştir. İlk aşama algılanan bekleme süresidir, "beklemeyle meşgul olan kişi üzerindeki zaman uzunluğunun algısı" olarak tanımlanmıştır (Taylor ve Fullerton, 2000)**.** İkinci aşama beklemeye karşı olan duygusal tepkilerdir, ve bunlar insanların beklemeye karşı verdikleri hisler ve duygular olarak adlandırılmaktadır. Stres, endişe, kızgınlık, hayal kırıklığı ve bıkkınlık hizmet bekleme kapsamında sıkça bahsedilen duygusal kavramlarıdır. Üçüncü aşama ise sağlanan hizmet kalitesinin kullanıcılar tarafından değerlendirilmesi veya kullanıcıların genel memnuniyetidir. Bu hizmet değerlendirmesi genellikle hizmet beklemenin bağımlı değişkeni olarak belirlenmiştir. Deneysel sonuçlar yolcuların bekleme deneyimine daha az duyarlı olduklarını göstermektedir çünkü bekleme, hizmet sağlamanın sadece bir unsurudur.

Bugüne kadarki yapılan sınırlı sayıda çalışmanın deneysel sonuçları karşılaştırılmıştır. Örneğin, Ahmadi (1984) bekleme uzunluğu bilgilendirmesi olduğunda, insanların 5 dakikadan daha kısa beklemeler için algıladıkları bekleme süresini rapor etme eğiliminde olduklarını bulmuştur. Bununla birlikte Hui ve Tse, (1996), süre bilgisi sağlamanın sadece uzun beklemelerde (15 dakika) algılanan bekleme süresini etkilediğini bulmuştur. Katz ve diğer., (1991) kendi alanlarında yapmış oldukları çalışmalarında bekleme süresi bilgisini sağlamanın algılanan bekleme süresini azalttığını fakat stres aşamalarını ve kullanıcıların memnuniyetini etkilemediğini bulmuşlardır. Hui ve Zhou, (1996) bekleme süresi bilgisini sağlamanın algılanan bekleme süresi uzunluğuna bir etkisinin olmadığını bulmuştur, onlara göre, bekleme süresinin bilgisi nedeniyle hizmete karşı daha olumlu yaklaşım, bekleme üzerinde artan kontrol duygusuna ve bekleme seviyesinin yüksek olarak tahmin edilmesine bağlanabilmektedir.

3.5.2 Yolcunun Gerçek Bekleme Süresi ve Algıladığı Bekleme Süresi

Bekleme süresi çalışmaları birbiriyle ilişkili iki kavram içermektedir, bunlar; gerçek bekleme süresi ve algılanan bekleme süresidir. Bu iki kavramın tanımları aşağıdaki şekildedir (Durrande-Moreau ve Usunier, 1999)**.**

- **Gerçek Bekleme Süresi:** Beklemelerde harcanan objektif bireysel zamandır, gerçeğe dayalıdır, saatler ve kronometreler ile ölçülür.
- **Algılanan Bekleme Süresi:** Beklemelerde kişilerin bireysel algılamalarına göre olan öznel süredir. Öznel süre genellikle, algısal, esnek, değişken, elastik ve çeşitli faktörlere duyarlı olarak gösterilmiştir.

Alışılmış olan model, tahmin edilen bekleme süresinin ulaşımda araçlar arasındaki sürenin yarısı olduğunu göstermiştir (Hall, 2001). Bu model aşağıda olan varsayımlara dayanmaktadır:

- Yolcuların durağa gelişigüzel varmaları
- Yolcuların gelen ilk araçlara binmeleri

- Hizmetin güvenilirliği

Hizmet güvenilirliği bir sorun olduğu zamanlarda ortalama bekleme süresinin tahmin edilenden daha uzun olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte, üçüncü varsayım sorunsuz olduğu zaman, bilinen model tahmin edilen bekleme süresini hesaplamak için geliştirilmiştir (Mohring, 1972):

$$W = h \times \frac{(1 + \frac{s^2}{h^2})}{2} \qquad (2.1)$$

Burada;

W: Beklenen bekleme süresi

h^2: Araçlar arasındaki headway

s^2: Araçlar arasındaki headwaylerin varyansı

Deneysel sonuçlar göstermiştir ki, birinci varsayım (yolcuların duraklara gelişigüzel varması) araçlar arasındaki süre (headway) küçük olduğu zaman geçerlidir (Jollife ve Hutchinson, 1975). Headway daha uzun veya ulaşım hizmeti daha seyrek olduğu zaman, bazı yolcuların duraklarda bekleme sürelerini azaltmak için zaman çizelgelerine göre kendi varışlarını planlamaları beklenebilmektedir. Yani, headway arttıkça yolcu varışları daha az rastgele olmaktadır.

Bu bağlamda genel olarak yolcular iki sınıfa ayrılmaktadır, bunlar zaman çizelgesinin farkında olanlar ve varışlarını planlayanlar ("bilinçli" yolcular), ve farkında olmayanlar ("bilinçsiz" yolcular) ve rastgele varanlar şeklindedir (Jollife ve Hutchinson, 1975; Turnquist, 1978; Bowman ve Turnquist, 1981). Deneysel bulgular bilinçli yolcuların, planlanan araç kalkışlarından birkaç dakika önce zirve varış oranlarıyla birlikte durağan olmayan modellerle durağa vardıklarını göstermiştir.

Yapılmış olan psikolojik literatür araştırması, her ne kadar birbirine oldukça bağımlı olmasın rağmen, gerçek sürenin kolay bir şekilde algılanan süreye çevrilemeyebildiğini göstermiştir. Psikologlar zaman algısının farklılıklarını açıklayabilen, geçici ve geçici olmayan bir takım değişkenler bulmuştur. Allan (1979), yapılan eski bazı çalışmalar esas alınarak, gerçek süre ve algılanan süre arasında büyük olasılıkla lineer bir fonksiyon bulunduğu sonucuna varmıştır. Deneysel çalışmalarla devamlı olarak gösterilmiştir ki gerçek ve algılanan süre arasındaki bu fonksiyonda, kişinin tepkisinin algılanan sürenin basit doğrusal bir dönüşümü olduğu belirtilmiştir (Hornik, 1984).

Toplu taşıma kapsamında olan gerçek ve algılanan bekleme süreleri arasındaki ilişkiyi inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır. Moreu, (1992) yolcuların, ortalama bekleme süresini (3,5 dakika) %14 oranında olduğundan büyük tahmin ettiklerini bulmuştur. İnsanlar ne kadar kısa beklerse, bekleme süresinin olduğundan fazla tahmini o kadar büyük olmuştur.

3.5.3 Genel Değerlendirme

Yukarıda gözden geçirilen ilgili literatürde, yolcuların GZYBS'ne olan davranışsal ve psikolojik tepkilerini anlamaya çalışırken karşılaşılan çeşitli bilgi eksikleri aşağıdaki gibi belirlenebilir:

- AYBS ile birlikte yolcu davranışı üzerine yapılan oldukça geniş bir literatür olmasına rağmen, GZYBS, AYBS' in bir alt kümesi olmuştur ve yolcular üzerinde etkileri sınırlı sayıda çalışmada ele alınmıştır. Bugüne kadar yapılan araştırmalarda iki tür yaklaşım kullanılmıştır, bu iki yaklaşım da GZYBS ve yolculuk kararları arasında, gerçek ve gerçeğe uygun nedensel çıkarımlar konusunda zayıftır. Bugüne kadar bu konuyla ilgili daha önce yapılan araştırmalara dayanarak bu karışık durum anlatılmıştır.
- Bu tür bir ilişkiyi (GZYBS ve yolcu davranışı arasında) anlamak için geniş kapsamlı, bütünleştirici ve kavramsal bir çerçevenin eksikliği söz konusudur. GZYBS'nin etkileri parça parça ortaya koyulmuştur. Daha ileri araştırmaların

temeli olarak; GZYBS ve tüm önemli potansiyel etkilerini mantık ve sistematik bir yol ile birbirine bağlayacak bütünleştirici, kapsamlı kavramsal bir çerçeve gereklidir**.**

- AYBS'nin psikolojik etkileri, stres azaltma özelliğinin vurgulanması haricinde, birçok çalışmada göz ardı edilmiştir. Ancak, GZYBS söz konusu olduğunda, potansiyel psikolojik etkileri, çoğunlukla bu tür bilgilere olan tepkiler psikolojik yapıya sahip olabildiğinden yok sayılmamıştır. Ayrıca bu psikolojik etkilerin bazıları uygulama odaklı sistem değerlendirmelerinde belirlenmiştir, ulaşım alanında olan bilimsel incelemenin yanı sıra gerçek zamanın psikolojik sonuçları hemen hemen bu çerçevenin içine dahil edilmiştir.
- Hizmet bekleme psikolojisi üzerine olan literatür, bazı teorik temelleri, psikolojik etkenlere ilişkin deneysel bulguları ve bekleyen kullanıcılara gerçek zamanlı bilgi sağlamanın etkilerini göstermiştir. Ancak, çok azı toplu taşımanın kapsamında yer almaktadır.

3.6 Özet

Hizmet bekleme psikolojisi uzun yıllar incelenmiştir. Teorik tartışmalar, bekleme süresi bilgisinin gelişiminin algılanan bekleme süresini düşürdüğünü, bekleme duygularını olumlu yönde etkilediğini ve dolayısıyla kullanıcının hizmete olan genel memnuniyetini attırdığını kabul etmiştir. Bu önerme hakkında şimdiye kadar yapılan deneysel araştırmalar, bekleme süresi bilgisini sağlamanın daha önce bahsedilen avantajları gerçekleştiremeyebileceğini ya da belirli koşullar altında gerçekleştirebileceğini öne süren çeşitli bilgiler vermiştir.

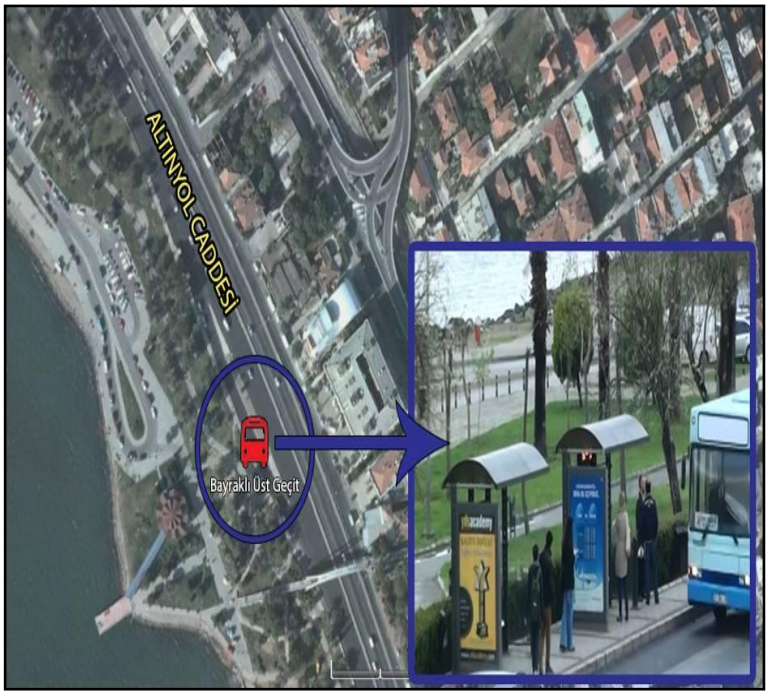
Toplu taşıma, ulaşım kuruluşları tarafından topluma sağlanan bir çeşit özel hizmettir. Ulaşım hizmetini bekleme, yolculukların önemli bir unsurunu oluşturmaktadır. Ulaştırma araştırmacıları ve uygulayıcıları çoğunlukla, ulaşım politika ve projelerinin önemli faydalarından biri olan beklemede zaman tasarrufu olarak, gerçek bekleme süresine odaklanmışlardır. Böylece ulaşım hizmetini beklemenin psikolojik özelliklerini ihmal etme eğilimindedirler. GZYBS söz konusu

olduğunda, sistemin öncesinde ve sonrasında olan göstergeleri kullanarak, GZYBS ile algılanan bekleme süresini azaltabildiğini ve yolcular üzerinde pozitif psikolojik etkiler yarattığını göstermiştir (Dziekan ve Kottenhoff, 2006).

BÖLÜM DÖRT
GÖZLEM YAPILAN DURAKLAR

4.1 Bayraklı Üst Geçit Durağı

Bayraklı üst geçit durağı, İzmir kent merkezini körfez kıyısında Karşıyaka ve çevresine bağlayan Altınyol Caddesi üzerinde yer almaktadır. Bu durakta duran ve yolcu alan otobüs numaraları; 121, 125, 128, 140, 200, 247, 295, 329, 342, 344, 346, 361, 377, 477 ve 514 şeklindedir. Yapılan gözlemlerde bu durağın, dolmuşların indi-bindi'leri için de kullanıldığı görülmüştür.



Şekil 4.1 Bayraklı üst geçit durağı

Bayraklı üst geçit durağı, İzmir kent merkezini körfez kıyısında Karşıyaka ve çevresine bağlayan Altınyol Caddesi üzerinde yer almaktadır. Bu durakta duran ve yolcu alan otobüs numaraları; 121, 125, 128, 140, 200, 247, 295, 329, 342, 344, 346, 361, 377, 477 ve 514 şeklindedir. Yapılan gözlemlerde bu durağın, dolmuşların indi-bindi'leri için de kullanıldığı görülmüştür.

Bayraklı üst geçit durağı İZBAN istasyonuna yakın oluşu ve aynı zamanda yoğun yerleşim bölgesinde bulunması sebebiyle yoğunluğun olduğu bir duraktır. Durakta bilgilendirme sistemi mevcuttur. Sabah zirve saatini de kapsayan 08:00-10:00 arasında yapılan gözlemde otobüse binen toplam 171 yolcunun bekleme süreleri elde edilmiştir. Dolmuş ve servise binenler ile hangi otobüse bindiği netleştirilemeyen 20-25 civarında yolcunun bekleme süreleri, analize dahil edilmemiştir. Durağı kullanan yolcuların otobüsleri ortalama bekleme süreleri 2,68 dakika olarak hesaplanmıştır. Gözlemlenen binişlerin duraktan geçen hatlara göre dağılımı Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1 Bayraklı üst geçit durağında gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı

Hat No	**Gözlemlenen Biniş Sayısı**	**Yüzde**
121	13	%7,6
125	4	%2,3
128	12	%7,0
140	12	%7,0
200	2	%1,2
247	4	%2,3
295	15	8,8%
329	13	%7,6
342	12	%7,0
344	10	%5,8
346	17	%9,9
361	35	%20,5
377	0	%0,0
477	5	%2,9
514	17	%9,9
Toplam:	171	%100,0

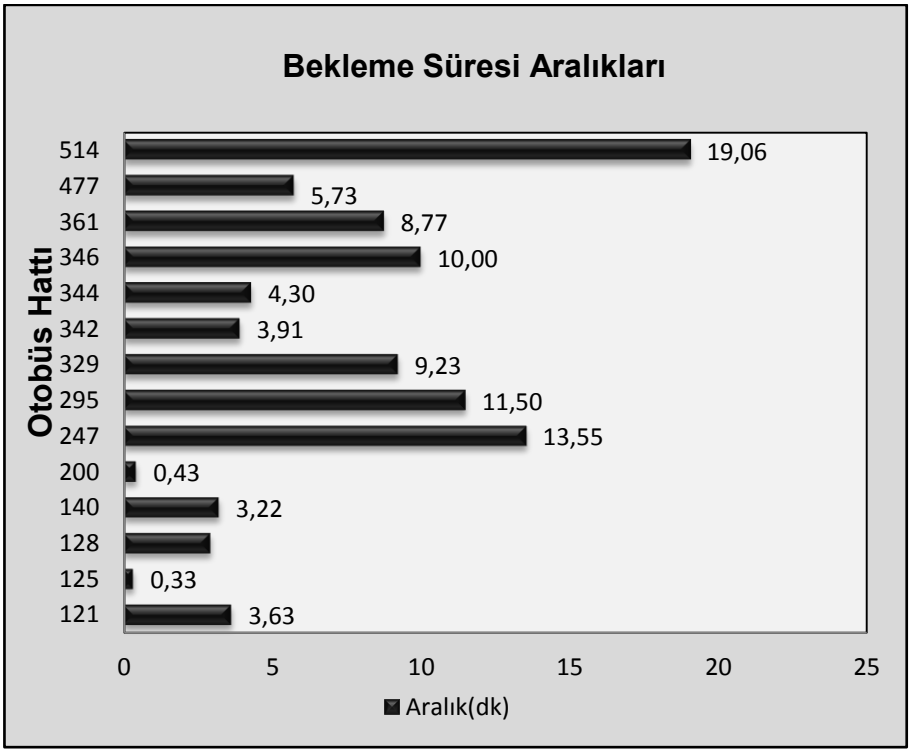
Her bir hat için ayrı ayrı analiz edilen bekleme sürelerine ait tanımlayıcı istatistikler elde edilmiş olup Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2 Bayraklı üst geçit durağından geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri

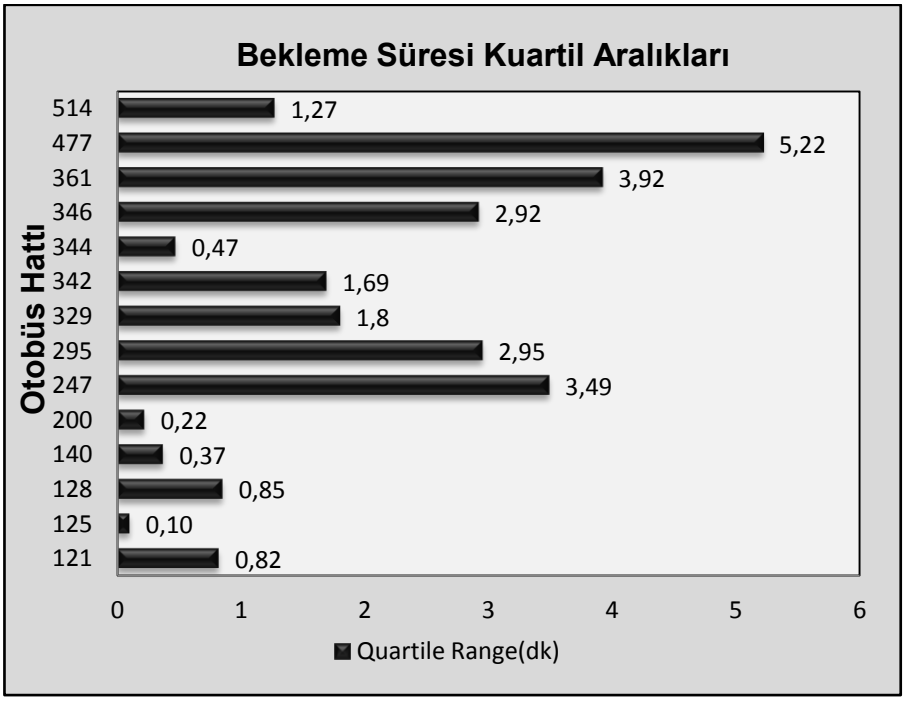
Otobüs Numaraları	Biniş Sayıları	Ortalama	Standart Sapma	Aralık	Kuartil Aralığı	Varyasyon Katsayısı
121	13	6,20	0,89	3,63	0,82	0,14
125	4	5,65	0,16	0,33	0,10	0,03
128	12	2,31	0,87	2,93	0,85	0,38
140	12	1,00	0,87	3,22	0,37	0,88
200	2	0,27	0,31	0,43	0,22	1,15
247	4	3,94	6,46	13,55	3,49	1,64
295	15	2,17	3,56	11,50	2,95	1,64
329	13	1,67	2,57	9,23	1,80	1,54
342	12	1,25	1,26	3,92	1,69	1,01

Tabloda görüldüğü gibi en çok binilen 361 no.lu hattın ortalama beklenme süresi oldukça düşüktür. 247, 295, 329, 344 ve 514 no.lu hatlarda varyasyon katsayısı kayda değer ölçüde yüksek olup bu hatlara binen yolcular toplam binişlerin %34,5'ini oluşturmaktadır. Durağın yolcu biniş sayısıyla ağırlıklandırılmış varyasyon katsayısı ise 1,05 bulunmuştur. Kuartil aralıklar (1. ve 4. çeyrek saçılımlar atıldıktan sonraki aralık) normal aralığa oranlanıp ortalaması alındığında 0,315 bulunmaktadır. Bu istatistik de duraktaki bekleme sürelerinin uniformluğa yakınlığı hakkında bir fikir vermektedir.

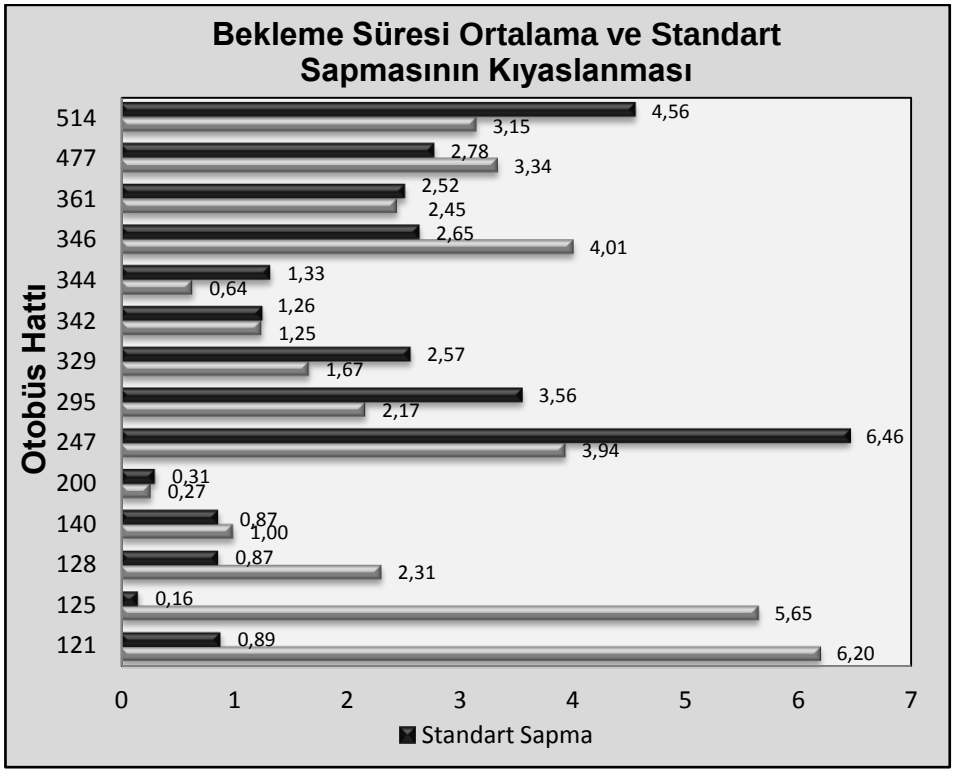
Şekil 4.2 ve 4.3'teki aralık ve kuartil aralık değerleri görsel olarak karşılaştırıldığında, 140, 344 ve 514 dışındaki hatlarda aralık farklılıklarının makul düzeyde olduğu söylenebilir. Kuartil aralıklar birçok hat için 3 dakikanın altındadır.



Şekil 4.2 Bayraklı üst geçit durağında bekleme süresi aralıkları



Şekil 4.3 Bayraklı üst geçit durağında bekleme süresi kuartil aralıkları



Şekil 4.4 Bayraklı üst geçit durağı için bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması

Şekil 4.4'te verilen ortalama ve standart sapmalar karşılaştırıldığında, 128, 125 ve 121 hatlarını bekleyenler hariç, hemen hepsinde sapmaların ortalamaya yakın veya üzerinde olduğu görülmektedir. Her üç hatda, incelenen durak yönü için, Karşıyaka'nın kuzey ve doğusunda yer alan toplu konut yerleşimlerinden kent merkezine yolcu taşımakta ve incelenen durak, bu hatların konum olarak yaklaşık son dörtte birlik kesiminde yer almaktadır. Bu yüzden bekleme sürelerinin ortalamaları yüksektir. Ancak standart sapmalarının düşük olması, beklenenden düşük veya yüksek beklemelerin sıkça görülmediğini göstermektedir.

4.2 Turan Durağı (Karşıyaka Yönü)

Bayraklı üst geçit durağı gibi, Altınyol caddesi üzerinde olan Turan durağı, Karşıyaka ilçe merkezini kent merkezine bağlayan birçok otobüs hattına hizmet etmekte olup bilgilendirme sistemi olmayan bir duraktır. Benzer şekilde sabah 08:00-

10:00 saatleri arasında yapılan gözlemlerde toplam 161 yolcunun bekleme süreleri elde edilmiştir. Elde edilen verilerin hatlara göre dağılımı Tablo 4.3'de verilmiştir.



Şekil 4.5 Turan durağı (Karşıyaka yönü)

Tablo 4.3Turan durağında gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı

Hat No	**Gözlemlenen Biniş Sayısı**	**Yüzde**
77	16	%6,7
78	6	%2,5
120	3	%1,3
121	12	%5,0
125	13	%5,5
128	9	%3,8
131	14	%5,9
140	13	%5,5
147	4	%1,7
148	12	%5,0
247	10	%4,2
295	4	%1,7
300	3	%1,3
329	16	%6,7
330	26	%10,9
Toplam:	161	%100

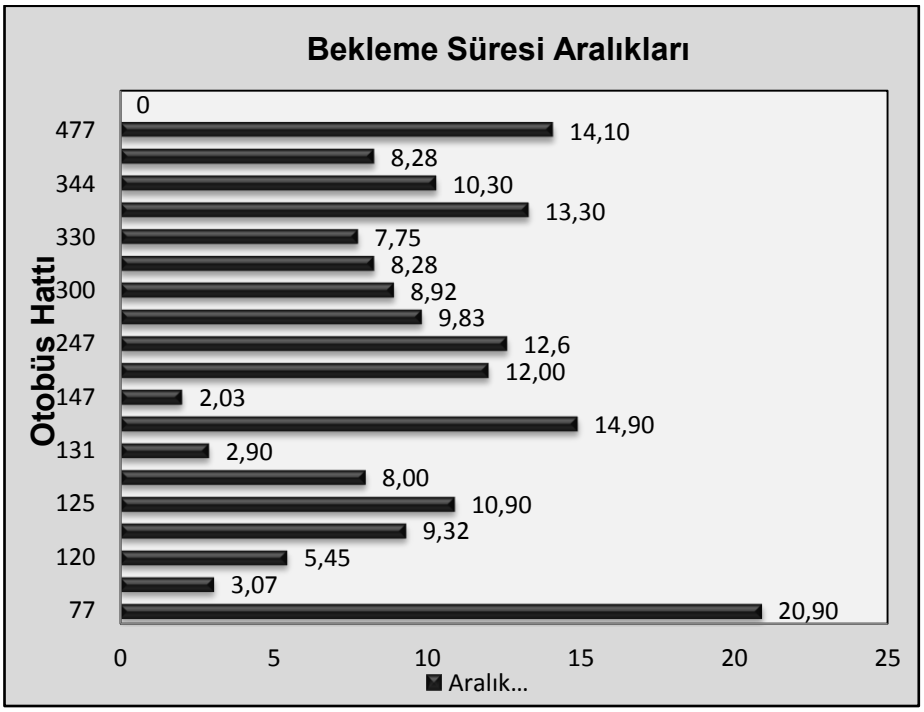
Tablo 4.4'te Turan durağına ait bekleme sürelerinin tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir. Ortalama bekleme sürelerinin bayraklı üst geçit durağına kıyasla bir miktar daha yüksek olduğu görülmektedir. Varyasyon katsayıları, 477 no.lu hat hariç, hemen hemen tüm hatlar için 1'i kayda değer ölçüde geçmemektedir. Kuartil aralıkların normal aralığa oranı ise ortalamada 0,375'tir. Bu iki temel istatistiğe bakıldığında bekleme süresi dağılımlarının, bilgilendirme sistemi olan bayraklı üst geçit durağına göre bir miktar daha tutarlı olduğu söylenebilir. Bu duraktan Bayraklı üst geçit durağının tersi yönde (Merkez'den Karşıyaka'ya) binişlerin yapılması ve otobüs hatlarının başlangıcına daha yakın bir konumda bulunması, bu tür bulguların sebebi olarak düşünülebilir.

Tablo 4.4 Turan durağından geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri

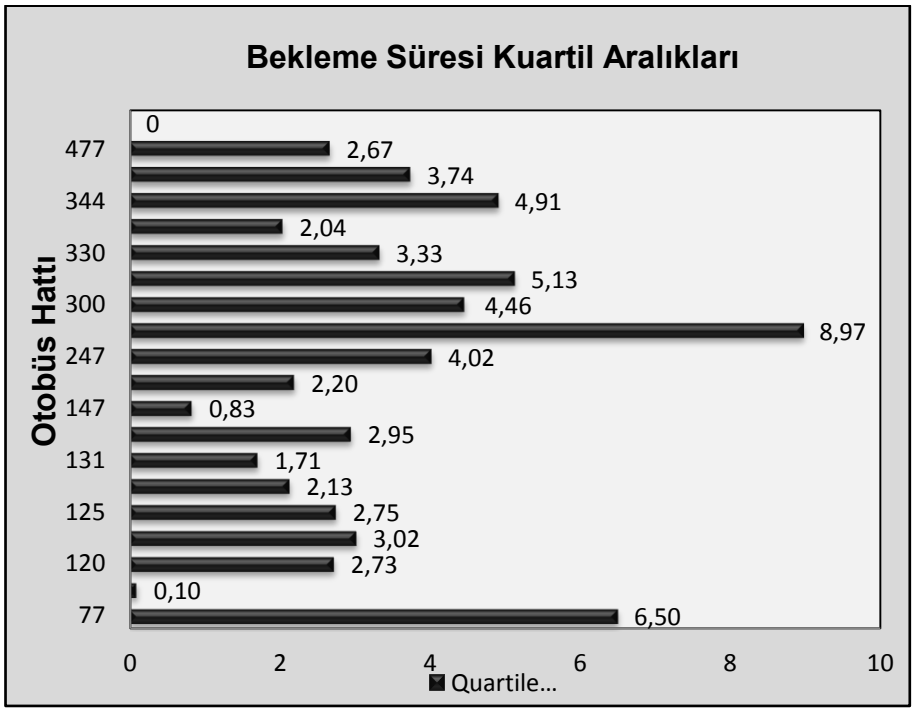
Otobüs Hattı	Biniş Sayıları	Ortalama	Standart Sapma	Aralık	Kuartil Aralık	Varyasyon Katsayısı
77	16	9,92	4,85	20,9	6,50	0,49
78	6	7,85	1,20	3,07	0,10	0,15
120	3	9,33	2,81	5,45	2,73	0,30
121	12	4,19	2,80	9,32	3,02	0,67
125	13	4,37	3,18	10,9	2,75	0,73
128	9	2,67	2,55	8,00	2,13	0,96
131	14	3,12	1,10	2,90	1,71	0,35
140	13	6,64	3,70	1,49	2,95	0,56

Şekil 4.6 ve 4.7'de verilen aralık değişimi incelendiğinde, Bayraklı üst geçit durağının grafiklerindeki gibi bir paralellik görülmemektedir; normal ve kuartil aralıklar birbirinden bağımsızdır. Her ne kadar genel oran ortalaması bilgilendirme sistemli bir duraktan bir miktar daha yüksek olsa da, normal ve kuartil aralıkların bilgilendirme sistemli durakta birbirine daha paralel olması, orta bölge dışındaki

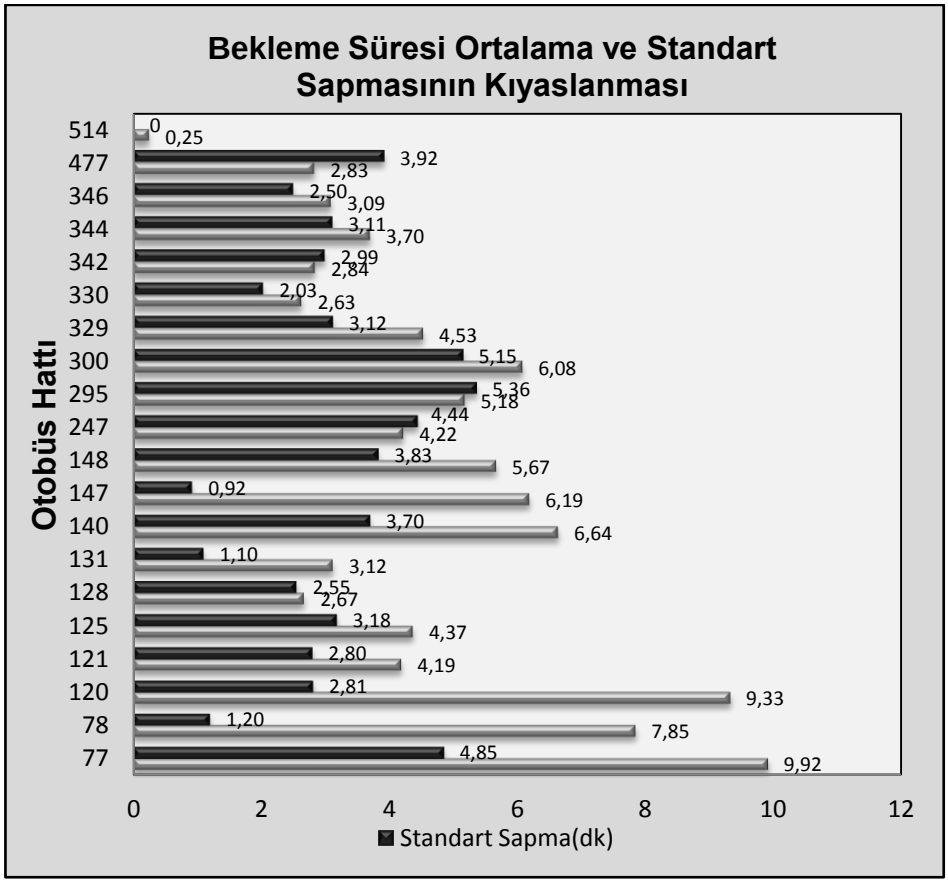
bekleme süresi dağılımının bilgilendirme ile daha homojen hale geldiğini göstermekte; böylece bilgilendirmenin uç gözlemleri homojenleştirdiği söylenebilmektedir.



Şekil 4.6 Turan durağında bekleme süresi aralıkları



Şekil 4.7 Turan durağında bekleme süresi kuartil aralıkları



Şekil 4.8 Turan durağı için bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması

Şekil 4.8'de görülen ortalama ve standart sapmalar karşılaştırıldığında ise çoğu hatta ait standart sapmaların ortalamanın altında kaldığı görülmektedir. Durağın, hatların başlangıç durağına yakın olması ve kent merkezinden Karşıyaka yönüne gidişte çalışması, bekleme sürelerinin daha uniform olmasını sağlamıştır.

4.3. Osman Bey Parkı (Karşıyaka İskele) Durağı

Genellikle vapur aktarmalı yolcuların indiği ve bilgilendirme sistemi olmayan bir durak olup olan osman bey parkı durağında, binişlerden çok inişler yoğundur. Çoğunlukla Bostanlı İskele aktarma merkezinden kalkan otobüs hatları bu durağı kullanmaktadır. Karşıyaka sahili Yalı Caddesi üzerinde yer alan kent merkezi yönünde olan durakta sabah 08:00-10:00 saatleri arasında yapılan gözlemler sonucu Tablo 4.6'da özetlenen sayıda bekleme süresi istatistikleri elde edilmiştir. Toplam 104 yolcuya ait bekleme sürelerinin %47'si analiz bölgesi içinde kalan hatlara aittir.



Şekil 4.9 Osman bey parkı (Karşıyaka İskele) durağı

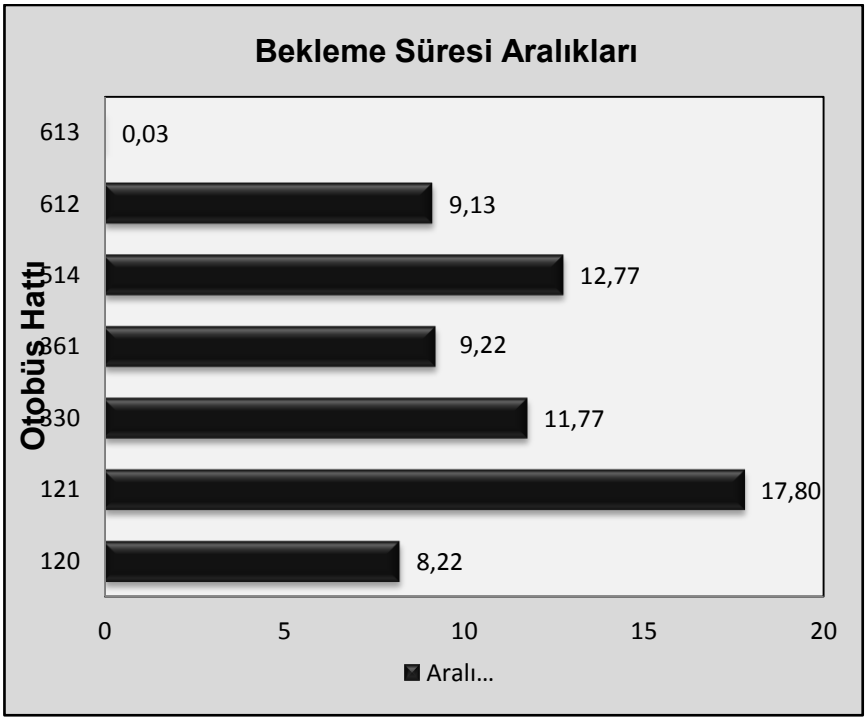
Tablo 4.5 Osman bey parkı durağında gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı

Hat No	Gözlemlenen Biniş Sayısı	Yüzde
120	17	%16,3
121	20	%19,2
330	13	%12,5
361	12	%11,5
514	32	%30,8
612	8	%7,7
613	2	%1,9
Toplam:	104	%100,0

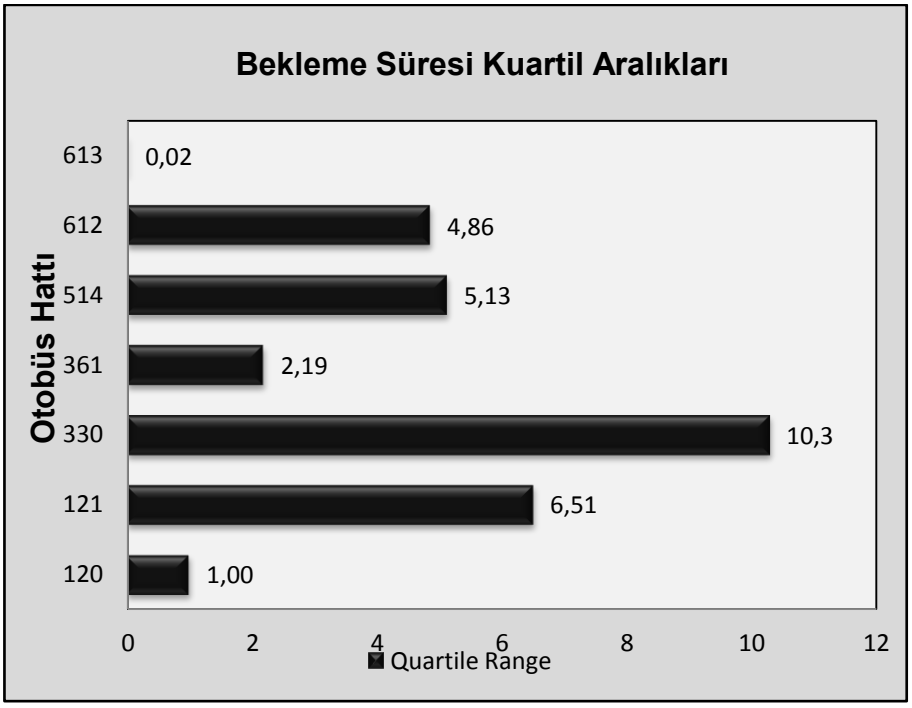
Tablo 4.6'daki durağa ait bekleme süresi istatistikleri incelenirse, aralıkların ortalama değerlere göre geniş olduğu söylenebilir. Varyasyon katsayısı ise (sadece 2 binişin gözlemlendiği 613 no.lu hat hariç tutulursa) tüm hatlar için 0,50'nin üzerindedir. Kuartil aralığın, normal aralığa oranlarının ortalaması 0,457 olarak hesaplanmış olup daha önce incelenen iki duraktan yüksektir.

Tablo 4.6 Osman bey parkı durağından geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri

Otobüs Hattı	Biniş Sayıları	Ortalama	Standart Sapma	Aralık	Kuartil Aralık	Varyasyon Katsayısı
120	17	4,81	2,25	8,22	1,00	0,47
121	20	3,98	4,67	17,80	6,51	1,17
330	13	4,87	4,81	11,77	10,3	0,99
361	12	3,84	2,30	9,22	2,19	0,60
514	32	4,65	3,45	12,77	5,13	0,74
612	8	3,13	3,47	9,13	4,86	1,11
613	2	6,60	0,02	0,03	0,02	0,00

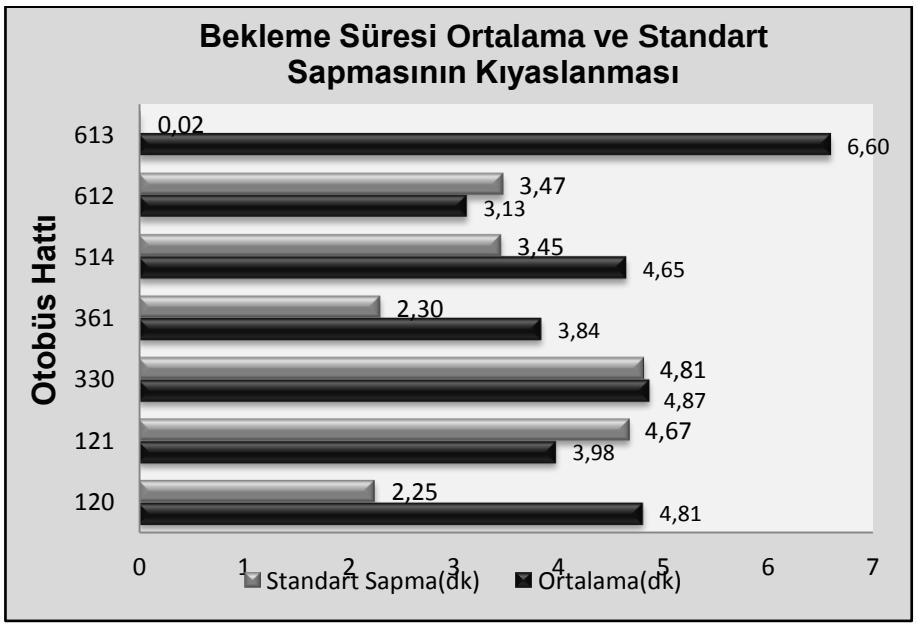


Şekil 4.10 Osman bey parkı durağında bekleme süresi aralıkları



Şekil 4.11 Osman bey parkı durağında bekleme süresi kuartil aralıkları

Kuartil aralıklar ile normal aralıklar karşılaştırıldığında, aralarında oransal bir paralellik olmadığı görülmektedir. İki aralık türü birbirine en çok 330 no.lu hatta yaklaşmaktadır.



Şekil 4.12 Osman bey parkı durağı için bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması

4.4. Serinkuyu Durağı (Merkez Yönü)

Bilgilendirme sisteminin olmadığı Serinkuyu durağının kent merkezine giden yönünden 12 farklı otobüs hattı geçmektedir. Karşıyaka semtini kuzey-güney doğrultusunda ikiye bölen merkezi bir arter olan Anadolu Caddesi üzerindeki durakta, diğer duraklarda olduğu gibi sabah 08:00-10:00 arasında yapılan gözlemlerin hatlara göre dağılımı Tablo 4.8'de verilmiştir. Gözlemlenebilen 175 otobüs binişinden sadece 19'u analiz bölgesi dışında biten hatlara aittir. Ayrıca gözlem boyunca duraktan 30'un üzerinde dolmuş binişi de gözlemlenmiştir.



Şekil 4.13 Serinkuyu durağı (merkez yönü)

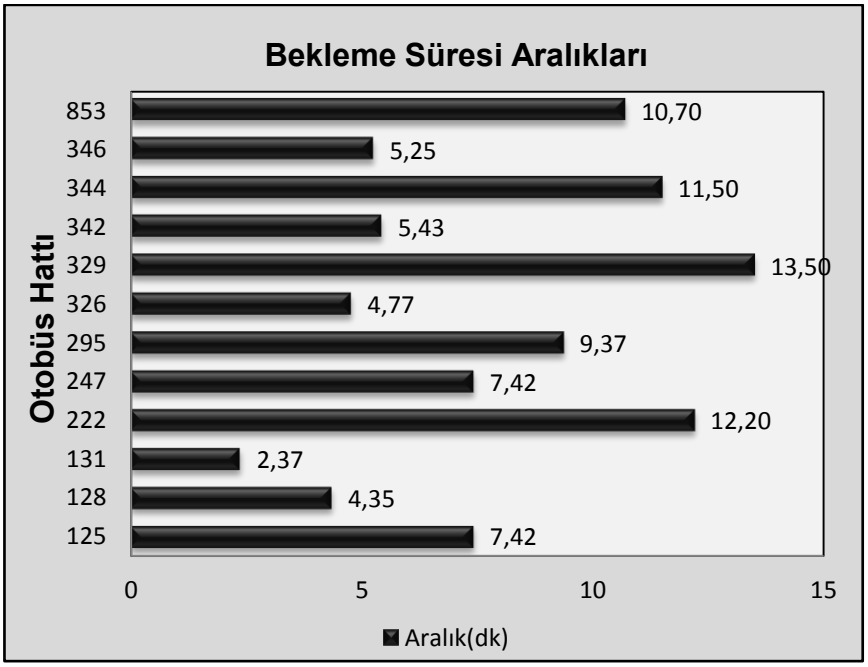
Tablo 4.9'daki hatlara göre düzenlenen tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ortalama bekleme sürelerinin düşük düzeyde seyrettiği, standart sapmaların ise ortalamalara kıyasla yüksek olduğu söylenebilir. Kuartil ve normal aralıklar arasındaki oranlar ortalamada 0,387 olup, aralıklar hatların hemen hemen yarısında birbiriyle ilişkili iken diğer yarısında ilişkisizdir (Kuartil aralık çok düşük iken, aralığın yüksek olması vb.). Şekil 4.16'da verilen ortalama-standart sapma karşılaştırmaları incelendiğinde ise sapma miktarlarının ortalamanın üzerinde veya ortalamaya yakın olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 4.7 Serinkuyu durağında (merkez yönü) gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı

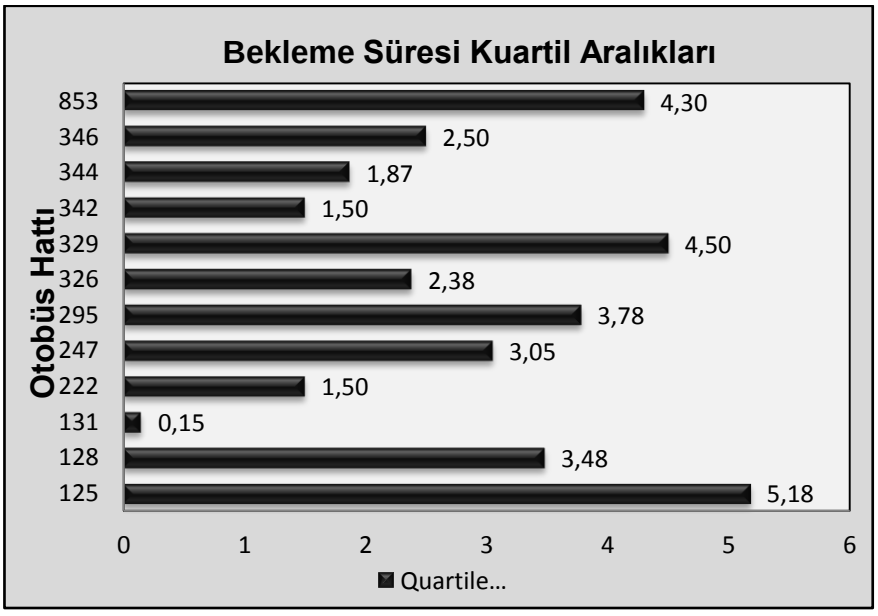
Hat No	Gözlemlenen Biniş Sayısı	Yüzde
125	15	%8,6
128	9	%5,1
131	5	%2,9
222	14	%8,0
247	19	%10,9
295	10	%5,7
326	3	%1,7
329	22	%12,6
342	27	%15,4
344	13	%7,4
346	27	%15,4
853	11	%6,3
Toplam:	175	%100,0

Tablo 4.8 Serinkuyu durağından (merkez yönü) geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri

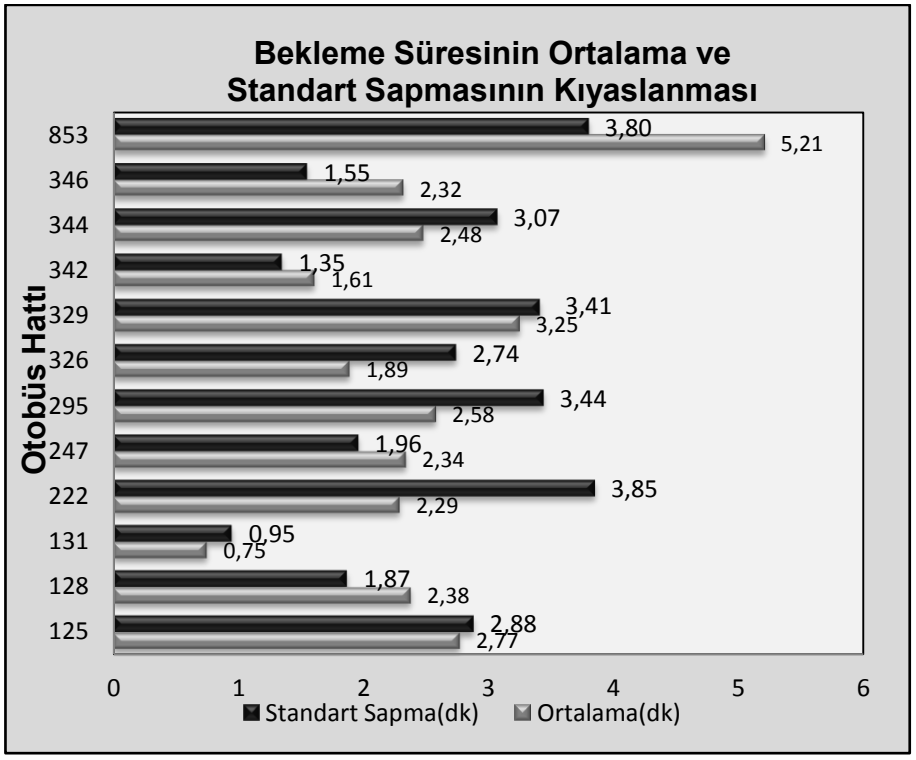
Otobüs Hattı	Biniş Sayıları	Ortalama	Standart Sapma	Aralık	Kuartil Aralık	Varyasyon Katsayısı
125	15	2,77	2,88	7,42	5,18	1,04
128	9	2,38	1,87	4,35	3,48	0,79
131	5	0,75	0,95	2,37	0,15	1,27
222	14	2,29	3,85	12,2	1,50	1,68
247	19	2,34	1,96	7,42	3,05	0,84
295	10	2,58	3,44	9,37	3,78	1,33
326	3	1,89	2,74	4,77	2,38	1,45
329	22	3,25	3,41	13,5	4,50	1,05
342	27	1,61	1,35	5,43	1,50	0,84
344	13	2,48	3,07	11,5	1,87	1,24
346	27	2,32	1,55	5,25	2,50	0,67
853	11	5,21	3,8	10,7	4,30	0,73



Şekil 4.14 Serinkuyu durağında (merkez yönü) bekleme süresi aralıkları



Şekil 4.15 Serinkuyu durağında (merkez yönü) bekleme süresi kuartil aralıkları



Şekil 4.16 Serinkuyu durağı (merkez yönü)için bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması

4.5. Serinkuyu Durağı (Çiğli Yönü)

4.4 no.lu başlıkta değinilen durağın karşısında yer alan Serinkuyu durağı Çiğli yönü, bilgilendirme sistemine sahiptir. Tablo 4.9'da görüldüğü gibi, bu durakta yapılan gözlemlerin hemen hemen tamamı analiz bölgesi içinde kalan hatlara aittir. Gözlem periyodu boyunca 20'ye yakın otobüs ve servis binişinin de bu duraktan gerçekleştiği görülmüştür



Şekil 4.17 Serinkuyu Durağı (Çiğli yönü)

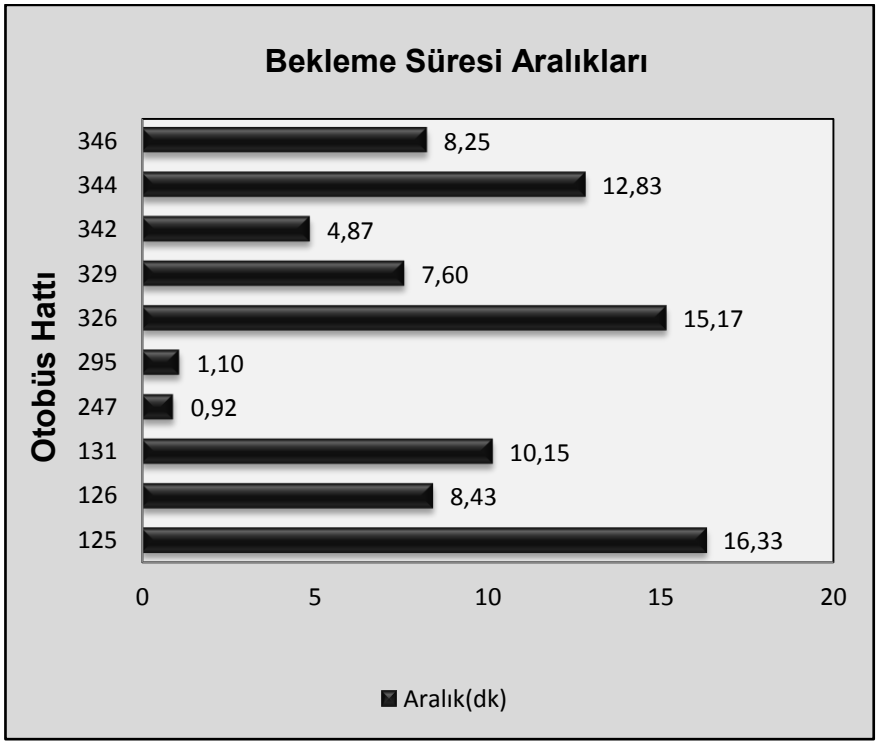
Tablo 4.9 Serinkuyu durağında (Çiğli yönü) gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı

Hat No	Gözlemlenen Biniş Sayısı	Yüzde
125	22	21,4%
126	15	14,6%
131	10	9,7%
247	2	1,9%
295	6	5,8%
326	21	20,4%
329	5	4,9%
342	6	5,8%
344	7	6,8%
346	9	8,7%
Toplam:	103	100,0%

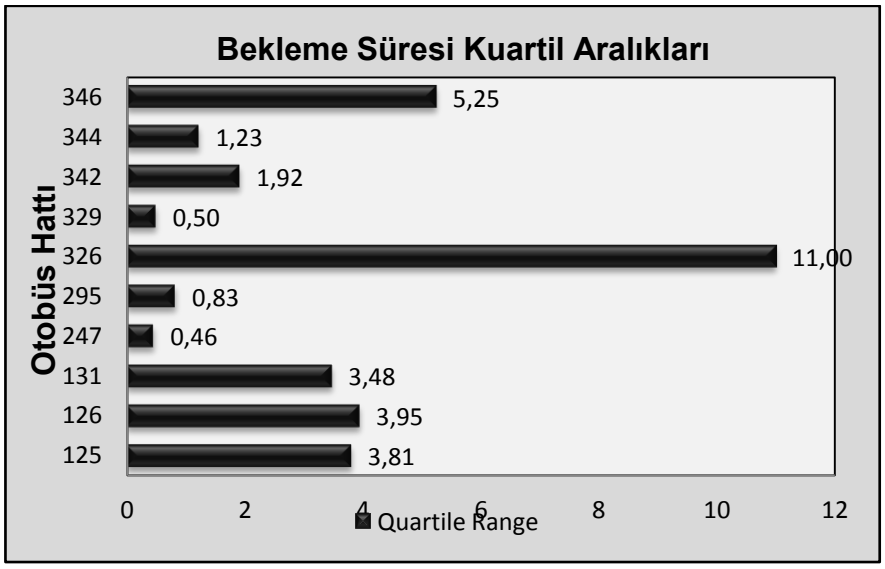
Tablo 4.10 Serinkuyu durağından (Çiğli yönü) geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri

Otobüs Hattı	Biniş Sayıları	Ortalama	Standart Sapma	Aralık	Kuartil Aralık	Varyasyon Katsayısı
125	22	5,66	5,11	16,33	3,81	0,90
126	15	8,41	3,21	8,43	3,95	0,38
131	11	5,52	3,38	10,15	3,48	0,61
247	2	3,75	0,51	0,92	0,46	0,14
295	6	3,26	0,54	1,10	0,83	0,16
326	21	9,79	5,35	15,17	11,00	0,55
329	5	7,44	3,08	7,60	0,50	0,41
342	6	7,13	1,74	4,87	1,92	0,24
344	7	4,38	4,02	12,83	1,23	0,92
346	9	4,06	3,42	8,25	5,25	0,84

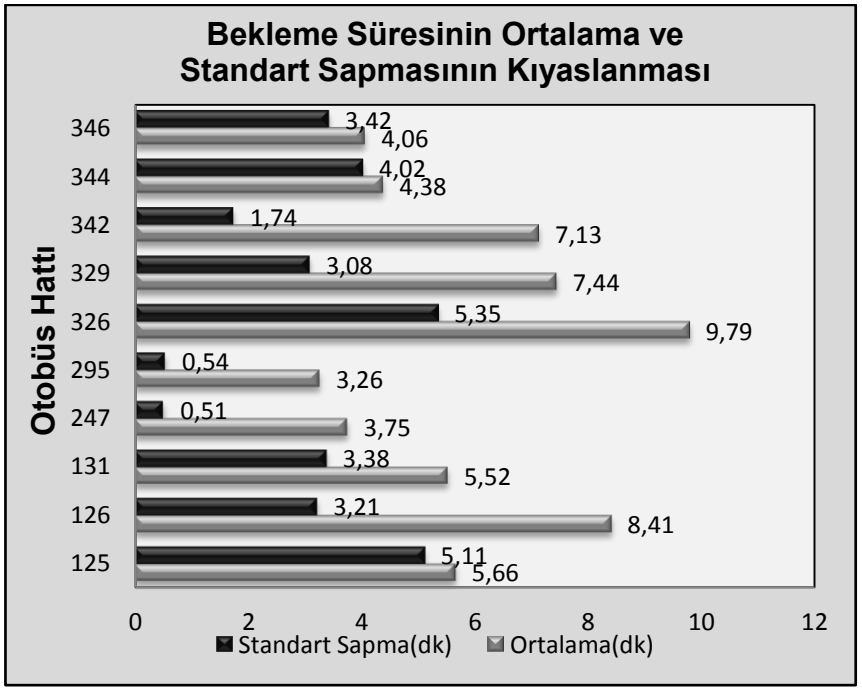
Tablo 4.10'daki tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ortalama bekleme sürelerinin yüksek olmakla birlikte, sapmalarının düşük olduğu görülmektedir. Varyasyon katsayılarının tamamının 1'in altında olması da bunu göstermektedir. 2 ila 7 yolcu binişinin yapıldığı hatlar dikkate alınmazsa, kuartil aralık-normal aralık oranlarının ortalaması 0,528'e çıkmaktadır. Dolayısıyla bekleme sürelerindeki uç gözlemlerin düşük olduğu söylenebilir. Şekil 4.18 ve 4.19' de görüldüğü gibi, aralık türleri de şekilsel olarak birbiriyle çoğunlukla ilişkilidir. Standart sapma-ortalama kıyaslaması (Şekil 4.20), şimdiye dek incelenen tüm duraklar içinde sapmaların ortalamaya kıyasla en düşük olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.18 Serinkuyu durağında (Çiğli yönü) bekleme süresi aralıkları



Şekil 4.19 Serinkuyu durağında (Çiğli yönü) bekleme süresi kuartil aralıkları



Şekil 4.20 Serinkuyu durağındaki (Çiğli yönü) bekleme sürelerine ait ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması

4.6 Kasman Durağı

Kasman durağı, Cemal Gürsel Caddesi üzerinde yer almaktadır. Bu durakta duran ve yolcu alan otobüs numaraları; 612, 613, 514, 330 ve 121 şeklindedir. Durakta bilgilendirme sistemi mevcuttur. Yapılan gözlemde otobüse binen toplam 40 yolcunun bekleme süreleri elde edilmiştir. Durağı kullanan yolcuların otobüsleri ortalama bekleme süreleri 6,29 dakika olarak hesaplanmıştır. Gözlemlenen binişlerin duraktan geçen hatlara göre dağılımı Tablo 4.11'de verilmiştir.



Şekil 4.21 Kasman durağı merkez yönü

Tablo 4.11 Kasman durağında gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı

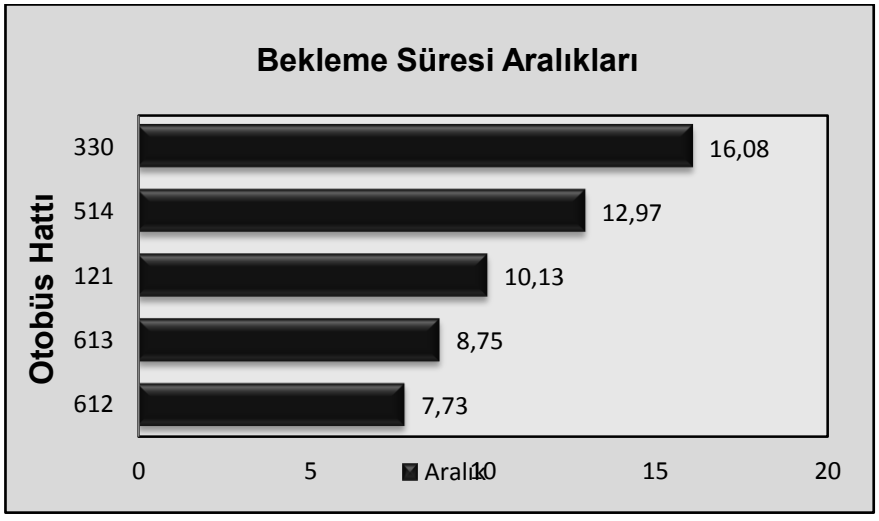
Hat No	Gözlemlenen Biniş Sayısı	Yüzde
613	6	%15
612	2	%5
514	12	%30
238	1	%2,5
330	10	%25
121	9	%22,5
Toplam:	40	%100

Bu durağın en çok 514 no.lu Bostanlı-Karşıyaka Buca hattından yapılan binişlere hizmet ettiği görülmektedir. Her bir hat için ayrı ayrı analiz edilen bekleme sürelerine ait tanımlayıcı istatistikler elde edilmiş olup Tablo 4.12'de verilmiştir.

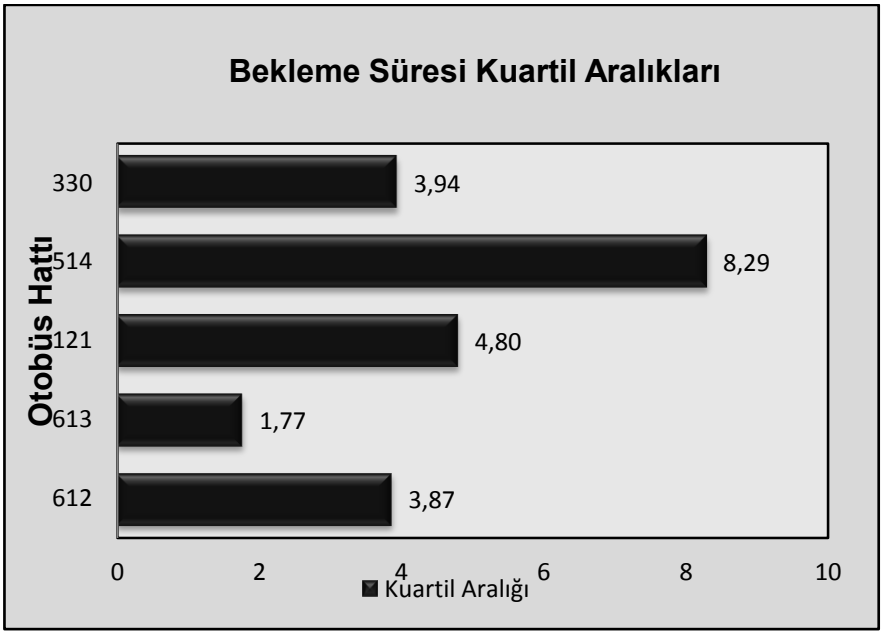
Tablo 4.12 Kasman durağından geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri

Otobüs Hattı	Biniş Sayıları	Ortalama	Standart Sapma	Aralık	Kuartil Aralık	Varyasyon Katsayısı
613	6	5,34	2,88	8,75	1,77	0,54
612	2	4,93	5,47	7,73	3,87	1,11
514	12	7,65	4,68	12,97	8,30	0,61
330	10	6,80	4,49	16,08	3,94	0,66
121	9	5,55	3,17	10,13	4,80	0,57

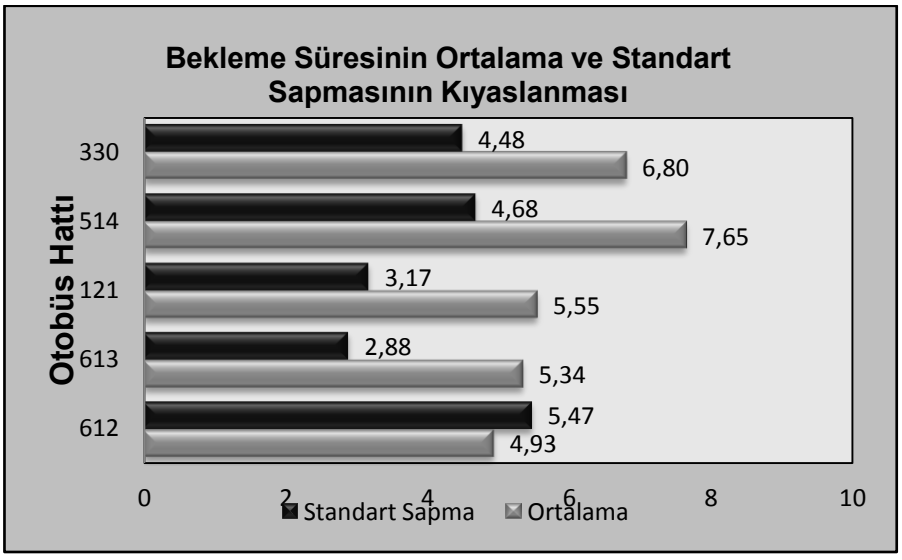
Tabloda görüldüğü gibi en çok binilen 514 no.lu hat olduğu görülmektedir. Yoğun yolcu hareketinin gözlenmediği durakta 330 no.lu Karşıyaka-Bornova hattı için bekleme sürelerinin geniş bir aralıkta gerçekleştiği görülmektedir. Ekstrem süreler çıkarıldığında ise 514 no.lu Karşıyaka-Tınaztepe hattı için daha geniş bir kuartil aralık ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.22 Kasman durağında bekleme süresi aralıkları



Şekil 4.23 Kasman durağında bekleme süresi kuartil aralıkları



Şekil 4.24 Kasman durağında bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması

4.7 Kayalar Mezarlığı Durağı

Kayalar Mezarlığı durağı, Anadolu Caddesi üzerinde yer almaktadır. Bu durakta duran ve yolcu alan otobüs numaraları; 128, 295, 329, 342, 344, 346 ve 853 şeklindedir. Durakta bilgilendirme sistemi mevcut değildir. Yapılan gözlemde otobüse binen toplam 23 yolcunun bekleme süreleri elde edilmiştir. Durağı kullanan yolcuların otobüsleri ortalama bekleme süreleri 5,87 dakika olarak hesaplanmıştır.

Gözlemlenen binişlerin duraktan geçen hatlara göre dağılımı Tablo 4.13'de verilmiştir. Bu durağın en çok 344 no.lu hattan yapılan binişlere hizmet ettiği görülmektedir.



Şekil 4.25 Kayalar mezarlığı durağı (Çiğli yönü)

Tablo 4.13 Kayalar mezarlığı durağında gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı

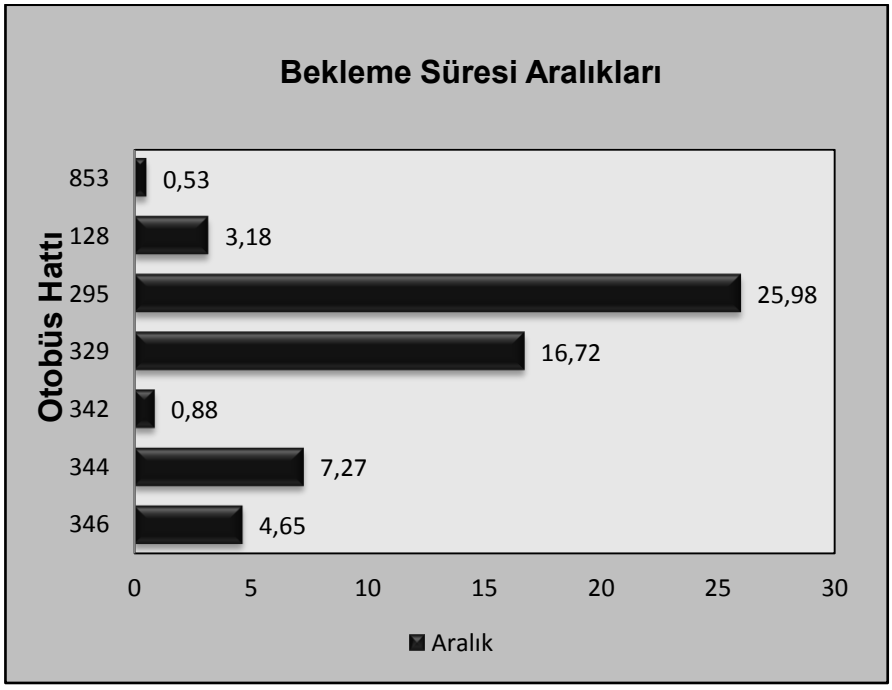
Hat No	Gözlemlenen Biniş Sayısı	Yüzde
346	3	%13,04
344	7	%30,43
342	2	%8,70
329	3	%13,04
295	4	%17,39
128	2	%8,70
853	2	%8,70
Toplam:	23	%100

Her bir hat için ayrı ayrı analiz edilen bekleme sürelerine ait tanımlayıcı istatistikler elde edilmiş olup Tablo 4.14'te verilmiştir.

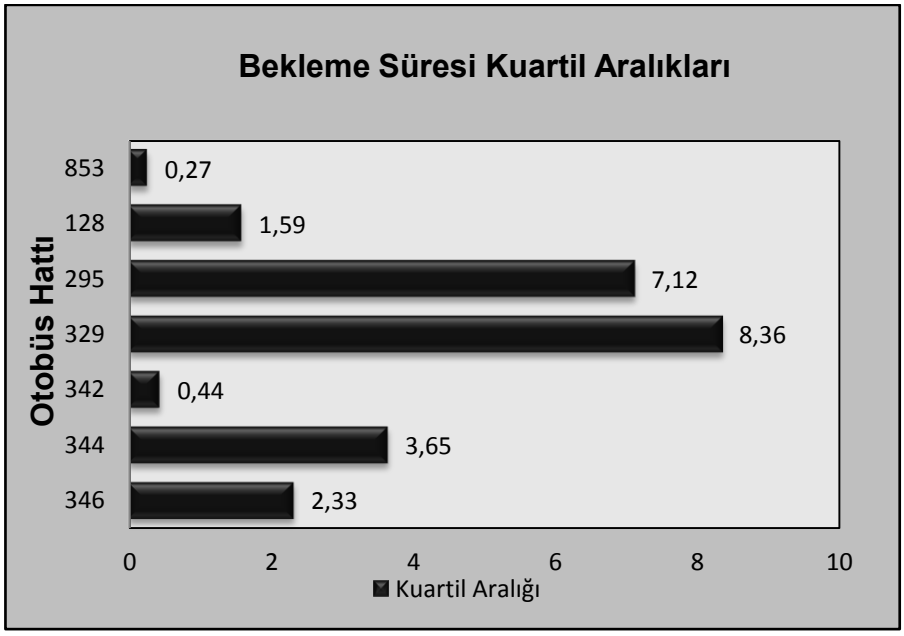
Tablo 4.14 Kayalar mezarlığı durağından geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri

Otobüs Hattı	Biniş Sayıları	Ortalama	Standart Sapma	Aralık	Kuartil Aralık	Varyasyon Katsayısı
346	3	3,23	2,61	4,65	2,32	0,14
344	7	5,08	2,71	7,27	3,65	0,53
342	2	8,79	0,62	0,88	0,44	0,07
329	3	9,01	9,19	16,71	8,36	1,02
295	4	9,42	12,57	25,98	7,12	1,33
128	2	3,21	2,25	3,18	1,59	0,70
853	2	0,52	0,37	0,53	0,27	0,73

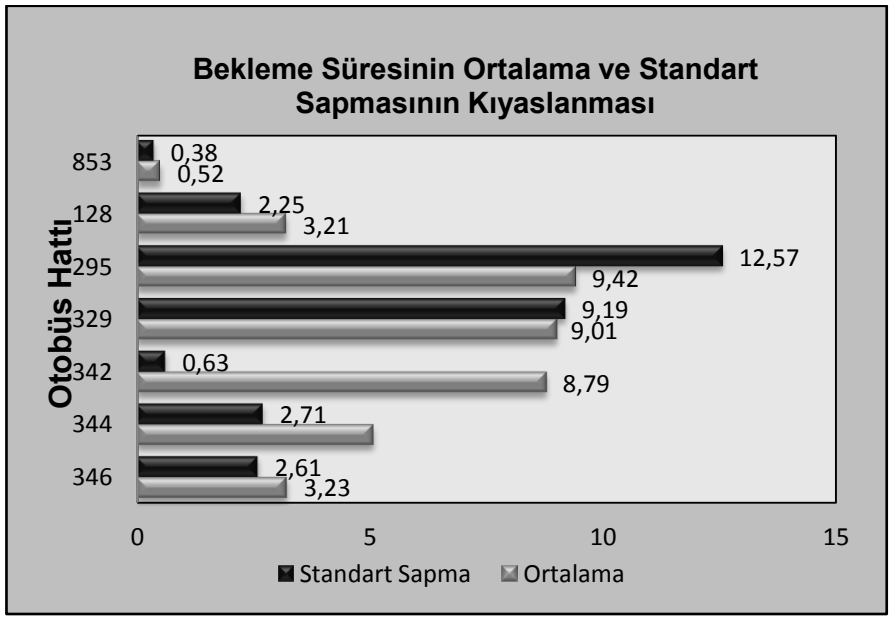
Tabloda görüldüğü gibi, durakta ortalama bekleme süreleri 10 dk'ya kadar çıkabilmektedir. Aralık değerleri de Kasman durağına kıyasla daha yüksektir.



Şekil 4.26 Kayalar mezarlığı durağında bekleme süresi aralıkları



Şekil 4.27 Kayalar mezarlığı durağında bekleme süresi kuartil aralıkları



Şekil 4.28 Kayalar mezarlığı durağında bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması

4.8 Hocazade Cami Durağı (Karşıyaka Yönü)

Hocazade Cami durağı, Şair Eşref Bulvarı üzerinde yer almaktadır. Bu durakta duran ve yolcu alan otobüs numaraları; 986, 250,163, 148, 90, 70, 63, 8 ve 168 şeklindedir



Şekil 4.29 Hocazade cami durağı (Karşıyaka yönü)

Durakta bilgilendirme sistemi mevcut değildir. Akşam 17-19 saatlerinde yapılan gözlemde otobüse binen toplam 57 yolcunun bekleme süreleri elde edilmiştir. Durağı kullanan yolcuların otobüsleri ortalama bekleme süreleri 6,24 dakika olarak hesaplanmıştır. Gözlemlenen binişlerin duraktan geçen hatlara göre dağılımı Tablo 4.15 'de verilmiştir. Bu durağın en çok 168 no.lu Gümrük-Evka 4 ve 63 Gümrük-Evka 3 Metro hatlarına yapılan binişlere hizmet ettiği görülmektedir. Her bir hat için ayrı ayrı analiz edilen bekleme sürelerine ait tanımlayıcı istatistikler elde edilmiş olup Tablo 4.16'da verilmiştir.

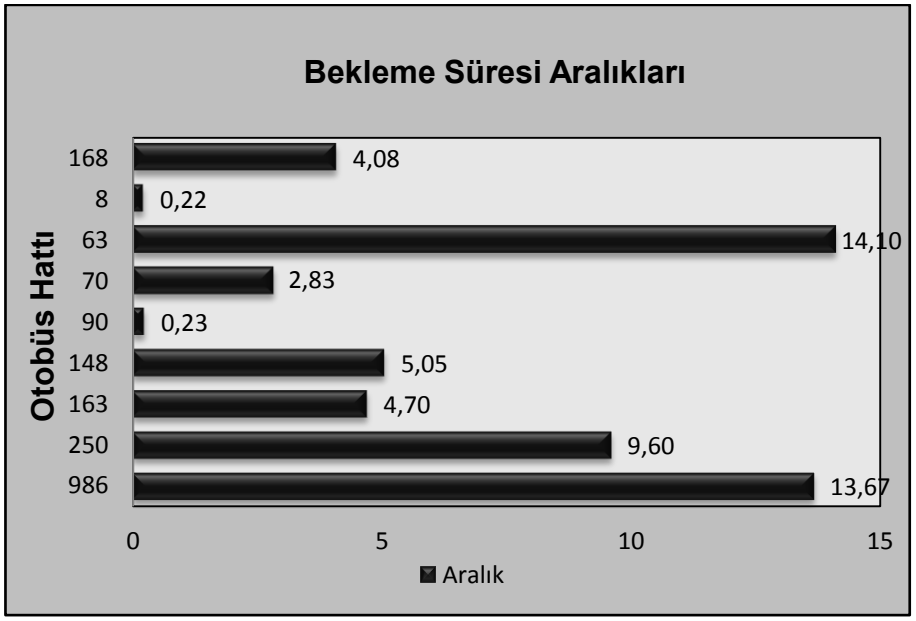
Bu durak için bekleme sürelerinin standart sapmalarının genel olarak ortalamaların altında kaldığı, dolayısıyla çok kısa veya çok uzun bekleme sürelerinin pek sık gözlemlenmediği söylenebilir.

Tablo 4.15 Hocazade cami durağında (karşıyaka yönü) gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı

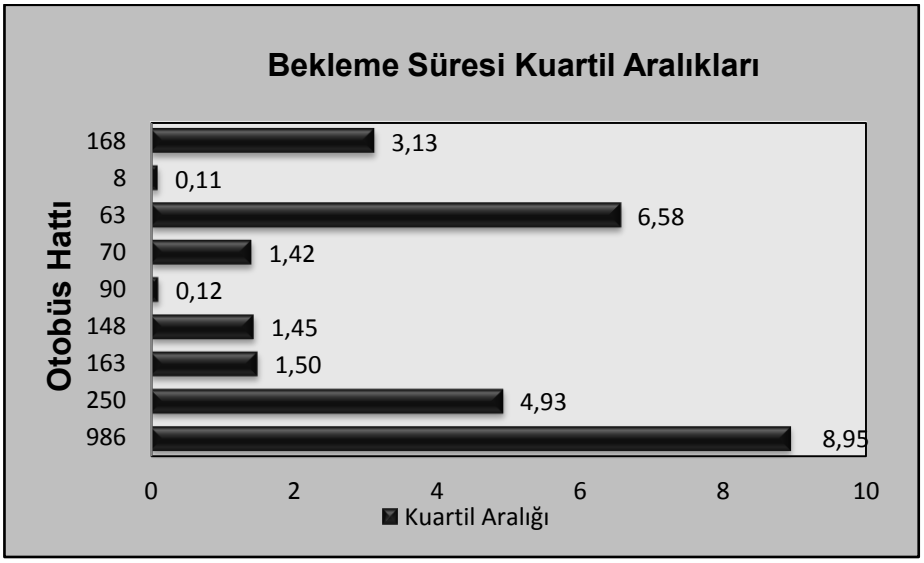
Hat No	Gözlemlenen Biniş Sayısı	Yüzde
986	8	%14,03
250	7	%12,28
163	4	%7,02
148	6	%10,53
90	3	%5,26
70	3	%5,26
63	11	%19,30
8	3	%5,26
168	12	%21,05
Toplam:	57	%100

Tablo 4.16 Hocazade cami durağından (Karşıyaka yönü) geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri

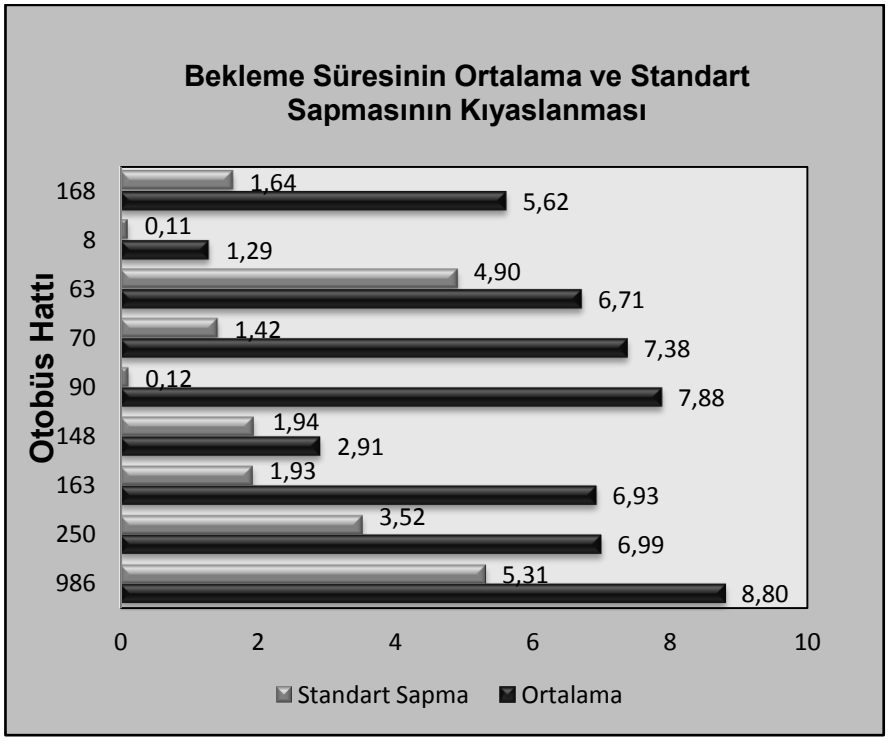
Otobüs Hattı	Biniş Sayıları	Ortalama	Standart Sapma	Aralık	Kuartil Aralık	Varyasyon Katsayısı
986	8	8,80	5,31	13,66	8,95	0,60
250	7	6,99	3,52	9,60	4,93	0,50
163	4	6,92	1,92	4,70	1,50	0,28
148	6	2,91	1,94	5,05	1,45	0,67
90	3	7,87	0,12	0,23	0,12	0,02
70	3	7,37	1,41	2,83	1,42	0,19
63	11	6,71	4,90	14,10	6,57	0,73
8	3	1,29	0,11	0,22	0,101	0,09
168	12	5,61	1,64	4,08	3,13	0,29



Şekil 4.30 Hocazade cami durağında (Karşıyaka yönü) bekleme süresi aralıkları



Şekil 4.31 Hocazade cami durağında (Karşıyaka yönü) bekleme süresi kuartil aralıkları



Şekil 4.32 Hocazade cami durağında (Karşıyaka yönü) bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması

4.9 Hocazade Cami Durağı (Merkez Yönü)

Hocazade cami durağı, Şair Eşref Bulvarı üzerinde yer almaktadır. Bu durakta duran ve yolcu alan otobüs numaraları; 986, 250,163, 201, 90, 70, 79 ve 8 şeklindedir.



Şekil 4.33 Hocazade cami durağı (merkez yönü)

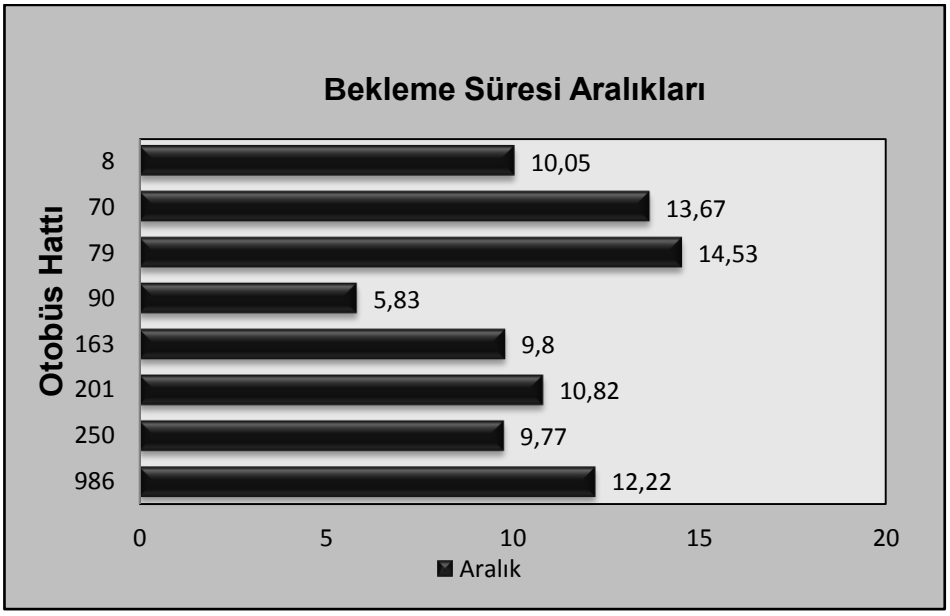
Durakta bilgilendirme sistemi mevcuttur. Akşam saatlerinde yapılan oldukça yoğun talepli durağın gözleminde otobüse binen toplam 133 yolcunun bekleme süreleri elde edilmiştir. Durağı kullanan yolcuların otobüsleri ortalama bekleme süreleri 8,51 dakika olarak hesaplanmıştır. Gözlemlenen binişlerin duraktan geçen hatlara göre dağılımı Tablo 4.17'de verilmiştir. Bu durağın en çok 986 no.lu F.Altay-Halkapınar Metro hattı için yapılan binişlere hizmet ettiği görülmektedir. Her bir hat için ayrı ayrı analiz edilen bekleme sürelerine ait tanımlayıcı istatistikler elde edilmiş olup Tablo 4.18'de verilmiştir. Bekleme süreleri genel olarak incelendiğinde, standart sapmaların ve kuartil aralıkların ortalama değerlerine göre düşük olduğu, dolayısıyla her bir hat için sabite yakın seyreden bekleme sürelerinin gerçekleştiği söylenebilir.

Tablo 4.17 Hocazade cami durağında (merkez yönü) gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı

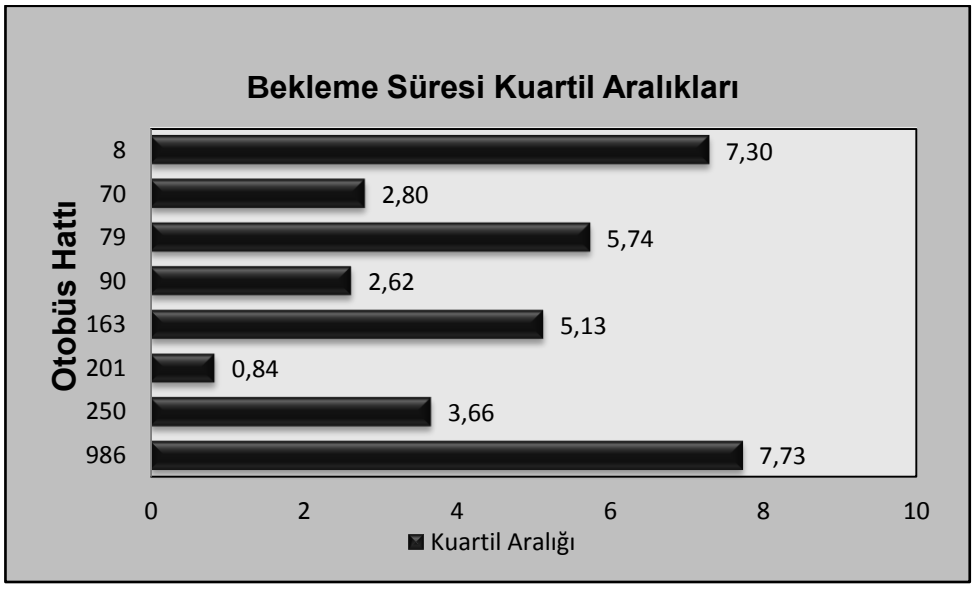
Hat No	Gözlemlenen Biniş Sayısı	Yüzde
986	21	%15,78
250	18	%13,53
201	18	%13,53
163	10	%7,51
90	10	%7,52
79	19	%14,28
70	19	%14,28
8	8	%6,01
Toplam:	133	%100

Tablo 4.18 Hocazade cami durağından (merkez yönü) geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri

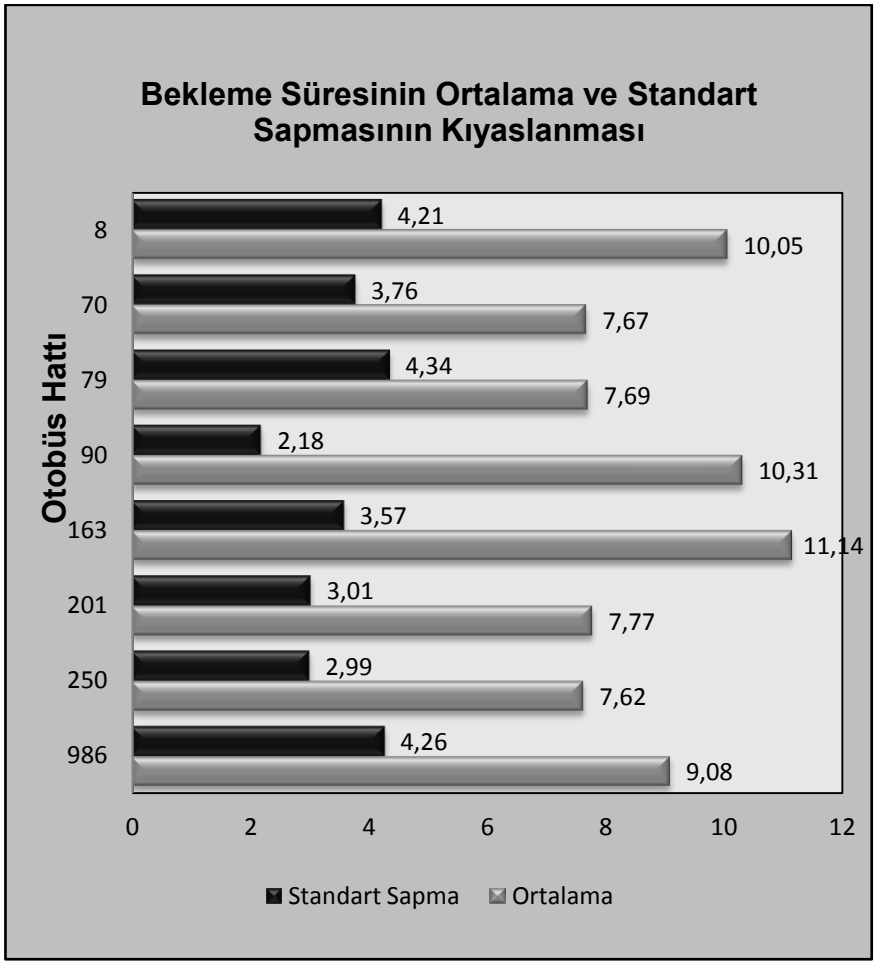
Otobüs Hattı	Biniş Sayıları	Ortalama	Standart Sapma	Aralık	Kuartil Aralık	Varyasyon Katsayısı
986	21	9,08	4,28	12,21	7,73	0,47
250	18	7,62	2,98	9,76	3,66	0,39
201	18	7,77	3,01	10,81	0,84	0,39
163	10	11,14	3,57	9,80	5,12	0,32
90	10	10,30	2,17	5,83	2,62	0,21
79	19	7,69	4,34	14,53	5,74	0,56
70	19	7,67	3,76	13,66	2,80	0,49
8	8	10,05	4,20	10,05	7,29	0,42



Şekil 4.34 Hocazade cami durağında (merkez yönü) bekleme süresi aralıkları



Şekil 4.35 Hocazade cami durağında (merkez yönü) bekleme süresi kuartil aralıkları



Şekil 4.36 Hocazade cami durağında (merkez yönü) bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması

4.10 Adliye Durağı (Merkez Yönü)

Adliye durağı, Ankara Caddesi üzerinde yer almaktadır. Yakınında büyük bir Adalet Sarayı ve birçok hukuk bürosunun yer aldığı durakta duran ve yolcu alan otobüs numaraları; 699, 613, 599, 515, 506, 502, 299, 214, 162, 148, 147, 120, 102, 78, 63 ve 504 şeklindedir.



Şekil 4.37 Adliye durağı (merkez yönü)

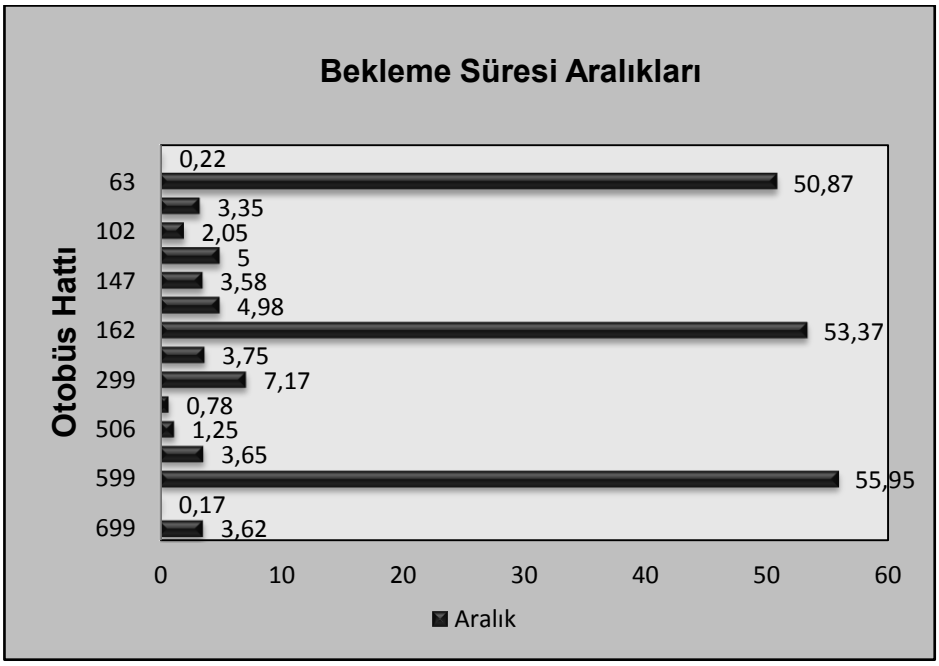
Durakta bilgilendirme sistemi mevcuttur. Yapılan gözlemde otobüse binen toplam 97 yolcunun bekleme süreleri elde edilmiştir. Durağı kullanan yolcuların otobüsleri ortalama bekleme süreleri 6,79 dakika olarak hesaplanmıştır. Gözlemlenen binişlerin duraktan geçen hatlara göre dağılımı Tablo 4.19'da verilmiştir. Bu durağın en çok 63, 162, 147 ve 515 no.lu hatlar için yapılan binişlere hizmet ettiği görülmektedir. Her bir hat için ayrı ayrı analiz edilen bekleme sürelerine ait tanımlayıcı istatistikler elde edilmiş olup Tablo 4.20'de verilmiştir. En çok talebi olan 63 Gümrük-Evka 3 Metro ve 162 Gümrük-Cengizhan hatlarının varyasyon katsayılarının oldukça büyük olması, hatların beklenen aralıklarda durağa ulaşamadığını göstermektedir. Ortalaması 25 dk'ya yaklaşan 599 no.lu Halkapınar Metro- M. Erener hattı dışında ortalama bekleme sürelerinin düşük düzeyde seyrettiği söylenebilir.

Tablo 4.19 Adliye durağında (merkez yönü) gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı

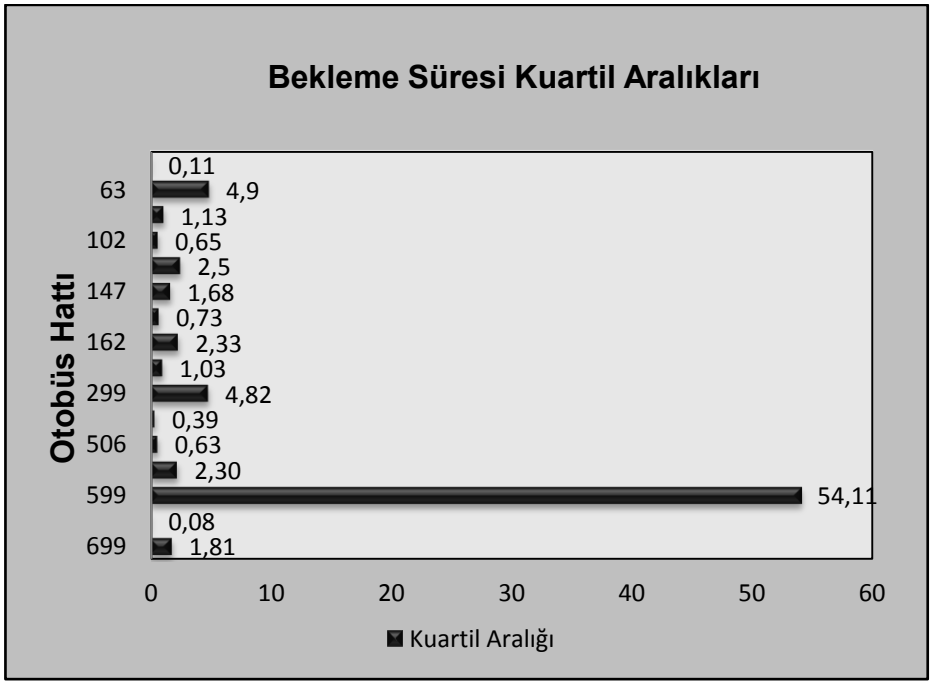
Hat No	Gözlemlenen Biniş Sayısı	Yüzde
699	2	%2,06
613	3	%3,09
599	7	%7,21
515	11	%11,34
506	3	%3,09
502	2	%2,06
299	5	%5,15
214	4	%4,12
162	13	%13,40
148	7	%7,21
147	12	%12,37
120	2	%2,06
102	4	%4,12
78	4	%4,12
63	13	%13,40
504	2	%2,06
Toplam:	97	%100

Tablo 4.20Adliye durağından (merkez yönü) geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri

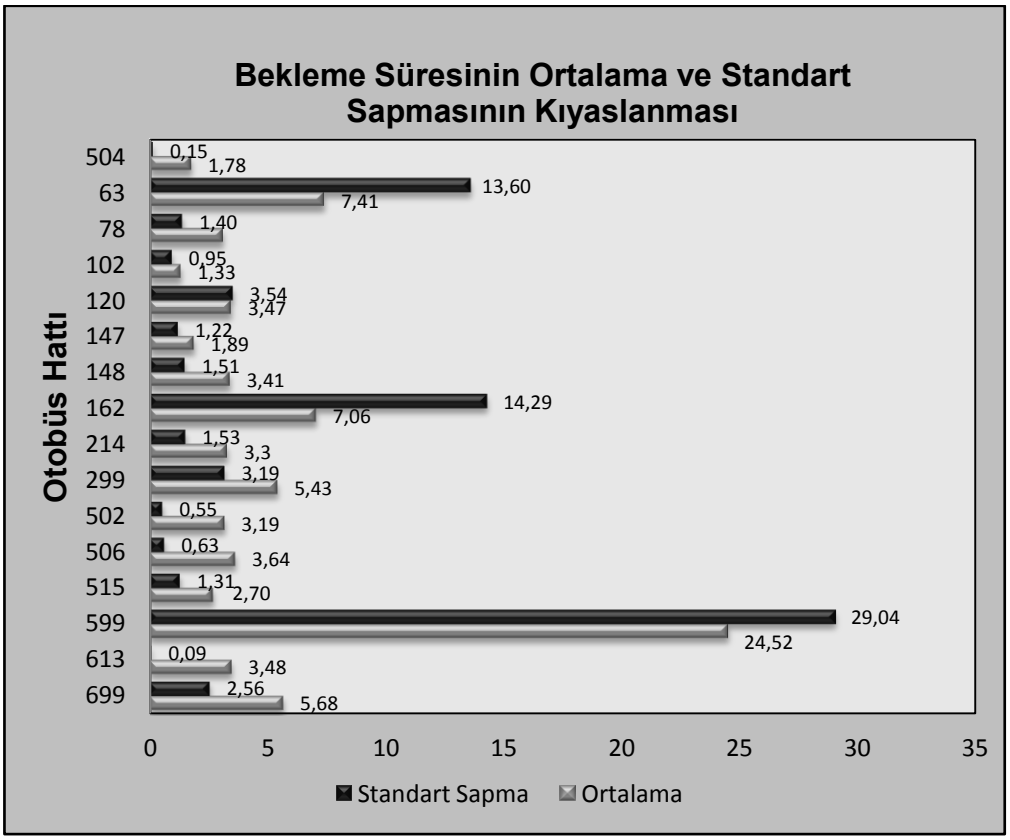
Otobüs Hattı	Biniş Sayıları	Ortalama	Standart Sapma	Aralık	Kuartil Aralık	Varyasyon Katsayısı
699	2	5,67	2,55	3,61	1,80	0,45
613	3	3,48	0,09	0,16	0,08	0,03
599	7	24,52	29,05	55,95	54,10	1,18
515	11	2,70	1,30	3,65	2,25	0,48
506	3	3,63	0,63	1,25	0,62	0,17
502	2	3,19	0,55	0,78	0,39	0,17
299	5	5,43	3,19	7,16	4,81	0,59
214	4	3,30	1,53	3,75	1,02	0,46
162	13	7,06	14,29	53,37	2,33	2,02
148	7	3,40	1,51	4,98	0,73	0,44
147	12	1,88	1,21	3,58	1,68	0,65
120	2	3,46	3,53	5,00	2,50	1,02
102	4	1,33	0,95	2,05	0,65	0,72
78	4	3,11	1,40	3,35	1,12	0,45
63	13	7,40	13,60	50,87	4,90	1,84
504	2	1,77	0,15	0,21	0,11	0,09



Şekil 4.38 Adliye durağında (merkez yönü) bekleme süresi aralıkları



Şekil 4.39 Adliye durağında (merkez yönü) bekleme süresi kuartil aralıkları



Şekil 4.40 Adliye durağında (merkez yönü) bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması

4.11 Adliye Durağı (Karşıyaka Yönü)

Adliye durağı, Ankara Caddesi üzerinde yer almaktadır. Bu durakta duran ve yolcu alan otobüs numaraları; 47, 63, 77, 78, 120, 130, 147, 249, 299, 498, 502, 515, 599 ve 699 şeklindedir.



Şekil 4.41 Adliye durağı (Karşıyaka yönü)

Durakta bilgilendirme sistemi mevcuttur. Durak geometrik açıdan ilginç bir kullanıma sahiptir. Geometrik olarak cepli ve refüjle ayrılmış bir tasarımı olmasına karşın, cep bölgesi otopark şeklinde kullanıldığından otobüsler cebe girmemekte, yolcular durak alanında değil, refüj üzerinde beklemek zorunda kalmaktadır. Yapılan gözlemde otobüse binen toplam 116 yolcunun bekleme süreleri elde edilmiştir. Durağı kullanan yolcuların otobüsleri ortalama bekleme süreleri 4,192 dakika olarak hesaplanmıştır. Gözlemlenen binişlerin duraktan geçen hatlara göre dağılımı Tablo 4.21'de verilmiştir.

Bu durağın en çok 63 Gümrük-Evka3 Metro ve 78 Gümrük-Yamanlar hatlarından yapılan binişlere hizmet ettiği görülmektedir. Her bir hat için ayrı ayrı analiz edilen

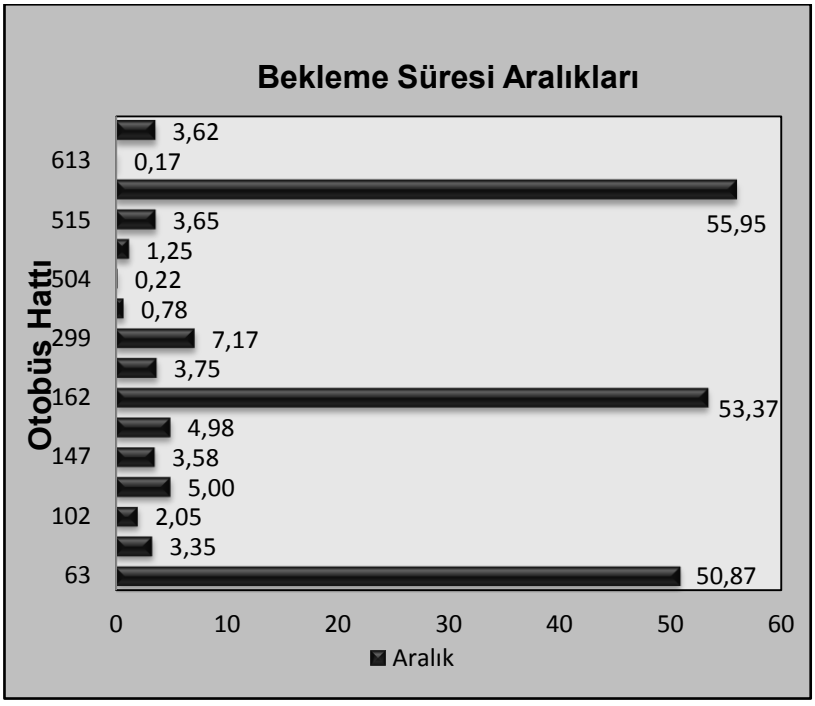
bekleme sürelerine ait tanımlayıcı istatistikler elde edilmiş olup Tablo 4.22'de verilmiştir.

Tablo 4.21 Adliye Durağında (Karşıyaka yönü) gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı

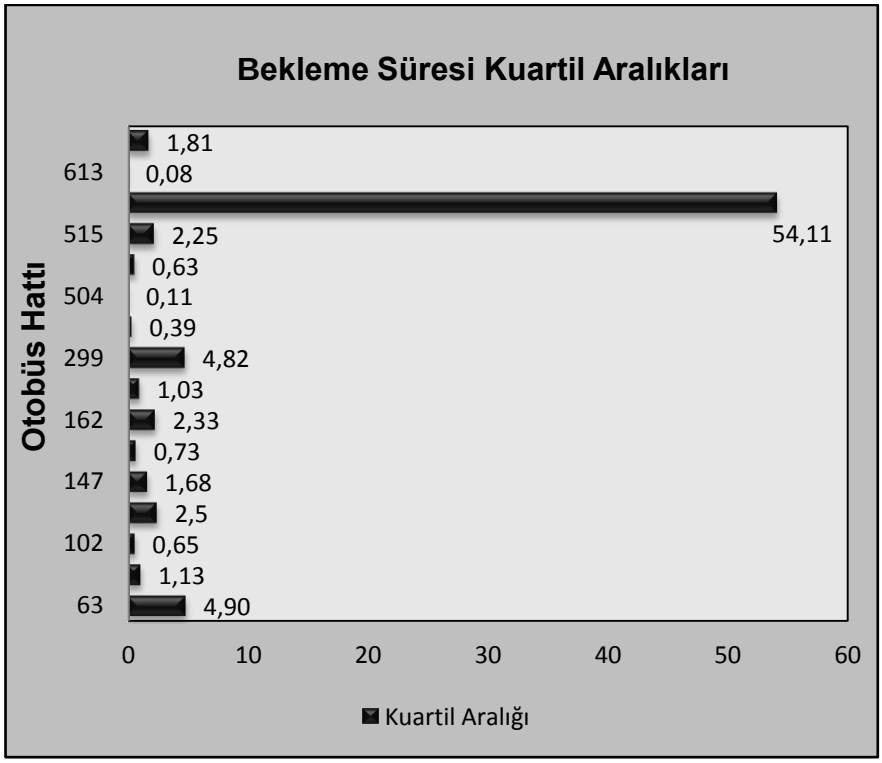
Hat No	Gözlemlenen Biniş Sayısı	Yüzde
47	1	%0,86
63	18	%15,52
77	7	%6,03
78	14	%12,07
120	7	%6,03
130	3	%2,59
147	12	%10,34
148	11	%9,48
249	8	%6,90
299	8	%6,90
498	2	%1,72
502	2	%1,72
515	13	%11,21
599	5	%4,31
699	5	%4,31
Toplam:	116	%100,0

Tablo 4.22Adliye durağından (Karşıyaka yönü) geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri

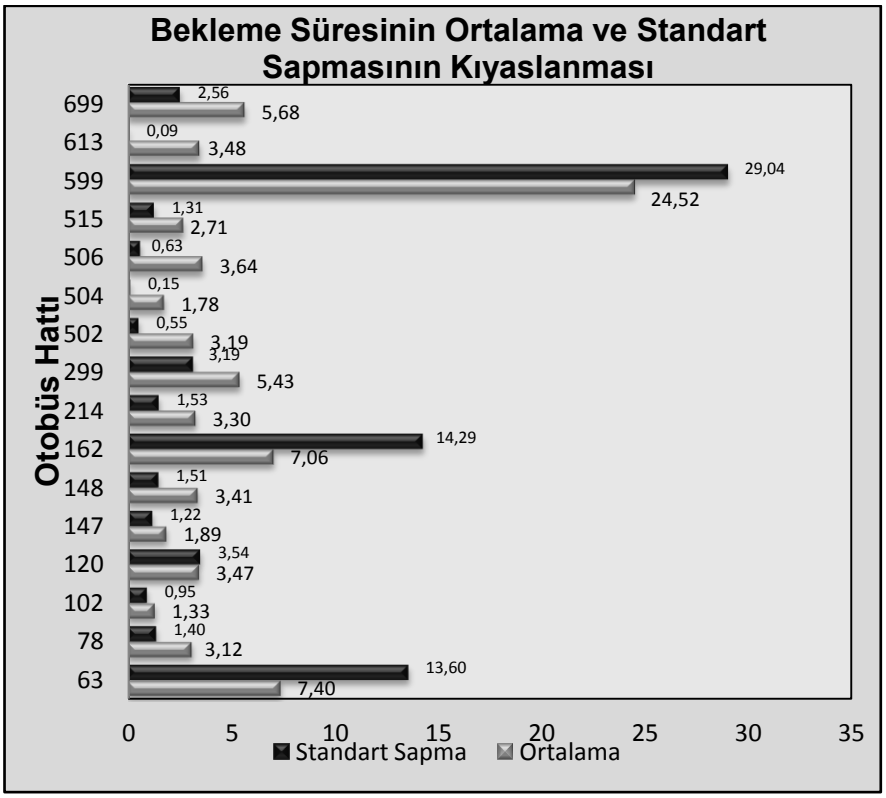
Otobüs Hattı	Biniş Sayıları	Ortalama	Standart Sapma	Aralık	Kuartil Aralık	Varyasyon Katsayısı
47	1	16,35	###	0,00	0,00	###
63	18	2,99	1,52	5,92	1,72	0,51
77	7	1,81	0,98	2,37	1,46	0,54
78	14	4,15	1,31	4,60	1,44	0,32
120	7	3,18	1,06	3,65	0,21	0,33
130	3	4,00	1,22	2,23	1,12	0,31
147	12	10,57	4,87	13,8	2,94	0,46
148	11	5,02	1,78	6,40	1,79	0,36
249	8	3,48	1,03	2,78	1,37	0,29
299	8	3,81	1,83	5,33	2,88	0,48
498	2	1,73	0,04	0,05	0,03	0,02
502	2	5,04	0,41	0,58	0,29	0,08
515	13	2,53	2,04	5,85	2,90	0,81
599	5	0,96	0,23	0,64	0,24	0,29
699	5	4,58	2,06	5,28	2,20	0,45



Şekil 4.42 Adliye durağında (Karşıyaka yönü) bekleme süresi aralıkları



Şekil 4.43 Adliye durağında (Karşıyaka yönü) bekleme süresi kuartil aralıkları



Şekil 4.44 Adliye durağında (Karşıyaka yönü) bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması

4.12 Naldöken Durağı (Merkez Yönü)

Naldöken durağı, Anadolu Caddesi üzerinde yer almaktadır. Bu durakta duran ve yolcu alan otobüs numaraları; 77, 78, 125, 128, 131, 222, 247, 295, 326, 329, 342, 344, 346, 546 ve 853 şeklindedir.



Şekil 4.45 Naldöken durağı (merkez yönü)

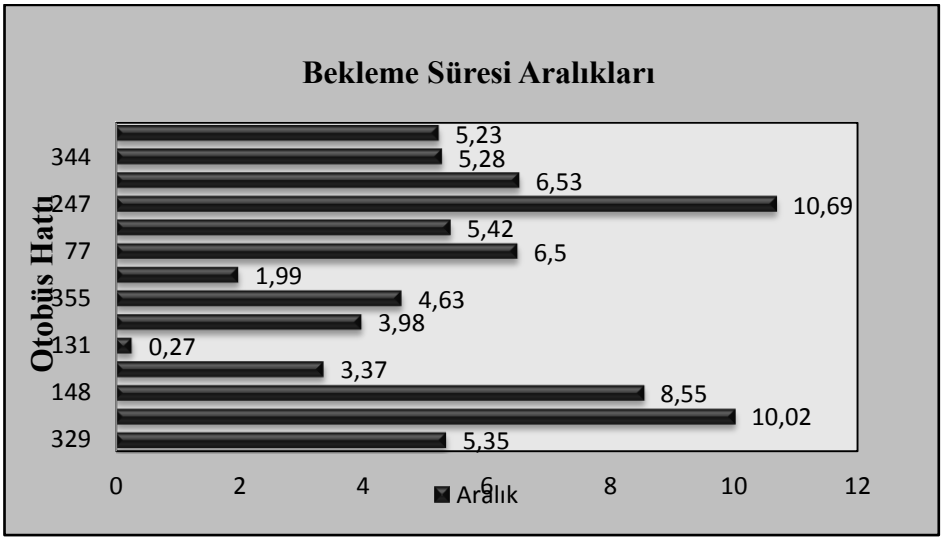
Durakta bilgilendirme sistemi mevcuttur. Yapılan gözlemde otobüse binen toplam 78 yolcunun bekleme süreleri elde edilmiştir. Durağı kullanan yolcuların otobüsleri ortalama bekleme süreleri 3,22 dakika olarak hesaplanmıştır. Gözlemlenen binişlerin duraktan geçen hatlara göre dağılımı Tablo 4.23'te verilmiştir. Bu durağın en çok 329, 140 ve 295 no.lu hatlar için yapılan binişlere hizmet ettiği görülmektedir. Her bir hat için ayrı ayrı analiz edilen bekleme sürelerine ait tanımlayıcı istatistikler elde edilmiş olup Tablo 4.24'te verilmiştir.

Tablo 4.23 Naldöken durağında (merkez yönü) gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı

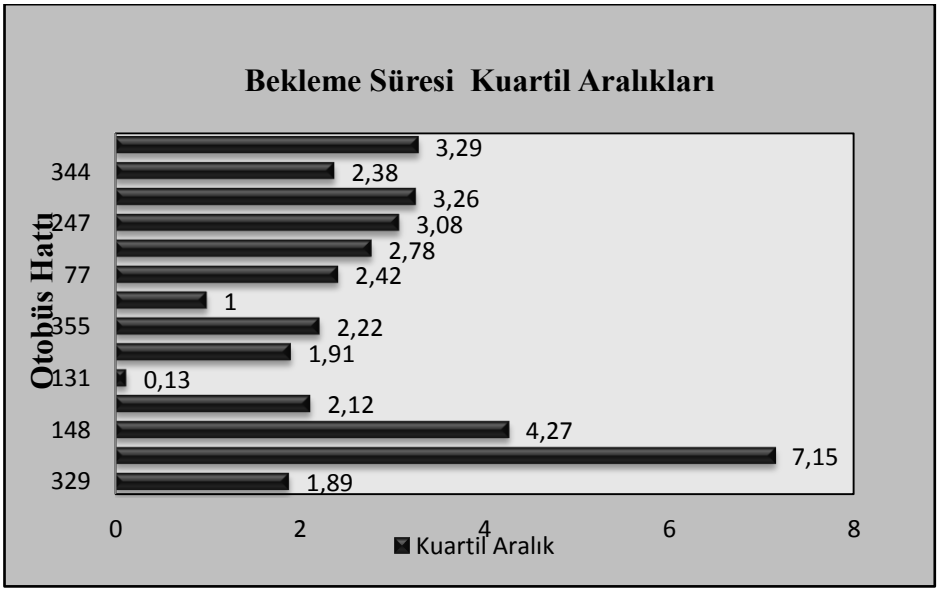
Hat No	Gözlemlenen Biniş Sayısı	Yüzde
329	14	17,95%
140	12	15,84%
148	3	3,84%
325	5	6,41%
131	2	2,64%
295	8	10,26%
355	5	6,41%
128	3	3,84%
77	5	6,41%
477	6	6,92%
247	4	5,13%
346	2	2,64%
344	5	6,41%
147	4	5,13%
Toplam:	78	100%

Tablo 4.24 Naldöken durağından (merkez yönü) geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri

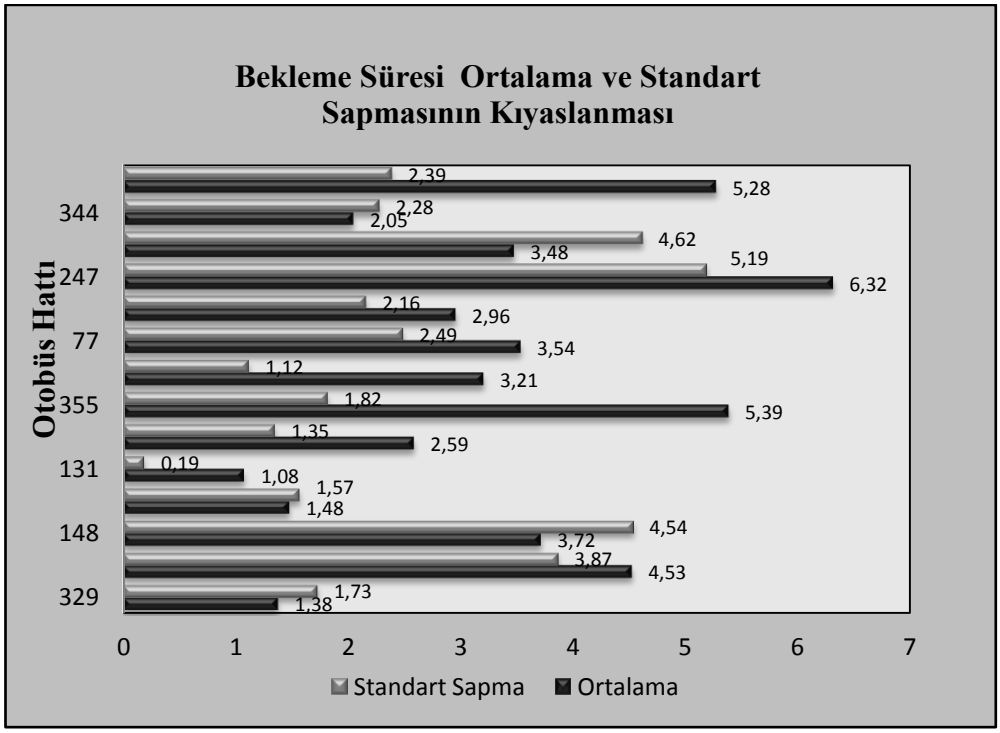
Otobüs Hattı	Biniş Sayıları	Ortalama	Standart Sapma	Aralık	Kuartil Aralık	Varyasyon Katsayısı
329	14	1,38	1,73	5,35	1,89	1,25
140	12	4,53	3,87	10,02	7,15	0,85
148	3	3,72	4,54	8,55	4,27	1,22
325	5	1,48	1,57	3,37	2,12	1,06
131	2	1,08	0,19	0,27	0,13	0,17
295	8	2,59	1,35	3,98	1,91	0,52
355	5	5,39	1,82	4,63	2,22	0,34
128	3	3,21	1,12	1,99	1	0,35
77	5	3,54	2,49	6,5	2,42	0,71
477	6	2,96	2,16	5,42	2,78	0,73
247	4	6,32	5,19	10,69	3,08	0,82
346	2	3,48	4,62	6,53	3,26	1,14
344	5	2,05	2,28	5,28	2,38	1,11
147	4	5,28	2,39	5,23	3,29	0,45



Şekil 4.46 Naldöken durağında (merkez yönü) bekleme süresi aralıkları



Şekil 4.47 Naldöken durağında (merkez yönü) bekleme süresi kuartil aralıkları



Şekil 4.48 Naldöken durağında (merkez yönü) bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması

4.13 Naldöken Durağı (Serinkuyu Yönü)

Naldöken durağı, Anadolu Caddesi üzerinde yer almaktadır. Bu durakta duran ve yolcu alan otobüs numaraları; 77, 78, 125, 128, 131, 222, 247, 295, 326, 329, 342, 344, 346, 546 ve 853 şeklindedir.



Şekil 4.49 Naldöken durağı (Serinkuyu yönü)

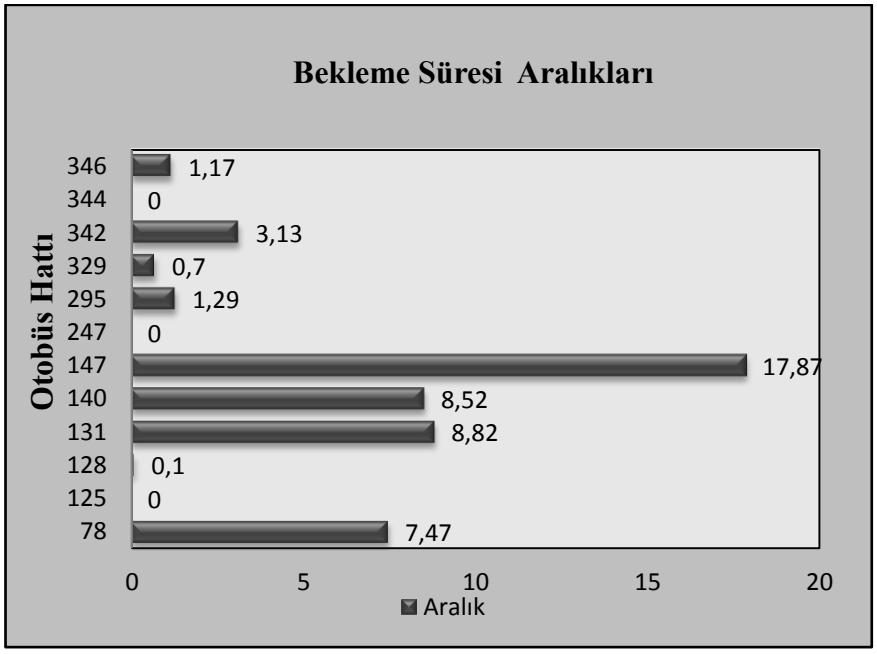
Durakta bilgilendirme sistemi mevcuttur. Yapılan gözlemde otobüse binen toplam 38 yolcunun bekleme süreleri elde edilmiştir. Durağı kullanan yolcuların otobüsleri ortalama bekleme süreleri 4,55 dakika olarak hesaplanmıştır. Gözlemlenen binişlerin duraktan geçen hatlara göre dağılımı Tablo 4.25'de verilmiştir. Bu durağın en çok 140, 147ve 346 no.lu hatlar için yapılan binişlere hizmet ettiği görülmektedir. Her bir hat için ayrı ayrı analiz edilen bekleme sürelerine ait tanımlayıcı istatistikler elde edilmiş olup Tablo 4.26'da verilmiştir.

Tablo 4.25 Naldöken durağında (Serinkuyu yönü) gözlemlenen yolcu binişlerinin hatlara dağılımı

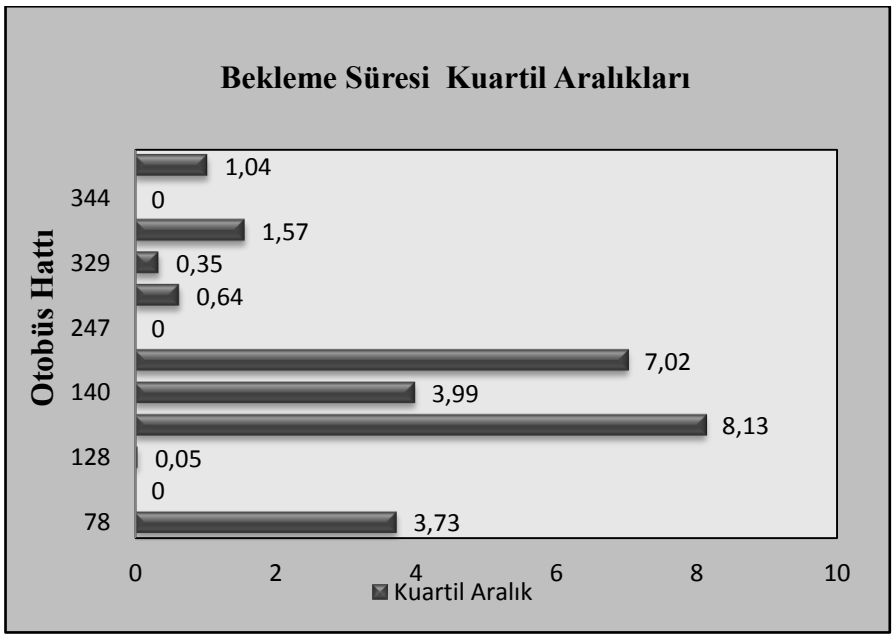
Hat No	Gözlemlenen Biniş Sayısı	Yüzde
78	3	7,97%
125	1	2,63%
128	2	5,26%
131	5	13,16%
140	6	15,79%
147	6	15,79%
247	1	2,63%
295	3	7,97%
329	2	5,26%
342	2	5,26%
344	1	2,63%
346	6	15,79%
Toplam:	38	100%

Tablo 4.26 Naldöken durağından (Serinkuyu yönü) geçen hatlara ait bekleme süresi istatistikleri

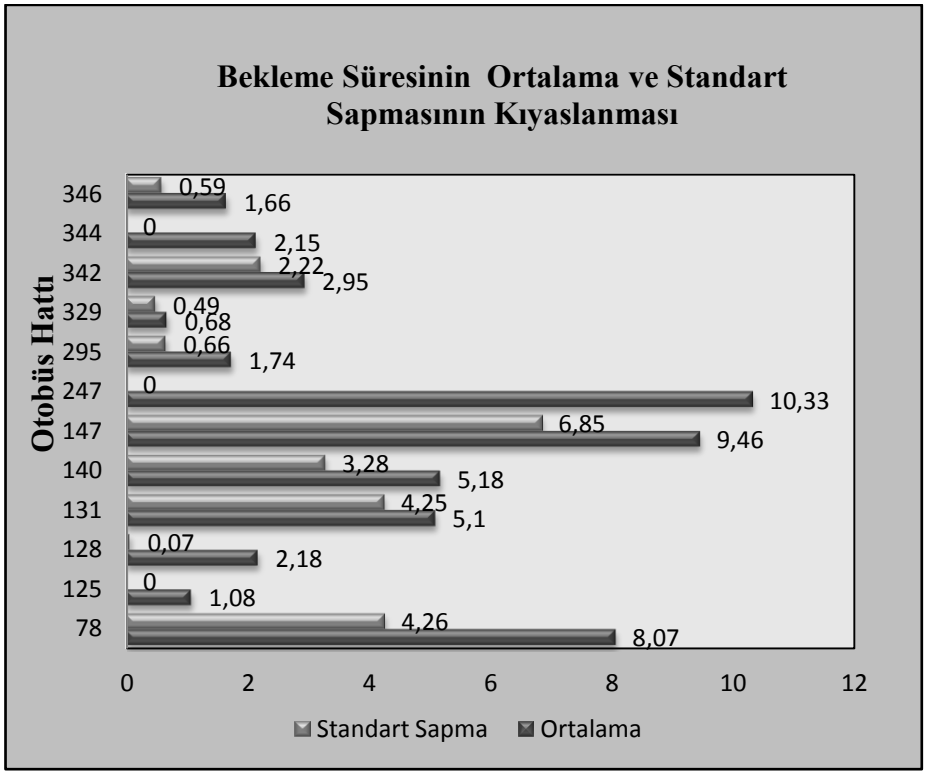
Otobüs Hattı	Biniş Sayıları	Ortalama	Standart Sapma	Aralık	Kuartil Aralık	Varyasyon Katsayısı
78	3	8,07	4,26	7,47	3,73	0,53
125	1	1,08	###	0	0	0
128	2	2,18	0,07	0,1	0,05	0,03
131	5	5,1	4,25	8,82	8,13	0,83
140	6	5,18	3,28	8,52	3,99	0,63
147	6	9,46	6,85	17,87	7,02	0,72
247	1	10,33	###	0	0	0
295	3	1,74	0,66	1,29	0,64	0,38
329	2	0,68	0,49	0,7	0,35	0,72
342	2	2,95	2,22	3,13	1,57	0,75
344	1	2,15	###	0	0	0
346	6	1,66	0,59	1,17	1,04	0,35



Şekil 4.50 Naldöken durağında (Serinkuyu yönü) bekleme süresi aralıkları



Şekil 4.51 Naldöken durağında (Serinkuyu yönü) bekleme süresi kuartil aralıkları



Şekil 4.52 Naldöken durağında (Serinkuyu yönü) bekleme süresinin ortalama ve standart sapmasının kıyaslanması

BÖLÜM BEŞ
GÜVENİLİRLİK

5.1 Giriş

Güvenilirlik, toplu ulaşım sisteminin işletme karakteristikleriyle ilişkili olan servis kalitesi ölçme yöntemidir (Liu ve Sinha, 2007). Yolcuların bekleme süreleri servis sıklığından çok sefer tarifesinin güvenilirliğinden etkilenmektedir.

Abkowitz ve diğer., (1978) güvenilirliği; toplu ulaşım işletmecilerinin ve yolcuların karar verme süreçlerini etkileyen servis özelliklerindeki süreklilik olarak tanımlamıştır. Güvenilirlikle ilgili yapılan çalışmalarda temel olarak toplam seyahat süresinin ve temel bileşenlerinin tahmin edilmesi konusu incelenmektedir. Özellikle seyahat süresindeki değişkenlik yolcuları iki farklı şekilde etkilemektedir.

- Güvenilir olmayan servislerin toplam seyahat süresi ve bekleme süresinin tahmin edilememesi
- Güvenilir olmayan servislerin, yolcuların faydasızlığı minimize edilmesini amaçlayan en uygun seyahat seçeneği kararını vermesini engellemesi.

Güvenilirlik, toplu ulaşım sisteminin, bir çizelgelemeye ya da daha önceden belirlenmiş sefer aralıklarına ve sabit bir seyahat süresine bağlı kalma kabiliyeti olarak da tanımlanabilir. Başka bir değişle sistemin dakiklik ve düzenlilik performansı olarak açıklanabilir (Chen, Yu Zhang ve Guo, 2009).

(Chapman, 1976) daha kapsamlı bir tanımlama yaparak güvenilirliğin içerisine temizlik, yolcu konforu, sefer sıklıklarındaki düzenlilik, güvenlik, yolcu bilgilendirme gibi unsurları da dahil etmiştir. Otobüs toplu ulaşım sisteminin güvenilirliğini arttırmak otobüsle yapılan toplu ulaşım hizmetinin çekiciliğini arttıran bir potansiyeldir. Güvenilirlik incelenerek daha kaliteli hizmet sunmak için çeşitli stratejiler geliştirilebilir. Güvenilirlik, durakta bekleyen yolcuların otobüsü bekleme süresini ve otobüs hatlarının toplam sefer sürelerini etkileyen bir faktördür. Eğer

yolcular hattın güvenilirliğini düşük bulurlarsa otobüsü/treni kaçırmamak için durağa daha erken bir saatte gelmek zorunda kalacaklardır (Transportation Research Board (TCRP), 2003a).

Güvenilirlik, birbirini takip eden araçlar arasındaki süre düzenliliğini ve araçların durağa/istasyona zamanında gelme oranlarını içermektedir. Düzensiz sefer aralıkları düzensiz yolcu hacimlerine neden olmaktadır. Gelmesi gereken zamandan daha geç bir sürede durağa ulaşan bir otobüs hem kendisini bekleyen yolcuları hem de bir sonraki seferde gelecek otobüsü bekleyen yolcuları taşımak zorunda kalacaktır. Sonraki seferi yapan otobüs ise zamanında kalkmasına rağmen duraktaki yolcuları bir önceki otobüsün almasından dolayı, hem boş kalacak hem de duraklara olması gereken zamandan daha önce ulaşacaktır. Bir süre sonra ise hızlı olan arkadaki araç geç kalan araca yetişecek ve peş peşe hareket etmeye başlayacaklardır (katar oluşumu) (TCRP, 2003a).

Toplu ulaşım sistemlerinde güvenilirlik, yolcular ve işletmeciler açısından çok önemli bir yere sahiptir. Güvenilirliğin göz ardı edilmesi yolcular için bekleme sürelerinin artışına, düzensiz araç sıklıkları nedeniyle konforsuzluğa neden olmaktadır. İşletmeciler açısından ise ölü mesafe ve işletme maliyet artışına ve filodan yararlanma oranının azalmasına yol açmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalar güvenilirliğin yolcuların tür seçimlerini etkilediğini de göstermektedir (Turnquist ve Bowman, 1980). Toplu ulaşım güvenilirliğini arttırmak toplu ulaşım sektörünün uzun yıllardan beri ulaşmak istediği hedeflerden biridir.

5.1.1 Güvenilirliği Etkileyen Faktörler

Otobüs sistemleri, metro ve hafif raylı sistemlerle karşılaştırıldığında trafik tıkanıklarından, hava durumundan, yolcu yükü değişimlerinden ve işletme personelinin davranışlarından daha fazla etkilenmektedir. Otobüsle yapılan yolculukların seyahat süresinin özel araçla yapılan yolculukların seyahat süresine eşit veya özel araçla yapılan yolculukların seyahat süresinden daha fazla olduğu

gözlemlenmektedir. Genel olarak güvenilirliği etkileyen faktörler aşağıdaki gibi gruplandırılabilir.

a) **Trafik Karakteristikleri:** Trafikteki araçların kompozisyonu, şerit sayısı, trafik talebinin gün içindeki değişimi ve mevcut trafiğin doygunluk oranı, diğer araç trafiği ile karışık işletme sistemi, sinyalizasyondan kaynaklı gecikmeler, kazalar, diğer araçların park manevraları güvenilirliği etkilemektedir (Shinda ve Liu, 2007), (TCRP, 2003a).
b) **Hat (Rota) Karakteristikleri:** Hattın uzunluğu, sefer aralıkları, sefer süreleri, otobüs duraklarının konumu (otobüsler için ayrılmış ceplerin bulunup bulunmaması), hattın bazı bölümlerinde ya da tamamında otobüse şerit tahsisi uygulamaları ya da kavşaklarda otobüs öncelikli sistemlerin bulunması, kaldırım kenarı parklanmaları ve kaplama koşulları güvenilirliği etkilemektedir (Shinda ve Liu, 2007).
c) **Yolcu karakteristikleri:** Duraklardaki yolcu yoğunlukları, yolcu hacimlerindeki değişim, yolcuların rota seçimleri ve yolcu gelişlerinin dağılımları da güvenilirliği etkilemektedir. (Turnquist ve Bowman, 1980), yolcu talebiyle kesim seyahat süresinin değişiminin içsel bağımlı olduğunu ve servis sıklığının kuyruklanmaya sebep olabileceğini söylemiştir.

5.2 Güvenilirlik Tahmin Yöntemleri

Toplu ulaşım servislerinin güvenilirliği durağa bağlı olarak ve hatta bağlı olarak iki ayrı grupta incelenebilir. Alt tabanlı ölçümler (örneğin durak bazında incelemeler) üst tabanlı ölçümlere (hat ve yol şebekesi bazında incelemeler) dönüştürülebilmektedir. Hat bazlı güvenilirlik, bir otobüs işletmesinin güvenilirlik performansını hat seviyesinde dikkate almaktadır ve belirlenen özel bir hat için ya da tüm sistem için ölçümler de yapılabilmektedir. Durak bazlı güvenilirlikte ise bir otobüs işletmesinin güvenilirlik performansını seçilen duraklar için değerlendirmektedir. Güvenilirlik ölçümleri literatürde çeşitli hat karakteristikleri kullanılarak yapılmaktadır (Örneğin sefer süreleri (Polus,1978), kalkış saatlerine bağlılık (Bates ve diğer., 2001), duraktaki yolcuların bekleme süreleri (Turnquist ve

Bowman, 1981), uygun olmayan kapasite nedeniyle sonraki otobüsü bekleyen yolcu oranı (Chapman, 1976). Bu ölçütleri yolculuk süresine, sefer aralığına, son durağa varış zamanına, yolcu bekleme süresine ve O-D çiftleri arasındaki seyahat süresine bağlı ölçütler olarak sınıflamak mümkündür.

5.2.1 Yolculuk Süresine Bağlı Ölçütler

Yolculuk süresi güvenilirliği belirli zaman aralığında seçilen hatların seyahat sürelerindeki değişimi inceleyerek elde edilmektedir. (Polus, 1978), (Sterman ve Schofer, 1976), seyahat süresi güvenilirliğini, otobüslerin yolculuk sürelerinin standart sapmalarının tersi olarak kabul etmiştir. Yüksek güvenilirlik durumda değişkenlik düşük olmaktadır. (Shinda ve Liu, 2007) ve (Chen ve diğer., 2009) yapmış oldukları çalışmalarda yolculuk süresi güvenilirliğini Denklem (5.1) ile ifade etmektedir:

$$RT_i = \frac{\mu_{ti}}{\sigma_{ti}} \tag{5.1}$$

Burada;

μ_{ti}; i. hatta incelenen otobüslerin yolculuk sürelerinin ortalaması

σ_{ti}; i. hatta incelenen otobüslerin yolculuk sürelerinin standart sapmasıdır.

Ayrıca incelenen zaman dilimindeki otobüslerin seyahat süreleri ortalamanın % 10' unu geçmemelidir. Seyahat süresi güvenilirliği, tüm hat için olduğu gibi güzergah üzerinde belirlenen kesimler için de yapılabilmektedir. Seyahat süresindeki değişkenliğim ölçülmesi özellikle uzun mesafelerde hizmet veren, birçok sinyalize kavşağı kullanan, trafik gecikmesinin ve yolcu yükünün günden güne ve gün içerisindeki çeşitli zaman dilimlerinde düzensiz olarak değişim gösterdiği hatlara ait güvenilirlik ölçütüdür. (Strathman ve diğer., 1999) ise seyahat süresi güvenilirliğini aşağıdaki biçimde formüle etmiştir.

$$\text{Seyahat Süresi Oranı}(\text{RTR})_j = \left(\frac{\text{Gözlemlenen Seyahat Süresi}}{\text{Planlanan Seyahat Süresi}}\right)_j * 100 \qquad (5.2)$$

Ayrıca seyahat süresindeki değişim günün belirli saatlerinde oluşan tipik gecikmelerin gözlenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (Strathman ve diğer.,1999).

5.2.2 Sefer Aralığı Değerlerine Bağlı Ölçütler

Toplu ulaşım işletmecileri tarafından düşük sefer aralığı ile hizmet veren hatların sefer aralığında yaşanabilecek bir düzensizlikten yüksek sefer aralıkları hizmet veren hatlara göre daha az etkilendiği düşünülse bile düşük sefer aralıkları yüksek yolcu yoğunluğunu göstermekte olup bu tip durumlarda katarlanma etkisi daha sık biçimde görülmektedir. Aşırı yolcu yükü bulunan araçları, düşük yolcu yoğunluğu bulunan araçların takip etmesi sebebiyle hem yolcu konforu azalmakta ve duraklarda bekleme süreleri artmaktadır. Strathman ve diğer., (1999) sefer aralığı güvenilirliğini aşağıdaki biçimde formüle etmiştir.

$$\text{Sefer Aralığı Oranı}(\text{HR})_i = \left(\frac{\text{Gözlemlenen Sefer Aralığı}}{\text{Planlanan Sefer Aralığı}}\right)_i * 100 \qquad (5.3)$$

Belirlenen sefer aralık değerlerinde düzenliliğin sağlanması ve korunması, yolcuların ortalama bekleme sürelerini azaltarak yolcu hizmet kalitesinin artmasını sağlamaktadır. (Shinda ve Liu, 2007) ve (Chen ve diğer., 2009) yapmış oldukları çalışmada sefer aralığı değerlerine bağlı güvenilirliği Denklem (5.4) ile ifade etmektedirler. Formülasyona göre düşük RH_i değerleri yüksek güvenilirliği göstermektedir. Benzer biçimde (Strathman ve diğer., 1999) söz konusu parametreyi değişim katsayısı $(CV)_{HR}$ olarak adlandırmıştır.

$$RH_i = \frac{\delta_{hi}}{\mu_{hi}} \qquad (5.4)$$

Denklemdeki;

μ_{hi}; i. hatta incelenen otobüslerin sefer aralıklarının ortalaması

σ_{hi};i. hatta incelenen otobüslerin sefer aralıklarının standart sapmasıdır.

TCRP, (2003a), sefer aralığı güvenilirliğini hatta incelenen otobüslerin sefer aralıklarının standart sapmasını planlanan sefer aralıklarının ortalamasına oranı olarak hesaplamış c_{vh} (sefer aralıklarındaki değişim) notasyonu ile simgelemiştir. Hesaplanan c_{vh} değerlerine göre hizmet seviyelerinin belirlenmesi Tablo 5.1' de verilmiştir. Tablodaki P değeri mevcut sefer aralık değerlerinin (h_i), planlanan sefer aralığı değerlerinin (h) yarısından fazla oranda aşma olasılığını göstermektedir. Ayrıca TCRP(2003a) tarafından verilen tablonun 10 dakika ve daha az aralıklarla çalışan hatlar için kullanılması tavsiye edilmektedir.

Tablo 5.1 Sefer aralıklarındaki değişime göre hizmet seviyeleri

Hizmet Derecesi	Cvh	P(hi > 0,5h)	Açıklamalar
A	0,00-0,21	≤%1	Servis saat gibi çalışmaktadır
B	0,22-0,30	≤%10	Araçlar çok az miktarda sefer aralıklarına uymamaktadır.
C	0,31-0,39	≤%20	Araçlar sıkça sefer aralıklarına uymamaktadır.
D	0,40-0,52	≤%33	Düzensiz sefer aralıkları, bazen katar oluşmu gözlemlenebilir
E	0,53-0,74	≤%50	Katar oluşumu sıkça gözlemlenmektedir.
F	≥0,75	≥%50	Çoğu araç katar şeklinde hareket etmektedir.

Bilindiği gibi diğer trafikle karışık işletilen otobüs sistemleri trafik akım karakteristiklerinden, yol ve trafik koşullarından büyük ölçüde etkilenmektedir. Seyir halindeki otobüsün sürücüsü bazı duraklardaki aşırı yolcu yoğunluğundan ya da trafik koşullarındaki olumsuzluklardan dolayı yaşadığı gecikmeyi daha sonraki kesimlerde yolcu almayarak ya da daha hızlı giderek telafi etmeye çalışabilir. Böyle bir durumda iki terminal arasındaki toplam yolculuk süresi değişmese de kesimlerdeki ortalama yolculuk süreleri değişeceği açıktır. Kısa süreli aralıklarla sefere çıkan ve duraklara gelişlerinde rastgelelik olan otobüs hatlarının güvenilirliği, işletmenin planlanan sefer sıklıklarına uyma ve yolcuların duraklarda bekleme sürelerini minimize etme kabiliyetinin belirlenmesiyle ölçülebilir. Böylece durak

bazında işletme karakteristiklerinin belirlenmesi için DIS (derivation index based on stops - duraklara bağlı sapma indeksi) geliştirilmiştir.

Verilen zaman periyodu içerisinde, normal koşullarda otobüsler terminallerden planlanan zaman aralıkları ile kalkarlar. İdeal koşullar altında, hattın her durağına birbirini takip ederek ulaşan otobüsler arasındaki sürenin de sabit olması gerekmektedir. Fakat gerçek yol ve trafik koşulları altında bu sürede çeşitli sapmalar meydana gelmektedir. DIS (derivation index based on stops), belirlenen bir durağa aynı hattın birbirini takip eden otobüslerinin belirlenen süre aralığında ulaşma olasılığı olarak tanımlanmaktadır (Chen ve diğer., 2009). Seçilen bir S durağı için DIS Denklem (5.5) ile matematiksel olarak ifade edilmektedir.

$$DIS_S = P\{H_s - H_0 \in [\theta_1, \theta_2]\} \quad (5.5)$$

Denklemdeki;

H_S: aynı hatta ait birbirini takip ederek S durağına gelen otobüsler arasındaki süre

H_0: hattın otobüsleri arasındaki planlanan süre farkı

θ_1 ve θ_2:zaman periyodu eşikleri olarak tanımlanmaktadır.

θ_1 ve θ_2 birer sabit olabileceği gibi H_0' a bağlı birer fonksiyon da olabilmektedir. Genellikle θ_1 ve θ_2' nin fonksiyon olarak tanımlanması önerilmektedir. θ_1 ve θ_2 H_0' a bağlı birer lineer fonksiyon olursa ve θ_1=0 ve θ_2= k H_0 olarak seçilirse, S durağı için DIS, Denklem (5.6) ile ifade edilmektedir.

$$DIS_S = P\left\{\frac{|H_{S-H_0}|}{H_0} \leq k\right\} \quad (5.6)$$

Denklemdeki;

$\frac{|H_{S-}H_0|}{H_0}$: Sefer aralıklarındaki sapma

k: Pozitif bir sayıyı ifade etmektedir.

DIS_S; durak, hat ve yol ağı düzeylerinde kullanılabilen otobüs güvenilirliğini belirleyen durak düzeyinde bir performans ölçüm parametresidir (Chen ve diğer., 2009). Duraklardan binen yolcu ağırlıklarına göre belirlenen hat servisindeki güvenilirlik DIS_L Denklem (5.7) ve yol ağı seviyesindeki DIS_N ise Denklem (5.8) ile verilmiştir.

$$DIS_L=\sum_{i=1}^{N}\frac{q_{S,i}}{Q_L}\cdot DIS_{S,i} \quad (5.7)$$

Denklemdeki;

$q_{s,i}$: Verilen zaman aralığında L hattına i.duraktan binen yolcu sayısı

Q_L: Verilen zaman aralığında L hattına binen toplam yolcu sayısı

N: L hattındaki toplam durak sayısıdır.

$$DIS_N=\sum_{i=1}^{M}\frac{q_{L,i}}{Q_N}\cdot DIS_{L,i} \quad (5.8)$$

Denklemde verilen;

$q_{L,i}$: Verilen zaman aralığında i hattına binen yolcu sayısı,

Q_N: Verilen zaman aralığında toplu ulaşım sistemine binen toplam yolcu sayısı

M: Sistemdeki toplam hat sayısıdır.

Durakta bekleyen bir yolcu için otobüslerin kendilerine verilen çalışma düzenine uymasından çok durağa düzenli aralıklarla gelmeleri daha büyük önem taşımaktadır. DIS parametresi ayrıntılı bir güvenilirlik test aracı olmasına rağmen sadece sapma oranı performansı ölçümlerinde kullanılabilmektedir.

Bir duraktan geçen aynı hatta ait otobüsler arasındaki süre farkının, standart sapmasının ortalamasına oranı değişkenlik katsayısı (CV) olarak adlandırılmaktadır ve duraklardaki güvenilirlik ölçümleri için kullanışlı bir istatistiksel yöntemdir (Chen ve diğer., 2009). Duraklara bağlı düzenlilik indeksi (EIS) ise mevcut güzergah ve hat karakteristiklerine bağlı olarak bir duraktan geçen aynı hatta ait otobüsler arasındaki sürenin tutarlılığını incelemektedir. DIS (derivation index based on stops) türü indekslerde sapmalar gösterilir iken EIS türü indekslerde (evenness index based on stops) düzenlilik ifade edilmektedir. EIS ölçütünün elde edilmesi için seçilen durağa özel değişkenlik katsayısı (Bi) bulunmakta, bulunan katsayısın karşılaştırılması kolay ve "0-1" aralığında değişen bir forma (FIS, flactuation index based on stops) çevrilmektedir. FIS ölçütünün 1'den çıkarılması ile EIS ölçütü elde edilmektedir. $B_{i,}$ belirlenen zaman periyodu içerisinde durağa gelen aynı hatta ait otobüsler arasındaki süreninin değişkenlik katsayısı (CV) dır ve planlanan sıklık değerleri sabit tutulmaktadır. B_i; aşağıdaki şekilde hesaplanabilir. B_i; sıfır ile bir arasında değerler almaktadır.

$$B_i = \frac{\frac{\sqrt{\sum_{j=2}^{m} (H_{j-H_0})^2}}{k-2}}{H_0} \qquad (5.9)$$

Denklemde verilen;

B_i: i. durak için değişkenlik katsayısı (CV)

H_j: Otobüsler arasındaki mevcut zaman farkı

m: i. durağı kullanan aynı hatta ait otobüs sayısını göstermektedir.

Denklem (5.9) ile elde edilen daha düşük B_i değerleri incelenen hattın daha düzenli ve güvenilirliğinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. B_i; hattın farklı kesimlerindeki durakları için hesaplanarak mevcut güzergah durumu hakkında da bilgi edinilebilinir. Fakat incelenecek zaman periyodu içinde planlanan sefer sıklık değerlerinin (H_0) sabit olması gerektiği unutulmamalıdır. Günün farklı saatleri için planlanan sefer sıklık değerleri değişiyorsa sıklık değerlerinin uygulandığı zaman dilimleri için ayrı ayrı hesap yapılmalıdır. Ayrıca B_i, duraklardaki güvensizliği ifade

eden dalgalanma indeksine (FIS_S) de dönüştürülebilir. EIS aşağıdaki gibi de ifade edilmektedir.

$$EIS_S = 1 - FIS_S \quad (5.10)$$

DIS' ye benzer şekilde duraklardan binen yolcu ağırlıklarına göre belirlenen hat sevisindeki güvenilirlik EIS_L ve yol ağı seviyesindeki EIS_N ise Denklem (5.10), Denklem (5.11), Denklem (5.12) ve Denklem (5.13)'te verildiği gibi hesaplanabilir.

$$FIS_L = \sum_{i=1}^{N} \frac{q_{S,i}}{Q_L} \cdot FIS_{S,i} \quad (5.11)$$

$$EIS_L = 1 - FIS_L \quad (5.12)$$

$$FIS_N = \sum_{i=1}^{M} \frac{q_{L,i}}{Q_N} \cdot FIS_{L,i} \quad (5.13)$$

$$EIS_N = 1 - EIS_N \quad (5.14)$$

Denklemlerdeki;

FIS_L: Hat için belirlenen durak bazlı dalgalanma indeksi

FIS_N: Toplu ulaşım ağı için belirlenen durak bazlı dalgalanma indeksini göstermektedir.

5.2.3 Son Durağa Varış Zamanına Bağlı Ölçütler

Chen ve diğer., (2009) yapmış oldukları çalışmada hatlara ait otobüslerin son durağa varış zamanlarını ölçerek hatlara bağlı dakiklik ölçütünü hatlara bağlı dakiklik indeksi (PIR-punctuality index based on routes) ile açıklamışlardır. Hatlara bağlı dakiklik indeksi (PIR) bir otobüsün verilen zaman aralığında terminallere ulaşma olasılığı olarak tanımlanabilir. L hattı için PIR indeksi Denklem (5.15) ile formüle edilmektedir.

$$PIR_L=P\{T_{Arr,N} \in [T_{Sch,N}+\delta_1,\ T_{Sch,N}+\delta_2]\}= P\{T_{Arr,N} - T_{Sch,N} \in [\ \delta_1,\ \delta_2]\} \quad (5.15)$$

Burada;

$T_{Arr,N}$: L hattının terminale mevcut varış süresi

$T_{Sch,N}$: L hattının terminale planlanan varış süresi

δ_1 ve δ_2: zaman periyodu faktörlerini ifade etmektedir.

Pratikte, mevcut kalkış saati ile planlanan kalkış saatinin tutarlı olduğu varsayımı yapılmaktadır. Böylece PIR, aşağıdaki denklemle ifade edilebilmektedir.

$$PIR_L=P\{t_{run} \in [t_{Sch}+\delta_1',\ t_{Sch,N}+\delta_2']\}= P\{t_{run} - t_{Sch} \in [\ \delta_1',\ \delta_2']\} \quad (5.16)$$

Burada;

t_{run}: L hattının iki terminal arasındaki mevcut yolculuk süresi

$t_{sch,}$: L hattının iki terminal arasındaki planlanan yolculuk süresi

δ_1^1 ve δ_2^1: zaman periyodu faktörlerini ifade etmektedir.

Böylece PIR, otobüsün iki terminal arasındaki gerçek ve planlanan yolculuk süresi arasındaki ortama farkın δ_1^1 ile δ_2^1 arasında değişme olasılığı olmaktadır. Ayrıca PIR otobüs hatlarının zamanında sefere başlama performanslarının ölçümü için de sıkça kullanılmaktadır. Strathman ve diğer., (1999) ise bu değerin ölçümünü zamanlama performansı, otobüslerin önceden belirlenen sefer çizelgelerine uyup uymadıkların gösteren bir güvenilirlik ölçütü olarak tanımlamışlardır. Toplu ulaşım sektöründe eğer bir otobüs kalkış saatinden bir dakika öncesi ile beş dakika sonrası arasında bir zamanda seferine başladıysa bu otobüsün zamanlama performansı kriterini sağladığı kabul edilmektedir Tüm otobüslerin bu skala içerisinde gösterilen limitlere uyması halinde yolcular duraklara geliş zamanlarını bekleme sürelerini minimize edecek şekilde ayarlayabilmektedirler. Strathman ve diğer., (1999) zamanlama güvenilirliğini aşağıdaki biçimde formüle etmiştir. Bu gecikme değeri işletme kontrolü için anahtar rol oynamaktadır.

Zamanlama Performansı=[Planlanan Varış Süresi] - [Gerçekleşen Varış Süresi] (5.17)

5.2.4 Yolcu Bekleme Süresine Bağlı Ölçütler

Güvenilirlik ölçümleri yolcular açısından da ele alınmalıdır. Londra toplu ulaşımında yüksek sefer sıklığı(saatte beş ya da fazla otobüs) ile hizmet veren otobüs hatlarında bekleme süresi(EWT) ölçümleri yapılmaktadır. EWT ölçümleri aşağıda verilen iki tanımı içermektedir. Birincisi toplu ulaşım sisteminin sefer saatlerine uyacak şekilde çalışması durumunda yolcuların bekleyeceği ortalama süreyi ifade eden "Belirlenen Ortalama Bekleme Süresi"(SWT).

Sefer sıklığı yüksek olan hatlar için bu değer, planlanan sefer aralığı değerinin yarısı olarak alınabilir. İkincisi ise mevcutta yolcuların beklediği ortalama süre(AWT)' dir. Yolcuların duraklarda bekleyecekleri ek bekleme süresini ifade eden EWT aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$RW_{is}=EWT_{is}=AWT_{is} - SWT_{is} \quad (5.18)$$

Verilen formulasyona göre, RW değerleri ne kadar küçük elde edilirse o durakta daha yüksek güvenilirlikle hizmet verildiğini ifade etmektedir (Shinda ve Liu, 2007). Ayrıca bu güvenilirlik ölçütü sefer aralıklarındaki düzensizlik nedeniyle yolcuların duraklardaki uzun bekleme sürelerini ölçmektedir. Yolcuların en çok etkilendikleri gecikme türü olup, yolcular duraklara gelişleri ile sefer çizelgeleme arasında herhangi bir koordinasyon sağlayamamaktadırlar.

5.2.5 O-D Çiftleri Arasındaki Seyahat Süresi Değerlerine Bağlı Ölçütler

Aylak zaman güvenilirliği, yolcuların varış noktalarına belirli bir olasılık seviyesindeki kesinlikle varmaları için tipik seyahat sürelerine ek olarak izin vermeleri gereken süre olarak tanımlanmaktadır (Uniman ve diğer., 2010). Bu ölçüt bir üst persantil N değeri ile tipik seyahat süresini gösteren bir değer ya da M

persantil değeri arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. Belirli bir başlangıç-bitiş çiftine ait % 95 persantil seyahat süresi değeri N, ve % 50 persantil seyahat süresi değeri M olarak kabul edilirse RBT aşağıdaki biçimde hesaplanmaktadır (Uniman ve diğer., 2010).

$$RBT=([\%\ 95\ \text{persantil seyahat süresi}]-[\text{Seyahat Süresinin Medyanı})_{\text{O-D, GÜN BOYU, BELİRLİ ZAMAN ARALIĞI}} \quad (5.19)$$

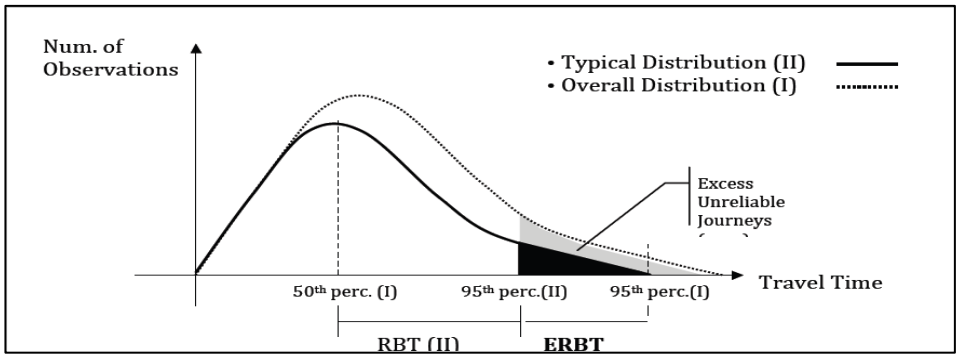
Aylak zaman güvenilirliği iki ayrı kategoride incelenebilir. Birinci kategoride "tipik" olarak adlandırılan sistemin tipik koşullar atında olduğu durumlar (mevcut servis karakteristikleri, planlanan sefer aralığı değerleri, mevcut hat uzunluğu) incelenmekte olup ikinci kategoride ise "olaylardan etkilenmiş" olarak adlandırılan kaza, arıza gibi koşullar altındaki sistemin durumu incelenmektedir. Böylece "aşırı aylak zaman güvenilirliği" (ERBT) aşağıdaki biçimde hesaplanabilmektedir.

$$ERBT=(\ ERBT_{TOPLAM}\ -\ ERBT_{TİPİK})_{\text{O-D, GÜN BOYU, BELİRLİ ZAMAN ARALIĞI}} \quad (5.20)$$

ERBT değeri, RBT değerine benzer biçimde seçilen zaman dilimi için kullanılan hatta taşınan yolcu sayısına göre ağırlıklı hale getirilerek hat bazında da incelenebilmektedir.

$$RBT_{LİNE}=(\ RBT_{LİNE,BASELİNE}-+ERBT_{LİNE,BASELİNE}) \quad (5.21)$$

Aşağıdaki şekilde belirli bir başlangıç-bitiş çifti arasındaki seyahat süresi dağılımına ait RBT, ERBT ve güvenilir olmayan seyahatlerin (PUJ) dağılımı görülmektedir.



Şekil 5.1 Güvenilir ve güvenilir olmayan seyahatlerin dağılımı (Uniman ve diğ, 2010).

BÖLÜM ALTI
VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ANALİZLER

Bu bölümde, tez kapsamında, bekleme süresi üzerinde etkili olan değişkenlerin belirlenmesi amacıyla duraklardan toplanan verilerin modellenmesi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar çerçevesinde analizler anlatılmış ve sonuçları yorumlanmıştır.

6.1 Regresyon Analizi

Veri analizleri yapılırken çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Bir kriter değişkeni ile bir veya daha fazla sayıda tahmin değişkenleri arasındaki ilgiyi sayısal hale dönüştürmede kullanılan istatistiksel analizdir. Regresyon analizi temel olarak değişkenler arasında ilişkinin özelliğini saptamayı amaçlamaktadır. Tahmin değişkeni olarak bir değişken kullanılırsa basit regresyon, tahmin değişkenleri olarak iki veya daha fazla değişken kullanılırsa çoklu regresyon analizinde söz etmek mümkün olmaktadır. Amaç, her tahmin değişkeninin kriter değişkenindeki toplam değişmeye olan katkısının saptanması ve dolayısıyla tahmin değişkenlerinin doğrusal kombinasyonunun değerinden hareketle kriter değerinin tahmin edilmesidir.

İki ya da daha çok değişken arasında ilişki olup olmadığını, ilişki varsa yönünü ve gücünü inceleyen **"korelasyon analizi"** ile değişkenlerden birisi belirli bir birim değiştiğinde diğerinin nasıl bir değişim gösterdiğini inceleyen **"regresyon analizi"** çok kullanılan istatistiksel yöntemlerdir.

Regresyon analizi, bilinen bulgulardan, bilinmeyen gelecekteki olaylarla ilgili tahminler yapılmasına olanak sağlamaktadır. Regresyon, bağımlı ve bağımsız değişken(ler) arasındaki ilişkiyi ve doğrusal eğri kavramını kullanarak, bir tahmin eşitliği geliştirmektedir. Değişkenler arasındaki ilişki belirlendikten sonra, bağımsız değişken(ler)in değeri bilindiğinde bağımlı değişkenin değeri tahmin edilebilmektedir.

- **Bağımlı Değisken (y)**

Bağımlı değişken, regresyon modelinde açıklanan ya da tahmin edilen değişkendir. Bu değişkenin bağımsız değişken ile ilişkili olduğu varsayılır.

- **Bağımsız Değisken (x)**

Bağımsız değişken, regresyon modelinde açıklayıcı değişken olup; bağımlı değişkenin değerini tahmin etmek için kullanılır.

6.1.1 Tek Değişkenli ve Çok Değişkenli Regresyon Analizi

Regresyon analizi bağımlı değişken ile bir veya daha çok bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla kullanılan bir analiz yöntemidir. Bir tek bağımsız değişkenin kullanıldığı regresyon **tek değişkenli regresyon analizi**, birden fazla bağımsız değişkenin kullanıldığı regresyon analizi de **çok değişkenli regresyon analizi** olarak adlandırılır.

6.1.1.1 Tek Değişkenli Regresyon Analizi

Tek değişkenli regresyon analizi bir bağımlı değişken ve bir bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen analiz tekniğidir. Bu analizle bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal (lineer) ilişkiyi temsil eden bir doğru denklemi formüle edilmektedir. Korelasyon analizinde olduğu gibi, regresyon analizinde üzerinde durulan ilişki, değişkenler arasındaki doğrusal ilişkidir.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \qquad (6.1)$$

(5.1) modeline basit doğrusal regresyon modeli adı verilir. Modelde yer alan simgelerin anlamları aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

Y: Bağımlı (sonuç) değişken olup belli bir hataya sahip olduğu varsayılır.
X: Bağımsız (sebep) değişkeni olup hatasız ölçüldüğü varsayılır.

$\boldsymbol{\beta_0}$: Sabit olup X=0 olduğunda Y'nin aldığı değerdir. Doğrunun y-eksenini kestiği noktadır.

$\boldsymbol{\beta_1}$**:** Doğrunun eğimi veya regresyon katsayısıdır. X'in kendi birimi cinsinden 1 birim değişmesine karşılık Y'de kendi birimi cinsinden meydana gelecek değişme miktarını ifade eder.

$\boldsymbol{\varepsilon}$: Şansa bağlı hata değeridir.$\boldsymbol{\varepsilon}$ tesadüfi hata terimi olup ortalaması sıfır varyansı bilinmeyen σ^2'ye sahip olan normal dağılış gösterdiği varsayılır.

(6.1) modelindeki β_0 β_1 ve ε bilinmeyenlerdir. Burada ε her bir Y değeri için değişmektedir. Ancak $\beta_0$ve $\beta_1$sabit kalır. Bu bilinmeyenleri gözlemlerin tamamını bilmeksizin ortaya çıkarmak mümkün olmasa da, gözlemleri kullanarak $\hat{\beta}_0$ ve $\hat{\beta}_1$tahmin edilebilir.

Bağımsız değişken X'in regresyon modeli ile bağımlı değişken Y'yi ne kadar açıklayabildiğini görmek için R^2 (belirtme katsayısı, determinasyon katsayısı) kullanılır. R^2 örneğin açıklanabilen değişkenliğin toplam değişkenlik içindeki oranı olarak tanımlanır. R^2 değeri verilerdeki değişkenliğin açıklanmasında regresyon denkleminin başarısının bir ölçüsü olarak kullanılır. Regresyon modelinin performansını ifade eden R^2, karar katsayısı ile ölçülür.

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{Y}_1 - \bar{Y})}{\sum(Y_i - \bar{Y})} = \frac{RKT}{GKT} \qquad (6.2)$$

R^2, [0,1] arasında değerler alır. R^2, 1'e ne kadar yakınsa, regresyon o kadar anlamlıdır, belirleyicidir. Bu konuda bilimsel bir karar verebilmek için hipotez testi yapılır. Belirlilik veren tanımlayıcı istatistiktir.

İki değişken arasında bir ilişkinin olabilmesi için sebepsellik şart değildir. İlişkinin sebebi belki de iki değişkenin üçüncü bir değişkenle olan ilişkilerinden kaynaklanıyor olabileceği gibi, söz konusu ilişki tamamen tesadüfi olarak da ortaya çıkmış olabilir.

Sebepsellik ile ilişkiselliğin aynı şeyler olmadığı unutulmamalıdır. Regresyon analizi değişkenler arasındaki ilişkinin yapısı ve derecesi ile ilgilenmektedir.

6.1.1.2 Çok Değişkenli Regresyon Analizi

Bir bağımlı değişken ve birden fazla bağımsız değişkenin yer aldığı regresyon modellerine **çok değişkenli regresyon analizi** denir. Çok değişkenli regresyon analizinde değişkenler eş zamanlı olarak (aynı anda) bağımlı değişkendeki değişimi açıklamaya çalışmaktadır. Hesaplama ve yorum bakımından tek değişkenli regresyon analizine benzemektedir. Çok değişkenli regresyon analizinin yorumu tek değişkenli regresyon analizine benzemektedir. Ancak bazı farklılıklar vardır. Örneğin, tek değişkenli regresyon analizindeki karşılığı çoklu regresyon katsayısı R (çoklu R) olarak ifade edilmektedir. Çoklu regresyon katsayısı R, bir bağımlı değişkendeki değişim ile eşzamanlı(aynı anda) ele alınan birden fazla bağımsız değişkendeki değişim arasındaki ilişkinin derecesini göstermektedir. Daha basit bir ifade ile bağımlı değişken ile birlikte ele alınan bir grup bağımsız değişkendeki değişimin ilişkisinin (korelasyonunun) bir göstergesidir.

$$Y = \beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots+\beta_pX_p+\varepsilon \qquad (6.3)$$

Burada Y bağımlı (açıklanan) değişken ve X'ler bağımsız (açıklayıcı) değişkenlerdir. Değişken sayısı p ve parametre değerleri β_j'dir (j=1,2,…,p). Çoklu doğrusal regresyon modeli matris gösterimi ile ifade edilebilir.

Çoklu doğrusal regresyon analizinde bağımlı değişkendeki değişimin ne kadarının açıklayıcı değişkenler tarafından açıklandığı belirtme katsayısı R^2 ile belirlenir. Bütün gözlemler regresyon doğrusu üzerinde yer alırsa R^2=1, eğer bağımlı ve bağımsız değişken arasında hiç doğrusal ilişki yoksa R^2=0 olur. R^2 modelin uyum iyiliği ölçütü olup, R^2=0 olması değişkenler arasında ilişki olmaması anlamına gelmez. Yani değişkenler arasında doğrusal ilişki olmadığını gösterir.

$$R^2 = \frac{RKT}{AKT} = \frac{\hat{\beta}\acute{X}Y - n\bar{Y}^2}{\acute{Y}Y - \hat{\beta}\acute{X}Y} \quad (6.4)$$

Regresyon denklemine ilgisi olmayan bağımsız değişkenler eklendiğinde, çoklu belirtme katsayısında düzeltme yapılır. Düzeltilmiş R^2 kullanılarak modelin ana kütleye uyum iyiliği daha iyi yansıtılır. Düzeltilmiş R^2 açıklayıcı değişken sayısı çok olduğunda kullanılmalıdır.

$$R^2_{düz} = 1 - \frac{\hat{\sigma}^2}{S^2_y} \quad (6.5)$$

Regresyonda bağımlı değişkenin gözlem değerleri ile tahmin değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayısına çoklu korelasyon katsayısı denir. Bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ne derece ilişki olduğunu gösteren ölçüdür**.**

$$R_{Y\hat{Y}} = \frac{\sum(Y_i - \bar{Y})(\hat{Y}_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(Y_i - \bar{Y})^2 \sum(\hat{Y}i - \bar{Y})^2}} \quad (6.6)$$

Birçok modelin açıklanması için birden fazla açıklayıcı değişkene gerek duyulmaktadır. Ölçüm yapılan bağımsız değişkenle, bağımlı değişken arasındaki ilişki değişken sayısı arttıkça daha iyi açıklanabilir duruma gelmektedir. Modele eklenmesi ile, bağımlı değişkenin varyansını açıklamada önemli artış sağlayan değişkenleri belirlemek veya seçmek için değişik yöntemler vardır. Değişken seçimi üç veya daha fazla bağımsız değişken olduğu durumlarda önem kazanmaktadır. Değişken seçiminde sıkça kullanılan yöntemle şu şekildedir:

- Enter Metodu
- Değişken Ekleme Metodu (Forward Selection
- Değişken Eleme İşlemi (Backward Selection
- Adım adım ekleme (Stepwise)

Stepwise metodunda her değişken modele sırayla eklenir ve model değerlendirilir. Eğer eklenen değişken modele katkı sağlıyorsa, modelde bu değişken kalır Ancak

modeldeki diğer değişkenlerin tümü, modele katkı yapıp yapmadıklarını değerlendirmek için yediden test edilir. Eğer önemli derecede katkı sağlamıyorsa modelden çıkarılır. Böylece en az sayıda değişken yardımıyla model açıklanmış olur.

Projede yapılan regresyon analizden sonra toplanan bütün verilerin değerlendirilmesi amacıyla SPSS16.0 programı kullanılarak çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Bağımsız değişken sayımızın fazla olması sebebiyle regresyon analizi yapılırken adım adım ekleme (stepwise) seçeneği seçilmiştir.

6.2 Kullanılan Güvenilirlik Ölçütleri

Yapılan bu tez çalışmasının bağlı olduğu projenin temel amacı, toplu ulaşım güzergah seçiminde etkisi olan güvenilirlik boyutunu ortaya çıkarmaktır. Bu yüzden literatürde birçoğu, işletmeci açısından ele alınan güvenilirlik ölçütleri proje kapsamında dikkate alınmayacaktır. Yolcular açısından bir toplu taşıma sisteminden güvenilirlik bakımından iki temel beklenti olduğu varsayılmaktadır:

- Toplu ulaşım taşıtının durağa/istasyona beklenen bir zaman içinde ulaşması, dolayısıyla yolcunun durağa/istasyona ulaştıktan sonra makul bir sürede taşıta binmesi
- Toplu ulaşım taşıtına bindikten sonra beklenen (varyasyonu çok yüksek olmayan) bir sürede ineceği durağa/istasyona ulaşması

Bilinmektedir ki toplu ulaşım güzergah tercihlerinde tek etkili bileşen güvenilirlik değildir. Bunun yanı sıra taşıt doluluk oranları, durak koşulları vb. birçok diğer faktör de dikkate alınmalıdır. Bu bileşenler modelleme aşamasında kukla değişken olarak dikkate alınabilecektir.

Dikkate alınan yolcu beklentileri doğrultusunda durak ve hat bazlı yolculuk süresi güvenilirlik ölçütlerinin proje kapsamında kullanılabileceği anlaşılmaktadır. Bu bağlamda analiz bölgesi içindeki otobüs hatlarının ilk durağından son durağına kadar

olan yolculuk süresinin varyasyonunu belirten, (Chen ve diğer., 2009) tarafından kullanılan (Denklem 6.7), yukarıdaki ikinci beklentiyi temsil edebilecek niteliktedir:

$$RT_i = \frac{\mu_{ti}}{\sigma_{ti}} \tag{6.7}$$

Burada;

μ_{ti}; i. hatta incelenen otobüslerin yolculuk sürelerinin ortalaması

σ_{ti}; i. hatta incelenen otobüslerin yolculuk sürelerinin standart sapmasıdır.

Basitçe varyasyon katsayısının tersi şeklinde olan ifade, varyasyon ortalamaya göre büyüdükçe daha düşük güvenilirlik hesaplanmasını ifade etmektedir.

Anlaşılır olması ve hat güvenilirliği ile karşılaştırılabilir olması açısından benzer bir ölçüt durak bazında güvenilirlik için de türetilebilir. Yukarıda değinilen durak bazlı sapma indeksler (DIS), durağa varışların önceden belirlenen makul bir aralıkta kalma olasılığını göstermektedir. Ancak makul aralığın sınırlarının belirlenmesi kullanıcıya aittir. Varyasyon katsayısı ise sapmanın boyutlarını herhangi bir dönüşüme tabi tutmaksızın ifade edebilmektedir. Mevcut çalışmalarda EIS (evennes index based on stops) ölçütünün hesaplanmasında kullanılan "B_i" parametresi, yolculuk süresi güvenilirliğinin hesaplanmasında kullanılacak "RT" parametresine benzerliği bakımından, birinci yolcu beklentisini kestirmeye uygun niteliktedir:

$$B_i = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{j=2}^{m} (H_j - H_0)^2}{k-2}}}{H_0} \tag{6.8}$$

Denklemde verilen;

B_i: i. durak için değişkenlik katsayısı (CV)

H_j: otobüsler arasındaki mevcut zaman farkı

m: i. durağı kullanan aynı hatta ait otobüs sayısı

H_o: Planlanan sefer aralığını göstermektedir.

Bu ölçütün yanı sıra, durak bazlı güvenilirlik için bir durağa ulaşan hatların ilk duraklarından hareket edip o durağa kadar yolda geçirdikleri sürenin benzer bir varyasyon oranı, yolcuların bekleme sürelerindeki değişimi yansıtabilecektir. Bu değişim, binilen duraktan geçen tüm hatlar için ortalama değer şeklinde hesaplanabileceği gibi, yolcuya özel olarak binilen hat için de hesaplanabilir.

6.3 Verilerin Değerlendirilmesi

Bu tez çalışması, TÜBİTAK tarafından 112M117 No'lu proje ile desteklenmiştir. Projenin bir bölümü tez çalışmasının konusunu içermektedir. Çalışmanın ana amacı, yolcu bilgilendirme sistemlerinin duraklardaki bekleme süreleri üzerinde etkin olup olmadığını araştırılması; ayrıca bekleme süresinin diğer hangi bileşenlerden etkilendiğinin belirlenmesidir. Bu amaçla, bekleme süresi üzerinde etkili olabilecek yolcu yaşı, cinsiyeti, binilen hat gibi gözlem değişkenlerinin yanı sıra, binilen hat ve durağın fiziksel, fonksiyonel ve topolojik özellikleri ile projenin diğer aşamalarında hesaplanan güvenilirlik ölçütlerinin de değerlendirildiği geniş bir veri kümesinin bekleme süresi üzerindeki etkileri incelenmiştir. İncelenen gözlenmiş duraklar hakkındaki, temelde kukla değişken olarak incelemeye yansıtılan tanımlamalar Tablo 6.1'de özetlenmiştir. Görüldüğü gibi 13 duraktan 6'sında bilgilendirme sistemi bulunmaktadır. Yolcu hareketliliğinin yönü dikkate alınarak, Karşıyaka ve çevresindeki duraklarda sabah zirve saatte, kent merkezi çevresindeki duraklarda ise akşam zirve saatte gözlem çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Durakların çoğu kapalı olup bir kısmı otobüsler için yolcu indirme-bindirme cebi içermektedir. Bu cepler refüj ile trafik şeridinden ayrılmış ise "1", ayrılmamış ise "0.5" değeriyle sayısallaştırılmıştır.

Tablo 6.2'de bekleme süresinin modellenmesi için kullanılan değişkenler görülmektedir.

Tablo 6.1 Kukla değişken olan tanımlamalar

No	Durak İsimleri	Yönü merkezden gelen mi?	Durak ID	Gözlem sabah zirve mi?	Bilgilendirme sistemleri var mı?	Kapalı mı?	Kapalı bekleme yeri sayısı?	Cepli mi?
1	Bayraklı Üst Geçit	0	20134	1	1	1	2	1
2	Turan	1	20057	1	0	1	2	1
3	Karşıyaka İskele(Osmanbey parkı)	0	20154	1	0	1	2	0
4	Serinkuyu Merkez Yönü	1	20069	1	1	1	2	0,5
5	Serinkuyu Çiğli Yönü	0	20070	1	0	1	1	0,5
6	Naldöken Merkez Yönü	1	20059	1	0	1	1	1
7	Naldöken Serinkuyu Yönü	0	20062	1	0	1	2	0
8	Kasman	0	20148	1	1	1	1	0
9	Kayalar Mezarlığı Karşısı	1	20071	1	0	1	1	0
10	Alsancak Cami	1	10329	0	0	0	0	0
11	Alsancak Cami	0	10336	0	1	1	2	0
12	PTT önü	0	30280	0	1	1	1	0
13	PTT karşısı	1	30279	0	1	0	0	0

- Durağın kapalı olup olmaması, kapalı ise kapalı bölme sayısı ve cep durumu, yolcuların bekleme koşullarını etkilediğinden; koşulların uygun olmaması halinde yolcular daha az bekleyebilmek için bilgilendirme sisteminin sağladığı bilgiye daha çok önem verebileceklerdir.
- Durağın hattaki sırası ve bu sıranın hattaki tüm durak sayısına oranı, binilen durağın hattaki konumunu yansıtmak üzere ele alınmıştır. Gözlenen durağın binilen hattın sonlarında yer alması; otobüsün o durağa gelene dek daha uzun bir süre trafik koşulları ve yolcu iniş-binişine maruz kalması ve o hattı bekleyen yolcuların daha uzun süre beklemesi sonuçlarını doğurabilir.
- Binilen hattın gün boyunca ortalama kaç kez binilen duraktan geçtiği, servis sıklığını yansıtan bir parametredir.
- Hat bazında durak güvenilirliği, 2. Bölüm'de de değinildiği gibi, ilgili hattın ilk duraktan kalkışından durağa varışına kadar geçen sürelerinin değişimini ifade etmektedir.
- Analiz bölgesindeki hatların kaç tanesinin ilgili durağı kullandığı, türetilen diğer bir parametredir. Bu parametrenin yüksek değerler alması, durağın sağladığı güzergah alternatifini arttırırken, diğer taraftan bulunduğu arter boyunca yoğun bir otobüs trafiği yaşandığını da göstermektedir. Dolayısıyla bekleme süresini olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilecektir.
- Duraktan geçen günlük ortalama otobüs sayısı da benzer bir şekilde sefer sıklıklarıyla birlikte yansıtılan bir parametredir.
- Durak bazında güvenilirlik ise duraktan geçen hat bazında durak güvenilirliklerinin geçiş sayısına göre ağırlıklandırılmış versiyonudur.
- Durağın hattaki konumuna ilişkin, ilk durağa uzaklık, bu uzaklığın hat uzunluğuna oranı ve durağa kadar kaç kilometre sıklıkta durak bulunduğu da hat topolojisine ilişkin bekleme süresinde etkili olabilecek değişkenlerdir. Durak sıklığı arttıkça otobüsün yolcu indirip bindirmeden kaynaklanan gecikme süreleri beklemelere yansıyabilecektir.
- Binilen hattın sefer sıklığı, hattın gözlem periyodundaki (sabah veya akşam zirvesi) dakika cinsinden aralık olarak dikkate alınmıştır.

6.3.1 Güvenilirlik Etkisi İçeren Analizler

Gözlem yapılan tüm duraklara ait veriler birleştirildiğinde toplam 1288 bekleme süresi gözlemi elde edilmiştir. Ancak güvenilirlik ölçütlerinin de bekleme süresi üzerindeki etkisi incelenmek istendiğinden, binişlerin gerçekleştiği hatların analiz bölgesi kapsamında incelenen hatlar olması zorunluluğu doğmaktadır. Çünkü analiz bölgesi içinde başlayıp biten hatlar haricindeki hatların güvenilirlik ölçütü hesaplanmamıştır. Bu yüzden güvenilirlik ölçütü çekilebilen hatlara yapılan gözlem binişleri sayısı 657'ye düşmektedir.

Öncelikle bekleme süresinin hangi değişkenlerle yüksek korelasyona sahip oluğu analiz edilmiştir. Pearson çift kuyruklu korelasyon sonuçları Tablo 6.2'de verilmiştir. Tabloda sarı ile işaretli değişkenler "0.01" derecesinde korelasyonu etkin olan, mor ile işaretli değişkenler ise "0.05" derecesinde (daha yüksek düzeyde) korelasyonu etkin olan değişkenleri göstermektedir. Yolcu bilgilendirme sistemi durumu, görüldüğü gibi en yüksek korelasyonu vermektedir. Gözlenen durakta bilgilendirme olması "1", olmaması "0" kukla değişkeni ile gösterildiğinden, negatif bir korelasyon bulunması, sistemin olması durumunda bekleme sürelerinin azaldığını göstermektedir ki bu araştırmadaki en kritik hipotezin sağlandığını ortaya koymaktadır. Diğer tüm değişkenlerle kıyaslandığında mutlak değerce en büyük korelasyon katsayısını (-0,313) yolcu bilgilendirme sisteminin sağlıyor olması da dikkat çekicidir.

Yaş grupları 6-18 yaş için "1", 18-30 yaş için "2", 30-50 yaş için "3" ve 50 yaş üzeri için "4" şeklinde düzenlenmiş, gruplar hem bu kategoriler, hem de 3 adet grup kuklası şeklinde korelasyonda dikkate alınmıştır. Kukla değişken şeklinde yaş grupları etkin çıkmaz iken grup no.sunun kendisini içeren değişken düşük düzeyde de olsa negatif etkin korelasyonlu bulunmuştur. Dolaysısıyla yaş grubu yükseldikçe, bekleme süresi bir miktar azalmaktadır. Bu durum, yaş ortalaması büyüdükçe bilgilendirme sisteminden daha bilinçli yararlanıldığını ve dolayısıyla daha kısa süre beklendiğini düşündürmektedir. Diğer bir düşük düzeyde etkin değişken de duraktan geçen analiz bölgesi hattı sayısıdır. Pozitif etkin bu değişken, hat sayısı arttıkça durak ve öncesindeki arteri kullanan otobüs geçişleri sebebiyle trafiğin ve

duraklardaki hareketliliğin artmasından dolayı bekleme süresinin bir miktar uzadığını göstermektedir.

Tablo 6.2 Korelasyon sonuçları

No	Değişken	Kodu	Korelasyon katsayısı	Etkinlik
3	Cinsiyet	CNS	-0,002	0,968
4	Yaş	YAS	0,069	0,079
5	Yaş Grubu	YAS_GR	-0,09	0,021
6	Yaş Grubu Kuklası 2	YAS_GK2	0,041	0,293
7	Yaş Grubu Kuklası 3	YAS_GK3	-0,034	0,381
8	Yaş Grubu Kuklası 4	YAS_GK4	-0,048	0,221
11	Merkezden Geliş Yönü	MRKZ	-0,076	0,051
12	Yolcu Bil. Sis. Durumu	YBS	-0,313	0
13	Sabah-Akşam Zirvesi	SABAH	-0,004	0,921
14	Kapalı Durak	Kap_Dur	-0,066	0,091
15	Kapalı Bölme Sayısı	Kap_BolS	-0,154	0
16	Cepli Durak	Cep_Dur	0,073	0,062
17	Durağın hattaki sırası	Hat_Sira	-0,178	0
18	Hattın Durak Sayısı	Hat_DS	-0,21	0
19	Durağın Sıra Oranı	DurSO	-0,024	0,537
20	Hattın Duraktan Ort. Geçişi	Hdur_OG	-0,178	0
21	Hat Bazında Durak Güvenilirliği	HBD_gvn	-0,195	0
22	Duraktan geçen AB Hat Sayısı	Dur_Hat	0,094	0,015
23	Duraktan Ort. Otobüs Geçişi	Dur_Oto	0,111	0,004
24	Durak Bazında Güvenilirlik	D_gvn	-0,201	0
25	Durağın Başlangıca Uzaklığı	DH_MES	0,134	0
26	Hatta Mesafe Oranı	DH_ORAN	0,213	0
27	Durağa Kadarki Durak Sıklığı	DH_SIK	0,11	0,004
28	Hattın Sefer Sıklığı	Hat_SS	0,246	0

Durak fiziki koşullarından olan kapalı bölme sayısı arttıkça, bekleme süresinin azalan yönde korelasyon göstermesi, bekleme koşulları iyi iken bekleme süresinin azaltılması konusunda yolcularının eğiliminin (dolayısıyla bilgilendirmeyi etkin kullanmanın) azaldığını işaret etmektedir. Durağın hattaki sıra no.suna ilişkin değişenler negatif etkin çıkmıştır ki durağın sıralamada sonlarda yer alması bekleme süresini azaltıcı bir etken olarak anlamlı değildir. Sıra numarasından ziyade mesafe parametrelerinin daha mantıklı sonuç verebileceği düşünülmektedir. Hattın duraktan günlük ortalama geçiş sıklığı da negatif yönde etkin bir parametre olarak

bulunmuştur. Dolayısıyla hattın ilgili durağından gün boyu daha sık geçerse bekleme süresi kısalmaktadır. Hat bazında durak güvenilirliği ve durak için ağırlıklandırılmış güvenilirlik değerleri de bekleme süresi üzeride negatif etkin çıkmıştır. Dolayısıyla güvenilirliği yüksek duraklarda bekleme süreleri kısalmaktadır ki projenin beklenen hipotezlerinden biridir. Durağın hattın başlangıcına mesafesi ve bu mesafenin tüm hat uzunluğuna oranı değişkenleri, sıra no.suna ilişkin fiziki parametrelerin aksine, pozitif etkin çıkmıştır ki durağın hat sonuna yakın mesafede bulunmasının bekleme süresini arttırdığını göstermektedir.

Diğer bir hat fiziki parametresi olan binilen durağa kadarki durak sıklığı da pozitif etkin görünmektedir. Binilen durağa kadarki durakların km cinsinden ortalama sıklığını gösteren değişkenin, normalde küçüldükçe bekleme süresini uzatması beklenmektedir. O yüzden, sıra no.suna ilişkin değişkenlerde olduğu gibi, anlamlı olmayan bir korelasyon vermiştir. Hattın sefer sıklığı değişkeni, "dk" cinsinden otobüs kalkış aralığı olarak dikkate alındığından bu değerin artması sonucunda bekleme süresinin de artması, öngörülen etkin bir korelasyondur. Elde edilen korelasyonların büyük bir kısmı beklenen hipotezleri karşılamaktadır. Ancak bekleme süresi bir çoklu regresyon ile modellenmek istendiğinde, değişkenlerin bir aradaki davranışının ayrık davranışından farklı olabileceği bilinmektedir. Bekleme süresinin çoklu doğrusal regresyon yöntemi ile tahmin edilebilmesi için birçok bağımsız değişken kombinasyonu denenmiştir. Denemelerin hiçbirinde sabit terimin etkin çıkmaması dikkat çekicidir. Dolayısıyla dikkate alınan değişkenlerin alacağı değerlerden bağımsız bir bekleme sabit değerinin olmadığı söylenebilir. Yukarıdaki paragraflarda geçen durak tanıtımlarındaki bekleme sürelerinin maksimum-minimum aralığının çok değişken olması da bunun bir göstergesidir. Denemeler sonucunda en az sayıda (en etkin) terim içeren regresyon modeli Tablo 5.4'teki gibi elde edilmiştir. Regresyon katsayısı (R-kare) 0.616 mertebesinde olup varyans analizi F-testi anlamlılık düzeyi bakımından modelin başarımının doyurucu olduğu söylenebilir.

Tablo 6.3 Regresyon istatistikleri

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,785
R Kare	0,616
Düzeltilmiş R Kare	0,612
Standart Hata	3,795
Gözlem	657

Tablo 6.4 ANOVA tablosu

ANOVA					
	df	**SS**	**MS**	**F**	**Anlamlılık F**
Regresyon	5,0	15.086,9	3.017,4	209,475	0,000
Fark	652,0	9.391,7	14,4		
Toplam	657,0	24.478,7			

Tablo 6.5 Regresyon istatistikleri

	Katsayılar	**Standart Hata**	**T Stat**	**P-değeri**
Cep_Dur	1,118	0,449	2,489	0,013
DurSO	9,668	1,387	6,973	0,000
D_gvn	-1,305	0,262	-4,975	0,000
Hat_SS	0,114	0,017	6,866	0,000
YBS	-2,101	0,312	-6,730	0,000

Durağın fiziki parametrelerinden durağın cepli olması durumu, bekleme süresini pozitif etkileyen bir açıklayıcı değişken olarak bulunmuştur. Cepli duraklar, yoğun duraklarda otobüslerin birbirini takip etmesi ve yolcuların biniş için sırayı beklemesi zorunluluğunu doğurduğundan bu tür bir etki öngörülebilir. Otobüs cebinin bulunmadığı durumlarda, otobüslerden oluşan bir katar oluşması halinde, otobüsler cebin boşalmasını beklemeden ön sıralara geçebilmektedir. "t" istatistikleri karşılaştırıldığında diğerlerine göre en düşük etkili değişken durak sıra oranıdır. Durak sıra oranı da pozitif etkin çıkan hat geometrisine ilişkin bir model

parametresidir. Durağın hat durakları içinde sonlarda yer alması, dolayısıyla büyük bir sıra oranı alması, bekleme süresini uzatan; hattın trafik ve hat yoğunluğundan daha çok etkilendiğini gösteren bir parametre olarak ortaya çıkmıştır.

Durak güvenilirliği, modelde beklendiği üzere negatif etkin değişkenlerdendir. Güvenilirliği yüksek duraklar daha kısa bekleme süresi sağlamaktadır. Hattın sefer sıklığı da beklenen şekilde pozitif etkili bir bekleme süresi etkeni olarak bulunmuştur. Dakika cinsinden aralıklar uzadıkça daha uzun beklemelere yol açmaktadır. Çalışmanın ana amaçlarından biri olan yolcu bilgilendirme sisteminin (YBS) varlığına ilişkin değişken de, katsayısı ve "t" istatistiği dikkate alındığında, modelde önemli paya sahip bir etken olarak ön plana çıkmaktadır. YBS durumunun sadece "1" ve "0" şeklindeki bir kukla değişken ile ifade edildiği göz önüne alınırsa "-2.101" gibi büyük bir katsayı ile modele girmesi; sistemin varlığının bekleme süresini 2 dakika'dan fazla kısalttığını göstermektedir. 657 adet gözlemlenmiş bekleme süresinin genel ortalamasının 4.443 dakika, standart sapmasının da 4.186 dakika olduğu dikkate alınırsa, YBS den kaynaklanan 2 dakika'lık etkinin oldukça kayda değer olduğu açıktır. Modelde kullanılan değişkenlerin birbirleriyle olan korelasyonları Tablo 5.7'de görülmektedir. Tablo incelendiğinde değişkenlerin aralarındaki küçük düzeydeki korelasyonların multikolineerliğe yol açmadığı anlaşılmıştır. Bu da modelin geçerliliği yönünden önemli bir sonuçtur.

Elde edilen sonuçlar kısaca şu şekilde sıralanabilir:

- Durakta duran otobüs sayısı arttıkça, durağın güvenilirliği azalmaktadır. Bunda, otobüs duraklarının indirme-bindirme yaptıkları alanının uzunluğu veya otobüs durak cebinin uzunluğu gibi faktörlerin yanı sıra, otobüslerin durağa yanaşmak için harcadıkları sürelerin de etkili olduğu söylenebilir.
- Otobüs duraklarının bulunduğu linkler üzerinde hareket eden araçların ortalama hızları arttıkça, durakların güvenilirliği de artmaktadır.
- Otobüs duraklarının yer aldığı linklerdeki (diğer bir değişle arterlerdeki) şerit sayılarının artması, durakların güvenilirliğini de arttırmaktadır. Ayrıca, otobüs duraklarının yer aldığı iki veya daha fazla şeritli yollarda, kural dışı park eden araçların ve benzeri yol ihlallerinin, trafik kazalarının ve/veya yol

çalışmalarının, o arter veya link üzerinde yer alan durakların güvenilirliğini önemli oranda etkilediği görülmektedir.

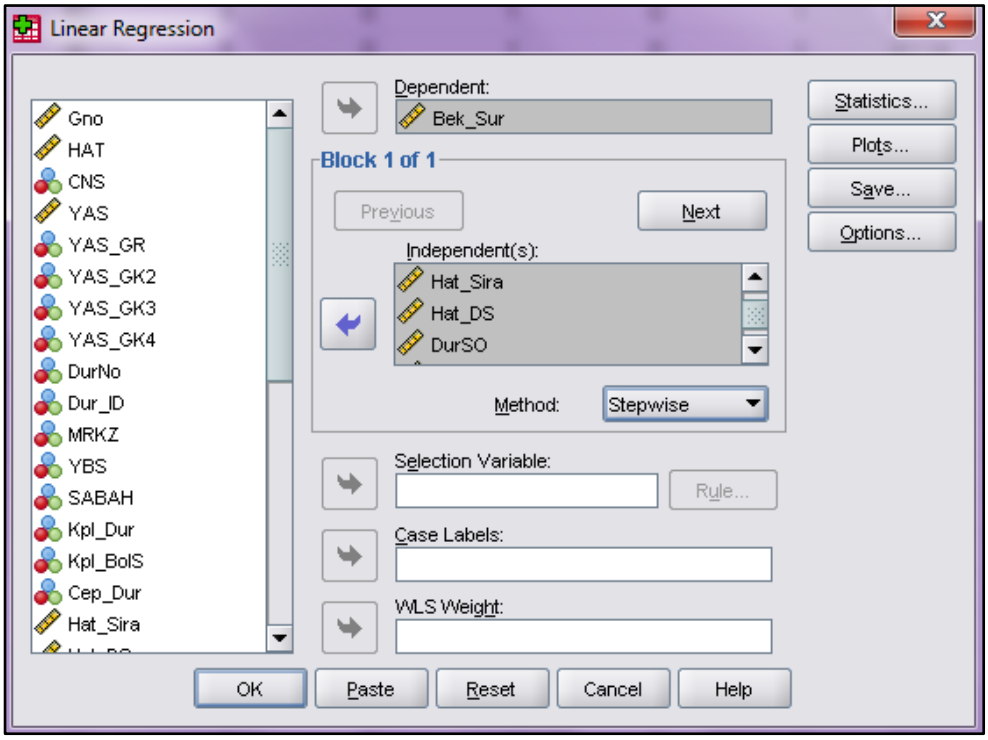
Tablo 6.6 Modelde kullanılan değişkenlerin birbirleriyle olan korelasyonları

		YBS	CEP_DUR	DUR_SO	D_GVN	HAST_SS
YBS	**Pearson Korelasyonu**	1,000	0,232	0,059	0,121	-0,077
	Etkinlik		0,000	0,129	0,002	0,049
CEP_DUR	**Pearson Korelasyonu**	0,232	1,000	0,064	0,041	-0,290
	Etkinlik	0,000		0,100	0,300	0,000
DUR_SO	**Pearson Korelasyonu**	0,059	0,064	1,000	-0,078	-0,044
	Etkinlik	0,129	0,100		0,046	0,263
D_GVN	**Pearson Korelasyonu**	0,121	0,041	0,078	1,000	0,012
	Etkinlik	0,002	0,300	0,046		0,765
HAST_SS	**Pearson Korelasyonu**	-0,077	-0,290	-0,044	0,012	1,000
	Etkinlik	0,049	0,000	0,263	0,765	

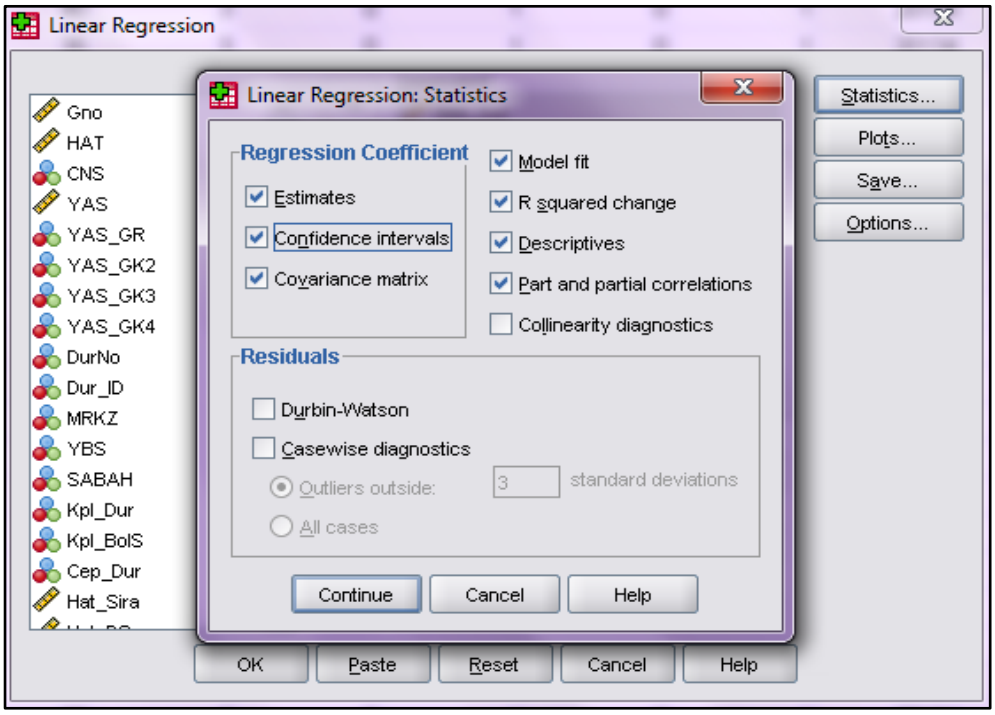
Yapılan analizler değerlendirildikten sonra, güvenirlik ölçütlerinin bekleme süresi üzerindeki etkisi dikkate alınmayarak gözlem yapılan duraklardan elde edilen toplam 1288 verinin analizi yapılmıştır.

6.3.2 Güvenilirlik Etkisi İçermeyen Analizler

Projede yapılan regresyon analizden sonra toplanan bütün verilerin değerlendirilmesi amacıyla SPSS16.0 programı kullanılarak çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Bağımsız değişken sayımızın fazla olması sebebiyle regresyon analizi yapılırken adım adım ekleme (stepwise) seçeneği seçilmiştir.



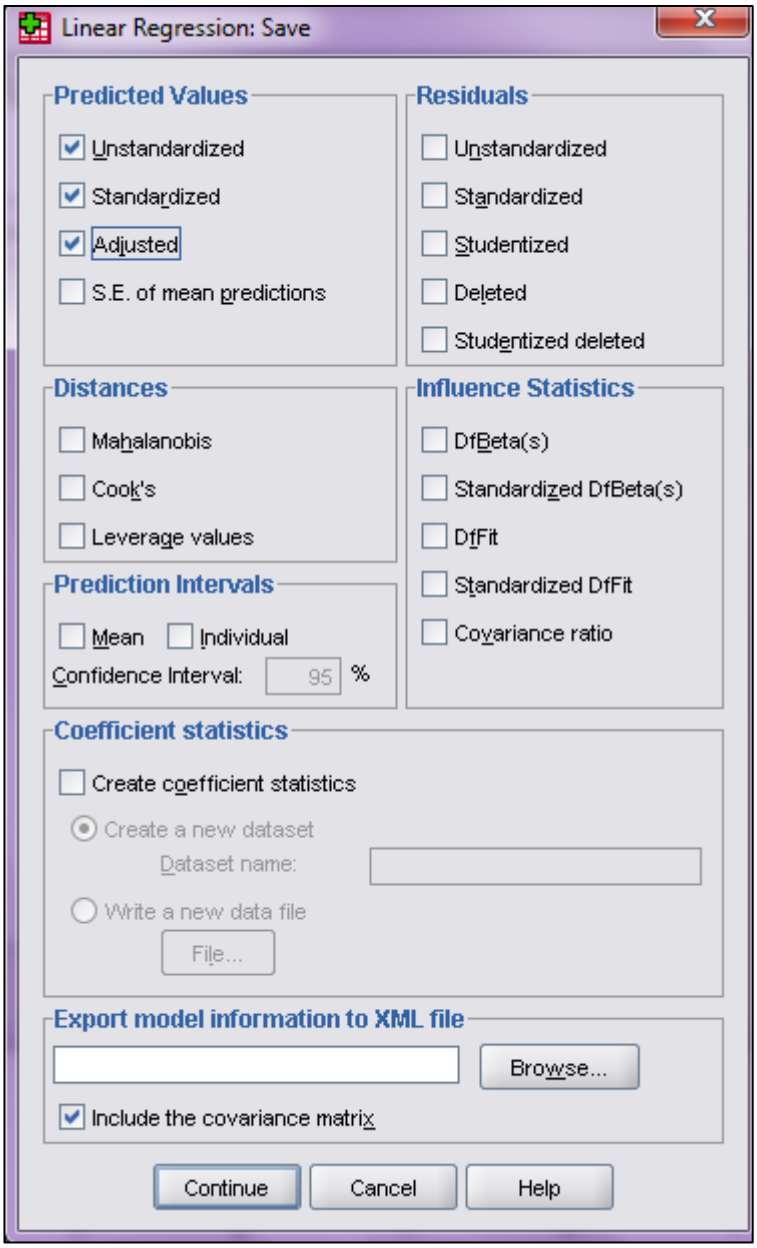
Şekil 6.1 SPSS regresyon analizi



Şekil 6.2 SPSS regresyon analizi

Model fit yardımıyla, modele eklenen ve modelden çıkarılan değişkenler listelenir, ve çoklu R, R^2,düzeltilmiş R^2, tahminin standart sapması ve varyans

tablosu analizi elde edilir. R kare değişimi seçeneği modele bir bağımsız değişken eklendiğinde veya modelden çıkarıldığında modelin gücünün nasıl değiştiğini göstermektedir. Tanımlayıcı istatistikler, analizdeki her değişken için ortalama, standart sapma ve geçerli durumların sayısını verir.



Şekil 6.3 SPSS regresyon analizi

6.3.3 Regresyon Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapılan analizde ilk olarak tanımlayıcı istatistiklerin olduğu tablo görülmektedir, bu tablodan bağımlı ve bağımsız değişkene ait ortalama ve standart sapmalar yer almaktadır.

İkinci tablo ise değişkenler arasındaki korelasyonları göstermektedir. Bu noktada bağımsız değişkenler arasında güçlü korelasyon olmaması gerekmektedir. Çünkü güçlü korelasyon olması durumunda bağımsız değişkenlerin modele katkıları bir birine çok yakın olmakta ve değişkenlerin modelde olması veya olmaması modelin gücünü etkilememektedir. Bağımsız değişkenler arasında 0,80 ve üzerinde korelasyonlar varsa, bu durum çoklu bağıntı probleminin bir göstergesidir. Korelasyonların bulunduğu program çıktısı incelendiğinde bağımsız değişkenler arasında yüksek korelasyon olmadığı görülmüştür.

Analiz yapılırken stepwise metodu seçildiğinden bağımsız değişkenler arasından 8 tanesinin bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etki oluşturduğu sonucu bulunmuştur. Bu değişkenler; Durağın Başlangıca Uzaklığı, Durak Bazında Güvenilirlik, Merkezden Geliş Yönü, Durağa Kadarki Durak Sıklığı, Yolcu Bilgilendirme Sistemi Durumu, Hatta Mesafe Oranı, Sabah-Akşam Zirvesi, Kapalı Durak şeklindedir.

Tablo 6.9'da yer alan model özeti tablosu önemli bir tablodur. R kare (R^2) bize bağımsız değişkenin yüzde kaçlık kısmının bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını göstermektedir. Modeldeki bağımsız değişken sayısını arttırdığımızda R^2 artar. Buna karşılık düzeltilmiş R^2 değerlerine de bakmak gerekmektedir. Tablo incelendiğinde R^2 değerlerinin 0,112 (%11,2) olması sebebiyle bağımlı değişkeni çok iyi açıklamadığı söyleyebiliriz.

Tablo 6.7 Korelasyonlar

		DH_MES	D_gvn	DH_SIK	MRKZ	YBS	DH_ORAN	SABAH	Kpl_Dur
DH_MES	Pearson Korelasyonu	1	0,0304	0,0834	0,0236	-,025	0,0926	0,0435	0,0237
	Sig.		0,000	0,000	0,000	0,0365	0,000	0,000	0,000
	N	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288
D_gvn	Pearson Korelasyonu	0,0304	1	0,0200	-0,0187	-0,0092	0,0301	0,0651	0,0433
	Sig.	0,000		0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
	N	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288
DH_SIK	Pearson Korelasyonu	0,0834	0,0200	1	0,0445	-0,0129	0,0821	0,0401	0,0147
	Sig	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288
MRKZ	Pearson Korelasyonu	0,0236	-0,0187	0,0445	1	-0,0150	0,0268	0,079	-0,0403
	Sig.	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,005	0,000
	N	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288
YBS	Pearson Korelasyonu	-0,025	-0,092	-0,0129	-0,0150	1	-0,037	-0,0432	-0,0107
	Sig.	0,0365	0,0001	0,000	0,000		0,0187	0,0000	0,000
	N	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288
DH_ORAN	Pearson Korelasyonu	0,0926	0,0301	0,0821	0,0268	-0,037	1	0,0455	0,0246
	Sig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0187		0,000	0,000
	N	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288
SABAH	Pearson Korelasyonu	0,0435	0,0651	0,0401	0,079	-0,0432	0,0455	1	0,0587
	Sig.	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000		0,000
	N	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288
Kpl_Dur	Pearson Korelasyonu	0,0237	0,0433	0,0147	-0,0403	-0,0107	0,0246	0,0587	1
	Sig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	N	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288

Tablo 6.8 Tanımlayıcı istatistikler

Tanımlayıcı İstatistikler			
	Ortalama	**Standart Sapma**	**Veri Sayısı**
Bek_Sur	5,09	5,51	1288
CNS	0,50	0,50	1288
YAS	35,34	11,02	1288
YAS_GR	2,73	0,66	1288
YAS_GK2	0,35	0,476	1288
YAS_GK3	0,53	0,499	1288
YAS_GK4	0,10	0,305	1288
MRKZ	0,49	0,500	1288
YBS	0,54	0,499	1288
SABAH	0,69	0,464	1288
Kpl_Dur	0,86	0,343	1288
Kpl_BolS	1,46	0,721	1288
Cep_Dur	0,41	0,415	1288
Hat_Sira	15,95	10,546	1288
Hat_DS	35,41	13,397	1288
DurSO	0,42	0,242	1288
Hdur_OG	2,43	25,99	1288
HBD_gvn	1,81	1,766	1288
Dur_Hat	9,11	5,46	1288
Dur_Oto	3,54	202,93	1288
D_gvn	3,00	1,421	1288
DH_MES	5,21	5,656	1288
DH_ORAN	0,27	0,279	1288
DH_SIK	0,38	0,412	1288
HAT_SS	17,51	9,803	1288

Tablo 6.9 Model özeti

Model Özeti									
Model	**R**	**R^2**	**Düzeltilmiş R^2**	**Tahminin Standart Hatası**	**İstatistik değişimleri**				
					R^2 değişimi	**F değişimi**	**df1**	**df2**	**Sig F Değişimi**
	0,335	0,112	0,107	5,208	0,009	13,489	1	1279	0,000

Tablo 6.10 ANOVA tablosu

ANOVA						
Model		**Karelerin Toplsmı**	**df**	**Karelerin ortalaması**	**F**	**Sig**
	Regresyon	4387,028	8	548,379	20,220	0,000[h]
	Kalan	34687,115	1279	27,120		
	Toplam	39074,143	1287			

Tablo 6.10'da yer alan ANOVA tablosu modelimizin bir bütün olarak anlamlı olup olmadığının test edilmesini sağlamaktadır. Sig değerlerinin 0,05'in altında olduğu görülmektedir bu durum bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. F değerleri de kurulacak çoklu regresyon modelinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 6.11 Katsayılar tablosu

Katsayılar								
Model		Standart olmayan katsayılar		Standart Katsayılar	t	Sig.	Korelasyonlar	
		B	Standart Hata	Beta			Sıfır derece	Kısmi
	Sabit	7,818	0,651		12,00847	0,000		
	DH_MES	-0,390	0,074	-0,401	-5,24213	0,000	-0,20287	-0,14503
	D_gvn	-0,387	0,149	-0,100	-2,60063	0,009	-0,17728	-0,07253
	MRKZ	-1,426	0,430	-0,129	-3,31832	0,001	-0,13885	-0,09239
	DH_SIK	1,955	0,751	0,146	2,604466	0,009	-0,14134	0,072633
	YBS	-1,670	0,354	-0,151	-4,71816	0,000	-0,05411	-0,13079
	DH_ORAN	4,243	1,441	0,215	2,94441	0,003	-0,16489	0,082053
	SABAH	-2,780	0,633	-0,234	-4,3902	0,000	-0,17363	-0,12184
	Kpl_Dur	2,415	0,658	0,150	3,673	0,000	0,017219	0,102161

Tablo 6.11'de katsayılar tablosu gösterilmiştir. Bu tabloda yer alan B değerleri bekleme süresiyle tahmin değişkeni arasındaki ilişkiyi göstermektedir, Dahası B değerleri bize tüm diğer tahmin değerlerinin etkisi sabit tutulduğunda her tahmin değişkeninin bağımlı değişkeni ne derece etkilediğini gösterir. B değerleri önemlidir ancak Beta değerlerini yorumlamak daha kolaydır. Beta değerleri tahmin değişkenindeki bir standart sapma değişikliğin bağımlı değişkende ne kadar değişiklik yaratacağını söylemektedir. Kısmi korelasyonlar her tahmin değişkeniyle bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi temsil etmektedir. Tabloda ayrıca modelin tahmini sonucu elde edilen parametre değerleri ve bunlara ilişkin t değerleri gösterilmektedir. Parametrelere ait t istatistik değerlerinden modele dahil edilen her bir değişkenin ayrı ayrı (%5 anlamlılık düzeyinde) anlamlı olduğu görülmektedir. Sabit değerler bağımsız değişkenlerin sıfır olması durumunda bekleme süresinin alacağı değerleri göstermektedir. YBS'ne ait parametre değerinin -0,942 olması YBS'nin bekleme süresi üzerince her birim için 0,942 oranında azaltıcı etkisi olduğunu göstermektedir.

Bütün verilerle yapılan bu regresyon analizinden sonra, her bir durak birer kukla değişkeni olarak ele alınmıştır ve bu şekilde ikinci bir regresyon analizi yapılarak durakların bekleme süresine olan etkisi anlaşılmaya çalışılmıştır.

Birçok hallerde bağımlı değişkeni etkileyen faktörler geleneksel verilerden herhangi biri ile ölçülemez. Bu tip durumlarda kukla değişkenler fonksiyon içine dahil edilerek yaklaşık olarak göz önüne alınabilirler. Birden fazla karakter veya durum tek kukla değişken ile gösterilmeyip her bir karakter bir kukla değişken ile ifade edilirse çoklu doğrusal bağlılık problemi ortaya çıkar ve parametreler tahmin edilemez. Bu durum kukla değişken tuzağı olarak adlandırılır. Kukla değişken tuzağı oluşmaması için sabit parametreli modelde kukla değişken ile ifade edilecek karakter veya durum sayısından bir eksik sayıda kukla değişken kullanılmaktadır. Yapılan çalışmada Bayraklı üst geçit durağı eksik sayılarak toplam durak sayısından 1 eksik yani 12 adet kukla değişken kullanılmıştır. Kukla değişkenlerle yapılan çoklu regresyon analizi için de ilk analizde seçilen stepwise kullanılmıştır.

Tablo 6.12 Model özeti

Model Özeti									
Model	**R**	**R^2**	**Düzeltilmiş R^2**	**Tahminin Standart Hatası**	**İstatistik değişimleri**				
					R^2 değişimi	**F değişimi**	**df1**	**df2**	**Sig F Değişimi**
	0,362[k]	0,131	0,126	5,150	0,000	0,734	1	1279	0,392

Tablo 6.12'de yer alan model özeti tablosu önemli bir tablodur. R kare (R^2) bize bağımsız değişkenin yüzde kaçlık kısmının bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını göstermektedir. Modeldeki bağımsız değişken sayısını arttırdığımızda R^2 artar. Buna karşılık düzeltilmiş R^2 değerlerine de bakmak gerekmektedir. Tablo incelendiğinde R^2 değerlerinin 0,131 olması sebebiyle bağımlı değişkeni çok iyi açıklamadığı söyleyebiliriz. Modelde etkin olan değişkenlerin arasında yüksek korelasyon olmaması tercih edilmektedir. Bu modelde kullanılan bağımsız değişkenlerin arasında yüksek korelasyon olmadığı Tablo 6.15'ta görülmektedir.

Tablo 6.13'te yer alan ANOVA tablosu modelimizin bir bütün olarak anlamlı olup olmadığının test edilmesini sağlamaktadır. Öncelikli olarak bakmamız Sig. değerlerinin yer aldığı sütundur. Sig. değerlerinin 0,05'in altında olduğu

görülmektedir bu durum bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 6.13 ANOVA tablosu

ANOVAl						
Model		**Karelerin Toplsmı**	**df**	**Karelerin ortalaması**	**F**	**Sig**
	Regresyon	5119,559	7	731,3656	27,57059	0,000
	Kalan	33954,58	1280	26,52702		
	Toplam	39074,14	1287			

Tablo 6.14 Katsayılar tablosu

Katsayılar								
Model		**Standart olmayan hatalar**		**Standart kaysayılar**	**t**	**Sig.**	**Korelasyonlar**	
		B	**Standart hata**	**Beta**			**Sıfır derece**	**Kısmi**
	Sabit	8,086	0,586		13,789	0,000		
	Serinkuyu(merkez yönü)	-1,204	0,47	-0,075	-2,559	0,011	-0,197	-0,071
	Serinkuyu(Çiğli yönü	2,913	0,55	0,147	5,298	0,000	0,107	0,146
	Turan	5,075	0,601	0,321	8,44	0,000	0,066	0,23
	Dur_Oto	-0,012	0,001	-0,429	-10,578	0,000	-0,158	-0,284
	Hat_DS	-0,045	0,011	-0,11	-4,171	0,000	-0,095	-0,116
	Naldöken(Serinkuyu yönü)	2,637	0,929	0,08	2,84	0,005	-0,017	0,079
	Kpl_Dur	2,165	0,471	0,135	4,6	0,000	0,017	0,128

Tablo 6.14'de katsayılar tablosu gösterilmiştir. Kısmi korelasyonlar her tahmin değişkeniyle bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi temsil etmektedir. Tabloda ayrıca modelin tahmini sonucu elde edilen parametre değerleri ve bunlara ilişkin t değerleri gösterilmektedir. Parametrelere ait t istatistik değerlerinden modele dahil edilen her bir değişkenin ayrı ayrı (%5 anlamlılık düzeyinde) anlamlı olduğu görülmektedir. Sabit değerleri bağımsız değişkenlerin sıfır olması durumunda bekleme süresinin alacağı değerleri göstermektedir. Elde edilen sonuçlardan, bekleme süresi üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olan durakların; Alsancak Cami Durağı (Merkez Yönü), Serinkuyu Durağı (Merkez Yönü), Serinkuyu Durağı (Çiğli Yönü), PTT Durağı (Merkez Yönü), Turan Durağı (Merkez Yönü), Naldöken Durağı (Çiğli Yönü) olduğunu göstermiştir. Bu duraklardan Naldöken Durağı dışındakiler yolcu

bilgilendirme sistemlerine sahiptir. Bu durum yolcu bilgilendirme sistemlerinin yolcuların bekleme süresi üzerinde bir etkisi olduğunu göstermektedir. Ayrıca Alsancak Cami Durağı (Merkez Durağı), PTT Durağı (Merkez Yönü) Turan Durağı (Merkez Yönü) duraklarından Konak şehir merkezi yönüne giden otobüsler geçmektedir. Elde edilen sonuçları yolculukların merkez yönünde olmasının bekleme süresinin tahmin edilmesi için kullanılan bileşenlerden birisi olduğu şeklinde yorumlayabiliriz.

Tablo 6.15 Korelasyonlar

		SMY	SÇY	TUR	Dur_Oto	Hat_DS	NSY	Kpl_Dur
SMY	Pearson Korelasyonu	1	-0,0121	-0,0161	0,0136	0,087	-0,068	0,0158
	Sig.		0,000	0,000	0,000	0,002	0,014	0,000
	N	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288
SÇY	Pearson Korelasyonu	-0,0121	1	-0,0123	0,066	-0,063	-0,052	0,0121
	Sig.	0,000		0,000	0,017	0,023	0,061	0,000
	N	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288
TUR	Pearson Korelasyonu	-0,0161	-0,0123	1	0,0607	0,043	-0,070	0,0161
	Sig.	0,000	0,000		0,000	0,0127	0,012	0,000
	N	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288
Dur_Oto	Pearson Korelasyonu	0,0136	0,066	0,0607	1	-0,042	0,0182	0,0426
	Sig.	0,000	0,017	0,000		0,0135	0,000	0,000
	N	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288
Hat_DS	Pearson Korelasyonu	0,087	-0,063	0,043	-0,042	1	0,029	-0,021
	Sig.	0,002	0,023	0,0127	0,0135		0,0292	0,0443
	N	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288
NSY	Pearson Korelasyonu	-0,068	-0,052	-0,070	0,0182	0,029	1	0,068
	Sig.	0,014	0,061	0,012	0,000	0,0292		0,014
	N	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288
Kpl_Dur	Pearson Korelasyonu	0,0158	0,0121	0,0161	0,0426	-0,021	0,068	1
	Sig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0443	0,014	
	N	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288

BÖLÜM ALTI
SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ülkemizde özel araç kullanımının fazla olmasından olumsuz etkiler söz konusudur. İnsanları toplu taşıma kullanmaya yöneltmek amacıyla mevcut olan toplu taşıma sistemlerinin daha iyi bir duruma gelmesi için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. En çok kullanılan toplu taşıma sistemin otobüs taşımacılığı olduğunu söyleyebiliriz, bu sebeple bu tür sistemler şehir trafiği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Bu çalışmada son zamanlarda gelişmiş bir teknoloji olan Akıllı Ulaşım Sistemleri'nin toplu taşımada kullanılan uygulamalarından olan Gerçek Zamanlı Yolcu Bilgilendirme Sistemleri (GZYBS)'nin toplu taşıma kullanıcılarının bekleme süreleri üzerinde olan etkisi araştırılmıştır. Toplu taşımada kullanılan bu tür sistemlerin toplu taşıma kullanım sayısını arttıracağı umulmaktadır. Toplu taşıma yolcu bilgilendirme sistemleri toplu taşıma hizmet kalitesini ve konforunu arttırmada etkili olmaktadır. (GZYBS)'nin yolculara sağladıkları bilgiler; programda meydana gelen sapmalar hakkında olan bilgiler, bir sonraki otobüs için bekleme süresinin tahmini, araçların duraklara/istasyonlara planlanan varış saati bilgileri, araçların planlanan bağlantı/aktarma bilgileri ve beklenen başlangıç-varış yolculuk süresi bilgisi şeklinde örneklendirilebilmektedir. Aynı zamanda; mevcut trafik, hava şartları bilgisi ve yol boyunca bulunan duraklara otobüsün varış zamanının bilgisi gibi bilgileri yaymak için de çeşitli cihazlar kullanılmaktadır. Otobüs varışları hakkında olan bilgiler internet, çağrı merkezleri veya ulaşım tesislerinde bulunan gösterge ekranları aracılığıyla elde edilebilmektedir.

İzmir'de seçilmiş olan 13 adet otobüs durağında yapılan çekimlerin analiz edilmesiyle GZYBS'nin örneklerinden olan akıllı durakların etkisi değerlendirilmiştir. Değerlendirme aşamasında yapılacak analizler için Bölüm 4'te ayrıntılı olarak anlatılan otobüs duraklarından bekleme sürelerinin yanı sıra duraklara ve yolculara ait özellikler toplanmıştır.

Çalışma kapsamında bilgilendirme sistemlerinin etkisini belirlemek üzere, gözlem yapılan duraklardan elde edilen değişkenler kullanılarak SPSS 16.0 programı kullanılarak analizler yapılmıştır. Bunun sonucunda, bekleme süresi üzerinde etkin parametrelerin içinde yolcu bilgilendirme sistemlerinin de olduğu sonucu bulunmuştur. Regresyon analizi yapılırken stepwise metodu seçilere bağımsız değişkenler arasından eleme yapılmıştır ve bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etki oluşturanların; Durağın Başlangıca Uzaklığı, Durak Bazında Güvenilirlik, Merkezden Geliş Yönü, Durağa Kadarki Durak Sıklığı, Yolcu Bilgilendirme Sistemi Durumu, Hatta Mesafe Oranı, Sabah-Akşam Zirvesi, Kapalı Durak olduğu sonucu bulunmuştur. Model özeti tablosunda bulunan R square (R^2) bize bağımsız değişkenin yüzde kaçlık kısmının bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını göstermektedir. R^2 değerinin 0,112 olması oluşturulan modelin bağımlı değişkeni iyi açıklayamadığını göstermiştir. ANOVA tablosunda bulunan Sig. değerlerinin 0,05'in altında olduğu görülmektedir bu durum bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Katsayılar tablosunda yer alan parametrelere ait t istatistik değerlerinden modele dahil edilen her bir değişkenin ayrı ayrı (%5 anlamlılık düzeyinde) anlamlı olduğu görülmektedir. Constant değerleri incelendiğinde YBS'ne ait parametre değerinin -0,942 olması YBS' nin bekleme süresi üzerince her birim için 0,942 oranında azaltıcı etkisi olduğunu göstermektedir.

Daha sonra her bir durak birer kukla değişkeni olarak ele alınmıştır ve bu şekilde ikinci bir regresyon analizi yapılarak durakların bekleme süresine olan etkisi anlaşılmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlardan, bekleme süresi üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olan durakların; Alsancak Cami Durağı(Merkez Yönü), Serinkuyu Durağı(Merkez Yönü), Serinkuyu Durağı(Çiğli Yönü), PTT Durağı (Merkez Yönü), Turan Durağı(Merkez Yönü), Naldöken Durağı(Çiğli Yönü) olduğunu göstermiştir. Bu duraklardan Naldöken Durağı dışındakiler yolcu bilgilendirme sistemlerine sahiptir. Bu durum yolcu bilgilendirme sistemlerinin yolcuların bekleme süresi üzerinde bir etkisi olduğunu göstermektedir. Oluşturulan model üzerinde anlamlı nir etkiye sahip olan duraklardan Konak şehir merkezi yönüne giden otobüsler geçmektedir. Elde edilen sonuçları yolculukların merkez yönünde olmasının bekleme

süresinin tahmin edilmesi için kullanılan bileşenlerden birisi olduğu şeklinde yorumlayabiliriz.

İzmir'de toplu taşıma sisteminde çeşitli yolcu bilgilendirme sistemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada toplu taşımacılıkta kullanılmakta olan mevcut yolcu bilgilendirme sistemlerinden akıllı duraklar üzerine bir araştırma yapılmıştır. Yapılan analiz ve değerlendirmeler sonucunda bu tür sistemlerin yolcular açısından yolculuk sürecinin önemli bileşenlerinden olan bekleme süresi üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu sonucu bulunmuştur. Ancak bunun dışında internet üzerinden, bilgisayar ve akıllı telefonlarda kullanılan çeşitli uygulamalardan bir sonraki otobüsün varış saati, otobüsün durağa yaklaşma süresi öğrenilebilmektedir. Yolcular son zamanlarda gelişen bu teknolojik uygulamaları kullanmaktadırlar.

Bu tür bir araştırmanın daha iyi bir sonuç verebilmesi için yolculara yapılacak olan anket çalışması ile desteklenmesi önerilmektedir. Böylece internet ve benzeri teknolojik sistemler aracılığıyla, toplu taşımacılığı kullanan yolcular tarafından etkin bir şekilde kullanılan diğer bilgilendirme sistemlerinin yolcular ve yolcuların bekleme süresi üzerinde olan etkisinin değerlendirilmesinin daha iyi yapılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca anket çalışması yapılarak yolcuların bilgilendirme sistemlerine karşı psikolojik tepkilerinin daha iyi anlaşılabileceği önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Abdelfattah, A. ve Ata M. K. (1998). Models for predicting bus delays, *transportation research record*, 1623, 8-15.

Abkowitz, M., Slavin H., Waksman, R., Englisher, L., Wilson, N., (1978) *Transit Service Reliability. Report UMTA-MA-06-0049-78-1. USDOT Transportation Systems Center*, Cambridge/ Massachusetts.

Ahmadi, K.S. (1984) Effects of social influences and waiting on time judgement. *Perceptual and. Motor Skills*, 59(3), 771–776.

Allan, L. G. (1979) The perception of time. *Perception and Psychophysics*, 26(5), 340–354.

Attanucci, J. P. ve Halvorsen, R. (1993). What GIS can do for transit planning. papers for the operational and service plannings symposium, 12 Şubat 2014. http://www.fta.dot.gov/library/technology/symops/attanucc.htm.

Bang, C. (1998). ıntegrated model to plan advanced public transportation systems, 28 Ocak 2014. http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-122898-222857/.

Bates, J., Polak, J., Jones, P. ve Cook, A. (2001). The valuation of reliability for personal travel, *Transportation Research Part E*, 37, 191-229,

Bos, D. M., Van der Heijden, R. E. C. M., Molin, E. J. E. ve Timmermans, H. J. P. (2004) The choice of park and ride facilities: an analysis using a context-dependent hierarchical choice experiment. *Environment and Planning A*, 36, 1673–1686.

Bowman, L. A., ve M. A. Turnquist (1981) Service Frequency, Schedule Reliability and Passenger Wait Times at Transit Stops. *Transportation Research A*, 15(6), 465–471.

Casey, R. P, Lawrence N. L, Moniz L, Royal J. W, Sheehan M, Sheehan T ve diğer., (2000). *Advanced public transportation systems,* the state of the art update. US.

Chapman, R.A., (1976). Bus Reliability Definition and measurement, Research Report no.18, Transport Operations *Research Group, University of Newcastle upon Tyne*, UK.

Chen X., Yu L., Zhang Y. ve Guo J. (2009). Analyzing Urban Bus Service Reliability at the Stop, Route, and Network Levels, *Transportation Research Part A*, 43, 722-734,.

Chorus, C. G., Arentze, T. A., Molin, E. J. E., Timmermans, H. J. P. ve Van Wee, G. P. (2006a) Use and Effects of Advanced Traveller Information Services, *Transport Reviews*, 26(2), 127–149.

Chorus C., Molin, E., van Wee, B. (2006b) Travel information as an instrument to change cardrivers' travel choices: a literature review. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 6(4), 335–364.

Consortium Infopolis. (1999). *Needs of travellers: An analysis based on the study of their tasks and activities,* Paris/Fransa: Trésor Public.

Coogan, M. A. (2003). Recent developments in integrated passenger information systems in North America. *Paper presented at the 3rd UITP Conference on Travel Information*, Gothenburg/İsveç.

Davis, M. M., ve Heineke, J. (1994). Understanding the Roles of the Customer and the Operation for Better Waiting Line Management. *International Journal of Operations and Production Management*, 14 (5), 21–34.

Dessouky, M. M., Randolph W. H., Rutvij S, ve Majid A. (2001). *Evaluating the Impact of ITS on Personalized Public Transit.* Research report, California Path Program Institute of Transportation Studies, Univercity of California, Berkeley/ Amerika Birleşik Devletleri.

Dziekan, K. (2004). *Customer perceptions and behavioural responses to IT based public transport information,* Stockholm/İsveç: Infrastruktur.

Emmerink, R. H. M., Nijkamp, P., Rietveld, P. ve Van Ommeren, J. N. (1996) Variable message signs and radio traffic information: an integrated empirical analysis of drivers' route choice behaviour. *Transportation Research Part A*, 30(2), 135–153.

Ferris, B., Watkins, K., ve Borning, A. (2010) OneBusAway*: Results from Providing Real-Time Arrival Information for Public Transit. Proceedings of CHI 2010*. Atlanta/ Amerika Birleşik Devletleri, Nisan 10–15, 2010.

Gentile, G., Nguyen, S. ve Pallottino, S. (2005) Route choice on transit networks with online information at stops. *Transportation Science*, 39(3), 289–297.

Gotic. (2002). *Effects of real-time information in Gothenburg*. Research Report No. 19. Gothenburg Transport Information Centre, Gothenburg/İsveç.

Hall, R.W. (2001) Passenger waiting time and information acquisition using automatic vehicle location for verification. *Transportation Planning and Technology*, 24(3), 249–269.

Hato, E., Taniguchi, M., Sugie, Y., Kuwahara, M. and Morita, H. (1999) Incorporating an information acquisition process into a route choice model with multiple information sources. *Transportation Research Part C*, 7(2-3), 109–129.

Hornik, J. (1984) Subjective vs. Objective Time Measures: A Note on the Perception of Time in Consumer Behavior. *The Journal of Consumer Research*, 11(1), 615–618.

Hui, M.K. ve Tse, D.K. (1996) What to tell consumers in waits of different lengths: an integrative model of service evaluation. *Journal of Marketing*, 60, 81–90.

Hui, M. K. ve Zhou, L. (1996) How Does Waiting Duration Information Influence Customers' Reactions to Waiting for Services? *Journal of Applied Social Psychology*, 26 (19), 1702–1717.

Infopolis2. (1998). *Review of current passenger information systems*, 19 Ekim 2005. http://www.ul.ie/~infopolis/library/del/del1.html.

Intermobil. (2002). *Leitprojekt intermobil Region Dresden -Meilensteinbericht M 500/3 - AP 551 - Akzeptanz- und Wirkungsanalyse der im AP 500 entwickelten Komponenten des Mobilitätsmanagements.* Dresden/ Almanya: ISUP.

Jolliffe, J. K., ve T. P. Hutchinson (1975) A Behavioral Explanation of the Association Between Bus and Passenger Arrivals at a Bus Stop. *Transportation Science*, 9(4), 248–282.

Jones, P., ve E. Peppiatt (1996) Managing perceptions of waiting times in service queues. *International Journal of Service Industry Management*, 7(5), 47 – 61.

Karlsson, M. A. (1997). *Users on public transport and new information technology*. Göteborg/ Almanya: DCTCUT.

Katz, K., B. Larson, ve R. Larson (1991) Prescription for the Waiting-in-Line Blues: Entertain, Enlighten and Engage. *Sloan Management Review*, 32 (2), 44–53.

Khattak, A. J., J. L. Schofer ve F. S. Koppelman (1995) Effect of Traffic Information on Commuters' Propensity to Change Route and Departure Time. *Journal of Advanced Transportation* 29(2), 193–212.

Kraan, M., H. S. Mahmassani ve N. Huynh (2000). Interactive Survey Approach to Study Traveler Responses to ATIS for Shopping Trips. *Paper presented at the 79th Meeting of the Transportation Research Board*, Washington/ Amerika Birleşik Devletleri.

Kronborg, P., Anders L. ve Eva S. (2002). *Fungera transportinformatik i praktiken? 14 fallstudier i syfte att undvika misstag i framtiden*.2002, 18. Stockholm: TFK.

Lappin, J. ve J. Bottom (2003) Understanding and Predicting Traveler Response to Information: A Literature Review. *Technical Report No.: FHWA-JPO-04-014, US Department of Transportation.*

Lee, J. ve B. Douglass (2000) Benefit-Cost Evaluation of Traveler Information: Seattle's WSDOT Web-site. *Paper presented at the 79th Meeting of the Transportation Research Board*, Washington/ Amerika Birleşik Devletleri.

Lehtonen, M., ve Risto K. (2001). The benefits of a pilot implementation of public transport signal priorities and real-time passenger information. *Paper presented at the Inform Norden International Conference,* Tampere/ Finlandiya.

Li, Y. (2003). Evaluating the urban commute experience: A time perception approach, *Journal of Public Transportation,* 6(4), 41–67.

Liu, R. ve Sinha, S., (2007) *Modelling Urban Bus Service and Passenger Reliability, The Third International Symposium on Transportation Network Reliability (INSTR),* Hauge/ Hollanda.

Mahmassani, H. S., N. Huynh, K. Srinivasan ve M. Kraan (2003). Tripmaker Choice Behavior for Shopping Trips Under Real-time Information: Model Formulation and Results of Stated-Preference Internet-Based Interactive Experiments. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 10(6), 311–321.

Maister, D. (1985). The psychology of waiting lines. In J. Czepiel, M. Solomon, & C. Surprenant (Eds.), *The Service Encounter. Lexington, MA: Lexington Books*. 113–123.

Marks, J. (2001*). How Transit Agencies are Leveraging the Web for Traveller Information, 25 Eylül 2013*. http://www.nawqits.com/icdn/transitweb.html.

Mehndiratta, S.R., C. Cluett , M. Kemp, ve J. Lappin (2000) *Transit Watch: Bus Status Video Monitors in Seattle - Customer Satisfaction Evaluation. U. S. Department of Transportation*.

Peng, Z., ve Oliver, J. (1999). Assessing Means of Transit Information Delivery for Advanced Public Transportation Systems. *Journal of the Transportation Research Board*, 1428, 99.

Petrella, M. ve Lappin, J. (2004) Los Angeles and Seattle: a comparative analysis of customer response to online traffic information. Paper presented at the 83rd Meeting of the *Transportation Research Board*, Washington/ Amerika Birleşik Devletleri.

Polus, A. (1978). Modelling and measurements of bus service reliability, *Transportation Research* 12, 253-256,

Polydoropoulou, A. ve Ben-Akiva, M. (1998) The effect of advanced traveller information systems (ATIS) on travellers' behaviour. In *Behavioural and Network Impacts of Driver Information Systems*, R. H. M. Emmerink ve P. Nijkamp (Eds), Aldershot: Ashgate.

Reed, T. B., ve J. C. Levine (1997) Changes in Traveler Stated Preference for Bus and Car Modes Due to Real-Time Schedule Information: *A Conjoint Analysis. Journal of Public Transportation*, 1(2), 25–47.

Shah, V. P., K. E. Wunderlich ve J. Larkin (2001) Time Management Impacts of Pre-Trip ATIS: Findings from a Washington DC Case Study. *Paper presented at the 80th Meeting of the Transportation Research Board*, Washington/ Amerika Birleşik Devletleri.

Smith, R., S. Atkins, ve R. Sheldon (1994) *London Transport Buses: ATT in Action and the London Countdown Route 18 Project. In Proceedings of the First World Congress on 192 Applications of Transport Telematics and Intelligent Vehicle–Highway Systems*, Paris/ Fransa.

Srinivisan, K., Chen, I., Reddy, P. ve Jovanis, P. P. (1999) Pre-trip information systems: an investigation into users' information acquisition process. *Paper presented at the 78th Meeting* of the *Transportation research Board*, Washington/ Amerika Birleşik Devletleri.

Steg, L., Vlek, C. ve Slotegraaf, G. (2001) Instrumental-reasoned and symbolic-affective motives for using a motor car. *Transportation Research Part F*, 4(3), 151–169.

Steg, L. (2005) Car use: lust and must: instrumental, symbolic and affective motives for car use. *Transportation Research Part A*, 39(2-3), 147–162.

Sterman, B.P. ve Schofer, J.L. (1976). Factors affecting reliability of Urban bus Services, *Transport Engineering Journal*, 147-159,

Stradling, S. G. (2002). *Transport user needs and marketing public transport*. Municipal Engineer,151(1), 23-28.

Strathman, J., Dueker, K., Kimpel, T., Gerhart, R., Turner, K., Taylor, P., Callas, S. ve Griffin, D., (1999).*Automated Bus Dispatching, Operations Control, and Service Reliabilitiy: The Initial TriMet Experience, Trans Now Report*.

Targa, F., Khattak, A. J. ve Yim, Y. (2003) Understanding access and use of dynamic travel information. Paper presented at the 82nd Meeting of the *Transportation Research Board*, Washington/ Amerika Birleşik Devletleri.

Taylor, S ve G. Fullerton (2000) Waiting for Service: Perceptions Management of the Wait Experience. In D. Iacobucci and T. Swartz eds., *The Handbook of Services Marketing ve Management*, Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 171–190.

Transit Cooperative Research Program (TCRP), (2003a). *Transit Capacity and Quality of Service Manual, second ed., TCRP Report 100, Transportation Research Board, National Research Council,* Washington/ Amerika Birleşik Devletleri

Transportation Research Board (TRB), (1997). *National Research Council*. AVL systems for bus transit. National Academy press, 12 Haziran 2013. http://ntl.bts.gov/display.cfm?sub=d2&cat=4.

Turnquist M. A ve Bowman, L.A (1980). The effects of network structure on reliability of transit service. *Transportation Research* 14B, 79-86,

Turnquist, M. (1981), Strategies for Improving Reliability of Bus Transit Service, *Transportation Research Record* 818, 8-11.

U. S. Department of Transportation (USDOT). (1998). .*Developing traveller ınformation systems using the national ITS architecture. ıntelligent transportation systems,* 18 Kasım 2014. http://www.itsdocs.fhwa.dot.gov/ipodocs/repts te/37n01 l.pdf.

U. S. Department of Transportation (USDOT). Automatic vehicle location successful transit applications a cross cutting study ımproving service and safety. 7 Aralık 2013. http://ntl.bts.qov/data/8v301.pdf.

Uniman, D. L., Attanucci, J., Mishalani, R. G ve Wilson, H. M., (2010). Service Reliability Measurement Using Automated Fare Card Data: Application to the London Underground, *Transportation Research Record*, 2143, 92-99,

Wardman, Mark, Julian Hine, ve Steven G. Stradling. (2001). Interchange and travel choice. Research report, Edinburgh: Scottish Executive Central Research Unit, Edinburgh/ İskoçya.