

T.C.
BİLECİK ŐEHY EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŐAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TOPLU TAŞIMADA OTOBÜS HATLARININ KALİTE ÖLÇÜTLERİNE GÖRE
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUHAMMET AYDIN

TEZ DANIŐMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ HASAN BOZKURT

BİLECİK, 2021

10403370

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŐAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TOPLU TAŞIMADA OTOBÜS HATLARININ KALİTE ÖLÇÜTLERİNE GÖRE
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUHAMMET AYDIN

TEZ DANIŐMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ HASAN BOZKURT

BİLECİK, 2021

10403370

BEYAN

“Toplu Taşımada Otobüs Hatlarının Kalite Ölçütlerine Göre İncelenmesi” adlı yüksek lisans tezi hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel ahlak kurallarına uyduğumu, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmının Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Bu tez çalışmasında hiçbir projeden destek alınmamıştır.			
DESTEK ALINMIŞTIR	<input type="checkbox"/>	DESTEK ALINMAMIŞTIR	<input checked="" type="checkbox"/>
Destek alındı ise;			
Destekleyen Kurum:			
Desteğin Türü		Proje Numarası	
1- BAP (Bilimsel Araştırma Projesi)	<input type="checkbox"/>		
2- TÜBİTAK	<input type="checkbox"/>		
Diğer;	<input type="checkbox"/>		

MUHAMMET AYDIN

Tarih

İmza

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının yazılmasında, çalışmamı sahiplenerek takip eden danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hasan BOZKURT'a değerli katkı ve emekleri için teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Savunma sınavı sırasında değerli jüri üyeleri Sayın Dr. Öğr. Üyesi Polat YALINIZ, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Yıldırım BAYAZIT, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Burak EVİRGEN ve Sayın Öğr. Gör. Dr. Ali Erdem ÇERÇEVİK hocalarıma çalışmamın son haline gelmesindeki değerli katkıları adına teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Tez çalışmamdaki katkılarından dolayı Harita Mühendisi Emre TUNCA Bey'e ve Bilgisayar Mühendisi Ömer Faruk KESMEZ Bey'e teşekkürlerimi sunarım.

Her daim yanımda olup, yoluma ışık olan çok değerli eşim Dr. Şeyma AYDIN'a, üzerimde büyük emekleri bulunan kıymetli anneme, babama, kardeşlerime ayrıca Nil, Maveranur, Çağatay ve Asel'e sonsuz teşekkür ederim.

ÖZET

TOPLU TAŞIMADA OTOBÜS HATLARININ KALİTE ÖLÇÜTLERİNE GÖRE İNCELENMESİ

Ulaşım planlaması içerisinde büyük bir pay sahibi olan karayolu ulaştırması, gelişen ve artan nüfus ile birlikte önemi giderek artmaktadır. Özellikle büyükşehirlerde meydana gelen bölgeler arası otobüs taşımacılığı dikkate alındığında ev-iş, iş-ev bölgeler arası geçişlerde trafik yoğunluğunun kaçınılmaz derece zorlandığını, bununla birlikte hem toplu taşıma kullanan yayaların hem de otobüs sürücülerinin şikâyetlerinde önemli rol oynamaktadır. Bu sebeple mevcut karayolu taşımacılığı değerlendirmesinde örnek aldığımız, İstanbul Avcılar ilçesi Tahtakale mahallesi sakinlerinden, mevcut mahalle muhtarı ve ilçe belediyesine gelen istek ve şikâyetler sebebi ile durumu analiz etmek adına, farklı yöntemler bir araya getirilerek incelenmiştir.

Bu çalışmada İstanbul Avcılar ilçesi Tahtakale mahallesinde bulunan Tahtakale durağından geçen İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri (İETT) bünyesinde çalışan on üç adet toplu taşıma otobüsünün güzergâh ve durak konumları, yolu temsil eden orta eksen çizimleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) programı kullanılarak coğrafi veri tabanında konumsal ve sözel olarak bir araya getirilerek Türk Standartları Enstitüsü (TSE) ,Transit Cooperative Research Programı (TCRP) içerisinde TCRP100-TCRP165 ve Rasyonellik Analizleri ile karşılaştırılarak, bu üç ulaşım planlanması kriterleri birbirleri ile kıyaslanarak yorumlanmıştır. Durakların hizmet alanları ve toplu taşıma hizmet düzeyinin belirlenmesine yönelik yapılan konumsal analizler, literatürde sıklıkla karşılaşılan, kuşbakışı ve dairesel hizmet alanı hesaplaması ile beraber CBS'nin sağlamış olduğu ağ analizinden de faydalanılmış, duraklar arası mesafeler, otobüs seyir hızları, günlük sefer sayıları ve günlük çalışma süreleri incelenerek daha konforlu ve erişilebilirlik düzeyi yüksek bir toplu taşıma hizmeti hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toplu Taşıma, CBS, Kalite Kriterleri, Otobüs Durağı.

ABSTRACT

EXAMINATION OF BUS LINES IN PUBLIC TRANSPORT ACCORDING TO QUALITY CRITERIA

Highway transportation, which has a large share in transportation planning, is increasing in importance with the developing and increasing population. Considering the inter-regional bus transportation, which takes place especially in metropolitan cities, the traffic density in home-work, work-home interregional transitions is inevitably difficult, however, it plays an important role in the complaints of both pedestrians using public transport and bus drivers. Using public transportation. For this reason, different methods have been brought together and examined in order to analyze the situation due to the requests and complaints from residents of the Tahtakale neighborhood of the Avcılar district of Istanbul, which we took as an example in the current road transport evaluation, to the current neighborhood headman and the district municipality.

In this study, the route and stop locations of thirteen public transport buses operating under The Istanbul Electric Tramway and Tunnel Enterprises (IETT) and passing through The Tahtakale stop in The Tahtakale district of Istanbul Avcılar district, were used in the Geographical Information Systems (GIS) program. These three transportation planning criteria were compared with each other, brought together spatially and verbally, and interpreted by comparing them with The Turkish Standards Institute (TSI), Transit Cooperative Research Program (TCRP) interpreted by comparing with TCRP100-TCRP165 and Rationality Analysis. Spatial analyzes for the determination of the service areas and public transport service level of the stops, bird's eye view and circular service area calculation, as well as the network analysis provided by GIS, were also used. By examining the durations, a more comfortable and accessible public transportation service was aimed.

Keywords: Public Transport, GIS, Quality Criteria, Bus Stop.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2.LİTERATÜR ÇALIŞMASI	4
3. TOPLU TAŞIMA İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	19
3.1.Toplu Taşıma	19
3.1.1. Toplu Taşıma Türleri.....	19
3.1.2. Toplu Taşıma Özellikleri	20
3.2. Otobüs Sistemleri	20
3.2.1. Otobüs Sisteminin Elemanları.....	24
3.2.2. Otobüs Sistem Performansı Ölçütleri.....	24
3.2.3. Otobüs Taşımacılığında İşletim.....	26
4. HATLARIN ANALİZ YÖNTEMLERİ VE KULLANILAN PROGRAM	27
4.1. Rasyonellik Analiz Yöntemleri Hakkında Genel Bilgiler (Kum ve Oh)	27
4.1.1. Kuş Uçuşu Mesafe (KUM) Ölçütü	27
4.1.2. Ortalama Hız (OH) Ölçütü.....	28
4.2. Türk Standartları.....	28
4.3. Tcrp 100 - Tcrp 165 Toplu Taşımada Hizmet Düzeyi Yöntemleri.....	29

4.3.1. Tcrp 100 Ulaşım Yöntemi Genel Özellikleri	30
4.3.1.1. Tcrp 100 Ulaşım Yöntemi Saatlik Sefer Sayısı Ölçütü	31
4.3.1.2. Tcrp 100 Ulaşım Yöntemi Günlük Çalışma Saati Ölçütü	32
4.3.2. Tcrp 165 Ulaşım Yöntemi Genel Özellikleri	33
4.3.2.1. Tcrp 165 Ulaşım Yöntemi Saatlik Sefer Sayısı Ölçütü	34
4.3.2.2. Tcrp 165 Ulaşım Yöntemi Günlük Hizmet Saati Ölçütü	35
4.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri QGIS 3.12. Programı	37
5. ANALİZ	43
5.1. Çalışma Alanı	43
5.2. Materyal Ve Yöntem	45
5.2.1. Tahtakale Durağından Geçen Hatların Rasyonellik Hesapları	45
5.2.1.1. KUM Analizleri	45
5.2.1.2. OH Analizleri	46
5.2.2. Hatların Güzergahlarına Ait Kum ve Oh Ölçütlerinin Sayısal Hesaplamaları	47
5.2.2.1. 144M Deliklikaya – Mahmutbey Metro Gidiş Güzergâhı Kum Analizi	48
5.2.2.2. 144M Deliklikaya – Mahmutbey Metro Dönüş Güzergâhı Kum Analizi	48
5.2.2.3. 144M Deliklikaya–Mahmutbey Metro Gidiş Güzergâhı Oh Analizi	48
5.2.2.4. 144M Deliklikaya–Mahmutbey Metro Dönüş Güzergâhı Oh Analizi	49
5.2.3. Türk Standartlarına Göre Durak Analizleri	49
5.2.4. Tcrp 100 - Tcrp 165 Ölçütleri	53
5.2.4.1. Tahtakale Durağının Saatlik Sefer Sayısı Kriterine Göre İncelenmesi	53
5.2.4.2. Tahtakale Durağının Günlük Çalışma Saati Kriterine Göre İncelenmesi	55

5.3. Rasyonellik Analizleri – TSE - TRB Karşılaştırılması	57
6. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	59
KAYNAKÇA	61
EKLER 1	65
EKLER 2	78

TABLolar LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1. Toplu Ulaşım Sınıfları ve Durak Mesafeleri.....	13
Tablo 2.2. Otobüs Hatları Durak Cep Ölçüleri durak cebi ölçütleri.....	15
Tablo 3.1. Toplu Taşıma Sistemlerinin İşletme Hızları ve Hat Kapasiteleri	20
Tablo 3.2. İETT Mevcut Toplu Ulaşım Araçları.....	21
Tablo 4.1. Tcrp 100 Ulaşım Yöntemi Genel Özellikleri ve Hizmet Düzeyi Yöntemleri.....	30
Tablo 4.2. Tcrp 100 Ulaşım Yöntemi Saatlik Sefer Sayısı Ölçütü.....	32
Tablo 4.3. Tcrp 100 Ulaşım Yöntemi Günlük Çalışma Saati Ölçütü.....	33
Tablo 4.4. Tcrp 165 Ulaşım Yöntemi Saatlik Sefer Sayısı Ölçütü.....	35
Tablo 4.5. Tcrp 165 Ulaşım Yöntemi Günlük Hizmet Saati Ölçütü	36
Tablo 5.1. Tahtakale Durağından Geçen Hatlar, Hat Üzerindeki Durak Sayıları, Güzergâh Süreleri, Hat Uzunlukları	43
Tablo 5.2. Tahtakale Durağından Geçen Otobüs Hatlarının Gidiş-Dönüş KUM Değerleri ...	46
Tablo 5.3. Tahtakale Durağından Geçen Otobüs Hatlarının Gidiş-Dönüş OH Değerleri.....	47
Tablo 5.4. TSE 1995'e Göre Durak Arası Mesafe Renklendirme.....	49
Tablo 5.5. Türk Standartlarına Göre Durak Analizleri.....	50
Tablo 5.6. Tcrp 100 ve Tcrp 165 Yöntemine Göre Saatlik Sefer Sayısı Değerlendirmesi	54
Tablo 5.7. Tcrp 100 ve Tcrp 165 Yöntemine Göre Günlük Çalışma Saati Değerlendirmesi .	56
Tablo 5.8. Rasyonellik Analizi-TSE-TRB Yöntemlerin Karşılaştırılması.....	58
Tablo 6.1. Yöntem Karşılaştırma Sonuçlarına Göre Hat Uygunluğu.....	59

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Gelir Durumuna Göre Kent İçi Toplu Taşıma Kullanımı.....	4
Şekil 2.2. Özel Otomobil Kullanıcıları Arasında Toplu Taşımaya Yönlendirme Potansiyelinin Belirlenmesi	6
Şekil 2.3. Durağa Erişme Alanı	12
Şekil 2.4. Otobüs Durak Cebinin Asgari Ölçüleri	15
Şekil 2.5. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Veri Tabaka Katmanları	16
Şekil 2.6. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Fonksiyonları.	17
Şekil 3.1. İETT Solo Tip Otobüsler	22
Şekil 3.2. Metrobüs Güzergahı	22
Şekil 3.3. Yenikapı-Hacıosman Metro Hattı.....	23
Şekil 3.4. Otobüs Taşımalarının Bileşenleri	25
Şekil 4.1. CBS QGIS Programı 3.12.3. Versiyonu	37
Şekil 4.2. CBS QGIS Programı Google Satallite Ekranı	38
Şekil 4.3.CBS QGIS Programı 3.12.3. Versiyonu Katman Oluşturma Ekranı-1	38
Şekil 4.4. CBS QGIS Programı 3.12.3. Versiyonu Katman Oluşturma Ekranı-2	39
Şekil 4.5. On Üç Hattın Gidiş-Dönüş Güzergâh Katmanları	39
Şekil 4.6. Düzenleme Yapma ve Güzergâh Çizimi	40
Şekil 4.7. Katmanlara İsim Ekleme	40
Şekil 4.8. 76A Hattına Ait Semboloji Ekran Görüntüsü.....	41
Şekil 4.9. 76A Hattına Ait Öznitelik Tablosu Ekran Görüntüsü	41
Şekil 4.10. On Üç Hattın Ait Harita Ekleme Ekran Görüntüsü	42
Şekil 5.1. 144M Deliklikaya – Mahmutbey Metro Gidiş Güzergahı.....	53
Şekil 5.2. 144M Deliklikaya – Mahmutbey Metro Dönüş Güzergahı	53

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

β : Durak Cep Açısı

% : Yüzde Uygunluk

A, B, C, D, E, F : **Hizmet** Düzeyi Seviyeleri

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

ATTB : Amerikan Toplu Taşıma Birliği

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri

CO : Karbon monoksit

CO₂ : Karbondioksit

FTİ : Federal Transit İdaresi

GU : Gerçek Uzunluk

HC : Hidrokarbon

İETT : İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri

K.S.S. : Kanuni Sultan Süleyman

KUM : Kuş Uçuşu Mesafe

KTG : Kategori

NO : Azot oksit

O : İşletim

OH : Ortalama Hız

PS : Yolcu Servisi

R: Yarıçap

RT : Yol ve Güzergahlar

S : Servis

T : Duraklar

TCKB : Türkiye Cumhuriyeti Kalkınma Bakanlığı

TCRP : Transit Cooperative Research Program

TCQSM : Transit Capacity and Quality of Service Manual

TDA : Toplam Durak Aralığı

TDS : Toplam Durak Sayısı

TRB : Transportation Research Board

TSE : Türk Standartları Enstitüsü

TTKHKE : Toplu Taşıma Kapasitesi ve Hizmet Kalitesi El Kitabı

UAK : Ulaştırma Araştırma Kurulu

UBAP : Ulaştırma Birlikleri Araştırma Programı

UDM : Uygun Durak Mesafesi

UY : Uygunluk Yüzdesi

V : Araçlar

YS : Yolculuk Süresi

QGIS : Quantum Geographical Information Systems

1. GİRİŞ

Ulaşım planlaması dikkate alındığında özellikle gelişen dünya ile beraber, kentleşmenin artması ile birlikte birçok parametrenin ulaşım planlamasına etki ettiği gözlemlenmektedir. Ulaşımın ağı emniyet, estetik, fiziki ve erişilebilirlik açısından sosyo-ekonomik faaliyetlere katkı sağlayan ayrıca hizmet kalitesi yüksek bir planlama ve uygulama sürecini içerir. Her ne kadar araç sahipliği oranlarının son yıllarda artması görülmekte olsa da toplu taşıma sistemlerinin erişilebilir hale getirilerek bireylerin toplu taşımanın teşvik edilmesi, hem sunulan toplu taşıma hizmet kalitesi hem de kent içindeki mevcut trafik akışının hizmet düzeyinin sürdürülebilirliği açısından da oldukça önemlidir.

Son yıllarda artan trafik yoğunluğu ile beraber ulaşım planlama çalışmaları ve çözüm arayışları önem kazanmıştır. Büyükşehirlerde yaşam kalitesini, insanların ulaşım sistemlerinden aldığı konforu artırmak amacıyla ilçe bazında yerel yönetimlerin ülke geneli açısından bütüncül bir toplu taşıma politikası oluşturulmalı ve özendirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca toplu taşıma sisteminin geliştirilmesinde hedeflenen klasik durumun sadece güzergâh, araç sayısı ve şerit sayısı artırmak ile sağlanmayacağı da bilinen bir gerçektir. Toplu taşıma araçlarının her açıdan konforlu ve güvenli oluşunun önemli olduğu ve sağladığı standartlar kadar yolcuların erişim noktası olan durak alanlarının da ulaşılabilirlik, rahatlık, görünürlük ve konfor tasarımı bakımından her açıdan eşit standartlarda olmasının ve özelliklerinin getirdiği faydaları sağlaması gerekmektedir.

Nüfus artışı ile birlikte nüfus başına düşen otomobil sayısının da artması, her evde ortalama bir araç bulunması, araç sahipliğinin günümüzde ihtiyaç olmasa dahi insanların araç alım ortalamasının da artması ve geçmişten günümüze uzanan bazı imar uygulamalarının ortaya çıkardığı düzensiz yerleşim sonucunda, istenirse de mecbur kalınarak yol genişliğinin düşürülmesi veya yollarda yanyol uygulamasına gidildiği gözlenmektedir. Ayrıca bu parametrelerin oluşturduğu düşük kapasiteli yolların sistemsel olarak da hizmet düzeyi azalması olduğu ve bu yolların taşımakta zorlandığı bir araç trafiğine neden olmaktadır.

Özellikle sürdürülebilirlik açısından bakıldığında ulaşım sistemlerinin devamlılığını sağlamak amacıyla ulaşımındaki sürdürülebilirlik disiplinlerinin gelişmesi ulaşımın hem çevresel hem de ekonomik olarak gelişmesine olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte özel araç kullanımının azaltılarak toplu taşıma sisteminin sürdürülebilir olması önem arz etmektedir.

Çalışma Alanı olarak seçilen İstanbul Avcılar İlçesi Tahtakale Mahallesinde bulunan Tahtakale durağından geçen ve toplamda on üç (13) adet olan İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri (İETT) bünyesindeki hatlardır.

Çalışmanın birinci bölümünde ulaşım planlanmasının, nüfusla değişimi, bölgeler arası geçişlerdeki etkinliğinden bahsedilmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde ulaşım planlanmasından, otobüs işletmeciliğinden, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) bünyesinin temel fonksiyonlarından, hatların güzergahlarının ve katmanlaştırılmalarından, CBS'nin kamu kurum ve kuruluşlarında konum bilgisi ile de hangi alanlarda kullanıldığından bahsedildiği gibi, otobüs işletmeciliği analizinde kullanacağımız yöntem kriterleri olan Rasyonellik Analizleri bünyesinde bulunan Kuş Uçuşu Mesafe (KUM) ve Ortalama Hız (OH) ölçütleri ile, Türk Standartları Enstitüsü (TSE) ölçütünde, duraklar arası mesafe kriterleri, durak kapsama alanlarından ve Ulaştırma Araştırma Kurulu (UAK) tarafından belirlenerek yayınlanan Transit Cooperative Research Programı (TCRP) içerisinde TCRP100-TCRP165'ten raporlarından bahsedilmektedir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde ise toplu taşıma öneminden, türlerinden özelliklerinden bahsedilerek, çalışmamız kapsamında değerlendirilecek olan İETT'ye ait otobüslerin ulaşım planlaması sistemindeki elemanları, bileşenleri incelenerek otobüs taşımacılığında işletim hakkında bilgi verilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde ise mevcut on üç hattın incelenmesinde kullanılacak olan CBS QGIS yazılımı üzerinde çizilen gidiş-dönüş güzergâhlarının durumlarının nasıl değerlendirileceği, rasyonellik analizlerinin, TSE kriterlerine uygunluğunun ve TCRP100-TCRP165 raporlarının nasıl yapılacağı ve genel özellikleri ile beraber, saatlik sefer sayısı ve günlük hizmet saatleri ölçülerinin incelenme aşamaları gösterilmiştir.

Çalışmanın beşinci bölümünde on üç hatta ait tüm güzergâhların CBS yazılımı QGIS ile güzergâh çizimleri yapılarak, her bir hattın KUM ve OH ölçütleri, Türk Standartları Enstitüsü (TSE) ölçütleri ve TCRP100 ve TCRP165 kriterlerine uygunluğu araştırılmıştır.

Çalışmanın altıncı bölümünde ise Rasyonellik Analizi, TSE ve TRB ölçütlerine ait kıyaslamalar yapılmış olup, hangi hattın hangi kritere uygun olduğu veya uygun olmadığı araştırılmıştır.

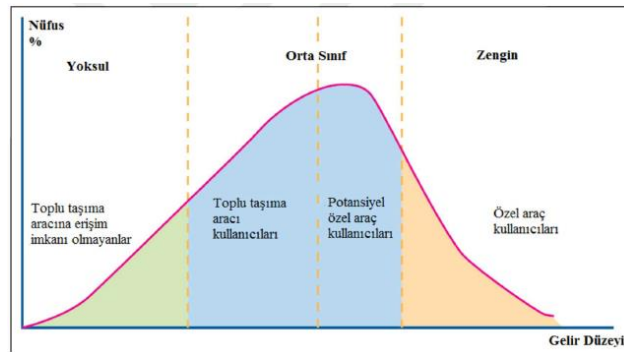
Çalışmanın yedinci bölümünde ise beşinci ve altıncı bölümde elde edilen tüm verilerin açıklamaları yapılarak, on üç hatta ait bilgiler üzerinden, bundan sonraki yapılacak toplu taşıma ulaşım planlamalarına örnek teşkil etmesi açısından önerilerde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

İnsan aktivitesi denildiğinde bir konumdan başka bir konuma taşınmak ayrıca bunu toplu taşıma kullanarak yapmak ana alternatifidir. Toplum taşıma konumlar arası mekânsal ilişkiler ve sosyal ekonominin vazgeçilmez bir bileşenidir. Toplu taşıma temel bir hizmeti temsil ettiği gibi çeşitlendirilmiş faaliyetler, sosyal, ekonomik canlılık ve çevresel koşulları sağlayan tüm şehirselle geçişlerde önemli bağlantılar yaratır (Xuebin, 2010: 21).

Yaptıkları çalışmada toplu taşımanın, toplumdaki sosyal eşitlik ve yaşanabilir bir çevre sağlanması adına esas hizmetler olarak görülmektedir. Yıllar boyunca ulaşım planlamalarının toplu taşımada yapılmış olması sistem içerisindeki yolcuları tutabilmekle beraber yeni yolcuları da toplu taşıma algısına cazip hale getirebilmek için farklı stratejilerde uygulanmıştır. Özellikle batıdaki gelişmiş ülkelerin yönetimleri toplu taşıma hizmet kalitesinin gelişmesi için ve insanların kısa seyahat sürelerinde daha rahat ve daha konforlu olması için çok büyük miktarda finansman taahhütleriyle desteklenmektedirler. Örnek olarak ABD’de, toplu taşıma sektörü için devletin ayırdığı toplam harcama 1997 ile 2012 yılları incelendiğinde düzeltilmiş yaklaşık oranın %3’lük ortalama yıllık artış ile beraber 26,1 milyar dolar iken yıllar içerisinde bu tutar 58,5 milyar dolara yükseltilmiştir (Diab vd., 2015: 293).

Şekil 2.1 ‘de görüldüğü gibi gelir düzeyinin artmasıyla birlikte özel araç sahipliği de artmaktadır. Gelir düzeyi düşük olan insanların toplum taşıma hizmetlerinden her an faydalanabilmesi için toplum taşıma hizmetlerinin erişebilir olması gerekmektedir. Özel araç sahipliğinin artması sonucu toplum taşıma sistemine yöneliminde azaldığı görülmektedir. Ayrıca toplum taşıma hizmetlerinin hızlı ve konforlu olması özel araç sahipliği etkinliğinde gidererek azaltacaktır (Codatu, 2014: 37).



Şekil 2.1. Gelir Durumuna Göre Kent İçi Toplu Taşıma Kullanımı

Kaynak: (Codatu, 2014: 37)

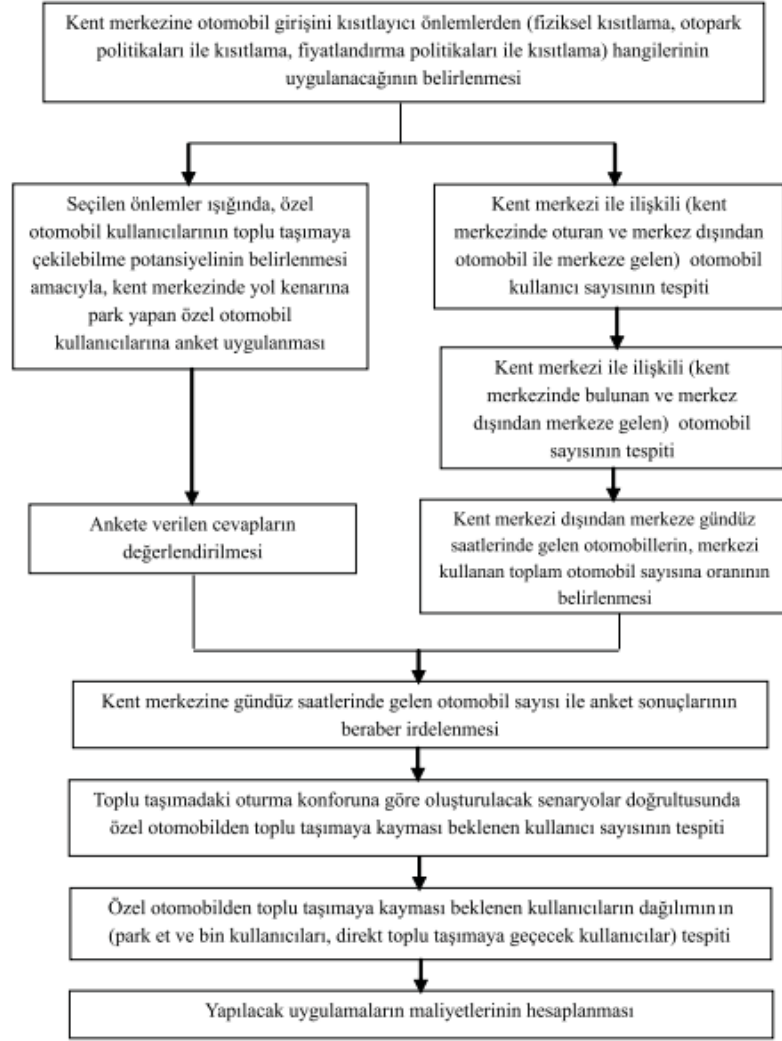
Toplu taşımada, otobüsle bağlantılı ulaşım sistemi gelişmekte olan birçok ülkede ve ülkemizde en büyük paya sahiptir. Özel araç kullanımını azaltarak kent içi otobüs taşımacılığına yönelik uygun düzenlemeler, toplum taşıma talebini ve kentsel yaşam kalitesini artırmakta önemli rol oynamaktadır. Özel araç kullanım yoğunluğu, birçok şehirde hava kirliliği ve trafik sıkışıklığının en önemli sebebi olarak görülmektedir (Uludağ, 2010: 1).

Toplu taşımada ayrıca sürdürülebilirlik kavramından da söz edilmesinde fayda vardır. Sürdürülebilirliği tanımladığımızda uzun dönemde sosyal, ekonomik ve çevresel gelişmeleri bütünleştiren bir kavram olarak açıklanmaktadır. Sürdürülebilirliğin sahip olduğu ulaştırma politikası ise; çevre, sosyal ve ekonomik boyutu olan bir neden olmasının yanı sıra, farklı politik problemlerle de ilgilidir (Süslü vd., 2007: 56).

Sürdürülebilir ulaşım, işletme iyileştirmeleri ile işletme ve talep yönetimi araçları ile yapılmaktadır. Önerilen talep yönetimi araçları ise:

- Seyahatlerin Alternatifleri
- Arazilerin Kullanımı
- Ücretlendirilme
- Tercihli (Yoğun Kullanımlı) Yollar
- Toplu Taşıma
- Yük Taşınması (Çelik, 2009: 706).

Kent merkezlerindeki trafik sorunlarını azaltmada en etkili ve en basit çözüm yöntemi, özel otomobil yolculuklarının olabildiğince toplu taşımaya aktarılmasıdır. Bu amaç ile otomobil kullanan kişilerin toplu taşımaya hangi oranda ve hangi şartlarda aktarılabilmesinin belirlenmesi, buna karşılık toplu taşımaya aktarılamayan özel araç kullanıcılarıyla ilgili yaptırımların tespitleri de önemli sorunlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Özel araç kullananların toplu taşımaya yönlendirilme potansiyelinin belirlenmesi adına atılması gereken adımlar ve izlenecek yol şekil 2.2’de gösterilmiştir (Yalınız ve Bilgiç, 2008: 36).



Şekil 2.2. Özel Otomobil Kullanıcıları Arasında Toplu Taşımaya Yönlendirme Potansiyelinin Belirlenmesi

Kaynak: (Yalınız ve Bilgiç, 2008: 37).

Yaptığı çalışmalarda ulaşım planlamalarında otomobil dışındaki diğer hususlarında, üzerinde daha fazla durmayı ve çevreci olmayan araçlar için çevresel etkileri ile beraber, hareketlilik gibi faktörlerinde daha fazla dikkate alınmasının gerektiğini ve bu durumların kapsam dâhilinde genişletilmesini belirtmiştir. Ayrıca var olan problemlerin giderilmesi açısından da toplu taşıma sisteminin olumsuz yönlerinin ve sistem içindeki yolcularında ulaşımdaki tercih etme sebepleri incelenip değerlendirmeler yapılmıştır.

Toplu taşıma sisteminin kullanılmamasının sebepleri ise:

- Duraklarda bekleme süresi uzunluğu,

- Otobüslerin kapasite üstü yolcu taşınması
- Düşük tekrarlanmalar ve sıklıkların olması,
- Otobüsün yavaş hareket etmesi,
- Otobüs güvensizliği
- Aktarmaya ihtiyaç duyulması,
- Yüklerin taşınma zorluğu
- Fiyat farklılıkları,
- Otobüs duraklarına erişmenin zorluğu,
- Diğer sebep türleri.

Toplu taşıma sisteminin kullanılmasının sebepleri ise:

- Ucuz ücretli olması,
- Servislerin hızlı olması,
- Hususi araçların olmaması
- Kaza risklerinin az olması,
- Park yeri bulunmaması,
- Yolculukların çok yorucu olmaması
- Ehliyet istenmemesi,
- Diğer sebep türleri.

Toplu taşımada yolcular işte bu sebepleri ulaşım öncesinde, esnasından ve sonra değerlendirerek, tercih etme eğiliminde bulunurlar.

Hizmet kalitesi içinde gereken özellikler ise:

- Tekrarlanma ve sıklık
- Otobüslerin durak sayıları
- İç mekânlar, koltuklar vb. kısımların temizlenmesi
- Otobüslerde konfor
- Otobüs içinde yolcuların emniyette olması
- Durakların konforlu olması
- Hizmetlere ait bilgiler
- Otobüs koltuklarının kullanılabilirliği
- Diğer sebep türleri (Oña vd ., 2006: 979).

Toplu taşıma araçlarının, trafikteki diğer araçlara göre çok daha güvenli olduğunu belirtmektedir. Toplum içinde toplu taşımının artmasıyla trafikte ki kazaların olma olasılığı da azalmaktadır. Ayrıca otomobil ile kıyaslandığında otobüs sistemleri bazında taşımının yapılması ile güvenliğin her km başına yüksek oranlarda güvenlik teşkil ettiği gerçektir çünkü otomobillerin yaptığı trafik kazalarının incelenmesiyle, toplu taşıma esnasında gerçekleşecek olan (yaralı ve/veya ölüm) oranı on katından daha az olmaktadır. Yapılmakta olan güvenilir araştırmaların, toplu taşıma sistemlerini geliştirdiği gibi aynı zamanda kullanımını da özendirilmekte ve bu sayede birden fazla ulaşım planlamasının da aynı süre içerisinde trafikte güvenliği de artırmakta olduğunu göstermektedir. Bu durumlar toplumların için fayda sağlamakla birlikte, toplu taşımının kapsamını geliştirmek için yapılan yatırımların her biri, aynı zamanda trafiğin güvenlik derecesini de arttıracak olan uygun maliyetteki girişimlerdir (Litman, 2016: 27).

Yaptığı çalışmada toplu taşımada kullanıcıların farklı özelliklerde olmasının da yolcuların üzerlerindeki memnuniyetlerin etkili olabildiğini belirtmektedir. Örnek olarak sefer sıklığının ve mevcut taşıma kapasitesini arttırmayı amaçlayan yöntemlerin seçilmesi sonucu daha çok memnuniyet hisseden yaşlıların (65 yaş üstü yolcular) ve nüfus yoğunluğunun, çok fazla olduğu bölgelerdeki insan sayısının da trafik artmasında sebep olmaktadır (Mouwen, 2015: 11).

Toplu taşıma işletmeciliğinde araç ve sürücüler vazgeçilmez unsurlar olması sebebiyle toplu taşımının yolculara gerekli konforları da sağlaması gerekmektedir. Her ne kadar özel otomobil kullanımı ile sağlanan konfor, toplu taşımada özellikle otobüs ve minibüslerde tam olarak sağlanamayacak olmasından dolayı mümkün olduğunca, sistemin tüm olanakları kullanılarak yolculara konfor, güvenlik, vb. alanlarda iyi bir hizmet sunulmalıdır. Bu bağlamda araçların havalandırma sisteminin iyi olması, ses yalıtımı düzeyinin fazla olması gibi durumlar ve güvenli araçların kullanımı özellikle yolcular açısından önem arz eden unsurlardır. Ulaşım araçları ayrıca sistemin işletmecisi ve sistem planlamacısı açısından da önemlidir. Örneğin yakıt tüketimi daha az olan, dış etkilere ve iç dizayn da dayanıklı, çevreyi oldukça çok az kirleten araçların daha çok tercih edilmeleri sebep olarak gösterilebilir (Karacasu, 2003: 13).

Ulaşım temelli sorunlar kümesinin uzun vade içerisinde çözümlenebilmesi için insanlar tarafından toplu taşımının kullanılabilirliğinin artırılması gerekmektedir. Özellikle bireysel açıdan özel otomobillerin kullanılmasına yatkın kişi ve kişilikteki insanların, toplu

taşımaya geçişlerini sağlayabilmek adına dikkat edilmesi gereken önemli etkenlerin varlığı bilinmektedir. Bunun içinde öncelik durumundaki etkenin toplumun genelinin, ulaşım sistemlerinde bir tercih etmesi gerektiği anda ilk referans aldığı özelliğin güvenlik olarak ön plana çıkmaktadır. Buna bağlı olarak da toplu taşımanın bünyesindeki tüm araçlarında insanları, malzemeleri ve genel ürünleri en kısa sürede ve uygun ücret aralığında taşınması gerektiğidir. Üçüncü olarak ise mevcut şartların üst limitleri dâhilinde sağlanabilecek konforun da taşıt içindeki yolculara sağlanabilmelidir (Yalınız vd., 2011: 886).

Yaptıkları çalışmada toplu taşıma sistemlerinin önemini vurgulamak adına farklı bir çalışmada ABD 'de yapmışlardır. Bu çalışma kapsamında mevcut toplu taşıma sistemi içerisinde bulunan özel araç sahipliği üzerindeki oluşturduğu etkileri incelenmiş olup ayrıca gelişmiş iktisadi modellerin oluşması, hane halkları yolculuk anında elde edilen anketlerin bilgileri ve coğrafi sistem verileri üzerinden ileriye dönük öngörüler yapılmaktadır. Çalışma kapsamında 2009 yılında ülkesel bazda Ulusal Ev Seyahat Araştırması neticesinde toplanan tüm bilgiler ile Genel Transit Yem Sertifikasyon kaynağından elde edilen coğrafi sistem verileriyle birleştirilmiştir (Liu ve Cirillo, 2014: 208).

Türkiye Cumhuriyeti Kalkınma Bakanlığı (TCKB) Onuncu kalkınma planı, ülkemizin 2023 yılı hedefleri doğrultusunda, T.C. Kalkınma Bakanlığı tarafından hazırlanan Onuncu Kalkınma Planı 201-2018'de; sinyalizasyon sistemleri alanlarında ve toplum taşıma araçları gibi ihracat ve üretim kapasitesinin artırılması, tutarlı ulaşım planlarına dayalı olarak sistemler arası uyumun geliştirilmesi ve güçlendirilmesi, kentsel alt yapının toplu taşıma ve yaya ağırlıklı geliştirilmesi ve dönüştürülmesi, kent içi ulaşımında dikkate alındığında toplu taşıma hizmetleri ve trafik yönetiminde akıllı ulaşım sistemleri ve bilgi teknolojilerinden etkin bir şekilde faydalanılması, yolculuk taleplerindeki gelişmeler ve trafik yoğunluğu dikkate alınarak öncelikli tercih edilecek ulaşım sistemlerinin belirlenmesi, elektrikli, hibrit ve küçük motor hacimli araç kullanımının yaygınlaştırılması ve uygun yerleşim yerlerinde akıllı bisiklet şebekeleri kurulması ve yaya yollarının trafiğe kapalı oluşturulması konularında önemli hedefler belirlenmiştir (TCKB, 2013: 177).

Yaptıkları çalışmada ise ulaşım planlamasının, kent alanları büyüme ve oluşumunda önemli bir öge olduğunu belirtmektedir. Bu planlama aşamasında ise yolculuğun zamanı, yolculuğun amacı, yolculukların türleri, yolculukların boyutsal dağıtımı ve yolculuk maliyetleri özellikle dikkate alınmalıdır. Dikkate alınan bu kavramlar, ulaşım altyapısının

bugünü ve yarını birlikte planlama yapılmalarında en az çevre kadar etkileyebilmektir. Ulaştırma sistemleri, sosyal iletişimin araçlarını ve ekonomik gelişmelerin temellerini oluşturduğu gibi etkili olmayan bir taşıma sisteminin de sosyal ve ekonomik fırsatları sınırlayacağı belirtilmektedir (Stimson vd., 1998: 321).

Bir kentin canlılığını, hareketliliğini sağlayan en önemli unsur kent içi ulaşımıdır. Bu kent içi ulaşım, oldukça geniş ulaştırma ağına sahip olan kent içindeki alanlarda da ekonomik anlamda hareketlenmeyi önemli ölçüde artırır. Kentsel gelişim ve ulaşım birbiri arasında doğru orantılıdır; ulaşım hem gelişimi hem de kalkınmayı desteklediği gibi aynı zamanda hızlı gelişmekte olan kentsel alanlar içinde, yeni ulaşım teknolojilerini ve ulaşım hizmetlerinin kullanımını destekler nitelikte ve mecburi kılmaktadır. İnsanlar her zaman yolculuk anında belli bir fayda elde etmeyi amaçlar. Genellikle kent içindeki yolcu ulaşımının talepleri; yaya, bisiklet, elektrikli bisiklet, motosiklet, hususi otomobil, toplu taşıma araçları (minibüs, taksi, otobüs) tramvay, hafif raylı sistemler(HRS), metro(yeraltı treni) ve kentte deniz varsa da deniz ulaşımı ile karşılanmaktadır. Tabi burada belirtilen toplu taşıma türlerinin taşımadaki payları, analiz yapılan veya yapılacak olan kentlerin büyüklüğüne, bu taşıma türlerinin ortaya koyduğu hizmet düzeyine, kentin topografik yapısına ve kentin sosyo-ekonomik yapısı üzerinde etkin olan merkezlerin kent içindeki oranlarının dağılım şekli ile ilgili olup aynı zamanda bu dağılışa da bağlıdır. Kentlerin özellikleri farklı olduğundan bir kentte yaya, bisiklet hatta motosiklet ulaşımı önemli olduğu gibi, farklı kentlerdeki topografik şartların getirdiği ulaşım şekilleri önemsiz kalabilmektedir. Bununla beraber kentin ulaşım talebi bir tramvay veya metro sistemlerini gerektirebilir. Kent içi toplu taşıma sistemleri; deniz ve kara ulaşım sistemleri olmak üzere iki gruba ayrılırlar ve bu sistemler incelendiğinde özellikle ülkemizde, içerisinde yaygın olarak kullanım alanına sahip kara ulaştırma sistemleridir. Deniz ulaştırma sistemleri, isminden de anlaşıldığı gibi sadece su ile bağlantısı olan kentlerde uygulanabilmektedir (Öğüt, 1995: 7).

Yaptığı çalışmada kentsel ulaştırmadaki amacın, kentte yaşayan insanların, belirli ulaşım gerekliliklerini de uygun koşullarda karşılaması, gelecekte oluşacak gelişmelere tatbik edilebilecek ve kentlerin gelişmesine ilişkin hedeflere ulaşmada ise uyumlu bir ulaşım sisteminin planlanması ve gerçekleştirilmesi olarak açıklanır.

Kentsel alanlarda genel olarak iki tür ulaşım sisteminden söz edilebilir.

•İlk olarak; kent merkezinde tüm etkinliklerin sürdürüldüğü, çok gelişmiş olmasına rağmen alanı sınırlı olan genellikle de kent içinde başlayıp ve son bulan ulaştırma sistemleridir.

•İkinci olarak ise; kentin köy, ilçe ve il yöreleri ile küçük hacimde trafik üreten ulaşım sistemleridir.

İlk olarak bahsettiğimiz ulaşım türünün belirgin özelliği, taşıma uzaklığının oransal olarak kısalığı ve sistem hacminin büyüklüğüdür. Özellikle ev-iş bölgeler arası yolculukları sebebiyle ortaya çıkan, aynı zamanda güncel ve çok acil çözüm üretilmesini bekleyen zirve saatler baz alınarak değerlendirilen kentsel ulaşım sorunu bu ulaşım sistemi ile ilgilidir. Ev-iş yolculuğunun özelinde bakıldığında zirve saat olgusu, nüfusu yoğun kentlerde önemli ekonomik kayıpları da beraberinde getirmektedir.

•Ulaşımında kapasiteyi artırmak için mevcut kapasitedeki ayakta yolculuk oranının yüksekliği,

•Ayrıca sıkışık bölgelerde mümkün oldukça özel yolların kullanılması gibi bu tür problemlerin çözümü gereklidir.

İkinci olarak bahsettiğimiz ulaşım sisteminde ise, yaşam düzeyinin yükselmesi ile kentsel hareketliliğinde artması sonucu özellikle ışınsal hatta önemli artış göstermektedir. Bu ulaşım sisteminin karşılanmasında, birinci ulaşım sistemine (kent merkezindeki) göre ayırım gösteren yanları vardır. Bu farklar şöyle sıralanabilir:

•Taşıma yoluna ilişkin engeller çok az zorlayıcıdır. Tünel ulaşımı hiçbir zaman zorunlu olmamaktadır. Yol platform genişlikleri büyük oranda yeterli olduğundan, bağlantılar her zaman yol yüzeyi üzerinde gerçekleştirilebilirler. Bu da ulaşım yatırımlarında önemli ekonomiklik sağlar.

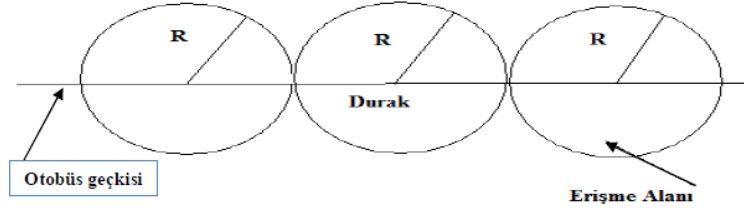
•Duraklar yerleri genellikle aralıklıdır. Yolcu sayılarının düşük olduğu duraklar için farklı ve yaygın olmayan tesislerle de yetinebilir.

•Kentleşmenin her geçen gün gelişmesi ve trafiğin artacağı da düşünülecek olursa yine de toplu taşıma tercihi özel yolların veya şeritlerinin sağlanma olanağını önceden belirleyebilmek gerekir (Açıkgöz, 2010: 3).

Her şartta yolcular durağa olabildiğince fazla yürümeden ulaşmak istemektedirler. Bununla beraber her bir yolcunun taleplerini yerine getirmek içinde yolcuları, kişi bazlı değerlendirip bireysel olarak her yolcuyu, başlangıç noktasından alıp bitiş noktasına götürmek

gereksinimi hissetmektedirler. Bu uygulama gerçekte otobüs işletmesi için mümkün değildir. Ayrıca böyle isteklerin olduğu bir taşıma sistemi için mevcut güzergâh hattındaki hat sayısı artırılması gerekeceğinden bu durumda da işletme olanağı bu taşıma sisteminde kalmayacaktır (Meyer ve Miller, 1984: 1-642).

Durak aralıklarını yolcuların yürümeyi normal olarak görüp kabul edebileceği bir uzaklık belirlenmesi gerektiğini. Bu yürüme uzaklıkları şehirlerin yoğun olduğu bölgelerde az, çevre bölgelerinde ise daha fazla alınabilir. Durakların erişme alanları yapılacak olan, merkezi durakların yerleri ve yarıçapları, durağa yürüme uzaklığı olan dairesel çizgiler yardımıyla bulunabilir. Şekil 2.3'te gösterildiği gibi otobüs güzergâhındaki duraklar eşit uzaklıktaki bölümlere ayrılmıştır. Yürüme uzaklığı kapsamında olan bu durak bölüm alanlarına erişme alanı denir. Bu alanlar kapsamında gerçekleşen tüm yolculukların niteliği aynı değildir. Yani bir bölge ev veya iş olabilmektedir. Aynı zamanda erişme alanının aynı özelliğe sahip olduğu ve mevcut arazi kullanımının homojen olduğu kabul edilmektedir. Genel değerlendirmede toplu taşıma işletmelerinde erişme uzaklığı için 300 m ile 600 m normal durak aralığı olarak kabul edilmektedir (Utku, 1988: 2).



Şekil 2.3. Durağa Erişme Alanı

Kaynak: (Utku, 1988: 2)

İnsanların yerleşim yeri olan evlerinden durak yerlerine yaya erişme uzaklığı, şehir merkezi bölgelerde 300m ile 400 m aralığında ya da fazla olabilir. Yapılan çalışmadaki kabule göre duraklara yayaların erişme alanı yarıçaplarının en az 300m - 400m olan bir daire alanına denk gelmektedir. Yapılacak çalışmalarda ulaşım sistemleri türlerine göre, durak yerlerinin konumları arasındaki mesafeleri iyi ayarlayabilmek adına bir fikir vermesi açısından aşağıdaki bazı değer aralıkları örnek olarak verilebilir (Meyer ve Miller, 1984: 1-642).

Tablo 2.1. Toplu Ulaşım Sınıfları ve Durak Mesafeleri

Toplu Ulaşım Sınıfları	Aracı (m)	Durak Mesafeleri
Otobüs		250-500
Hafif Metro		600-1250
Metro		500-2000
Banliyö		750-3000

Kaynak: (Öge, 2007: 122).

Kent içinde kullanılan otobüs ve tramvay araçlarının durakları arasındaki mesafe en az 250 m olmalıdır. Durak alanları bu değerlerden daha az olması durumunda ise araçların saatte yaptıkları hız istenilen limite ulaşmadığı gibi, durma seviyelerine gelecek kadar araçların yavaşlaması da gerekeceğinden, bu tarz bir mesafe dışında sistemin işletilmesi ekonomik olmamakta ve hizmet düzeyinde azalmalar görülmektedir (Öge, 2007: 122).

Engelli bireylerin durumu da otobüs duraklarının tasarımı esnasında dikkate alınması gereken en önemli etkenlerdendir. Engelli bireylerin, ulaşım sistemi içindeki mekânlara rahatça ulaşılabilir bir şekilde tasarlanırken, bu kişilerinde gitmek istedikleri mekânlara kolayca ulaşmalarının sağlanması da düşünülmesi gereken faktörler arasındadır. Engelli bireylerin ulaşım ve diğer tüm ihtiyaçlarının bağlı olduğu hayatlarını daha da kolaylaştırmak için yapılması gerekenleri sıralayacak olur isek;

•Duraklar, engelli bireylerin her an bir yardıma ihtiyaç duymadan kolay, sorun teşkil etmeyen ve güvenle ulaşılabilir olmalıdırlar.

•Duraklar, gözün net görüş mesafesi içinde kaldığı uzaklıklardan rahatlıkla görülebilmeli ve kolay anlaşılır olmalıdır.

•Duraklarda, engelli bireyler açısından da oturma banklarına, uygun tutunma barlarına ve tekerlekli sandalyeler içinde ayrılmış alanlara ihtiyaç vardır.

•Duraklar, kendi ekseninde toplu taşıma araçları haricinde trafikte seyir halindeki araçlarında duraklama ve durmaları yasaklanması gerektiği gibi, bu bölgelerin yasak olduğu belirtmek içinde trafik işaretleri yerleştirilmelidir (Kalaycı vd., 2006: 239).

Durak yerlerinin nerelerde olacağı düşünülürken, yurt dışındaki örnekleri incelendiğimizde dikkate alınması gereken bazı adımlar belirtilmiştir. Bu adımlar da durak yerlerinin güvenlik ve işletme açısından iki farklı şekilde ele alınmaktadır (TCRP, 1996: 64).

Güvenlik Açısından;

- Engelli bireylerin erişebilmesi,
- Durakların yolcular için yaya geçitlerine ve durak önü ve refüjler deki kaldırım rampalarına olan yakınlıkları,

- Otobüse her türlü hava şartlarında erişim,
- Karşı istikamette aynı rotadaki duraklara olan yakınlığı,
- Yakındaki duraklara uygun yolcu transferleri,
- Cadde ve sokak ışıklandırılması,

İşletme açısından ;

- Durağa gelecek ve durakta bekleyen otobüsler için yeterli derecede boş alanların olması durumu (durak cep uzunlukları gibi),

- Otobüs duraklarının bitişik özelliklere etkisi,
- Sokaklarda bulunan araç parkları ile araçların yükleme-boşaltma durumundaki bölgeleri,

- Model otobüslerin yönlendirme şemaları (kavşaklarda mevcut bireysel otobüs hareketleri gibi)

- Yol tarifleri (tek yönlü) ile kavşak genişlikleri
- Trafikteki mevcut sinyalizasyon (durma, sinyal verme, yol verme vb.)
- Diğer trafiğin dönüş hareketleri ile hacimleri,
- Mevcut ya da yapılacak olan kaldırımların genişlikleri,
- Kavşakların kapsama alanındaki yaya hareketlilikleri,
- Özel araçlara ayrılan yollar ve trafik yoğunlukları biçiminde tanımlanır (Hagring, 1998: 35).

Yaptığı çalışmada, özellikle motorlu taşıtlar, hidrokarbon (HC) emisyonlarının yaklaşık %50'sinden, azot oksit (NO_x) emisyonlarının %40 ile 70'inden, karbon monoksit (CO) yayılımlarının % 70ile %90'ından ve şehirsal bazlarda kurşun yayılımlarının ise %100'ünden sorumlu olduğunu belirtmektedir. Yakıt olarak dizel ve benzin kullanan

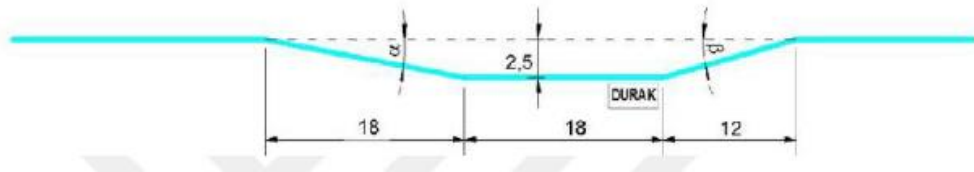
araçların, karbon monoksitlerin hemen hemen %90'nını yaymaktadır. Bu oran özellikle dar kesimde insan sağlığı için ciddi zararlar vermektedir. Kara ulaşım sistemlerinde CO₂ gazı yayılımı %20 civarında olup, bu gazında sera etkisinin artma aşamasında da önemli yere sahip olduğu ve karayolundaki taşıtlarında gazın oluşum hızının da giderek arttığı belirtilmektedir (Özen, 2006: 44).

TS11783 bu standart şehir içi otobüs duraklarının genel trafik açısından taşıt yolu üzerindeki yer seçimini, durak tipini, durak tasarımını ve işletme kurallarını kapsar. Ancak şehir içinden geçen transit yollardaki şehirlerarası otobüs duraklarını kapsamaz. Otobüsler için durak cepleri yapılmasının en önemli amaçlarını sıralayacak olursak; ilk olarak otobüslerin lastik ve aks süspansiyonlarında meydana gelecek yıpranmaları azaltmak, ikinci olarak durak cebinden çıkış yapacak otobüsün an itibariyle çıkış esnasında diğer şeride taşmasını önlemek ve durağa giriş yapacak körüklü otobüslerin çalışma işleyişini kolaylaştırıp, oluşacak körük hasarlarını aza indirmek için yol şeridini ve buna bağlı yaya kaldırımını içeri çekme genişliği ve dönüş yarıçapı hesaplanarak otobüslerin durak ceplerine daha yumuşak giriş ve çıkış yapmaları sağlanması gerekmektedir. Duraklarda yapılacak cep ölçüleri, otobüslerin seyir esnasındaki hızlarına bağlı olup tablo 2.2'de ki değerlere ve şekil 2.4' deki ölçülere uygun olmalıdır (TSE, 1995: 8).

Tablo 2.2. Otobüs Hatları Durak Cep Ölçüleri

Hız (km/h)	Durak Cebi Genişliği (m)	Durak Cebi Giriş Boy (m)	Durak Cebi Çıkış Boy (m)	Cep Boyu (Bir adet otobüs)
50	2,5	18	12	18
	2,7	19	13	
	3,0	20	14	
70	3,0	24	18	18

Kaynak: (TSE, 1995: 8)



Şekil 2.4. Otobüs Durak Cebinin Asgari Ölçütleri

Kaynak: (TSE, 1995: 11)

Coğrafi verilerin CBS kaynağı olması, özellikleri de dikkate alındığında genellikle iki farklı şekilde ifade edilmektedirler. Bu verilerden ilk olarak grafik olmayan veriler, aynı coğrafi varlığın sahip olduğu diğer yapısal özellikler hakkında bilgi verirken, ikincisi grafik bilgiler coğrafi varlığın büyüklüğü, konumu, biçimi ve geometrisi, hakkında bilgi verir. Grafik olmayan bilgiler kavramı, bazı kaynaklarda sözel bilgiler, metinsel bilgiler veya tanımsal bilgiler şeklinde de ifade edilmektedir (Yomralıoğlu, 2009: 65).

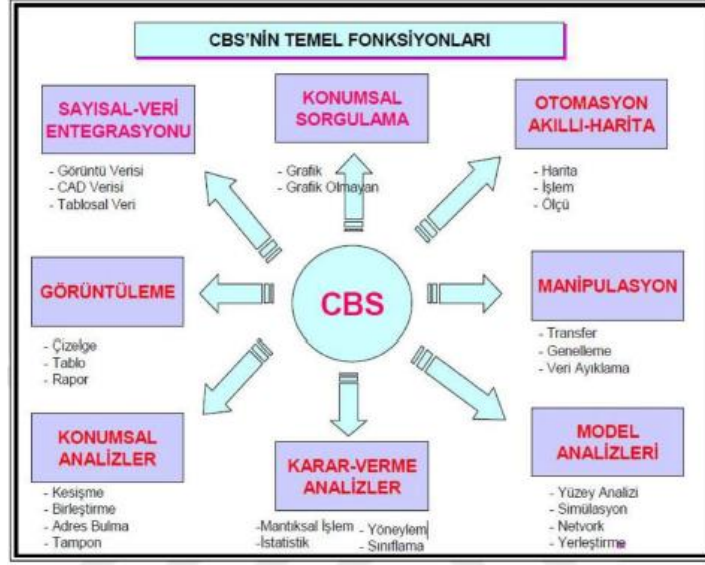
Şekil 2.5.'de olduğu gibi veri katmanları ile tek bir temayı temsil eden alttan üste doğru gerçek dünya, arazi kullanım, akarsular, yollar ve binalar gibi veriler tanımlanır ve saklanır (Aydınoğlu ve Yomralıoğlu, 2006: 39).



Şekil 2.5. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Veri Tabaka Katmanları

Kaynak: (Aydınoğlu ve Yomralıoğlu, 2006: 39)

Kamu kurumları, özel sektör ve insanlar CBS kullanıcısı durumundadır. İhtiyaç duydukları haritayı veya tek bir mekânsal altlığı kullanıp karar verme analizleri, akıllı haritalar, model ve konumsal sorgulamalar ile sayısal veri ve görüntüleme uyumu sağlayacak şekilde temel fonksiyonları olan coğrafi bilgi sistemlerini talep eder hale gelmişlerdir. CBS'nin bu temel fonksiyonlarının avantajları ile veriyi bilgi ve faydaya dönüştüren bir işlem süreci yerine getirilmiş olacaktır. CBS içerisinde birçok temel fonksiyon bulunmaktadır. Şekil 2.6.'da CBS'nin temel fonksiyonları yer almaktadır (Kocaman, 2018: 3).



Şekil 2.6. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Fonksiyonları

Kaynak: (Erdi, Durduran ve Özkan, 2004: 3)

CBS yöntem bilimi uygulanmasında, gerçekleşme sıralaması dikkate alındığında, belirli akış şeması bünyesinde ve kademeli olarak gerçekleştiği belirtilmiştir. Burada akış şemasının her zaman aynı olmadığı gibi çalışılan bir CBS sisteminin de ideal uygulanabilir adımlarını özetle belirtilmektedir (Turoğlu, 2011: 1-19).

Yöntem seçimlerinden olan saha çalışmaları yapılmasıyla verilerin toplanabildiği gibi, konu ile ilgili kamu ve özel sektör kurum ve kuruluşlardan konumsal istatistik verilerde elde edilebilmektedir. Verinin işlenmesinin tanımlanması olarak, varsa gereksiz verilerin çıkarılıp aynı zamanda gerekli düzeltmelerin yapıldığı kısmı oluşturduğu belirtilmektedir. Kısaca elde edilen tüm verilerin CBS'ye daha uygun hale getirilmesi süreci ve CBS de uygulanacak projeye göre en uygun veri tabanı yönetim sisteminin seçilmesi aşamasıdır. Veri tabanı yönetim sistemi ise bilgisayar içinde bulunan ve kullanılacak verilerin, veri tabanı oluşturularak en iyi şekilde yönetilmesini sağlayan yazılımlardır. Veri tabanı tasarımının iyi bir şekilde çalışabilmesi için yapılacak sorgulamalara cevap verebilecek nitelikte olmalıdır (Alpdemir, 2006: 6-9).

CBS'nin çoğu sektör bünyesinde kullanılan faydalı ve etkin bir pozisyon analiz aracı olarak, günümüzde çok geniş bir uygulama alanlarına sahip olduğunu belirtmektedir. Gerek akademik araştırmalar kesiminde gerekse kamu kurumlarında ve özel sektörde oldukça yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. CBS'ye olan bu ilginin de CBS destekli yapılacak birçok

projenin en kısa sürede uygulama alanlarına geçirilmesine neden olmuştur. CBS'nin sahip olduğu özellikleri temel alındığında, konum bilgisi ile alakalı her türlü uygulamanın içerisinde yer aldığı görülmektedir. Bu özellikler, kadastro, peyzaj, jeoloji, orman, çevre, savunma, emniyet, kentsel ve bölgesel planlama, eğitim, tarım, turizm, nüfus, yerel yönetimler, arkeoloji, sağlık ve benzeri birçok uygulamalı meslek dallarında coğrafi bilgi sistemleri, çok önemli bir ortak kavram olarak kullanılmaya başlanmıştır (Nişancı vd., 2010: 60).

3. TOPLU TAŞIMA İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

3.1. Toplu Taşıma

Toplu taşıma sistemleri genel olarak herkesin kullanımına açık olan ve aynı anda birden fazla yolculuğun yapılmasını olanaklı kılan, önceden belirlenen güzergahlara, belirli durak noktalarında duraklayarak, günün belli saatleri arasında, planlanan hizmet sıklığına göre ve belli bir taşıma ücreti karşılığında verilen bir kamu hizmetidir (Kılıçaslan vd., 2012: 191)

Toplu taşıma sistemleri genel olarak beş bileşenden oluşup; bunlar taşıt, geçki, durak, park alanı ve kontrol merkezidir. Taşıt, yolcuların bir yerden bir yere gitmek için taşındığı motorlu araçları kapsar. Bu kapsamda minibüsler, otobüsler, raylı sistem taşıtları ya da deniz otobüsleri bu bileşene ait örneklerdir. Geçki (güzergâh), yolcuların faydalanması açısından toplu taşıma hizmetinin verildiği yollar. Durak, yolcuların taşıtlara bindiği ve indiği noktalarıdır. Park alanı, taşıtların depolandığı ya da hizmet saatleri dışında park edildiği bekleme ve dinlenme amaçlı yapılan yerleridir. Kontrol merkezi, toplu taşımada hizmet veren her bir motorlu aracın taşıma esnasındaki hizmetin ve taşıtın konumunun izlendiği, gerçek zamanlı bilgilerin elde edilip değerlendirilerek sistemin ve hizmetin yönetildiği merkezdir (Kılıçaslan vd., 2012: 205).

3.1.1. Toplu Taşıma Türleri

Yaptığı çalışmada toplu taşıma sistemlerini diğer taşıt trafiğinden ayrılma derecesine göre üç ana geçki grubuna ayrılmaktadır.

Grup A: Geçkinin yalnızca toplu taşıma yapmak için ayrılan taşıta ait tam kontrollü bir sınıftır. Burada geçki diğer yaya geçişi ve taşıt trafiğini bütünüyle kapalıdır.

Grup B: Mevcut geçkinin refüj, kaldırım ve bariyerler gibi yöntemlerle diğer taşıt trafiğinden ayrılmakta ancak geçkinin belli kısımlarında yaya ve taşıt ile hemzemin kavşak kesişmeleri bulunabilmektedir. Böylece taşıt ya da yaya trafiği ile birlikte toplu taşıma sistemi işletilmektedir.

Grup C: Karma trafikle aynı geçkinin paylaşılması olup, bazı durumlarda geçkiler özel şeritler ile ayrılabilir. Tablo 3.1'de karayolu yolcu taşımacılığında kullanılan toplu taşıma türlerinin geçki sınıfı, işletme hızları ve hat kapasiteleri verilmiştir (Vuchic, 2007: 11).

Tablo 3.1. Toplu Taşıma Sistemlerinin İşletme Hızları ve Hat Kapasiteleri

Genel Sınıflar	Geçki Sınıfı	Toplu Taşıma Sistemi	İşletme Hızı(km/sa)	Hat Kapasitesi(yolcu/saat/yön)
Yüksek Performanslı Hızlı Toplu Taşıma	A	Metro	25-60	10.000-70.000
		Banliyö Treni	40-80	8.000-60.000
Orta Performanslı Yarı Hızlı Toplu Taşıma	B	Hafif Raylı Sistem	20-45	6.000-20.000
		Hızlı Otobüs Taşımacılığı	20-40	4.000-20.000
Cadde Toplu Taşıma	C	Tramvay	12-20	4.000-15.000
		Otobüs	15-25	2.400-8.000

Kaynak: (Vuchic, 2007: 11)

3.1.2. Toplu Taşıma Özellikleri

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, toplu taşıma sistemine ait birçok farklı memnuniyet değişkeni bulunduğu görülmüştür. Bu değişkenlerin hepsini anketler ile elde etmek mümkün değildir. Örneğin; servis aralığı, duraklar arası mesafe, araç doluluğu vb. unsurlar daha ayrıntılı analiz gerektirmektedir (Eboli ve Mazzulla, 2007: 22).

Kullanıcı memnuniyetini etkileyen diğer özellik ise toplu taşıma sistemlerinin özellikleridir. Belirtilen kriterler toplu taşıma işletmesine bağlı iken aynı zamanda hizmet kalitesi olarak da adlandırılmaktadır (Eboli ve Mazzulla, 2007: 514).

3.2. Otobüs Sistemleri

Otobüs sistemleri kent içi toplu ulaşım işletmeleri bakımından dünyada en çok bilinen ve kullanılan toplu ulaşım türüdür. Bu ulaşım türü belirli hatlarda, belirli zaman aralıklarıyla işletilen, esnek, konforlu ve yüksek kapasiteye sahip toplu ulaşım sistemleridir. Özellikle gelişmemiş, az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelere incelendiğinde ulaşım ağı alt yapısının çoğunu oluşturmaktadır. Ulaşım ağı alt yapısının geliştirilmesini, sürdürülebilirliğini ve servis hizmet kalitesini artırabilmek için toplu ulaşım verilerinin incelenerek yeni çözümlerin ortaya konması ve ilerde karşılaşılabilecek sorunların çözümlenmesi adına en uygun sistemdir.

Otobüs taşımacılığı esasında küçük kentlerde ana ulaşım türü olarak kullanılırken, orta ve büyük ölçekli kentlerde ise ana ulaşım türü olması ile beraber aynı zamanda kent içi taşımacılığında, kentin yapısında raylı sistemlerde varsa bu raylı sistemleri besleyen taşımacılık türü olarak da kullanılmaktadır (Demirkollu, 2017: 29).

Otomobil, minibüs ve taksi gibi araçların taşıdıkları yolcu sayıları, kapladığı alanlar ve hizmet esnasında tükettiği enerjiler göz önüne alındığında ise otobüs sistemleri, lastik tekerli ve motorlu karayolu taşıma sistemleri arasında daha fazla hesaplı, çevre dostu, maliyetli ve daha fazla ihtiyaç duyulan alan bakımından en etkin ulaşım sistemidir (Demirkollu, 2017: 29).

Çalışmamız kapsamında mevcut değerlendirmelere tabii tutulan otobüsler İETT bünyesinde görev alan otobüsler olduğundan tablo 3.2.'de İETT bünyesinde mevcut toplu ulaşım araçları ve yolcu taşıma kapasiteleri görülmektedir. Şehir içi toplu taşımada, otobüslerin yolcu kapasitesi genel olarak küçük kapasiteli otobüslerde 60 yolcu ile başlayıp 230 yolcu kapasiteli körüklü otobüslere kadar uzanan geniş bir yelpazeye sahiptir. Bu otobüslerin kullanım alanına bakıldığında hem hat güzergâhlarında hem de metrobüs güzergâhlarında kullanılmaktadır.

Tablo 3.2. İETT Mevcut Toplu Ulaşım Araçları

Toplu Ulaşım Araçları		
Marka	Adet	Yolcu Kapasitesi
BMC	375	103
BMC Procity	48	103
Mercedes Citaro (Solo)	392	104
Mercedes Citaro (Körüklü)	99	159
Mercedes Capacity (Körüklü)	249	200
Mercedes Conecto (Körüklü)	217	145
Phileas (Körüklü)	49	230
Otokar Kent 290 LF	898	155
Karsan BM Avancity S (Körüklü)	299	146

Tablo 3.2. Devamı

Karsan BM Avancity + CNG	239	84
Mercedes Conecto G	174	95
Toplam	3039	1524

Kaynak: (İETT, 2020)

Şekil 3.1’de İETT’ye ait solo tip otobüsler görülmektedir. Bu otobüs çeşidi Avcılar ilçesi Tahtakale mahalle durağından geçen 13 hatta kullanılan mevcut otobüs türüdür.



Şekil 3.1. İETT Solo Tip Otobüsler

Kaynak: (İETT, 2020)

Şekil 3.2.’de Metrobüs kendi güzergâhın da seyir halinde olduğu görünmektedir. Metrobüs hattı kendi içinde özel olup, bariyerler ile E-5’ten ayrılmış özellikle İstanbul için çok önemli bir toplu taşıma aracıdır.



Şekil 3.2. Metrobüs Güzergâhı

Kaynak: (İETT, 2020)

Otobüslerin raylı sistemler ile aralarındaki avantaj ve dezavantajları incelendiğinde, raylı sistemlerin ilk yatırım maliyetinin yüksek olması, toplu taşımada otobüs yoğunluğunun artmasına neden olmaktadır. Şekil 3.3.'de İstanbul içindeki raylı sistemler mevcuttur. Bu raylı sistemler gün içerisinde daha çok yolcu taşımak ile birlikte özellikle son yıllarda yapılan yatırımlar, İstanbul da Avrupa Yakası ile Anadolu Yakası arasındaki geçişte ve yakaların kendi içinde de toplu taşımada önemli rol oynamaktadır.



Şekil 3.3. Yenikapı - Hacıosman Metro Hattı

Kaynak: (İETT, 2020)

Ülkeden ülkeye değişiklik göstermekle birlikte otobüs işletmeciliği temel olarak 3 farklı türde yapılmaktadır.

1. Normal trafik ile karışık olarak ve herhangi bir önceliğe sahip olmayan otobüs işletmeciliği,
2. Trafik sinyalizasyonu ve otobüs şeridi gibi uygulamalar ile trafikte önceliğe sahip otobüs işletmeciliği,
3. Trafikten tamamen izole edilmiş kendine özel yolda yapılan otobüs işletmeciliği (Demirkollu, 2017: 30).

İlk işletme türünde, otobüsler trafikte herhangi bir önceliğe sahip olmadıklarından dolayı ortalama işletme hızı oldukça düşüktür. İkinci işletme türünde ise tahsisli otobüs şeridi ve kavşaklarda sinyalizasyon önceliği sayesinde özellikle yoğun saatlerde trafiğin olumsuz etkilerinden nispeten arındırılmış bir işletme sağlanabilmektedir. Üçüncü işletme türü ise Otobüs sistemlerinin sonucusu ise günümüzde oldukça popüler bir sistem olan ve İstanbul, Malatya gibi şehirlerde kullanılan, tam tahsisli yolda yapılan otobüs işletmeciliğidir.

Literatürde hızlı otobüs sistemleri (Bus Rapid Transit)olarak anılan bu sistem ülkemizde metrobüs adıyla tanınmaktadır (Demirkollu, 2017: 31).

Yaptığı çalışmada dünyanın hemen her yerinde otobüs ile taşımacılık kent içinde önemli yere sahiptir. Otobüs taşımacılığı sisteminde istenilen özellik ve kalite kriterlerine ulaşmak içinde sistemin önemli şartlarını uygulamak ile elde edilebilmektedir. Etkisiz bir planlama sonucunda sistemin organizasyonu ve işletimi, ekipmanlardaki sıkıntılarda yine uygun yapılamayan planlamalar neticesinde otobüs işletmeciliği açısından sıkıntıları meydana getirmektedir. Oluşan sıkıntılar ekonomik olmayan işletim maliyetlerinin ortaya çıkmasına ve kaynakların etki kullanılmamasına sebep olmaktadır. Otobüs taşımacılığında en büyük avantaj sistemin esnekliğe sahip olmasıdır. Bu esnekliğin sisteme kattığı faydanın kent içerisinde çok daha kapsamlı alanlarda taşıma hizmetleri sunabilmektedir. Fakat iyi bir organizasyon ve planlama olmadığı takdirde etki bir otobüs taşımacılığı sağlanamaz (Karacasu, 2003: 13).

3.2.1. Otobüs Sisteminin Elemanları

Otobüs sistem elemanlarını şu şekilde sıralayabiliriz;

a) Şebeke (yol-duraklar-terminaller)

b) Araçlar

c) İşletim olarak üçe ayrılmış ve mevcut otobüs işletmeciliği kapsamında sürücüler ile araçlar sistemin vazgeçilemez unsurları olmuşturlar. Etkili bir planlama, uygun işletim ve ileriye yönelik alınan kararlar olmadığı sürece otobüs taşımacılığında istenen fayda sağlanamaz. Günümüzde hızla artmakta olan özel otomobil kullanımını azaltacak şekilde otobüs işletmeciliği yapılmalıdır. Özel otomobil kullanımının yolcuya sağladığı avantajlar otobüs taşımacılığı ile sağlanmaya çalışılmalıdır (Karacasu, 2003: 14).

3.2.2. Otobüs Sistem Performansı Ölçütleri

Otobüs taşımasının performansı sistemin nasıl işlediğine yani servis elemanlarının özelliklerine bağlıdır. Otobüs taşımasının başlıca elemanlar 6 grupta incelenir.

1-Hizet sunumu ve planlama

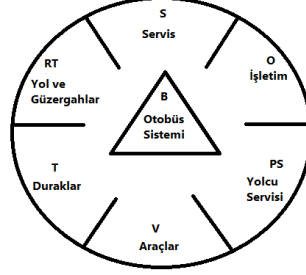
2-İşletme

3-Yolcu Hizmetleri

4-Araçlar

5-Duraklar ve terminaller

6-Yollar ve hatlar ilk ve son iki eleman aynı grup içinde ele alınabilir. Şekilde otobüs taşımasının başlıca elemanları gösterilmiştir (Karacasu, 2003: 14).



Şekil 3.4. Otobüs Taşımasının Bileşenleri

Kaynak: (Giannopoulos, 1989: 100)

1-Hizmet sunumu;

Taşıma yapılacak güzergâh seçimi, durak ve terminallerin yerleri, transfer noktaları, tarifeler ve otobüs servislerinin sıklığının planlanması hizmet sunumu kapsamında ele alınmaktadır (Karacasu, 2003: 15).

2-İşletme

Hizmet verilen şebekede güvenilir bir servis sunulmalıdır. Araçlar devamlı olarak çalışma esnasında kontrollere tabii tutulduğu gibi, güzergâhlar üzerinde belirlenen zaman tarifelerine uyulması içinde gereken özen gösterilmelidir (Spiers, 1991: 187).

3-Yolcu Hizmetleri

Kamunun gözünde toplu taşımayı tercih edici, destekleyici yönde sunulmalıdır. Sunulan hizmet veya sunulan hizmetin geliştirilmesine yönelik kararlar kamu yararına uygun olmalıdır (Karacasu, 2003: 15).

4-Araçlar

Otobüs taşımacılığında kullanılan otobüslerin her an yolcularının konforlu bir seyahat sürmesi içinde gereken konforu da sağlamalıdır. Özel otomobillerin kullanımı anında sağlanan konfor otobüs işletim sisteminde tam olarak sağlanması mümkün olmasa da

mümkün olduğunca sistemin tüm imkânları kullanılıp yolculara kaliteli ve konforlu hizmet sunulmalıdır (Karacasu, 2003: 15).

5-Duraklar ve Terminaller

Otobüs sisteminin performansı açısından yolcuların duraklara en kısa süre ve mesafede ulaşabilmeleri gerekmektedir. Durak ve terminallerde yolcuların tümüne otobüs sistemleri ile ilgili gerekli bilgilerde sağlanabilmelidir (Karacasu, 2003: 16).

6-Yollar ve Hatlar

Otobüs sistemlerinde yol güzergâhları, güzergâh içerisindeki hatların güvenilir, kendisine ayrılan zaman içerisinde ve düzenli bir ulaşım sağlayabilecek biçimde tasarlanmalıdır (Karacasu, 2003: 16).

3.2.3. Otobüs Taşımacılığında İşletim

Kent içi ulaşımda otobüs taşımacılığının organizasyonu yapılan hizmet sonucunda oluşan sistemin verimini ve servis kalitesini etkiler. Organizasyonda 4 elemanda bahsedilir.

- a)Yönetim ve finansman yapısı
- b)İşletim birimlerinin organizasyonu
- c)İşletim şekilleri
- d)Kamu ulaşım türleri arasında koordinasyon

Her kentte politik ve sosyo-ekonomik yapı otobüs taşımacılığı organizasyonunu etkiler (Karacasu, 2003: 16).

4.HATLARIN ANALİZ YÖNTEMLERİ VE KULLANILAN PROGRAM

4.1.Rasyonellik Analiz Yöntemleri Hakkında Genel Bilgiler (KUM ve OH)

Latince rasyo “oran”, rasyonel ise “orantılı” anlamına gelmektedir. Rasyonelite ise “akılcılık” kelimesi ile Türkçe’ de eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Yapılan değerlendirmelerde en uygun seçimin rasyonelliği ifade ettiği belirtilmektedir (Bekdemir, 2020: 9).

Kentlerimizin sürekli gelişim ve değişim halinde olması, özellikle ulaşım planlanması açısından bazı parametrelerin yetersiz hale geldiği gözlemlenmektedir. Alınan ya da alınacak olan ulaşım planlanması kararlarının özellikle toplu taşıma sisteminde faydayı en yüksek düzeyde karşılaması rasyonelliği ifade eder. Çalışmada kent içi otobüs hat güzergâhlarının rasyonelliği ile en iyi güzergâhı elde etmek, seçmek ve mevcutta bulunan hat güzergâhlarının amacına en uygun hale getirmek amacıyla kullanılan bir model olarak anlatılmaktadır (Bekdemir, 2020: 9).

Güzergâh planlamasında istasyon ve durak seçimi hat uzunluğu, garaj ve park alanları, güzergâhın tasarımı gibi ölçütler ile ilgili bazı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarında otobüs hat güzergâhlarının hız, mesafe ve alternatif güzergâhlarla karşılaştırmalı olarak rasyonelliğini belirlemek amaçlanmaktadır. Teorik olarak başlangıç noktası ile varış noktasını birbirine bağlamak için birçok alternatif olsa da tasarım esnasında sınırlı sayıda alternatif arasından en rasyonel güzergâh seçimi yapılmaktadır (Carteni, 2014: 41).

Yaptığı çalışmasında ise güzergâhların yolculara daha kısa mesafe ve yolculuk süresi gibi kazanımlar sağlayabildiği ve bu kapsamda otomobil ile yapılan yolculuklar içinde rasyonellik ölçeklendirmeleri adı ile farklı metotlarla ölçüldüğü bir çalışma yapılmıştır (Akgöl , 2012: 22).

Tarafından yapılan çalışmada ise benzer bir ölçümün toplu ulaşım güzergâhları için yapılarak, ulaşım hizmet kalitesinin artırılması ve bununla birlikte toplu taşıma kullanıcılarının gözünde de toplu taşıma kullanmanın cazibesini artıracığına ancak bu konuda literatürde herhangi bir çalışmanın yapılmadığına değinmiştir (Akgöl ve Günay, 2018: 8160).

4.1.1. Kuş Uçuşu Mesafe (KUM) Ölçütü

Güzergâh rasyonellik inceleme ölçekleri üç ana başlıktan oluşmaktadır. Bunlardan ilki, kuş uçuşu mesafe kriteridir. İki nokta arasındaki kuş uçuşu mesafe ile en kısa yolu veren

güzergâhın uzunluğu bu güzergâhın rasyonelliği hakkında bilgi verecektir. Güzergâhın uzunluğunun kuş uçuşu mesafeye oranı en ideal durumda 1,0'dir. KUM değeri birimsizdir (Akgöl ve Günay, 2018: 8160).

KUM ölçütüne ait rasyonellik hesabı denklem (4.1.) kullanılarak elde edilmiştir. (Bekdemir, 2020: 13).

$$Kum \text{ Ölçütü} : \frac{Hattın Gerçek Uzunluğu (km)}{Kuş Uçuşu Mesafe (km)} \quad (4.1.)$$

4.1.2. Ortalama Hız (OH) Ölçütü

İkinci kriter ise ortalama hız kriteridir. İETT'ye ait yol ağlarındaki tüm yolların aynı standartlarda olmadığından, aynı uzunluk ve kuş uçuşu mesafeye sahip iki farklı güzergâh için yolculuk sürelerinin de farklı olmasıyla beraber, yolculuk süresinin yol ağlarının rasyonelliği üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Bu kriterde önemli olan etkenin güzergâhta yapılabilecek ortalama hız değeri olmasıdır. Bu kısımda güzergâhlarda yapılan ortalama hızlar, yolculuk mesafesi ve süresine göre "km/sa" cinsinden hesaplanmıştır. Farklı güzergâhlar için hesaplanan ortalama hız değerlerinden büyük olanı bu kritere göre o güzergâhın daha rasyonel olduğu anlamına gelir (Akgöl ve Günay, 2018: 8160).

Tez kapsamında belirlenen hatlar için İETT tarafından belirlenmiş yolculuk süreleri, mevcut otobüs hattının gerçek uzunluğuna oranlanması ile hat boyunca ulaşılan ortalama hızlar hesaplanmıştır.

OH ölçütüne ait rasyonellik hesabı denklem (4.2.) kullanılarak elde edilmiştir (Bekdemir, 2020: 14).

$$OH : \frac{Hattın Gerçek Uzunluğu (km)}{Yolculuk Süresi (sa)} \quad (4.2.)$$

Üçüncü kriter ise bir yol ağının rasyonelliği süre, mesafe ve hız gibi faktörlerin yanı sıra iki nokta arasındaki alternatif güzergâhların sayısı ile ilgilidir. Ancak biz çalışmamızda alternatif güzergâh ortalama hız değerlendirmesini yapmayacağız (Akgöl ve Günay, 2018: 8160).

4.2. Türk Standartları

TS12576 bu standart hareket kısıtlılığı bulunanlar dâhil tüm yayaların, yaya yolları ve kaldırımları, yaya geçitlerini ve kavşakları güvenle ve rahatça kullanabilmeleri için oluşturulacak yapısal önlemlerin ve işaretlemelerin tasarım kurallarını kapsar. Ayrıca Otobüs

işletim sistemlerinin bir parçası olan otobüs duraklarının, durak yeri seçimi ile ilgili kullanılan parametreler aşağıdaki gibi belirtilebilir:

- Otobüs güzergâhı ile yaya arterlerinin çakıştığı kısımlarda durak yerlerinin seçilerek, yolcuların durağa ulaşma kolaylığı sağlanmalıdır.

- Trafik durumu göz önüne alındığında, duraklar kavşaklara yakın yerlerde yerleştirilmeli; şayet bunun mümkün olmadığı durumlarda da iki kavşak arasındaki mevcutta bulunan yaya geçidine en yakın ve en emniyetli aralıklarda durak yeri belirlenmelidir.

- Otobüslerin özellikle kavşağa yaklaşmadan 30-50 m mesafede durak yeri seçilmelidir; böylece kavşakta bekleme yapan ya da yapma zorunda olan diğer toplu taşıma ve hususi araçlarında, mevcut durak yerlerindeki yer işgali ve yol kesilmesine sebebiyetleri önlenmelidir.

- Kavşağın öncesinde ve sonrasındaki duraklarında yine kavşak emniyet üçgeni dışında yer alması sağlanmalıdır.

- Diğer kent içi trafiğin akış hızının yavaşlamaması ve hizmet düzeyinin azalmaması için art arda gelen iki durak arasındaki mesafenin 400 m ile 500 m arasında olması gerektiğidir. Bu durum birinci derece öneme sahip yollarda ise mevcut iki durak arası 600 m ile 700 m arasında bulunmalıdır. Şayet bölgenin yolcu yoğunluğu, toplu taşıma kullanım isteği, diğer kent içi bölgelere göre çok fazla olursa güzergâh üzerindeki yol kısımlarında da mesafeler 100'er m azaltılabilmektedir (TSE, 1995: 30).

Çalışmamızda TSE kriterleri baz alınarak, duraklar arası mesafeler daha rasyonel olabileceğini düşündüğümüz 0m-300m, 300m-600m ve 600m -10.000 m aralığında değerlendirmelerde bulunarak hatların uygunluk kriterleri değerlendirilecektir.

4.3. TCRP 100 - TCRP 165 Toplu Taşımada Hizmet Düzeyi Yöntemleri

İngilizce Transit Cooperative Research Program (TCRP) olarak yorumlanan raporlar, Ulaştırma Birlikleri Araştırma Programı (UBAP) olarak Türkçe dilinde açıklanabilmektedir. TCRP toplu taşıma sistemlerini inceleyen, gözlemleyen ve sorunlara kısa süreli, pratik çözümler geliştiren bir uygulamalı araştırma programıdır. TCRP, Federal Transit İdaresi (FTİ) tarafından desteklenmektedir ve Amerikan Toplu Taşıma Birliği (ATTB) ile ortak çalışmaktadır. TCRP, Ulusal Bilimler, Mühendislik ve Tıp Akademileri'nin bir bölümü olan Transportation Research Board (TRB)'de yine çalışmada ifade edilmekte olup aynı

zamanda TRB tarafından yönetilmektedir. TCRP'ye katılmanın faydaları ise aşağıdaki gibi sıralanabilir

- Sektördeki meslektaşlarımızla tanışın ve ağ kurun.
- Profesyonel profilinizi ve kuruluşunuzun profilini yükseltin.
- Bir proje paneline katılarak belirli konulardaki uzmanlığınızı ve bilginizi paylaşın.
- Katılım için bilgi tabanını genişletmek için web seminerleri maddeleri bu fayları sağlamaktadır (TRB, 2021).

4.3.1. TCRP 100 Ulaşım Yöntemi Genel Özellikleri

TCRP 100 ABD' de toplu taşımadaki kriterlerin uygunluğunu ölçen bir standart olarak kullanılmaktadır. Tcrp 100'de toplu ulaşım kapasitelerinin; insan ve araç hareketlerini kapsayan bir kavram olarak açıklanmaktadır (Gürbüz, 2019: 19-31).

Tcrp tarafından geliştirilen yöntemin genel özellikleri tablo 4.1.'de özetlenmiştir (TRB, 2003: 30).

Tablo 4.1. Tcrp 100 Ulaşım Yöntemi Genel Özellikleri ve Hizmet Düzeyi Yöntemleri

Tcrp 100 Ulaşım Yöntemi Genel Özellikleri Ve Hizmet Düzeyi Yöntemleri							
Ölçüt No	Ölçütler	Yapılacak Servislerin Kaliteleri					
		A	B	C	D	E	F
1	Saatteki Yapılan Seferlerin Sayıları - Bir saat içerisinde kaç kez hizmet verilebilmektedir.	<10	10-14	15-20	21-30	31-60	>60
2	Bir Gün İçinde Yapılan Hizmetlerin Toplamda Saatleri	19-24	14-19	12-13	11-12	4-11	0-3
3	Tarife Kapsamındaki Araçların Geç Kalma Sayı ve Oran Düzeyleri	95-100	90-94.9	85-89.9	80-84.9	75-79.9	<75

Tablo 4.1. (Devam ediyor)

4	Otobüsler ve Otomobillerin Yolculuk Anındaki Süre Farkları	0	1-15	16-30	31-45	46-60	>60
5	Güzergâhların Servis Kaplama Alanları	90-100%	80-89%	70-79%	60-69%	50-59%	40-49%
6	Seyahat Anında Yolcuların Oturma veya Ayakta Kalma Durumları	>1.00+	0.76-1.00+	0.51-0.75+	0.36-0.50+	0.20-0.35+	<0.20+
7	Tarifedeki Tasarım Zamanı ile Uygulama Zamanı Farkı (Standart Sapma)	1%	10%	20%	33%	50%	>50%

Kaynak: (Gürbüz, 2020: 19)

Bu tabloda hizmet kalite ölçütleri, tüm hizmet sınıfları için altı adet hizmet kapsama kriteri ile ölçüldüğü gibi, derecelendirme ölçütleri ise en iyi hizmet düzey seviyesinin A ve en kötü hizmet düzey seviyesinin ise F arasında da değiştiği görülmektedir.

4.3.1.1. TCRP 100 Ulaşım Yöntemi Saatlik Sefer Sayısı Ölçütü

Yaptığı çalışmalarda TCRP 100 ölçütüne göre sefer sıklıkları tabloda verilmektedir. Buna göre tablo 4.2.'de toplu taşıma kapsamında bir aracın saatte mevcut uygulayabildiği sefer aralığı yani aracın bir saat içerisinde kaç defa hizmet sağladığı saatte kaç kez hizmet verdiğine kontrol edilerek mevcut durum içindeki hizmet düzey ölçütü belirlenmektedir. Hizmet derecelendirme harf sistemi olup yine A'dan F'ye sıralı biçimde olacak şekilde altı sınıfta toplanmaktadır (TRB, 2003: 30).

Tablo 4.2. Tcrp 100 Ulaşım Yöntemi Saatlik Sefer Sayısı Ölçütü

Sefer Aralıkları ve Saatte Kaç Kere Hizmet Verdiği			
Hizmet Derecesi	Sefer Aralıkları	Saatteki Araç Sayısı	Değerlendirme
A	<10	>6	Yolcular tarifelere ihtiyaç duymaz. Çoğu yolcu bir sonraki otobüsü bekler.
B	10-14	6-5	Otobüsler sık geçmektedir. Yolcular tarifelere bakarlar.
C	15-20	4-3	Yolcu otobüsü kaçırdığında bekleyeceği en uzun zaman.
D	21-30	2	Yolcular genel hizmetten pek memnun olmazlar.
E	31-60	1	Bir saatlik zaman içinde tek otobüs olmaktadır.
F	>60	<1	Tüm yolcular açısından hizmet kalitesizdir.

Kaynak: (Gürbüz, 2020: 20)

4.3.1.2. TCRP 100 Ulaşım Yöntemi Günlük Çalışma Saati Ölçütü

Otobüslerin gün içinde çalıştığı saat aralıklarını belirleyen ölçüttür. Tablo 4.3'te her bir çalışılan servis saat aralıklarına tekabül eden farklı seviyelerin mevcut olduğunu göstermektedir. Bu tabloya göre ölçülen otobüs servisi saatine göre servis seviyeleri belirlenmektedir (Gürbüz, 2019: 19-31).

TCRP100 ölçütleri kullanılarak oluşturulan yönteme ait hizmet dereceleri, saatleri ve değerlendirme ölçütleri tablo 4.3.'de özetlenmiştir.

Tablo 4.3. Tcrp 100 Ulaşım Yöntemi Günlük Çalışma Saati Ölçütü

Toplu Taşıma Araçları Günlük Kaç Saat Hizmet Sağlamaktadır.		
Hizmet Derecesi	Hizmet Saatleri	Değerlendirme
A	(19-24)	Geceleri otobüs hizmeti mevcuttur.
B	(17-18)	Otobüsler akşam geç saatlere kadar devam eder.
C	(14-16)	Akşamın erken saatlerinde hizmetlerin sona ermesi.
D	(12-13)	Otobüsler gündüz iş saatlerinde var.
E	(4-11)	Hem trafiğin yoğun olduğu saatler hem de gün içerisinde sınırlı sayıda otobüsler çalışmaktadır.
F	(0-3)	Hizmetler dar olmakla beraber yok denecek boyuttadır.

Kaynak: (Gürbüz, 2020: 21)

4.3.2. TCRP 165 Ulaşım Yöntemi Genel Özellikleri

TCRP Raporu 165 içindeki Toplu Taşıma Kapasitesi ve Hizmet Kalitesi El Kitabı (TTKHKE) toplu taşıma sisteminin sorunları ile ilgilenen bir rapordur. Amacı; toplu taşımanın mevcut kapasitesinin, hızının, güvenilirliğinin ve kaliteli hizmet sunulmasına bağlı olacak problemler ve bu problemlere etki edecek olan parametreleri belirli gün ve saatlerde düzenli olarak araştırmaktır. Rapor kaynak olarak bu alanda yapılan ilk belge olmaktadır. El kitabı kapsam olarak toplu taşıma araçları hakkında istatistik bilgileri ve grafikler içermektedir. Yolcular ve işletme sahiplerinin görüşlerini bir araya getirerek toplu taşıma

varlığının kalitesini değerlendirebilmek için örnek teşkil eder. TCRP 165'in TCRP 100'den farklı yanı ise ölçütlerini yolcuların bakış açısı ile ulaşım sistemi işletmecisinin görüşlerini dikkate alarak değerlendirip, iki grup arasında da kıyaslama yapabilmektedir. Temel olarak her iki gruptaki ölçülendirmelerin, her grubun kendi faydalarına yönelik değerlendirmeler yapmaktadırlar. Yolcuların bakış açılarına göre, toplu taşımanın sefer sıklıkları mevcut yolcunun ne kadar sıklıkla toplu taşımaya ulaşabileceği durumu göstermektedir. Yolcunun şayet fiziki ve psikolojik olarak güvenli, maliyetli ve rahat olmama gibi ölçütlerde endişeye kapılması durumunda, diğer ulaşım çeşitlerini kullanmayı dikkate alacaktır (TRB, 2013: 254).

Toplu taşıma sistemlerinin saatlik hizmetler sağlaması durumunda yolcular tarafından kullanımının da çok sınırlı olacağını ve sistemin sefer sıklıklarının artmasıyla da acil yolculuklar içinde fırsat oluşur. Aynı zamanda toplu taşımada kullanılan araçların harekete başlangıç saatlerinin artması, rekabet halinde olduğu diğer ulaşım türlerine benzemesine olanak sağlamaktadır. İşletmecinin bakış açısına göre, sefer sıklığının varlığı işletim maliyetlerinde temel etken olmakta ve diğer tüm ölçütleri eşit tutup sefer sıklıklarını artırmanın da işletim maliyetlerini doğru orantılı olarak arttıracaktır. Sefer sıklık oranlarının artırabilmek için varlık maliyetlerinin ve alt yapı tesislerindeki iyileştirme çalışmalarının da aynı oranda yapılması gerekir. TCRP 100' de elde edilecek ölçüt seviyeleri altı farklı hizmet düzeyi içinden hangi kritere uygun görülürse o hizmet düzeyine yerleştirilir. Sınıflar A,B,C,D,E ve F gibi harflerle adlandırılmaktadır. TCRP 165' te ise harfli sınıflandırma yoktur. Her kriter yolcular ve işletmecilerin bakış açılarına göre değerlendirilmekte ve belirlenen hizmet düzeyleri kategorilere ayrılır. Bunun sebebi ise yolcuların sık ve düzenli hizmet almaları ile mevcut kriterleri kaliteli bulup memnun olmalarıdır. Ancak oluşan yolcu memnuniyetleri aynı zamanda işletmecileri madden ve manen sıkıntıya düşürecek noktalara getirebilir. TCRP 165' te toplu taşıma sisteminin çalışmasına imkân sunan sağlayıcıların kendi durumlarını açığa vuran değerlendirmeleri görülmektedir (Gürbüz, 2019: 19-31).

4.3.2.1 TCRP 165 Ulaşım Yöntemi Saatlik Sefer Sayısı Ölçütü

Yaptığı çalışmalarda TCRP 165'te saatlik sefer sayısı kriteri aslında sefer aralığına bağlı olarak ele alınmaktadır. Buna göre tablo 4.4.'te saatteki sefer sayılarına yer verilmemekte yalnızca sefer aralıklarına dair gruplandırma yapılmaktadır (TRB, 2013: 260).

Tablo 4.4. Tcrp 165 Ulaşım Yöntemi Saatlik Sefer Sayısı Ölçütü

Sefer Aralıkları (dk)	Yolcuların Değerlendirme Aralıkları	İşletmecilerin Değerlendirme Aralıkları
≤ 5 dk.	Yolcular tarife ihtiyaç duymaz. Otobüsler sık hareket ederler	Tek ve çift körüklü araçların kullanılması, ayakta yolcu kapasitesinin artırılması sistemi iyileştirmeden ayrı olarak kapasitelerin artırılması için seçenek olabilir.
5 – 10 dk.	Sefer aralıkları sık olduğundan yolcular tarifi dikkate almaz.	Trafik sıkışıklığını önlemek adına özel yol hakları tanınması ile kapasiteyi artırmak için sık hizmet olabilir.
11 – 15 dk.	Kısmen sık hizmet. Durakta bekleme süresini azaltmak için tarife bakılır.	Hizmetlerin sık olmasıdır. Hafta sonları ile uzun çalışmalar bu gruptadır.
16 – 30 dk.	Durakta beklemek istemeyen yolcular tarife saatlerini kontrol eder.	20dk ile 30dk aralıklarla çalışan otobüs.
30 - 59 dk.	Yolculuklar tarife varış saatine göre belirlenmelidir.	40dk ile 45dk aralıklarla çalışan otobüs.
60 dk.	En temel yolculukların gerçekleşmesi için çok az şekilde hizmet düzeyini sağlar.	Hatları sabit olan otobüsler için maksimum yol uzaklığı.
> 60 dk.	Şehir içerisinde kullanılmayan otobüsler.	Yolcuların çoğu hizmet seviyesi yüksek ulaşım aracı tercih ederler.

Kaynak: (Gürbüz, 2020: 25)

4.3.2.2. TCRP 165 Ulaşım Yöntemi Günlük Hizmet Saati Ölçütü

Bu ölçütte sistemdeki toplu taşıma araçları 24 saat içerisinde kaç saat yolculara hizmet sunduğunu belirtmekte olup bazı ölçüte ait sınır teşkil eden değerlerin de TCRP 100'den farklılık gösterdiği görülmektedir (Gürbüz, 2019: 19-31).

Tablo 4.5. Tcrp 165 Ulaşım Yöntemi Günlük Hizmet Saati Ölçütü

Hizmet Saatleri	Yolcuların Değerlendirme Aralıkları	İşletmecilerin Değerlendirme Aralıkları
> 18	Gezi amaçlı birden çok hizmet sunabilir.	Gece geç saatlere kadar çalışması için ek sürücü çalıştırılarak yapabilir.
15-18	Hem sabahları erkenden hem de akşamları geç saatlere kadar hizmet verebilir.	Araç başına birden çok tam zamanlı sürücü ya da fazla mesai ücreti gerektirebilir.
12-14	Toplam mesai saatleri dikkate alınarak iş gezisi yapmak içinde yeterli sayıda hizmet sağlanır.	Araç başına sağlanan tam zamanlı iki sürücü ile karşılanan hizmet.
7-11	Yolculukların günün öğlen saatlerinde yapılmasına sebep olur.	Tam zamanlı sürücüler ile hizmet sağlandığı gibi öğlen saatlerinde kısa güzergâhlardaki hat için mola gerekebilir.
4-6	Saat başı hizmetler ile yolculukların mümkün kılınması sağlansa bile dönüş yolculuğu esnasında az zaman harcanır.	Kısa süreli çalışan sürücüler için iş imkânı sağlar.
< 4	Yolcuların seyahat günleri tarifeler kapsamında planlanır.	Belirli günler ve saatlerde merkeze bağlı yerlere ulaşım götürülebilir.

Kaynak: (Gürbüz, 2020: 26)

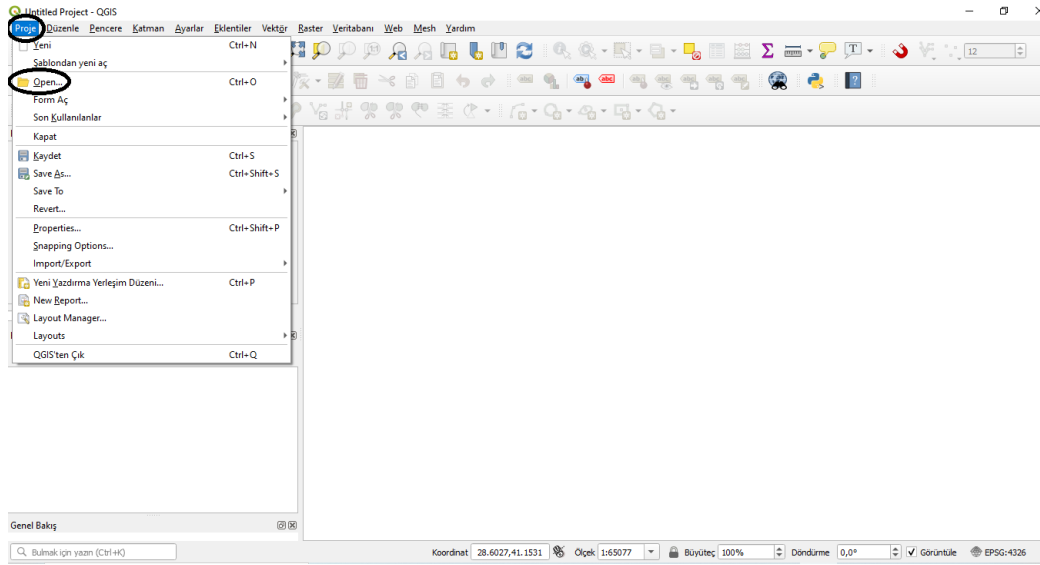
TCRP 165 Servis kapsama alanı ölçütleri, TCRP 165 ayakta yolculuk kriteri, TCRP 165 geç kalınma saat ve oran ölçütleri, TCRP 165 özel araçla seyahat süresi ölçütü, TCRP 165 haftalık ve günlük çalışma süresi ölçütleri, TCRP 165 gecikme süreleri standart sapma ölçütleri gibi geri kalan 6 yöntem ile ayrıca TCRP 100 Tarife kapsamındaki araçların geç kalma sayı ve oran düzeyleri, TCRP 100 Otobüsler ve otomobillerin yolculuk anındaki süre farkları, TCRP 100 Güzergâhların servis kaplama alanları, TCRP 100 Seyahat anında yolcuların oturma veya ayakta kalma durumları, TCRP 100 Tarifedeki tasarım zamanı ile

uygulama zamanı farkı (Standart Sapma) gibi geri kalan 5 yöntem ise çalışma konusuna hem covit-19 pandemisi sebebi ile hem de bu 13 hattın gidiş-dönüş dâhil olmak üzere birçok kritere ait verinin İETT genel müdürlüğünden elde edilemeyecek olması sebebiyle TCRP 100- TCRP 165 yöntemlerinden sadece TCRP 100 yöntemi saatlik sefer sayısı kriteri, TCRP 100 yöntemi günlük çalışma saati kriteri, TCRP 165 saatlik sefer sayısı kriteri, TCRP 165 günlük hizmet saati kriterleri incelenmiştir.

4.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri QGIS 3.12 Programı

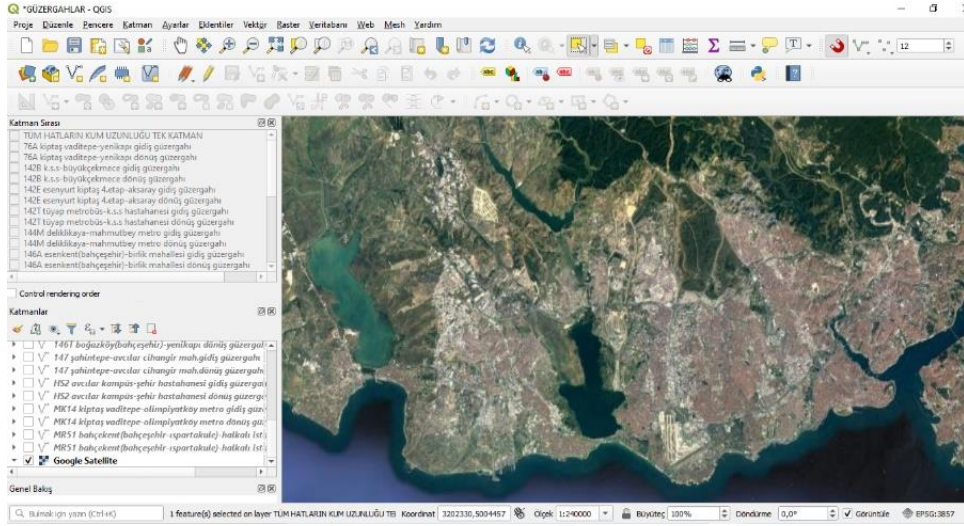
CBS elde ettiğimiz sözel ve sayısal verileri ilişkilendirerek analiz etme imkânı sunar. Örneğin; Hat isimleri sözel (grafik olmayan) veriyi ifade ederken, hat uzunlukları sayısal (grafik olan) veri ifade etmektedir.

CBS QGIS Programı 3.12.3 versiyonu ana ekranı ve dosya açma işlem basamakları şekil 4.1’de verilmiştir.



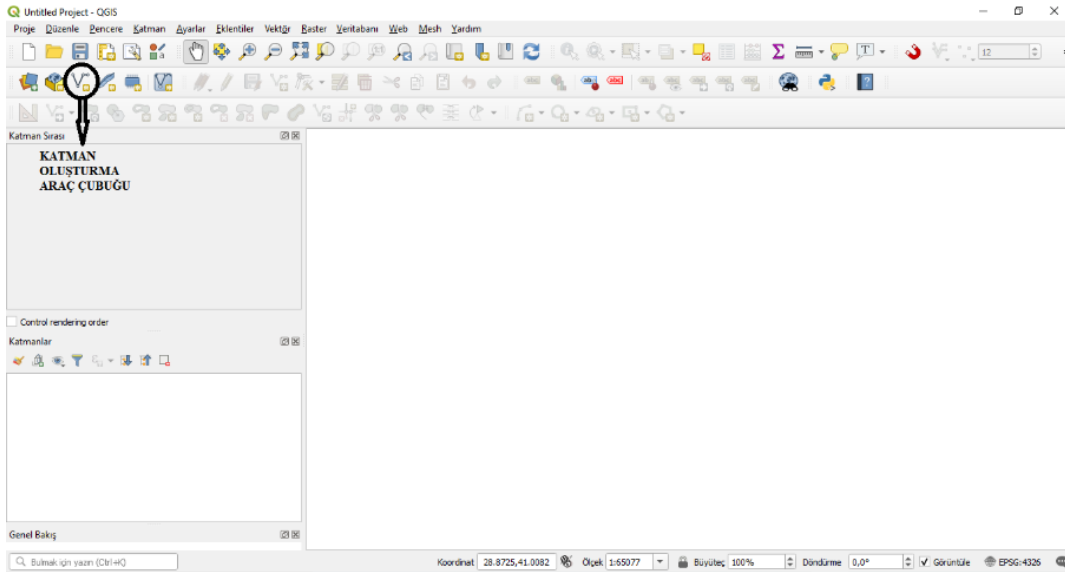
Şekil 4.1. CBS QGIS Programı 3.12.3 Versiyonu

Şekil 4.2.’de mevcut açılan bir qgis programına altlık oluşturacak haritayı seçmek gerekmekte bunun için tez çalışmasında Google Satallite seçilmiştir.



Şekil 4.2. CBS QGIS Programı Google Satallite Ekranı

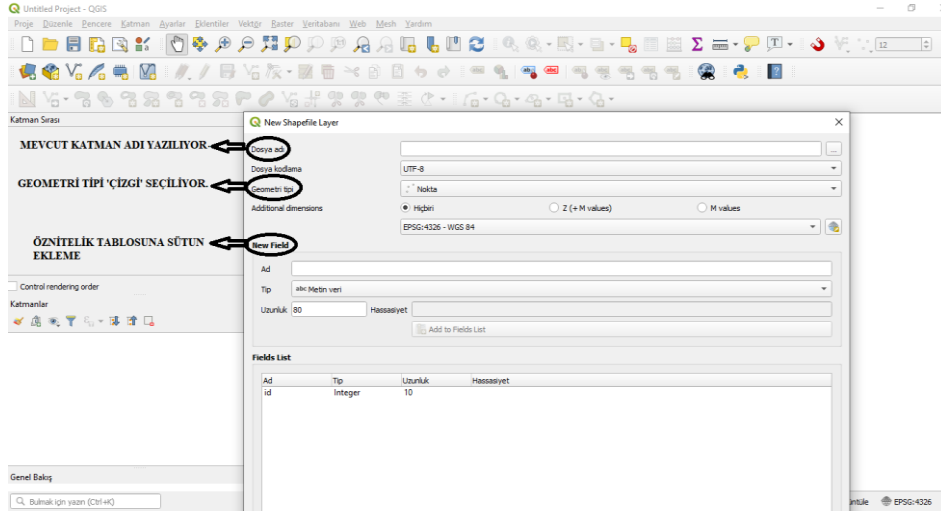
Şekil 4.3'te CBS QGIS programı açıldıktan sonra ilk olarak proje sekmesini tıklayıp open alt sekmesi seçilerek kaydedilen çalışma programa çağrılır ve üzerinde işlem yapabileceğimiz duruma getirilir. Daha sonrasında katmanlar oluşturulur.



Şekil 4.3. CBS QGIS Programı 3.12.3 Versiyonu Katman Oluşturma Ekranı-1

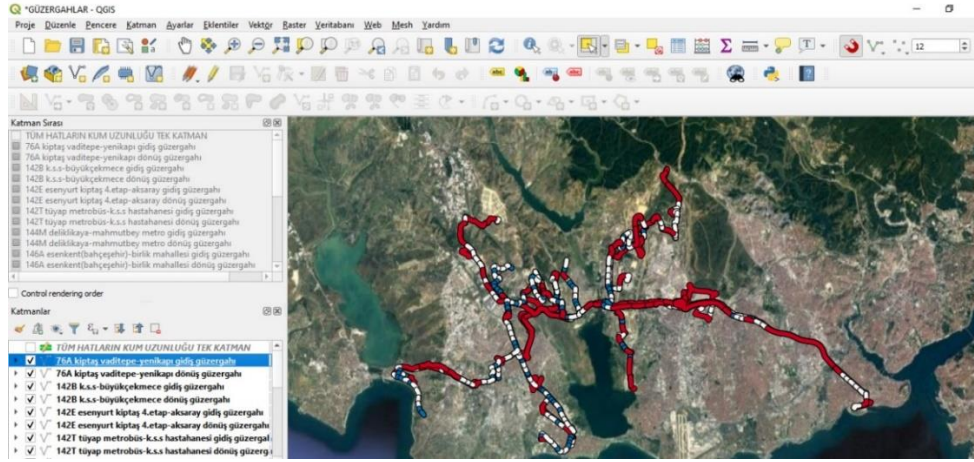
Şekil 4.4.'te Katman oluşturma işlemi yapılırken Şekil 5.4'te ki adımlar izlenerek yeni katman ve öznitelik tablosu oluşturulur. Dosya adına mevcut katman ismi yazılır, örneğin 146BA hattı gidiş güzergâhı gibi ya da önce kaydedilen katman çağrılarak üzerinde işlem yapılır. Geometri çizgi tipi yol güzergâhı çalıştığımızdan dolayı "çizgi" seçilir. Yeni dosya

yazan kısım seçilerek, öznitelik tablosunda kullanacağımız sütunların isimleri, tipleri ve uzunluk değerleri belirlenip tamam seçilerek katman oluşturulur.



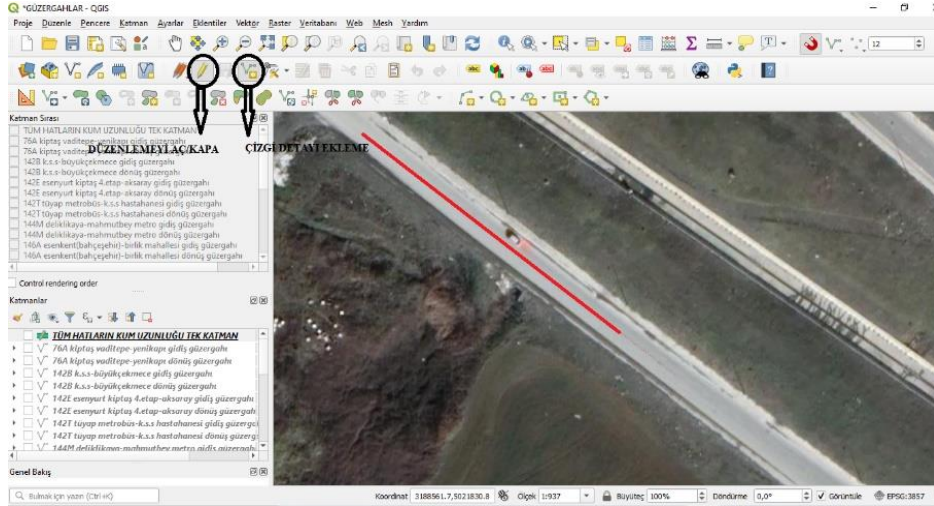
Şekil 4.4. CBS QGIS Programı 3.12.3 Versiyonu Katman Oluşturma Ekranı-2

Şekil 4.5.'te 13 hattın gidiş-dönüş güzergâhları açılan katmanlar ile birlikte gösterilmiştir ancak ekran alıntısı olduğundan bazı hatların katmanları görünmemektedir.



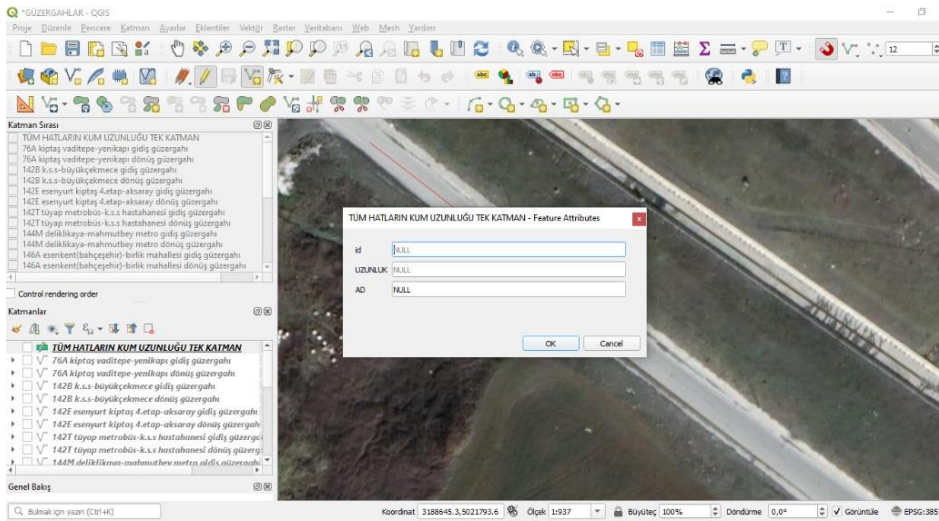
Şekil 4.5. 13 Hattın Gidiş-Dönüş Güzergâh Katmanları

Şekil 4.6.'da Düzenleme yapmak ve güzergâh çizebilmek için çizgi detayı eklemesi yapıyoruz. Çizime başlayarak ekranda görüldüğü gibi kırmızı çizgiyi oluşturuyoruz.



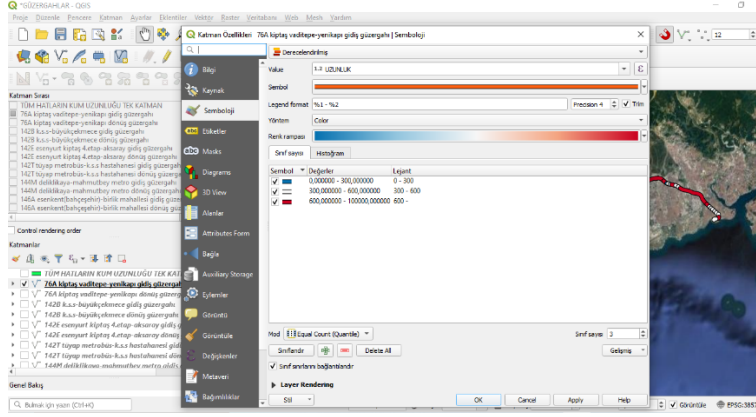
Şekil 4.6. Düzenleme Yapma ve Güzergâh Çizimi

Oluşturulan her çizgiyi daha sonrasında sağ tıklayarak Şekil 4.7.'de ki ekrana karşımıza geliyor ve buradan isimlendirme yapıyoruz. Örneğin '1-2' yani (birinci durak ile 2.durak arası mesafe) kısaltarak yazıyoruz. Bu şekilde 13 hatta ait tüm gidiş-dönüş hatları çizilir.



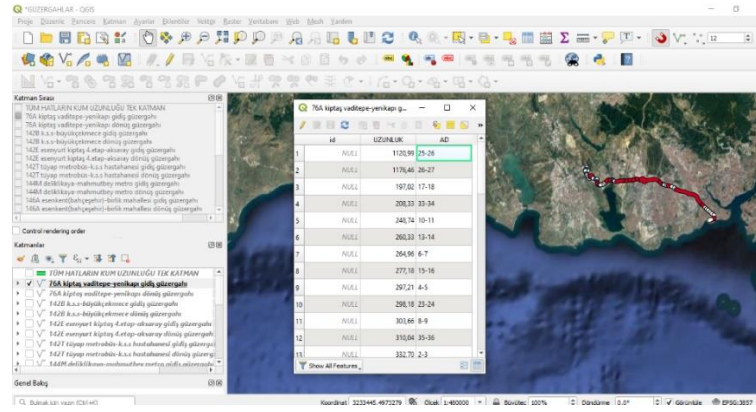
Şekil 4.7. Katmanlara İsim Ekleme

Çizim yapıldıktan sonra kıyaslama yapabilmek ve standartlara uygunluğunu denetleyebilmek adına hangi hat üzerinde renklendirme yapılacak ise o hattın katman ismine çift tıklanarak Şekil 4.8'de semboloji ekranından katman özelliklerinde iyileştirme yapılmaktadır. Örneğin; Şekil 4.8.'de 76A hattına ait gidiş güzergâhı semboloji ekranı verilmiştir. Buradaki sembol, değer ve lejantlar hangi standartta çalışılacak ise aralıkları ona göre belirlenmektedir.



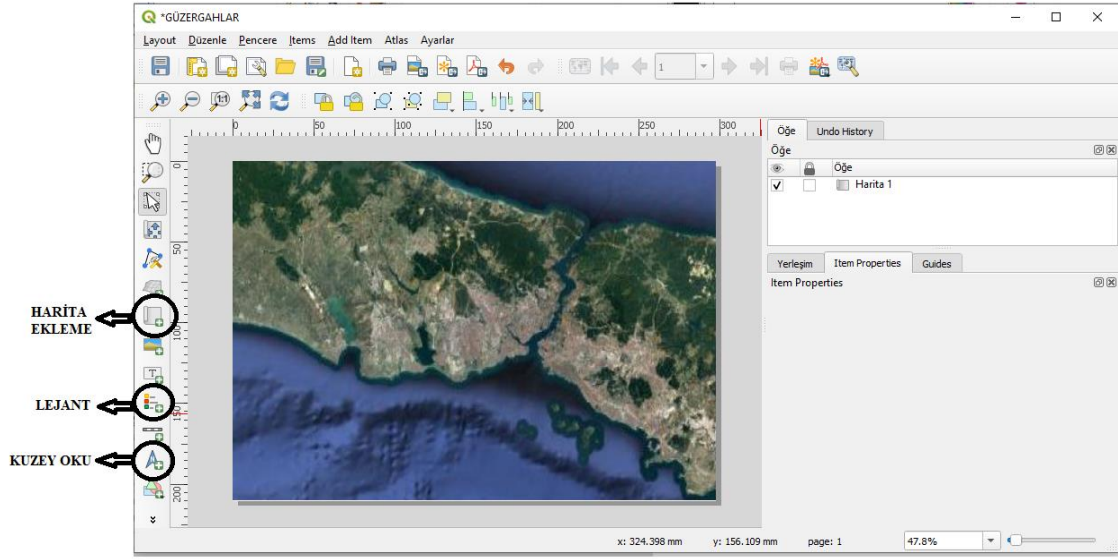
Şekil 4.8. 76A Hattına Ait Semboloji Ekran Görüntüsü

Şekil 4.9.’da Bu işlemler sonucunda oluşturulan öznetelik tablosunun ekran görüntüsü mevcuttur. Burada ki değerlere bakıldığında ‘Ad’ ve ‘Uzunluk’ olarak iki sütun oluşturulduğu görülmektedir. Bu iki sütun bizim için güzergâh analizinde yeterli olduğu için fazla sütun açılıp, başka analizler yapılmamıştır. Burada değerlere dikkat edildiğinde öznetelik tablosunda duraklar arasında ki mesafelerinde otomatik olarak hesaplandığı görülmektedir.



Şekil 4.9. 76A Hattına Ait Öznetelik Tablosu Ekran Görüntüsü

Çalışmanın CBS uygulanması kısmında çizilen her güzergâh için Şekil 4.10’de verilen yeni yazdırma yerleşim düzeninden, çizilen hattın harita eklemesi, lejant yapımı ve kuzey oku yerleştirmesi yapılmaktadır.



Şekil 4.10. On Üç Hatta Ait Harita Ekleme Ekran Görüntüsü

5. ANALİZ

5.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak belirlenen, İstanbul ili Avcılar İlçesine ait olan Tahtakale mahallesi dâhil olmak üzere birçok ilçeler arasında geçiş yaparak, toplu taşıma kullanımına ihtiyaç duyan tüm yolcular için hizmet veren özellikle Tahtakale durağından geçen İETT otobüsleri incelenmiştir. Avcılar ilçesi seçilme sebebi İstanbul'da bulunan 39 ilçenin nüfus sıralaması yapıldığında medyan olmasıdır.

Mevcut alan incelenmesi için öncelikle Avcılar İlçe belediyesine gelen toplu taşıma kullanan yolcuların dilek ve şikâyetlerini giderebilmek adına birkaç hat ile sınırlı olarak bilgi alınmıştır ve bunlar üzerinde çalışma yapılacağı planlanmıştır. Ancak bunun akabinde toplu taşıma kullanan tüm isteklilerden Tahtakale mahalle muhtarına gelen, özellikle mahalle halkı baz alındığında Tahtakale mahallesi muhtarlığı ile yapılan görüşmelerde, mevcut mahallenin en sıkıntılı görüldüğü Tahtakale durağı için araştırma geliştirme analizleri yapmak ve bu çalışmayı genele yayarak Tahtakale Durağından geçen tüm hatların ki bu hatlar toplamda on üç adet olmak üzere incelenmesi gerektiği kanaatine varılmıştır. Tablo 5.1.'de Avcılar ilçesi tahtakale mahallesinde bulunan tahtakale durağından geçen İETT hatlarının mevcut isimleri, başlangıç ve bitiş noktaları, güzergah süreleri ve hat uzunlukları verilmiştir.

Tablo 5.1. Tahtakale durağından geçen hatlar, hat üzerindeki durak sayıları, güzergâh süreleri, hat uzunlukları

Hat No	Tek Yön Sefer Süresi (dk.)	Durak Km'si (Gidiş-Dönüş Ort.)	Kalkış Durağı	Kalkış-Variş Durak Sayısı	Variş Durağı	Variş-Kalkış Durak Sayısı
76A	78.5	33.500	Vaditepe(Başakşehir)	49	Yenikapı Etkinlik Alanı(Fatih)	48
142B	79	29.966	K.S.S. Hast.(Küçükçekmece)	73	Belediye (Büyükkçekmece)	76

Tablo 5.1. Devamı

142E	88.5	37.977	Esenyurt Kiptaş 4.Etap (Esenyurt)	42	Aksaray Peron(Fatih)	47
142T	53.5	22.122	Tüyap(Büyükçekmece)	28	K.S.S.Has. (Küçükçekmece)	34
144M	75	32.665	Heybetli Sokak(Bağcılar)	37	Mahmutbet Metro (Arnavutköy)	42
146A	60.5	28.642	Esenkent(Esenyurt)	47	Birlik Mahallesi(Esenler)	51
146B A	98.5	39.522	Fenertepe Peronlar(Başakşehir)	72	İÜ Avcılar Yerleşkesi(Avcılar)	70
146F	88	35.086	Fenertepe Peronlar(Başakşehir)	72	Esenkent(Esenyurt)	77
146T	92	38.572	Boğazköy Son Durak(Başakşehir)	66	Yenikapı Etkinlik Alanı(Fatih)	66
147	67	26.338	İbrahim Koçarslan Ortaokulu(Başakşehir)	71	Cihangir Mahallesi (Avcılar)	73

Tablo 5.1. Devamı

HS2	65.5	27.011	İÜ Avcılar Yerleşkesi(Avcılar)	43	Şehir Hastahanesi (Başakşehir)	48
MK14	46	19.937	Vaditepe(Başakşehir)	46	Olimpiyatköy(Başakşehir)	46
MR51	65.5	27.851	Şht.Astgm.Furkan Bulvarı(Esenyurt)	Işık 61	Halkalı Marmaray(Küçükçekmece)	57
TOPL AM	1954	399.189		707		735

5.2. Materyal ve Yöntem

Çalışmamızın bu bölümünde hatların rasyonelliğini, Türk standartlarına ve TRB raporlarında belirtilen esaslara uygunluğu kendi mevcut inceleme yöntemleri ile hesaplanmış olup, bu elde edilen veriler üzerine değerlendirmelerde yine sonuç bölümünde belirtilmiştir.

5.2.1. Tahtakale Durağından Geçen Hatların Rasyonellik Hesaplamaları

5.2.1.1. Kum Analizleri

CBS QGIS programı uygulaması üzerinden hatlara ait kuş uçuşu mesafeler belirlenerek tablo elde edilmiştir. Gidiş güzergâhın da en uzun hat gerçek mesafe değeri 39.284 km ile 146T no'lu hat, dönüş güzergâhında en uzun hat gerçek mesafe değeri 41.012 km ile 142E no'lu hat olduğu görülmüştür. Hatların durak ve kum incelemeleri ek tablolarda verilmiştir.

Tablo 5.2: Tahtakale Durağından Geçen Otobüs Hatların Gidiş-Dönüş KUM değerleri

Hat No	Gidiş Güzergâhı		Dönüş Güzergâhı		Gidiş	Dönüş
	Gerçek Mesafe(km)	Kuş Uçuşu Mesafe(km)	Gerçek Mesafe(km)	Kuş Uçuşu Mesafe(km)	KUM Ölçütü	KUM Ölçütü
76A	35.548	22.959	32.452	33.959	1.504	1.413
142B	30.404	14.520	29.528	14.520	2.093	2.033
142E	34.982	20.895	41.012	20.895	1.674	1.962
142T	19.730	11.885	24.514	11.885	1.660	2.062
144M	29.168	27.525	36.163	27.525	1.059	1.313
146A	29.358	16.849	27.926	16.849	1.742	1.657
146BA	39.249	18.360	39.795	18.360	2.137	2.167
146F	33.633	14.188	36.539	14.188	2.370	2.575
146T	39.284	24.496	37.860	24.496	1.603	1.545
147	26.025	11.826	26.652	11.826	2.200	2.253
HS2	25.632	13.664	28.390	13.664	1.875	2.077
MK14	20.713	6.090	19.161	6.090	3.401	3.146
MR51	28.136	13.349	27.586	13.349	2.107	2.066

Avcılar ilçesi Tahtakale durağından geçen hatlara ait KUM ölçütü değerleri tablo 5.2’de ki değerler ile denklem (4.1.) kullanılarak hesaplanmıştır. Rasyonellik kıstasları göz önüne alındığında KUM ölçütü 1.0 ‘e yakın olan daha rasyonel olacağından, tablo 6.1’de görüldüğü gibi KUM ölçütüne göre Avcılar ilçesi Tahtakale durağından geçen hatlar için gidiş güzergâhında en rasyonel hat 1.059 değeri ile 144M no’lu hat, dönüş güzergâhında en rasyonel hat 1.313 değeri ile yine 144M no’lu hat olduğu görülmüştür.

5.2.1.2. Oh Analizleri

Tablo 5.3’de Avcılar İlçesi Tahtakale Durağından Geçen Otobüs hatlarına ait gidiş-dönüş güzergâhları OH değerleri görülmektedir. Avcılar ilçesi Tahtakale durağından geçen hatlara ait OH ölçütü değerleri tablo 5.3’te ki değerler ile denklem (4.2.) kullanılarak

hesaplanmıştır. Ortalama hız değerlerinden büyük olanı bu kritere göre o güzergâhın daha rasyonel olduğu anlamına gelir. Tablo 5.3'te görüldüğü gibi OH ölçütüne göre Avcılar ilçesi Tahtakale durağından geçen otobüs hatları içerisinde, gidiş güzergâhı için en rasyonel hat, en yüksek ortalama hız değerine sahip 29.125 km/sa. hızla 146A no'lu hat, dönüş güzergâhı için en rasyonel hat, en yüksek ortalama hız değerine sahip 28.930 km/sa. hızla 144M no'lu hat olduğu görülmüştür. Hatların durak ve oh incelemeleri ek tablolarda verilmiştir.

Tablo 5.3. Tahtakale Durağından Geçen Otobüs Hatlarının Gidiş-Dönüş OH değerleri

Hat No	Güzergâh Tamamlama Süreleri (dk)	Güzergâh Tamamlama Süreleri (sa)	Gidiş Güzergâhı (km)	Dönüş Güzergâhı (km)	Ortalama Hız Ölçütü (km/sa)	
					Gidiş	Dönüş
76A	78.5	1.308	34.548	32.452	26.412	24.810
142B	79	1.316	30.404	29.528	23.103	22.437
142E	88.5	1.475	34.982	41.012	23.716	27.804
142T	53.5	0.891	19.730	24.514	22.143	27.512
144M	75	1.250	29.168	36.163	23.334	28.930
146A	60.5	1.008	29.358	27.926	29.125	27.704
146BA	98.5	1.641	39.249	39.795	23.917	24.250
146F	88	1.466	33.633	36.539	22.942	24.924
146T	92	1.533	39.284	37.860	25.625	24.696
147	67	1.116	26.025	26.652	23.319	23.881
HS2	65.5	1.091	25.632	28.390	23.494	26.021
MK14	46	0.766	20.713	19.161	27.040	25.014
MR51	65.5	1.091	28.136	27.586	25.789	25.285

5.2.2. Hatların Güzergâhlarına Ait Kum ve Oh Ölçütlerinin Sayısal Hesaplamaları

Bu bölümde 144M hattına ait kuş uçuşu mesafe ve ortalama hız ölçütlerinin hesaplama şekilleri gösterilmiştir. Hesaplama da rastgele 144 M hattı gösterilmiştir. Hattın başlangıç

noktası Ek-1’de verildiği gibi gidiş güzergâhında Deliklikaya olup bitiş noktası Mahmutbey Metro su olarak kullanılmaktadır. Dönüş ise aynı güzergâh üzerinden yapılsa bile bazı duraklarda farklılıklar oluşmaktadır çünkü gidiş istikametinde 37 adet durak bulunup, dönüş istikametinde ise 42 durak mevcuttur. KUM ve OH ölçütlerinin hesaplamalarda kullanılan formüller ise başlık 4.1.Rasyonellik Analiz Yöntemleri Hakkında Genel Bilgiler (KUM ve OH) bölümünde denklem (4.1.) ve denklem (4.2.) olarak verilmiştir.

5.2.2.1. 144M Deliklikaya – Mahmutbey Metro Gidiş Güzergâhı Kum Hesabı

Gidiş istikametinde hattın başlangıç ve bitiş noktası arasında bulunan mesafenin toplu taşıma ile seyir esnasında ölçülen uzunluğu gerçek uzunluk olarak benimsenmekte ve bu iki nokta arasındaki doğrusal mesafenin ise kuş uçuşu mesafe olarak kabul görülüp, bu iki değer in oranlanması sonucunda belirlenmekte ve kriterin uygunluğu değerlendirilmektedir.

Gerçek Uzunluk (GU) : 29.168 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 27.525 km

Kum ölçütü : $\frac{GU}{KUM}$ İse Kum ölçütü : $\frac{29.168}{27.525} = 1.059$

5.2.2.2. 144M Deliklikaya – Mahmutbey Metro Dönüş Güzergâhı Kum Hesabı

Dönüş istikametinde hattın başlangıç ve bitiş noktası arasında bulunan mesafenin toplu taşıma ile seyir esnasında ölçülen uzunluğu gerçek uzunluk olarak benimsenmekte ve bu iki nokta arasındaki doğrusal mesafenin ise kuş uçuşu mesafe olarak kabul görülüp, bu iki değer in oranlanması sonucunda belirlenmekte ve kriterin uygunluğu değerlendirilmektedir.

Gerçek Uzunluk (GU) : 36.163 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 27.525 km

Kum ölçütü : $\frac{GU}{KUM}$ İse Kum ölçütü : $\frac{36.163}{27.525} = 1.313$

5.2.2.3. 144M Delikli kaya – Mahmutbey Metro Gidiş Güzergâhı Oh Hesabı

Gidiş istikametinde hattın başlangıç ve bitiş noktası arasında bulunan mesafenin toplu taşıma ile seyir esnasında ölçülen uzunluğu gerçek uzunluk olarak benimsenmekte, kullanılan hattın tek yön üzerindeki yolculuk süresindeki zaman dilimi ise saat cinsinden ifade edilip, bu iki değer in oranlanması sonucunda belirlenmekte ve kriterin uygunluğu değerlendirilmektedir.

Yolculuk süresi (Y.S.) : 75 dk. = 1.250 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{29.168}{1.250} = 23.334 \text{ km/sa}$$

5.2.2.4. 144M Delikli kaya – Mahmutbey Metro Dönüş Güzergâhı Oh Hesabı

Dönüş istikametinde hattın başlangıç ve bitiş noktası arasında bulunan mesafenin toplu taşıma ile seyir esnasında ölçülen uzunluğu gerçek uzunluk olarak benimsenmekte, kullanılan hattın tek yön üzerindeki yolculuk süresindeki zaman dilimi ise saat cinsinden ifade edilip, bu iki değerın oranlanması sonucunda belirlenmekte ve kriterin uygunluğu değerlendirilmektedir.

Yolculuk süresi (Y.S.) : 75 dk. = 1.250 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{36.163}{1.250} = 28.930 \text{ km/sa}$$

5.2.3. Türk Standartlarına Göre Durak Analizleri

Türk standartlarına göre trafik işletim hızının düşmemesi için art arda gelen iki durak arasındaki mesafe 400m ile 500m arasında olmalıdır. Birinci derece önemli yollarda ise iki durak arasındaki mesafe 600m ile 700m aralığında olmalıdır. Şayet yolcu yoğunluğunun fazla olursa mevcut yol kesimlerinde mesafelerin 100'er m azaltılabileceği açıklanmaktadır (TSE, 1995: 2).

Tez çalışmasında durak aralıkları 3 farklı renklendirme yapılarak TSE 1995'e uygunluğu ve duraklar arası mesafelerinde ideal oranda 300 m – 600 m arasında alınması kabul görülmüştür. CBS QGIS programında çizilen yol güzergâhları ve durak aralıklarında renklendirmeler yapılmış olup renklendirmeler tablo 5.4'te TSE 1995'e göre Durak Arası Mesafe Renklendirmede verilmiştir.

Tablo 5.4. TSE 1995'e Göre Durak Arası Mesafe Renklendirme

Renk	Durak Aralıkları (m)	TSE Uygunluğu
Mavi	0 - 299	Uygun Değil
Beyaz	300 - 600	Uygun
Kırmızı	601 – 10.000	Uygun Değil

Kaynak: (TSE, 1995: 2)

Kabulümüze göre 0 m - 299 m, 300 m – 600 m – 10.000 m değerleri arasındaki tüm durak arası mesafelerin uygun olmadığı, 300 m – 600 m arasındaki değerlerin TSE 1995'e uygun olduğu belirtilmiştir. Avcılar Tahtakale durağından geçen 13 hattın renklendirme ve duraklar arası mesafeler belirlenip, hesaplanarak tablo 5.5.'te de Türk standartlarına göre durak analizleri gösterilmiştir.

Tablo 5.5. Türk Standartlarına Göre Durak Analizleri

Hat No	Durak Aralıkları (m)			TSE Durak Aralığı		Toplam Durak Sayısı	TSE Uygunluk (%)
	0 - 299 mavi	300 - 600 beyaz	601- 10.000 kırmızı	Uygun	Uygun Değil		
76A Gidiş	8	25	15	25	23	49	52.08
76A Dönüş	10	25	12	25	22	48	52.08
142B Gidiş	24	36	12	36	36	73	50.00
142B Dönüş	26	34	15	34	41	76	45.33
142E Gidiş	11	20	10	20	21	42	48.78
142E Dönüş	12	22	12	22	24	47	47.82
142T Gidiş	6	13	8	13	14	28	48.14
142T Dönüş	9	13	11	13	20	34	39.39
144M Gidiş	0	23	13	23	13	37	63.88
144M Dönüş	8	16	18	16	26	42	39.02
146A Gidiş	11	24	11	24	22	47	52.17
146A Dönüş	13	23	14	23	27	51	46.00
146BA Gidiş	16	41	14	41	30	72	57.74
146BA Dönüş	16	38	15	38	31	70	54.28

Tablo 5.5. Devamı

146F Gidiş	14	40	17	40	31	72	56.33
146F Dönüş	23	37	16	37	39	77	48.68
146T Gidiş	17	36	12	36	29	66	55.38
146T Dönüş	20	29	16	29	36	66	44.61
147 Gidiş	26	35	9	35	35	71	50.00
147 Dönüş	27	37	8	37	35	73	51.38
HS2 Gidiş	12	23	7	23	19	43	54.76
HS2 Dönüş	16	24	7	24	23	48	51.06
MK14 Gidiş	15	23	7	23	22	46	51.11
MK14 Dönüş	16	23	6	23	22	46	51.11
MR51 Gidiş	18	27	15	27	33	61	45.00
MR51 Dönüş	16	26	14	26	30	57	46.42
TOPLAM	390	713	314	713	704	1442	50.31

Avcılar ilçesi Tahtakale mahallesinde bulunan Tahtakale durağından toplamda 13 hattın kullandığı, gidiş dönüş güzergâhı olmak üzere 26 güzergâh bulunmaktadır. Bu 26 güzergâh kendi içinde TSE 1995'e göre değerlendirildiğinde %'lik dilimler halinde hesaplanır.

Yazar (2021), Toplam durak aralığı sayısı hesabı denklem (5.1.) kullanılarak elde edilmiştir.

T.D.A: Toplam Durak Aralığı (adet)

T.D.S: Toplam Durak Sayısı (adet)

$$T.D.A = T.D.S. - 1 \quad (5.1.)$$

Yazar (2021), Uygunluk yüzdesi oranı hesabı denklem (5.2.) kullanılarak elde edilmiştir.

U.Y. : Uygunluk Yüzdesi (%)

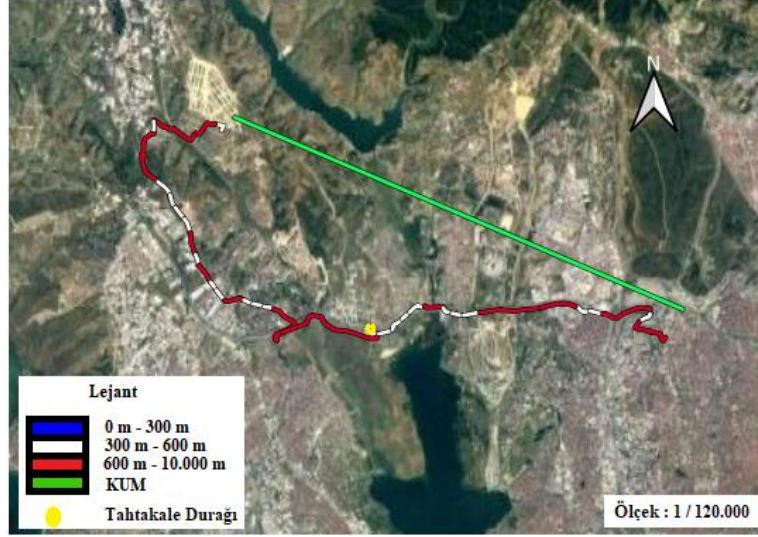
U.D.M: Uygun Durak Mesafesi (adet)

$$U.Y.: \frac{U.D.M.(adet)}{T.D.A.(adet)} * 100 \quad (5.2.)$$

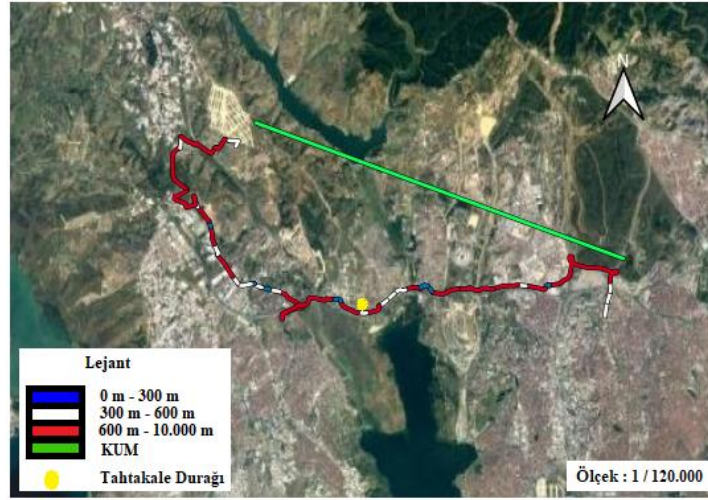
Sonuç olarak TSE uygunluk açısından bakıldığı zaman Avcılar ilçesi Tahtakale Mahallesi içindeki Tahtakale durağını merkez alarak geçen 13 hat incelendiğinde, toplam 26 gidiş-dönüş güzergâhı olduğu bu güzergâhlarda kendi içinde özelliklere ayrılarak değerlendirildiği belirtilmiştir.0m-299m aralığındaki mavi renkli durak aralık sayısı 390 adet olarak, 601m-10.000m aralığındaki kırmızı durak aralık sayısı 314 olarak ve 300m-600m aralığındaki beyaz renkli durak aralık sayısı 713 olarak belirlenmiştir. Toplamda 1417 durak aralığı bulunan bu 13 güzergâhta uygun olarak belirlenen durak aralık sayısı beyaz renk ile 713 durak aralığı uygun olarak, 704 durak aralığı da uygun değil olarak belirlenmiştir.

TSE durak aralıkları uygunluk kriterine göre en uygun otobüs hattı gidiş güzergahında %63,88 oranı ile 144M hattı iken, MR51 hattı %45 oran ile uygun olmayan hat olmuştur. En uygun otobüs hattı dönüş güzergahında %54,28 oranı ile 146BA hattı iken, 144M hattı %39,02 oran ile uygun olmayan hat olmuştur.

Yüzdelik dilimler halinde incelendiğinde genel toplamda durak aralıklarının %50,31'i TSE'ye uygun olduğu,%49,69'unun ise TSE'ye uygun olmadığı tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında %'lik dilim bazında 144M'de dâhil olmak üzere Tahtakale durağından geçen tüm İETT hatlarının tekrardan durak yerlerinin belirlenerek hatların iyileştirilmesi gerekmektedir. Çünkü hatlar TSE'ye göre %50 uygunluk oranları ile dizayn edilmiştir ve bu da yolculuk süresi, yakıt tüketimi üzerinde olumsuz etkiler sunabilmektedir. Her İETT otobüsü 1km de ortalama 0.5 lt yakıt kullanmaktadır. Şekil 5.9'da 144M Deliklikaya – Mahmutbey metro gidiş güzergahı ve Şekil 5.10'da 144M Deliklikaya – Mahmutbey metro dönüş güzergahlarına ait CBS QGIS ekran görüntüleri mevcuttur. Bu şekillerdeki güzergâhların TSE standartlarına en uygun olan ve en uygun olmayan güzergâhlar olduğu görülmektedir. Şekil 5.1. ve Şekil 5.2.'de dikkate alınması gereken bir hususta tüm hatlarda olduğu gibi bazı duraklar arasındaki mesafenin özellikle kırmızı olduğu aralıklarda yerleşim yerinin olmadığı olan noktalarda da yine uygunsuzluk olduğu tespit edilmektedir. Ayrıca geri kalan 12 hattın güzergah çizimleri ek-1 de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. 144M Deliklikaya – Mahmutbey Metro Gidiş Güzergâhı



Şekil 5.2. 144M Deliklikaya – Mahmutbey Metro Dönüş Güzergâhı

5.2.4. Tcrp 100- Tcrp 165 Ölçütleri

5.2.4.1. Tahtakale Durağının Saatlik Sefer Sayısı Kriterine Göre İncelenmesi

Tüm ölçütler, uygulamadan elde edilen sonuçlar ile TCRP 100 ve TCRP 165 yöntemleri kapsamındaki hizmet düzeyleri baz alınarak incelenmiştir. Sefer sayıları hafta içi her gün öğlen pik saatlerde (12:00-14:00) saatlik sefer sıklığı ölçülmüştür. Tablolarda hizmet düzeylerinde TCRP 100’de harflendirme sistemi kullanılıp TCRP 165’te ise kategorize sınıflandırılmaları (KTG) kullanılmıştır olup yedi kategori belirlenmiştir. Saatlik sefer sayılarının ölçütleri değerlendirilmesi tablo 5.6.’de gösterilmiştir (Akgöl, 2012: 22).

Tablo 5.6. Tcrp 100 ve Tcrp 165 Yöntemine Göre Saatlik Sefer Sayısı Değerlendirmesi

Hat No	Sefer Sayıları Gidiş	TCRP 100 Gidiş	TCRP 165 Gidiş	Sefer Sayıları Dönüş	TCRP 100 Dönüş	TCRP 165 Dönüş
76A	1	E	KTG6	1	E	KTG6
142B	9	A	KTG2	11	A	KTG2
142E	0	F	KTG7	0	F	KTG7
142T	2	D	KTG5	2	D	KTG5
144M	1	E	KTG6	1	E	KTG6
146A	0	F	KTG7	0	F	KTG7
146BA	2	D	KTG5	0	F	KTG7
146F	0	F	KTG7	1	E	KTG6
146T	7	A	KTG2	0	F	KTG7
147	3	C	KTG4	2	D	KTG5
HS2	2	D	KTG5	0	F	KTG7
MK14	3	C	KTG4	3	C	KTG4
MR51	1	E	KTG6	1	E	KTG6

13 hat üzerinde saat 12:00-14:00 aralığındaki pik saatlerde, saatlik sefer sayıları incelendiğinde TCRP 100'e göre en ideal hattın gidiş yönünde A,B ve C servis seviyelerine ait hatlardan 142B,146T,147 ve MK14'ün uygun olduğu diğer hatların uygun olmadığı gözlemlenmiştir. Uygun olmayan hatların ise A,B ve C seviyelerine getirilmesi için güzergâhları tekrar düzenlenmelidir.

TCRP 165'e göre en ideal hattın gidiş yönünde KTG1,KTG2 ve KTG3 servis seviyelerine ait hatlardan 142B ve 146T'nin uygun olduğu diğer hatların uygun olmadığı gözlemlenmiştir. Uygun olmayan hatların ise KTG1,KTG2 ve KTG3 seviyelerini getirilmesi için güzergâhları tekrar düzenlenmelidir.

TCRP 100'e göre en ideal hattın dönüş yönünde A,B ve C servis seviyelerine ait hatlardan 142B ve MK14'ün uygun olduğu diğer hatların uygun olmadığı gözlemlenmiştir. Uygun olmayan hatların ise A,B ve C seviyelerine getirilmesi için güzergâhları tekrar düzenlenmelidir.

TCRP 165'e göre en ideal hattın dönüş yönünde KTG1,KTG2 ve KTG3 servis seviyelerine ait hatlardan 142B'nin uygun olduğu diğer hatların uygun olmadığı gözlemlenmiştir. Uygun olmayan hatların ise KTG1,KTG2 ve KTG3 seviyelerini getirilmesi için güzergâhları tekrar düzenlenmelidir.

Ayrıca 142E,146A hattı saat 12:00-14:00 saatleri arasında hizmet vermediğinden bu saatlerdeki hizmet seviyesi TCRP100 de "F" ve TCRP165'te "KTG7" sınıfında yer almaktadır. 142E hattında ring yoktur sadece sabah saat 05:55 -08:30 arası ve saat 16:15 de hizmet vermektedir. 146A hattında genelde ring vardır sadece sabah saat 07:10-8:30 arasında hizmet vermektedir. HS2 hattında ise gidiş güzergahında belirlenen saat aralığında 2 adet sefer varken ,dönüş istikametinde yoktur.

5.2.4.2. Tahtakale Durağının Günlük Çalışma Saati Kriterine Göre İncelenmesi

Tüm ölçütler, uygulamadan elde edilen sonuçlar ile TCRP 100 ve TCRP 165 yöntemleri kapsamındaki hizmet düzeyleri baz alınarak incelenmiştir. Otobüsün hafta için her gün içerisindeki çalışma saat aralığını ölçülmüştür. Tablolarda hizmet düzeylerinde TCRP 100'de harflendirme sistemi kullanılıp TCRP 165'te ise kategorize sınıflandırılmaları (KTG) kullanılmış ve 6 kategori belirlenmiştir. Günlük çalışma saati kriterinin değerlendirilmesi tablo 4.3 ve 4.5.'te gösterilmiştir (AlRukaibi ve AlKheder 2019: 729).

TCRP 100 ve TCRP 165 standartları esas alınarak hazırlanan yöntem sonuçları tablo 5.7.'de özetlenmiştir (Gürbüz, 2019: 19-31).

Tablo 5.7. Tcrp 100 ve Tcrp 165 Yöntemine Göre Günlük Çalışma Saati Değerlendirmesi

Gün İçinde Hizmette Bulunulan Saat						
Hat No	Servis Saati Gidiş	TCRP 100 Gidiş	TCRP 165 Gidiş	Servis Saati Dönüş	TCRP 100 Dönüş	TCRP 165 Dönüş
76A	2	F	KTG6	2	F	KTG6
142B	17,5	B	KTG2	14,5	C	KTG2
142E	10,20	E	KTG4	10,55	E	KTG4
142T	13,55	C	KTG3	14,10	C	KTG2
144M	14,40	C	KTG2	15	C	KTG2
146A	2,20	F	KTG6	10,50	E	KTG4
146BA	15,30	C	KTG2	13	D	KTG3
146F	14,35	C	KTG2	12,35	D	KTG3
146T	7,20	E	KTG4	16	C	KTG2
147	12,20	D	KTG3	13,05	C	KTG3
HS2	13,50	C	KTG3	12,20	D	KTG3
MK14	14,30	C	KTG2	14,50	C	KTG2
MR51	13,55	C	KTG3	14,15	C	KTG2

13 hat üzerinde saat 00:00-24:00 aralığındaki saatlerde, günlük çalışma saati kriterleri incelendiğinde TCRP 100'e göre en ideal hattın gidiş yönünde A,B ve C servis seviyelerine ait hatlardan 142B,142T,144 M,146BA,146F,HS2,MK14 ve MR51'in uygun olduğu diğer hatların uygun olmadığı gözlemlenmiştir. Uygun olmayan hatların ise A,B ve C seviyelerine getirilmesi için güzergâhları tekrar düzenlenmelidir.

TCRP 165'e göre en ideal hattın gidiş yönünde KTG1,KTG2 ve KTG3 servis seviyelerine ait hatlardan 142B,142T,144 M,146BA, 146F,147,HS2,MK14 ve MR51'nin uygun olduğu diğer hatların uygun olmadığı gözlemlenmiştir. Uygun olmayan hatların ise KTG1,KTG2 ve KTG3 seviyelerini getirilmesi için güzergâhları tekrar düzenlenmelidir.

TCRP 100'e göre en ideal hattın dönüş yönünde A,B ve C servis seviyelerine ait hatlardan 142B,142T,144M,146T,147,MK14 ve MR51'nin uygun olduğu diğer hatların uygun olmadığı gözlemlenmiştir. Uygun olmayan hatların ise A,B ve C seviyelerine getirilmesi için güzergâhları tekrar düzenlenmelidir.

TCRP 165'e göre en ideal hattın dönüş yönünde KTG1,KTG2 ve KTG3 servis seviyelerine ait hatlardan 142B,142T,144M,146BA,146F,146T,147,HS2,MK14 ve MR51'nin uygun olduğu diğer hatların uygun olmadığı gözlemlenmiştir. Uygun olmayan hatların ise KTG1,KTG2 ve KTG3 seviyelerini getirilmesi için güzergâhları tekrar düzenlenmelidir.

5.3. Rasyonellik Analizi - TSE – TRB Karşılaştırılması

Üç farklı yöntemin öncelikle kendi içerisinde daha sonrasında birbirleri arasında kıyaslamaları yapılarak elde edilen tüm sonuçlar tablo 5.8.'de Rasyonellik Analizi-TSE-TRB yöntemlerin karşılaştırılmasında gösterilmiştir. Buradan elde edilecek sonuçlar değerlendirilip, otobüs hatlarını kalite ölçütlerine göre değerlendirilmesi yapılabilmektedir.

Tablo 5.8 incelendiğinde 144M hattının KUM ölçütünde, 146A hattı OH ölçütünde,TSE uygunluk yüzdesinde 146BA hattı , TCRP100 ve TCRP165'te 142B hattı en uygun olan hatlardır. Örneğin; 144 M hattı OH değeri açısından ve TSE %50 üstü olmasına rağmen KUM, sefer sıklığı ve günlük çalışma süresinin uzatılmasıyla daha kaliteli bir hizmet verilecektir.

Tablo 5.8. Rasyonellik Analizi-TSE-TRB Yöntemlerin Karşılaştırılması

Rasyonel Analizi - TSE – TRB							
Hat No	Rasyonellik Analizi		TSE (%) Gidiş- Dönüş Ort.	TRB			
	Kum Ort.	Oh Ort.(Km/Sa.)		TCRP100 Gidiş	TCRP100 Dönüş	TCRP165 Gidiş	TCRP165 Dönüş
76A	1.459	25.611	52.08	E	E	KTG6	KTG6
142B	2.063	22.770	47.67	A	A	KTG2	KTG2
142E	1.818	25.760	48.30	F	F	KTG7	KTG7
142T	1.861	24.828	43.77	D	D	KTG5	KTG5
144M	1.186	26.132	51.45	E	E	KTG6	KTG6
146A	1.700	28.415	49.09	F	F	KTG7	KTG7
146BA	2.152	24.084	56.01	D	F	KTG5	KTG7
146F	2.473	23.933	52.51	F	E	KTG7	KTG6
146T	1.574	25.161	50.00	A	F	KTG2	KTG7
147	2.227	23.600	50.70	C	D	KTG4	KTG5
HS2	1.976	24.758	52.91	D	F	KTG5	KTG7
MK14	3.274	26.027	51.11	C	C	KTG4	KTG4
MR51	2.087	25.537	45.71	E	E	KTG6	KTG6

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma yapılan Avcılar ilçesi Tahtakale Mahallesi Tahtakale durağından geçen 13 hat temel alınarak, üç farklı yöntemle göre esas değerlendirmeler yapılmıştır. Tablo 7.1.'de tüm hatların TSE kriteri, TRB kriteri ve rasyonellik analizlerine göre değerlendirilmesi yapılmıştır. Tablodan da anlaşıldığı gibi bir kritere uyum sağlayan diğer iki kritere uyum sağlamamaktadır veya iki kritere uyum sağlarken bir kritere uyum sağlamamaktadır. Üç kritere uyan hat ise yoktur.

Tablo 6.1. incelendiğinde görülmektedir ki rasyonellik analiz yönteminde kuş uçuşu mesafe(KUM) ölçütü için en ideal hat gidiş-dönüş güzergâhlarında 144M olup diğer hatlar uygun değildir ayrıca aynı yöntemin ortalama hız(OH) ölçütünde en ideal hattın ise gidiş güzergâhında 146A, dönüş güzergâhında ise 144M no'lu hattır.

Yine tablo 6.1.incelendiğinden % 50 'lik dilim baz alınarak uygunluk hesabı yapıldığından, bu hatlar TSE uygunluk çerçevesinde incelenip, en ideal hattın gidiş güzergâhında 144M, dönüş güzergâhında ise 146BA no'lu hattır. Bu analiz yönteminde en iyi ve en kötü sonuç elde edilebildiğinden gidiş istikametinde MR51 no'lu hattın, dönüş istikametinde ise 144M no'lu hatların uygun olmadığı gözlemlenmektedir. TSE uygunluk kriter yüzdesi ortalama değerleri alındığında ise %56,01 ile 146BA no'lu hat daha uygun olmaktadır.

Ayrıca TCRP analizleri göz önünde bulundurularak yapılan değerlendirme sonucunda ise TCRP 100 saatlik sefer sayıları ile günlük çalışma saati kriterleri ve TCRP 165 saatlik sefer sayıları ile günlük çalışma saati kriterleri incelendiğinde hem gidiş hem de dönüş güzergâhları içinde en uygun hattın 142B no'lu hat olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 6.1. Yöntem Karşılaştırma Sonuçlarına Göre Hat Uygunluğu

Yöntem	Uygun	Uygun Değil
Kum Gidiş	144M	Diğer Tüm Hatlar
Kum Dönüş	144M	Diğer Tüm Hatlar
Oh Gidiş	146A	Diğer Tüm Hatlar
Oh Dönüş	144M	Diğer Tüm Hatlar

Tablo 6.1. Devamı

TSE Gidiş	144M	MR51
TSE Dönüş	146BA	144M
TCRP 100 Saatlik Gidiş	142B,146T,147,MK14	Diğer Tüm Hatlar
TCRP 100 Saatlik Dönüş	142B,MK14	Diğer Tüm Hatlar
TCRP 100 Günlük Gidiş	142B,142T,144M,146BA,146F,HS2,MK14,MR51	Diğer Tüm Hatlar
TCRP 100 Günlük Dönüş	142B,142T,144M,146T,147,MK14,MR51	Diğer Tüm Hatlar
TCRP 165 Saatlik Gidiş	142B,146T	Diğer Tüm Hatlar
TCRP 165 Saatlik Dönüş	142B	Diğer Tüm Hatlar
TCRP 165 Günlük Gidiş	142B,142T,144M,146BA,146F,147,HS2,MK14,MR51	Diğer Tüm Hatlar
TCRP 165 Günlük Dönüş	142B,142T,144M,146BA,146F,146T,147,HS2,MK14,MR51	Diğer Tüm Hatlar

Bu ortaya çıkan sonuçlarda bize gösteriyor ki birçok hattın uygunluk açısından değişkenlik gösterdiği gözlemlenmiştir. Örneğin; 142 B no'lu hat TRB kriterlerine uygun olurken TSE ve Rasyonellik ölçütlerinde uygun değildir. Bir hattın tüm kriterleri karşılama olasılığını artırabilmek adına ilerleyen dönemlerde, TCRP analizlerinin tüm yöntemleriyle beraber, kullanıcı ve işletmeciler anketleri yapılarak, ulaşım planlamasının sürdürülebilirliği açısından ve özel araç kullanımlarında azalmaya gidilerek, nüfus yoğunluğu ile orantılı olarak toplu taşıma kriterleri akademik çalışmalar ile değerlendirilebilir. Ayrıca ARGE çalışmaları yapılabilir. Yapılacak olan diğer çalışmalarla beraber Tahtakale mahallesi durağı baz alındığında geçen otobüs hatlarının tüm olumsuzlukları azaltılarak toplu taşıma kalite kriterlerini de artırarak hizmet vermeye devam edilecektir.

KAYNAKÇA

Açıkğöz, N. (2010). *Otobüs Duraklarının Etki Alanının Belirlenmesi* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Akgöl, K. (2012). *Şehir içi Yol Ağlarında Bir Kalite Göstergesi Olarak Güzergâh Rasyonellik Skalalarının (GRS) Oluşturulması ve Örnek Şehirler Üzerinde Denenmesi* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Akgöl, K., & Günay, B. (2018). *Kent içi Yol Ağlarının Rasyonellik Hesabında Monte Carlo Yönteminin Kullanımı* İMO Teknik Dergi, Yazı 492, 8153-8165.

Alpdemir, E.A. (2006). *1999-2004 Yılları Arasında İşlenen Asayiş Suçlarına İlişkin Suç Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Oluşturulması*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

AlRukaibi, F., & AlKheder, S. (2019). Optimization of bus stop stations in Kuwait, *Sustainable Cities and Society*, volume 44 , 726-738.

Aydınoglu, A. Ç., & Yomralıoğlu, T. (2006). *AB sürecinde Türkiye’de bölgesel-yerel ölçekte konumsal veri kalitesinin irdelenmesi*, İstatistik Araştırma Sempozyumu. 11 Mayıs, Ankara, 36-47.

Bekdemir, B. (2020) *Kentsel Morfoloji ve Ulaşım İlişkisinin İncelenmesi* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Carteni, A., (2014). *Urban Sustainable Mobility. Part 1: Rationality In Transport Planning*, *Transport Problems*, 9(4), 39-48.

Cooperation for Urban Mobility in the Developing World (CODATU) (2014). *Who Pays What for Urban Transport?* Handbook of Good Practices, Imprimerie Quercy, France, s.35-38

Çelik, H.M., (2009). *Sürdürülebilir Ulaşım Ve Türkiye Kentleri Ulaştırma Sorunları* Tmmob İzmir Kent Sempozyumu. İzmir, s. 703-711.

Demirkollu, M. (2017). *Hedef Programlama Yönetimi ile Otobüs Sefer Sayılarının Tespit Edilmesi* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Diab, I. E., Badami, G. M., & Geneidy, M. A. (2015). *Bus Transit Service Reliability and Improvement Strategies*, Integrating the Perspectives of Passengers and Transit Agencies in North America, *Transport Reviews*, 35:3, 292-328.

Eboli, L., & Mazzulla, G. (2007). Service Quality Attributes Affecting Customer Satisfaction for Bus Transit, *Journal of Public Transportation*, Vol. 10, No. 3. doi:10.5038/2375-0901.10.3.2, 21-34.

Eboli, L., & Mazzulla, G. (2008). *A Stated Preference Experiment for Measuring Service Quality in Public Transport, Transportation Planning and Technology*, 31:5, 509-523, doi: 10.1080/03081060802364471, 509-523.

Erdi, A., Durduran, S.S., & Özkan, G. (2004). 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, *Türkiye'de Coğrafi Bilgi Sistemi Çalışmalarında Kurumsal Politikalar ve Bir Öneri*. 6-9 Ekim, İstanbul.

Giannopoulos, G.A. (1989). *Bus Planning and Operation in Urban areas, A Practical Guide*. Gower Publishing Company, England.

Gürbüz, M.B. (2019). *Kütahya Evliya Çelebi Yerleşkesine Gelen Toplu Taşıma Araçlarının Hizmet Düzeylerinin İrdelenmesi* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

Hagring, O. (1998) *Vehicle-vehicle interactions at roundabouts and their implications for the entry capacity*, Department of Traffic Planning and Engineering Bulletin 159, Lund University, Sweden, 1-208.

İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri (İETT) *İstanbul İETT ile ilgili fotoğraflar*. [Erişim: 27/11/2020, <https://www.iETT.istanbul/tr/main/foto/foto-galeri-iETT-arsivi/64>]

İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri (İETT) *İstanbul metrobüs fotoğrafları*. [Erişim: 27/11/2020, <https://www.iETT.istanbul/tr/main/news/metrobus-fotograf-lari/1076>]

İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri (İETT) *İstanbul metro hatları*. [Erişim: 27/11/2020, <https://www.metro.istanbul/Hatlarimiz/TumHatlarimiz>]

İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri (İETT) *İstanbul toplu ulaşım araçları otobüs filosu*. [Erişim: 27/11/2020, <https://www.iETT.istanbul/tr/main/pages/otobus-filosu/85>]

Kalaycı, A., Kutay, E.L., & Kesim, G.A. (2006). *Ergonomik Kent ve Engelliler. Uluslararası Katılımlı Kent ve Sağlık Sempozyumu*, 7-9 Haziran, Bursa, 239.

Karacasu, M. (2003). *Kentiçi Otobüs Taşımacılığında Özelleştirme İçin Bir Karar Destek Model Önerisi: Eskişehir Örneği*, (Yayınlanmış Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kılıçaslan, T., Elker, C., & Sutcliffe, E. B. (2012). *Kentsel Ulaşım*. Ninova Yayınevi, s. 155-209

Kocaman, H. (2018). *Toplu Taşıma Güzergâh Tespitinde Coğrafi Bilgi Sistemleri İle İyileştirilmiş Durak Konumu Belirleme Uygulamaları: Sakarya Örneği* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Litman, T. (2016). *The Hidden Traffic Safety Solution, Public Transportation, American Public Transportation Association*, s. 1-72.

Liu, Y., & Cirillo, C. (2015). Measuring transit service impacts on vehicle ownership and use, *Public Transp*, 7: 203-222.

Meyer, M., & Miller, E. (1984). *Urban Transportation Planning*. McGraw-Hill, New York, USA. s. 1-642.

Mouwen, A. (2015). Drivers of customer satisfaction with public transport services, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 78, 1-20.

Nişancı, R., Yıldırım, V., & Çolak, H. E. (2010). *Coğrafi Bilgi Sistem Uygulamaları* Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi. s. 58-63.

Oña, D. R., Eboli, L., & Mazulla, G. (2006). *Monitoring changes in transit service quality over time*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 974 – 983.

Öge, V. (2007). *İstanbul'da kent içi ulaştırma sistemlerinin gerektirdiği alanlar ve alan kullanım maliyetleri*, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Öğüt, K. S. (1995). *Toplu Tasıma Sistemlerinin Karşılaştırılması ve İstanbul Örneği*, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Özen, M. (2006). *Karayolu ulaşımının hava kirliliğine etkileri ve çözüm önerileri* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. s. 1-9

Spiers, J. (1991). The Madras bus study Urban Transport in Developing Countries, *PTRC Education and Research Services Ltd*, London, s. 185-191.

Stimson, R. J., Murray, A. T., Ferreira, L., & Davis, R. (1998). *Public transportation access*. *Transportation Research Part D*, 3D(5), Australia. s. 319-328.

Süslü, B., Cengiz, S., Baydur, C.M., & Coşkun, B. (2007). *Sürdürülebilir Ulaştırma Politikalarında Pareto Optimalitesi: Bodrum Bölgesi Örneği*. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar* Cilt: 44 Sayı:508, s. 55-63.

Turoğlu, H. (2011). *Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları*. 3. Baskı. Çantay Kitabevi, İstanbul, s. 1-365.

Transportation Research Board Washington, D.C. (1996) *Transit Cooperative Research Program. TCRP Report 19. Guidelines For The Location and Design of The Bus Stops* Washington, USA., s. 1-222.

Transportation Research Board (TRB). (2003). Transit capacity and quality of service manual, Transit Cooperative Research Program (TCRP) Report 100, second edition, *Transportation Research Board of the National Academies*, Washington, D.C. s. 1-629.

Transportation Research Board (TRB). (2013). Transit capacity and quality of service manual, Transit Cooperative Research Program (TCRP) Report 165, third edition, *Transportation Research Board of the National Academies*, Washington, D.C. s. 1-715.

Transportation Research Board (TRB). *TRB hakkında genel bilgiler.* [Erişim: 12/01/2021, <http://www.trb.org/TCRP/AboutTCRP.aspx>]

Türk Standartları Enstitüsü, (1995). *Şehir içi yollar- Kaldırım ve yaya geçitlerinde ulaşılabilirlik için yapısal önlemler ve işaretlemelerin tasarım kuralları.* Standart No: TS 12576. 1-67.

Türk Standartları Enstitüsü, (1995). *Şehir içi yollar- otobüs durakları yer seçimi kuralları.* Standart No: TS 11783. 1-23.

Türkiye Cumhuriyeti Kalkınma Bakanlığı (TCKB) (2013). *Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018*, Ankara. s. 1-212.

Uludağ, N. (2010). *Bulanık Optimizasyon ve Doğrusal Hedef Programlama Yaklaşımları ile Otobüs Hatlarının Modellenmesi.* (Yayınlanmış Doktora Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Utku, A. (1988). *Optimum Otobüs Durağı Aralığı Yerleşimi ve Tasarımı.* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Vuchic, V. R. (2007). *Urban Transit Systems and Technology*, John Willey & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, s. 1-624.

Yomralıoğlu, T. (2009). *Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamaları.* 5. Baskı, Akademi Kitabevi, Trabzon.

Yalınz, P., Bilgic, Ş., (2008). *Kent Merkezine Gelen Otomobil Kullanıcılarının Toplu Taşımaya Yönlendirilme Potansiyelinin Sürdürülebilir Ulaştırma Bağlamında İrdelenmesi.* Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, Kütahya. s.35-46

Yalınz, P., Bilgic, Ş., Vitosoglu, Y., & Turan, C. (2011). Evaluation of urban public transportation efficiency in Kütahya, Turkey, *Procedia Social and Behavioral Sciences* 20, s. 885–895.

Xuebin W. (2010). *Optimizing Bus Stop Locations in Wuhan, China.* International Institute For Geo-Information Science And Earth Observation Enschede, The Netherlands, s.1-79.

EKLER-1



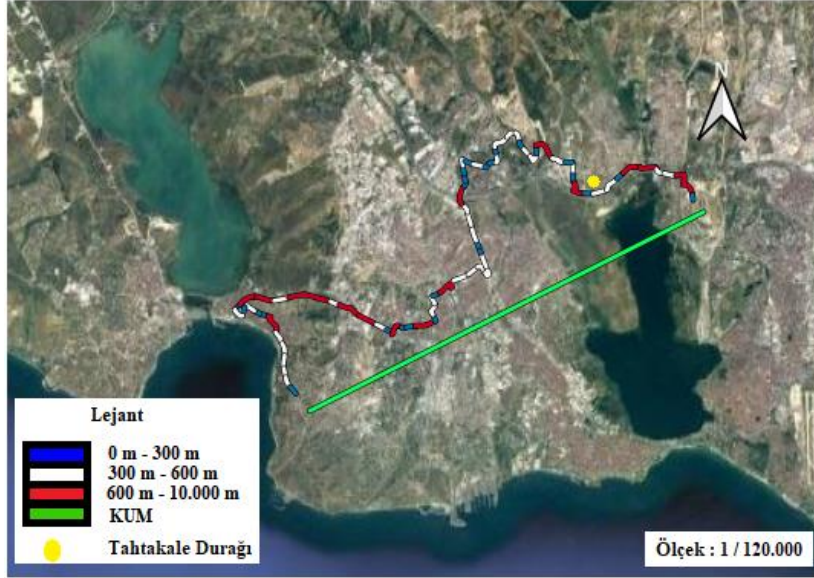
Şekil E.1. 76A Kiptaş Vaditepe – Yenikapı Gidiş Güzergâhı



Şekil E.2. 76A Kiptaş Vaditepe – Yenikapı Dönüş Güzergâhı



Şekil E.3. 142B K.S.S. Hastahanesi – Büyükçekmece Gidiş Güzergâhı



Şekil E.4. 142B K.S.S. Hastahanesi – Büyükçekmece Dönüş Güzergâhı



Şekil E.5. 142E Esenyurt Kiptaş 4.Etap - Aksaray Gidiş Güzergâhı



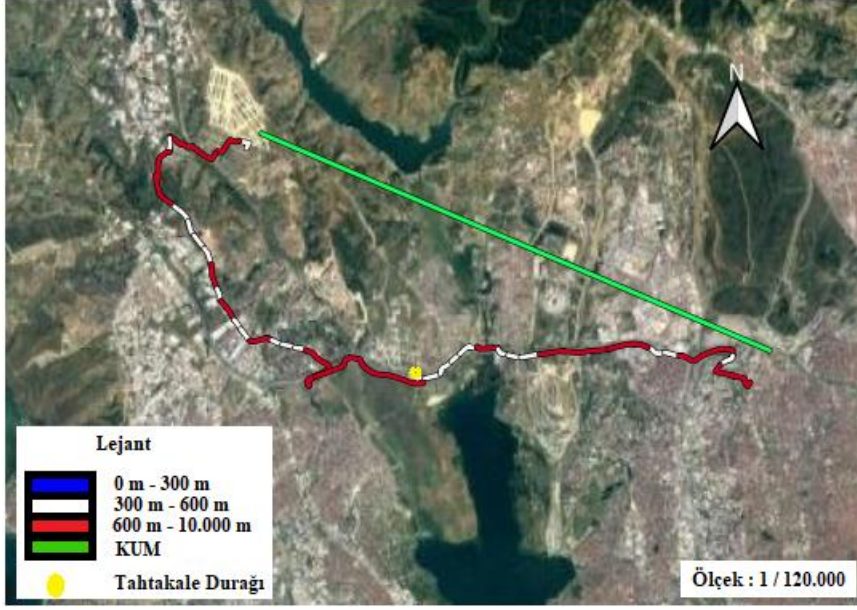
Şekil E.6. 142E Esenyurt Kiptaş 4.Etap - Aksaray Dönüş Güzergâhı



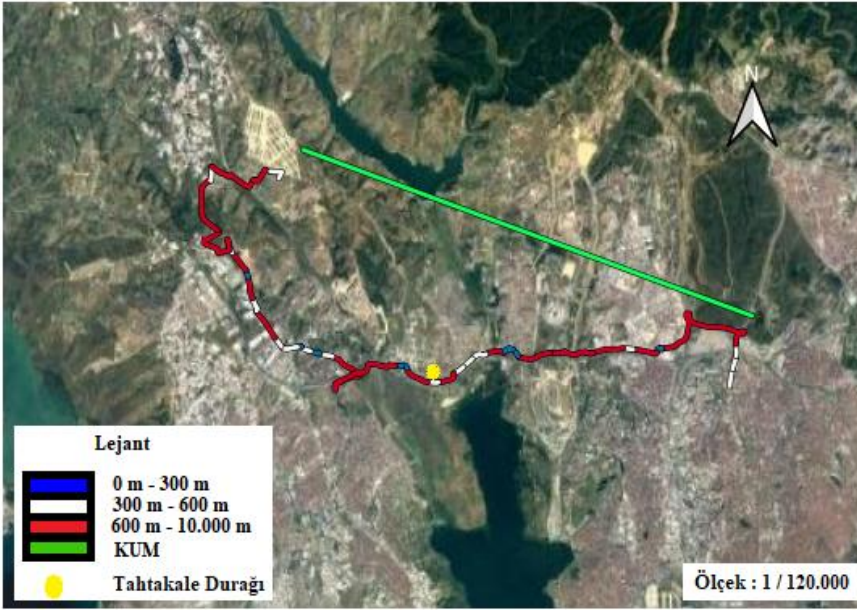
Şekil E.7. 142T Tüyap Metrobüs – K.S.S. Hastahanesi Gidiş Güzergâhı



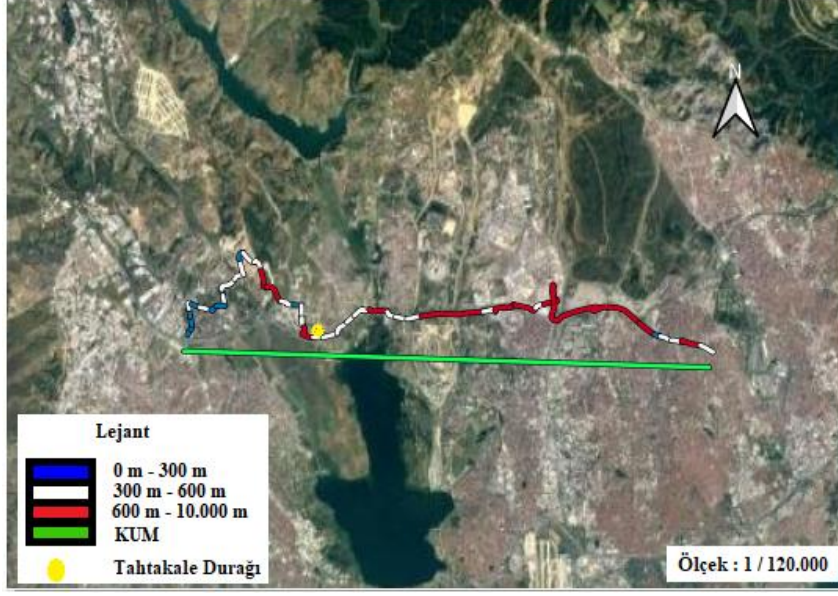
Şekil E.8. 142T Tüyap Metrobüs - K.S.S. Hastahanesi Dönüş Güzergâhı



Şekil E.9. 144M Deliklikaya – Mahmutbey Metro Gidiş Güzergâhı



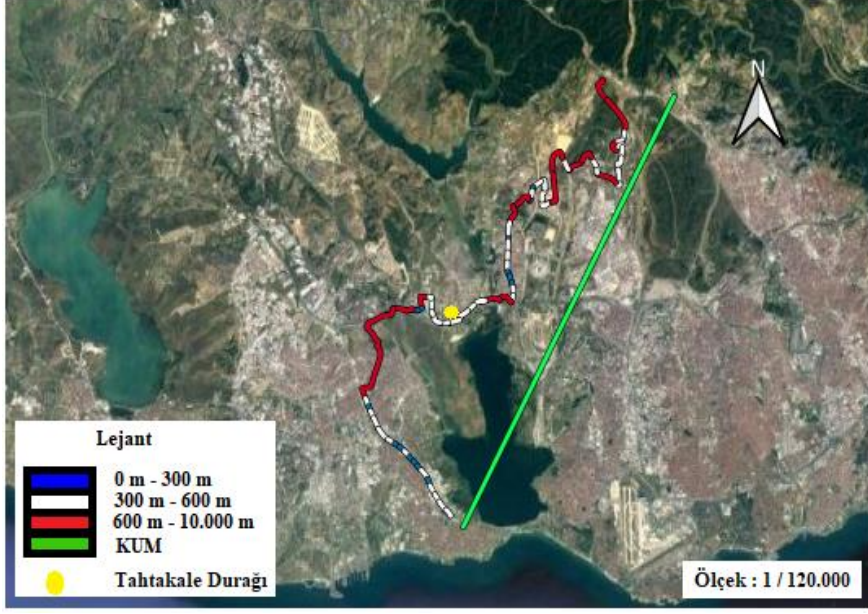
Şekil E.10. 144M Deliklikaya – Mahmutbey Metro Dönüş Güzergâhı



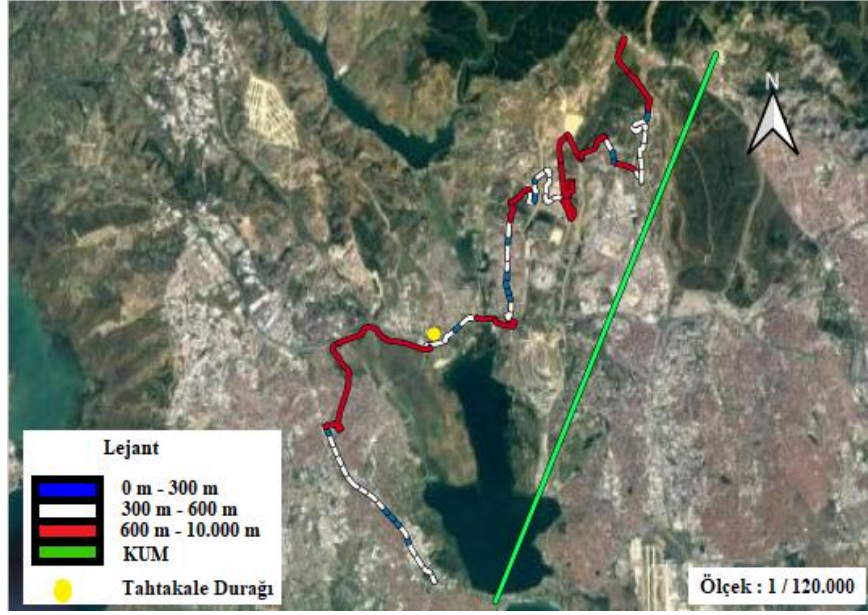
Şekil E.11. 146A Esenkent (Bahçeşehir.) - Birlik Mah. Gidiş Güzergâhı



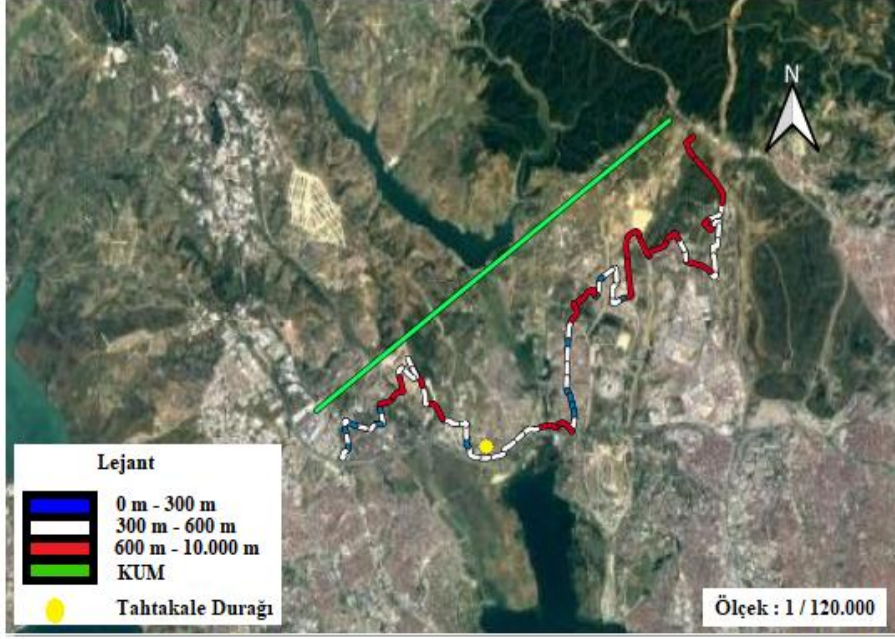
Şekil E.12. 146A Esenkent (Bahçeşehir.) - Birlik Mah. Dönüş Güzergâhı



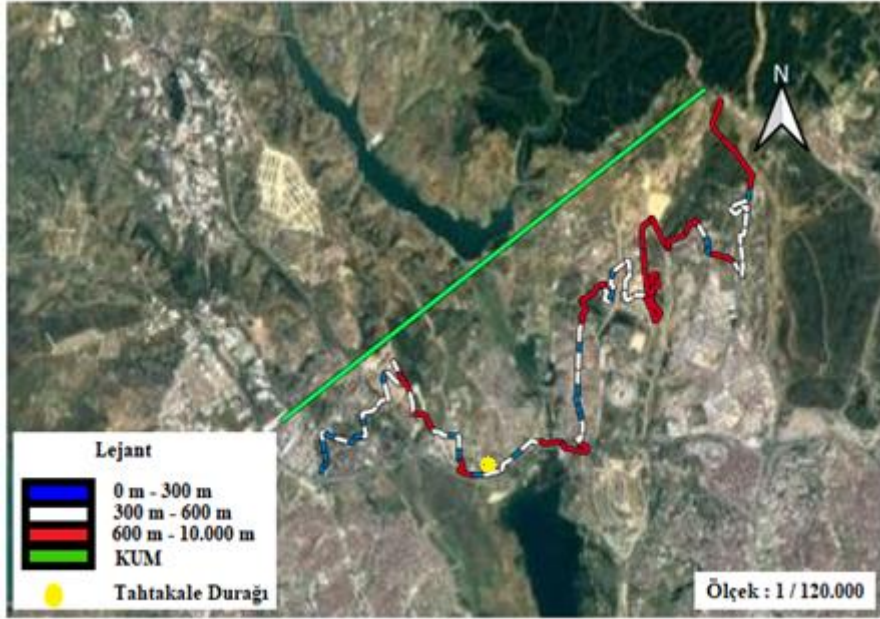
Şekil E.13. 146BA Fenertepe - Avcılar Gidiş Güzergâhı



Şekil E.14. 146BA Fenertepe - Avcılar Dönüş Güzergâhı



Şekil E.15. 146F Fenertepe - Bahçeşehir Gidiş Güzergâhı



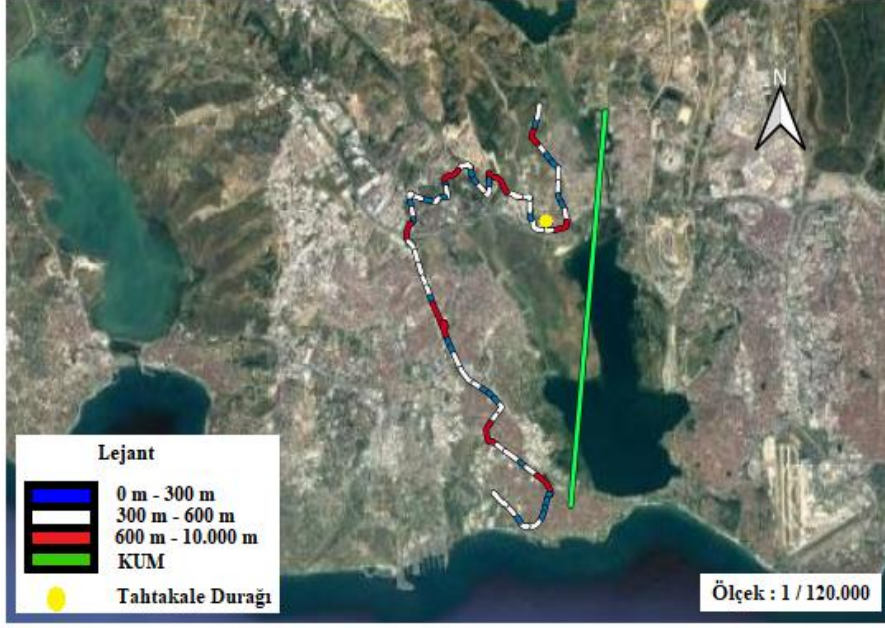
Şekil E.16. 146F Fenertepe - Bahçeşehir Dönüş Güzergâhı



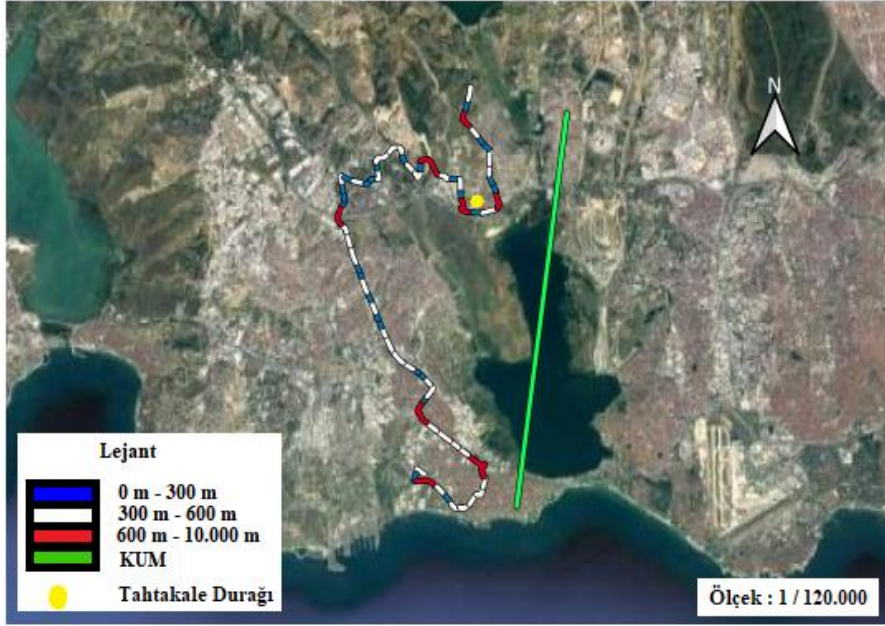
Şekil E.17. 146T Boğazköy (Bahçeşehir) - Yenikapı Gidiş Güzergâhı



Şekil E.18. 146T Boğazköy (Bahçeşehir) - Yenikapı Dönüş Güzergâhı



Şekil E.19. 147 Şahintepe - Avcılar Cihangir Mah. Gidiş Güzergâhı



Şekil E.20. 147 Şahintepe - Avcılar Cihangir Mah. Dönüş Güzergâhı



Şekil E.21. HS2 Avcılar Kampüs - Şehir Hastahanesi Gidiş Güzergâhı



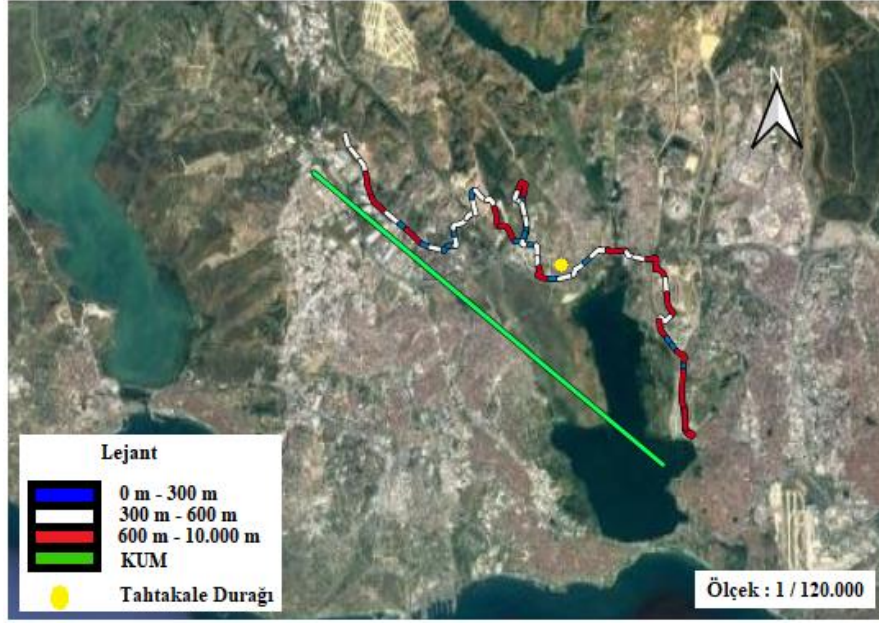
Şekil E.22. HS2 Avcılar Kampüs-Şehir Hastahanesi Dönüş Güzergâhı



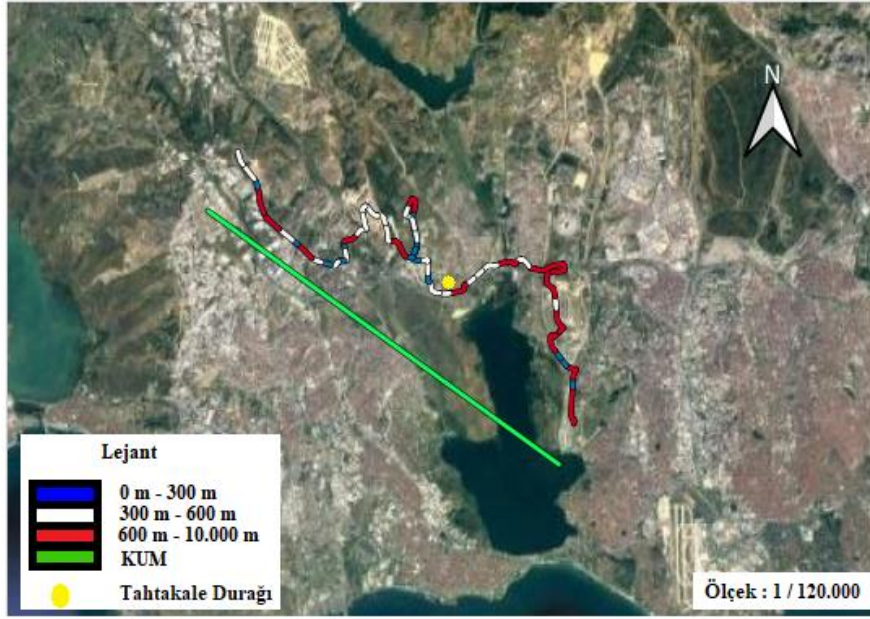
Şekil E.23. MK14 Kiptaş Vaditepe - Olimpiyat Köy Metro Gidiş Güzergâhı



Şekil E.24. MK14 Kiptaş Vaditepe - Olimpiyat Köy Metro Dönüş Güzergâhı



Şekil E.25. MR51 Bahçekent (Bahçeşehir-Ispartakule) - Halkalı İstasyon Gidiş Güzergâhı



Şekil E.26. MR51 Bahçekent (Bahçeşehir-Ispartakule) - Halkalı İstasyon Dönüş Güzergâhı

EKLER-2

76A Kiptaş Vaditepe – Yenikapı Gidiş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 34.548 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 22.959 km

$$\text{Kum Ölçütü} : \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü} : \frac{34.548}{22.959} = 1.504$$

76A Kiptaş Vaditepe – Yenikapı Dönüş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 32.452 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 22.959 km

$$\text{Kum ölçütü} : \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü} : \frac{32.452}{22.959} = 1.413$$

76A Kiptaş Vaditepe – Yenikapı Gidiş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 78.5 dk. = 1.308 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{34.548}{1.308} = 26.412 \text{ km/sa}$$

76A Kiptaş Vaditepe – Yenikapı Dönüş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 78.5 dk. = 1.308 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{32.452}{1.308} = 24.810 \text{ km/sa}$$

142B K.S.S. Hastahanesi – Büyükçekmece Gidiş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 30.404 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 14.520 km

$$\text{Kum ölçütü} : \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü} : \frac{30.404}{14.520} = 2.093$$

142B K.S.S. Hastahanesi – Büyükçekmece Dönüş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 29.528 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 14.520 km

$$\text{Kum ölçütü} : \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü} : \frac{29.528}{14.520} = 2.033$$

142B K.S.S. Hastahanesi – Büyükçekmece Gidiş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 79 dk. = 1.316 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{30.404}{1.316} = 23.103 \text{ km/sa}$$

142B K.S.S. Hastahanesi – Büyükçekmece Dönüş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 79 dk. = 1.316 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{29.528}{1.316} = 22.437 \text{ km/sa}$$

142E Esenyurt Kiptaş 4.Etap - Aksaray Gidiş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 34.982 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 20.895 km

$$\text{Kum ölçütü : } \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü : } \frac{34.982}{20.895} = 1.674$$

142E Esenyurt Kiptaş 4.Etap - Aksaray Dönüş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 41.012 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 20.895 km

$$\text{Kum ölçütü : } \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü : } \frac{41.012}{20.895} = 1.962$$

142E Esenyurt Kiptaş 4.Etap - Aksaray Gidiş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 88.5 dk. = 1.475 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{34.982}{1.475} = 23.716 \text{ km/sa}$$

142E Esenyurt Kiptaş 4.Etap - Aksaray Dönüş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 88.5 dk. = 1.475 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{41.012}{1.475} = 27.804 \text{ km/sa}$$

142T Tüyp Metrobüs - K.S.S. Hastahanesi Gidiş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 19.730 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 11.885 km

$$\text{Kum ölçütü} : \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü} : \frac{19.730}{11.885} = 1.660$$

142T Tüyp Metrobüs - K.S.S. Hastahanesi Dönüş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 24.514 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 11.885 km

$$\text{Kum ölçütü} : \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü} : \frac{24.514}{11.885} = 2.062$$

142T Tüyp Metrobüs - K.S.S. Hastahanesi Gidiş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 53.5 dk. = 0.891 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{19.730}{0.891} = 22.143 \text{ km/sa}$$

142T Tüyp Metrobüs - K.S.S. Hastahanesi Dönüş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 53.5 dk. = 0.891 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{24.514}{0.891} = 27.512 \text{ km/sa}$$

146A Esenkent (Bahçeşehir) - Birlik Mah. Gidiş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 29.358 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 16.849 km

$$\text{Kum ölçütü} : \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü} : \frac{29.358}{16.849} = 1.742$$

146A Esenkent (Bahçeşehir) - Birlik Mah. Dönüş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 27.926 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 16.849 km

$$\text{Kum ölçütü} : \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü} : \frac{27.926}{16.849} = 1.657$$

146A Esenkent (Bahçeşehir) - Birlik Mah. Gidiş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 60.5 dk. = 1.008 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{29.358}{1.008} = 29.125 \text{ km/sa}$$

146A Esenkent (Bahçeşehir) - Birlik Mah. Dönüş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 60.5 dk. = 1.008 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{27.926}{1.008} = 27.704 \text{ km/sa}$$

146BA Fenertepe - Avçılar Gidiş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 39.249 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 18.360 km

$$\text{Kum ölçütü : } \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü : } \frac{39.249}{18.360} = 2.137$$

146BA Fenertepe - Avçılar Dönüş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 39.795 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 18.360 km

$$\text{Kum ölçütü : } \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü : } \frac{39.795}{18.360} = 2.167$$

146BA Fenertepe - Avçılar Gidiş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 98.5 dk. = 1.641 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{39.249}{1.641} = 23.917 \text{ km/sa}$$

146BA Fenertepe - Avçılar Dönüş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 98.5 dk. = 1.641 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{39.795}{1.641} = 24.250 \text{ km/sa}$$

146F Fenertepe - Bahçeşehir Gidiş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 33.633 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 14.188 km

$$\text{Kum ölçütü : } \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü : } \frac{33.633}{14.188} = 2.370$$

146F Fenertepe - Bahçeşehir Dönüş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 36.539 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 14.188 km

$$\text{Kum ölçütü : } \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü : } \frac{36.539}{14.188} = 2.575$$

146F Fenertepe - Bahçeşehir Gidiş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 88 dk. = 1.466 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse OH} = \frac{33.633}{1.466} = 22.942 \text{ km/sa}$$

146F Fenertepe - Bahçeşehir Dönüş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 88 dk. = 1.466 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse OH} = \frac{36.539}{1.466} = 24.924 \text{ km/sa}$$

146T Boğazköy (Bahçeşehir) - Yenikapı Gidiş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 39.284 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 24.496 km

$$\text{Kum ölçütü : } \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü : } \frac{39.284}{24.496} = 1.603$$

146T Boğazköy (Bahçeşehir)- Yenikapı Dönüş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 37.860 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 24.496 km

$$\text{Kum ölçütü : } \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü : } \frac{37.860}{24.496} = 1.545$$

146T Boğazköy (Bahçeşehir) - Yenikapı Gidiş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 92 dk. = 1.533 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse OH} = \frac{39.284}{1.533} = 25.625 \text{ km/sa}$$

146T Boğazköy(Bahçeşehir) - Yenikapı Dönüş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 92 dk. = 1.533 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse OH} = \frac{37.860}{1.533} = 24.696 \text{ km/sa}$$

147 Şahintepe - Avcılar Cihangir Mah. Gidiş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 26.025 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 11.826 km

$$\text{Kum ölçütü} : \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü} : \frac{26.025}{11.826} = 2.200$$

147 Şahintepe - Avcılar Cihangir Mah. Dönüş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 26.652 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 11.826 km

$$\text{Kum ölçütü} : \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü} : \frac{26.652}{11.826} = 2.253$$

147 Şahintepe - Avcılar Cihangir Mah. Gidiş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 67 dk. = 1.116 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{26.025}{1.116} = 23.319 \text{ km/sa}$$

147 Şahintepe - Avcılar Cihangir Mah. Dönüş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 67 dk. = 1.116 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{26.652}{1.116} = 23.881 \text{ km/sa}$$

HS2 Avcılar Kampüs - Şehir Hastahanesi Gidiş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 25.632 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 13.664 km

$$\text{Kum ölçütü} : \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü} : \frac{25.632}{13.664} = 1.875$$

HS2 Avcılar Kampüs - Şehir Hastahanesi Dönüş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 28.390 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 13.664 km

$$\text{Kum ölçütü} : \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü} : \frac{28.390}{13.664} = 2.077$$

HS2 Avcılar Kampüs - Şehir Hastahanesi Gidiş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 65.5 dk. = 1.091 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{25.632}{1.091} = 23.494 \text{ km/sa}$$

HS2 Avcılar Kampüs - Şehir Hastahanesi Dönüş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 65.5 dk. = 1.091 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{28.390}{1.091} = 26.021 \text{ km/sa}$$

MK14 Kiptaş Vaditepe - Olimpiyatköy Metro Gidiş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 20.713 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 6.090 km

$$\text{Kum ölçütü : } \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü : } \frac{20.713}{6.090} = 3.401$$

MK14 Kiptaş Vaditepe - Olimpiyatköy Metro Dönüş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 19.161 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 6.090 km

$$\text{Kum ölçütü : } \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü : } \frac{19.161}{6.090} = 3.146$$

MK14 Kiptaş Vaditepe - Olimpiyatköy Metro Gidiş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 46 dk. = 0.766 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{20.713}{0.766} = 27.040 \text{ km/sa}$$

MK14 Kiptaş Vaditepe - Olimpiyatköy Metro Dönüş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 46 dk. = 0.766 sa.

$$OH = \frac{GU}{YS} \text{ İse } OH = \frac{19.161}{0.766} = 25.014 \text{ km/sa}$$

MR51 Bahçekent (Bahçeşehir-Ispartakule) - Halkalı İstasyon Gidiş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 28.136 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 13.349 km

$$\text{Kum ölçütü : } \frac{GU}{KUM} \text{ İse Kum ölçütü : } \frac{28.136}{13.349} = 2.107$$

MR51 Bahçekent (Bahçeşehir-Ispartakule) - Halkalı İstasyon Dönüş Güzergâhı Kum Analizi

Gerçek Uzunluk (GU) : 27.586 km

Kuş Uçuşu Uzunluk (KUM) : 13.349 km

Kum ölçütü : $\frac{GU}{KUM}$ İse Kum ölçütü : $\frac{27.586}{13.349} = 2.066$

MR51 Bahçekent (Bahçeşehir-Ispartakule) - Halkalı İstasyon Gidiş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 65.5 dk. = 1.091 sa.

OH = $\frac{GU}{YS}$ İse OH= $\frac{28.136}{1.091} = 25.789$ km/sa

MR51 Bahçekent (Bahçeşehir-Ispartakule) - Halkalı İstasyon Dönüş Güzergâhı Oh Analizi

Yolculuk süresi (Y.S.) : 65.5 dk. = 1.091 sa.

OH = $\frac{GU}{YS}$ İse OH= $\frac{27.586}{1.091} = 25.285$ km/sa