



T. C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

ÜRETİM YÖNETİMİ VE PAZARLAMA BİLİM DALI

**TOPLU TAŞIMA KULLANAN ÖĞRENCİLERİN
HAREKETLİLİĞİNİN ANALİZİ: BURSA ÖRNEĞİ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Ersel YILMAZDAMAR

BURSA - 2019



T. C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

ÜRETİM YÖNETİMİ VE PAZARLAMA BİLİM DALI

**TOPLU TAŞIMA KULLANAN ÖĞRENCİLERİN
HAREKETLİLİĞİNİN ANALİZİ: BURSA ÖRNEĞİ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Ersel YILMAZDAMAR

**Danışman:
Dr. Öğr. Üyesi Gülay KASAP**

BURSA - 2019

T. C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İşletme Anabilim Dalı, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı'nda 700814035 numaralı Ersel YILMAZDAMAR'ın hazırladığı "Toplu Taşıma Kullanan Öğrencilerin Hareketliliğinin Analizi: Bursa Örneği" konulu Yüksek Lisans Tezi ile ilgili tez savunma sınavı, 13./09./2019 günü 14.30... - ...16.00 saatleri arasında yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin/çalışmasının başarılı..... (başarılı/başarısız) olduğuna oybirliği..... (oybirliği/oy çokluğu) ile karar verilmiştir.

Üye (Tez Danışmanı ve Sınav Komisyonu Başkanı)

Üye

Akademik Unvanı, Adı Soyadı

Akademik Unvanı, Adı Soyadı

Üniversitesi

Üniversitesi

Dr. Başarım Üyeser-Gölay Kasap
Bursa Uludağ Üniversitesi-İ.İ.B.F.
Üye

Prof. Dr. Mehmet TEKTAS
Bandırma Onyedli Eylül Üni.
Müh. ve Doğa Bil. Fak.
Müdür

Akademik Unvanı, Adı Soyadı

Üniversitesi

Doç. Dr. Turan ARSLAN
Bursa Uludağ Üniversitesi
Müh. Fak. İnşaat Müh. Böl.

13./09/2019



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA İNTİHAL YAZILIM RAPORU

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

Tarih: 02.09.2019

Tez Başlığı / Konusu: TOPLU TAŞIMA KULLANAN ÖĞRENCİLERİN
HAREKETLİLİĞİNİN İNCELENMESİ: BURSA ÖRNEĞİ

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 134 sayfalık kısmına ilişkin, 2/9/2019 tarihinde şahsım tarafından Tucaitir adlı intihal tespit programından (Turnitin)* aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 7'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/dahil
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Özgünlük Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Öğrenci No: 700814035
Anabilim Dalı: İşletme
Programı: İşletme Tezli Yüksek Lisans
Statüsü: Y.Lisans Doktora


02.09.2019
Tarih ve İmza

Danışman B-09-2019
(Adı, Soyad, Tarih)
F. Golay Kasap

* Turnitin programına Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphane web sayfasından ulaşılabilir.

Yemin Metni

Yüksek Lisans /Doktora tezi olarak sunduğum “**Toplu Taşıma Kullanan Öğrencilerin Hareketliliğinin Analizi: Bursa Örneği**” başlıklı çalışmanın bilimsel araştırma, yazma ve etik kurallarına uygun olarak tarafımdan yazıldığına ve tezde yapılan bütün alıntıların kaynaklarının usulüne uygun olarak gösterildiğine, tezimde intihal ürünü cümle veya paragraflar bulunmadığına şerefim üzerine yemin ederim.

02.09.2019
Tarih ve İmza


Adı Soyadı: Ersel YILMAZDAMAR

Öğrenci No: 700814035

Anabilim Dalı: İşletme / Üretim Yönetimi ve Pazarlama

Programı: Tezli

Statüsü: Yüksek Lisans

ÖZET

Yazar Adı ve Soyadı : Ersel YILMAZDAMAR
Üniversite : Bursa Uludağ Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim Dalı : İşletme
Bilim Dalı : Üretim Yönetimi ve Pazarlama
Tezin Niteliği : Yüksek Lisans Tezi
Sayfa Sayısı : XV + 130
Mezuniyet Tarihi : / / 20.....
Tez Danışman(lar)ı : Dr. Öğr. Üyesi Gülay KASAP

TOPLU TAŞIMA KULLANAN ÖĞRENCİLERİN HAREKETLİLİĞİNİN ANALİZİ: BURSA ÖRNEĞİ

Bireylerin ve ticari kurum kuruluşların ulaşım talepleri her geçen gün hızla artmaktadır. İkamet bölgeleri ile çekim oluşturan iş, okul, alış-veriş vb. arasındaki etkileşim ulaşım talebinin etkin bir şekilde yönetilmesini ve yeterli ulaşım arzının sağlanmasını gerektirmektedir. Gerek bireylerin talepleri gerekse de ticari faaliyetler sonucunda oluşan ulaşım ihtiyacı çok çeşitli planlama faaliyetine konu olmaktadır.

Bilgi teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte ulaşım talebini karşılayacak arzı sağlamaya yönelik planlamalarda önemli ilerlemeler sağlanmaktadır. Gerek veri toplama, gerekse de toplanan verilerin işlenmesi ve planlama faaliyetlerinin yerine getirilmesinde, geçmiş dönemlere göre büyük avantajlar sağlanmaktadır. Bu çalışmada elektronik ücret toplama sistemlerinden gelen verilerin Bursa Büyükşehir Belediyesi sınırları içindeki öğrencilerin hareketliliği analiz edilerek, bu gruba yönelik alternatif bir ulaşım planlama sistemi oluşturulması amaçlanmıştır.

BuKart kullanan öğrencilere ait veriler MSSql veri tabanında veri madenciliği kapsamında işlenerek Başlangıç-Variş matrisleri oluşturulmuş ve Transcad makro planlama programında üretilen rotalar ile mevcut toplu taşıma rotaları kıyaslanarak, daha etkin, verimli ve çevik bir planlama çerçevesi oluşturulması hedeflenmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Ulaşım Planlama, Toplu Taşıma Planlama, Veri Madenciliği, Başlangıç-Variş Matrisi

ABSTRACT

Name and Surname : Ersel Yılmazdamar
University : Bursa Uludag University
Institution : Social Science Institute
Field : Business and Administration
Branch : Production Management- Marketing
Degree Awarded : Master Thesis
Page Number : XV + 130
Degree Date : / / 20.....
Supervisor (s) : PhD. Gülay KASAP

MOBILITY ANALYSIS OF STUDENTS WHICH USE PUBLIC TRANSPORT: THE SAMPLE OF BURSA

Transportation demands of individuals and commercial institutions are increasing day by day. The interaction between living zones and zones such business, education, shopping, etc. that creates attraction, requires to be managed transportation demand efficiently and requires to be supplied adequate transportation supply. Both the demands of individuals and the need for transportation resulting from commercial activities are subject to a wide range of planning activities.

With rapidly development in information technologies, significant progress is being made in the planning of supply to meet the transportation demand. Both in terms of data collection and data processing and planning activities, there are great advantages compared to previous periods. The main goal of this study is to create an alternative systematics of transportation planning according to students' mobility analysis within the boundaries of Bursa Metropolitan Municipality whose electronic ticket data collected from electronic fee collection systems.

The data of the students using BuKart are processed in the MSSql database within the scope of data mining, "Origin-Destination" matrices are created, efficient and agile planning frame is created by comparing the routes produced in the Transcad macro planning program with the existing public transportation routes.

Keywords:

Transportation Planning, Public Transportation Planning, Data Mining, Origin-Destination Matrix

ÖNSÖZ

Bireylerin ve ticari kurum kuruluşların ulaşım talepleri her geçen gün hızla artmaktadır. İkamet bölgeleri ile çekim oluşturan iş, okul, alış-veriş vb. arasındaki etkileşim ulaşım talebinin etkin bir şekilde yönetilmesini ve yeterli ulaşım arzının sağlanmasını gerektirmektedir. Özellikle öğrenciler özelinde planlama çalışmasının örnek olacağı bu çalışma ile veri toplama, toplanan verilerin işlenerek analiz edilmesi ve öğrencilere yönelik alternatif bir ulaşım planlama sistematığının oluşturulması, amaçlanmaktadır.

Çalışmanın oluşturulması ve sonuçlandırılması aşamasında katkıda bulunan, bilgi ve birikimini esirgemeyen değerli hocam Doktor Öğretim Üyesi Gülay KASAP'a, görüşleri ile çalışmama yön veren Arş. Gör. Ahmet Akif KARADAMAR'a, çalışmamda kullanılan verileri sağlayan Bursa Büyükşehir Belediyesi'ne ve Bursa Ulaşım – Toplu Taşım İşletmeciliği Turizm Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ne, her zaman destekleriyle yanımda olan *Dostlarım*, *Anneme*, kalbimin güzeli eşim *Nursin*'e, ürettiği yenilikçi algoritmalar ile çalışmamda ufuk açan oğlum *Veysel Yiğit*'e ve yıllardır kalbimden ayırmadığım *Babama*, sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar	xii
ŞEKİLLER	xiii
KISALTMALAR	xiv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM ULAŞIM SİSTEMİ

1. ULAŞIM ALT SİSTEMLERİ	3
1.1. YAYA SİSTEMİ	4
1.2. BİSİKLET SİSTEMİ	5
1.3. KARAYOLU SİSTEMLERİ	6
1.3.1. Altyapı ve Üstyapı (Yollar, Köprüler, Kavşaklar)	6
1.3.2. Araçlar	10
1.3.2.1. Binek Araçlar	10
1.3.2.2. Ticari Araçlar (Yük Araçları)	12
1.3.2.3. Yolcu Taşıma Araçları	13
1.3.2.4. Motosiklet Araçları	14
1.3.3. Trafik Yönetim Sistemleri	15
1.4. RAYLI SİSTEMLER	16
1.4.1. Tramvay	16
1.4.2. Hafif Raylı Sistem (HRS)	17
1.4.3. Monoray Sistemi	18
1.4.4. Metro Sistemi	18
1.4.5. Banliyö ve Tren Sistemleri	19

1.4.6.	Halatlı Sistemler.....	20
1.5.	SU ÜSTÜ SİSTEMLER	21
1.6.	HAVAYOLU SİSTEMLERİ.....	22
2.	TOPLU TAŞIMA SİSTEMİ.....	23
2.1.	DURAKLAR, İSTASYONLAR, TERMİNALLER	23
2.2.	TOPLU TAŞIMA SİSTEMİ ARAÇLARI	24
2.3.	ARA TOPLU TAŞIMA-TOPLU TAŞIMA	25
2.4.	ROTA-GÜZERGAH	25
2.5.	ZAMAN ÇİZELGESİ.....	26
2.6.	ÜCRETLENDİRME VE ÜCRET TOPLAMA	27
3.	AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ.....	27
4.	ULAŞIM YÖNETİMİ VE MEVZUAT.....	30
4.1.	DÜNYADA ULAŞIM YÖNETİMİ VE MEVZUATI	30
4.2.	ÜLKEMİZDE ULAŞIM YÖNETİMİ VE MEVZUATI.....	32
5.	SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK.....	36
5.1.	ÇEVRESEL BOYUT.....	38
5.2.	SOSYAL BOYUT	40
5.3.	EKONOMİK VE FİNANSAL BOYUT	41
5.4.	GÜVENLİK BOYUTU	42

İKİNCİ BÖLÜM

ULAŞIM PLANLAMASI VE BURSA'DA YAPILAN 2010 - 2018 ULAŞIM ANA PLANLARI

1.	ULAŞIM PLANLAMASI.....	45
1.1	ULAŞIM TALEBİ VE HEDEFLER	46
1.2	VERİLERİN OLUŞTURULMASI.....	48
1.2.1	Arazi Kullanımı ve İmar Planları.....	48
1.2.2	Veri Toplama	51
1.2.1.2	Anket.....	51
1.2.1.3	Sayım ve Ölçüm	52
1.2.3	Coğrafi Bilgi Sistemi Verileri	54
1.2.4	Başlangıç – Varış Matrislerinin Hazırlanması	56

1.2.5	Ağ Yapılarının Hazırlanması	57
1.3	PLANLAMA MODELİ	58
1.3.1.1	Yolculuk Üretimi	59
1.3.1.2	Yolculuk Çekimi	59
1.3.1.3	Yolculuk Dağıtımını	60
1.3.1.4	Tür Seçimi	60
1.3.1.5	Yolculuk Ataması	60
1.4	DEĞERLENDİRİME VE STRATEJİK PLANLAMA	60
2.	BURSA ULAŞIM SİSTEMİ	61
2.1	YÖNETİM VE MEVZUAT	61
2.2	KARAYOLU SİSTEMİ	62
2.2.1	Karayolu Ağı	62
2.3	TOPLU TAŞIMA SİSTEMİ	63
2.3.1	Ücret Toplama	63
2.3.2	Raylı Sistemler	64
2.3.2.1	Bursaray - Hafif Raylı Sistemi	64
2.3.2.2	Tramvay	64
2.3.3	Lastik Tekerlekli Sistemler	65
2.3.3.1	Taksi	65
2.3.3.2	Servis	66
2.3.3.3	Taksi Dolmuş	66
2.3.3.4	Minibüs	67
2.3.3.5	Otobüs	69
2.3.4	Su Üstü Sistemleri	70
2.3.5	Halatlı Sistemler	70
3.	BURSA'DA YAPILAN 2010-2018 ULAŞIM ANA PLANLARI	70
3.1	2010 YILI ULAŞIM ANA PLANI	71
4.1.1.	Tespitler	72
4.1.2.	Öneriler	74
3.2	2018 YILI ULAŞIM ANA PLANI	76
4.2.1.	Tespitler	76

4.2.2. Öneriler	77
-----------------------	----

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TOPLU TAŞIMA KULLANAN ÖĞRENCİLERE AİT ALTERNATİF ULAŞIM PLANLAMASI MODELİ

1. UYGULAMA KAPSAMI VE HEDEFİ.....	80
2. VERİLERİN VE MODELİN HAZIRLANMASI	80
2.1. BÜYÜK VERİ VE BÜYÜK VERİYİ İŞLEME.....	81
2.2. VERİLERİN HAZIRLANMASI VE STANDARDİZASYONU.....	82
2.2.1. Konumsal Bilgi	85
2.2.2. Coğrafi Koordinat Hazırlama.....	86
2.2.3. Durakların Belirlenmesi	87
2.2.4. İlave Alanların Güncellenmesi.....	89
2.2.5. Yolculuk Zinciri Alanlarının Güncellenmesi.....	89
2.2.6. Başlangıç-Variş Duraklarının Belirlenmesi	91
2.3. VERİLERİN ANALİZİ	92
2.3.1. Bursa’da Öğrencilerin Dağılımı.....	92
2.3.2. Zamana Bağlı Analizler	95
2.3.3. Hat ve Araç Türüne Göre Analizler	96
2.3.4. Konuma Bağlı Analizler	97
2.4. BAŞLANGIÇ-VARIŞ MATRİSLERİNİN HAZIRLANMASI.....	99
2.4.1. Öğrencilerin Toplu Taşıma Sadakatının Belirlenmesi.....	99
2.4.2. B-V Matrisinin Oluşturulması	101
2.4.3. İstek-Talep Çizgilerinin Oluşturulması.....	102
2.5. ATAMA VE SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	103
3. ALTERNATİF ULAŞIM MODELİNİN OLUŞTURULMASI	106
3.1. ALTERNATİF ULAŞIM MODELİ	106
SONUÇ.....	109
EKLER.....	113
KAYNAKÇA.....	120

TABLULAR

Tablo 1 Amerika Fonsiyonel Yol Ağı Tablosu.....	7
Tablo 2 Avrupa Birliği Ülkeleri Yol Uzunlukları.....	7
Tablo 3 KGM Sorumluluk Alanı Bilgileri.....	8
Tablo 4 OpenStreetMap Türkiye Yol Ağı Bilgileri.....	9
Tablo 5 Amerika Köprü Sayıları Tablosu.....	10
Tablo 6 Türkiye-Avrupa Birliği Otomobil Karşılaştırma Tablosu.....	11
Tablo 7 Türkiye-Avrupa Birliği Otomobil Sahipliği Karşılaştırma Tablosu.....	12
Tablo 8 Türkiye-Avrupa Birliği Ticari Yük Taşıma Araçları Tablosu.....	13
Tablo 9 Türkiye-Avrupa Birliği Yolcu Taşıma Araçları Tablosu.....	14
Tablo 10 Türkiye-Avrupa Birliği Motosiklet Tablosu.....	15
Tablo 11 TCDD Yolcu Sayısı Tablosu.....	19
Tablo 12 Karayolları Sorumluluk ve Yönetim Tablosu.....	35
Tablo 13 Yolcu Taşıma Sorumluluk ve Yönetim Tablosu.....	35
Tablo 14 AB Bölgesi Hava Kirleticileri İnsan Sağlığı Limit Değerleri.....	38
Tablo 15 Amerika'da Karayollarından Kaynaklı Hava Kirleticileri Tahmini.....	39
Tablo 16 Türkiye 2018 Yılı Ölümlü Yaralanmalı Kaza Tablosu.....	42
Tablo 17 AB Bölgesi 2016 Yılı Ölümlü Kaza Tablosu.....	43
Tablo 18 Bursa İli Yıllar İçinde Nüfus Değişimi.....	61
Tablo 19 BBB Sorumlu Karayolu Ağı.....	62
Tablo 20 Yıllık Yolculuklar Tablosu.....	63
Tablo 21 İlçelere Göre Taksi Tablosu.....	65
Tablo 22 İlçeler Göre Servis Tablosu.....	66
Tablo 23 Minibüs Araçları Tablosu.....	68
Tablo 24 Kent Merkezi Doğu Bölgesi, Gürsu, Kestel Minibüs Yolcu Tablosu.....	68
Tablo 25 BUAP2010 Anket Genel Raporu.....	72
Tablo 26 BUAP2010 Araç Türlerine Göre Dağılım.....	72
Tablo 27 BUAP2010 Hareketlilik Tablosu.....	73
Tablo 28 BUAP2018 Raylı Sistem Tavsiyeleri.....	78
Tablo 29 Koordinat Dönüşümü Tamamlanmış Veri Örneği.....	87
Tablo 30 Çalışma Verilerinde Koordinat Durum Tablosu.....	88
Tablo 31 Biniş Durakları Listesi.....	91
Tablo 32Varış Durakları Listesi.....	92
Tablo 33 Bursa'da İlköğretim Öğrencilerinin Dağılımı.....	93
Tablo 34 Bursa'da Üniversite Öğrencilerinin Dağılımı.....	93
Tablo 35 Yolculuk Tipine Göre Aylık Öğrenci Yolculukları.....	95
Tablo 36 Haftanın Günlerine Göre Aylık Öğrenci Yolculukları.....	96
Tablo 37 Araç Tipine Göre Aylık Öğrenci Yolculukları.....	97
Tablo 38 Hatlara Göre Aylık Öğrenci Yolculukları.....	97
Tablo 39 Planlama Döneminde Kart Bazlı Toplu Taşıma Haftalık Kullanımı.....	100
Tablo 40 Öğrencilerin Toplu Taşıma Kullanım Sadakat Ölçüm Tablosu Özeti.....	100
Tablo 41 Planlama Döneminde Genel Toplu Taşıma Sadakat Düzeyi.....	101
Tablo 42 B-V Matrisi.....	101
Tablo 43 Rota Biniş-İniş Tablosu.....	105

ŞEKİLLER

Şekil 1 Sürdürülebilirlik Modeli Temel Bileşenleri.....	37
Şekil 2 Ulaşımında Sürdürülebilir Planlama Konsepti	45
Şekil 3 İngiltere 2002-2018 Amaçlara Göre Yolculuklar	46
Şekil 4 Yolculuk Zinciri.....	47
Şekil 5 Ulaşım ve Arazi Planlaması Etkileşim Kapsamı	49
Şekil 6 Arazi Kullanımı - Ulaşım Çevrimi	50
Şekil 7 Arabayatağı Minibüs Hattında Coğrafi Yolcu Yoğunluğu.....	53
Şekil 8 Arabayatağı Minibüs Hattında Saatlik Yolcu Yoğunluğu.....	54
Şekil 9 Planlama Modeli Ağ Kurgusu	58
Şekil 10 Dört Aşamalı Planlama Modeli	59
Şekil 11 Yıllara Göre Bursaray Güzergahları	64
Şekil 12 Tramvay Hatları	65
Şekil 13 Taksi Dolmuş Güzergahları	67
Şekil 14 Minibüs Hatları	67
Şekil 15 Bursa İli Geneli Otobüs Hatları	69
Şekil 16 BUAP2010 Mevcut Toplu Taşıma Hiyerarşisi.....	73
Şekil 17 BUAP2010 Toplu Taşıma Sistemi Önerilen Hiyerarşi.....	75
Şekil 18 BUAP2018 Raylı Sistem Ağı	78
Şekil 19 Uygulama Makinası Özellikleri.....	82
Şekil 20 MsSql Tablo Oluşturma.....	83
Şekil 21 MsSql Dosya Grubu Oluşturma.....	83
Şekil 22 MsSql Dosya Grubu İçin Dosya Oluşturma	83
Şekil 23 MsSql Bölümlenme Fonksiyonu ve Şeması Oluşturma	84
Şekil 24 Verilerin Coğrafi Koordinatlarının Güncellenmesi	86
Şekil 25 Durak Kodu Güncelleme İşlemi	88
Şekil 26 Coğrafi Sınır ve Zaman Bölümleri Güncelleme İşlemi	89
Şekil 27 Biniş Numarası Güncelleme İşlemi	89
Şekil 28 Hareket Tipinin Güncellenmesi İşlemi	90
Şekil 29 Zincir Yolculuk Güncelleme İşlemi.....	90
Şekil 30 Biniş Durak Belirleme İşlemi	91
Şekil 31 Varış Durak Belirleme İşlemi	92
Şekil 32 Üniversite ve Ortaöğretim Okulların Kapasitelerine Göre Dağılım Gösterimi	94
Şekil 33 Öğrencilerin En Çok Kullandığı Duraklar Genel Gösterim	98
Şekil 34 Öğrencilerin Kent Merkezinde En Çok Kullandığı Duraklar	98
Şekil 35 Öğrenci Toplu Taşıma Sadakat Belirleme İşlemi.....	99
Şekil 36 Kent Geneli İstek-Talep Çizgileri.....	102
Şekil 37 Görükle Bölgesi İstek-Talep Çizgileri.....	103
Şekil 38 Atama Modeli Gösterimi	104
Şekil 39 Kent Geneli Atama Gösterimi	104
Şekil 40 Kent Merkezi Atama Gösterimi.....	105
Şekil 41 Öğrenciler İçin Yönelik Alternatif Ulaşım Modeli.....	108

KISALTMALAR

2918 S. K. : 2918 Sayılı Karayolları Trafik Kanunu
5216 S. K. : 5216 Sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu
5393 S. K. : 5393 Sayılı Belediye Kanunu

6360 S. K. : 6360 SAYILI ON ÜÇ İLDE BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ VE YİRMİ ALTI
İLÇE KURULMASI İLE BAZI KANUN VE KANUN HÜKMÜNDE
KARARNAMELERDE DEĞİŞİKLİK YAPILMASINA DAİR KANUN

a.g.e. : Adı Geçen Eser
a.g.m. : Adı geçen makale
a.yer. : Aynı yer
AB : Avrupa Birliği
AUS : Akıllı Ulaşım Sistemleri
AYM : Anayasa Mahkemesi
b. : Baskı
Bkz. : Bakınız
BTK : Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
C. : Cilt
CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS - Geographic Information Systems)
DTGM : Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü
E. : Esas
EGM : Emniyet Genel Müdürlüğü
EGO : EGO Genel Müdürlüğü
ESHOT : Elektrik, Su, Havagazı, Otobüs ve Trolleybüs Genel Müdürlüğü
GPS : Global Positioning System
HRS : Hafif Raylı Sistem
İETT : İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri
İYUK : İdari Yargılama Usul Kanunu
K. : Karar
KGM : Karayolları Genel Müdürlüğü
km : Kilometre
KTK : Karayolları Trafik Kanunu
KTŞK : Karayolları Taşıma Kanunu
m : Metre
OSM : Open Street Map
R.G. : Resmi Gazete
S. : Sayı
s. : Sayfa
SHGM : Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü

ss. : Sayfa sayısı
TCDD : T.C. Devlet Demiryolları İşletmesi Genel Müdürlüğü
TFL : Transport For London
UAB : Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı
UKOME : Ulaşım Koordinasyon Merkezi
vd. : Ve devamı
vs. : Vesaire



GİRİŞ

Ulaşım insanlara ait en temel ihtiyaçlardan biridir. İnsanoğlunun ilk zamanlarından beri gıda, güvenlik, barınma gibi ihtiyaçlardan dolayı bir noktadan bir noktaya erişim ihtiyacı bulunmaktadır. Yüzyıllardır bu anlamda sürekli gelişmeler yaşanmıştır. Yaya ulaşımından, binek hayvanlarına, tekerleğin icadını takiben karayolu araçlarının kullanılmaya başlanması, bu esnada suyollarının kullanılması ulaşımın tarihsel sürecini oluşturmaktadır. Endüstri devrimi ve buharlı makinaların icadı ile birlikte demiryolu ve su üstü ulaşım araçları büyük bir ivme kazanmıştır. İçten yanmalı motorlar ile birlikte, otomobilin, 20. yüzyılın başından itibaren uçağın icadı ile birlikte havayolu ulaşımın bir bileşeni hale gelmiştir.

Dünyadaki artan nüfus ile birlikte en temel ihtiyaçların karşılanması amacıyla ve endüstriyel devrimin dönüşümü ile ulaşım talebi her geçen gün daha da artmıştır. Ulaşım, günümüzde ise, pek çok amacı barındıran bir olgu haline gelmiştir. İş, okul, alış-veriş, sağlık, vb. amaçlar ile insanlar ikametlerinden söz konusu çekim-aktivite noktalarına; bu noktalardan ise yine ikamet noktalarına hareketlilik göstermektedir.

Ekonomik, sosyo-kültürel gelişmeler, yerleşim yerleri ile iş bölgelerinin yapısı her geçen gün insanların ve eşya(mal) hareketliliğini daha da arttırmaktadır. Globalleşen dünya ile birlikte eski dönemlere göre çok daha fazla ulaşım talebi ortaya çıkartmaktadır. Dünyada ve ülkemizde, kentlerdeki nüfus miktarının daha yoğunlaşması ülkeler arası, bölgeler arası, eyalet veya iller arası mesafelere göre daha kısa mesafelerde; aynı kent içinde büyük kitlelerin hareketliliklerini doğurmaktadır. Kent, şehir yerleşimlerinin planlamaları, planların uygulama oranı bu durumda çok önemli olmaktadır.

Kentlerin, ulaşım ihtiyaçları, insanların günlük aktivitelerini (iş, okul, alış-veriş, sağlık, eğlence vb.) karşılamak üzere oluşturdukları hareketlilikleri, yaratmış oldukları yolculuklar; kent içi ulaşım sistemlerini oluşturmaktadır. Bu anlamda karayolu, demiryolu, su yolu, havayolu gibi ulaşım sistemleri, ulaşım ihtiyacını karşılama gerekliliğinden ortaya çıkmaktadır.

Dünyada ve ülkemizde, kent içi ulaşım sistemleri her geçen gün gelişmektedir. Bu çalışmada kent içi ulaşım planlaması, Bursa kent içi ulaşım sistemleri incelemesi ile birlikte kent içi toplu taşıma sisteminde önemli bir paya sahip öğrenciler için alternatif ulaşım planı çerçevesi oluşturulması amaçlanmaktadır.

Birinci bölümde kent içi ulaşım sistemleri, bu sistemlerin dünyada ve ülkemizdeki genel durumu ile ilgili bilgiler verilerek, planlamaya esas karayolu sistemleri, raylı sistemler, su üstü sistemleri ile havayolu sistemlerinden bahsedilerek ulaşım sisteminin sürdürülebilirliğinin boyutlarına değinilmiştir.

İkinci bölümde ise temel ulaşım planlaması ile birlikte Bursa kentinin ulaşım altyapısı hakkında bilgiler verilerek, 2010 ve 2018 yıllarında Bursa'da yapılmış ulaşım ana planlarına ait tespitlere ve tavsiyelere değinilmiştir.

Üçüncü bölümde ise Bursa toplu taşıma sisteminde kullanılan Bukart'a ait veriler, öğrenciler özelinde detaylı bir şekilde incelenmiş olup veri madenciliği teknikleri kullanılarak; "Baş-Son"– "Başlangıç-Variş" matrislerini hesaplamaya yönelik geliştirilen metodoloji yer almıştır. "Baş-Son" matrisleri hesaplanmış, bu matrisler makro planlama programında test edilmiştir. Bu bölümün sonunda ise B-V matrislerinin hesaplanması için kullanılan bilgi teknolojileri sistematikleri ile klasik planlama modeline göre daha çevik, esnek ve öğrenciler özelinde planlamada fayda sağlayacak alternatif ulaşım planlama çerçevesinden bahsedilmiştir.

Son bölümü olan dördüncü bölümünde ise araştırma sonucuna göre elde edilen sonuç ve değerlendirmelere yer verilerek, mevcut ulaşım ve toplu taşıma sistemine iyileştirme sağlayacak değerlendirmelerde bulunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

ULAŞIM SİSTEMİ

Ulaşım, günümüzde içinde yaya, bisiklet, karayolu, raylı, su yolu ile hava sistemlerini barındıran karmaşık bir yapılar bütünüdür. Bu hali ile pek çok farklı ayırım içinde incelenebilmektedir. Karayolu, demiryolu, su yolu ve hava yolu gibi ayrımlara sahip olabildiği gibi motorlu, motorsuz sistemler şeklinde de incelenebilmektedir.

Kentlerden başlayarak şehirlere, şehirlere bölgelere (eyaletlere), bölgelerden ülkesel, oradan da küresel kapsamda ölçeğe sahip olabilmektedir. Tüm coğrafi ayrımların hep beraber bir arada ulaşım odağında sürekli etkileşim içinde olmaktadır.

Disiplinler açısından da durum aynıdır. Geçmişte belirli disiplinlerin odağında bulunan ulaşım ve ulaşım sistemleri, günümüzde mühendislik, yönetim, politik ve bilgi teknolojileri disiplinlerine konu olmaktadır. Bu hali ile de etkin, verimli ve ekonomik yönden iyi planlamaya konu olması gerekmektedir. Bu bölümde ulaşım oluşturan sistemler ile bunların planlanması ve planlama sistemleri incelenmektedir.

1. ULAŞIM ALT SİSTEMLERİ

Yaya, bisiklet, karayolu, raylı, su üstü ile hava sistemlerini barındıran tüm bileşenler bir arada veya birbirinden ayrı şekilde ulaşım sistemlerini oluşturmaktadır. Bu sistemlerin irdelenmesinde, bireysellik, toplumsallık ve ulusallık unsurları temel odak gruplarıdır.¹

Bireysel odaklanma seyahat süresi, beklenen maliyet, hizmet kalitesi ve olanaklar ile ilişkilidir. Bunun yanında topluluk odaklanması ise etkin ulaşım ağları, yaşanabilirlik, kentsel yapı, ekonomik boyut ile kamusal huzur ile ilişkilidir. Ulusal boyut ise ulusal refah, enerji sahipliğinin korunması, çevresel kalite, eşitlik, ulusal teknolojik durum, dengeli-donanımlı-fonksiyonlu topluluklar ile ilişkilidir.² Bu ayırım yöntemine ilave çok çeşitli gruplandırmalarda yapılabilmektedir. Fonksiyonel gruplama,

¹ Sigurd Grava, *Urban transportation systems : Choices for Communities*, New York : McGraw-Hill, 2003, s. 6.

² a.g.e., ss. 7-8.

performans kriterine göre gruplama, kullanım türleri gibi gruplamalarında yapılması mümkün olmaktadır.³

1.1. YAYA SİSTEMİ

Bireylerin ulaşım ihtiyacını, yürünebilir bir noktadan başka bir noktaya yürüme yolu ile karşıladıkları sistemlerdir.⁴ Yaya sistemi, kaldırım, yaya yolu, alt geçit, üst geçit gibi alt-üst yapıları içerebildiği gibi, erişilebilirlik anlamında tüm kavramları da içine alabilmektedir.

Yürüyerek ulaşım, bireylerin en ilkel ve temel ulaşım türüdür. Yayaların günlük temel ihtiyaçlarını yürüme mesafesinde karşılıyor olması bu ulaşım sisteminin temeli olarak ortaya çıkmaktadır.⁵ Geçmiş dönemlerdeki ulaşım imkanlarının kısıtlılığı veya çeşitlilik azlığından dolayı çok daha büyük bir paya sahip iken; kentliliğin, yolculuk zamanının öneminin artması ile ulaşım türlerinin alternatif olarak artması özellikle de bireysel aracın yönelim ile birlikte güvenlik kaygıları ile olumsuz yönde etkilenmiştir.⁶ Negatif yönde bir değişim örneği olarak Amerika'daki örneği uygun olacaktır. Yaya yolcuları, 1960'larda %10'lar seviyesinde iken, 1999 yılına geldiğinde %3'ler seviyesinden bahsedilmektedir.⁷ Bu şekilde olumsuz değişimden dolayı son yıllarda alternatif ulaşım türü olarak çok daha fazla önem verilmeye başlanmıştır. Dolayısıyla kaldırımdan başlayarak yaya yollarının varlığı ile güvenlik ihtiyaçlarının karşılanması, diğer ulaşım sistemlerine erişilebilirlik noktalarının oluşumu gibi faktörler ile birlikte başlı başına veya seyahatin parçası olması anlamında önemli hale gelmekte ve çalışmalara daha çok konu olmaktadır.⁸

³ Michael D Meyer, ITE (Institute of Transportation Engineers), *Transportation Planning Handbook*, 2016, s. 17.

⁴ Merve Akı, *KENTSEL TOPLU TAŞIMA KAPSAMINDA METROBÜS SİSTEMİNİN YAYA ERİŞİLEBİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: İSTANBUL ÖRNEĞİ*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012, s. 43.

⁵ Jeffrey Tumin, *Sustainable transportation planning: tools for creating vibrant, healthy, and resilient communities*, Hoboken, N.J: Wiley, 2012, s. 51.

⁶ Naomi Carmon, Susan S. Fainstein (ed.), *Policy, planning, and people: promoting justice in urban development*, 1st ed Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2013, ss. 252-55.

⁷ Grava, *Urban transportation systems*, s. 15.

⁸ Hannah Bast vd., "Route Planning in Transportation Networks", *Algorithm Engineering*, ed. Lasse Kliemann, Peter Sanders, Lecture Notes in Computer Science, Cham: Springer International Publishing, 2016, C. 9220, s. 47, doi:10.1007/978-3-319-49487-6.

Çevresel ve bireylerin sağlık profilinde olumlu etkisi sebebiyle özellikle kısa mesafe yolculuklarda bisiklet sistemi ile birlikte kent içi yolculukların %50'sini oluşturabilmektedir.⁹ Bu sebeple kentliliğin neden olduğu yürümeme eğilimlerinin azaltılması yönünde üzerinde çok önemli durulması gerekmektedir.

1.2. BİSİKLET SİSTEMİ

Yaya ulaşımından sonra bireylerin mekanik bir etki ile en hızlı ve verimli ulaşım aracı olarak bisiklet ortaya çıkmaktadır. Yüzyıllık bir geçmişi olan bu sistemde önceleri motorsuz ve sadece insan gücüne dayalı araçlar yer alırken, günümüzde elektrik motoru destekli sistemlerde yerini almaktadır.¹⁰ Yaya sistemlerinden daha fazla güvenlik ihtiyacı olan bu sistemde, karayolu ile birlikte veya izole edilmiş yol ihtiyacı ile kavşak noktalarında arttırılmış güvenlik ihtiyacı ortaya çıkmaktadır.¹¹ Bunun yanında diğer ulaşım sistemleri ile entegrasyonu, park yeri oluşumları da önemli olabilmektedir.¹²

Bisiklet yolu başka bir deyişle bisikletin ilerleme sağlayacağı alan bu sistemin en temel gereksinimidir. Bu anlamda gelişmiş ülkelerde yıllar öncesinden belirlenen standartlar yer almaktadır. Tek şeritli bir bisiklet yolu için 1 metrelik bir genişlik standardı belirlenirken, çoklu şeritte çoklu kullanım için 3.7 metreye varan bir standart yer alabilmektedir. Bunun yanında söz konusu yollar için %3-%5 arası bir yol eğiminden, ortalama 16 km/sa. hız ile 32 km/sa. (düz yol) - 40 km/sa. (aşağı eğimli yol) tasarım hızı standartları da belirlenmiştir.¹³

Bisiklet sistemleri Avrupa ülkelerinde 3 km'lik bir mesafede en hızlı ulaşım aracı olarak ortaya çıkabilmektedir.¹⁴ Bunda ise karayolu sistemi unsuru olan otomobil gibi bireysel özerklik sağlaması, herhangi bir unsura(yolculuğa başlama zamanı, lokasyona veya zamana) bağlı olmaması gösterilebilmektedir. Ayrıca bekleme yapılmadan ve bir

⁹ Carlo Sessa, "Achieving Sustainable Cities with Integrated Land Use and Transport Strategies", *Land Use and Transport*, ed. Stephen Marshall, David Banister, Emerald Group Publishing Limited, 2007, s. 45.

¹⁰ Jacopo Guanetti vd., "Optimal Energy Management in Series Hybrid Electric Bicycles", *Automatica*, C. 81 (2017), s. 1, doi:10.1016/j.automatica.2017.03.021.

¹¹ Grava, *Urban transportation systems*, s. 61.

¹² Tatiana Kulakova, Ekaterina Reshetova, "Travel Demand Management in the Largest Cities", *Transport Systems of Russian Cities*, ed. Mikhail Blinkin, Elena Koncheva, Cham: Springer International Publishing, 2016, s. 11, doi:10.1007/978-3-319-47800-5_5.

¹³ Grava, *Urban transportation systems*, s. 87.

¹⁴ Sessa, "Achieving Sustainable Cities with Integrated Land Use and Transport Strategies", s. 11.

noktadan başka bir noktaya hızlı bir ulaşım alternatifi olması da bu noktada ön plana çıkabilmektedir.¹⁵ Bu sisteme önem veren geçmişten bugüne bisiklet yolu, güvenliği sağlanması gibi temel unsurları sağlayan kentlerde, daha gelişmiş eğilimler ortaya çıkmaktadır. Beklenen maliyeti azaltmak, park ihtiyacını en aza indirmek gibi gerekçelerle bisiklet paylaşım modelleri ön plana çıkmaktadır.¹⁶

1.3. KARAYOLU SİSTEMLERİ

Ulaşım sistemleri içinde en karmaşık ve çoklu yapıyı içinde barındıran en önemli alt sistemdir. Yol, köprü, kavşak, alt geçit, üst geçit, bisiklet yolu, trafik yönetim sistemleri gibi yapısal bileşenleri içermektedir. Bunun yanında bisiklet, motor bisiklet, bireysel binek araç, ticari araç (hafif ve ağır), lastik tekerlekli toplu taşıma (servis, taksi vb. ara toplu taşıma araçları dahil), tramvay gibi raylı sistem araçlarını barındırmaktadır. Dolayısıyla, bu kapsamdaki bir sistem operasyonel, çevresel ve finansal anlamda etkin, verimli ve güvenli bir yönetim gerektirmektedir.

Şehir içi yollar ile şehirlerarası yollar ile bu yollarda mevcut sanat yapıları(tünel, köprü, kavşak, köprü, alt geçit, üst geçit vb.) bu sistemin en önemli bileşenidir. Zira hareketlilik ve erişimi sağlayan tüm fiziki altyapıyı ve üst yapıyı oluşturmada olup bisiklet, binek araç, ticari araç, toplu taşıma araçları vb. türleri bir arada bulundurması gerektirmektedir.¹⁷

1.3.1. Altyapı ve Üstyapı (Yollar, Köprüler, Kavşaklar)

İlk yolun M.Ö.4000 yıllarında Orta Doğu'da yapıldığı, Romalılar döneminde 78.000 km yolun inşa edildiği, bu yolların genel olarak 4.5 metre genişliğinde olduğu o günden bu güne yollar sürekli gelişmektedir.¹⁸ 2013 yılında Amerika genelinde, 4

¹⁵ Kaya Mert, *KONYA'DA BİSİKLET ULAŞIMI-PLANLAMA VE UYGULAMA SÜRECİNİN İNCELENMESİ*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007, s. 19.

¹⁶ Hans Martin Espegren vd., "The Static Bicycle Repositioning Problem - Literature Survey and New Formulation", *Computational Logistics*, ed. Ana Paias, Mario Ruthmair, Stefan Voß, Cham: Springer International Publishing, 2016, C. 9855, s. 1, doi:10.1007/978-3-319-44896-1_22.

¹⁷ Meyer, ITE (Institute of Transportation Engineers), *Transportation Planning Handbook*, ss. 317-18.

¹⁸ C. A. O'Flaherty, Michael G. H. Bell (ed.), *Transport Planning and Traffic Engineering*, London: Arnold, 1997, s. 20.

milyon mil üzerinde yol olup; bu yolların genel olarak eyaletler arası, diğer arterler, toplayıcı yollar ve yerel yollar olarak sınıflandırılmaktadır.¹⁹

Tablo 1 Amerika Fonsiyonel Yol Ağı Tablosu

Yıl	Toplam Yol Km	Toplam Şerit Km	Eyaletler Arası		Diğer Arterler		Toplayıcı Yollar		Yerel Yollar	
			Şerit Km	% Pay	Şerit Km	% Pay	Şerit Km	% Pay	Şerit Km	% Pay
1980	6,211,806	12,749,503	288,777	2	1,353,090	11	2,536,962	20	8,570,674	67
1990	6,223,214	12,956,959	318,787	2	1,475,315	11	2,631,876	20	8,530,981	66
2000	6,334,735	13,235,639	335,547	3	1,603,933	12	2,580,160	19	8,715,999	66
2015	6,686,385	14,060,174	358,866	3	1,800,170	13	2,649,417	19	9,251,721	66
2016	6,662,858	14,019,118	360,844	3	1,801,163	13	2,654,998	19	9,202,112	66
2017	6,703,479	14,106,830	362,003	3	1,809,305	13	2,666,550	19	9,268,972	66

(Kaynak : Amerikan Ulaşım İstatistik Bürosu)

Gelişmiş ülkelerde arazi yapısının türüne bağlı olarak yol ağının uzunluğundan veya yol ağının değişik sınıflamasından bahsedilebilmektedir. Fakat genel olarak otoyollar, ulusal yollar, bölgesel yollar, diğer toplayıcı yollar şeklinde sınıflandırılabilir. Amerika ve AB bölgesinde bu şekilde sınıflandırma olabildiği gibi ülkemizde de bu şekilde sınıflandırmadan bahsedilebilmektedir. Fakat bu noktada önemli olan her bir yolun fonksiyonel sınıfından ziyade ulaşım talebini karşılayacak şekilde iyi hizmet edebiliyor olmasıdır.²⁰

Tablo 2 Avrupa Birliği Ülkeleri Yol Uzunlukları

Kod	Ülke	Otoyollar (km)	Ana ve Ulusal Yollar (km)	İkincil veya Bölgesel Yollar (km)	Diğer Yollar** (km)	Toplam (km)
BE	Belçika	1,763	13,229	1,349	138,869	155,210
BG	Bulgaristan	740	2,983	4,028	12,515	20,266
CZ	Çek Cumhuriyeti	1,223	5,807	48,727	74,919	130,676
DK	Danimarka	1,255	2,598	70,705		74,558
DE	Almanya	12,996	38,068	178,906		229,970
EE	Estonya	145	3,869	12,580	42,342	58,936
IE	İrlanda	916	4,390	13,120	80,472	98,898
EL	Yunanistan	1,843	9,299	30,864	75,600	117,606
ES	İspanya	15,444	14,946	135,094	501,053	666,537
FR	Fransa	11,612	9,585	381,319	700,849	1,103,365

¹⁹ Meyer, ITE (Institute of Transportation Engineers), *Transportation Planning Handbook*, s. 18.

²⁰ a.g.e., s. 319.

HR	Hırvatistan	1,310	6,937	9,504	9,003	26,754
IT	İtalya	6,943	21,686	155,668	74,719	259,016
CY	Güney Kıbrıs	272	2,219	2,313	5,066	9,870
LV	Letonya	-	1,672	5,467	60,903	68,042
LT	Litvanya	314	6,362	14,568	50,664	71,908
LU	Lüksemburg	161	837	1,891		2,889
HU	Macaristan	1,924	30,062		174,599	206,585
MT	Malta	-		2,855		2,855
NL	Hollanda	2,758	2,599	7,757	126,180	139,294
AT	Avusturya	1,743	10,939	23,724	100,633	137,040
PL	Polonya	1,640	17,748	153,865	246,983	420,236
PT	Portekiz	3,065	6,457	4,791		14,313
RO	Romanya	747	16,865	35,361	33,107	86,080
SI	Slovenya	773	5,762	13,364	18,879	38,777
SK	Slovakya	463	3,580	13,974	38,895	56,912
FI	Fillandiya	890	12,575	13,451	51,065	77,981
SE	İsveç	2,118	13,576	156,920	42,291	214,905
UK	İngiltere	3,764	49,110	33,191	336,244	422,310

(Kaynak: Avrupa Birliği Ulaşım İstatistikleri Cep Kitabı 2018)

Açıklamalar

*2016 yılı verilerine göre

**Bu yol tipi ülkeden ülkeye farklıdır.

Ülkemizde Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM), 2018 yılı sorumluluk ağı verilerine göre, 2159 km otoyol, 65.174 km devlet ve il yolları, toplam 67.333 km'lik bir ana yol ağı bulunmaktadır.²¹

Tablo 3 KGM Sorumluluk Alanı Bilgileri

Sınıflandırma	Otoyol	Devlet Yolu	İl Yolu	Toplam
Yol Uzunluk	2,532	31,021	34,153	67,706
Tünel Sayı		238	41	279
Tünel Uzunluk		241,444	27,916	269,360
Köprü Sayı		6,138	2,049	8,187
Köprü Uzunluk		379,920	90,894	470,814
Sanat Yapısı Sayı		6,138	2,049	8,187
Sanat Yapısı Uzunluk		379,921	90,895	470,816

(Kaynak: KGM)

“OpenStreetMap”(OSM), açık platformda harita bilgisi sağlama üzere oluşturulmuş anonim bir yapıdır.²² Bu yapı içinde pek çok coğrafi harita objesi nitelikleri ile birlikte tanımlanmış olup karayolu içinde çeşitli tanımlamalar

²¹ “KGM Trafik ve Ulaşım Bilgileri”, (01.08.2019), <http://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Trafik/TrafikveUlasimBilgileri.aspx>.

²² Onur Güngör, “Haritanızı Özgür Kılın: OpenStreetMap”, AKADEMİK BİLİŞİM 2013, Antalya: Akdeniz Üniversitesi, 2013, ss. 1-2, <https://ab.org.tr/ab13/ozet/110.html>.

yapılmıştır.²³ OSM tarafından sağlanan ve Geofabrik tarafından sunulan 2019 yılı Ağustos ayı verilerine göre ise Türkiye genelinde 764.414 km karayolu bulunduğu, bunun 682.606 km'sinin motorlu taşıtlar tarafından kullanılan yollar olduğu görülmektedir.²⁴

Tablo 4 OpenStreetMap Türkiye Yol Ağı Bilgileri

	OSM Yol Tipleri	Toplam Uzunluk (Km)	% Dağılım
Motorlu Araç Yolları	01-Otoyol	6,713	90
	02-Devlet-İl Yolu	42,018	
	03-Ana Arter	19,706	
	04-Bulvar	44,056	
	05-Cadde Sokak	171,037	
	05-Toplayıcı Yol	225,696	
	06-Ara Sokak	7,642	
	07-Kırsal Yol	150,497	
	08-Servis Yolu	15,240	
	Ara Toplam	682,606	
Motorsuz Araç Yolları	09-Bisiklet Yolu	273	2
	09-Merdiven	109	
	09-Patika	8,573	
	09-Yaya Yolu	4,654	
	Ara Toplam	13,610	
Diğer	10-Bilinmeyen	1,532	8
	10-Sınıflanmamış	58,666	
	Ara Toplam	60,198	
Genel Toplam		756,414	

(Kaynak: OpenStreetMap Verisi, Geofabrik.de)

KGM verileri ile OSM verileri bir arada değerlendirildiğinde, ülkemiz genelinde tahmini 682.600 km taşıtlara ait yol olduğu varsayılırsa, KGM'nin sorumluluğunda toplam 67.333 km taşıt yolu bulunduğu; belediyeler, il özel idareleri ve diğer birimlerin sorumluluğunda tahmini 615.267 km karayolu bulunduğu düşünülebilmektedir.

Karayollarına ilave ve karayollarının bağlantısını sağlayan tüneller, katlı kavşaklar, köprüler ile alt ve üst geçitlerde önemli karayolu bileşenidir. Bu bileşenler karayolları ile birlikte toplam bir ulaşım envanteri oluşturmaktadır. Dolayısıyla gerek

²³ "OpenStreetMap Key:highway", (15.08.2019), <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Key:highway>.

²⁴ "Geofabrik OpenStreetMap Data", (15.08.2019), <http://download.geofabrik.de/europe/turkey.html#>.

planlama gerek imalat gerekse de işlet süreçlerinde bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir.

Tablo 5 Amerika Köprü Sayıları Tablosu

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Toplam Köprü	607,380	607,751	610,749	611,845	614,387	615,002	616,096
Kentsel	160,605	163,220	166,292	168,753	170,776	172,252	174,262
Kırsal	446,773	444,488	444,457	443,092	443,610	442,726	441,834
İyi Durumda Köprüler, Toplam	287,194	287,581	287,701	289,158	291,412	288,030	283,316
Kentsel	75,459	76,772	77,867	80,246	82,571	82,544	81,282
Kırsal	211,733	210,794	209,834	208,912	208,841	205,467	202,034
Orta Durumda Köprüler, Toplam	262,878	265,456	269,734	271,690	274,306	279,270	285,676
Kentsel	73,780	75,569	77,682	78,418	78,659	80,408	83,557
Kırsal	189,098	189,871	192,052	193,272	195,646	198,857	202,119
Zayıf Durumda Köprüler, Toplam	57,049	54,492	52,905	50,917	48,559	47,619	47,054
Kentsel	11,277	10,818	10,480	10,063	9,520	9,281	9,415
Kırsal	45,772	43,662	42,425	40,854	39,039	38,338	37,639

(Kaynak : Amerikan Ulaşım İstatistik Bürosu)

1.3.2. Araçlar

1.3.2.1. Binek Araçlar

Bireylerin ulaşım ihtiyacını (iş, okul, alış-veriş, sağlık vb.) karşılamak üzere kullanılan araç türüdür. Genel olarak otomobil olarak adlandırılan bu tür karayolu sistemlerinde en varlık gösteren motorlu araç türüdür.²⁵ Ülkemizde Karayolu Trafik Kanunu'na (2918 S.K.) göre otomobil, otomobil sürücüsü ve yolcuları için en fazla dokuz oturma yeri ile insanları taşımak üzere tasarlanmış ve üretilmiş motorlu taşıt olarak tanımlanmaktadır.²⁶

Gerek dünyada gerekse de ülkemizde otomobil türü araçların, karayolu trafiğindeki hakimiyeti, karayolu sistemlerinin en büyük problemi ve gelişmesi yönündeki tetikleyici faktördür.²⁷ Avrupa Birliği Hareketlilik ve Ulaşım Bölümü'nce yayınlanan Ulaşım Cep İstatistikleri 2018 verileri ile TÜİK'den elde edilen veriler bir

²⁵ Grava, *Urban transportation systems*, ss. 128-29.

²⁶ "Karayolu Trafik Kanunu", 18195, C. 2918 Sayılı Karayolu Trafik Kanunu (1983), <http://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/18195.pdf>.

²⁷ Meyer, ITE (Institute of Transportation Engineers), *Transportation Planning Handbook*, s. 34.

arada değerlendirildiğinde hem AB’de hem de ülkemizde binek araçların hakimiyeti açıkça görülmektedir.²⁸ Otomobillerin baskın hali temel bir problem haline gelmekte hatta şehirlerin sağlığına olumsuz etkilerde bulunabilmektedir.²⁹ Şehirler güncel durum itibariyle otomobil şehirleri olmuş olsa da bunu değiştirmeye yönelik eylem politikaları geliştirilerek uygulanmaya çalışılmaktadır.³⁰

1970’lerde ülkemizin nüfusu 35.605.176 iken 2016 yılında 79.814.871 olmuştur. Aynı dönemde AB bölgesindeki nüfus 439.872.955 iken 2016 yılında 510.277.177 olmuştur. Bununla birlikte 1970’lerde ülkemizde 358.543 motorlu araç bulunmakta iken AB bölgesinde 71.542.564 araç bulunmaktaydı. 2016 yılına gelindiğinde ülkemizde 19.273.842 araç kayıtlı iken AB bölgesinde 331.751.986 motorlu araç bulunmaktaydı. Söz konusu iki dönem arasında ülkemiz nüfusu iki katından fazlaya ulaşmış olup araç sayısı yaklaşık 53 katına çıkmıştır. Fakat AB bölgesinde nüfus bu yönde bir gelişim göstermemekle beraber araç sayısı 4.6 katına çıkmıştır. Bu noktada binek araç denilen otomobillere yönelik artış ait ülkemizde çok daha önemli olmuştur. 1970 yılında toplam araç içindeki otomobil payı ülkemizde %38 iken AB bölgesinde %90 düzeyindeydi. Fakat 2016 yılına gelindiğinde otomobil payı ülkemizde %59 iken, AB bölgesinde %78 seviyesinde olmuştur.

Tablo 6 Türkiye-Avrupa Birliği Otomobil Karşılaştırma Tablosu

Yıl	TÜRKİYE							AVRUPA BİRLİĞİ (AB-EU)						
	Nüfus Kişi	% Değ.	Toplam Araç*	% Değ.	Otomobil	% Değ.	% Pay	Nüfus Kişi	% Değ.	Toplam Araç	% Değ.	Otomobil	% Değ.	% Pay
1970	35,605,176		358,543		137,771		38	439,872,955		71,542,564		64,569,621		90
1980	44,736,957	26	1,308,387	265	742,252	439	57	461,646,698	5	124,169,729	74	112,142,871	74	90
1990	56,473,035	26	2,891,679	121	1,649,879	122	57	475,160,781	3	182,963,759	47	163,627,999	46	89
2000	67,803,927	20	6,976,545	141	4,422,180	168	63	487,259,080	3	253,120,744	38	201,992,920	23	80
2010	73,722,988	9	13,655,239	96	7,544,871	71	55	503,170,618	3	310,038,889	22	241,657,549	20	78
2016	79,814,871	8	19,273,842	41	11,317,998	50	59	510,277,177	1	331,751,986	7	259,486,732	7	78

(Kaynak: Türkiye verileri TÜİK, Avrupa Birliği Ulaşım İstatistikleri Cep Kitabı 2018)

Açıklama: * Türkiye toplam değeri, otomobil, minibüs, otobüs, kamyon kamyonet ve motosikletten oluşup diğer kayıtlı araçlar, AB ile aynı değerlendirme kapsamında dikkate alınmamıştır.

²⁸ Yves BORMANS, “EU Statistical Pocketbook 2018”, Text, *Mobility and Transport - European Commission*, 06.08.2018, https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2018_en.

²⁹ Peter Cox, *Moving People Sustainable Transport Development*, London; New York; Cape Town: Zed Books ; UCT Press, 2010, ss. 32-33.

³⁰ Ernesto Cipriani, Andrea Gemma, Marialisa Nigro, “A Road Network Design Model for Large-Scale Urban Network”, *Computer-Based Modelling and Optimization in Transportation*, ed. Jorge Freire de Sousa, Riccardo Rossi, Cham: Springer International Publishing, 2014, C. 262, s. 2, doi:10.1007/978-3-319-04630-3_11.

Bireysel araçlar konusunda bir diğer göstergede 1000 kişiye düşen otomobil sayısıdır. 1993 yılında Türkiye’de 1000 kişiye düşen 44 araç iken AB bölgesinde bu rakam ülkemizin 8.4 katı, 365 araçtır. 2016 yılına gelindiğinde ise Türkiye’de 142 araç olup AB bölgesinde 3.6 katı olup 507 araçtır.

Tablo 7 Türkiye-Avrupa Birliği Otomobil Sahipliği Karşılaştırma Tablosu

Yıl	TÜRKİYE				AVRUPA BİRLİĞİ (AB-EU)				AB/TR 1000 Kişi Araç Oran
	Nüfus Kişi	1000 % Kişi Değ. / Araç	% Değ.		Nüfus Kişi	1000 % Kişi Değ. / Araç	% Değ.		
1993			44		480,940,010		365		8.4
1994			47	7	482,213,929	0.3	370	2	7.9
1995			49	5	483,163,002	0.2	377	2	7.7
1996			52	5	483,938,293	0.2	385	2	7.5
1997			55	7	484,669,833	0.2	384	0	7.0
1998			58	6	485,365,834	0.1	394	2	6.7
1999			61	4	486,069,333	0.1	404	3	6.6
2000	67,803,927		68	12	487,259,080	0.2	414	2	6.1
2001			69	1	488,240,527	0.2	423	2	6.1
2002			69	0	488,962,706	0.1	430	2	6.2
2003			70	1	490,691,578	0.4	434	1	6.2
2004			79	14	492,555,798	0.4	439	1	5.5
2005			84	6	494,598,322	0.4	446	2	5.3
2006			88	5	496,436,597	0.4	453	2	5.1
2007	70,586,256	4.1	92	4	498,300,775	0.4	462	2	5.0
2008	71,517,100	1.3	95	4	500,297,033	0.4	469	2	4.9
2009	72,561,312	1.5	98	3	502,090,235	0.4	472	1	4.8
2010	73,722,988	1.6	102	5	503,170,618	0.2	480	2	4.7
2011	74,724,269	1.4	109	6	502,964,837	0.0	485	1	4.5
2012	75,627,384	1.2	114	5	504,047,964	0.2	488	1	4.3
2013	76,667,864	1.4	121	6	505,163,008	0.2	490	0	4.0
2014	77,695,904	1.3	127	5	507,011,330	0.4	493	1	3.9
2015	78,741,053	1.3	134	6	508,540,103	0.3	499	1	3.7
2016	79,814,871	1.4	142	5	510,277,177	0.3	507	2	3.6

(Kaynak: Türkiye verileri TÜİK, Avrupa Birliği Ulaşım İstatistikleri Cep Kitabı 2018)

1.3.2.2. Ticari Araçlar (Yük Araçları)

Yük ve eşya taşımak üzere tasarlanmış ve üretilmiş araçlar ticari araçlar olarak tanımlanmaktadır. 2918 S.K. göre kamyonet ve kamyon olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflama taşıma kapasitesine göre olup 3500 kg altı yük taşıma kapasitesine sahip olan

motorlu taşıtlar kamyonet olarak, 3500 kg üstü taşıma kapasitesine sahip olan motorlu araçlar ise kamyon olarak tanımlanmaktadır.³¹

1970 yılında ülkemizde %34'lük bir pay ile 122.882 adet kamyon-kamyonet bulunmakta iken AB bölgesinde %9'luk bir pay ile 6.639.641 adet kamyon ve kamyonet bulunmaktaydı. 2016 yılına gelindiğinde ise ülkemizde %22'lik bir pay ile 122.882 adet kamyon-kamyonet bulunmakta iken AB bölgesinde %11'luk bir pay ile 37.626.732 adet kamyon ve kamyonet bulunmaktaydı. 1970 yılından 2016 yılına gelindiğinde kamyon-kamyonet grubu araçlar 34.7 katına ulaşmış, AB bölgesinde ise 5.6 katına ulaşmıştır.

Tablo 8 Türkiye-Avrupa Birliği Ticari Yük Taşıma Araçları Tablosu

Yıl	TÜRKİYE							AVRUPA BİRLİĞİ (AB-EU)						
	Nüfus Kişi	% Değ.	Toplam Araç*	% Değ.	Kamyon Kamyonet	% Değ.	% Pay	Nüfus Kişi	% Değ.	Toplam Araç	% Değ.	Kamyon Kamyonet	% Değ.	% Pay
1970	35,605,176		358,543		122,882		34	439,872,955		71,542,564		6,639,641		9
1980	44,736,957	26	1,308,387	265	330,714	169	25	461,646,698	5	124,169,729	74	11,405,870	72	9
1990	56,473,035	26	2,891,679	121	520,760	57	18	475,160,781	3	182,963,759	47	18,595,454	63	10
2000	67,803,927	20	6,976,545	141	1,188,742	128	17	487,259,080	3	253,120,744	38	26,957,101	45	11
2010	73,722,988	9	13,655,239	96	3,125,397	163	23	503,170,618	3	310,038,889	22	35,205,447	31	11
2016	79,814,871	8	19,273,842	41	4,267,817	37	22	510,277,177	1	331,751,986	7	37,626,732	7	11

(Kaynak: Türkiye verileri TÜİK, Avrupa Birliği Ulaşım İstatistikleri Cep Kitabı 2018)

Açıklama: * Türkiye toplam değeri, otomobil, minibüs, otobüs, kamyon kamyonet ve motosikletten oluşup diğer kayıtlı araçlar, AB ile aynı değerlendirme kapsamında dikkate alınmamıştır.

1.3.2.3. Yolcu Taşıma Araçları

Yolcu taşımak üzere tasarlanmış ve üretilmiş motorlu araçlardır. 2918 S.K. göre sürücüsü dahil dokuzdan fazla yolcu taşıyan araçlara otobüs denilmektedir. Bu sınıfta olup sürücüsü dahil en fazla on yedi kişi taşıyan araçlara ise minibüs denilmektedir. Kanun trolleybüsleri de otobüs kapsamına almaktadır.³²

1970 yılında ülkemizde %10'lük bir pay ile 36.986 adet minibüs-otobüs bulunmakta iken AB bölgesinde %0.5'luk bir pay ile 333,302 adet minibüs-otobüs bulunmaktaydı. 2016 yılına gelindiğinde ise ülkemizde %4'lik bir pay ile 684,294 adet minibüs-otobüs bulunmakta iken AB bölgesinde %0.3'lük bir pay ile 849,592 adet

³¹ Karayolu Trafik Kanunu.

³² a.yer.

minibüs-otobüs bulunmaktaydı. 1970 yılından 2016 yılına gelindiğinde minibüs-otobüs grubu araçlar 18.5 katına ulaşmış, AB bölgesinde ise 2.5 katına ulaşmıştır.

Tablo 9 Türkiye-Avrupa Birliği Yolcu Taşıma Araçları Tablosu

Yıl	TÜRKİYE							AVRUPA BİRLİĞİ (AB-EU)						
	Nüfus Kişi	% Değ.	Toplam Araç*	% Değ.	Minibüs Otobüs	% Değ.	% Pay	Nüfus Kişi	% Değ.	Toplam Araç	% Değ.	Minibüs Otobüs	% Değ.	% Pay
1970	35,605,176		358,543		36,896		10	439,872,955		71,542,564		333,302		0.5
1980	44,736,957	26	1,308,387	265	97,490	164	7	461,646,698	5	124,169,729	74	620,988	86	0.5
1990	56,473,035	26	2,891,679	121	189,099	94	7	475,160,781	3	182,963,759	47	740,306	19	0.4
2000	67,803,927	20	6,976,545	141	354,339	87	5	487,259,080	3	253,120,744	38	781,502	6	0.3
2010	73,722,988	9	13,655,239	96	595,483	68	4	503,170,618	3	310,038,889	22	819,162	5	0.3
2016	79,814,871	8	19,273,842	41	684,294	15	4	510,277,177	1	331,751,986	7	849,592	4	0.3

(Kaynak: Türkiye verileri TÜİK, Avrupa Birliği Ulaşım İstatistikleri Cep Kitabı 2018)

Açıklama: * Türkiye toplam değeri, otomobil, minibüs, otobüs, kamyon kamyonet ve motosikletten oluşup diğer kayıtlı araçlar, AB ile aynı değerlendirme kapsamında dikkate alınmamıştır.

1.3.2.4. Motosiklet Araçları

Bisikletten gelişmiş olarak kişisel ulaşım ihtiyacını karşılamak üzere tasarlanmış ve üretilmiş motorlu taşıtlardır. 2918 S.K. göre “Azami tasarım hızı 45 km/saatten ve/veya silindir kapasitesi 50 santimetreküpten fazla olan sepetli veya sepetsiz iki veya üç tekerlekli motorlu taşıtlar ve net motor gücü 15 kilovattı, net ağırlığı 400 kilogramı, yük taşımacılığında kullanılanlar için ise net ağırlığı 550 kilogramı aşmayan dört tekerlekli motorlu taşıtlardır.” şeklinde tanımlanmıştır.³³ Tasarım şekli ve yapısı itibariyle trafik güvenliği açısından daha fazla riske sahip bu araçlar, kanunlarda da yer bulması itibariyle motorlu bir ulaşım aracı türüdür.

1970 yılında ülkemizde %10'lük bir pay ile 36.986 adet minibüs-otobüs bulunmakta iken AB bölgesinde %0.5'lük bir pay ile 333,302 adet minibüs-otobüs bulunmaktaydı. 2016 yılına gelindiğinde ise ülkemizde %4'lik bir pay ile 684,294 adet minibüs-otobüs bulunmakta iken AB bölgesinde %0.3'lük bir pay ile 849,592 adet minibüs-otobüs bulunmaktaydı. 1970 yılından 2016 yılına gelindiğinde minibüs-otobüs grubu araçlar 18.5 katına ulaşmış, AB bölgesinde ise 2.5 katına ulaşmıştır.

³³ a.yer.

Tablo 10 Türkiye-Avrupa Birliği Motosiklet Tablosu

Yıl	TÜRKİYE						AVRUPA BİRLİĞİ (AB-EU)							
	Nüfus Kişi	Tuik Motorlu Araç	Toplam Araç*	% Değ.	Motosiklet	% Değ.	% Pay	Nüfus Kişi	% Değ.	Toplam Araç	% Değ.	Motosiklet	% Değ.	% Pay
1970	35,605,176	369,808	358,543		60,994		17	439,872,955		71,542,564		0		0
1980	44,736,957	1,696,681	1,308,387	265	137,931	126	11	461,646,698	5	124,169,729	74	0		0
1990	56,473,035	3,750,678	2,891,679	121	531,941	286	18	475,160,781	3	182,963,759	47	0		0
2000	67,803,927	8,320,449	6,976,545	141	1,011,284	90	14	487,259,080	3	253,120,744	38	23,389,221		9
2010	73,722,988	15,095,603	13,655,239	96	2,389,488	136	17	503,170,618	3	310,038,889	22	32,356,731	38	10
2016	79,814,871	21,090,424	19,273,842	41	3,003,733	26	16	510,277,177	1	331,751,986	7	33,788,930	4	10

(Kaynak: Türkiye verileri TUİK, Avrupa Birliği Ulaşım İstatistikleri Cep Kitabı 2018)

Açıklama: * Türkiye toplam değeri, otomobil, minibüs, otobüs, kamyon kamyonet ve motosikletten oluşup diğer kayıtlı araçlar, AB ile aynı değeriendirme kapsamında dikkate alınmamıştır.

1.3.3. Trafik Yönetim Sistemleri

Trafik bireylerin ve yük-eşyanın bir rota üzerindeki hareketi olarak tanımlanmaktadır.³⁴ Benzer bir tanımlama ise 2918 S.K. ile de yapılmaktadır. Bu kanuna göre trafik yayaların, araçların ve trafikteki diğer unsurların karayollarında bulunduğu davranışlar denilmektedir. Dolayısıyla karayolu üzerindeki her tür sistem ve araç birbiri ile entegre ve etkileşim halindedir.³⁵

Trafik yönetimi ise karayolu üzerindeki her tür yapının, varlığın, yük ve eşyanın etkin, verimli, güvenli bir şekilde sevk ve idaresi ile sorumludur. Yayaların, bisikletlilerin, otomobiller ile minibüs-otobüs ve kamyon-kamyonet gibi daha büyük taşıtların, karayolu envanterini kullanarak ulaşım ihtiyacını karşılamak üzere faaliyetlerini yönetmek üzere konu olmaktadır. Trafiğin, trafik sıkışıklığı şeklinde gözlemlenen sonucu, bir performans göstergesinden çok çözülmesi gereken önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır.³⁶ Bu sebeple trafik yönetimi, sıkışıklık ortaya çıkartmadan güvenli ve hızlı bir ulaşımı sağlayacak şekilde, trafik alt ve üst yapısının, araçların ve bireylerin koordinasyonu sağlamalıdır.

Karayolu üzerindeki kaldırımlardan başlayarak, diğer hareketli unsurların kesişim noktaları olan kavşaklara, buradan hareketlerinin ölçülmesine ve ölçümler sonucunda

³⁴ Mike Slinn, Paul Matthews, Peter Guest, *Traffic Engineering Design: Principles and Practice*, 2. ed Amsterdam: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005, s. 2.

³⁵ Karayolu Trafik Kanunu.

³⁶ Takeshi Takama, "Adaptation and Congestion in a Multi-Agent System to Analyse Empirical Traffic Problems: Concepts and a Case Study of the Road User Charging Scheme at the Upper Derwent Valley, Peak District National Park", *Multi-Agent Systems for Traffic and Transportation Engineering*, ed. Ana L. C. Bazzan, Franziska Klügl, New York: IGI Global, 2009, s. 2.

düzeltilici önleyici faaliyetlerin uygulanmasına, uygulamaların yeniden kontrolüne ve bu şekilde döngüsel bir sürece sahip olan trafik yönetimi; süreklilik ve döngüsellik gösteren bir yapıdır.³⁷

Karayolu akışı, akışın kavşak noktalarının sinyalizasyonu, sinyal sistemlerinin birbiri ile entegrasyonu, hedef noktaların tayini, park noktalarının yönetimi ve trafiği durultucu sistemlerin bütünü trafik yönetim sisteminin konusu içindedir. Bu kapsamda her geçen gün gelişen bilgi teknolojileri, ulaşım sistemi içinde, özellikle de trafik yönetimi özelinde hızla gelişmektedir.³⁸ Dolayısıyla trafik yönetimini Akıllı Ulaşım Sistemleri kapsamında incelemek daha doğru bir hale gelmektedir.

1.4. RAYLI SİSTEMLER

Ray üstünde, kendi yolu içinde veya karayolu üstünde belirli bir rota üzerinde hareket eden ulaşım sistemleri raylı sistemler olarak adlandırılmaktadır. Tramvay, hafif raylı sistem, monoray, metro, tren gibi yapılar bu sistem içinde yer almaktadır. Kent içi, şehir içi, şehirlerarası ve ülkeler arası şeklinde hizmet verebilmektedir. Bunun yanında kent içi toplu taşıma ve şehirlerarası yolcu ve yük-eşya taşıma gibi fonksiyonel ayrımları da bulunmaktadır.

1.4.1. Tramvay

Kent içinde ray üstünde ve karayolu içinde veya karayolundan bağımsız ilerleyen türevi tramvay olarak adlandırılmaktadır. Güzergâhlarının fiziksel özelliklerine bağımlı bir şekilde hızlı ve konforlu olabilmektedir.³⁹ Bursa'da yapılmış T1-İpekböceği tramvay hattı bu konu örnek olabilmektedir. Trafığın yoğun olduğu bir güzergâhta arazi

³⁷ O'Flaherty, Bell, *Transport Planning and Traffic Engineering*, s. 43.

³⁸ Heiko Schepperle, Klemens Böhm, "Valuation-Aware Traffic Control: The Notion and the Issues", *Multi-Agent Systems for Traffic and Transportation Engineering*, ed. Ana L. C. Bazzan, Franziska Klügl, New York: IGI Global, 2009, s. 219.

³⁹ Elia Odabaşı, *TOPLU TAŞIMA GÜZERGAH SEÇİMİNE ERİŞİLEBİLİRLİĞİN ETKİSİ: KARŞIYAKA TRAMVAY ÖRNEĞİ*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018, s. 6.

yapısı ile birlikte işletme hızında ve trafik güvenliği anlamında olumsuzluklar yaşanabilmektedir.⁴⁰

Güzergâh olarak geniş ve planlı yolların tercih edilebildiği, araç trafiği etkileşimi düşük olduğu durumlarda ise beklenen hizmet seviyesini ve konforu karşılayabilmektedir. Bu sebeple Avrupa’da 175’in üstü noktada bu sistem tercih edilmektedir.⁴¹

Ülkemizde Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü’nce (AYGM) belirlenen kritere göre tramvay sistemi, zirve saatte bir yönde 10,000 -15,000 arasında yolcu taşıma kapasitesi ihtiyacının bulunduğu tavsye edilmektedir.⁴²

1.4.2. Hafif Raylı Sistem (HRS)

Tramvay sistemlerinin gelişmiş hali olan ve birden fazla araç ile dizi oluşturulabilen, genel olarak kendine özel yolu takip eden raylı sistemlerdir. Amerika’da ilk olarak 1978 yılında hayata geçmiş ve 2008 yılı sonu itibariyle 33 LRT sistemi faaliyet göstermektedir.⁴³ Bunun yanında ülkemizde de Bursa’da faaliyet göstermektedir.

HRS sistemleri ile tramvay sistemlerinin benzerlikleri bulunmakla beraber, kendine ayrılmış yol üzerinde ilerlemesi, daha hızlı işletmeye sahip olması ile birlikte daha büyük hacimde yolcu taşınması, tramvay sisteminden ayrıldığı en önemli noktalardır.⁴⁴

⁴⁰ Kerem Oğuz Şimit, Mehmet Rizelioğlu, Turan Arslan, “TÜRKİYE’NİN İLK YERLİ TRAMVAYI İPEKBÖCEĞİ HATTI ÜZERİNE BİR ANALİZ”, *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, C. 21, S. 2 (2017), s. 497, doi:10.17482/uumfd.285483.

⁴¹ Roxanne Warren, *Rail and the city: shrinking our carbon footprint while reimagining urban space*, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2014, s. 77.

⁴² “Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Alt Yapı Yatırımları Genel Müdürlüğü”, (26.08.2019), http://www.ubak.gov.tr/BLSM_WIYS/DLH/tr/DOKUMAN_SOL_MENU/Rayli_Sistem_Kriterleri/2014_0228_151652_10288_1_10315.html.

⁴³ Warren, *Rail and the city*, ss. 77-80.

⁴⁴ Grava, *Urban transportation systems*, ss. 439-40.

AYGM’ce belirlenen kritere göre HRS sistemi, zirve saatte bir yönde 15,000 - 35,000 arasında yolcu taşıma kapasitesi ihtiyacının bulunduğu tavsiiye edilmektedir.⁴⁵

1.4.3. Monoray Sistemi

Geçmişte bir noktadan başka bir noktaya mal-eşya transferi için kullanılan konveyör sistemi, 2. Dünya savaşından sonra ilk örnekleri görülmeye başlanan, 1980’lerin sonundan itibaren geliştirilen mekanik ve elektronik sistemler sayesinde Monoray sistemi olarak yolcu taşımacılığında kullanılmaya başlanmıştır. Görsel işlevinin yanında farklı yol seviyelerinde hizmet verebiliyor olması ve sürücüsüz, otonom yapıda olması ile toplu taşımacılıkta kullanılır hale gelmiştir.⁴⁶

Tasarım hızlarının HRS ve tramvaya göre daha yüksek olması, kapasite anlamında da çeşitli bölgelerin ihtiyaçlarını karşılamaya başlaması ile birlikte dünyada örnekleri görülmeye başlanmıştır. Çok yaygın olmamakla birlikte Okinawa(12.5 km - Japonya), Kuala Lumpur(8.5 km -Malezya), Las Vegas(10.8 km -Amerika) gibi yerlerde örnek monoray sistemleri bulunmaktadır.⁴⁷

1.4.4. Metro Sistemi

Kent içi raylı sistemlerde en yüksek yolcu taşıma kapasitesine sahip, genel olarak yer altı sistem tasarımına sahip raylı sistemdir. Diğer sistemlere göre daha yüksek işletme hızlarına sahiptir. Bu sebeple hatları güvenlik dahil olmak üzere pek çok nedenle izole edilmiştir.⁴⁸ Yatırım maliyeti yüksek olmasına karşın pek çok büyük kentte hızlı bir şekilde sayısı artmaktadır.⁴⁹

⁴⁵ “Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Alt Yapı Yatırımları Genel Müdürlüğü”.

⁴⁶ Grava, *Urban transportation systems*, ss. 518-20.

⁴⁷ “Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Alt Yapı Yatırımları Genel Müdürlüğü”.

⁴⁸ Grava, *Urban transportation systems*, ss. 538-39.

⁴⁹ Warren, *Rail and the city*, ss. 109-10.

Saatte 200 km hıza çıkabilen bu sistemde istasyon boyları da 200 m. olabilmektedir. Buna araç boyları ve kapasitelerinin de eklenmesi ile saatte 60,000 yolcu kapasitesine ulaşabilme imkanı oluşabilmektedir.⁵⁰

AYGM’ce belirlenen kritere göre metro sistemi, zirve saatte bir yönde 30,000 - 70,000 arasında yolcu taşıma kapasitesi ihtiyacının bulunduğu tavsiiye edilmektedir.⁵¹

1.4.5. Banliyö ve Tren Sistemleri

Banliyö ve tren hatları genellikle şehir dışındaki bölgeleri şehir merkezine bağlamak üzere veya şehirler arası bağlantıları, yolcu ve yük taşımacılığı yapmak üzere sağlarlar.

Banliyö hatları şehir dışı bölgeleri, özellikle de ana tren hatları üzerinden bağlamakla şehir içi ulaşımına önemli faydaları olmaktadır.⁵² TUIK verilerine göre 2017 yılında TCDD tarafından taşınan yolcuların %75.6’sı banliyö taşımacılığı ile yapılırken %29’u ana hat üzerinde taşınan yolculardan oluşmuştur.

Dünyada da banliyö trenleri ile taşımacılık önemli bir yer tutmaktadır. Avrupa ve Amerika’da dış bölgeleri, kent merkezlerini bağlamak, kent merkezlerine otomobillerin daha az girmesini sağlamak üzere yoğun bir kullanıma sahiptir. Her bir bölgede farklı bir şekilde konsepte sahip olsa da banliyö sistemleri, makul fiyatlar ile belirli bir hizmet seviyesini sunmaları ile uzak alanlardan kent merkezine geliş-gidişlerde tercih edilmektedir.⁵³

Tablo 11 TCDD Yolcu Sayısı Tablosu

Yıl	Yolcu Sayısı (Bin Yolcu)	Banliyö		Ana hat		Yüksek Hızlı Tren* (Bin Yolcu)
		(Bin Yolcu)	% Pay	(Bin Yolcu)	% Pay	
2004	76756	50590	65.9	26166	34	

⁵⁰ Ali Ünal, *İSTANBUL İLİNDEKİ MEVCUT RAYLI SİSTEMLER VE PLANLANAN RAYLI SİSTEMLER İÇİN TOPLU TAŞIMA ATAMASI*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2016, s. 8.

⁵¹ “Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Alt Yapı Yatırımları Genel Müdürlüğü”.

⁵² Ali Ünal, *İSTANBUL İLİNDEKİ MEVCUT RAYLI SİSTEMLER VE PLANLANAN RAYLI SİSTEMLER İÇİN TOPLU TAŞIMA ATAMASI*, s. 6.

⁵³ Grava, *Urban transportation systems*, ss. 635-41.

2005	76306	52495	68.8	23811	31	
2006	77414	53482	69.1	23932	31	
2007	81260	56305	69.3	24955	31	
2008	79187	55217	69.7	23970	30	
2009	80092	57253	71.5	22839	29	942
2010	84173	59901	71.2	24272	29	1890
2011	85752	59426	69.3	26326	31	2557
2012	70284	50361	71.7	19923	28	3350
2013	46441	25451	54.8	20990	45	4207
2014	78404	55400	70.7	23004	29	5086
2015	95317	72040	75.6	23277	24	5693
2016	89038	68079	76.5	20959	24	5898
2017	85338	63091	73.9	22247	26	7163

(Kaynak: TCDD)

Açıklama: YHT yolcuları ana hatta dahildir.

Ana hat yolcu taşımacılığında yüksek hızlı trenin (YHT) devreye girmesi ile birlikte özellikle şehirler arasındaki yolcu taşımacılığında önemli gelişmeler olması beklenmektedir.

Yolcu taşımacılığı dışında tren hatları mal-eşya taşımacılığında önemli bir yer tutmaktadır. Gerek dünyada gerekse de ülkemizde tren hatları lojistik taşımacılıkta önemli bir yer tutmaktadır.

1.4.6. Halatlı Sistemler

Füniküler, teleferik gibi sistemler alternatif ulaşım sistemi olarak ulaşım sistemi içinde yer alabilmektedir. Füniküler sistem kısa mesafeler, arazi yapısından faydalanılarak germe-çekme sistemi ile çalışan ve en az iki araçtan oluşan sistemlerdir. Dünyadaki ilk yer altı funiküler sistemi ülkemizde, İstanbul'da bulunan Tünel'dir.⁵⁴ 1875 yılında hizmete giren Tünel aynı zamanda dünyanın ikinci metrosudur. İlk dönemlerinde buharlı makinalar ile aynı hatta giden araçlar sonrasında elektrikli sistem ile her araç farklı yönde gider şekilde değiştirilmiştir.⁵⁵ Bu hatta ilave İstanbul'da 2006 yılında hizmete giren F1-Taksim-Kabataş Füniküler hattı mevcuttur. Bu hat Taksim'de diğer toplu taşıma sistemlerine entegre olmaktadır.⁵⁶

⁵⁴ C. Erdem İMRAK, Özlem SALMAN, "FÜNİKÜLER SİSTEMLER VE TÜRKİYE'DE KULLANIMI", *TMMOB MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI Mühendis ve Makina Dergisi*, 2010, ss. 1-3.

⁵⁵ "İETT - Tünel", (16.08.2019), <https://tunel.iETT.istanbul/>.

⁵⁶ "Metro İstanbul - Taksim Kabataş F1 Füniküler Hattı", (26.08.2019), <https://www.metro.istanbul/Hatlarimiz/HatDetay?hat=F1>.

Halatlı sistemlere diğer örnek ise teleferiktir. Hava tramvayı olarak pylonlar üzerine gerili halatları üzerinde kabinlerin hareket ettirilerek taşınması esasına dayanmaktadır. Genel olarak dağlık bölgelerde turistik amaçlarla kullanılmakta ise de Brezilya’da ve Amerika’da şehir içi yolcu taşımacılığında da kullanılmaktadır.⁵⁷

Türkiye’nin ilk teleferiği 1963 yılında Bursa’da hizmete girmiştir. Uludağ’a turistik yolcu taşımacılığı yapmakta olan bu hat revize edilerek hala kullanımdadır.⁵⁸ Bunun dışında teleferik sistemi Ankara’da şehir içi toplu taşıma sistemi olarak da kullanılmaktadır. 2014 yılında hizmete giren bu 3.2 km hat şehir içi toplu taşıma sisteminde kullanılmaktadır.⁵⁹

1.5. SU ÜSTÜ SİSTEMLER

Deniz, göl, boğaz, akarsu, kanal vb. su üstü imkânların bulunduğu yerlerde su yolu ile taşımacılık sistemleri kullanılabilir. Bu sistem genel olarak şehirlerarası veya ülkeler arası yük taşımacılığında kullanılsa da İstanbul, Amsterdam gibi büyük şehirlerde yolcu taşımacılığında da etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Karayolu ve demiryolu taşımacılığına göre yakıt avantajına sahip bu sistemde aynı zamanda arazi yapısına bağımlı kalmama avantajı da bulunmaktadır.⁶⁰ Fakat su üstü taşımacılık yönetimi için düzenleme gereksinimlerine de dikkat edilmesi gerekebilmektedir. İç sularda yapılan düzenlemelerin sonrasında kaldırılması olumsuz etkiler doğurabilmektedir.⁶¹

Ülkemizde, İstanbul dışında Marmara Denizi ve iç sularda da yük ve yolcu taşımacılığı yapılmaktadır. Özellikle İstanbul Deniz Otobüsleri ile Marmara Denizi’nde yapılan yük ve yolcu taşımacılığı önemli bir yer bulmaktadır. Gerek İstanbul-Bandırma,

⁵⁷ Grava, *Urban transportation systems*, ss. 772-73.

⁵⁸ “İlk Teleferik Bursa’da / Bursa Büyükşehir Belediyesi”, <http://www.bursa.com>, (26.08.2019), http://www.bursa.com/wiki/Ilk_Teleferik_Bursada.

⁵⁹ “TELEFERİK HİZMETLERİ”, *EGO Genel Müdürlüğü*, (26.08.2019), <https://www.ego.gov.tr/tr/sayfa/1082/teleferik>.

⁶⁰ Elçin Kum, *İSTANBUL’DAKİ DENİZYOLU TOPLU TAŞIMA ARAÇLARININ EVRENSSEL TASARIM AÇISINDAN İNCELENMESİ*, İstanbul: Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014, s. 8.

⁶¹ Jacob B. Polak, “Fostering Inland Waterways”, *Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions*, ed. Kenneth J. Button, David A. Hensher, Handbooks in Transport, Bingley: Emerald Group Publishing Limited, 2005, C. 6, s. 445, doi:10.1108/9780080456041.

gerek İstanbul-Yalova gerekse de İstanbul-Bursa arası yolcu ve araç taşımacılıkları tarifeli olarak yürütülmektedir.⁶²

Ulaşım türü olarak su üstü sistemler, genel olarak faydalı, rutin yolculuklarda dahi keyif veren ve maliyet avantajı olan sistemlerdir. Her ne kadar çevresel etkileri tam olarak araştırılmamış olsa da özellikle kent içi ulaşım sistemlerinde, arazi engeli olmadan hizmet vermesi yönüyle avantajlı olabilmektedir.⁶³

1.6. HAVAYOLU SİSTEMLERİ

Havayolu sistemleri genel şehirlerarası ve ülkeler arası ulaşım hizmeti veren ulaşım araçları sistemleridir. Havayolu sistemleri ekonomik, politik, sosyal, kültürel entegrasyonu sağlayıp, iletişimi ve çok hızlı ulaşım imkânı sunarak globalleşmedeki en önemli ulaşım sistemi haline gelmektedir. Ekonomik gelişmeye önemli bir katkı sunarak diğer sektörlerin de gelişmesini sağlamaktadır.⁶⁴

Kent içi ulaşım sistemlerinde doğrudan kullanılmamakla birlikte, havaalanlarına ulaşım ihtiyacının sağlanması boyutu ile diğer ulaşım sistemleri ile entegrasyonu zorunlu hale gelmektedir. Avrupa'da özellikle kent içi noktalardan hava alanlarına erişim süreleri, maliyeti ve imkânları ile ilgili olarak araştırmalar yapılarak pazarın bu noktada gelişimi için çalışılmaktadır.⁶⁵ Dolayısıyla sadece Avrupa'da değil ülkemiz de hava ulaşımına entegrasyonun sağlanması, önemli bir ulaşım politikası olarak ön plana çıkmaktadır.

Havayolu sistemlerinin, kent içi ulaşımında kullanılması açısından ise ülkemizde bazı lokal uygulamalar mevcut olmaktadır. İstanbul'da İsbak tarafından kurulmuş ve işletilmekte olan Heliport, helikopter tipi hava araçları ile helikopter taksi, acil sağlık

⁶² Hasan Mısır, *ŞEHİR İÇİ DENİZ TOPLU TAŞIMA POLİTİKASI: İSTANBUL ÖRNEĞİ*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, 2007, ss. 50-51.

⁶³ Grava, *Urban transportation systems*, ss. 763-64.

⁶⁴ Ben Daley, *Air transport and the environment*, Farnham, Surrey, England ; Burlington, VT: Ashgate Pub. Co, 2010, ss. 1-2.

⁶⁵ "Analyses of the European Air Transport Market Airport Accessibility in Europe", Köln: European Commission, 2010, ss. 9-15, <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/modes/air/studies/doc/intermodality/2010-airport-accessibility-in-eu.pdf>.

hizmetleri, turizm ve ticari kullanım gibi amaçlarla hizmet vermektedir.⁶⁶ Buna benzer bir uygulamaya Mersin’de de geçilmesi planlanmaktadır. Fakat bu uygulamanın daha çok turistik amaçlı olduğu görülmektedir.⁶⁷

2. TOPLU TAŞIMA SİSTEMİ

Toplu taşıma sistemi yaya, bisiklet, karayolu, raylı, su üstü vb. sistemleri içinde barındıran özellikle kent içi bütünleşik yolcu taşıma sistemidir. Her bir kente uygun şekilde gelişen, bireylerin yolcu taleplerini, verimli, hızlı, ekonomik ve güvenli bir şekilde karşılamayı amaçlamaktadır. Kentlerin giderek otomobil yoğun hale geldiği günümüzde, bu durumu tersine çevirmenin yolu toplu taşıma sistemlerinin etkinliğinin artırılmasından geçmektedir.⁶⁸

Toplu taşıma, durak yerinden başlayarak, araç türü, rota, zaman çizelgesi, ağ yapısı, ücretlendirme, güvenlik, teknolojik durumu gibi boyutlarda da incelenebilmektedir. Dolayısıyla ulaşımın bir ağ olduğu şehir aynı zamanda kendisi bir sistemdir ve bu da ancak toplu taşıma sisteminin etkinliği ve başarısı ile gerçekleştirilebilmektedir.⁶⁹

2.1. DURAKLAR, İSTASYONLAR, TERMİNALLER

Toplu taşıma kullanıcısının, sisteme entegre olduğu ideal noktadır.⁷⁰ Sistem tasarımında duraklar ve/veya yolcu istasyonları ideal yolcu indi-bindi aktivitesini sağlayacak şekilde yer almalıdır. Lastik tekerlekli sistemlerin hizmet verdiği cadde üstü otobüs duraklarında Brezilya’da 400-600 metre olabilirken, Amerika’da yoğun yerleşim bölgelerinde 150 m olabilmektedir. Kavşak noktası gibi yerlerde uzak veya yakın bir noktadaki durak seçimi taşıma sisteminin verimliliğini ve etkinliği artırabilmektedir. Bu noktanın, karakteristiği ile doğrudan ilgilidir.⁷¹

⁶⁶ “Heliport – İSPARK İstanbul Otopark İşletmeleri Tic. AŞ”, (05.08.2019), <https://ispark.istanbul/projeler/hava-taksi-heliport/>.

⁶⁷ “Mersin’de hava taksi hizmeti”, *NTV*, 18.06.2019, https://www.ntv.com.tr/turkiye/mersinde-hava-taksi-hizmeti,BTd4H6VO_Eqanu1YQVP1aQ.

⁶⁸ Meyer, ITE (Institute of Transportation Engineers), *Transportation Planning Handbook*, s. 485.

⁶⁹ Cox, *Moving People Sustainable Transport Development*, s. 67.

⁷⁰ Avishai Ceder, “DESIGNING PUBLIC TRANSPORT NETWORK AND ROUTES”, t.y., s. 74.

⁷¹ Meyer, ITE (Institute of Transportation Engineers), *Transportation Planning Handbook*, s. 545.

Durak, yolcu istasyonları ya da aktarma terminallerine ait konum, erişilebilirlik; yaya ile diğer sistemlerin entegrasyonu açısından çok önemlidir. Bunun yanında bilgilendirme içeriğinin varlığı ve yapısı da durak ile ilgili temel gereksinimleri karşılamada faydalı olacaktır.⁷² Bunun yanında, özel tasarım ve görsel özelliklere sahip olması da toplu taşıma sistemine fayda sağlamaya ilave kentin imajına da fayda sağlayacaktır.⁷³ Durağın fiziki yapısının, temizliğinin, güvenliğinin iyileştirilmesi olumlu yönde katkıda bulunacaktır.⁷⁴

2.2. TOPLU TAŞIMA SİSTEMİ ARAÇLARI

Toplu taşıma sisteminde, karayolu sisteminin neredeyse tüm araçları faaliyet göstermektedir. Bisiklet, motosiklet gibi araçlar sisteme ilk entegrasyon araçları olabilmektedir. Otomobil türü araçlar ise gerek ara toplu taşıma olarak adlandırılan taksi görevi ile gerekse de bireylerin en yakın toplu taşıma sistemi bileşenine entegre olmasında yer alabilmektedir.

Karayolunda bulunan lastik tekerlekli araçlardan, bu bölümde en önemlileri minibüs, otobüs türü araçlardır. Ara toplu taşıma bileşeni olarak minibüs tipi araçlar servis, minibüs hizmeti verebilirken, normal toplu taşımada düşük kapasiteli otobüs görevi görebilmektedir. Fakat otobüsler bu konuda en büyük taşıma kapasitesini üstlenmektedir.⁷⁵

Su üstü ve diğer (füniküler, teleferik) ulaşım araçları lastik tekerlekli araçlar gibi ya kısa ulaşım taleplerine hizmet etmekte ya da ulaşım hareketlerinde ara bileşen olarak diğer araç türlerine entegre olmaktadır.

Tramvay, HRS(hafif raylı sistem) ve metro gibi raylı sistem araçları ise temel çevreci ve taşıyıcı omurga görevini görmektedir. Bu araç türlerine diğer araç

⁷² William L. Garrison, David M. Levinson, *The Transportation Experience: Policy, Planning, and Deployment*, New York: OXFORD UNIVERSITY PRESS, 2006, C. 52, s. 379.

⁷³ Genevieve Giuliano, Sara Hayden, "Marketing Public Transport", *Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions*, ed. Kenneth J. Button, David A. Hensher, Handbooks in Transport, Bingley: Emerald Group Publishing Limited, 2005, C. 6, s. 638, doi:10.1108/9780080456041.

⁷⁴ Tumlin, *Sustainable transportation planning*, s. 128.

⁷⁵ Belkıs Saraçoğlu, *TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNİN ENTEGRASYONUNDA AKTARMA MERKEZLERİ: İSTANBUL TARİHİ KIYI BÖLGELERİ ÖRNEĞİ*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012, ss. 11-12.

sistemlerine entegrasyon sağlanarak en büyük yolcu taşıma faaliyetleri yerine getirilmektedir. Ulaşım güvenliği, kentsel yaşam üzerine olumlu etkisi genel ulaşım sistemlerine entegre edilmesindeki kolaylıklar nedeniyle toplu ulaşım sistemlerinin önemli bir bileşenidir.⁷⁶

2.3. ARA TOPLU TAŞIMA-TOPLU TAŞIMA

Toplu taşıma sistemleri dünyanın pek çok bölgesinde ara toplu taşıma ve toplu taşıma ayrımına konu olacak şekilde alt sistemlere sahip olabilmektedir. Bu sistemler daha düşük kapasiteli araçlar ile nüfusun daha az yoğun olduğu bölgelerdeki ulaşım talebinin toplayıcı hizmet veya ana ulaşım hizmeti gördüğü sistemlerdir.⁷⁷ Genellikle taşıma sisteminin özelleşmesi şeklinde görülen ara toplu taşıma alt sisteminde; taksi gibi zaman çizelgesi bağımsız, taksi dolmuş gibi otomobil kapasitesi ile belirli bir hat üzerinde zaman çizelgesi bağımsız, minibüs gibi otobüsten daha küçük araçlar ile esnek hat ve zaman çizelgesi yapısında veya servis gibi hat rota bağımsız, kişisel-kurumsal talepler doğrultusunda faaliyete sahip alt sistemler bulunabilmektedir.⁷⁸

Ara toplu taşıma sisteminin üst katmanını oluşturan toplu taşıma sistemi, otobüs, raylı sistem gibi yüksek kapasiteli, rota ve güzergahlara katı bir şekilde bağlı ve zaman çizelgesi doğrultusunda, büyük oranda kamu kaynakları ile yürütülen ana sistemdir.

2.4. ROTA-GÜZERGAH

Toplu taşıma sisteminin en önemli bileşeni rota oluşturulması, seçimi ve revizyonudur. Ulaşım talebinin başlangıç ve varışını temsil eden iki nokta arasında, kurulan rota, rotanın kurulacağı arazinin topolojisi, talebe göre belirlenmiş kalkış zaman frekansları, gerekli araç miktarı ile maliyete dayalı yolcu tercih miktarı ilişkisi bulunmaktadır. Rota ve rotaların tüm ağ boyutu ile tercih boyutu, eş zamanlı toplu taşıma kullanma talebi ile ilişkilidir. Bu ilişki ise Başlangıç-Variş(B-V) matrisleri ile

⁷⁶ Harun Dursun, *RAYLI SİSTEMLERİN GELİŞİMİ VE KENTİÇİ RAYLI VE LASTİK TEKERLEKLİ TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNİN HİZMET KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: İSTANBUL ÖRNEĞİ*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013, ss. 30-32.

⁷⁷ Meyer, ITE (Institute of Transportation Engineers), *Transportation Planning Handbook*, ss. 487-96.

⁷⁸ Mahmut Esad Ergin, *İSTANBUL TOPLU TAŞIMA SİSTEM ALGISİNİN MEVCUT VE SANAL TERCİHLER ÇERÇEVESİNDE LOJİT MODEL İLE İNCELENMESİ*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015, ss. 20-22.

oluşturulmaktadır. Dolayısıyla rotanın oluşturulması esnasında tüm bu ilişkilerin doğru bir şekilde modellenmesi gerekmektedir. Zira rota bir kez oluşturulduktan sonra bir sonraki planlama dönemine kadar varlığını sürdürecektir.⁷⁹

2.5. ZAMAN ÇİZELGESİ

Toplu taşıma sisteminin bir diğer önemli bileşeni de zaman çizelgeleridir. Ulaşım talebinin eş zamanlılığı kapsamında, B-V matrisleri ile formüle edilerek, belirlenmiş rotalara zaman çizelgeleri ile gerçekleştirilmektedir. Ana kalkış durağından başlamak üzere oluşturulmuş zaman çizelgeleri rotanın noktaları arasındaki alt geçişleri ve diğer duraklardaki kalkış zamanlarını belirleyecektir. Dolayısıyla toplu taşıma rotası, kullanılan arazinin yapısı, kapasite oluşturmak için belirlenecek frekanslar ile doğrudan ilişkilidir.⁸⁰ Zira toplu taşıma rotası bir ağ üzerinde bulunduğu için rotanın tek başına değil ağ genelindeki diğer rotalar ile etkileşimi ile de ilişkilidir.⁸¹ Dolayısıyla rotanın takip etmesi gereken noktaların seçimi ile oluşturulan rotanın diğer rotalar ile etkileşimi temel iki gereksinimdir ki zaman çizelgesinin bu boyutu etkisi önemli olmaktadır.⁸²

Zaman çizelgesini doğrudan etkilememekle beraber duraklardaki biniş-iniş hareketleri de bu noktada etkili olabilmektedir. Dolayısıyla durağın konumu, yolcuların rota üzerinde araca dahil olma yöntemleri, zaman çizelgesi ile çizelgelenen rotanın veriminde, etkinliğinde olumsuzluklara neden olabilecektir.⁸³

Sisteme ait zaman çizelgelerinin oluşturulması pek çok faktör barındırmakta olup karmaşık bir konudur. Fakat temel amaç yolcunun talebini, talep edilen zamanında karşılamaktır. Rotaya ait iki kalkış zamanı arasında büyük aralıklar kullanıcıların tercih

⁷⁹ Ceder, "DESIGNING PUBLIC TRANSPORT NETWORK AND ROUTES", ss. 61-62.

⁸⁰ Antonio Polimeni, Antonino Vitetta, "A Method for Topological Transit Network Design in Urban Area", *Computer-Based Modelling and Optimization in Transportation*, ed. Jorge Freire de Sousa, Riccardo Rossi, Cham: Springer International Publishing, 2014, C. 262, s. 152, doi:10.1007/978-3-319-04630-3_12.

⁸¹ João Mendes-Moreira, Jorge Freire de Sousa, "Evaluating Changes in the Operational Planning of Public Transportation", *Computer-Based Modelling and Optimization in Transportation*, ed. Jorge Freire de Sousa, Riccardo Rossi, Cham: Springer International Publishing, 2014, C. 262, ss. 59-60, doi:10.1007/978-3-319-04630-3_5.

⁸² Meyer, ITE (Institute of Transportation Engineers), *Transportation Planning Handbook*, s. 567.

⁸³ a.g.e., s. 573.

seviyesini etkileyebileceğinden rotanın etkinliğini olumsuz etkileyecektir. Diğer yandan çok sık şekilde uygulanması da işletmeci tarafında olumsuz etkiler doğurabilecektir.⁸⁴

2.6. ÜCRETLENDİRME VE ÜCRET TOPLAMA

Toplu taşıma sistemlerinde kullanıcıların bir diğer beklentisi ise, hızlı, konforlu ve ulaşım ihtiyacını karşılayan hizmetin mantıklı bir fiyata sahip olmasıdır.⁸⁵ Kentlerin yapısı karmaşıklaşması ile birlikte tekli rotaların yerini birden fazla ulaşım sistemlerinden (farklı türler) oluşan seyahat almaya başlamıştır. Bu sebeple toplu taşıma kullanıcıları, rotanın maliyetinden ziyade toplam seyahat maliyeti ile daha çok ilgilenmeye başlamıştır. Dolayısıyla ağ yapısındaki bir toplu taşıma sisteminde, sistemin maliyetlerini karşılamaya yeterli bir ücretle politikasının, tekil rota fiyatlamasından daha etkili olabilmektedir.

Bilgi teknolojilerindeki gelişme ile birlikte nakit ücret ödemesinde, manyetik karta, buradan da akıllı kartlara geçiş ile elektronik ücret ödeme yöntemleri 1990'ların ikinci yarısından itibaren ciddi oranda gelişmeye başlamıştır.⁸⁶ Elektronik ücret toplamının, ekonomik boyutu, veri süreçleri, iletişim teknolojilerinin uygulanması ve işletmeciler tarafındaki uygulamaların karmaşık bir yapı oluşturmaktadır. Bununla birlikte yolcuların tek bir kart ile seyahatlerini farklı ulaşım türlerinin bütününde gerçekleştirebilmesi, işletmecilerin her tür bilgiye erişmesi elektronik ücret toplamada önemli avantajlardandır.⁸⁷

3. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ

Bilgi teknolojilerindeki gelişim ile birlikte ulaşım sistemleri içinde yerini almaya başlamıştır. Ulaşım sistemlerinin etkinliğinin artırılması, geleneksel problemlere çözüm olması amacıyla akıllı ulaşım sistemleri (AUS) yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır.

⁸⁴ Thomas J. Kimpel, James G. Strathman, Steve Callas, "Improving Scheduling Through Performance Monitoring", *Computer-Aided Systems in Public Transport*, ed. Mark Hickman, Pitu Mirchandani, Stefan Voß, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008, C. 600, s. 255, doi:10.1007/978-3-540-73312-6_13.

⁸⁵ S. C. Wirasinghe, "Initial Planning for Urban Transit Systems", *Advanced Modeling for Transit Operations and Service Planning*, ed. William H. K. Lam, Michael G. H. Bell, Emerald Group Publishing Limited, 2002, s. 2, doi:10.1108/9780585475226-001.

⁸⁶ D. Husemann, "The Smart Card: Don't Leave Home without It", *IEEE Concurrency*, C. 7, S. 2 (1999), ss. 27-29, doi:10.1109/4434.766959.

⁸⁷ Bruno Agard, Catherine Morency, Martin Trépanier, "Mining Public Transport User Behaviour from Smart Card Data", 2006, ss. 1-2.

Amerika, Avrupa, Japonya, Çin gibi gelişmiş ve ulaşım sistemleri karmaşık bölgelerde AUS, ulaşım sistemlerinin etkinliğini arttırmada önemli roller almaya başlamıştır.

Yaya sistemlerinde yaya güvenliği, bilgilendirme, yönlendirme amacıyla kullanılmaktadır. Bisiklet ulaşımı da yine aynı şekilde konu olmaktadır. Özellik bu iki alternatif türdeki uygulamalar bilgilendirme ve yönlendirme odaklıdır.⁸⁸

AUS, karayolu sistemlerine; trafik sinyalizasyon, yönetim merkezi, karayolu alt ve üst yapısı yönetimi, araçların kendi aralarında ve karayolu altyapısı ile iletişimi ile birlikte, tüm bileşenlerin bilgi teknolojileri ile birlikte koordinasyonu şeklinde konu olmaktadır.⁸⁹ Özel sektör uygulamaları ile her geçen gün gelişmektedir. Karayolu üzerinde sinyal sistemlerinin dinamikleşmesi, birbiriyle ve merkezi yapılar ile sürekli olarak iletişim halinde kalarak trafik akışının optimizasyonu şeklindeki uygulamalar dünyanın pek çok yerinde sıkça uygulanmaya başlanmıştır.⁹⁰ Karayolu sistemlerinde AUS, sadece trafik akışı odağında kalmayıp otopark yönetimi, park et-devam et sistemleri, ücret toplama sistemleri ile birlikte ulaşım türlerinin entegrasyonu açısından önemli olmaktadır.

Karayolu sistemleri özelinde AUS'un en popüler konusu ise sürüş destek sistemleri ile birlikte otonom sürüşe sahip araçların geliştirilmesidir. Waymo⁹¹, NVidiaCar⁹² gibi otonom araçlar geliştirilmiş olup, reel trafik akışı içinde yer bulmaya başlamıştır. Ülkemizde Okan Üniversitesi'nce OKANOM adı ile otonom araç projesi de hali hazırda devam etmektedir.⁹³ Bununla birlikte yapay zekânın sürücü davranışlarını

⁸⁸ "SWARCO | Bicycle Solutions", (26.08.2019), <https://www.swarco.com/solutions/traffic-management/bicycle-solutions>.

⁸⁹ "ITSA Infrastructure", *ITS America*, (26.07.2019), <https://www.itsa.org/policy-infrastructure>.

⁹⁰ "Siemens Intelligent Traffic Systems (ITS)", newton_ps-access, *Siemens.Com Global Website*, (26.08.2019), <https://new.siemens.com/global/en/products/mobility/road-solutions.html>.

⁹¹ "Waymo-Google Car", *Waymo*, (26.08.2019), <https://waymo.com/>.

⁹² "Self-Driving Cars Technology & Solutions from NVIDIA Automotive", *NVIDIA*, (26.08.2019), <https://www.nvidia.com/en-us/self-driving-cars/>.

⁹³ "OKANOM - Okan Otonom Araç Projesi - Projeler - Ulaştırma Teknolojileri ve Akıllı Otomotiv Sistemleri Uygulama ve Araştırma Merkezi - Araştırma Merkezleri - İstanbul Okan Üniversitesi", (26.08.2019), <https://okan.edu.tr/arastirma/sayfa/914/okanom-okan-otonom-arac-projesi/>.

modelleme ve sürücülerin koordinasyonunu sağlayarak, trafik akışında etkinliğin artırılması yönünde çalışmalara da devam edilmektedir.⁹⁴

AUS, toplu taşıma sistemleri özelinde, elektronik bilet, filo yönetimi ve takibi, ulaşım türleri arasında entegrasyon, durak yönetim ve bilgi sistemi, yolcu bilgilendirme, güvenli sürüş, toplu taşıma öncelikli trafik akışı sağlama, toplu taşıma planlama ile genel toplu taşıma bilgilendirme konularında uygulama alanı bulmaktadır.⁹⁵

AUS sistemlerinin en temel bileşeni ölçme ve analiz sistemleri önemli veri akışı sağlamalarıdır. Yaya sayımı, obje(insan, hayvan, eşya vb.) varlık kontrolü gibi yapıların yanında, karayolu üzerinde sensör, kamera vb. sistemler kullanılarak araçların sayımı, takibi, trafik akışının optimizasyonunu sağlayacak her tür bilgi AUS mimarisinin temelini oluşturmaktadır.⁹⁶ Bu şekilde yoğun veri akışı iletişim alt yapısının da gelişmesini sağlamakta ya da iletişim alt yapısının gelişmiş olması bu denli bir bilgi akışını sağlamaktadır.

Kurumsal yapı anlamında ise AUS her bir bölgede farklı organizasyonların kurulmasını sağlamıştır. Amerika’da ITSA⁹⁷, Avrupa’da ERTICO⁹⁸, ülkemizde ise AUSDER⁹⁹ gibi örnekler ile AUS içinde karar vericiler ile hizmet sağlayıcıların bir arada etkileşim için sistem gelişimi için çalışmasını sağlamaktadır.

Ülkemiz özelinde ise Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı’nca hazırlanan Akıllı Ulaşım Strateji Belgesi 2014-2023 ile ulaştırma sektörü içinde faaliyet gösteren tüm paydaşların bir arada yürütmesi gereken stratejik planlama sağlanmıştır. Ülkemizde ulaşım sektöründe faaliyet gösteren pek çok büyük kamu kurumu ve kuruluşu ile özel

⁹⁴ “Artificial Intelligence to End Future Holiday Jams Caused by Roadworks”, *GOV.UK*, (27.08.2019), <https://www.gov.uk/government/news/artificial-intelligence-to-end-future-holiday-jams-caused-by-roadworks>.

⁹⁵ “SWARCO | Public Transport”, (26.08.2019), <https://www.swarco.com/solutions/public-transport>.

⁹⁶ “AUS Strateji Belgesi”, (t.y.), ss. 18-19, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/10/20141025-21-1.pdf>.

⁹⁷ “ITSA Our Roadmap for Technology”, *ITS America*, (26.07.2019), <https://www.itsa.org/our-roadmap-for-technology>.

⁹⁸ “ERTICO”, *ERTICO*, (26.08.2019), <https://ertico.com/>.

⁹⁹ “AUSDER – Türkiye Akıllı Ulaşım Sistemleri Derneği”, (26.08.2019), <http://www.ausder.org.tr/>.

sektör katılımcılarının görevleri, 2023 yılına kadar izlenecek yol haritası tanımlanmaktadır.¹⁰⁰

AUS sistemleri geldiği konum ve devam eden projeler ile birlikte günümüzde ve gelecekte ulaşım sistemlerinin planlanması, işletilmesi ve etkinliğini sağlamada en önemli başlıklardan biri olmaya devam edecek olup teknolojik gelişmeler de bu yönde bir eğilim sağlamaktadır.

4. ULAŞIM YÖNETİMİ VE MEVZUAT

Ulaşım sistemleri denildiğinde önemli olan bir diğer nokta ise düzenleyici kurallar, politikalar ve mevzuattır. Sistemi içeren her bir unsurun görevini, nasıl, ne zaman ve hangi çerçevede faaliyette bulunacağını politika ve mevzuat belirlemektedir. Ulaşımın coğrafi, ekonomik, sosyal ve politik çerçeveye sahip olmasının yanında teknolojik ve çevresel kısıtları, ilkesel, algısal ve özelliğe bağlı kural, mevzuat katmanını zorunlu kılmaktadır. Dolayısıyla ulaşım sistemlerinin kente, şehre, bölgeye, ülkeye özgü karakteristik barındırması, söz konusu kırımlarda politika ve mevzuatın belirlenmesi zorunlu kılmaktadır.¹⁰¹

Yönetimsel açıdan ise politika ve mevzuata uygun şekilde sistemleri sevk ve idare yapılarının kurulması gerekmektedir. Operasyonel faaliyetlerin söz konusu kurum ve kuruluşlarca yürütülmesi, denetlenmesi, koordine edilmesi gerekmektedir. Zira çok unsurlu bir yapıda olan ulaşım sisteminde bir yönetim biriminin varlığı vazgeçilmez bir unsurdur.¹⁰²

4.1. DÜNYADA ULAŞIM YÖNETİMİ VE MEVZUATI

1966 yılında Amerika'da, Ulaşım Departmanı kurulmuştur. Bu kurum Amerika'daki ulaşım sistemi unsurlarının kapsamlı ve koordineli hareket etmesi üzerine koordinatör birim olarak kurulmuştur. Temel hedefleri, federal hükümetin ulaşım programlarının etkin ve koordineli biçimde yönetilmesi, özel işletmelerin koordineli ulaşım aktivitelerinde maksimum düzeyde hizmet etmesi, federal, eyalet, yerel yönetimlerle taşıyıcılar ve işgücünün ulusal ulaşım hedefleri doğrultusunda işbirliğinin

¹⁰⁰ AUS Strateji Belgesi.

¹⁰¹ William L. Garrison, David M. Levinson, *The Transportation Experience*, C. 52, ss. 16-17.

¹⁰² Meyer, ITE (Institute of Transportation Engineers), *Transportation Planning Handbook*, s. 355.

teşvik edilmesi, ulaşımda teknolojik gelişmelerin teşvik edilmesi, ulaşım problemlerinin tanımlanmasında genel liderlik sunması, halkın, taşıyıcıların, endüstrinin, ulusal savunmanın ihtiyaçları konusunda kongre ve başkana tavsiyede bulunmak şeklinde oluşmuştur. Federal hükümet ulusal ulaştırma politikaları ile mevzuatını belirlerken, eyalet yönetimleri benzer şekilde eyalet içindeki ulaşım plan ve politikalarını belirlemektedir. Yerel birimler ise ulusal ve eyalet yönetimlerinin belirlediği ilkeleri yerine getirmek zorunda olup yatırımlar konusunda diğer birimler ile koordineli çalışmak zorundadır.¹⁰³

Avrupa'da ise, 1 Ocak 1958'de Roma Anlaşması ile Avrupa Ekonomik Topluluğu, kurucu olan altı ülkenin (Hollanda, Lüksemburg, Belçika, Fransa, Almanya, ve İtalya) öncülüğünde kuruldu. 1986 yılında Tek Avrupa yasası ile birlikte iç pazarın 1 Ocak 1993'e kadar kurulmasını belirledi ve 1992 Maasricht ile 1997 Amsterdam anlaşmaları ile AB bugünkü haline kavuştu. Avrupa Parlamentosu, Avrupa Konseyi gibi temsil organları ile birlikte Avrupa Merkez Bankası, Avrupa Yatırım Bankası gibi operasyonel birimlerin kurulması ile birlikte kurumsal çatısı tamamlanmıştır. Roma Anlaşması'nın iki önemli ve ayrı başlık bulan konuları tarım ve ulaşım olmuştur. 1986'daki tek Avrupa Anlaşması'nın ulaşım ile ilgili kısmının hayata geçmesi ise Avrupa Adalet Mahkemesi'nin 1989'daki kararı ile hayata geçmiş fiyat ve kapasite konusundaki ulusal düzenlemeler ortadan kalkarak ortak yapıya geçilmiştir. Havacılık, denizcilik ve raylı sistemler konusunda çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Karayolu taşımacılığı için üye ülkelerden birinin vermiş olduğu yetki belgesi AB bölgesinde geçerli olmuş ve çalışma şartlarının iyileştirilmesi yönünde düzenlemeler kabul edilmiştir. Ayrıca Roma Anlaşması ile belirlenen rekabeti önleyici yapıların uygulanmasına başlanmıştır. 1996 yılında Avrupa Parlamentosu tarafından Avrupa Ulaşım Ağı (European Transport Network TEN-T) oluşturulmasına karar verilmiş ve bu ağın karayolları, demiryolları, iç suyolları, havaalanları, limanlar, iç limanlar ve tüm bölgeye hizmet veren trafik yönetim sistemlerini oluşturması kararı verilmiştir. 2020

¹⁰³ Edward Weiner, *Urban Transportation Planning in the United States*, New York, NY: Springer New York, 2013, ss. 763-65.

yılına kadar “trans-European” ağının üye ülkeleri de içine alacak şekilde genişlemesi kararı verilmiştir.¹⁰⁴

Asya’da ise 1967 yılında beş ülke öncülüğünde Güney Asya Milletler Birliği (ASEAN) kurulmuştur. Fakat bu yapı AB gibi tek bir bölge mantığı ile gelişmemiştir. 2000 yılına gelindiğinde üye ülke sayısı on olmuştur.1980’lerden sonra bu bölgedeki ülkelerin hızlı ekonomik gelişmeleri neticesinde bireylerin hareketliliği ile mal-eyya hareketliliğinde önemli artış olmuştur. Sonraki yıllarda ise Çin ve Japonya ile birlikte ASEAN ülkeleri, politika geliştirmek, insan kaynağını arttırmak ve geliştirmek, yük taşımacılığında işbirliğine gitmek, güvenli deniz taşımacılığını cezbetmek ve hava taşımacılığını güvenli ve verimli hale getirmek üzere işbirliğine gitmiştir. Fakat 2005 yılında Endonezya’da ve sonraki dönemde diğer bazı ülkelerde yaşanan tsunami ve diğer doğal afetler bölgedeki ülkelerin ulaşım altyapılarına önemli zararlar vermiş olup, bölgesel ulaşım iş birliğinde zayıflamalara neden olmuştur.¹⁰⁵

Ülkesel yönetim ve karar mekanizmalarının yanında bölgesel ya da kentsel ulaşım yönetim sistemleri de dünyada ön plana çıkmaya başlamıştır. Yerel, kent düzeyinde ulaşım yönetimin esnek, hızlı ve daha doğru bir şekilde yerinden yönetim ilkesine göre “Metropolitan Ulaşım Otoritesi” kavramı gelişmektedir.¹⁰⁶ Transport For London (TFL)¹⁰⁷ ve Metropolitan Transport Authority of Barcelona (ATM)¹⁰⁸ bu konuda en önde gelen örneklerdendir.

4.2. ÜLKEMİZDE ULAŞIM YÖNETİMİ VE MEVZUATI

Ülkemizde ulaştırma yönetimi anlamında en üst yönetim birimi Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı’dır. 1939 yılında Ulaştırma Bakanlığı olarak kurulan bakanlık göre

¹⁰⁴ Peran Van Reeve, “Transport Policy In The European Union”, *Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions*, ed. Kenneth J. Button, David A. Hensher, Bingley: Emerald Group Publishing Limited, 2005, ss. 705-23.

¹⁰⁵ Anthony T.H. Chin, “Transport Policies In Asean Countries”, *Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions*, ed. Kenneth J. Button, David A. Hensher, Handbooks in Transport, Bingley: Emerald Group Publishing Limited, 2005, C. 6, ss. 745-60, doi:10.1108/9780080456041.

¹⁰⁶ Simone Buseti, *Governing Metropolitan Transport*, Cham: Springer International Publishing, 2015, s. 6.

¹⁰⁷ Transport for London | Every Journey Matters, “TfL | Keeping London Moving”, *Transport for London*, (13.08.2019), <https://www.tfl.gov.uk/>.

¹⁰⁸ “ATM | official website of the Autoritat del Transport Metropolità”, (27.08.2019), https://www.atm.cat/web/index_en.php.

alanı yıllar içinde değişmiş, artarak genişlemiştir. Yerel yönetimlerin sorumluluk alanı dışında kalan tüm ulaştırma ve iletişim hizmetleri, bölgesel ve ulusal düzeyde Bakanlıkça yönetilmektedir. Bünyesinde, Karayolları Genel Müdürlüğü, Karayolu Düzenleme Genel Müdürlüğü, DHMİ Genel Müdürlüğü, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, Demiryolu Düzenleme Genel Müdürlüğü, TCDD İşletmesi Genel Müdürlüğü, Deniz ve İçsular Düzenleme Genel Müdürlüğü, Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü, Liman Başkanlıkları, Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü gibi kurumları barındırmaktadır. Bakanlık ve bu kurumlar, yerel yönetimlerin dışında kalan kara, demiryolu, deniz, hava ulaşım sistemlerinin, bölgesel ve ulusal faaliyetlerin yönetilmesi, işletilmesi, işlettirilmesi ve koordinasyonu ile görevlidir.¹⁰⁹

Ulaşım mevzuatı açısından karayolları üzerinde trafik ile ilgili her tür faaliyeti 2918 Sayılı Karayolları Trafik Kanunu¹¹⁰ ve bu kanun kapsamında hazırlanan Karayolları Trafik Yönetmeliği¹¹¹ düzenlemektedir. Bu kanun ile beledilere dışında kalan bölgelerde trafik akışı ile ilgili yerel düzenleme, karar alma yetkisi İl Trafik Komisyonu uhdesine verilmiştir. Karayolu üstünde yolcu, mal-eşya taşıma konusunda ise Karayolu Taşıma Kanunu ve bu kanun kapsamında düzenlenen Karayolu Taşıma Yönetmeliği mevzuat olarak yer almaktadır.

Yerel düzeyde yani il ve ilçe düzeyinde ise belediyeler sorumlu olduğu sınırlar içinde, ulaşım ile ilgili kanunlarla verilen düzenlemeleri yapma yetkisine sahiptir. 5216 Sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu¹¹² ve bu kanun kapsamında hazırlanan Büyükşehir Belediyeleri Koordinasyon Merkezleri Yönetmeliği¹¹³, büyükşehir belediyeleri sınırları içinde temel belirleyici mevzuattır. 6360 Sayılı Kanun ile Türkiye genelinde büyükşehir belediyesi sayısı 29'a çıkmış olup sorumluluk bölgesi bütün şehir haline gelmiştir.¹¹⁴

¹⁰⁹ "T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı", (26.08.2019), <https://www.uab.gov.tr/>.

¹¹⁰ Karayolu Trafik Kanunu.

¹¹¹ "Karayolları Trafik Yönetmeliği", 25053, C. Karayolları Trafik Yönetmeliği 72 (1997), <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.8182&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=Karayollar%C4%B1%20trafik%20y%C3%B6netmeli%C4%9Fi#>.

¹¹² "Büyükşehir Belediye Kanunu", 25531, C. 5216 Sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu (2004), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2004/07/20040723.htm#1>.

¹¹³ "Büyükşehir Belediyeleri Koordinasyon Merkezi Yönetmeliği", 26199 (2006).

¹¹⁴ "6360 SAYILI ON ÜÇ İLDE BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ VE YİRMİ ALTI İLÇE KURULMASI", 28489, C. 6360 SAYILI ON ÜÇ İLDE BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ VE YİRMİ ALTI İLÇE KURULMASI İLE BAZI KANUN VE KANUN HÜKMÜNDE KARARNAMELERDE DEĞİŞİKLİK

Dolayısıyla, sınırları içinde ulaşım ile ilgili kara, deniz, hava konularında karar verme yetkisi ile ulaşım ana planı yapma ve yaptırma yetkisi büyükşehirlerdedir. Ayrıca 2918 S.K. ile çeliştiği durumlarda 5216 S.K. hükümleri uygulanmaktadır.

Büyükşehir olmayan illerde ise 5393 Sayılı Belediye Kanunu hükümleri doğrultusunda ulaşım ile ilgili düzenlemeler yapılabilmektedir.¹¹⁵ İlgili belediyenin mücavir alanı dışında ise konusuna (trafik akışında tek yön, çift yön, Bakanlıkça düzenlenen yolcu ve yük taşıma belgeleri için ön izin verme vb.) göre o ilde kurulan İl Trafik Komisyonu yetkili olmaktadır. Karayollarının imalatı, bakım ve onarımında ise yolun türüne ve sorumluluk alanına göre KGM veya sorumlu yerel yönetim olmaktadır. Kırsal yolların imalatı, bakım ve onarımı ise 5302 Sayılı Kanun ile kurulan İl Özel İdareleri'ndedir.¹¹⁶

4925 S.K. ile iller arasında ve ülke genelinde karayolları üzerinde taşınacak yolcu ve mal-eşya için düzenleme yapılmıştır. Buna göre yerel yönetimlerin sorumluluk alanlarında yerel yönetimler, büyükşehir olmayan illerde 100 km ye kadar yolcu taşımacılığında ve iller arasında UAB'nin sorumluluğu ve denetimindedir. Yük taşımacılığında ise yine aynı şekilde Bakanlıkça düzenleme ve denetleme yapılmaktadır.

Ülkemizde bulunan genel ve yerel mevzuat hükümleri iller arası ve ulusal il özelinde bir arada değerlendirildiğinde, ulaşım sistemleri için il belediyesi ile büyükşehir belediyesi olma durumuna göre iki farklı durum ortaya çıkmaktadır. Karayolu envanteri açısından, KGM'nin envanterinde bulunan yolların ve bu yollardaki her tür alt-üst yapı sorumluluğu KGM'dedir. Büyükşehir belediyeleri sınırlarında KGM envanteri dışındaki devlet ve il yolları kriterine uyan yollar ile belirlenen ana arterlerin ve kırsal yolların sorumluluğu büyükşehir belediyelerindedir. İl belediyesi ise sınırları içinde kalan KGM sorumluluğunda karayolu imalat bakım ve onarımı KGM'de, il, ilçe ve ilk kademe belediyelerinin sorumluluk alanında kalan yollar ise söz konusu

YAPILMASINA DAİR KANUN (2012), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121206-1.htm>.

¹¹⁵ "Belediye Kanunu", 25874, C. 5393 Belediye Kanunu (2005), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/07/20050713-6.htm>.

¹¹⁶ "İl Özel İdaresi Kanunu", 25745, C. 5302 Sayılı İl Özel İdaresi Kanunu (2005).

belediyelerde olup türde bulunan kırsal yolların sorumluluğu o ilde bulunan İl Özel İdaresi'ndedir.

Tablo 12 Karayolları Sorumluluk ve Yönetim Tablosu

Yol Kademesi	Büyükşehir Belediyesi		Diğer		
	KGM	İlçe Büyükşehir Belediyesi	İl KGM Belediyesi	İlçe ve İlk Kademe Belediyesi	İl Özel İdaresi
Devlet ve İl Yolları	X		X		
Ana Arterler		X		X	
Cadde ve Sokaklar			X	X	
Kırsal Yollar		X			X

Yolcu taşımacılığında da durum benzer şekildedir. Büyükşehir belediyesi sınırları içinde her tür ticari yolcu taşıma, toplu taşımayı düzenleme yetkisi büyükşehir belediyelerindedir. Büyükşehir belediyesi dışına yapılacak yolcu taşımalarında ise UAB yetkili ve sorumludur. İl belediyelerinde ise belediye sorumlulukları içinde yerel belediye, belediyeler arası veya belediye dışındaki bir bölgeden belediye sınırlarına veya tam tersi durumda ve 100km ye kadar il içi il dışı taşımacılıkta UAB yetkili ve sorumludur.

Tablo 13 Yolcu Taşıma Sorumluluk ve Yönetim Tablosu

Yolcu Taşıma Bölgesi	Büyükşehir Belediyesi		Diğer		
	UAB	Büyükşehir	UAB	İl Belediyesi	İlçe ve İlk Kademe Belediyesi
Belediye Sınırları		X		X	X
100 km Kadar İl İçi		X	X		
İller Arası	X		X		

Denetim ve denetimi sağlayacak mevzuat açısından, karayolları üzerindeki trafik akışı ile araçların özellikleri konusunda 2918 S.K. kapsamında trafik zabıtası olarak Emniyet Teşkilatı yetkilidir.¹¹⁷ Belediye sınırları içinde ise söz konusu denetim yetkisi 1608 Sayılı Umuru Belediyeye Mütcellik Ahkâmı Cezaiye Kanunu¹¹⁸ ve 5326 Sayılı

¹¹⁷ Karayolu Trafik Kanunu.

¹¹⁸ "Umuru Belediyeye Mütcellik Ahkâmı Cezaiye Kanunu", 1498, C. 1608 Umuru Belediyeye Mütcellik Ahkâmı Cezaiye Kanunu 4 (1930).

Kabahatler Kanunu¹¹⁹ kapsamında yerel yönetimler yani belediyeler yetkilidir. Keza il dışı taşımacılıklarda da UAB denetim yetkisi bulunmaktadır.

Ulaşım sisteminde faaliyet gösteren araçlar için alınan 86/10553 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ise ülkemiz özelinde önemli başka bir düzenlemedir.¹²⁰ Toplu taşıma sistemi içinde faaliyet gösteren taksi, minibüs, servis gibi araçların “tahdit” kapsamında plaka sahibi olması ve kurumsal olmayan özel işletmecilerin (servisler hariç, bu grupta şirketlerde plaka sahibi olabilmektedir) oluşmasına neden olmuştur.

Ulaşım sistemlerinin, ulusal ve yerel ölçekte farklı mevzuatlar ve yapılar ile yönetimi ve düzenlenmesi doğal olarak beraberinde önemli problemler de doğurmaktadır. Özellikle toplu taşımacılıkta, yönetim ve denetim anlamında çok fazla mevzuatın olması, toplu taşımacılık kanununun olmaması, çok farklı işletmecilik modellerinin oluşması ve mevzuatın bu anlamda kendini geliştirememesi nedeniyle kent içi toplu taşımada idari ve işletmecilik boyutunda önemli problemler ile karşılaşmaktadır.¹²¹

5. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

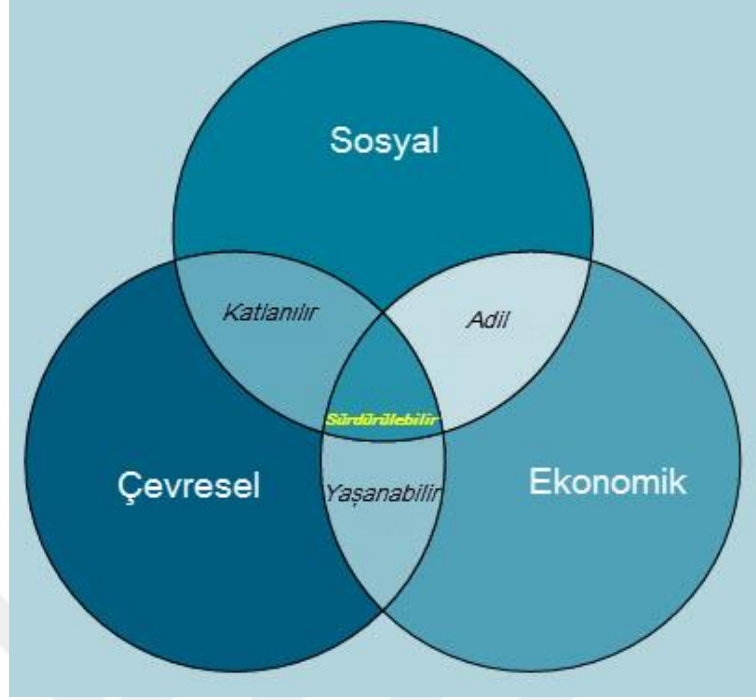
Sürdürülebilirlik, güncel durumda gerçekleştirilen her tür iş ve işlemin geleceği etkilemeden, gelecekteki durumu da koruyacak şekilde, bugünün yürütülmesi şeklinde tanımlanabilecektir. Çok farklı tanımlara sahip olmakla birlikte sürdürülebilir sistem varlığından bahsedilebilmesi için sosyolojik, ekonomik, çevresel boyut ile birlikte katlanılabilir, yaşanabilir ve eşitlik içermeye durumlarından bahsedilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla mevcut durumun değişmesi ile birlikte bahsedilen şartlarında değişmesi ve sürdürülebilirliğe ait tanımlarında değişmesi beklenmelidir.¹²²

¹¹⁹ “Kabahatler Kanunu”, 25772, C. 5326 Kabahatler Kanunu (2005).

¹²⁰ “Ticari Plakaların Verilmesinde Uyulacak Esaslar Hakkında Karar”, 19096, C. 86/10553 Bakanlar Kurulu Kararı (1986).

¹²¹ Mustafa Ilıcalı, “KENTİÇİ ULAŞIM YÖNETİMİ MEVZUATI”, *TRANSİST2010 Bildiriler*, İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2010, ss. 1-10.

¹²² Tumlin, *Sustainable transportation planning*, ss. 7-8.



Şekil 1 Sürdürülebilirlik Modeli Temel Bileşenleri
(Kaynak: Tumlin, *Sustainable transportation planning*, s. 7)

Ulaşım sistemlerinde sürdürülebilirlik ise ulaşım sistemlerinin her bir bileşeninin temel sürdürülebilirlik unsurlarını barındırması ve böylelikle ulaşım sistemi genelinde bu yönde bir oluşumun sağlanmasıdır. Ulaşımda sürdürülebilirlik, araçlardan başlayarak, sistem genelinde kullanılan enerjinin, enerjinin dönüşümü ile oluşan çevresel etkenlerin, sistem bileşenlerinin verimli, etkin yönetilmesi ve işletilmesidir. Oluşturdukları ekonomik yapının finanse edilebilmesi ve israfın önlenmesidir.¹²³

Dünyadaki nüfusun her geçen gün daha çok kentlerde yaşadığı sonraki elli yıl içinde toplam dünya nüfusunun üçte ikisinin kentlerde yaşayacağını beklediği bir durumda, şehirler daha da önemli olacaktır. Fakat bu noktada yaşanabilir ve canlılık sahibi şehir kavramı her geçen gün daha fazla konuşulmaya başlanacaktır.¹²⁴ Dolayısıyla kentlerin, şehirlerin her geçen gün daha da büyüdüğü, kendi içlerinde ve birbirleri ile ilişkili hale geldiği bir ortamda, bunları birbiri ile bağlayan ulaşım

¹²³ Henrik Gudmundsson vd. (ed.), *Sustainable Transportation: Indicators, Frameworks, and Performance Management*, Heidelberg: Springer, 2016, ss. 81-82.

¹²⁴ Giok Ling Ooi, Belinda K. P. Yuen (ed.), *World cities: achieving liveability and vibrancy*, Singapore; Hackensack, N.J: World Scientific, 2010, ss. 2-3.

sistemlerinin de ekonomik, çevresel ve sosyal boyutunun değişmesi ve gelişmesi kaçınılmazdır.¹²⁵

5.1. ÇEVRESEL BOYUT

Ulaşım sistemlerinden kaynaklanan çevresel etkiler, araç sayısında ve işletme düzeylerindeki artış vb. nedenlerle her geçen gün artmaktadır. Geçmişte sadece hava kirliliğinden bahsedilirken artık partikül, gürültü, kimyasal ve fiziksel etkilerden bahsedilmeye başlanmıştır.¹²⁶

Hava kirliliği boyutu bu anlamda en popüler konu olup, yıllardır pek çok karar verici tarafından ulaşımdan kaynaklanan kirleticilerin azaltılması yönünde kararlar alınmaktadır. Karbondioksit, karbon monoksit, sülfür dioksit, nitrojen dioksit, kurşun gibi birinci derece kirleticilerin ve ozon gibi ikinci derece kirleticilerin etkileri üzerine araştırmalar yapılarak çevre ve insan sağlığına etkileri araştırılmakta ve bu konuda standartlar belirlenmektedir.¹²⁷

Tablo 14 AB Bölgesi Hava Kirleticileri İnsan Sağlığı Limit Değerleri

Kirletici	Periyot	Limit Değer
Kurşun ^ö	1 yıl	0.5 µ/m ³
Nitrojen Dioksit ^b	1 saat	200 µ/m ³
Sülfür Dioksit ^b	1 yıl	40 µ/m ³
	1 saat	350 µ/m ³
PM ₁₀ (2005 yılı değerlerine göre) ^b	24 saat	125 µ/m ³
	1 yıl	40 µ/m ³
PM ₁₀ (2010 yılı değerlerine göre) ^b	24 saat	50 µ/m ³
	1 yıl	20 µ/m ³
Karbon Monooksit ^c	24 saat	50 µ/m ³
Ozon*	8 saat	10 µ/m ³
	8 saat	110 µ/m ³

¹²⁵ World Bank, *Planning, Connecting, and Financing Cities Now: Priorities for City Leaders*, The World Bank, 2013, ss. 6-7.

¹²⁶ P. Nicolopoulou-Stamati, "Effects of Mobility on Health", *Environmental Health Impacts of Transport and Mobility*, ed. P. Nicolopoulou-Stamati, L. Hens, C.V. Howard, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2005, C. 21, ss. 2-3, doi:10.1007/1-4020-4307-4_1.

¹²⁷ F Ballester, "AIR POLLUTION AND HEALTH:AN OVERVIEW WITH SOME CASE STUDIES", *Environmental Health Impacts of Transport and Mobility*, ed. P. Nicolopoulou-Stamati, L. Hens, C.V. Howard, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2005, ss. 60-68.

(Kaynak: F Ballester, "AIR POLLUTION AND HEALTH:AN OVERVIEW WITH SOME CASE STUDIES", s.68)

Amerika’da 1970’li yıllardan 2017 yılına gelene kadar karayolu araçlarından kaynaklanan hava kirliliği tahminlerinde önemli azalmalar olmuştur. Bu iyileşmede yıllar içinde alınan kararlar ile karayolu araçların bu yönde iyileşmesi, planlamalar ile birlikte eylem planlarının uygulanmış olduğu değerlendirilmektedir.

Tablo 15 Amerika'da Karayollarından Kaynaklı Hava Kirleticileri Tahmini

Kirlilik Türü	Milyon Ton					
	1970	1980	1990	2000	2010	2017
Karbon Mono oksit	163.23	143.83	110.26	68.06	28.24	18.89
Nitrojen Oksit	12.62	11.49	9.59	8.39	5.70	3.69
Partikül Kirliliği	0.48	0.43	0.39	0.23	0.28	0.26

(Kaynak: Amerikan Ulaşım İstatistik Bürosu)

Gürültünün, insan sağlığında strese sebep olduğu hatta kan basıncında ve hormonal yapısında değişikliklere sebep olduğu araştırmalar sonucunda tespit edilmiştir. Hatta gün içinde 60-70 dB ses seviyesinin tansiyon 1.5-3.3 seviyesinde artışa neden olabildiği tespit edilmiştir.¹²⁸ Yapılan deneylere göre 68 dbA seviyesi ve üstüne verdiği tepkiler gözle görülür şekilde olmaktadır.¹²⁹

Ulaşım sistemlerinde çevresel etkiyi gidermede özellikle araç teknolojisinin, akustik iyileşmenin, atık salınımının azalması anahtar noktalardan biri olmaya devam etmektedir. Günümüzde ulaşım araçlarında alternatif enerji teknolojilerinin(elektrik vb.) geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması çalışmaları, araç teknolojilerinde en önemli noktalardan bir olmuştur. Bunun yanında, ulaşım sistemlerinin, AUS gibi teknolojik imkânlar doğrultusunda etkinleştirilmesi, planlama ve işletmenin daha koordineli bir yapıda olması ile çevresel etkilerin azaltılması ile çevresel sürdürülebilirliği sağlamada faydalar sağlanabilmektedir.¹³⁰

¹²⁸ W. Babisch, "Traffic, Noise and Health", *Environmental Health Impacts of Transport and Mobility*, ed. P. Nicolopoulou-Stamati, L. Hens, C.V. Howard, Dordrecht: Springer Netherlands, 2005, C. 21, ss. 10-18, doi:10.1007/1-4020-4307-4_2.

¹²⁹ O’Flaherty, Bell, *Transport Planning and Traffic Engineering*, s. 248.

¹³⁰ Bernard Favre, *Introduction to Sustainable Transports*, Hoboken, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2014, ss. 30-35.

5.2. SOSYAL BOYUT

İnsanların sosyal olarak birbiri ile bağlantılı olmasını sağlaması açısından ulaşım gereksinimleri karşılaması, sosyal ihtiyaçlarını karşılamak üzere hareket halinde olmaları, ulaşım sistemlerinin sosyal boyutunu oluşturmaktadır.¹³¹ Gerek zorunlu ihtiyaçlarını (barınma, yeme-içme) gerekse de isteğe bağlı ihtiyaçlarını(seyahat, ziyaret, eğlence) gidermede ulaşım ihtiyacı temeldir.¹³²

Hareket eden bireyler ve mal-eşya, bireylerin, grupların sosyal gelişiminde temel bir unsur olmaya devam etmektedir. Ulaşım ve ulaşım sistemleri gerek kent içinde olma gerekse de kent dışında olma değişimini ve ana sosyal trendleri şekil veren en önemli unsurlardandır. Bireyin ikamet ettiği, çalıştığı, sağlıkla ilgili ihtiyaçlarını giderdiği ya da eğlenme ihtiyacını karşılamak üzere kullandığı araçlardır.¹³³

Yürüyüş imkanlarının artırılması, bisiklet vb. sistemlerin geliştirilmesi, cadde ve sokaklarda açık ve konsept mekanların sağlanması sosyalleşme yönünde olumlu etkiler sağlamaktadır.¹³⁴ En temel ulaşım aktivitesi yönü ile sağlanan imkânlar geliştikçe, bireylerin sosyal gelişimlerinde de olumlu değişimler beklenmektedir. Dolayısıyla ulaşım imkânlarının gelişmişliği ile sağlanan hareketlilik sosyal merkezlere konforlu ve hızlı erişimi kolaylaştırarak bu yönde olumlu etki yaratacaktır.¹³⁵

Ulaşım sistemlerinin gelişmişliğinin her zaman olumlu etkilere sebep olmasını da beklememek gerekmektedir. Ulaşımdaki hacim artışı (karayolu, toplu taşıma), bireylerin psikolojik tarafının yanında, toplulukların davranışında, ulaşım eşitsizliği oluşabilmesi boyutu ile izolasyona veya daha az sosyalleşme eğilimine girmesine de sebep olabilmektedir. Gürültü vb. faktörler de buna psikolojik ve fizyolojik boyutu ile neden

¹³¹ a.g.e., ss. 162-63.

¹³² Meyer, ITE (Institute of Transportation Engineers), *Transportation Planning Handbook*, s. 229.

¹³³ Gudmundsson vd., *Sustainable Transportation*, s. 74.

¹³⁴ Tumlin, *Sustainable transportation planning*, s. 45.

¹³⁵ Xavier Roselló, Anders Langeland, Francesco Viti, "Public Transport in the Era of ITS: The Role of Public Transport in Sustainable Cities and Regions", *Modelling Public Transport Passenger Flows in the Era of Intelligent Transport Systems*, ed. Guido Gentile, Klaus Noekel, Cham: Springer International Publishing, 2016, s. 5, doi:10.1007/978-3-319-25082-3_1.

olabilmektedir.¹³⁶ Farklı sistemlere erişim imkânları değiştikçe aynı zamanda sosyal adalet, eşitlik ilkesi de bozulabilmektedir. Toplu taşımanın çok yoğun ve konforsuz olduğu bir sistemde, otomobiller için daha konforlu, hızlı ulaşım imkânlarının sunuluyor olması da sosyal adalet açısından olumsuzluklar yaratabilecektir.¹³⁷

5.3. EKONOMİK VE FİNANSAL BOYUT

Ulaşım sistemlerinin kurgulanması, oluşturulması ve işletilmesi ile birlikte sürekliliğinin sağlanması ekonomik ve finansal bir boyut gerektirmektedir. Yatırım gerektiren bu sistemlerin, yatırımı gerçekleştirmek zorunda olan idareler ile finansman sağlayan otoritelerin beklentilerine uygun şekilde kurgulanması, en sonunda da ulaşımdan faydalanacak olan bireylerin ve grupların beklediği maliyete(ücrete) göre sunulması gerekmektedir.¹³⁸ Ulaşımın en temel bileşeni olan karayolundan başlamak üzere, ulaşım araçları, toplu ulaşım araçları ile bunların erişim noktaları (durak, istasyon vb.) finansal ve ekonomik boyut ile ilişkilidir.

Ulaşım sistemlerini geliştirmeye iten faktörler arttıkça, ulaşım talebi büyüdükçe, ulaşım sisteminin kapasite arzını geliştirmek gerekecektir. Bireylerin en temel ulaşım aracı edinme maliyetinden başlayarak, bu aracın işletilmesine; kurumların bireysel ulaşım aracı yerine toplu ulaşımı sunmasını sağlayacak her tür enstrüman ekonomik bir boyut gerektirecektir. Bu ekonomik boyut alt ulaşım sistemleri ile üst sistemlerin; gelir-gider ve finansman dengesi arasında olacaktır. Bireysel, bölgesel, ulusal ulaşım ekonomisi bu anlamda farklı seviyelerde gelişecektir. Bireyler ulaşım aracına, ihtiyacına en uygun yoldan ulaşmaya çalışırken, yerel yönetimler ve genel yönetimler; alt yapı oluşturma (yol, köprü vb.), toplu ulaşım sistemleri sunmaya ve bunları gerçekleştirirken de enerji kaynakları ile kamu kaynaklarını verimli kullanma yönünde eğilim sergileyeceklerdir.¹³⁹

¹³⁶ H. Moshammer, H.-P. Hutter, L. Schmidt, "Psychological and Social Aspects of 'Transport and Health'", *Environmental Health Impacts of Transport and Mobility*, ed. P. Nicolopoulou-Stamati, L. Hens, C.V. Howard, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2005, C. 21, ss. 1-3, doi:10.1007/1-4020-4307-4_4.

¹³⁷ Jonathan Levine, "Transportation and Social Equity: Transportation-Planning Paradigms That Impede Policy Reform", *Policy, planning, and people: promoting justice in urban development*, ed. Naomi Carmon, Susan S. Fainstein, Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2013, s. 137.

¹³⁸ Meyer, ITE (Institute of Transportation Engineers), *Transportation Planning Handbook*, s. 166.

¹³⁹ Favre, *Introduction to Sustainable Transports*, ss. 204-27.

5.4. GÜVENLİK BOYUTU

Ulaşım sistemlerinin gerek ulaşım faaliyeti esnasında gerekse de ulaşım imkânlarına erişim esnasında güvenlik ihtiyacı büyük önem arz etmektedir. Özellikle karayolu sistemlerinde, trafik içindeki kazalardan dolayı her yıl hem dünyada hem de ülkemizde büyük miktarda ölümlü ve yaralanmalı kazalar olmaktadır. Diğer ulaşım sistemlerinde de aynı şekilde kazalar olmasına karşın gerek yoğun kullanımından gerekse de sistemin çok aktörlü olması nedeniyle karayolu sistemi bu konuda ön planda olmaktadır.

Tüm dünyada trafik kazalarını azaltmaya yönelik önlemler sürekli olarak alınmaya devam edilmektedir. Ülkemizde¹⁴⁰ ve dünyada kaza istatistikleri düzenli olarak kaydedilmekte ve kamuya yayınlanmaktadır.

Tablo 16 Türkiye 2018 Yılı Ölü-Yaralı İçeren Kazalar Tablosu

KAZA GRUBU	2018 YILI		
	YERLEŞİM ALANINDA	YERLEŞİM ALANI DIŞINDA	TOPLAM KAZA
KAZA SAYISI TOPLAMI	338.046	90.265	428.311
KAZA SAYISI ÖLÜMLÜ VE KAZA YERİNDE ÖLÜM	944	1.762	2.706
KAZA SAYISI ÖLÜMLÜ VE KAZA YERİ SONRASINDA ÖLÜM	1.905	1.032	2.937
KAZA SAYISI ÖLÜMLÜ TOPLAMI	2.849	2.794	5.643
KAZA SAYISI YARALANMALI	137.073	43.816	180.889
MADDİ HASARLI KAZA SAYISI(*)	198.124	43.655	241.779
KAZA YERİNDE OLUŞAN ÖLÜ SAYISI	1.096	2.272	3.368
KAZA YERİ DIŞINDA ÖLÜ SAYISI (**)	2.033	1.274	3.307
TOPLAM ÖLÜ SAYISI (**)	3.129	3.546	6.675
YARALI SAYISI	206.13	100.941	307.071

** Trafik kazasında yaralanıp kazanın sebep ve tesiri ile 30 gün içerisinde ölenleri ifade etmektedir.

Kaynak: EGM Trafik İşleri Daire Başkanlığı

Ülkemizde 2018 yılında ölümlü kazalarda 6,675 kişi ölmüş iken AB bölgesindeki en fazla ölüm istatistiğine sahip 3,471 kişi ile Fransa ön plana çıkmaktadır. Bu hali ile dahi ülkemizdeki kaza oranların yüksekliğinden bahsetmek mümkün olmaktadır.

¹⁴⁰ “EGM Trafik İşleri Daire Başkanlığı İstatistikler”, (28.08.2019), <http://trafik.gov.tr/istatistikler37>.

Tablo 17 AB Bölgesi 2016 Yılı Ölü İçeren Kazalar Tablosu

Kod	Ülke	Toplam	% Oran	Sürücü	Yolcu	Yaya	Yaya Payı %
BE	Belçika	631	2	466	87	78	12.4%
BG	Bulgaristan	703	3	395	190	118	16.8%
CZ	Çek Cumhuriyeti	611	2	370	111	130	21.3%
DK	Danimarka	211	1	149	26	36	17.1%
DE	Almanya	3,206	12	2,290	416	500	15.6%
EE	Estonya	71	0	32	17	22	31.0%
IE	İrlanda	192	1	111	39	42	21.9%
EL	Yunanistan	824	3	548	127	149	18.1%
ES	İspanya	1,810	7	1,101	320	389	21.5%
FR	Fransa	3,471	14	2,374	544	553	15.9%
HR	Hırvatistan	348	1	225	62	61	17.5%
IT	İtalya	3,283	13	2,261	452	570	17.4%
CY	Güney Kıbrıs	46	0	26	6	14	30.4%
LV	Letonya	158	1	76	27	55	34.8%
LT	Litvanya	188	1	86	33	69	36.7%
LU	Lüksemburg	32	0	17	7	8	25.0%
HU	Macaristan	607	2	336	119	152	25.0%
MT	Malta	23	0	12	3	8	34.8%
NL	Hollanda	533	2	437	52	44	8.3%
AT	Avusturya	432	2	307	52	73	16.9%
PL	Polonya	3,026	12	1,544	614	868	28.7%
PT	Portekiz	563	2	348	92	123	21.8%
RO	Romanya	1,913	7	773	423	717	37.5%
SI	Slovenya	130	1	90	18	22	16.9%
SK	Slovakya	275	1	145	50	80	29.1%
FI	Finlandiya	258	1	190	39	29	11.2%
SE	İsveç	268	1	179	47	42	15.7%
UK	İngiltere	1,860	7	1,095	302	463	24.9%
Genel Toplam		25,673	100				

(Kaynak: Avrupa Birliği Ulaşım İstatistikleri Cep Kitabı 2018)

Ulaşım sistemlerinde kaza önleyici politikalar sadece kazaları azaltmak değil aynı zamanda ulaşım ve çevresel talebi karşılamak üzere alınmaktadır. Yol kesiti, kavşak gibi ulaşım bileşeni tasarlandığında en üst güvenlik önlemleri ile tasarlanmaktadır. Tasarıma ilave olarak yol işaretlemeleri, uyarı levhaları aynı şekilde güvenlik seviyesini arttırmak üzere uygulanmaktadır. Kazaları önlemede sadece alt yapının güvenli hale getirilmesi değil aynı zamanda sistemin içinde bulunacak tüm bireyleri eğitici, bilinçlendirici uygulamalarında bulunması gerekmektedir. Bu anlamda belirli bir noktaya, bölgeye veya belirli bir koridora özgü detay kaza azaltıcı-önleyici çalışmalar da yapılabilmektedir. Kaza veri tabanının oluşturulması, oluş türü, zamanı, ışık vb. çevresel şartların yer alması; kaza önleme çalışmalarının başlangıç noktasıdır.

Dolayısıyla öncelikle geçmiş deneyimlerden belirlenen kaza oluş türü, yeri, fiziki özellikleri ve çevresel şartları bir arada değerlendirilmesi yolu kazaları minimize etmektir.¹⁴¹

Son yıllarda ulaşım güvenliği ile ilgili bir diğer husus ise ulaşım aktivitesi dışında bu aktiviteye erişimdeki güvenliğin alınması konusudur. Son yıllardaki terör saldırıları, kaçırma vakaları gibi olumsuz olaylar, yaya kaldırılmaları, duraklar, istasyonlar gibi inşaların yoğun olduğu bölgelerdeki güvenliğin artırılmasını dolayısıyla ulaşım sistemlerinin güvenliğinin alınmasını gerektirmektedir.¹⁴² Hatta insanların yoğun olduğu bölgeleri manyetik, radyoaktif ve kimyasal etkenlere karşı güvenli hale getirmek gerekebilmektedir.¹⁴³ Karar vericilerin, ulaşım sisteminin kapasitesi, tercih edilebilirlik seviyeleri ile orantılı şekilde risk yönetimi, acil durum yönetimi ve tahliye yönetimi konularına odaklanmaları gerekmektedir.¹⁴⁴

¹⁴¹ O'Flaherty, Bell, *Transport Planning and Traffic Engineering*, ss. 281-85.

¹⁴² Simon Hakim (ed.), *Securing Transportation Systems*, Hoboken, NJ: Wiley, 2016, ss. 48-52.

¹⁴³ a.g.e., ss. 159-60.

¹⁴⁴ R. William Johnstone, *Protecting Transportation: Implementing Security Policies and Programs*, Amsterdam: Elsevier, Butterworth-Heinemann, 2015, ss. 97-99.

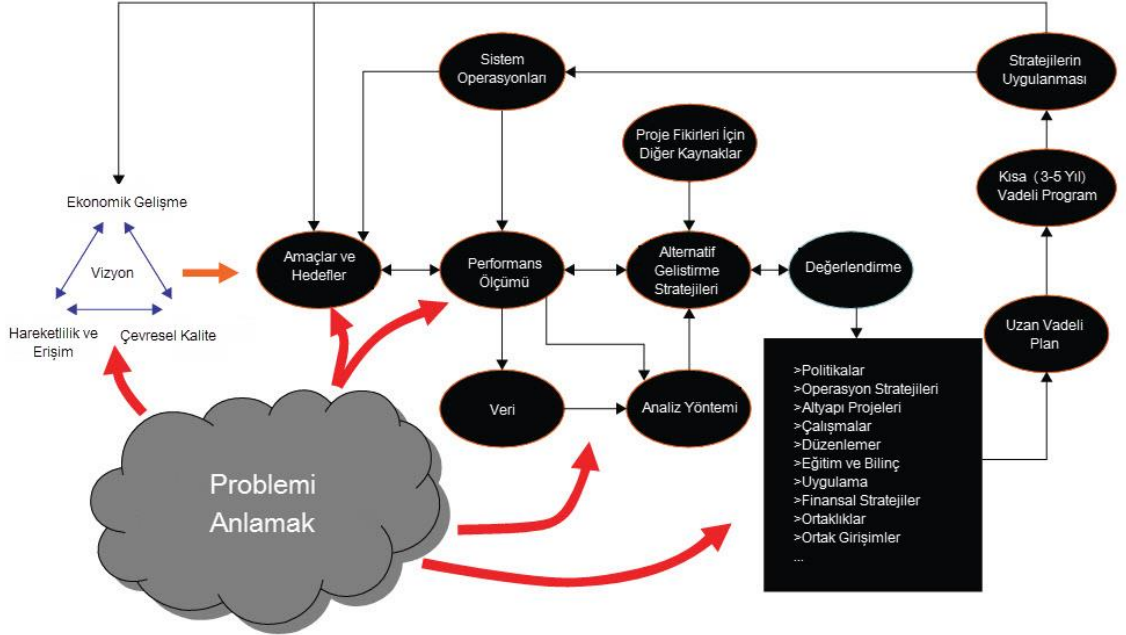
İKİNCİ BÖLÜM

ULAŞIM PLANLAMASI VE BURSA'DA YAPILAN 2010 - 2018

ULAŞIM ANA PLANLARI

1. ULAŞIM PLANLAMASI

Ulaşım planlaması, ulaşım sistemlerinin mevcut ve gelecekteki istenen durumlarının bir arada hedefler doğrultusunda değerlendirilerek, gerekli verilerin toplanması ve işlenmesi, istenilen performans kriterlerinin oluşturulması, alternatif gelişim stratejilerinin belirlenerek, değerlendirme sonucu en optimal gelecek ulaşım kurgusunun hazırlanması ve stratejik bir yol haritası haline getirilmesidir.¹⁴⁵



Şekil 2 Ulaşımda Sürdürülebilir Planlama Konsepti
(Kaynak: Meyer, Transportation Planning Handbook, s.3)

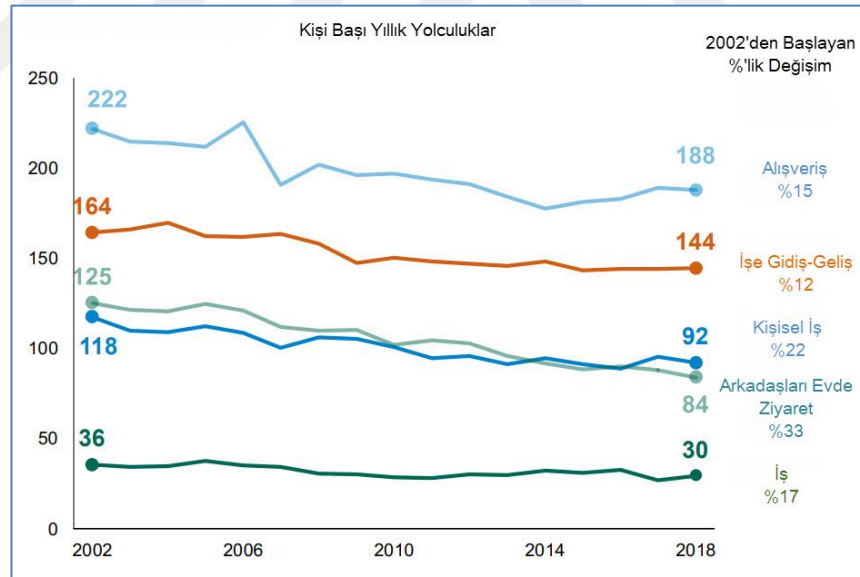
Planlama süreci, mevcut ulaşım sistemi ile birlikte sürece konu bölgede (kent, şehir, bölge, ülke) sosyal, demografik, arazi kullanımı ve ekonomik yapının değerlendirilmesi ile başlamaktadır. Sonraki adım ise sürdürülebilirlik odağında, çevresel, ekonomik ve sosyal boyutta bir çalışma çerçevesi belirlemektir. Bu çerçeve aynı zamanda hedeflenen, arzulanan sistem için performans göstergelerini oluşturmaya

¹⁴⁵ Meyer, ITE (Institute of Transportation Engineers), *Transportation Planning Handbook*, ss. 3-4.

fayda sağlamaktadır. Mevcut ve gelecekteki beklenen durumların projeksiyonuna ait verilerin toplanması ile birlikte hedeflere uygun alternatiflerin belirlenmesi sürecin sonraki adımı olacaktır. Oluşturulan modellerden elde edilen sonuçlar ise alternatifler arasında, çalışma bölgesine en uygun ulaşım modelinin belirlenmesine fayda sağlayacaktır. Çalışmaya konu planlama bölgesi için alternatifin belirlenmesinden sonra ise uzun dönemli sürdürülebilir stratejik yol haritası ve eylem planlarını oluşturmak ile sürekli izlenen, kontrol edilen döngüsel bir çevrime almak, planlama faaliyetinin temel çerçevesi olacaktır.¹⁴⁶

1.1 ULAŞIM TALEBİ VE HEDEFLER

Hareketlilik, bireylerin ve/veya mal-eşyanın bir noktadan başka bir noktaya erişmek üzere hareket etmesidir.¹⁴⁷ Özellikle birey odağında bir amaç doğrultusunda ulaşım talebi ortaya çıkmaktadır. İngiltere’de 2018 yılında bireyler en çok %33’lük bir oranla arkadaş ziyareti sebebiyle yolculuk yapılmış, ardından da %22 oran ile kişisel iş amacıyla yolculuk yapılmıştır.¹⁴⁸



Şekil 3 İngiltere 2002-2018 Amaçlara Göre Yolculuklar
(Kaynak: İngiltere Ulaşım Departmanı)

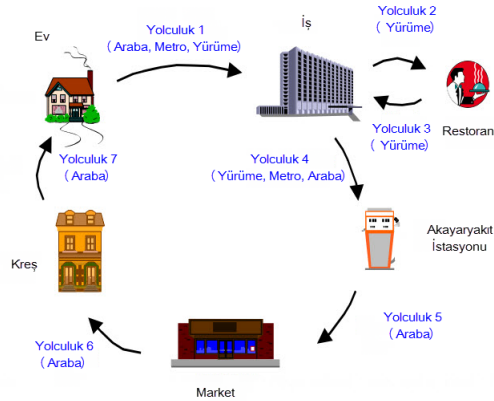
¹⁴⁶ a.g.e., s. 4.

¹⁴⁷ Gudmundsson vd., *Sustainable Transportation*, s. 52.

¹⁴⁸ “UK-Department for Transport”, GOV.UK, (13.08.2019), <https://www.gov.uk/government/organisations/departments-for-transport>.

Bireylerin bir amaç ile birlikte ekonomik faaliyetlere konu mal-eyşanın bir noktadan başka bir noktaya ulaştırılması, bütün olarak ulaşım talebini ortaya çıkartmaktadır. Talebin yönetilmek üzere sistemlerin tasarlanması için hedeflerin oluşturulması elzemdir. Hızlı, zaman tasarrufu sağlayan, güvenli, ekonomik ve sosyal eşitlik barındırma hedefleri genel olarak tüm planlama süreçlerinin ortak hedefidir. Bu hedefler doğrultusunda toplulukların karakteristiklerinin; demografik yapılarının, ekonomik durumun odağında değerlendirilme yapılması gerekmektedir. Seyahat amacı, yolculuk modelleri, zamansal dağılım, tercih edilen ulaşım aracının türü gibi konular ulaşım karakteristiğini oluşturmaktadır.¹⁴⁹ Dolayısıyla ulaşım planlama faaliyetlerinde öncelikle bu kapsamda verilerin toplanması ile başlanması ve bu verilerin analiz edilmesi, planlama çalışmalarına anlam katmada önemli olacaktır. Zira her bireyin bir karakteristiği dolayısıyla da yolculuğunun bir karakteristiği bulunmaktadır. Bu anlamda bireylerden oluşan toplulukların da yolculuk karakteristiği, ulaşım sisteminin karakteristiği olacaktır.

Her bir ulaşım hareketi, tekil veya birden fazla hareketi barındırarak zincir şeklinde olabilmektedir. Yolculuklardan oluşan bu yapıya yolculuk zinciri denilmekte ve seyahat kavramı bu şekilde oluşmaktadır. Bu yapı aynı zamanda seyahat içindeki farklı ulaşım aracı türlerini betimleyen tür seçimini de anlatmakta geçerli olmaktadır.¹⁵⁰



Şekil 4 Yolculuk Zinciri

(Kaynak : McGuckin, Nakamoto, “Trip, Chains, Tours – Using Operational Definition”, s.5)

¹⁴⁹ Meyer, ITE (Institute of Transportation Engineers), *Transportation Planning Handbook*, ss. 30-34.

¹⁵⁰ Nancy McGuckin, Yukiko Nakamoto, “Trips, Chains, and Tours—Using an Operational Definition”, t.y., ss. 5-7.

1.2 VERİLERİN OLUŞTURULMASI

Planlama çalışmalarında demografik, mekânsal, sayısal verilerin toplanması gerekmektedir. Her çalışmada ortak olan nokta arazi kullanım yapısının, imar planlarının ulaşım sistematığının temeli olmasıdır. Zira çevresel kısıtlar ve aktivite merkezleri bu mekânsal yapı üzerinde kurulmaktadır. Arazi kullanımı ve topluluklar ilişkisi, ulaşım talebini geliştirecek ve çeşitlendirecektir.

1.2.1 Arazi Kullanımı ve İmar Planları

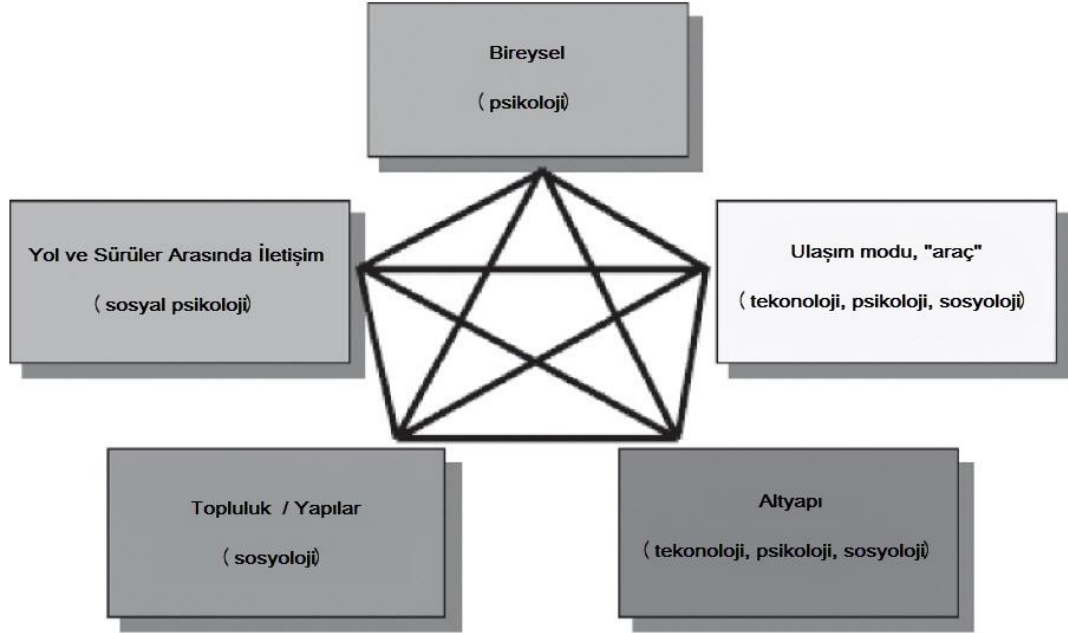
Ulaşım ile arazi kullanımı bir arada olduğunda oluşturacakları sinerji, operasyonel performansı, her iki konuda sürdürülebilirliği ve etkinlik sağlayarak verimliliği arttırabilir.¹⁵¹ Öyle ki erişilebilirliğin artması ile birlikte kentlerin gelişen ulaşım ağları ile birlikte daha da yayılmaya başladığı AB bölgesinde gerçekleşmiştir. Normalde kent içine yoğunlaşma eğilimi, ulaşılabilirliğin artması ile birlikte kent dışı alanlara yerleşme ve yayılma olarak kendini gösterebilmektedir.¹⁵² Birbirlerini etkileyen,(olumlu ve olumsuz durumlar oluşturabilen) arazi kullanımı ve ulaşım etkileşimi, bölge ve ulaşım sistemi karakteristiğine oldukça bağlıdır.

Bireylerin yaşam kalitesini arttıracak ulaşım sistematığı, karar vericiler ile toplumun farklı kesimlerinin, sürdürülebilirlik sağlamak üzere etkin iletişimi ile oluşturulabilecektir. Bununla birlikte toplumun vizyonu ve eylem planı ile birlikte uzmanlarca hazırlanacak planlar doğrultusunda yaşam kalitesinde iyileşme sağlanabilecektir. Dolayısıyla arazi kullanım planları ve ulaşım planları hazırlanırken bu perspektif ile hareket etmek uygun olacaktır. Ulaşım planlaması ve arazi planlamasındaki kamusal alanlar için verilecek kararlar en az beş kapsamı barındırmalıdır. Bunlar kişisel karakteristikler, diğer insanlar veya yolları kullananlar, sosyal boyut (sosyalleşmesi sağlayan unsurlar, medya vb.), kamusal alanın yapısı,

¹⁵¹ Sessa, "Achieving Sustainable Cities with Integrated Land Use and Transport Strategies", s. 1.

¹⁵² Sylvie Gayda, Kari Lautso, "Urban Sprawl and Transport", *Land Use and Transport*, ed. Stephen Marshall, David Banister, Emerald Group Publishing Limited, 2007, ss. 177-78, doi:10.1108/9780080549910-009.

ulaşım aracı türü veya karakteristiğidir. Bunların etkileşime aynı zamanda elmas formu da denilmektedir.¹⁵³



Şekil 5 Ulaşım ve Arazi Planlaması Etkileşim Kapsamı
(Kaynak: Steg, *Assessing Life Quality in Transport Planning and Urban Design*, s.48)

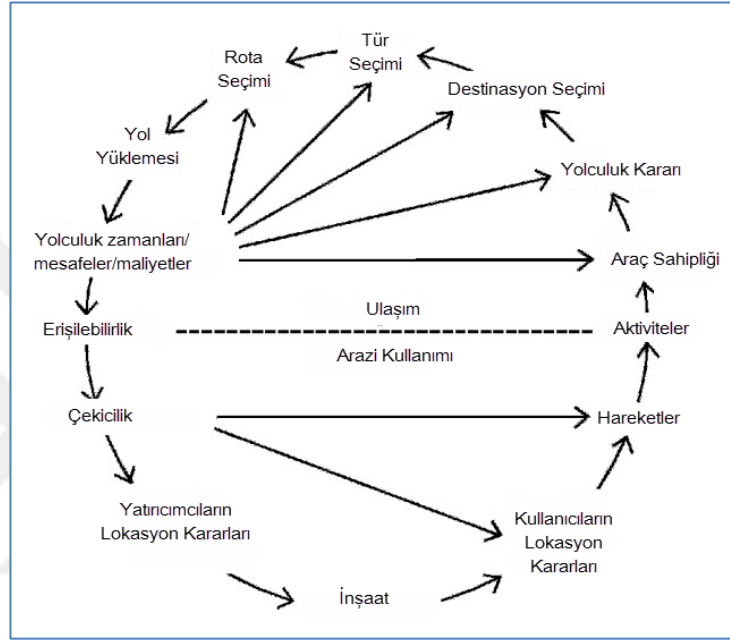
Arazi kullanımı ile ulaşım arasındaki döngüsel etkileşimde; bir çekim noktasına duyulan ilgi bireylerde lokasyon ilgisini veya hareket isteğini uyandırır, buradan hareket etme isteği doğar, hareket isteği bir ulaşım aracına erişme isteğini, hareket kararını, ulaşım aracı türünü, buradan güzergâh belirleme kararını, ulaşım sistemi kullanmayı, maliyetler ve erişim zamanına katlanmayı, ilgi duyulan noktaya erişimi sağlar. Bu döngü bu şekilde sürüp gider. Dolayısıyla ulaşım ve arazi kullanımı ikilisi ayrılmaz bir çevrim sürecidir.¹⁵⁴

Arazi kullanımı ilgi çeken veya üreten bir aktivite ile bütünleşiktir. Bir fayda olmadığı durumda bireyler ulaşım talebine sahip olmayacaktır, fakat fayda düşüncesi oluştuğunda ise bu hareket etme eylemine yani ulaşım aktivitesine dönüşecektir ki bu da maliyet demektir. Dolayısıyla bu durumda fayda-maliyet ilişkisi oluşacak ve üstün

¹⁵³ Linda Steg vd., "Assessing Life Quality in Transport Planning and Urban Design", *Land Use and Transport*, ed. Stephen Marshall, David Banister, Emerald Group Publishing Limited, 2007, ss. 47-48, doi:10.1108/9780080549910-010.

¹⁵⁴ Kari Lautso, Michael Wegener, "Integrated Strategies for Sustainable Urban Development", *Land Use and Transport*, ed. Stephen Marshall, David Banister, Emerald Group Publishing Limited, 2007, ss. 154-55.

gelen ya hareketsizlik yani hareket kararını gözden geçirme ya da hareket etme eylemine dönüşecektir. Başka bir boyutu ile ulaşım aslında kendi başına da bir arazi kullanımıdır.¹⁵⁵ Yollar, istasyonlar, hava alanları bunun gibi pek çok ulaşım sistemi bileşenin kendisi bir anlamda arazi kullanımı olup bu sistem bileşenlerinde sergi vb. görsel etkileşim sağlanması durumunda, en temel dürtü olan çekim devreye girebilecektir.¹⁵⁶



Şekil 6 Arazi Kullanımı - Ulaşım Çevrimi

(Kaynak: Lautso & Wegener, Integrated Strategies for Sustainable Urban Development, s.154)

İnsanların yoğun olarak bulunduğu kentlerin tasarımında arazi kullanım eğilimlerinin etkin bir şekilde yer alması, kent formunun o kentin mevcut hali ve gelecek hedeflerine göre şekillendirilmesi arazi kullanım planları yani imar planları ile sağlanabilecektir. Ulaşım planlamasındaki arazi kullanımı algısı ise mevcut çekim yaratan ve yaratabilecek noktaların belirli bir sistematik dahilinde sınıflandırılması, planlama çalışmalarına konu olması hususudur. Bu anlamda yolculuk üretebilen(ev vb.) noktalar, alanlar ile birlikte yolculukları çeken, iş merkezi, okul, hastane vb. çekim noktaları, alanlar arasında imar planları kapsamında kullanabilmek ve ulaşım

¹⁵⁵ David Banister, Stephen Marshall, David Blackledge, "Land Use and Transport: The Context", *Land Use and Transport*, ed. Stephen Marshall, David Banister, Emerald Group Publishing Limited, 2007, ss. 11-12, doi:10.1108/9780080549910-002.

¹⁵⁶ Elçin Kum, *İSTANBUL'DAKİ DENİZYOLU TOPLU TAŞIMA ARAÇLARININ EVRENSEL TASARIM AÇISINDAN İNCELENMESİ*, s. 24.

planlamasına temel olacak bilgi havuzunu hazırlayabilmektir. Kentin güncel nüfusu, gelecekteki nüfusu, ekonomik aktivitelerinin bugün ve yarınını temsil eden imar planları, bu anlamda ulaşım planlamacılarının temel odağı olacaktır.¹⁵⁷

1.2.2 Veri Toplama

Ulaşım planlama çalışmaları, insan topluluklarını anlamak, hareketlerini modellemek, mevcut arazi kullanımı formüle ederek gelecek tahminlerinde bulunabilmek(nüfus, işgücü, eğitim, sağlık eğlence konularında) üzere çok farklı şekilde çok büyük miktarda veriye ihtiyaç duymaktadır. Her bir bireyi barındıran haneden başlayarak, tüm ulaşım sistemlerinin alt ve üst yapılarının kullanım düzeylerini, ulaşım araçlarına yönelik kullanım eğilimlerini sayısal modellemeye esas olacak şekilde konu etmektedir.¹⁵⁸

1.2.1.2 Anket

Bireyin en temel yaşam grubu ikamet ettiği hanedir. Bu sebeple hane halkı anketleri bireylerin en küçük temsil kümesi olan haneden, demografik, sosyal, ulaşım ait bilgileri toplamak üzere yapılmaktadır. Anketler belirli bir örnekleme göre belirlenmektedir. Örneklemlerde rassallık sağlayacak çeşitli istatistiki yöntemler kullanılabilirdiği gibi TUIK gibi kurumlardan, örneklemin temsil ettiği ana kütleye uygun hane bilgisi, istatistiki olarak belirlenmiş yedek hane bilgileri ile alınabilmektedir. Anket formunda ailede yaşayan kişi sayısı, hanedeki araç sayısı, zon numarası gibi ana bilgiler ile her bir kişi için yaşı, öğrenim durumu, ehliyet bilgisi ile her bir kişinin bir önceki iş gününde yolculuk durumu, yolculuğa başladığı, bitirdiği yer bilgisi, ulaşım aracı türü, yolculuk amacı, yolculuk süresi gibi sorular sorulabilmektedir.¹⁵⁹

Hane halkı bilgisinin yanında karayolu üstünde sürücü anketleri, otopark bölgelerinde otopark anketleri, yaya bölgelerinde yaya anketleri de benzer şekilde temel

¹⁵⁷ Meyer, ITE (Institute of Transportation Engineers), *Transportation Planning Handbook*, ss. 88-94.

¹⁵⁸ a.g.e., s. 96.

¹⁵⁹ DR. BRENNER INGENIEURGESELLSCHAFT GmbH, "Buap2010-Yeni Bilgilerin Toplanması Raporu", Bursa: Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2011, s. 32.

yolculuk amaçları, geldikleri bölge, anketin durumuna göre otopark ile ilgili kalış süresi, yaya ile ilgili ulaşım aracı türü vb. sorular sorulabilmektedir.¹⁶⁰

Hane halkı anketleri yüz yüze yapılabildiği gibi Amerika'daki örneklerde olduğu gibi telefon, e-posta, web üzerinden de yapılabilmektedir. New York kentinde 2010 yılı sonbaharında yapılmaya başlanan hane halkı anket çalışmasında 28 bölgede 18,800 haneye anket uygulaması yapılmış ve 2011 yılı sonbaharında bitmiştir. Bu çalışmanın % 10'unda ise yolculuk oranlarını elde edebilmek için GPS kullanılmıştır.¹⁶¹ Ayrıca başka bir çalışmada 2059 hanede yolculukları toplayabilmek için GPS kullanılarak ankete katılan sadece yolculuk detayı bilgileri girilmesi sağlanmış ve yolculukları coğrafi detay ile birlikte daha sağlıklı elde edilebilmiştir.¹⁶²

1.2.1.3 Sayım ve Ölçüm

Veri toplamada bir diğer yöntem ise model kalibrasyonunda kullanmak ve karayolu kesitindeki ulaşım araçları ile toplu taşıma sistemlerini tercih edenlerin miktarı belirlemek üzere yapılan sayım işlemleridir. Sayım yöntemi olarak geçmiş dönemlerde gözlem formlarının elle doldurulması yöntemi kullanılırken, araç sayımlarında artık kameralar kullanılmaya başlanmıştır.¹⁶³ Toplu taşıma sistemleri içinse araç içi yoğunluk ölçümü yapılabilen sistemler kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistemler toplu taşıma araçlarının giriş ve çıkışlarına monte edilerek binen ve inen yolcu arasındaki farkı alarak bu bilgiye GPS ile alınmış coğrafi koordinatı, zaman damgası ile ekleyebilmektedir. Böylece toplu taşıma aracının anlık yolcu yoğunluğu alınabilmektedir.¹⁶⁴

Sayımlarda GPS gibi teknolojilerden faydalanılmaya başlanması ile birlikte yolculuk süresi ölçümleri de sayım ile aynı anda yapılabilir hale gelmektedir. Yada

¹⁶⁰ a.g.e., s. 38.

¹⁶¹ Johanna Zmud vd. (ed.), *Transport Survey Methods: Best Practice for Decision Making ; [Selection of Peer-Reviewed Papers and Workshop Syntheses from the 9th International Conference on Transport Survey Methods Held in Puyehue, Chile in November 2011]*, 1. ed Bingley: Emerald, 2013, s. 1.

¹⁶² Peter R. Stopher vd., "Conducting a GPS-Only Household Travel Survey", *Transport Survey Methods: Best Practice for Decision Making: Best Practice for Decision Making*, ed. Johanna Zmud vd., Emerald Group Publishing Limited, 2013, ss. 98-99, doi:10.1108/9781781902882.

¹⁶³ ISSD-Smart Traffic Solutions, "Vehicle Counting System (VIERO™) - Smart Traffic Solutions", *ISSD – Smart Traffic Solutions*, (28.08.2019), <https://www.issd.com.tr/en/22987/Vehicle-Counting-System-VIERO>.

¹⁶⁴ "Automatic Passenger Counting Systems for Public Transport", *Intelligent Transport*, (20.07.2019), <https://www.intelligenttransport.com/transport-articles/3116/automatic-passenger-counting-systems-for-public-transport/>.

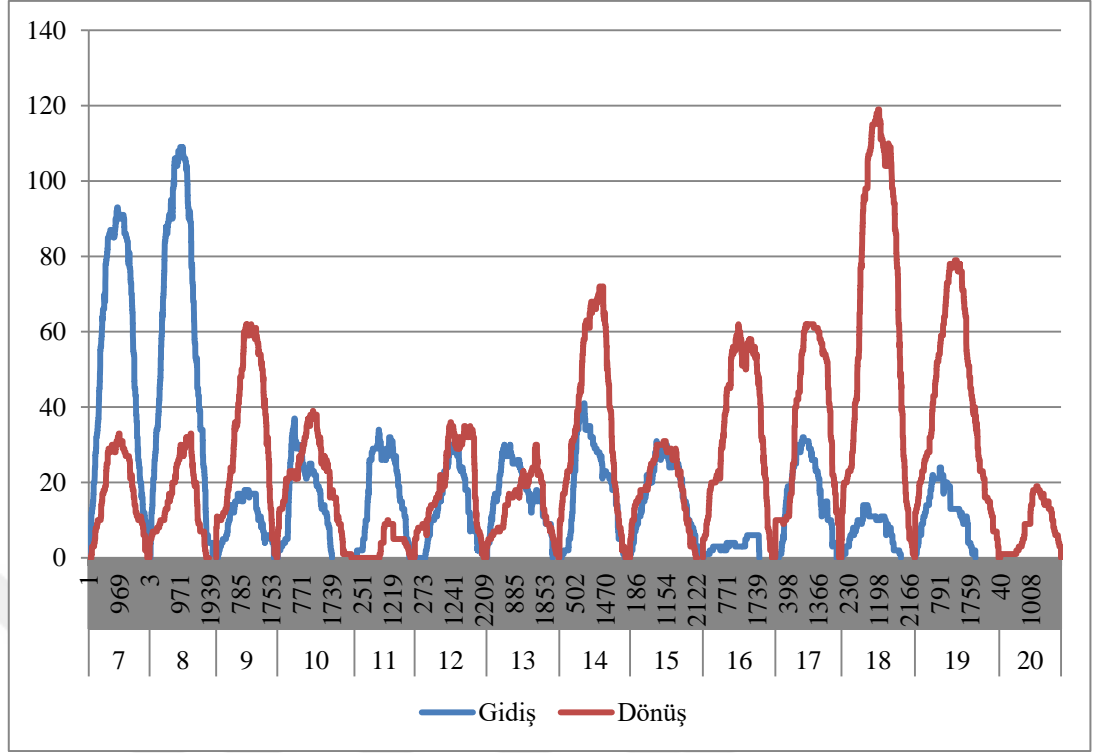
sadece araç sayıldığı bir çalışmada sayım noktası doğrudan koordinatlandırılarak sonraki işlem adımlarında kolaylık ve sayım işleminde doğruluk artışı sağlanabilmektedir.

Bursa Büyükşehir Belediyesi'nce yaptırılan bir sayım ve ölçüm işinde bu şekilde bir sistem mobil cihazlar ile kullanılmış, minibüs hatlarında hem yolculuk zaman ölçümü hem araç içi yolculuk hem de zamana dayalı ve koordinat bazlı biniş ve inişler tespit edilmiştir.¹⁶⁵ Dolayısıyla teknolojik gelişim ile birlikte ölçüm ve sayım işlemleri kolaylaşmakta, planlama sürecinde hem daha nitelikli hem de daha yüksek doğruluk barındıran bilgi konu olmaktadır. Bu durum ise yolcu davranışlarının anlaşılabilirliği ve modellenmesi kolaylaştırmaktadır.



Şekil 7 Arabayatağı Minibüs Hattında Coğrafi Yolcu Yoğunluğu
(Kaynak: Bursa Büyükşehir Belediyesi)

¹⁶⁵ Bernard Mühendislik, “Doğu Bölgesi Minibüs Ulaşımı Analiz Raporu”, Bursa: Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2017, ss. 10-15.



Şekil 8 Arayatağı Minibüs Hattında Saatlik Yolcu Yoğunluğu
(Kaynak: Bursa Büyükşehir Belediyesi)

1.2.3 Coğrafi Bilgi Sistemi Verileri

Bilgisayar destekli çizimlerin, öznetelik barındıracak, çizime ilave çizim yapılmış objeye diğer bilgileri de ilave etmek için çalışmalar yapılmıştır. İlk olarak 1960 yılında Kanada’da eyaletlerin doğal kaynaklarının kayıt altına yapılması için çizim ile diğer öz nitelik bilgisinin birleştirilmesi bilgisayar yardımı ile yapılarak “Canada Geographic Information System” adıyla projelendirilmiştir. İngilizce karşılığı “GIS” olan coğrafi bilgi sistem “CBS” Kanada’da yapılmış bu ilk proje ile adını almıştır. 1981 yılına gelindiğinde ise CBS artık ticarileşmeye ve bu kapsamda çalışma sağlayan ürün olarak pazara sunulmaya başlanmıştır.¹⁶⁶ Bugün ise ESRI gibi bu konuda ilklerden olan sistemlerin yanında başka ticari sistemler ve OSGEO(Open Source Geospatial Foundation) gibi açık kaynaklı CBS uygulamaları yeni almaya başlamıştır.¹⁶⁷ Bu

¹⁶⁶ “ESRI > What Is GIS? | Geographic Information System Mapping Technology”, (27.08.2019), <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>.

¹⁶⁷ “OSGEO”, *OSGeo*, (27.08.2019), <https://www.osgeo.org/>.

sistemlerin temel hizmeti CBS verilerini oluşturmaya, düzenlemeye ve görselleştirmeye yarayan yazılımların ve bilgi sistematiğinin verilmesidir.¹⁶⁸

CBS sistemlerinin konusu ise mekânsal(konumsal) veri denilen spatial veridir. Konumsal, mekânsal veri bir verinin dünyayı düzlemde temsil eden koordinat karşılığıdır. Coğrafi anlamda nokta, çizgi alan gibi çizimlerin gerçek dünya koordinatları ile birlikte özniteliklerini (seri no, tarih, tanımlama, vb.) barındıran veridir. Ulaşım sistem modeli nokta ve çizgileri barındıran ağ sistematiğidir. Dolayısıyla spatial veri ile ulaşım ağ modeller ayrılmaz bir bütündür. Hem toplanan verilerin gösterimi hem de ağ modellerinin daha anlaşılır olması, ulaşım planlama çalışmalarında CBS ve mekânsal(spatial) verinin varlığını kaçınılmaz kılmaktadır.¹⁶⁹ Günümüzde ise ulaşım planlama çalışmalarında kullanılan neredeyse tüm önemli yazılımlar artık CBS (GIS) tabanlıdır. Transcad, Visum gibi makro planlama yazılımları ile Transmodeller, Vissim gibi mikro simülasyon yazılımları bütünüyle CBS ve mekânsal veri ile çalışmaktadır.¹⁷⁰

Mekânsal planlama ile ulaşım planlarına kaynak olan konumsal veriyi sağlamak üzere ticari ve ticari olmayan organizasyonlar oluşmaya başlamıştır. Amerika Ulaşım Departmanı ulaşım ile ilgili pek çok mekânsal veriyi internet sitesinden yayınlamaktadır.¹⁷¹ Bunun yanında OpenStreetMap gibi internet tabanlı ve açık kaynak geliştiricilerin katkıda bulunduğu CBS sistemi, web sayfası üzerinden, veri toplama sistemleri ile ilgili araçları ve genel toplulukça hazırlanmış, dünyadaki pek çok ülkeye ait yönetsel sınırlar, karayolu, önemli noktalar, akarsular, göller, denizler vb. bilgiler anonim kullanıma sunmaktadır.¹⁷² Dolayısıyla planlayıcılar için temel başlangıç konumsal veriye ulaşmada kolaylıklar ortaya çıkmaktadır.

¹⁶⁸ Manfred M Fischer, "GIS And Network Analysis", *Handbook of Transport Geography and Spatial Systems*, ed. David A. Hensher vd., Emerald Group Publishing Limited, 2004, ss. 391-92.

¹⁶⁹ Peter R. Stopher, "Spatial Data Issues: A Historical Perspective", *Handbook of Transport Geography and Spatial Systems*, ed. David A. Hensher vd., Handbooks in Transport, Emerald Group Publishing Limited, 2004, C. 5, ss. 293-95, doi:10.1108/9781615832538.

¹⁷⁰ "PTV |Solutions", *PTV-Group*, 11.07.2019, <https://www.ptvgroup.com/en/solutions/>; "Caliper|Planning and Travel Demand with TransCAD", (27.08.2019), <https://www.caliper.com/tctraveldemand.htm>.

¹⁷¹ "US | Geospatial at the Bureau of Transportation Statistics Public Map Gallery", *esri*, (29.08.2019), <https://maps.bts.dot.gov/MapGallery/>.

¹⁷² "Geofabrik OpenStreetMap Data"; "OpenStreetMap", *OpenStreetMap*, (15.08.2019), <https://www.openstreetmap.org/>.

Ulaşım planlama faaliyetleri açısından en önemli kısım ise toplanan verilerin CBS sistemli modelleme yazılımlarına hazır hale getirmektir. Bu hazırlık trafik analiz bölgelerinin (TAZ) nüfus, istihdam, eğitim vb. özellikler ile hazırlanması, planlama bölgesi için ticari veya ticari yollarla elde edilmiş yol ağının oluşturulması, toplu taşıma ağının oluşturulması (zaman çizelgeleri de dahil olmak üzere) şeklindedir. Genel olarak ulaşım planlama çalışmalarında en çok zaman alan kısım da bu hazırlık süreçleridir.¹⁷³

1.2.4 Başlangıç – Varış Matrislerinin Hazırlanması

Başlangıç-varış matrisleri, planlama hedefleri doğrultusunda belirlenen trafik analiz bölgeleri kapsamında gruplanmış hareketleri temsil eden matrislerdir. Genel uygulamada hane halkı anketlerinden elde edilmektedir. Anketlerden elde edilen B-V matrisleri hali hazırda en kabul görmüş uygulamadır. Fakat toplu taşıma sistemlerinde elektronik bilet uygulamalarının GPS sistemleri ile desteklenmesi ile birlikte zamana dayalı elektronik bilet seri numaralarının, regresyonel analizi ile gün içindeki yolculuklarının analizi ile B-V matrisi elde edilebilmektedir.¹⁷⁴ Başka bir araştırmaya göre ise internete bağlı cihazların tekil seri numaraları kullanılarak toplu taşıma kullanıcılarının sistem içinde geçirdikleri sürece takip edilmeleri yolu ile B-V matrislerinin elde edilmesine çalışılmıştır.¹⁷⁵

Toplu taşımanın yanı sıra karayolu üzerindeki konumlanan plaka tanıma sistemlerinden elde edilen tekil araç plakaları ile geçiş yaptıkları her bir plaka tanıma noktasından geçiş zamanları ve noktaların trafik analiz zonu kapsamında gruplanması ile karayolu taşıtlarının B-V matrislerinin hesaplanmasına çalışılmıştır.¹⁷⁶

B-V matrislerinin hesaplanması yönünde başka bir çalışma ise cep telefonu seri numaralarının anonim halde takibi ile B-V matrislerinin hesaplanma modelidir. Bu

¹⁷³ Meyer, ITE (Institute of Transportation Engineers), *Transportation Planning Handbook*, ss. 211-12.

¹⁷⁴ Widyawan vd., “Big data analytic for estimation of origin-destination matrix in Bus Rapid Transit system”, *2017 3rd International Conference on Science and Technology - Computer (ICST)*, Yogyakarta, Indonesia: IEEE, 2017, ss. 3-8, doi:10.1109/ICSTC.2017.8011872.

¹⁷⁵ Samy El-Tawab vd., “Origin-Destination Tracking Analysis of an Intelligent Transit Bus System Using Internet of Things”, *2019 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)*, Kyoto, Japan: IEEE, 2019, ss. 6-10, doi:10.1109/PERCOMW.2019.8730746.

¹⁷⁶ Kitipong Praphananurak vd., “A framework for origin-destination estimation using license plate recognition for Thai rural traffic”, *2017 9th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)*, Phuket: IEEE, 2017, ss. 2-5, doi:10.1109/ICITEED.2017.8250439.

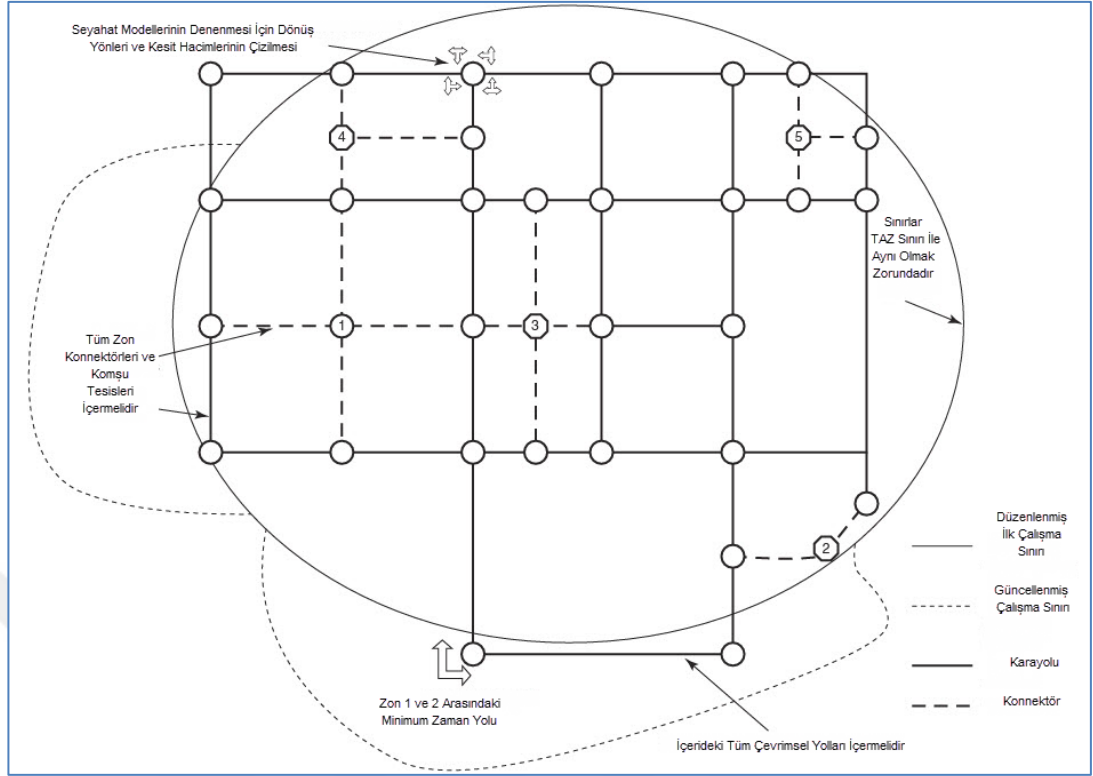
modelde hem toplu taşıma hem de karayolu taşıtlarında bulunan tüm bireylere ait tekil seri numaralarının lokasyon servisleri veya baz istasyonuna göre göreceli konum belirleme imkanlarından faydalanarak zaman, konum ve hız bilgilerine erişilerek hem B-V matrislerinin hesaplanması hem de ulaşım hareketliliğinin karakteristiklerinin ortaya çıkartılabilmesi sağlanmaktadır.¹⁷⁷

1.2.5 Ağ Yapılarının Hazırlanması

Ulaşım modelleri CBS tabanlı bir şekilde bir ağ üzerine tasarlanmaktadır. Bu ağ ulaşım planlama bölgesinin karayolu, demiryolu diğer sistemlerin temsili bir hareket çizgileri olarak kurgulanmaktadır. Dolayısıyla her bir çizgiyi bağlayan iki tane düğümden oluşmaktadır. Ayrıca çizgilerin üzerlerinden geçecek araç ve toplu taşıma yolcu miktarlarını temsil edecek şekilde kapasite, hız, izin verilen araç türü vb. bilgileri barındırması gerekmektedir. Mevcut durum ağ yapısı ve gelecekte hedeflenen ağ yapısı bir arada alternatif olarak kurgulanarak ulaşım modelinin mevcut durumu ve alternatif durumları kurgulanmaya hazır hale gelmektedir. Dolayısıyla ağ yapısına ait bilgi ve verilerin tam anlamı ile doğru bir şekilde ve istenen detayda hazırlanması gerekmektedir. Genel planlama çalışmalarının bir kısmında planlama bölgesinde tüm karayolu çizgileri (link) kullanılabilmesi gibi sadece ana yollar ve toplayıcı yollar da ağ modeli haline getirilebilecektir. Böylelikle daha az detayla daha hızlı model denemeleri yapılabilecektir. Ayrıca toplu taşıma ağı da söz konusu karayolu ağı üzerine kurgulandığından, karayolu ağının planlanan detayında toplu taşıma sisteminin ihtiyaç duyduğu şekilde kısıtlamaya gidilmesi gerekmektedir.¹⁷⁸

¹⁷⁷ Jane Gould, “Cell Phone Enabled Travel Surveys: The Medium Moves the Message”, *Transport Survey Methods: Best Practice for Decision Making: Best Practice for Decision Making*, ed. Johanna Zmud vd., Emerald Group Publishing Limited, 2013, ss. 52-65.

¹⁷⁸ Meyer, ITE (Institute of Transportation Engineers), *Transportation Planning Handbook*, ss. 2011-12.

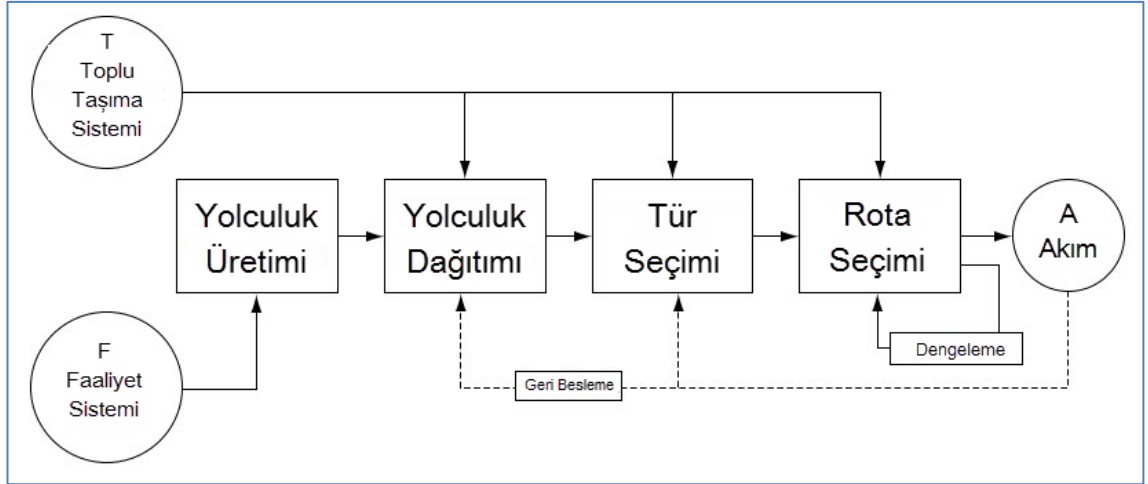


Şekil 9 Planlama Modeli Ağ Kurgusu
(Kaynak: Meyer, Transportation Planning Handbook, s.212)

1.3 PLANLAMA MODELİ

Ulaşım modelleri, mevcut ulaşım sisteminin tanımlanarak, arazi kullanımı doğrultusunda, nüfusun ve çalışma nüfusunun (okul, sağlık vb.) mevcut ve gelecekteki yapısını ile ulaşım alt yapısı konularında meydana gelen gelişmeler sonucunda güncel durum ile gelecekteki ulaşım sisteminin değerlendirilmesini sağlamaktadır. Ulaşım modeli, karayolu üzerinde hareket eden motorlu araçlar ile toplu taşımayı kullanan yolcuları modelleyen bir ağ modelini esas almaktadır. Ağ modeli karayolu ile birlikte toplu taşıma sistemine ait ağın (demiryolu, lastik tekerlekli araçlar ile diğer ulaşım türleri) ve planlamaya esas alanları, analiz bölgelerini kapsamaktadır. Ulaşım analiz bölgelerinin bağlantıları kurulan ağ modeli ile konnektörler aracılığı ile sağlanır. Dört aşamalı model, yolculuk talebini oluşturmada en yaygın yöntemdir.¹⁷⁹

¹⁷⁹ Michael G. McNally, "The Four-Step Model", *Handbook of Transport Modelling: 2nd Edition*, ed. David A. Hensher, Kenneth J. Button, Handbooks in Transport, Emerald Group Publishing Limited, 2007, C. 1, ss. 37-39, doi:10.1108/9780857245670.



Şekil 10 Dört Aşamalı Planlama Modeli
(Kaynak : G. McNally, "The Four-Step Model", s.39)

1.3.1.1 Yolculuk Üretimi

Yolculuk üretimi, yolculuk amacı doğrultusunda gerçekleşen toplam yolculuk büyüklüğünü belirlemektir. Ulaşım bölgesinde nüfus temel belirleyici faktör olmaktadır. Bireylerin yolculuk karakteristikleri, alışkanlıklarının farklı olması nedeniyle, ulaşım zonundaki nüfus davranışsal olarak homojen gruplara ayrılmak durumundadır. Söz konusu gruplandırma yapılırken diğer gruplar ile ulaşım davranışı anlamında farklılık kendi grubu içinde benzerlik göstermesi gerekmektedir. Bu adım ayrıca aktivite bazlı yapıdan yolculuk bazlı yapıya dönüşümün yapıldığı adımdır. Buradaki bir diğer durumda gruplara ayırmada amacın dışında gün dilimine, sosyo-ekonomik duruma göre gruplama yapılabileceğidir.¹⁸⁰

1.3.1.2 Yolculuk Çekimi

Yolculuk çekim adımının amacı farklı aktivitelere(iş, eğitim, sağlık vb.) ait yolculuklarının bittiği trafik analiz zonlarına ait çekimi belirlemektir. Bu işlemde çekim, iş bölgeleri, eğitim noktaları sayısı, alışveriş ve eğlence olanakları ile diğer çekim yaratan noktaların sayısı ve durumuna bağlıdır. Her bir trafik analiz zonunun çekimi farklı aktivite için farklılık gösterebilmektedir. Bir analiz zonunda iş merkezi yoğun fakat eğitim noktası az ise iş yolculukları için yüksek çekime neden olup eğitim yolculukları için daha az çekime sahip olacaktır. Bunun yanında daha çok sayıda iş

¹⁸⁰ a.g.e., s. 42.

bölgesine sahip olan trafik bölgeleri, göreceli olarak daha az sayıda iş bölgesine sahip olan trafik bölgelerine kıyasla daha fazla iş yolculuğu çekimine sahip olacaktır.

1.3.1.3 Yolculuk Dağıtımı

Üretim ve çekim değerlerinin hangi zon ikilileri arasında oluşup oluşmadığı, yolculuk dağıtım modellerince tayin ederek, gerekli değerler bulunur. Diğer bir ifade ile yolculuk yapanların yolculuk tercihlerinin oluşacağı noktaları belirlemede kullanılmaktadır. İki zon arasındaki direnci genelleştirilerek maliyet olarak hesaplar ve kullanılır. Dolayısıyla hesaplanmış direnç seyahat davranışını tahmin ettiği ve gelecekte değişmeyeceği varsayılmaktadır.¹⁸¹

1.3.1.4 Tür Seçimi

Modelde bireyler için seçilecek yolculuk aracının belirlendiği adımdır. Otomobil, toplu taşıma vb. tercihlerin modellenerek genelde yuvalanmış logit modelin kullanıldığı adımdır. Bu adım toplu taşımadan ziyade araç paylaşımı gibi son yıllarda önemli gelen ulaşım türünde etkili olmaktadır.¹⁸²

1.3.1.5 Yolculuk Ataması

Üretim çekim adımlarında sonra oluşturulan B-V matrislerinin modele yüklenmesi ile birlikte modele konu her bir linke ait trafik yükünün belirlendiği adımdır. Genellikle stokastik kullanıcı eşitliğinin tercih edildiği bu adım sonrasında alternatiflerin değerlendirilmesi, sonuçların karşılaştırılması mümkün olmaktadır.

1.4 DEĞERLENDİRİME VE STRATEJİK PLANLAMA

Temel planlama adımları gerçekleştirilip yolculuk atamaları yapıldıktan sonra en uygun ulaşım planlama senaryosu belirlenerek bir stratejik yol haritasına dönüştürülür. Zira hazırlanmış alternatif modeller kara yolu ağında değiştirilecek, yeni açılacak veya yapısı değiştirilecek temsili ağları göstermektedir. Makro planlama sonucu olan seçilmiş alternatif bu noktadan sonra uygulamaya dönüştürülebilecek şekilde bir

¹⁸¹ Yunus Emre Ayözen, *METRO PROJELERİNDE BOYUNA EĞİMİN YATIRIM VE İŞLETME MALİYETLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI*, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012, s. 16.

¹⁸² Michael G. McNally, "The Four-Step Model", s. 50.

uygulama takvimine veya uygulama adımlarını içeren kararlar dönüşmesi gerekmektedir.¹⁸³

2. BURSA ULAŞIM SİSTEMİ

Bursa, Türkiye’de dördüncü büyük il olarak hem ticaret yoğun hem de ikamet yoğun bir şehirdir. Ulaşım sistemi açısından gerek kara yolu sistemlerinin gerekse de toplu taşıma ve yolcu taşıma sistemlerinin yoğun olduğu bir şehirdir. Ulaşım sistemleri açısından il genelinde sorumluluk Bursa Büyükşehir Belediyesi’ndedir.

2.1 YÖNETİM VE MEVZUAT

Bursa Büyükşehir Belediyesi (BBB), 5216 S.K. kapsamında faaliyet gösteren bir belediyedir. 2014 yılında 6360 S.K. yürürlüğe girene kadar 7 ilçeden (30 km yarıçapta) oluşan belediye bu tarihten sonra 17 ilçeden sorumlu olmuştur. Dolayısıyla idari ve operasyonel anlamda önemli bir sorumluluk üstlenmeye başlamıştır.

Tablo 18 Bursa İli Yıllar İçinde Nüfus Değişimi

	İLÇE	YILLAR								
		1985	1990	2000	2007*	2014**	2015	2016	2017	2018
BURSA MERKEZ	Osmangazi	748,358	510,902	642,337	736,034	813,262	826,742	841,756	856,770	862,516
	Yıldırım		325,159	480,266	575,450	640,746	643,681	649,731	647,520	653,004
	Nilüfer		65,799	178,682	251,344	375,474	397,303	415,818	424,909	441,299
	Gürsu		18,681	28,087	50,039	74,827	79,540	84,326	84,880	91,339
	Kestel		31,710	44,102	44,456	52,938	54,959	57,818	60,720	65,256
DIŞ İLÇELER	Mudanya	32,042	38,656	53,965	62,369	80,385	83,174	86,426	90,282	93,707
	Gemlik	57,308	78,193	88,472	98,085	103,390	105,484	107,139	109,494	111,488
	İnegöl	106,372	126,214	186,558	208,314	242,232	249,091	255,032	257,931	268,155
	Mustafakemalpaşa	96,830	100,410	101,531	102,000	99,651	99,781	99,753	99,972	100,696
	Karacabey	65,509	72,898	76,887	79,115	80,594	80,573	81,629	82,408	83,115
	Yenişehir	50,111	52,717	54,835	51,227	52,215	52,591	53,061	53,228	53,704
	Orhangazi	46,482	56,426	68,902	73,633	76,143	76,669	77,297	78,048	78,447
	İznik	39,873	41,942	44,770	44,514	42,727	42,467	42,530	42,616	43,330
	Orhaneli		30,015	30,449	24,798	21,563	20,371	19,656	19,503	19,492
	Büyükorhan	59,005	19,591	16,667	14,199	11,396	10,774	10,421	10,041	10,042
	Harmancık		12,149	10,017	8,340	6,873	6,574	6,551	6,491	6,576
	Keles	22,125	21,675	18,613	15,959	13,123	12,773	12,452	11,990	12,355
TOPLAM (İL NUFÜSÜ)		1,324,015	1,423,329	1,937,722	2,258,433	2,615,714	2,674,934	2,734,505	2,936,803	2,994,521

Açıklama: 2007* Yılında 5216 S.K. yürürlüğe girmiştir., 2014** yılında ise 6360 S.K. yürürlüğe girmiştir.
(Kaynak : TÜİK)

¹⁸³ a.g.e., ss. 50-51.

5216 S.K. kapsamında ulaşım ile ilgili her türlü karar verme yetkisi Ulaşım Koordinasyon Merkezi(UKOME)'ndedir. Kara, deniz ve hava kapsamında kanunun verdiği yetkiyi kullanmakta ve UKOME'ce toplu taşıma ile ilgili verilen kararlara tüm kurum ve kuruluşlar uymak zorundadır. Fiyat ve zaman tarifeleri dahil pek çok konuda UKOME yetkilidir. İdari işleyiş açısından karayolu ile ilgili her tür iş ve işlem BBB Ulaşım Dairesi Başkanlığı'nca yürütülmektedir.

Toplu taşımacılık işletmeciliği ise 5216 S.K. verdiği yetki kapsamında, Bursa Büyükşehir Belediye Meclisi'nce BBB iştiraki olan Burulaş Genel Müdürlüğü'ne verilmiştir.

Ulaşım sisteminin denetim süreçleri açısından 2918 S.K. kapsamında Emniyet Müdürlüğü'nün denetim görevi dışında kalan konularda BBB Zabıta Dairesi Başkanlığı yetkilidir.

2.2 KARAYOLU SİSTEMİ

2.2.1 Karayolu Ağı

Bursa ili genelinde 14,646 km yol ağı bulunmaktadır. BBB sorumluluğunda ise toplam 5,031 km yol ağı mevcuttur. Bu ağın köy yolları ağı olarak gösterilen 4,086 km ise 2014 yılından itibaren sorumluluk alanına girmiştir.

Tablo 19 BBB Sorumlu Karayolu Ağı

		BURSA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ				
SIRA	İLÇE	TOPLAM YOL AĞI (KM)	ANA ARTER (KM)	KÖY YOLLARI (KM)	BBB TOPLAM	BBB %
1	OSMANGAZİ	2,217	190	173	363	16
2	YILDIRIM	1,128	135	13	148	13
3	NİLÜFER	1,799	128	202	329	18
4	GEMLİK	576	16	95	111	19
5	MUDANYA	707	73	227	301	43
6	KESTEL	466	17	182	199	43
7	GÜRSU	284	10	75	86	30
8	İNEGÖL	1,462	253	487	740	51
9	MUSTAFAKEMALPAŞA	1,402	32	584	616	44
10	KARACABEY	1,025	21	333	353	34
11	ORHANGAZİ	471	25	91	116	25
12	YENİŞEHİR	806	23	349	372	46
13	İZNİK	575	16	265	281	49
14	ORHANELİ	629	3	306	309	49

15	KELES	429	1	311	312	73
16	BÜYÜKORHAN	393	1	266	267	68
17	HARMANCIK	278	2	128	130	47
	GENEL TOPLAM	14,646	945	4,086	5,031	34

(Kaynak: BBB Ulaşım Dairesi Başkanlığı)

2.3 TOPLU TAŞIMA SİSTEMİ

2.3.1 Ücret Toplama

BBB sınırları içinde ara toplu taşıma sistemleri olan taksi, taksi dolmuş, minibüs ve servis sistemleri dışında kalan toplu taşıma sistemi genelinde bütünleşik bilet sistemi 2002 yılından beri kullanılmaktadır. Bu sistem ile elektronik olarak ücretin toplanması yanında ücretsiz, indirimli kişilerin söz konusu seyahat haklarında faydalanabilmesi için kişiselleştirme uygulanabilmektedir. Ayrıca elektronik yapısı itibari ile farklı kart tipleri (tam, indirimli, ücretiz) ve hatlara göre farklı ücret tarifesi uygulanabilmektedir. Sistem genelinde farklı senaryolar kapsamında aktarma indirimleri verilebilmekte hatta Bursaray Hafif Raylı Sistemi içinde mesafeye göre ücretlendirme yapmak üzere ücret iadesi verilebilmektedir.

Ücret toplamının yanında Bukart(BursaKart) elektronik biletinin okunmasını sağlayan okuyucu sistemler GPS donanımına sahip olup her bir kart okutulması aynı zamanda coğrafi koordinata sahip olmaktadır. Böylelikle elektronik bilet sistemi aynı zamanda planlama çalışmalarına bilgi sağlayabilmektedir.

Tablo 20 Yıllık Yolculuklar Tablosu

Taşıma Türü	Toplam Yolcu Sayısı (2014)	Toplam Yolcu Sayısı (2015)	Toplam Yolcu Sayısı (2016)	Toplam Yolcu Sayısı (2017)
BURULAŞ Otobüsleri	61,782,099	59,674,041	60,232,347	61,526,769
BURULAŞ Alt Yüklenici Otobüsleri	18,221,040	16,473,780	16,242,097	16,507,435
Özel Halk Otobüsleri	57,929,390	55,790,655	53,741,495	51,987,194
Ara Toplam	137,932,529	131,938,476	130,215,939	130,021,398
Hafif Raylı Sistem (BursaRAY)	68,877,499	74,519,386	75,443,501	78,856,151
T1 Tramvay	3,347,755	3,261,251	3,202,230	3,290,587
T3 (Nostaljik) Tramvay	1,432,095	1,386,305	1,547,887	1,445,030
Ara Toplam	73,657,349	79,166,942	80,193,618	83,591,768
TOPLU TAŞIMA TOPLAM	211,589,878	211,105,418	210,409,557	213,613,166
Şehirler Arası Yolcu Sayı	12,927,760	13,873,510	14,709,760	14,418,020

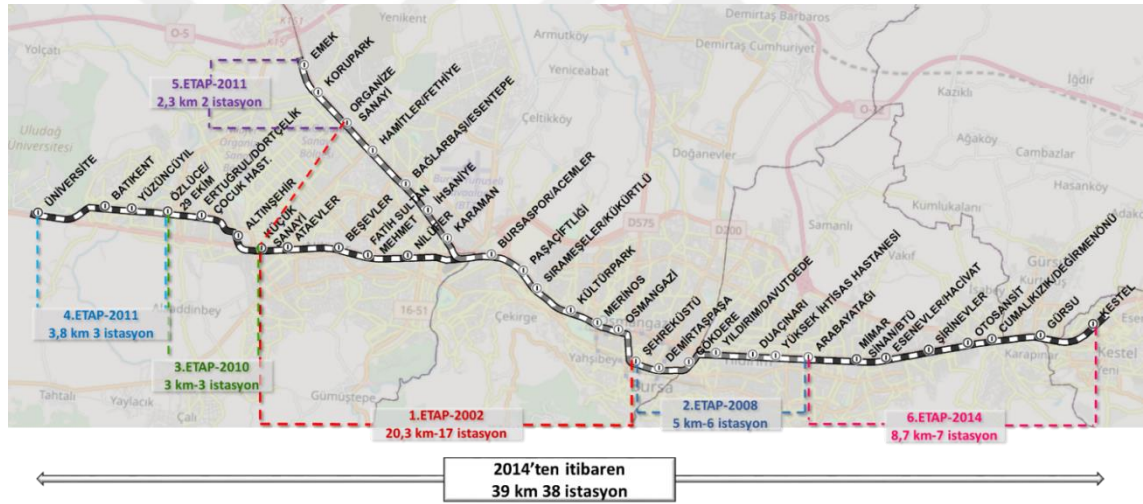
(Kaynak: BBB Ulaşım Dairesi Başkanlığı)

2.3.2 Raylı Sistemler

Bursa’da HRS olan BursaRay ve T1, T3 cadde tramvay hatları, raylı sistem olarak şehir içi toplu taşıma hizmeti vermektedir.

2.3.2.1 Bursaray - Hafif Raylı Sistemi

Bursa’da raylı sistem anlamında temel omurga olarak hafif raylı sistem Bursaray 2002 yılından beri faaliyet göstermektedir. Doğu-batı ekseninde faaliyet gösteren hat, ilk etapta Küçük Sanayi İstasyonu ile Şehreküstü İstasyonu ve Mudanya Yolu üzerinde Organize Sanayi İstasyonu ile Şehreküstü İstasyonu arasında çalışan iki hat şeklinde hizmet vermeye başlamıştır. Bursaray zaman içinde etaplar halinde uzatılarak Emek İstasyonuna ve Kestel İstasyonuna kadar uzatılarak toplam 7’si yer altı olmak üzere 38 istasyon ve 39 km uzunluğunda olmuştur. Her bir istasyon boyu 120m olup ray açıklığı 1435 mm’dir.¹⁸⁴



Şekil 11Yıllara Göre Bursaray Güzergahları
(Kaynak: BUAP2018)

2.3.2.2 Tramvay

T1 ve T3 Tramvay hatları mevcut olup, T2 Terminal hattı tramvay hattı ise inşa halindedir. Uzunluğu 2,2 km ve 9 istasyonu olan T3 hattı Bursa’nın ilk tramvay hattı olup 2011 yılında işletmeye açılmıştır. Yayalaştırılan Cumhuriyet Caddesi’nin Cemal Nadir Caddesi ile kesiştiği yerden başlayıp İncirli Caddesi boyunca devam eden tek hatlı ve mekik şeklinde işleyen bir hattır. T1 hattı ise 2012 yılında işletmeye açılmış ve

¹⁸⁴ “Burulaş Ana Sayfa”, (15.08.2019), <https://www.burulas.com.tr/>.

kent merkezinde Kıbrıs Ş. Cad., İlkbahar Cad., Stadyum Cad., Altıparmak Cad., Cemal Nadir Cad., Atatürk Cad., İnönü Cad., güzergâhını ring olarak kullanan, 14 istasyonu olan 6 km'lik bir hattır.



Şekil 12 Tramvay Hatları
(Kaynak: BUAP2018)

2.3.3 Lastik Tekerlekli Sistemler

BBB, toplu taşıma sisteminde ara toplu taşıma aracı olarak taksi, servis, taksi dolmuş, minibüs ve toplu taşıma aracı olarak otobüs tipi sistemler bulunmaktadır.

2.3.3.1 Taksi

Tüm ilçelerde nakit ödeme yöntemi ile çalışan ve 182 durakta toplam 1491 adet taksi aracı bulunmaktadır. Bu araçlar 86/10553 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararı kapsamında plaka tahdidini bulunan araçlardır.

Tablo 21 İlçelere Göre Taksi Tablosu

İLÇE	Toplam
OSMANGAZİ	591
NİLÜFER	267
YILDIRIM	209
İNEGÖL	90
KARACABEY	55
MUSTAFAKEMALPAŞA	47
MUDANYA	46
GEMLİK	43
ORHANGAZİ	43
YENİŞEHİR	30

İZNİK	26
KESTEL	25
GÜRSU	15
ORHANELİ	2
KELES	2
Genel Toplam	1491

(Kaynak: BBB Ulaşım Dairesi Başkanlığı)

2.3.3.2 Servis

Tüm ilçelerde nakit ödeme yöntemi ile çalışan 6064 adet servis aracı bulunmaktadır. Bu araçlar 86/10553 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararı kapsamında plaka tahdidi bulunan araçlardır. Bu tür özellikle iş ve eğitim amaçlı yolculuklarda firmalarca ve eğitim kurumlarınca tercih edilen ve sadece ulaşım ihtiyacının oluştuğu zaman bloklarında karayolu trafiğinde aktivitede bulunmaktadır.

Tablo 22 İlçeler Göre Servis Tablosu

İlçe	Toplam Araç
01-OSMANGAZİ	3208
02-YILDIRIM	722
03-NİLÜFER	338
06-MUDANYA	95
07-GEMLİK	153
08-KARACABEY	373
09-MUSTAFAKEMALPAŞA	128
10-ORHANGAZİ	117
11-İZNİK	128
12-YENİŞEHİR	129
13-İNEGÖL	469
14-KELES	31
15-ORHANELİ	84
16-HARMANCIK	45
17-BÜYÜKORHAN	44
Genel Toplam	6064

(Kaynak: BBB Ulaşım Dairesi Başkanlığı)

2.3.3.3 Taksi Dolmuş

Kent merkezinde nakit ödeme yöntemi ile çalışan ve 25 hatta durakta toplam 303 adet taksi dolmuş aracı bulunmaktadır. Bu araçlar 86/10553 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararı kapsamında plaka tahdidi bulunan araçlardır.

Tablo 23 Minibüs Araçları Tablosu

	BÖLGE	Araç Sayı	% Pay
KENT MERKEZİ	DOĞU	362	31
	KUZEY	240	21
	BATI	147	13
	GÜNEY	30	3
	GÜRSU	79	7
	KESTEL	68	6
	MUDANYA	74	6
	TOPLAM	1000	87
	DIŞ İLÇELER	BÜYÜKORHAN	10
İNEGÖL		11	1
İZNİK		13	1
KARACABEY		6	1
KELES		4	0
MUSTAFAKEMALPAŞA		9	1
ORHANELİ		24	2
ORHANGAZİ		79	7
İLÇE		156	13
GENEL TOPLAM		1156	100

(Kaynak: BBB Ulaşım Dairesi Başkanlığı)

Tablo 24 Kent Merkezi Doğu Bölgesi, Gürsu, Kestel Minibüs Yolcu Tablosu

SAAT	DOĞU	GURSU	KESTEL	TOPLAM
5	13	138	3	154
6	2,308	1,152	266	3,726
7	10,453	2,340	1,065	13,858
8	10,888	1,032	1,515	13,435
9	6,035	510	874	7,419
10	5,935	450	870	7,255
11	5,833	600	1,220	7,653
12	7,100	928	1,154	9,182
13	6,896	1,050	1,304	9,251
14	8,002	870	1,064	9,935
15	7,734	1,290	926	9,949
16	7,599	1,296	1,187	10,082
17	8,890	1,110	1,624	11,623
18	8,495	1,188	930	10,613
19	6,731	675	937	8,343
20	3,041	550	221	3,811
21	2,824	366	93	3,282
22	747	116	84	947
23	298	64	46	408
TOPLAM	109,822	15,725	15,380	140,927

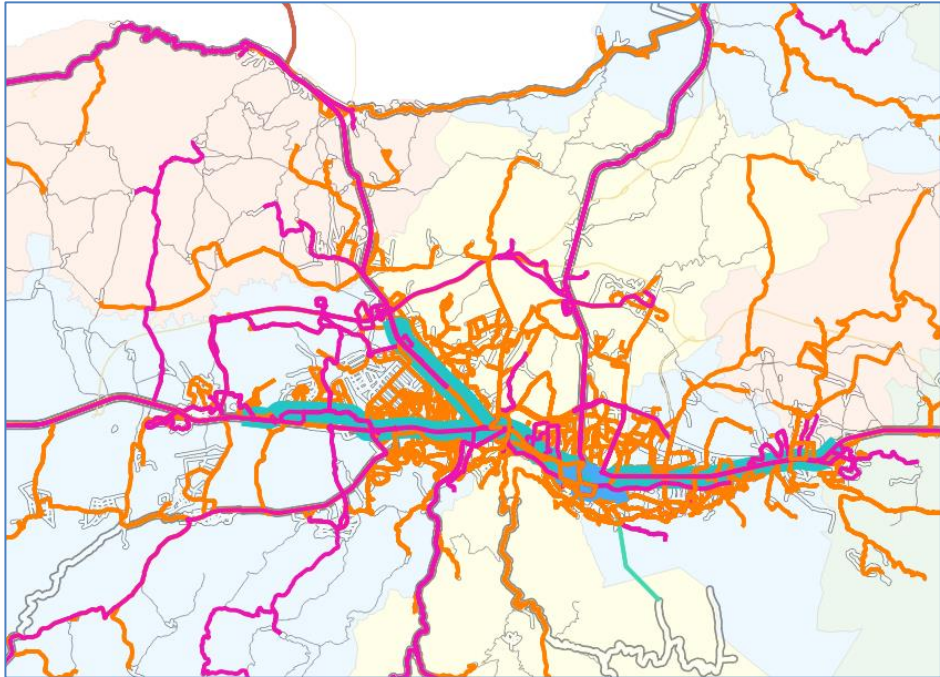
(Kaynak : BBB Ulaşım Dairesi Başkanlığı)

2.3.3.5 Otobüs

Kent merkezinde tümü bütünleşik bilet sistemi kapsamında 230 hatta, 771 adet otobüs faaliyet göstermektedir. İlçelerde ise İnegöl merkez ve Mustafakemalpaşa merkezinde faaliyet gösteren araçlarda bütünleşik bilet sistemi kullanılmakta ve tüm dış ilçeler toplam 135 hatta, 444 adet otobüs faaliyet göstermektedir.

	Hat Tipi	Hat Sayısı	Otobüs Adet
Kent Merkezi	Belediye (Burulaş)	99	335
	Alt Yüklenici	57	115
	Özel Halk (Batı)	60	270
	Özel Halk (Doğu)	14	51
	Ara Toplam	230	771
İlçeler	İnegöl	25	172
	İznik	11	51
	Karacabey	29	48
	Mustafakemalpaşa	38	80
	Orhangazi	21	64
	Yenişehir	11	29
	Ara Toplam	135	444
Toplam	365	1215	

(Kaynak: BBB Ulaşım Dairesi Başkanlığı)



Şekil 15 Bursa İli Geneli Otobüs Hattları
(Kaynak: BBB Ulaşım Dairesi Başkanlığı)

2.3.4 Su Üstü Sistemleri

Bursa’da deniz yolu ile şehirlerarası yolcu taşımacılığı BUDO ve İDO firmaları ile yapılmaktadır. BURULAŞ A.Ş. 24 Ocak 2013 tarihinde BUDO işletmeciliğine başlamıştır. Kapasitesi 330-331 yolcu olan ve 6 gemiden oluşan filosu ile Mudanya-Büyükçekmece, Mudanya- Eminönü, Mudanya- Armutlu (İhlas), Armutlu (İhlas)-Eminönü hatlarında şehirlerarası deniz yolu ile yolcu taşımacılığı yapılmaktadır.

Bursa sınırlarında deniz yolu ile yük taşımacılığı da yapılmakta olup Mudanya ve Gemlik Liman Başkanlıkları olmak üzere iki liman başkanlığı bulunmaktadır. Gemlik Liman Başkanlığı sınırlarındaki limanlar; Borusan Limanı, Gempport Limanı, MKS Terminali ve Rodaport Limanıdır. Bu limanlara yılda dört bine yakın gemi uğrak yapmaktadır ve bu sayı ile Gemlik Limanı Türkiye’nin beşinci büyük limanı konumundadır. Mudanya Limanı’nda BUDO’ya ait kuru yük yanaşma yeri bulunmaktadır. 2016-2017 yılları arasında 44 yük gemisi limana yanaşmıştır.¹⁸⁵

2.3.5 Halatlı Sistemler

Teleferik mahallesi ile Uludağ Oteller Bölgesi arasında 9 km’lik ve 3 istasyonluk teleferik hattı bulunmaktadır. Bu hat yap-işlet-devret modeli ile BBB, denetiminde Bursa Teleferik A.Ş. tarafından işletilmektedir.

3. BURSA’DA YAPILAN 2010-2018 ULAŞIM ANA PLANLARI

Bursa’da güncel olarak yapılmış 2010 ve 2018 ulaşım ana planları bulunmaktadır. Bu çalışmalardan önce 1986 yılında, 90’lı ve 2000’li yıllarda değişik ulaşım fizibilitesi ve etütleri yapılmıştır. Bunların bir kısmı karayolu trafiği odağında iken 1991 ve 1997 yılında yapılan karayolu ulaşımı ve toplu taşıma etütleri önemli çalışmalardır. Ayrıca Bursaray’ın fizibilite etütleri toplu taşımacılıkta raylı sistem omurgasını oluşturmak üzere yapılmış önemli çalışmalardır.¹⁸⁶

¹⁸⁵ “Liman Başkanlıkları - T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı”, (29.08.2019), <https://www.uab.gov.tr/liman-bas-kanliklari>.

¹⁸⁶ Selahattin Dinç, *GELİŞMEKTE OLAN KENTLERDE ULAŞIM SORUNLARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇÖZÜMLERİ İÇİN ULAŞIM ANA PLANLARININ ÖNEMİ: BURSA ÖRNEĞİ*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012, ss. 62-68.

2010 yılında yapımına başlanan ve 2013 yılında BBB Belediye Meclisi'nce onaylanan Bursa 2010 Ulaşım Ana Planı ile 2018 yılında yapımına başlanan ve 2019 yılında BBB Belediye Meclisi'nce onaylanan Bursa 2018 Ulaşım Ana Planı tespitleri ve önerileri ile güncel planlama çalışmalarıdır¹⁸⁷. Ülkemizde ulaşım ana planlarının yapımı, güncellenmesi ve sürdürülebilir ulaşım sağlamada önemli mevzuatlardan birisi 5216 S.K. ile Ulaşımında Enerji Verimliliği yönetmeliğidir. Bu yönetmelik büyükşehir belediyeleri ile büyükşehir belediyesi dışında olup nüfusu 100 bin üstü olan belediyelerin ulaşım ana planlarını 15 yıl süre ile yapmalarını ve 5 yıllık periyotlar ile güncellenmesini düzenlemektedir. Ayrıca ulaşım sistemlerinin birbirleri ile etkileşimi, toplu taşıma sistemlerinde raylı sistem oranının artırılmasını, birbiri ile rekabet etmeyen bütünleyici toplu taşıma sistemlerinin kurulmasını düzenlemektedir. AUS uygulamaları ile birlikte ulaşım sistemlerinin enerji verimliliği sağlamak ve çevresel etkilerini azaltmayı düzenlemektedir.¹⁸⁸

Ülkemizde, 5216 S.K. kapsamında, ulaşım ana planlarının yapılmasını belirtilirken bunun düzenleyici esasları ancak 2019 yılında çıkarılan Enerji Verimliliği Yönetmeliği bir nebze olsun belirlemektedir. Fakat hazırlanmış olan planların onaylanması hususunda ise net bir düzenleme çalışma kapsamında yapılan araştırmalarda tespit edilememiştir. Dolayısıyla her iki plan da Bursa Büyükşehir Belediyesi Meclisi ve Ulaşım Koordinasyon Merkezi'nce¹⁸⁹ onaylandıktan sonra yürürlüğe girmiştir.

3.1 2010 YILI ULAŞIM ANA PLANI

Bursa 2010 Ulaşım Ana Planı ile 13,448 hanede 42,253 kişi ile anket yapılmış, bu anketler neticesinde ulaşım modeli hazırlanmıştır. Hazırlanan 2010 yılı ulaşım modeli ile birlikte, 2020 trafik ve toplu taşıma modelleri ve 2030 trafik ve toplu taşıma modelleri hazırlanmıştır.¹⁹⁰

¹⁸⁷ “Bursa Büyükşehir Belediyesi Meclis Kararları”, (10.08.2019), <https://www.bursa.bel.tr/?sayfa=meclis>.

¹⁸⁸ “Ulaşımında Enerji Verimliliği Yönetmeliği”, 30762, C. Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik (2019), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/05/20190502-5.htm>.

¹⁸⁹ “Bursa Büyükşehir Belediyesi Ukome Kararları”, (20.08.2019), <https://www.bursa.bel.tr/?sayfa=ukome>.

¹⁹⁰ DR. BRENNER INGENIEURGESELLSCHAFT GmbH, “Buap2010-Yeni Bilgilerin Toplanması Raporu”, s. 50.

Tablo 25 BUAP2010 Anket Genel Raporu

İlçe Adı	Görüşülen Hane Sayısı		Görüşülen hane halkı sayısı		Görüşülen hane halkı sayısı ortalaması
	Frekans	Yüzde(%)	Frekans	Yüzde(%)	
Osmangazi	5.591	41,6	17.474	41,4	3,1
Yıldırım	3.953	29,4	12.889	30,5	3,3
Nilüfer	2.185	16,2	6.644	15,7	3
Gemlik	687	5,1	2.014	4,8	2,9
Mudanya	421	3,1	1.182	2,8	2,8
Gürsu	341	2,5	1.219	2,9	3,6
Kestel	270	2	831	2	3,1
Toplam	13.448	100	42.253	100	3,1

(Kaynak: BUAP2010 Yeni Bilgilerin Toplanması Raporu)

4.1.1. Tespitler

BUAP2010 çalışmasında en önemli kısım anketlerde elde edilen sonuçlardır. Ulaşım ana plan çalışmalarında anketler ile elde edilen hanelere ait ulaşım bilgileri ile birlikte sosyo-demografik bilgiler planlama faaliyetlerinin temelini oluşturmaktadır. Bu çalışmanın anket sonuçlarına göre ulaşım araçları türlerinde %43'lük yaya yolculuğu payı en yüksektir. Motorlu araçlar ile yapılan %15,1 servis, %14,8 otobüs, %14,5 otomobil(yalnız + paylaşılan), %5,1 minibüs, %1,5 taksi dolmuş ve %0,3 taksi olmuştur. Dolayısıyla çalışma döneminde servis yolculukları motorlu araçlar ile yapılan yolculuklarda zirvededir.

Tablo 26 BUAP2010 Araç Türlerine Göre Dağılım

Araç	Frekans	Yüzde	Yüzde
		(Toplam Cevaba göre)	(Toplam Baz'a göre)
Yaya	27.521	43	45,5
Bisiklet	289	0,5	0,5
Motosiklet	262	0,4	0,4
Otomobil yalnız sürüş	5.341	8,3	8,8
Otomobil paylaşılan sürüş	3.985	6,2	6,6
Taksi	181	0,3	0,3
Dolmuş	961	1,5	1,6
Minibüs	3.289	5,1	5,4
Otobüs	9.460	14,8	15,7
Hafif Raylı Sistem	2.636	4,1	4,4
Servis	9.777	15,3	16,2
Diğer	290	0,5	0,5
Toplam Araç Kullanımı (Cevap)	63.992	-	105,9
Toplam Yolculuk Sayısı (Baz)	60.429	100	-

(Kaynak: BUAP2010 Yeni Bilgilerin Toplanması Raporu)

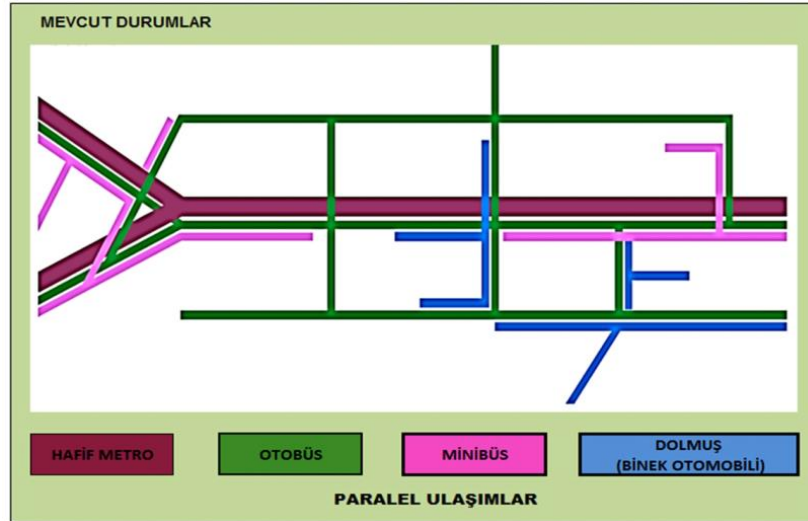
Bireylerin ortalama hareketlilik oranı ise brüt 1.43 bulunmuştur. Bu hareket edenler ile etmeyenlerin bir arada değerlendirilerek, ana kütleyi temsil edecek hareketlilik oranıdır. Fakat hareket edenlere ait hareketlilik oranı ise 2.12'dir. Yani 2010 yılı anketlerinin yapıldığı dönemde hareket eden her bir birey 2.12 yolculuk yapmaktadır.

Tablo 27 BUAP2010 Hareketlilik Tablosu

	Bursa Genel	İçerler						
		Osmangazi	Yıldırım	Nilüfer	Gemlik	Mudanya	Gürsu	Kestel
Brüt Hareketlilik Değeri	1,43	1,55	1,33	1,49	1,20	1,35	1,21	0,97
Net Hareketlilik Değeri	2,12	2,16	2,10	2,10	2,06	2,10	2,02	1,95
Net Hareketlilik (erkek)	2,11	2,19	2,10	2,14	1,97	2,11	1,98	1,88
Net Hareketlilik (kadın)	2,12	2,20	2,05	2,12	2,06	2,07	2,10	1,99
Yolculuk edenlerin ankete katılanlara oranı	67,6%	71,8%	63,6%	71,0%	58,6%	64,5%	59,9%	50,1%
Erkek	81,9%	86,5%	77,8%	85,0%	71,8%	79,7%	74,3%	59,1%
Kadın	53,7%	57,5%	49,7%	57,5%	45,9%	49,6%	45,5%	41,2%
Yolculuk etmeyen kişilerin ankete katılanlara oranı	32,4%	28,2%	36,4%	29,0%	41,4%	35,5%	40,1%	49,9%
Yolculuk – erkek şahıs oranı	59,6%	59,4%	60,2%	59,1%	59,4%	60,9%	60,2%	58,1%
Yolculuk – kadın şahıs oranı	40,4%	40,6%	39,8%	40,9%	40,6%	39,1%	39,8%	41,9%

(Kaynak: BUAP2010 Yeni Bilgilerin Toplanması Raporu)

Anket verilerinin yanında diğer sayım vb. bilgilerin toplanması, toplu taşıma doluluk gözlemleri ve diğer ölçümler neticesinde; toplu taşıma sistemindeki karmaşık hat yapısı ile birlikte birbiri ile rekabet eden paralel hatlar sistemin verimsizleşmesine neden olduğu tespit edilmiştir.¹⁹¹ Çok sayıda ve farklı işletmecinin olması, ağ trafiğinin yüksek olması ve toplu taşıma önceliğinin bulunmaması, araçların nispeten eski olması, yolculuk konforunun düşük, yolcu bilgilendirmesinin yetersiz, aktarma tarifelerinin eksik, aktarma olanaklarının yetersiz olması gibi tespitler toplu taşıma için yapılmış diğer tespitlerdir.



Şekil 16 BUAP2010 Mevcut Toplu Taşıma Hiyerarşisi
(Kaynak: BUAP2010 Yeni Bilgilerin Toplanması Raporu)

¹⁹¹ a.g.e., ss. 35-45.

Toplu taşıma ücret tarifesinin, elektronik bilet sisteminde karmaşık ve çok fazla sayıda fiyat tarifesine sahip olması, sistemde halen nakit ödeme usulüne göre çalışan araçların olması, toplu taşıma sistemini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.¹⁹²

Karayollarının mevcut arazi kullanımı nedeniyle dar ve sıkışık olması, ağda muadil yollarının bulunmaması, Atatürk Cad.'nin kent merkezinde ana taşıyıcı olması, Yakın Çevre Yolu'nun bir alternatif olarak kullanılamaması ve yol kenarı düzensiz parkların trafik akışını olumsuz etkilemesi, türel ayırında, oranı diğer türlere göre düşük çıkarsa da otomobil yoğun ana eksenlerin aşırı sıkıştığı tespit edilmiştir.¹⁹³

Trafik yönetiminde o tarihteki kavşak kontrol sistemlerinin statik yapıda olması, değişken trafik talebine cevap verememesi, kavşakların birbiri ile koordineli çalışmaması, kavşak yönetiminde sürelerin iyi belirlenemediğinden beklemelerin ve kayıpların çok olması yapılmış tespitlerdendir.¹⁹⁴

4.1.2. Öneriler

BUAP2010 çözüm geliştirme anlamında özellikle toplu taşımanın geliştirilmesi yolu ile bireysel araç kullanımının azaltılmasını hedeflemiştir. Toplu taşıma sisteminin şeffaflaştırılması, paralel hatların ortadan kaldırılarak, ana taşıyıcı omurganın Bursaray, tramvay hatları, birincil otobüs ağı, ikincil otobüs ağı şeklinde kurgulanması gerektiği önerilmiştir.¹⁹⁵ Ayrıca fiyat tarifesi sisteminin şeffaflaştırılması, bölgeye, mesafeye göre ücretlendirme sistemlerinin oluşturulmasını, yolcu bilgi sistemlerinin geliştirilmesini, halen nakit ödeme olan sistemlerin de (minibüs, taksi dolmuş, taksi vb.) tek bilet sistemine geçmesini, aktarma merkezlerinin oluşturulmasını, var olan merkezlerin ise şartlarının geliştirilmesini, bir nevi vakit geçirilebilecek şekilde çekici mekanlar haline getirilmesini, otomobil kullanıcılarının park et-devam et sistemleri ile toplu taşımaya entegre olmalarını, toplu taşıma duraklarında ve istasyonlarında bisiklet ulaşımını entegre edici çözümlerin geliştirilmesini önermektedir. Raylı sistemde Bursaray'ın her iki yönde yeni gelişme alanlarına uzamasını, işletme frekansının ortak güzergahta 2.5

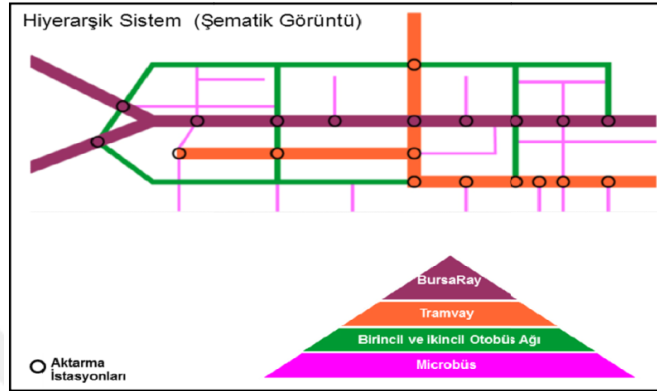
¹⁹² a.g.e., s. 197.

¹⁹³ a.g.e., ss. 206-9.

¹⁹⁴ a.g.e., ss. 202-4.

¹⁹⁵ DR. BRENNER INGENIEURGESELLSCHAFT GmbH, "Buap2010-Ulaşım Ana Planı Raporu", Bursa: Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2012, s. 2010.

dk. ya düşmesini ve kent merkezinde üç yeni tramvay hattının kurularak birincil toplu taşıma omurgasını oluşturmasını esas almaktadır. Ayrıca hem bu hatlara destek olması hem de raylı sistem yatırımı yapılamayacak yerler için ana taşıyıcı birincil otobüs ağının kurulmasını, bunun ikincil bir otobüs sistemi ve mikrobüs sistemi ile desteklenmesini tavsiye etmektedir.¹⁹⁶



Plan hatların, sistemlerin iyileşmesi yanında toplu taşımanın yönetimi noktasında kurumsal, profesyonel ve katılımcı yönetim ilkesi ile bir yönetsel dönüşümün gerçekleştirilmesini, tüm işletmecilerin idare ile birlikte kuracağı bir yönetim ve işletim hiyerarşisini de tavsiye etmektedir.¹⁹⁷

Karayolu sistemi için yeni yerleşim yerlerinin mevcut karayolu ağı ile entegrasyonunun sağlanmasını, birincil karayolu ağının yapısal iyileştirmesinin bağlantılı kavşaklar ile birlikte yapılmasını, fonksiyonel hiyerarşinin sağlanmasını ve iyileştirilmesini, belirlenen akslarda tavsiye edilen karayolu tasarım ve kavşak projelerinin uygulanmasını; trafik yönetiminde kısa vadede belirlenen kavşaklarda hazırlanan sinyal planlarının uygulanmasını, kentin ihtiyacı olan kentsel trafik yönetim merkezinin kurulmasını ve önerdikleri tasarım kriterlerinin uygulanmasını tavsiye etmektedir.¹⁹⁸

¹⁹⁶ a.g.e., ss. 20-44.

¹⁹⁷ a.g.e., ss. 43-45.

¹⁹⁸ a.g.e., ss. 140-50.

BUAP2010 planının önem verdiği husulardan bir diğeri ise yaya ve bisiklet ulaşımı olmuştur. Planlama konseptinde Atatürk Cad. gibi bir ana aksın yavaşlatılmış bulvar olarak uygulanmasının, 2030 yılına kadar 250 km bisiklet yollarının ve toplu taşımaya entegre park yerlerinin yapılmasını hatta bisiklet paylaşımına imkan veren kiralama uygulamalarının yapılmasını tavsiye etmektedir.¹⁹⁹

3.2 2018 YILI ULAŞIM ANA PLANI

Bursa 2018 ulaşım ana planı, yeni bir hane halkı anket çalışması yapılmadan bir önceki ulaşım ana planı ulaşım modelinin, sürücü anketi, otopark anketi, kordon, kesit, perde sayımları ile toplu taşıma sayım ve memnuniyet anketlerinin kalibrasyonu ve geliştirilmesi ile hazırlanmıştır.

4.2.1. Tespitler

Toplu taşımada hizmet veren ara toplu taşıma sistemlerinden minibüs ve taksi dolmuşlarla ilgili hat bazında çalışan araç sayısı, güzergâh ve tarife bilgileri mevcut olup elektronik bilet sistemi olmaması nedeniyle analiz edilecek yolculuk bilgilerine erişimde problem olduğu tespit edilmektedir. Büyükşehir Belediyesi sorumluluğuna 6360 S.K. ile ilçe hatları da dahil olup bu hatların taşıma türü ile ilgili araç sayısı, kapasitesi, güzergâhı, işletme yapısı, servis aralıkları gibi hususlar, ilçelerin ekonomik, sosyal ve kültürel dokuları içinde kendi ihtiyaçları doğrultusunda daha önceki tarihlerde gerçekleşen şekilde yer bulduğu, ruhsat veren kurumların farklı statüde, farklı performansta ve farklı idari kararlarla ulaşım düzenlemelerinde bulunduğu tespit edilmektedir.²⁰⁰

Ara toplu taşıma unsuru minibüs ve taksi dolmuşların, bütünlük bilet sistemi dışında faaliyet gösterdiği, aktarma indirimi uygulamadıkları, durak bazlı olmayıp karayolu üzerinde rastgele durabildikleri raylı sisteme paralel güzergâhlarda, rekabetçi şekilde faaliyet gösterdikleri, kurumsal yapıdan uzak bir şekilde ulaşım sistemi içinde yer aldıkları tespit edilmektedir.²⁰¹

¹⁹⁹ a.g.e., ss. 220-22.

²⁰⁰ Boğaziçi Proje A.Ş., “Buap2018-Ulaşım Ana Planının Oluşturulması Raporu”, Bursa: Burulaş Genel Müdürlüğü, 2019, s. 24.

²⁰¹ a.g.e., ss. 113-15.

Servis aracı sayısının toplu taşıma araçlarından çok daha fazla olmasına karşın diğer lastik tekerlekli otobüs sistemine yakın yolcu taşıdığı, trafikte yoğunluk yarattıkları, durak esasına göre çalışmadıkları, özellikle ekonomik ve konfor nedenleri nedeniyle işverenlerce tercih edilir oldukları tespit edilmektedir.²⁰²

Taksilerin durak bazlı çalışmaları, gelişmiş güzel hareket etmelerinin, kent merkezi gibi bazı bölgelerde sürekli karayolunda hareket halinde müşteri aramalarının, trafik akışında olumsuzluklara neden olduğu, yol kenarında büyük kapasiteli duraklara sahip olmaları nedeniyle karayolu üzerinde darboğaz noktaları yaratabildikleri tespit edilmektedir.²⁰³

Bisiklet ulaşımında yaya paylaşımlı yolların fazla olduğu, yeterli park yeri bulunmadığı, bisiklet yolları üzerinde kalıcı engellerin bulunduğu, bisiklet yollarının birbiri ile birlikte bir ağ oluşturmadığı, kavşak geçişlerinde olumsuzlukların olduğu, işaretlemelerin yetersiz ve eksik olduğu tespit edilmektedir.²⁰⁴

Karayolu araç kullanımının arttığı, toplu taşımada iyileştirmeler yapılmasına rağmen payının azaldığı, bireysel otomobil sahipliliğinin Bursa özelinde hızla arttığı, karayollarının verimli kullanılmadığı, arazi kullanımının ve yapılaşmanın yoğun olduğu yerlerde kapasitelerinin yetersiz olduğu, bazı kesitlerde darboğaz yaratan fiziki durumların olduğu, yol kenarı otoparklanma nedeniyle karayolu ağında olumsuzlukların yaşandığı, karayolu üzerinde faaliyet gösteren otomobil, otobüs, minibüs, taksi vb. sistemlerin birbiri ile entegre olamadığı tespit edilmektedir.²⁰⁵

4.2.2. Öneriler

BUAP2018 planlama çalışması toplu taşıma sistemi ve karayolu sistemleri için tavsiyelerde bulunmaktadır. Bir önceki planlamaya göre toplu taşımada raylı sistem kullanımını geliştirecek hat önerilerini daha geliştirmektedir. Bursaray'ın işletme frekanslarının artırılarak, batıda Emek İstasyonu'ndan başlayarak Hızlı Tren İstasyonu ile Bursa Şehir Hastanesi'ne, Üniversite İstasyonu'ndan başlayarak Görükle ve

²⁰² a.g.e., ss. 117-18.

²⁰³ a.yer.

²⁰⁴ a.g.e., ss. 119-20.

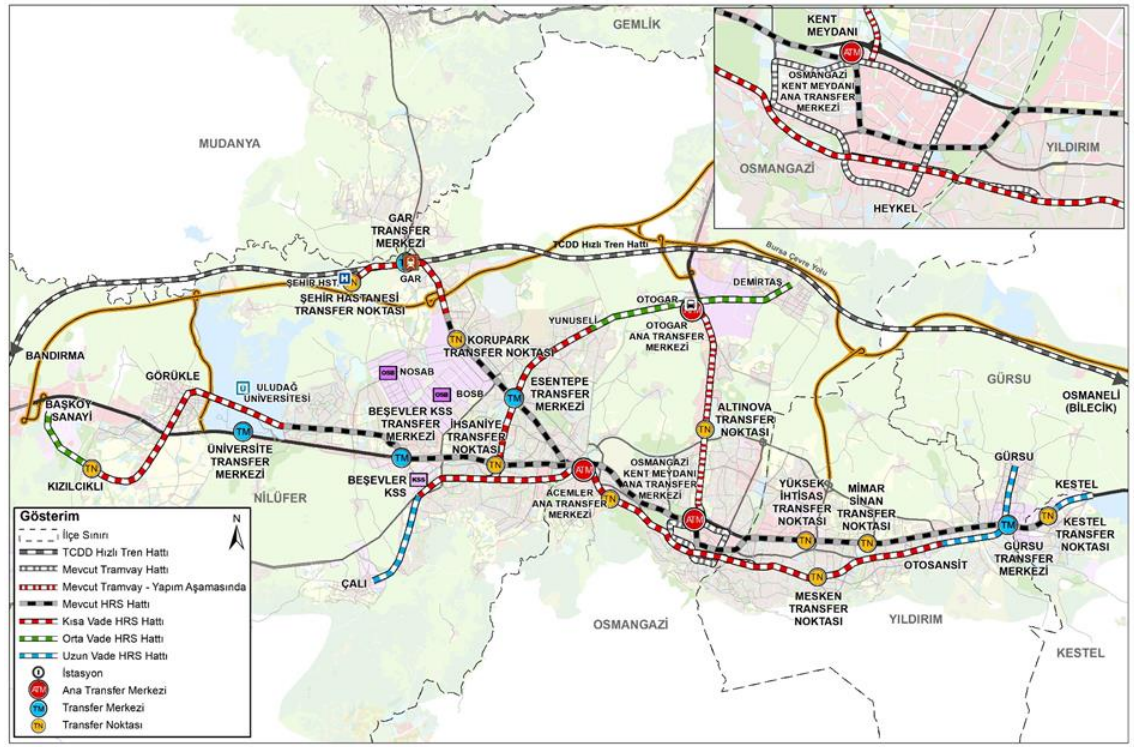
²⁰⁵ a.g.e., ss. 110-12.

Kızılıklı'ya uzatılmasını tavsiye etmektedir. En büyük yenilik ise HAT-3 ve HAT-4 olarak belirtilen yer altı HRS hatlarıdır. HAT-3 ile Gürsu'nda başlayarak Çalı'ya, HAT-4 ile de Çalı'dan başlayarak Demirtaş'a kadar uzanan hatların yer altı sistemler olarak ilgili stratejik dönemlerde tavsiye edilmedi.

Tablo 28 BUAP2018 Raylı Sistem Tavsiyeleri

Hat Kodu	Hat Adı	Etap	Türü	Dönem
T1	Kent Meydanı-Heykel	Kent Meydanı-Heykel	Tramvay	Mevcut
T2	Kent Meydanı-Otogar	Kent Meydanı-Otogar	Tramvay	Mevcut-Yapım Aşamasında
T3	Zafer Plaza-Çınar Önü	Zafer Plaza-Çınar Önü	Tramvay	Mevcut
HAT-1	Ş.Hastanesi-Emek-Arabayatağı	Emek-Arabayatağı	HRS	Mevcut
		Şehir Hastanesi-Emek	HRS	Kısa Vade
HAT-2	Görükle-Üniversite-Kestel	Üniversite-Kestel	HRS	Mevcut
		Üniversite-Kızılıklı	HRS	Kısa Vade
		Kızılıklı-Başköy	HRS	Orta Vade
		Kestel Uzatması	HRS	Uzun Vade
HAT-3	Çalı-Cumhuriyet C.-Gürsu	Beşevler KSS-Otosansit	HRS	Kısa Vade
		Etap 1: Çalı-Beşevler KSS	HRS	Uzun Vade
		Etap 2: Otosansit-Gürsu	HRS	Uzun Vade
HAT-4	Çalı-FSM-Yunuseli-Otogar-Demirtaş	Beşevler KSS-FSM-Yunuseli	HRS	Kısa Vade
		Yunuseli-Demirtaş	HRS	Orta Vade

(Kaynak: BUAP2018 Ulaşım Ana Plan Raporu)



Şekil 18 BUAP2018 Raylı Sistem Ağı

(Kaynak: BUAP2018 Ulaşım Ana Plan Raporu)

Toplu taşımadaki diğer sistemler(lastik tekerlekli vb.) içinse işletmelerin bir bütünlük içinde çalışmasının sağlanması, özel-kamu ayrımını ortadan kaldıracak şekilde işletme modelinin hayata geçirilmesi, motorsuz ulaşım sistemleri ile otomobil sistemi arasında entegrasyonun sağlanması, aktarma merkezlerinin geliştirilmesi, toplu taşıma ağının kademelendirilmesi, ağın bir bütün olarak ulaşılabilirliğinin artırılması, hattın karakteristiğine uygun şekilde araç kapasitesinin dolayısıyla filo yönetiminin etkinliğinin artırılması yönünde tavsiyelerde bulunmaktadır.²⁰⁶

Yolcu bilgilendirme sisteminin geliştirilmesi, bilet ve ücret tarifelerinde şeffaflığın ve ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanması, yaya bölgelerinin geliştirilmesi, bisiklet ulaşımının ağ oluşturacak şekilde geliştirilmesi, toplu taşıma aktarma noktalarının bu türlerin verimli bir şekilde entegrasyonu sağlaması ve engelli kullanımına uygun bir sistemin tasarlanması gibi tavsiyeler de bulunmaktadır.

Karayolu ağında sistemler arası entegrasyonun artırılması, kent merkezinde yük ve lojistik faaliyetlerinin yasaklanması veya kısıtlanması, trafik yönetim sisteminin geliştirilmesi, otopark yönetim sisteminin geliştirilmesi, kaldırım, yol ve kavşak gibi geçişlerin eşitlik getirmesi, karayolu güvenliğinin artırılması, AUS sistemlerinin yaygınlaştırılması gibi tavsiyelerde bulunmaktadır.²⁰⁷

²⁰⁶ a.g.e., ss. 380-83.

²⁰⁷ a.g.e., ss. 560-70.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TOPLU TAŞIMA KULLANAN ÖĞRENCİLERE AİT ALTERNATİF ULAŞIM PLANLAMASI MODELİ

1. UYGULAMA KAPSAMI VE HEDEFİ

Bursa Büyükşehir Belediyesi sınırları içindeki toplu taşıma sistemlerinin büyük çoğunluğunda kullanılan Bukart(BursaKart) elektronik bilet sadece bir ödeme sistemi olmayıp aynı zamanda, okuyucu cihazlara entegre GPS sistemleri ile birlikte, bir planlama veri kaynağıdır. Her bir okuyucu cihazın kendi seri numarası bulunması, sistemdeki her bir Bukart'ın kendi benzersiz seri numarasına sahip olması, veri analizi boyutu ile izlenebilirlik sağlamaktadır. Bu izlenebilirlik Kişisel Verinin Korunması kanun kapsamına girmemektedir.²⁰⁸ Zira söz konusu karta ait seri numarası gözle okunabilir, anlaşılabilir bir numara olmayıp kişisel bilgi de barındırmamaktadır. Bu sebeple sadece kart numarası ile “aktivite” temelli ulaşım amacına sahip öğrenciler için Bukart verilerinin analizi yapılarak, öğrencilerin ulaşım karakteristiğine uygun hat, güzergah planlaması yapılabilmesi hedeflenmiştir.

2. VERİLERİN VE MODELİN HAZIRLANMASI

Veri kavramı her geçen gün büyümekte ve yorumlanması zorlaşmaktadır. Bununla birlikte yorumlanma sistemleri geliştirildikçe de planlama ve analiz çalışmalarına iyi bir kaynak olabilmektedir. Özellikle son dönemde yapay zekânın eğitiminde büyük miktarda veriler kullanılmaktadır.²⁰⁹

Bukart(BursaKart), Burulaş Genel Müdürlüğü'nce işletilen toplu taşıma sisteminin genelinde kullanılan elektronik bilet sistemidir. Çalışmada 2019 yılı Mart-Mayıs ayları arasındaki üç aya ait öğrenciler için analiz yapılacaktır. Bu dönemde tüm türlere ait ortalama hafta içi ortalama bir günde kart okutma (aktivite) 800-860 bin adettir. Dolayısıyla aylık 20-23 milyon, yıllık tahmini 260-270 milyon adet aktivite düzeyindedir. Bukart verisi bu hali ile ulaşım talebini karakterize etmede sağladığı

²⁰⁸ “Kişisel Verinin Korunması Kanunu”, 29677, C. 6698 Kişisel Verinin Korunması Kanunu (2016), <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6698.pdf>.

²⁰⁹ “Oracle|What Is Big Data?”, (20.08.2019), <https://www.oracle.com/big-data/guide/what-is-big-data.html>.

çeşitlilik ile büyük veri kapsamına giren veri grubundadır. Verinin büyüklüğü satır anlamında olmayıp bir de sütunsal özellikler barındırdığından, veri madenciliği teknikleri ile işlendikçe değerlendirilen, farklı analizlerin yapılmasını sağlayan büyük veri grubundadır.²¹⁰

2.1. BÜYÜK VERİ VE BÜYÜK VERİYİ İŞLEME

Organizasyonlarda, verilerde tutarlılık, çok kullanıcının aynı anda verilerine erişimi, kolaylıkla güncelleyebilme ve verilerin birbirleri arasında ilişkili olması gerekli ise verinin geleneksel dosya ortamından bir veri tabanına aktarılması, burada tutulması ve buradan yönetilmesi gerekmektedir.²¹¹ Büyük veri ise alışlagelmiş veri boyutlarının çok ötesinde gigabayt, terabayt ve hatta petabayt seviyesindeki milyonlarca, milyarlarca satır veriyi ifade ettiği gibi güvenlik sistemlerinin sürekli kaydettiği kamera görüntülerini de temsil edebilmektedir.

1970’lerde ilk ilişkisel veri tabanı oluşturulduğundan beri büyük veri kavramı ile karşı karşıyayız. Fakat Facebook gibi uygulamaların hayatımıza girmeye başladığı, 2000’lerin ortasından beri, büyük veri çok aşına olunan bir kavram haline gelmiştir. Özellikle nesnelerin interneti konusu ile birlikte internete bağlanan her bir donanımın ürettiği veri, sürekli olarak bir şekilde depolanma ihtiyacını doğurmaktadır. Entegre et, yönet ve analiz et hiyerarşisine sahip yeni ve her geçen gün gelişen bu kavram aslında gün geçtikçe hayatımızın bir parçası haline gelmektedir. Dolayısıyla bunu yönetmek için veri tabanı doğru bir cevaptır.²¹²

Veri tabanının ihtiyaç olduğu doğru olmakla birlikte veri tabanı sağlayıcıları da her geçen kendilerine geliştirmeye devam etmektedir. Microsoft Sql Server veri tabanı sunucusunun zaman içindeki değişimi kayda değerdir. Sql Server 2012 versiyonunda bir tablonun bölüm tablosu (partition table) oluşturma limiti 1000 ile sınırlı iken 2017 versiyonu ile birlikte indeks ve tablolarla 15,000 bölüme (partition) kadar destek

²¹⁰ “Oracle|Data Mining Concepts”, (20.08.2019), https://docs.oracle.com/cd/B28359_01/datamine.111/b28129/process.htm#CHDFGCIJ.

²¹¹ “Need for DBMS”, *GeeksforGeeks*, 23.08.2016, <https://www.geeksforgeeks.org/need-for-dbms/>.

²¹² “Oracle|What Is Big Data?”

vermeye başlamıştır. ²¹³ Bu durum tabii ki donanımsal kaynakların yettiği noktaya kadardır. Dolayısıyla büyük veri analiz edilmesi ile büyük ufuklar açarken depolanması, işlenmesi ve analiz edilmesi için büyük emekler gerektirecektir.

2.2. VERİLERİN HAZIRLANMASI VE STANDARDİZASYONU

Veriler, Burulaş Genel Müdürlüğü'nden, metin(csv) dosya formatında, tüm bilet grupları bazında alınmıştır. Bu verilerde istenmeyen bazı karakterlerin değiştirilebilmesi için asenkron dosya okuma yeteneği olan metin editörü tercih edilmiştir. Dosyayı bir defada açan normal metin editörleri bu büyüklükteki veriler ile çalışmamaktadır. Ayrıca verilerin işlenmesinde Intel Core i7 2.5 Ghz işlemciye ve 32 Gb belleğe sahip bir bilgisayar kullanılmıştır.

```
Processor: Intel(R) Core(TM) i7-4710MQ CPU @ 2.50GHz (8 CPUs), ~2.5GHz
Memory: 32768MB RAM
Drive: C:Total Space: 953.8 GB Model: Samsung SSD 850 EVO 1TB SCSI Disk Device
Drive: F:Total Space: 1907.7 GB Model: ST2000LM 015-2E8174 SCSI Disk Device
Display Card Name: NVIDIA GeForce GTX 970M 3072MB
Display Card Name: Intel(R) HD Graphics 4600
```

Şekil 19 Uygulama Makinası Özellikleri

Dosya formatındaki veriler Microsoft Sql Server 2014 (MsSql) veri tabanında verilere ait tablo oluşturulmuştur. Burada veri büyüklüğünden dolayı bölüm tablosu (partition table) kullanılmak üzere dosya grupları, dosya gruplarına ait veri tabanı dosyaları ve her 10 milyon satırda bir yeni dosya grubuna kaydedilmesini sağlayacak bölümlenme fonksiyonu ve bunu adresleyen bölüm şeması oluşturulmuştur. Bu noktada bölüm tablosunun oluşturulma sınırının 15,000 olduğundan, disk ve diğer kaynakların izin verdiği durumda 15,000 x 10 milyon satırlı bir verinin rahatlıkla yönetilebileceği düşünülebilmektedir. Çalışmada kullanılan bilgisayarda bu veriler, SSD tek bir diskte tutulduğundan her bir dosya grubunda genel veri grubu için 10 milyon satırlık bir planlama yapılmıştır.

²¹³ julieMSFT, "Partitioned Tables and Indexes - SQL Server", (29.07.2019), <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/partitions/partitioned-tables-and-indexes>.

```

CREATE TABLE [dbo].[BINISLER_19] (
    [RECNO] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
    [SIRA] [int] NULL,
    [ISLEM] [nvarchar](10) NULL,
    [BILETTIPI] [smallint] NULL,
    [KARTNO] [bigint] NULL,
    [TARSAAT] [datetime] NULL,
    [DUSEN] [float] NULL,
    [KALAN] [float] NULL,
    [CIHAZ] [bigint] NULL,
    [ARAC] [int] NULL,
    [SIRKET] [int] NULL,
    [HATADI] [nvarchar](100) NULL,
    [ISTASYON] [nvarchar](100) NULL,
    [ENLEM] [bigint] NULL,
    [BOYLAM] [bigint] NULL,
    [TARIFE] [nvarchar](20) NULL,
    [LAT] [float] NULL,
    [LONG] [float] NULL,
    [GEOG] [geography] NULL,
    [MAHALLE] [nvarchar](100) NULL,
    [ILCE] [nvarchar](100) NULL,
    CONSTRAINT [PK_BINISLER_19] PRIMARY KEY CLUSTERED
    (
        [RECNO] ASC
    )WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF,
        IGNORE_DUP_KEY = OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON,
        ALLOW_PAGE_LOCKS = ON)
)

```

Şekil 20 MsSql Tablo Oluşturma

```

USE [master]
GO
ALTER DATABASE [xxxxx] ADD FILEGROUP [E19Binisler19_01]
GO
ALTER DATABASE [xxxxx] ADD FILEGROUP [E19Binisler19_02]
GO
ALTER DATABASE [xxxxx] ADD FILEGROUP [E19Binisler19_03]
GO
.....

```

Şekil 21 MsSql Dosya Grubu Oluşturma

```

USE [master]
GO
ALTER DATABASE [EKENT_2019] ADD FILE (
    NAME = N'F_xxxxx_01',
    FILENAME = N'C:\SQLDATA\xxxxx_01.ndf' ,
    SIZE = 5120KB , FILEGROWTH = 1024KB )
    TO FILEGROUP [E19Binisler19_01]
ALTER DATABASE [EKENT_2019] ADD FILE (
    NAME = N'F_xxxxx_02',
    FILENAME = N'C:\SQLDATA\xxxxx_02.ndf' ,
    SIZE = 5120KB , FILEGROWTH = 1024KB )
    TO FILEGROUP [E19Binisler19_02]
ALTER DATABASE [EKENT_2019] ADD FILE (
    NAME = N'F_xxxxx_03',
    FILENAME = N'C:\SQLDATA\xxxxx_03.ndf' ,
    SIZE = 5120KB , FILEGROWTH = 1024KB )
    TO FILEGROUP [E19Binisler19_03]
.....

```

Şekil 22 MsSql Dosya Grubu İçin Dosya Oluşturma

```

BEGIN TRANSACTION
CREATE PARTITION FUNCTION [Bisnisler19PartitionFunction] (int)
AS RANGE LEFT FOR VALUES
(
    N'10000001', N'20000001', N'30000001', ....
)
CREATE PARTITION SCHEME [Bisnisler19PartitionScheme]
AS PARTITION [Bisnisler19PartitionFunction] TO
(
    [E19Bisnisler19_OGRENCI_01],
    [E19Bisnisler19_OGRENCI_02],
    [E19Bisnisler19_OGRENCI_03],.....
    [PRIMARY])
)

```

Şekil 23 MsSql Bölümleme Fonksiyonu ve Şeması Oluşturma

Tüm bilet gruplarında aktiviteler bu ana tabloya transfer edilmiştir. Sonrasında ise öğrenciler için aynı şekilde bölüm tablosuna sahip ayrı bir tablo(ilk tabloya ilave ve analizde kullanılacak sütunlar-alanlar açılarak) hazırlanmış ve yukarıdaki adımlar uygulanmıştır. Fakat burada dosya gruplarının her biri 1 milyon satırdan oluşacak şekilde kurgulanmıştır.

Öğrencilere ait verilerin incelenmesinde öncelikle ulaşım planlamasının temel şartı olan rutin aktivitenin olduğu günün seçilmesidir. Yani eğitim öğretim dönemine ait hafta içi ortalama bir güne ait yolculuk verisinin seçilmesini gerektirmektedir. Bu çalışmada da bu şekildeki belirli bir tarih aralığına ait veri seçilmektedir. Bu çalışmada hem ilköğretim öğrencilerinin hem de üniversite öğrencilerinin ortak, “eğitim” aktivitesinde bulunacakları şekilde;

- 01.03.2019-31.05.2019 tarihleri arasında (2018-2019 Eğitim Öğretim Yılı ve Uludağ Üniversitesi, Bursa Teknik Üniversitesi'nin akademik takvim süresi içinde),
- Bilet profili “Öğrenci” olan,
- Hafta için günlerin olduğu veri kümesi seçilmiştir.

Eğitim aktivitesi, belirli bir süre katılma zorunluluğu olan bir aktivitedir. Öğrenci, eğitime katılmak üzere hanesinden ayrıldıktan sonra (t0 zamanında) ulaşım sistemine dahil olacak, ulaşım sistemi içinde “t1” zamanı geçirecek, “t2” zamanı ile aktivitesini gerçekleştirecek, aktiviteden hemen sonraki bir “t3” zamanında veya sonrasındaki “t4” zamanında (başka aktivitelere katıldıktan sonra) yeniden ikametine dönecektir. Dolayısıyla zincirleme seyahat etme yaklaşımı içinde bu zaman bloklarını incelemek ve

Bukart verisinin temel karakteristiği, spatial olarak analiz etmek, anonim öğrenci hareketliliğini ortaya koyacaktır. Her bir kimlik barındırmayan anonim hareketlilik toplamı o grubun davranışını ortaya koyacaktır. Yolculuk üretimindeki temel homojen grup ayrımı burada aynı aktiviteyi paylaşan homojen grup anlamında ortaya çıkacaktır. Bu öğrenci seviyesinde, ya aynı sınıfı paylaşan, ya aynı saatte aynı okula giden ya da aynı zaman diliminde aynı bölgedeki eğitim yerlerine gidenlerin oluşturacağı homojen grup anlamına gelecektir.

2.2.1. Konumsal Bilgi

Konumsal (spatial) bilgi, CBS sistemlerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Konumsal bilgi, bir konuma ait diğer tanımlayıcı bilgiler ile birlikte tutulduğu veri tipidir. Vektörel dosya(shp, kml) tabanlı olabildiği gibi ilişkisel veri tabanlarınca da tutulabilmektedir. İlişkisel veri tabanı olarak bilinen Microsoft Sql Server²¹⁴, Oracle²¹⁵, MySql²¹⁶ ve PostgreSql²¹⁷ gibi veri tabanı sağlayıcılarının hepsi artık spatial veri tipine ve bu veri tipine ait operasyonlara destek vermektedir. Spatial veri, nokta, çizgi, poligon temelinde pek çok coğrafi şekli, öz nitelik bilgisi ile barındırmaktadır. Bunun yanında uzunluk, kesişim alma, farklılık bulma, benzerlik bulma, başka bir objeyi içerip içermeme gibi pek çok operasyona imkan tanımaktadır. Bunu da ilişkisel veri tabanı içinden yapabilmektedir. Bir satırsal veri seti eğer bir özelliği ile spatial veri seti ile ilişkilendirilebiliyor ise her iki veri seti birleştirilerek analiz edilebilmektedir.²¹⁸

Çalışmada tercih edilen MsSql Server’da aynı şekilde çalışmanın esası olan Bukart verilerinin spatial olarak tutulmasını, spatial operasyonlar yapılmasına imkân vermektedir. Böylelikle satırsal aktivite verilerinin sadece koordinat bilgisinin olması ile bu verilere, Mssql’in spatial coğrafi veri tipi özelliği katılmıştır. Böylelikle çalışmada kullanılan pek çok analizin yapılabilmesi, B-V matrislerinin çıkartılabilmesi

²¹⁴ “SQL Server | Spatial Data (SQL Server)”, (01.09.2019), <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/spatial/spatial-data-sql-server>.

²¹⁵ “Oracle | Spatial and Graph”, (01.09.2019), <https://www.oracle.com/database/technologies/spatialandgraph.html>.

²¹⁶ “MySQL :: MySQL 8.0 Reference Manual :: 11.5 Spatial Data Types”, (01.09.2019), <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/spatial-types.html>.

²¹⁷ “PostGIS — Spatial and Geographic Objects for PostgreSQL”, (01.09.2019), <https://postgis.net/>.

²¹⁸ “SQL Server | Spatial Data (SQL Server)”.

sağlanmıştır. Buradaki en önemli nokta ise spatial coğrafi veri tipi ile ilgili işlemlerin yapılabilmesi ve analizlere esas tabloların hızlı şekilde alınabilmesidir. Bu kısım önemli ön işlem operasyonları gerektirmiştir.

2.2.2. Coğrafi Koordinat Hazırlama

Bukart sisteminden gelen ham veriler, KartID, Tarih, İşlem Tipi, Bilet Tipi, Düşen Ücret, Kalan Ücret, İstasyon Kodu, Hat Adı, Enlem(hexadecimal), Boylam(hexadecimal) alanlarına sahiptir. Bu alanların barındırdığı değerler, CBS sistemlerinde doğrudan okunabilir değildir. Bu sebeple öncelik olarak okunabilir hale getirilmesi gerekmektedir.

```
Fonksiyon 1
-----
Create function [dbo].[fn_DECIMALTOBASE] (@val as BigInt,@base as int)
returns varchar(63)
as
Begin
    If (@val<0) OR (@base < 2) OR (@base> 36) Return Null;
    Declare @answer as varchar(63);
    Declare @alldigits as varchar(36);
    Set @alldigits='0123456789ABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ'
    Set @answer='';
    While @val>0
    Begin
        Set @answer=Substring(@alldigits,@val % @base + 1,1) + @answer;
        Set @val = @val / @base;
    End
    return @answer;
End
*****
Fonksiyon 2
-----
CREATE FUNCTION [dbo].[fn_DMTODECIMAL] (@p_dDeg INT, @p_dMin FLOAT)
RETURNS FLOAT
AS
BEGIN
    DECLARE
        @dDD FLOAT;
    BEGIN
        IF ( @p_dDeg IS NULL OR
            @p_dMin IS NULL )
            RETURN NULL;
        SET @dDD = ABS(@p_dDeg) + @p_dMin / 60.0 --+ @p_dSec / 3600.0;
        RETURN SIGN(@p_dDeg) * @dDD;
    END;
END
*****
Güncelleme
UPDATE [dbo].[BINISLER_19]
SET
[LONG] = dbo.fn_DMTODECIMAL(try_convert(int,substring(dbo.fn_DECIMALTOBASE([BOYLAM],16),1,2) ),
                            try_convert(float, substring(dbo.fn_DECIMALTOBASE([BOYLAM],16),3,
                            len(dbo.fn_DECIMALTOBASE([BOYLAM],16))))/10000)
,[LAT] =dbo.fn_DMTODECIMAL( try_convert(int,substring(dbo.fn_DECIMALTOBASE([ENLEM],16),1,2) ),
                            try_convert(float, substring(dbo.fn_DECIMALTOBASE([ENLEM],16),3,
                            len(dbo.fn_DECIMALTOBASE([ENLEM],16))))/10000)
```

Şekil 24 Verilerin Coğrafi Koordinatlarının Güncellenmesi

Fonksiyon 1 ile on altı tabanındaki koordinatlar öncelikle Derece-Dakika-Saniye formatındaki koordinat değerine, sonrasında ise ondalıklı koordinat değerine çevrilip, tablo üzerindeki, enlem, boylam alanlarına güncellenmesi gerekmektedir.

Tablo 29 Koordinat Dönüşümü Tamamlanmış Veri Örneği

KARTNO	TARSAAT	HATADI	ENLEM	BOYLAM	LAT	LONG
211466603	2019-01-01 00:12:26.000	S/2	1074860118	688084037	40.18509	29.05908
211466603	2019-01-01 00:12:27.000	S/2	1074860101	688084025	40.18508	29.05907
211501531	2019-01-01 00:12:29.000	S/2	1074860101	688084025	40.18508	29.05907
541083952	2019-01-01 00:13:13.000	38/B	1075152960	688071976	40.26473	29.05421
541083952	2019-01-01 00:13:16.000	38/B	1075152960	688071976	40.26473	29.05421
400652635	2019-01-01 00:13:37.000	35/G	1075016039	676356920	40.22861	28.8439
253931177	2019-01-01 00:14:11.000	B/8	1075004178	676868226	40.22385	28.9718
1176921469	2019-01-01 00:14:14.000	35/G	1075018002	676360276	40.22985	28.84509
252408457	2019-01-01 00:14:28.000	S/1	1074812489	688162453	40.17608	29.08116
211466603	2019-01-01 00:15:02.000	S/2	1074828400	688129568	40.18245	29.0677
249409337	2019-01-01 00:15:13.000	94	1074827289	688232229	40.1817	29.09954
1177980189	2019-01-01 00:15:16.000	6/F	1074925600	687948101	40.2017	29.02358
387804219	2019-01-01 00:15:17.000	6/F	1074923913	687948128	40.20165	29.0236

2.2.3. Durakların Belirlenmesi

Elektronik bilet okuyan sistemlerde genelde iki farklı kurgu ile GPS entegrasyonu bulunmaktadır. Bunlardan ilki, her işleme doğrudan, doğruluk kesinleştirmesinden geçmeden coğrafi koordinatların eklenmesidir. Bu kurguda güzergâh yönünün ne olduğu önemli olmayıp her aktivite GPS den gelen andaki koordinatı kaydederek aktiviteye coğrafi koordinat ekleyecektir. GPS ile ilgili genel olarak yaşanan, hassasiyet, bağlantı kurulamaması gibi durumlarda oluşacak hassasiyeti(sistem genelinde beklenen hassasiyet düzeyine göre) bozulmuş koordinat verisi aktiviteye eklenmiş olacaktır. Bu durum ise sonraki analiz adımlarında başka ilave işlemlerin yapılmasına veya coğrafi anlamda o verinin analizlere katılmamasına neden olacaktır.

Genel olarak uygulanan ikinci yöntem ise her bir kart okutma cihazına toplu taşıma sistemindeki hareketli (raylı sistem istasyonu gibi sabit noktalarda bu şekilde yapılmasına gerek olmadığından) araçların çalıştığı hatların hatlara göre takip edecekleri durakların ve koordinatlarının, hattın akış yönüne göre tanımlanmasıdır. Bu yöntem ilk yöntemle göre avantajlara sahip olabildiği gibi dezavantajlara da sahip olabilmektedir. Böylesi bir kurguda ilave veri düzenlemesi yapılmadan aktivitenin

kaydedildiği durak doğru bir şekilde kaydedilmiş olacaktır. Dezavantaj yaratan durum ise bir okuyucu sisteme tanımlanmış bir hattın gidiş ve dönüş yönlerine göre farklı iki alt güzergâh durak dizisi olsun, eğer okuyucu sisteme hangi yönde harekete başladığı bildirilmez ise o güzergah boyunca en az bir durağa ait aktiviteler farklı bir durağa atanmış olacaktır.

Çalışmada kullanılan veriler birinci grup sisteme ait olduğundan ilk yapılacak işlem koordinat verisi barındıran tüm aktivitelerin durak kodlarının güncellenmesi işlemidir. Burada raylı sisteme ait olmayıp hareketli otobüs sistemine ait her bir aktivite, civarındaki kuş uçuşu 500m durağa olan mesafeleri gruplanıp, bunlardan en yakın ilk durağın kodu aktiviteye güncellenmiştir.

```

UPDATE B SET B.DURAKKOD = S.DURAK
FROM [dbo].[BINISLER_19_OGRENCI] B
inner join
(
    select * from
    (
        SELECT TOP 100 percent
        rank() over (partition by KARTINO, TARSAAT ORDER BY dr.drgeog.STDistance(bt.GEOG) ) AS duraksira
        ,dr.DURAKKOD AS DURAK
        ,dr.drgeog.STDistance(bt.GEOG) as mesafe
        FROM [dbo].[BINISLER_19_OGRENCI] BI
        LEFT JOIN
        (
            SELECT TOP 100 percent
            DURAKKOD
            ,DURAKADI
            ,[geog] as drgeog
            FROM [dbo].[DURAKLAR]
            where geog is not null
        ) DR on dr.drgeog.STDistance(bt.GEOG) < 500
        ) x where x.duraksira = 1
    ) S
on S.[RECNO] = B.[RECNO]

```

Şekil 25 Durak Kodu Güncelleme İşlemi

Çalışmaya esas üç aya ait 15,916,960 satır verinin ortalama %11-12 arasında bir kısmı, GPS verisinin olmamasından dolayı koordinatı ve spatial verisi bulunmamaktadır. Dolayısı ile bu tür veriler analizlerde kullanılacak fakat coğrafi işlem gerektiren operasyonlarda devre dışı bırakılacaktır.

Tablo 30 Çalışma Verilerinde Koordinat Durum Tablosu

AY	Koordinatlı	%	Koordinatsız	%	Toplam	%
3	4,911,782	88	686,802	12	5,598,584	100
4	4,601,312	88	644,710	12	5,246,022	100
5	4,523,800	89	548,554	11	5,072,354	100
Toplam	14,036,894		1,880,066		15,916,960	

2.2.4. İlave Alanların Güncellenmesi

Durak kodları güncellendikten sonra ikinci grup veri hazırlık işlemi mahalle, ilçe gibi coğrafi sınır bilgilerinin güncellenmesi ile yıl, ay, gün, hafta, haftanın günü gibi zaman bölümlerinin güncellenmesidir. Zaman bölümlerinin küçük boyutlu verilerde güncellemeden, güncellemede kullanılan sistem fonksiyonları ile doğrudan çekilme yöntemi de mevcuttur. Fakat çalışmada analiz verilerinin elde edilmesinde çok fazla sorgu kullanıldığı için bunları bir defaya mahsus veriye güncelleyerek sorguda doğrudan çağırmanın zaman maliyeti daha düşük olduğu için böyle bir yöntem tercih edilmiştir.

```
UPDATE B
SET B.MAHALLE = S.AD, B.ILCE = S.[ILCE_ADI]
FROM DBO.BINISLER_19 B
inner join [dbo].[BURSA_IDARISINIR] S
on S.Geog.STIntersects(B.GEOG) = 1

UPDATE [dbo].[BINISLER_19_OGRENCI]
SET [HAFTA] = datepart(WEEK, TARSAAT)
, [YILGUN] = DATEPART(dayofyear, [TARSAAT])
, [YIL] = DATEPART(YEAR, [TARSAAT])
, [AY] = DATEPART(month, [TARSAAT])
, [GUN] = DATEPART(DAY, [TARSAAT])
, [SAAT] = DATEpart(HH, TARSAAAT)
, [DAKICA] = DATEpart(MI, TARSAAAT)
```

Şekil 26 Coğrafi Sınır ve Zaman Bölümleri Güncelleme İşlemi

2.2.5. Yolculuk Zinciri Alanlarının Güncellenmesi

Zaman fonksiyonları güncellendikten sonraki güncelleme operasyonları zincir seyahatleri elde etmek üzere kullanılacak anahtar alanların güncellenmesidir. Bunlardan ilki ve en önemlisi, kart sahibinin o gün içindeki her bir aktivitesinin zaman damgasına göre numaralandırılmasıdır. “Binisno” olarak adlandırılan bu alan, hızlı bir şekilde o gün içinde kaçınıcı biniş aktivitesini olduğunun bilgisidir.

```
UPDATE B
SET B.BINISNO = S.BINISNO
FROM EKENT_2019.DBO.BINISLER_19_OGRENCI B
inner join
(
SELECT TOP 100 PERCENT
ROW_NUMBER ( ) OVER ( partition by KARTNO, YILGUN order by TARSAAAT) AS BINISNO
FROM EKENT_2019.DBO.BINISLER_19_OGRENCI
ORDER BY KARTNO, YILGUN, TARSAAAT
) S
ON S.RECNO = B.RECNO
```

Şekil 27 Biniş Numarası Güncelleme İşlemi

Zincir yolculuklarda yolculuk karakteristiğinin ne olduğuna anlamak üzere güncellenen ikinci alan ise hareket tipi alanıdır. Aktivitenin, o gün içinde yapılan tek yönlü

bir hareketi mi yoksa birden çok seyahat barındıran bir seyahat zincirinin bir parçası olup olmadığını anlamayı sağlayacak alandır. Bu alan her bir aktiviteyi, “tek yön”, “çoklu ilk”, “çoklu ara”, “çoklu son” şeklinde etiketlendirecek bir fonksiyon ile güncellenmektedir.

```
UPDATE DBO.BINISLER_19_OGRENCI SET HAREKETTIP = (case
when (isnull(BINISNOLAG,1) - BINISNO) = 0 and (isnull(BINISNOLEAD,1) - BINISNO) > 0 then '01-Coklu İlk'
when (isnull(BINISNOLAG,1) - BINISNO) = 0 and (isnull(BINISNOLEAD,1) - BINISNO) = 0 then '04-Tek Yon'
when (isnull(BINISNOLAG,1) - BINISNO) = 0 and (isnull(BINISNOLEAD,1) - BINISNO) < 0 then '03-Coklu Son'
when (isnull(BINISNOLAG,1) - BINISNO) > 0 and (isnull(BINISNOLEAD,1) - BINISNO) = 0 then '04-Tek Yon'
when (isnull(BINISNOLAG,1) - BINISNO) > 0 and (isnull(BINISNOLEAD,1) - BINISNO) > 0 then '01-Coklu İlk'
when (isnull(BINISNOLAG,1) - BINISNO) < 0 and (isnull(BINISNOLEAD,1) - BINISNO) < 0 then '02-Coklu Son'
when (isnull(BINISNOLAG,1) - BINISNO) < 0 and (isnull(BINISNOLEAD,1) - BINISNO) > 0 then '02-Coklu Ara'
when (isnull(BINISNOLAG,1) - BINISNO) < 0 and (isnull(BINISNOLEAD,1) - BINISNO) = 0 then '04-Tek Yon'
when (isnull(BINISNOLAG,1) - BINISNO) < 0 and (isnull(BINISNOLEAD,1) - BINISNO) > 0 then '01-Coklu İlk'
when (isnull(BINISNOLAG,1) - BINISNO) > 0 and (isnull(BINISNOLEAD,1) - BINISNO) < 0 then '04-Tek Yon'
end)
```

Şekil 28 Hareket Tipinin Güncellenmesi İşlemi

Zincir yolculukların elde edilmesindeki en önemli ve son adım ise bir önceki yolculuk parçasının ne olduğunun, her bir aktiviteye güncellenmesi adıdır. MsSql Server’a 2012 yılında eklenen “Lag” komutu bu işlemin en kritik noktasıdır. Bu komut öncesinde bu şekilde bir güncelleme işlemi daha zor yollardan elde edilebilmekteydi. Bu komut ile birlikte tek bir operasyon ile bu güncelleme yapılır hale gelmiştir.

Zincir yolculuk parçası aktiviteye, eğer var ise bir önceki zincir yolculuk parçasının tarih, durak, mahalle gibi bilgiler ile bir önceki yolculuk ile arasındaki dakika farkı olarak güncellenmektedir. Böylece her bir zincir parça elde edilmektedir. Özellikle zaman farkı varış noktasının tayininde çok önemli olmaktadır.

KART NO	TARSAAT	TARSAAT ONCEKI	YIL	YIL GUN	BINIS NO	HAREKET TIP	DURAK	DURAK ONCEKI	MAHALLE	MAHALLE ONCEKI	ZAMAN FARK (Dk)
287xxxxxx	2019-01-01 18:07:32.000		2019	1	1	01-Coklu İlk	D3825		KURTULUŞ		0
287xxxxxx	2019-01-01 18:18:08.000	2019-01-01 18:07:32.000	2019	1	2	02-Coklu Son	B9029	D3825	GÖRÜKLE	KURTULUŞ	11
287xxxxxx	2019-01-02 07:11:31.000		2019	2	1	01-Coklu İlk	D4460		KURTULUŞ		0
287xxxxxx	2019-01-02 07:24:21.000	2019-01-02 07:11:31.000	2019	2	2	02-Coklu Ara	B9029	D4460	GÖRÜKLE	KURTULUŞ	13
287xxxxxx	2019-01-02 07:44:26.000	2019-01-02 07:24:21.000	2019	2	3	02-Coklu Ara	D3379	B9029	ERTUĞRUL	GÖRÜKLE	20
287xxxxxx	2019-01-02 19:57:09.000	2019-01-02 07:44:26.000	2019	2	4	02-Coklu Ara	B9030	D3379	BALAT	ERTUĞRUL	733
287xxxxxx	2019-01-02 20:42:14.000	2019-01-02 19:57:09.000	2019	2	5	02-Coklu Son	D4285	B9030	GÖRÜKLE	BALAT	45
287xxxxxx	2019-01-03 07:14:57.000		2019	3	1	01-Coklu İlk	D4460		KURTULUŞ		0
287xxxxxx	2019-01-03 07:26:58.000	2019-01-03 07:14:57.000	2019	3	2	02-Coklu Ara	B9029	D4460	GÖRÜKLE	KURTULUŞ	12
287xxxxxx	2019-01-03 07:48:26.000	2019-01-03 07:26:58.000	2019	3	3	02-Coklu Ara	D3379	B9029	ERTUĞRUL	GÖRÜKLE	22
287xxxxxx	2019-01-03 16:39:41.000	2019-01-03 07:48:26.000	2019	3	4	02-Coklu Ara	D0474	D3379	MINARELİÇAVUŞ	ERTUĞRUL	531
287xxxxxx	2019-01-03 18:11:23.000	2019-01-03 16:39:41.000	2019	3	5	02-Coklu Ara	B9030	D0474	BALAT	MINARELİÇAVUŞ	92
287xxxxxx	2019-01-03 18:11:27.000	2019-01-03 18:11:23.000	2019	3	6	02-Coklu Ara	B9030	B9030	BALAT	BALAT	0
287xxxxxx	2019-01-03 20:33:09.000	2019-01-03 18:11:27.000	2019	3	7	02-Coklu Ara	B9026	B9030	29 EKİM	BALAT	142
287xxxxxx	2019-01-03 20:33:29.000	2019-01-03 20:33:09.000	2019	3	8	02-Coklu Ara	B9026	B9026	29 EKİM	29 EKİM	0
287xxxxxx	2019-01-03 20:45:28.000	2019-01-03 20:33:29.000	2019	3	9	02-Coklu Son	D4285	B9026	GÖRÜKLE	29 EKİM	12

Şekil 29 Zincir Yolculuk Güncelleme İşlemi

2.2.6. Başlangıç-Variş Duraklarının Belirlenmesi

Zincir yolculuklar belirlendikten sonra her bir kartın analiz döneminde yapmış oldukları ilk yolculuğa ait duraklar listelenir. Bu listeleme sonucunda analiz dönemine ait hafta içi bir günde, en çok binış yaptığı ilk duraklar yukarıda aşağıya azalan şekilde sıralanır ve ilk sırada gelen yani en çok binış yaptığı durak, yolculuklarına başlangıç yaptığı ilk durak elde edilir.

```
select TOP 100 PERCENT
[KARTNO], [DURAKKOD], SAYI
,RANK() OVER (PARTITION BY [KARTNO] ORDER BY SAYI DESC) DURAKSAYIONCELIK
from
(SELECT top 100 percent
[KARTNO]
, [DURAKKOD]
, COUNT(KARTNO) AS SAYI
FROM
(
SELECT TOP 100 percent
[KARTNO], [YILGUN], [BINISNO], [DURAKKOD]
FROM [dbo].[BINISLER_19_OGRENCI]
WHERE HAFTANINGUNU < 6 AND BINISNO = 1
order by KARTNO, [YILGUN] , [BINISNO]
) X
where [DURAKKOD] is not null and [DURAKKOD] <> ''
group by [KARTNO] , [DURAKKOD]
order by [KARTNO] , [DURAKKOD]
```

Şekil 30 Binış Durağı Belirleme İşlemi

Tablo 31 Binış Durakları Listesi

KARTNO	DURAKKOD	BINIS SAYI	DURAK SAYI ONCELIK
25052xxxx	D4460	70	1
25052xxxx	D3821	12	2
25052xxxx	D0520	10	3
25052xxxx	B9029	6	4
25052xxxx	D3825	3	5
25052xxxx	D4137	1	6
25052xxxx	D3824	1	6
25052xxxx	D0512-S	1	6
25052xxxx	D0519	1	6
25052xxxx	D2448-S	1	6
25052xxxx	D2599	1	6
25052xxxx	D4461	1	6

Variş duraklarının belirlenmesi ise biraz daha karmaşık bir durumdur. Normal şartlarda en son binış yapılan durak, bir günlük seyahat zincirinin hedef yani variş durağı olarak algılansa da bu doğru bir yaklaşım olmayacaktır. Zira zincir yolculuk ilkesine göre, asıl aktivitesi olan eğitim görmek üzere yolculuk etme eğilimi ancak variş noktasında eğitim alması yani belirli bir süre geçirmesi ile ilişkilidir. Çünkü bir eğitim

faaliyeti belirli bir süre geçmesi temellidir. Dolayısıyla varış duraklarının tahmin edilmesinde, zincir yolculukları arasında bir önceki yolculukla en uzun zaman farkı bulunan yolculuğun başlangıcı noktası; öğrencinin temel aktivite amacını temsil eden yeri temsil etmesi anlamında daha doğru bir nokta olacaktır. Dolayısıyla varış durağı tahmininde bu yaklaşım kullanılarak; zincir yolculuklar arasında en uzun zaman farkına sahip yolculukların durakları en çok binin yapılandırılan en aza doğru sıralanıp, ilk sırada olan durak varış durağı olarak tahmin edilmiştir.

```

SELECT
*
,ROW_NUMBER ( ) OVER ( partition by [KARTNO] order by DURAKSAYIONCELİK) AS SIRAZ
FROM
(
select TOP 100 PERCENT
[KARTNO],[DURAKKOD],SAYI
,RANK() OVER (PARTITION BY [KARTNO] ORDER BY SAYI DESC) DURAKSAYIONCELİK
from
(
SELECT top 100 percent
[KARTNO],[DURAKKOD]
,COUNT(KARTNO) AS SAYI
FROM
(
SELECT TOP 100 percent
[KARTNO],[YILGUN],[BINISNO],[DURAKKOD],[LagDif]
,dense_RANK() OVER (PARTITION BY [KARTNO],[YILGUN] ORDER BY LagDif DESC) AS ILKDONUSSIRA
FROM [dbo].[BINISLER_19_OGRENCI_ChainView_01]
WHERE (AY >2 AND AY < 6) AND HAFTANINGUNU < 6 AND [BINISNO] > 1
order by KARTNO,[YILGUN],[BINISNO]
) X
where [DURAKKOD] is not null and [DURAKKOD] <> ''
group by [KARTNO],[DURAKKOD]
order by [KARTNO],[DURAKKOD]
) Y
order by KARTNO
)Z
WHERE DURAKSAYIONCELİK = 1

```

Şekil 31Varış Durak Belirleme İşlemi

Tablo 32Varış Durakları Listesi

KARTNO	DURAKKOD	BINIS SAYI	DURAK SAYI ONCELİK
25052xxxx	B9029	65	1
25052xxxx	D3379	37	2
25052xxxx	B9001	34	3
25052xxxx	B9030	28	4
25052xxxx	D4285	26	5
25052xxxx	B9027	21	6

2.3. VERİLERİN ANALİZİ

2.3.1. Bursa'da Öğrencilerin Dağılımı

Bursa'da 2018 yılı itibari ile 556,793 ilk, orta ve lise öğrenim öğrencisi bulunmaktadır. Bu anlamda okullardaki öğrenci yoğunluğunun en fazla olduğu ilçe Osmangazi'dir. Osmangazi ilçesinde toplamın %28'lik bir payı ve 158,328 öğrenci eğitim görmektedir. Osmangazi, Yıldırım ve Nilüfer ilçelerinde eğitim gören ilk, orta ve lise öğrencileri toplamı Bursa genelinin % 65'ini oluşturmaktadır. Buna Gürsu, Kestel,

Gemlik ve Mudanya ilçeleri ilave olduğunda toplam eğitim gören öğrencinin %78'ini oluşturmaktadır. Bu öğrenciler, Bursa'nın farklı yerinden okullarına ulaşmak ve eğitim görmek üzere yolculuk yapmaktadır. Bu kapsamda öğrenci servisleri ve toplu taşıma temel ulaşım ihtiyacını karşılamaktadır. Bursa genelindeki toplam 6064 servisin 4516 bu bölgede faaliyet göstermektedir. Servis araçları daha çok bu eğitim grubunda hizmet vermektedir.

Tablo 33 Bursa'da İlköğretim Öğrencilerinin Dağılımı

	İLÇE	Ana Okulu	İlkokul	Ortaokul	Lise	Diğer	Genel Toplam	% Pay
MERKEZ İLÇELER	OSMANGAZİ	3,050	55,009	48,495	24,938	26,836	158,328	28
	YILDIRIM	3,709	47,589	39,362	16,071	10,374	117,105	21
	NİLÜFER	2,668	28,753	27,052	18,940	12,100	89,513	16
	GÜRSU	413	7,326	6,524	2,239	2,677	19,179	3
	KESTEL	179	4,610	3,593	3,857	1,579	13,818	2
	MUDANYA	200	5,865	6,110	5,022	2,243	19,440	3
	GEMLİK	250	6,307	5,290	4,134	2,767	18,748	3
	Toplam	10,469	155,459	136,426	75,201	58,576	436,131	78
DİĞER	DİĞER İLÇELER	2,018	42,890	39,882	20,488	15,384	120,662	22
	Genel Toplam	12,487	198,349	176,308	95,689	73,960	556,793	100

(Kaynak: BUAP2018 Mevcut Bilgilerin Toplanması Raporu)

Bursa'da Uludağ ve Bursa Teknik üniversiteleri, üniversite öğrencilerinin temel yoğunluğunu oluşturmaktadır. 2018 yılı verilerine göre, Uludağ Üniversitesi il genelinde 74,822 öğrenci ile en büyük payı oluşturmaktadır. Bursa Teknik Üniversitesi'nde ise 3,446 öğrenci bulunmaktadır.

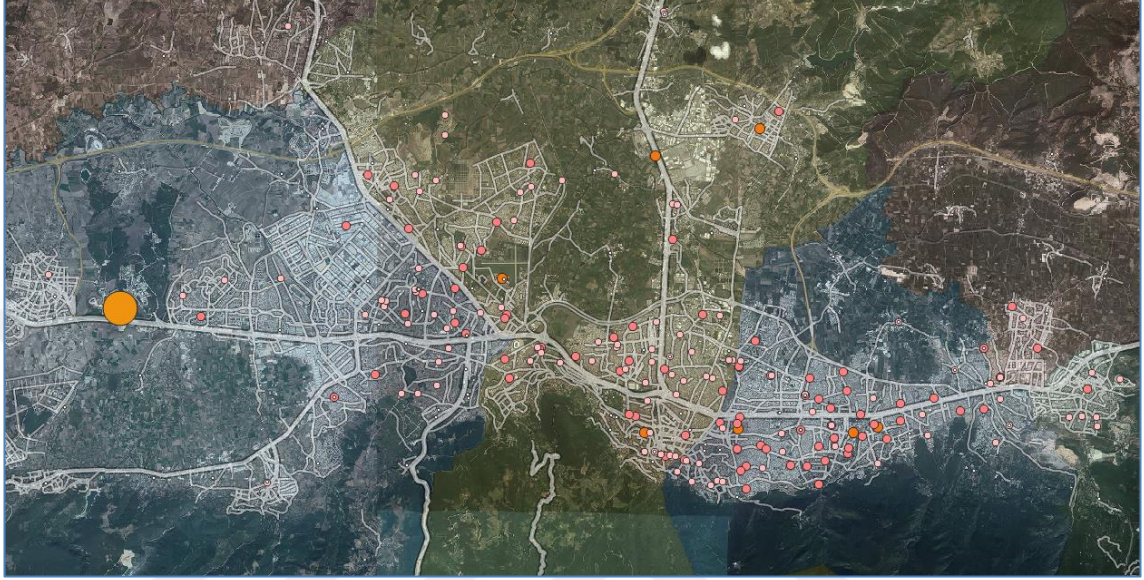
Tablo 34 Bursa'da Üniversite Öğrencilerinin Dağılımı

	LOKASYON	TOPLAM	% Pay
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ	GÖRÜKLE	61,530	82
	GEMLİK	2,018	3
	MERKEZ BÖLGE	63,548	85
	DİĞER	11,274	15
	U.U. TOPLAM	74,822	100
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ	MİMARŞİNAN	2,605	76
	YILDIRIM	841	24
	BTU TOPLAM	3,446	100
	GENEL TOPLAM	78,268	

(Kaynak: BUAP2018 Mevcut Verilerin Toplanması Raporu)

Uludağ Üniversitesi'nin Görükle Kampüsü'nde 63,548 öğrenci eğitim görmektedir. Bu rakam ile üniversite tek bölgede en yoğun öğrenci varlığını

sağlamaktadır. Dolayısıyla ulaşım anlamında da bu bölge önemli bir çekim noktası oluşturmaktadır. Uludağ Üniversitesi'nde ayrıca Tıp Fakültesi Hastanesi, sağlık yolculukları açısından önemli bir noktadır. BUAP2018 mevcut verilerin toplanması raporuna göre günde 5,000 poliklinik hastasına hizmet verebilmektedir.²¹⁹



Şekil 32 Üniversite ve Ortaöğretim Okulların Kapasitelerine Göre Dağılım Gösterimi

Bursa Teknik Üniversitesi'nin Yıldırım Yerleşkesinde 841 öğrenci eve Mimarşinan Yerleşkesinde, 2605 öğrenci eğitim görmektedir. Dolayısıyla bu iki noktanın toplamı dahi Uludağ Üniversitesi'nin yarattığı çekimi yaratamamaktadır.

İlk, orta, lise ve üniversite öğrencilerinin eğitim gördüğü bölgeler incelendiğinde, üniversite öğrencilerinin daha çok tek merkezli bir çekime neden oldukları, diğer grubun ise Bursa'nın özellikle Osmangazi, Yıldırım ve Nilüfer ilçelerinde yoğunlaşan okullara dağılımda buldukları görülmektedir. Fakat Osmangazi ilçesinin geniş bir alan yayılmış olması okullar arasında ve ikamet noktaları arasında ulaşım mesafelerinin oluşmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla bu ilçede daha fazla eğitim yolculuklarına konu olma beklenmelidir.

²¹⁹ Boğaziçi Proje A.Ş., "Buap2018-Mevcut Bilgilerin Toplanması ve Değerlendirilmesi Raporu", Bursa: Burulaş Genel Müdürlüğü, 2018, s. 2018.

Uludağ Üniversitesi, Görükle Kampüsü ve Bursa Teknik Üniversitesi yerleşkelerinde çalışmayı etkileyebilecek önemli bir durumdan ise bölgedeki minibüs hatlarının ve bireysel araç kullanımının yoğunluğudur. Dolayısıyla bu araç türlerinin kullanıldığı durumlarda yolculuk zincirinin tespitinde hedeflenen başarı yakalanamayabilecektir. Bu sebeple çalışmada sadece birkaç günlük veriler değil üç aylık verilerin analizi yapılmak suretiyle dikkate alınabilecek veri kümelerinin elde edilmesi hedeflenmiştir.

2.3.2. Zamana Bağlı Analizler

Verilerin, zamana bağlı alanlarının güncellenmesi veya zaman fonksiyonları ile işlenmesi sayesinde çok çeşitli analizler yapılabilmektedir. Dakikalık, saatlik, günlük, haftalık, aylık ve yıllık analizlerin hepsi veriye anlam katmak üzere bakılabilen aralıklardır. Bu çalışmada detaylı veri analizleri yapıldıktan sonra nihai gösterim olarak temel zaman bloğu olan ay ve hafta bazında analizlerden bahsedilecektir.

Çalışmaya esas verilerde B-V matrislerinin çıkartılmasındaki en önemli alan yolculuk zinciri adımlarının belirlenebilmesidir. Yolculuk zincirinde her bir yapılan yolculuk için bir belirleyici unsur olarak, tek yönde yapılan yolculuk ile çoklu yolculukların başlangıç, ara ve son yolculuklarının ne olduğunun tespit edilmesidir. Çalışmada kullanılan verilere bu açıdan değerlendirildiğinde üç aylık zaman diliminde aynı karakteristikte istatistiklerin olduğu, dolayısıyla toplu taşıma kullanıldığı durumlarda yolculukların %10 civarı o gün içindeki tek yönlü yolculuklardır. Çoklu yolculuklarda ise yoğunluk %32'lik oranlarla ilk ve son yolculuklarda olmaktadır. Ara yolculuklar ise öğrenci grubu özelinde %26'lık bir paya sahip olduğu görülmektedir. Bu ise öğrencilerin daha çok gidiş ve dönüş yönünde iki yolculuklu hareketi tercih ettiği anlamına gelmektedir.

Tablo 35 Yolculuk Tipine Göre Aylık Öğrenci Yolculukları

BİNİŞ TİPİ	2019 - AYLAR						Toplam	
	Mart		Nisan		Mayıs			
	Yolcu	%	Yolcu	%	Yolcu	%	Yolcu	%
01-Coklu İlk	1,813,035	32	1,693,998	32	1,632,008	32	5,139,041	32
02-Coklu Ara	1,428,925	26	1,339,443	26	1,316,503	26	4,084,871	26
02-Coklu Son	1,813,041	32	1,694,002	32	1,632,012	32	5,139,055	32
04-Tek Yon	543,583	10	518,579	10	491,831	10	1,553,993	10
Genel Toplam	5,598,584	100	5,246,022	100	5,072,354	100	15,916,960	100

Aylara göre haftanın günleri içindeki hareketleri incelendiğinde ise özellikle Mart ayında hafta sonu yolculuklarının % 22 oranında, Nisan ayında %18 ve Mayıs ayında % 17 oranında olduğu görülmektedir. Bu durumun ise detayının ancak bu homojen grubun bir alt gruplaması ile bulunabileceği bir gerçektir. Bu noktada sınav döneminin gelmiş olması vb. faktörler etkili olabilecektir. Zira havalar ısındıkça hareketliliğin özellikle hafta sonlarında artmaktadır.

Tablo 36 Haftanın Günlerine Göre Aylık Öğrenci Yolculukları

Hafta Gün	2019 Aylar			Genel Toplam
	Mart	Nisan	Mayıs	
1	820,563	920,009	746,224	2,486,796
%	15	18	15	16
2	839,685	939,902	752,733	2,532,320
%	15	18	15	16
3	834,816	816,616	853,425	2,504,857
%	15	16	17	16
4	836,247	819,332	946,094	2,601,673
%	15	16	19	16
5	1,056,954	826,882	930,146	2,813,982
%	19	16	18	18
Hafta İçi	4,388,265	4,322,741	4,228,622	12,939,628
%	78	82	83	81
6	735,927	545,007	480,686	1,761,620
%	13	10	9	11
7	474,392	378,274	363,046	1,215,712
%	8	7	7	8
Hafta Sonu	1,210,319	923,281	843,732	2,977,332
%	22	18	17	19
Genel Toplam	5,598,584	5,246,022	5,072,354	15,916,960

2.3.3. Hat ve Araç Türüne Göre Analizler

Araç türüne verilerin analizinde otobüs sisteminin %64 ortalama ile en başta olduğu, ardından Bursaray geldiği görülmektedir. Tramvay sistemlerinin ise neredeyse yok denecek bir paya sahip olduğu, tramvay hatlarının T1 ve T3 olarak ayrı analizine bakıldığında, kent merkezinde faaliyet gösteren bu hatların öğrencilerin hareket eğilimlerine hitap etmediği ya da öğrenciler için çekim yaratan bölgelere ulaşım sağlamadığı düşünülebilmektedir. Bu yorumu güçlendirmek için diğer yönden yani bu türlere ait istatistiklerdeki öğrenci payını incelemek gerekmektedir. Fakat çalışmada kullanılan veriler bütünü kapsamamaktadır.

Tablo 37 Araç Tipine Göre Aylık Öğrenci Yolculukları

AY	Mart		Nisan		Mayıs		Genel Toplam	
	Yolcu	%	Yolcu	%	Yolcu	%	Yolcu	%
HRS	1,925,557	34	1,873,483	36	1,826,019	36	5,625,059	35
TRAMVAY-T1	28,799	1	26,101	0	27,721	1	82,621	1
TRAMVAY-T3	12,040	0	12,070	0	12,057	0	36,167	0
OTOBUS	3,632,188	65	3,334,368	64	3,206,557	63	10,173,113	64
Genel Toplam	5,598,584	100	5,246,022	100	5,072,354	100	15,916,960	100

Veriler, toplu taşıma hatları özelinde incelendiğinde ise en büyük pay ortalama %35’lik oranla Bursaray sistemine ait olmaktadır. Bu anlamda Bursaray’ın, öğrenciler özelinde de ana taşıyıcı hat olduğu görülmektedir. Bununla birlikte B/24 ve 4/G hatların otobüs sisteminde ilk sıralarda gelmesi, hat bazında Uludağ Üniversitesi kaynaklı hatların ön planda olduğunu, toplu taşıma sisteminde bu bölgenin bir çekim noktası olduğu anlamına gelmektedir.

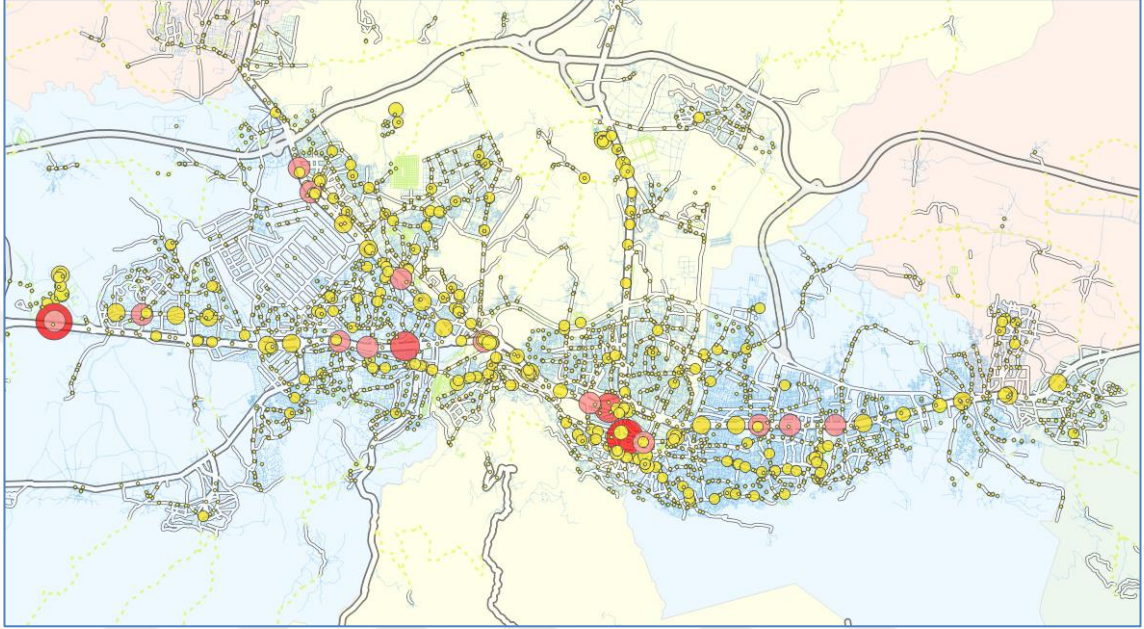
Tablo 38 Hatlara Göre Aylık Öğrenci Yolculukları

Sıra	Hat Adı	Mart		Nisan		Mayıs		Genel Toplam	
		Yolcu	%	Yolcu	%	Yolcu	%	Yolcu	%
1	METRO	1,925,557	34	1,873,483	36	1,826,019	36	5,625,059	35
2	B/24	126,999	2	118,059	2	118,234	2	363,292	2
3	4/G	102,878	2	95,718	2	93,939	2	292,535	2
4	35/G	102,424	2	88,982	2	85,529	2	276,935	2
5	35/E	69,911	1	67,021	1	70,175	1	207,107	1
6	93	71,617	1	65,794	1	60,052	1	197,463	1
7	38	69,065	1	60,736	1	54,707	1	184,508	1
8	6/F	62,968	1	58,202	1	59,668	1	180,838	1
9	S/2	62,323	1	59,124	1	58,826	1	180,273	1
10	B/17	60,287	1	56,963	1	55,917	1	173,167	1
	Diğer	2,944,555	53	2,701,940	52	2,589,288	51	8,235,783	52
	Genel Toplam	5,598,584	100	5,246,022	100	5,072,354	100	15,916,960	100

2.3.4. Konuma Bağlı Analizler

Çalışmaya esas veriler, çalışmanın temel noktalarından biri olan koordinatlı veri olması nedeniyle (toplam verinin %10’luk bir kısmı koordinat barındırmasa da ana kütleli temsil anlamında geriye kalan %90’lık veri önemli bir temsile sahiptir) konuma bağlı analizlerde kullanılabilir. Konuma bağlı analizler eldeki verinin çeşidine bağlı olarak derinleştirilebilir. Burada ilk incelenen nokta öğrencilerin hangi lokasyonlardan biniş yaptığıdır. Uludağ Üniversitesi ve Şehreküstü İstasyonu bölgelerinden yapılan binişlerin en büyük paya sahip olduğu, ardından Bursaray istasyonları boyunca önemli bir yoğunluğun olduğu görülmektedir. Buna ilave ana

aktarma noktalarında, Atatürk Cad., İstanbul Yolu Cad. gibi arterlerde önemli bir biniş yoğunluğunun olduğu görülmektedir. Dolayısıyla okullar ile ilişkili durakların ve ana taşıyıcı omurga üzerindeki durak noktalarının öğrencilerin biniş aktivitelerinde önemli bir yer teşkil ettiği görülmektedir.



Şekil 33 Öğrencilerin En Çok Kullandığı Duraklar Genel Gösterim

Kent merkezinde, Bursaray istasyonlarından Şhreküstü, Osmangazi, Demirtaşpaşa, Merinos gibi istasyonların önemli bir biniş aktivitesine sahip olduğu açıkça görülmektedir. Bunun yanında Atatürk Cad., İnönü Cad. gibi güzergahlarda ise Bursaray bulunmadığından, otobüs biniş eğiliminin yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 34 Öğrencilerin Kent Merkezinde En Çok Kullandığı Duraklar

2.4. BAŞLANGIÇ-VARIŞ MATRİSLERİNİN HAZIRLANMASI

Zamansal ve konumsal analizler ile öğrencilere ait hareketler konusunda fikir sahibi olunduktan sonraki adım ise hareketlerinin başlangıç ve varış noktalarının tayin edilebilmesi adımıdır. Zira her yolculuk bir noktadan başlar ve bir noktada biter. Çalışmadaki temel amaç, öğrencilerin temel destinasyonlarının yani çıkış yaptıkları nokta ile hedeflerinin ne olduğunun bulunabilmesidir. Zincir yolculuk yapısında en son yapılan yolculuk bu anlamda hedefi temsil etmeyecektir. Bu sebeple toplu taşıma sistemini kullananların sistemi ne ölçüde kullandığının yani sisteme ne kadar sadık olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu sadakat düzeyi haftalık bazda belirlenerek her bir kullanıcının yapmış oldukları yolculuklara ait başlangıç ve varış yerleri daha kolay belirlenebilecektir.

2.4.1. Öğrencilerin Toplu Taşıma Sadakatinin Belirlenmesi

Bir haftalık süre içinde yani beş eğitim günü içinde toplu taşımada bulunan gün ve bulunma miktarı birlikte toplu taşıma sadakatini ölçmede faydalı olacaktır. Beş eğitim gününü temsil eden hafta içi günlerde toplu taşımada bulunup bulunmama ilk kriterdir. Bulunmuş ise her bir bulunmada gösterdiği katılım miktarı sadakati ikinci temsil oranıdır ki zincir halde yolculuk yapıyor ise bu yolculuklarda toplu taşımayı tercih ettiğini göstermektedir.

```
select *, (iif(HaftaIciKatilim>0,HaftaToplam/HaftaIciKatilim,0)) as KatilimBasiBiris
from
(SELECT top 100 percent
[YIL],[AY],[HAFTA],[KARTNO]
, isnull([1],0) as [1]
, isnull([2],0) as [2]
, isnull([3],0) as [3]
, isnull([4],0) as [4]
, isnull([5],0) as [5]
, (
iif([1]>0,1,0) + iif([2]>0,1,0) + iif([3]>0,1,0) + iif([4]>0,1,0) + iif([5]>0,1,0)
) HaftaIciKatilim
, isnull([1],0)+isnull([2],0)+isnull([3],0)+isnull([4],0)+isnull([5],0) as HaftaToplam
FROM
(
select * from
(
SELECT top 100 percent [YIL],[AY],HAFTA,HAFTANINGUNU,KARTNO ,COUNT([KARTNO]) as SAYI
FROM [dbo].[BINISLER_19_OGRENCI]
GROUP BY KARTNO, [YIL],[AY],HAFTA,HAFTANINGUNU
ORDER BY KARTNO, [YIL],[AY],HAFTA,HAFTANINGUNU
) x
pivot
(
sum(SAYI)
for HAFTANINGUNU in ([1],[2],[3],[4],[5])
) as pvt
) X
order by KARTNO, YIL, AY,HAFTA
) Y
where HaftaIciKatilim > 0
order by KARTNO, YIL,Ay,Hafta
```

Şekil 35 Öğrenci Toplu Taşıma Sadakat Belirleme İşlemi

Çalışmada her bir kart haftalık olarak toplu taşımada bulunduğu gün ve o gündeki biniş adedince gruplanmıştır. Satırsal olan gün verileri “PIVOT” komutu düşeye çekilmiş ve böylece beş güne ait dağılım bulunabilmektedir.

Tablo 39 Planlama Döneminde Kart Bazlı Toplu Taşıma Haftalık Kullanımı

YIL	AY	HAFTA	KARTNO	Gun1 Pazartesi (Biniş)	Gun2 Salı (Biniş)	Gun3 Çarşamba (Biniş)	Gun4 Perşembe (Biniş)	Gun5 Cuma (Biniş)
2019	3	9	248xxxxx					4
2019	3	10	248xxxxx	1	2	1	2	2
2019	3	11	248xxxxx		2	2	2	2
2019	3	12	248xxxxx	1	2	2	2	
2019	3	13	248xxxxx		2	2	2	2
2019	4	14	248xxxxx	1	2		2	2
2019	4	15	248xxxxx		2	2	2	2
2019	4	16	248xxxxx			3		2
2019	4	17	248xxxxx					2
2019	5	18	248xxxxx					2
2019	5	19	248xxxxx					2
2019	5	20	248xxxxx			2	2	2
2019	5	21	248xxxxx	2	4	2	2	
2019	5	22	248xxxxx	2		2		

Gruplama sonrasında her bir karta ait toplu taşımada bulunma 1, bulunmama 0 ile temsil edilmiştir. Böylece beş gün içinde 5 toplamına sahip olan haftanın her günü yer almıştır demektir. Diğer yandan haftalık biniş ortalamasının iki ve üstü olması durumunda, sadakat oranı en üst seviyede olma yorumu yapılabilmektedir.

Tablo 40 Öğrencilerin Toplu Taşıma Kullanım Sadakat Ölçüm Tablosu Özeti

KARTNO	Ortalama Gun1 (Pazartesi)	Ortalama Gun2 (Salı)	Ortalama Gun3 (Çarşamba)	Ortalama Gun4 (Perşembe)	Ortalama Gun5 (Cuma)	Ort Hafta İçi Katılma	Ortalama Hafta Biniş Toplam	Haftalık Biniş Ortalama
255xxxxx	0	0	0	0	2	1	3	3
248xxxxx	0	1	1	1	1	2	5	1
421xxxxx	1	1	1	1	1	3	6	1
1174xxxxx	0	0	0	0	0	1	2	2
1178xxxxx	0	0	0	0	0	1	1	1
251xxxxx	0	0	0	0	0	1	1	1
1176xxxxx	1	0	0	1	0	1	2	2
4111xxxxx	1	0	0	0	0	2	3	1
15092xxxxx	2	2	2	3	2	3	13	3
252xxxxxx	4	3	4	3	4	4	20	4

Her bir karta ait gruplama kartın sadakatini ve performansını verirken bunların bütünü sistemin performansını ve sadakatini göstermektedir. Çalışmaya esas üç aylık periyodun performansı değerlendirildiğinde, sisteme bütünüyle sadık kullanıcı oranı “5” katılım ile gösterilen sütundaki değeridir. Elde edilen verilerde 202,671 adet karttan sadece 348 adedinin %0’lık bir oranla sürekli toplu taşıma sistemini kullandığı(haftanın her günü ve üç aylık dönem içinde) görülmektedir. Diğer yandan %58’lik bir oran ile “1” ve “2” katılım düzeyleri yer almaktadır ki bu sistem için iyi bir gösterge değildir.

Tablo 41 Planlama Döneminde Genel Toplu Taşıma Sadakat Düzeyi

	Karta Göre Hafta İçi Toplu Taşımada Bulunma Frekansı					Genel Toplam
	1	2	3	4	5	
Adet	83,989	34,496	54,435	29,403	348	202,671
%	41	17	27	15	0	100

2.4.2. B-V Matrisinin Oluşturulması

Sistem genelinde sadakat oranı göstergesi aynı zamanda “B-S” matrisinin verisini oluşturmak için gerekli bir performans göstergesi ve olasılık parametresidir. Kullanıcının tarihsel bir süreç için en çok tercih ettiği “Başlangıç-B” ve “Varış-V” noktasına göre bir yolculuk matrisi oluşturmak gerektiğinde, planlamaya esas bir girdi değeri elde edilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla sadakat oranı ile bulunan olasılık, B-V matrisinin yolculuk değerini temsil edecektir.

Tablo 42 B-V Matrisi

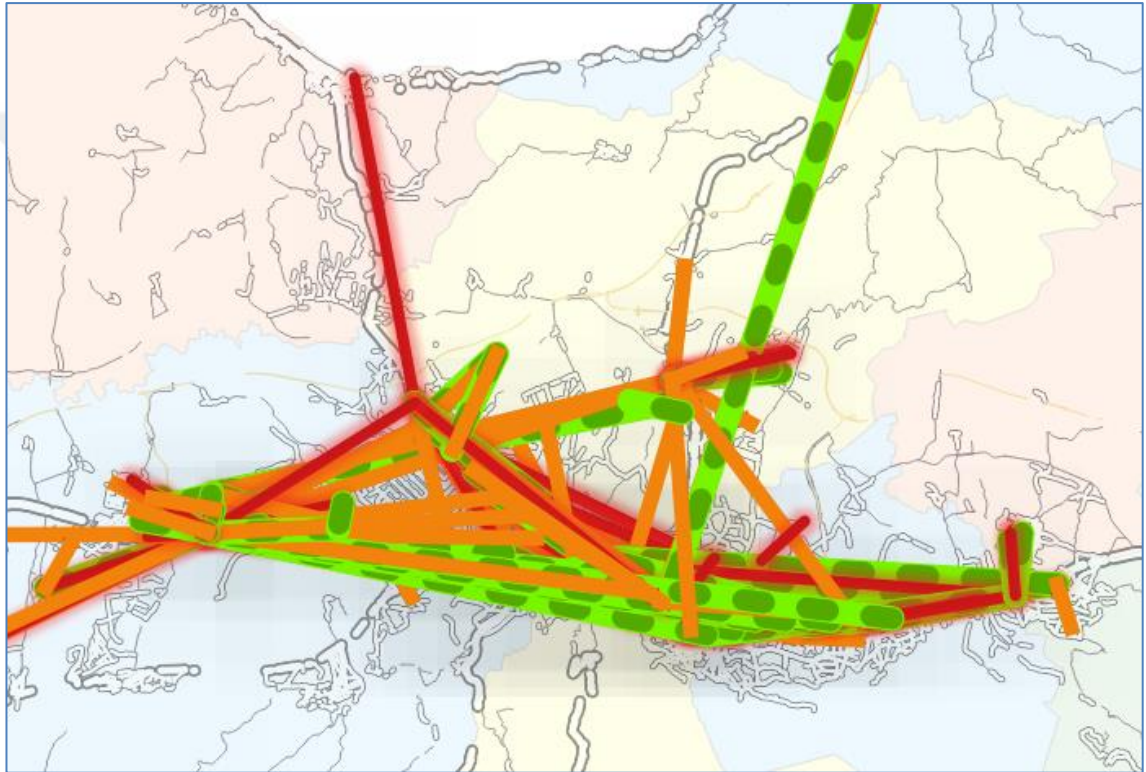
NODEBAS	NODESON	BASDURAK	SONDURAK	YOLCULUK (Adet)
63572	55321	B9029	D3352	665.8
51696	55321	D0267	D3352	341
63581	63572	B9032	B9029	252.8
61573	61568	B9023	B9001	245.8
1100	55321	D0501	D3352	222.4
63586	61568	B9033	B9001	193
63601	61568	B9036	B9001	190.4
63572	61568	B9029	B9001	184.4
63572	62387	B9029	B9008	178
47686	63572	B9002	B9029	176.6
62485	63572	B9022	B9029	168.2

Çalışmada üç aylık veri kullanılması nedeniyle her bir B-V noktasının saatlik bulunma hesaplaması yapılmamıştır. Normal şartlarda bu saatlik B-V oluşumunun da değerlendirilerek, zirve saat için B-V matrisi elde etmek daha doğru bir yaklaşım

olacaktır. Fakat çalışmanın esası olarak B-V matrisinin günlük bazda elde edilmesi, planlama sistematığının tasarımı için yeterli olacağı varsayılmıştır. Bu sebeple bu atamada bu günlük B-V matrisi kullanılmaktadır.

2.4.3. İstek-Talep Çizgilerinin Oluşturulması

Başlangıç-Variş matrisinin tahmin edilmesi ve çalışmaya esas verilerin koordinatlı olmasının vermiş olduğu bir diğer fayda ise İstek-Talep çizgilerinin oluşturulabilmesidir.



Şekil 36 Kent Geneli İstek-Talep Çizgileri

İstek-Talep çizgileri bir başlangıç noktasından bir varış noktasına talep edilen yolculuğu temsil etmede ve toplu taşıma hatlarının tasarlanmasında önemli faydalar sağlamaktadır. Genel planlama çalışmalarında zonlar arasında veya daha büyük planlama bölgeleri arasında yapılan bu temsil, çalışmada her bir durak bazında yapılmıştır. Böylece her bir duraktan yapılmak istenen, talep edilen hareket görsel olarak temsil edilebilmektedir. Görükle bölgesindeki duraklardan çıkıp, Üniversite içine ve Üniversite İstasyonu'na ve şehir merkezine doğru uzanan istek-talep çizgisi, yolculuk talebinin karakteristiğini anlamada faydalı olmaktadır.



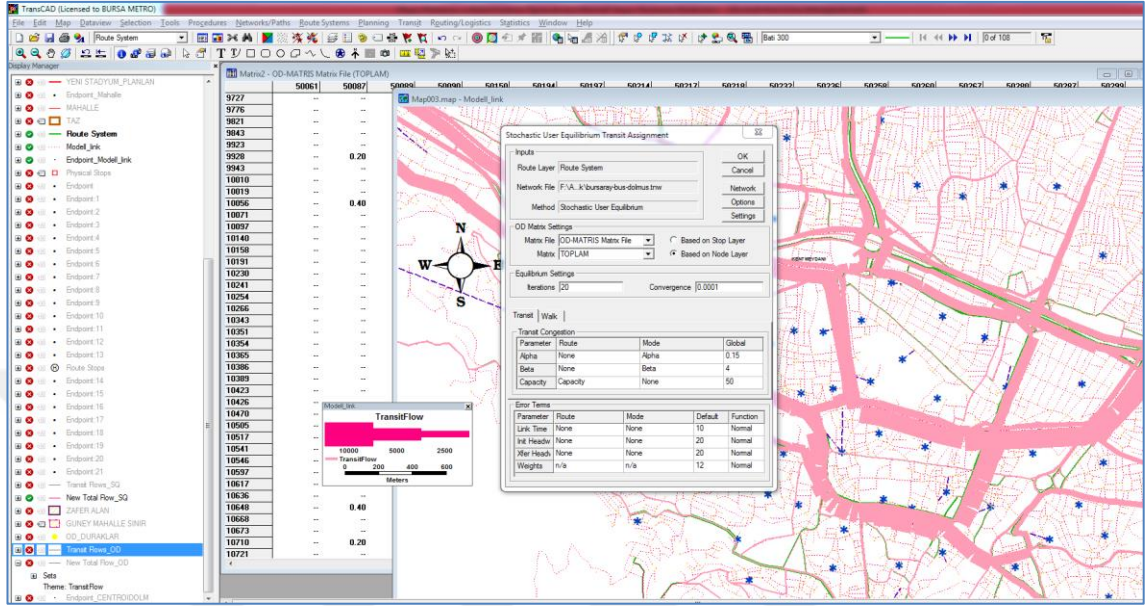
Şekil 37 Görükle Bölgesi İstek-Talep Çizgileri

2.5. ATAMA VE SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

B-V matrisi elde edildikten sonraki adım ise mevcut bir ulaşım modelindeki etkisini test etmek olacaktır. Çalışmada Transcad makro planlama programı kullanılmıştır. Bu programda hazırlanmış ulaşım modelinde, 87,740 adet yol ağı çizgisi, 63,548 adet düğüm, 347 adet Bursa kent içini modelleyen ulaşım analiz zonu ve toplam dış zonlar ile birlikte 437 adet ulaşım analiz zonu bulunmaktadır. Toplu taşıma sistemini temsil için gidiş ve dönüş yönünü temsil eden 494 adet rota ile 4268 adet durak bilgisi mevcuttur.

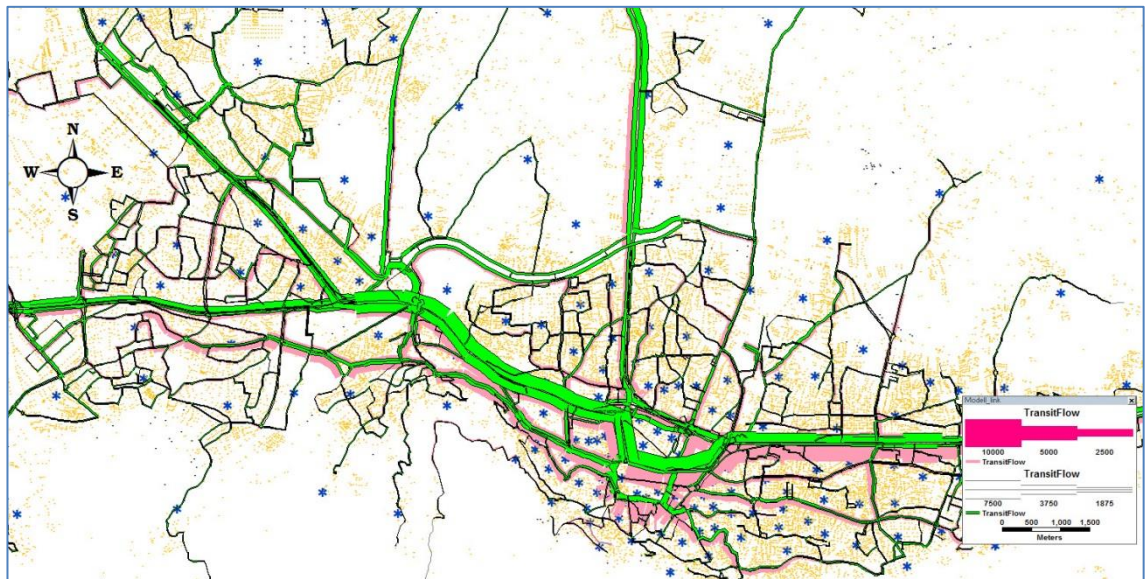
Ulaşım modeline, ulaşım ağı, toplu taşıma ağı ve kurallar ile birlikte tanımlanmıştır. Buradaki temel kurallar kısıtların, performansa esas alanların belirlenmesi ve tür seçimine imkân tanıyacak transfer kurallarının tanımlanmasıdır. Modelde, ulaşım ana planı kapsamında hazırlanan B-V matrislerine göre ataması yapılmış hazır bir yapı ile çalışmada elde edilen matrisin ataması yapılarak gözlemde bulunmaktadır. Burada temel hedef genel ulaşım planlarında yolculukların zonun ağırlık merkezinden değil doğrudan durağı temsil eden kendi seri numaralı düğüm üzerinden toplu taşıma sistemine katılmasıdır. Trafik ile ilgili yolculuk dağıtımları ağırlık merkezi konektörü üzerinden karayoluna dağıtılır. Toplu taşıma atamasında ise benzer şekilde ağırlık merkezi konektörü üzerinde sisteme dahil olur ve sistemdeki ilk

durak veya durak grubu üzerinden atamaya konu olur. Böylece durak noktasına erişim süresi, araç bekleme süresi, araçta geçen süre, duraktan ayrılma süresi gibi değerler hesaplanabilmektedir.



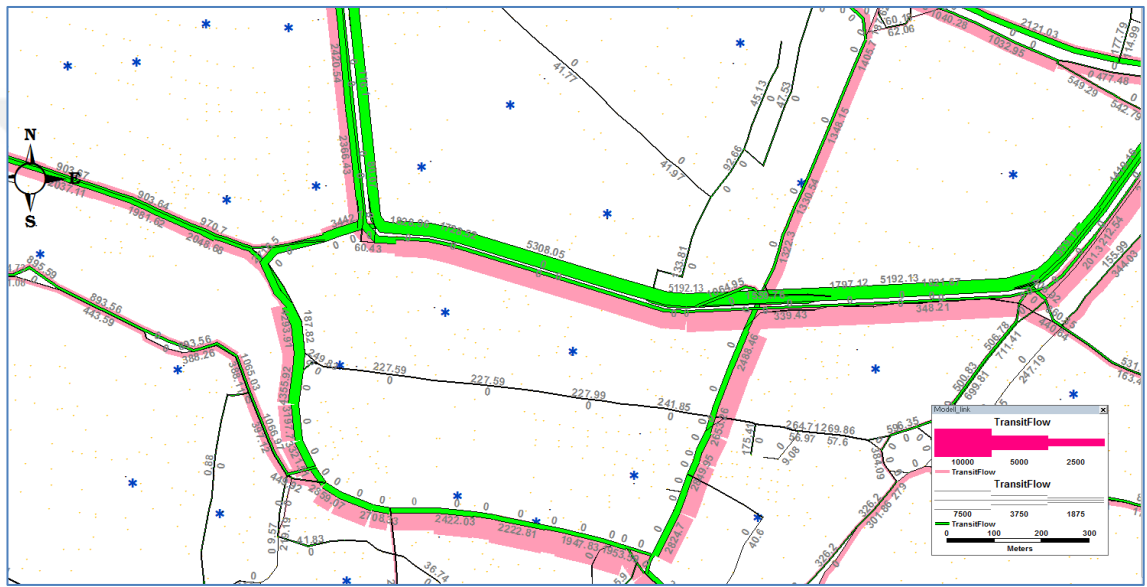
Şekil 38 Atama Modeli Gösterimi

Çalışmada elde edilen B-V matrisi, toplu taşıma atamasında stokastik kullanıcı dengesi metodu ile 30 iterasyonda atanmıştır. Atama ayarlarında düğümden dahil seçeneği tercih edilmiştir. Zonlara göre atamada model 437x437 şeklinde iken çalışmada kullanılan matris 2826x2193 büyüklüğündedir.



Şekil 39 Kent Geneli Atama Gösterimi

Atama sonucunda modelin asıl matrisi ile yapılan atamaya göre faklar gözlenmiştir. Durağın bağlı olduğu düğümden doğrudan, toplu taşıma sistemine dahil olma ve her bir rota içinde yer alabilme tespit edilmiştir. Böylece elde edilen matrisin atamada kullanılabileceği, atama sonucunda zon kapsamında oluşabilecek detay bazında hataları minimize edebileceği ve bölgesel mikro planlamada faydalı olabileceği değerlendirilmektedir. Zira geleneksel zon bazlı atamada, karayolu ağının detayında, atama sonuçlarının, özel ve küçük bölgeler bazında sapmalar olabilmektedir. Bu yöntemle detay bazında atama sonucuna ulaşılabilir.



Şekil 40 Kent Merkezi Atama Gösterimi

Tablo 43 Rota Binış-İniş Tablosu

Stop	Route	On	Off	Net
89	48	23	0	23
305	48	16	1	38
306	48	12	10	40
310	48	4	0	44
308	48	10	12	42
323	48	4	2	45
324	48	7	6	47
325	48	4	3	48
326	48	2	1	48
753	48	0	6	43
388	48	0	10	33
387	48	0	2	32
386	48	0	1	31
90	48	0	31	0

3. ALTERNATİF ULAŞIM MODELİNİN OLUŞTURULMASI

3.1. ALTERNATİF ULAŞIM MODELİ

Öğrencilere ait Bukart verilerinin analiz edilmesi, bu veriler ile B-V matrislerinin elde edilmesi ve matrisin atanması süreçlerinde, detaylı bir veri madenciliği, analiz süreçleri geçirilmesi gerekmektedir. Genel planlama çalışmalarında ise buna benzer süreçler çok daha uzun süreler alabilmekte fakat elde edilen sonuçlar başarılı olmayabilmektedir.

Ulaşımın temel konusu talebi karşılamak, ulaşım planlamasının temel konusu ulaşım talebini karşılayacak ulaşım sistemini ve sistem bileşenleri tasarlamaktır. Planlama faaliyetlerinde talep sahipleri ile talebi oluşturan karar mekanizmaları ile birlikte planlayıcılarının ve ulaşım işletmecilerinin bir arada iletişim halinde olduğu planlama sistemi daha gerçekçi ulaşım sisteminin oluşmasını sağlayacaktır.

Çalışmada, öğrencilere ait verilerden yola çıkarak eğitim aktivitesine katılma hedefinde oluşan ulaşım talebinin analiz edilmesine çalışılmıştır. Bu süreçte bilgi teknolojilerindeki gelişim, CBS uygulamaları ve ilişkisel veri tabanları verinin daha kolay analiz edilmesi, planlama faaliyetlerinin de etkinliğini arttıracaktır. Bu durumu biraz daha proaktif yaklaşım ile kısaltmak alternatif ulaşım modeli ile mümkün olabilecektir.

Çalışmaya esas verilerin hiçbir noktasında aktivitenin detayları bulunmamaktadır. Öyle ki bu detaylar eğitim kurumlarınca belirlenmektedir. Öğrencinin katılacağı eğitim aktivitelerinin zaman planlaması, lokasyon planlaması eğitim kurumunca belirlenmektedir. İşte bu noktada kişisel veri içermeden sadece kart numarasını temelli ikamet koordinatı, eğitim aktivite planı, aktivite lokasyonu gibi bilgilerin, elektronik veri değişim yöntemleri ile hem karar vericilerin, hem ulaşım planlılarının hem de işletmecilerinin faydalanacağı ortak bir veri deposunda tutulması ile birlikte, her bir kart bazında planlama yapılabilecek alt yapı sağlanmış olacaktır.

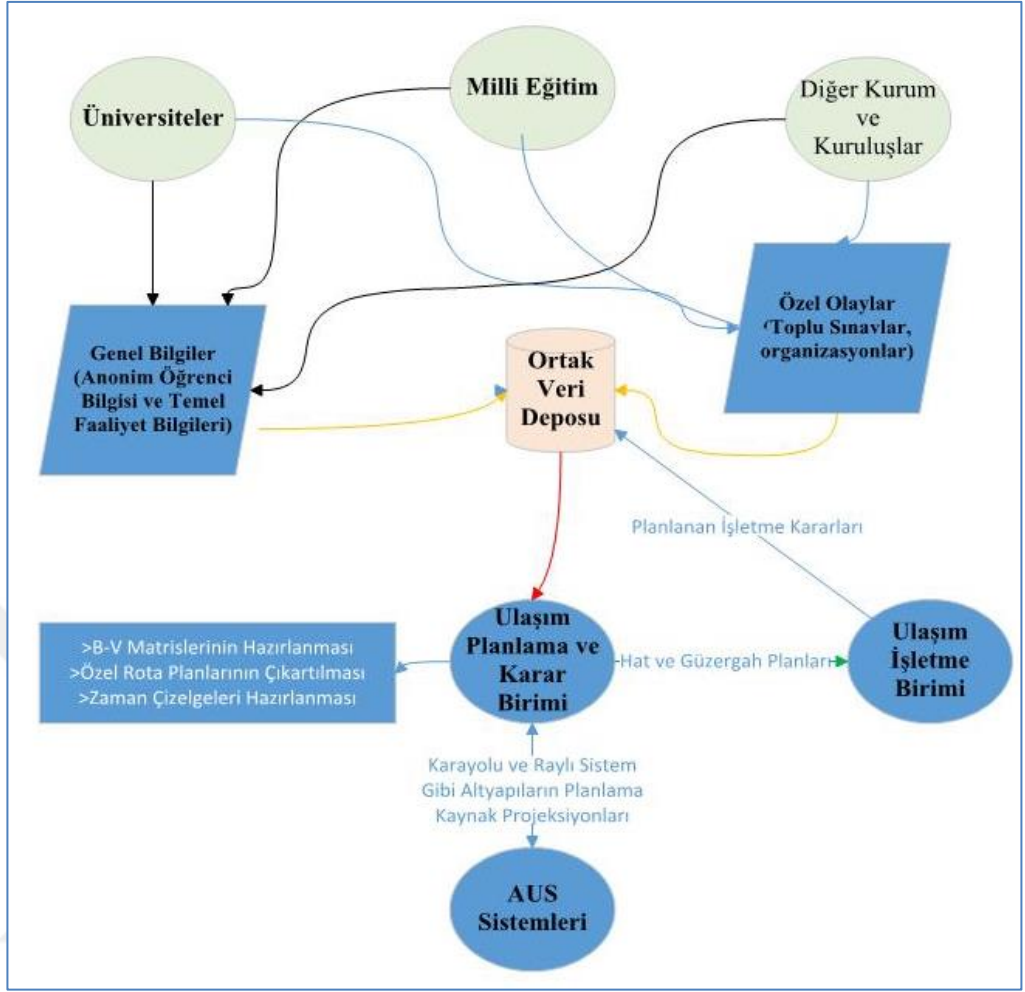
Dünya genelinde Amerika, Avrupa gibi bölgelerde ulaşım verimliliğini sağlamak üzere planlama faaliyetlerine her geçen gün daha fazla önem verilmektedir. Bu amaçla çok değişik bilgiler araştırmacılara, planlamacılara sunulmaktadır. Fakat ülkemizde bu denli bir anonim ulaşım planlama bilgi sistemi bulunmamaktadır. Anonim ulaşım bilgisi

ve planlamaya esas bilgi bu anlamda doğru bir şekilde toplanıp, ortak havuza aktarılır ise öğrenciler özelinde düzenli aktiviteler, özel dönemli aktiviteler bazında ulaşım planı yapılabilecektir.

Ülkemiz özelinde üniversiteler, Milli Eğitim Bakanlığı gibi kurumların, öğrencilerin kart bilgisi bazında; ikametlerinin bulunduğu bölgeye ait koordinat bilgisi (trafik analiz zonu, mahalle kapsamında dahi olsa), takip etmesi gerektiği eğitim aktivitelerinin zaman çizelgesi ve bu aktivitelere ait lokasyonların koordinat bilgilerinin bir veri tabanında bulunması ile çalışmada yapıldığı gibi detaylı analizler yapılarak, ihtiyaç duyulan yerde, zamanda ve ihtiyaç duyulan ulaşım arzı sağlanabilecektir. Bu yapıya ulaşım işletmecilerinin de ortak olduğu bir durumda ise iş birliği düzeyi artacak ve operasyonel verimlilik sağlanabilecektir.

Alternatif ulaşım modeli kullanılarak yapılan genel sınavlarda(ülke geneli, il geneli vb.) ulaşım talebinin karşılanması bile önemli bir fayda sağlayacaktır. Öyle ki sınava girecekler kimlik belgesi ve sınav giriş belgesi dışında hiçbir şey bulundurmama zorunluluğundadır. Bu alternatif model kapsamında, her bir sınava girenin ulaşım talepleri doğrultusunda farklı güzergahlardan sınav merkezlerine planlanacak toplu ulaşım imkanlarının sadece sınava giriş belgesi ile kullanılabilmesi halinde olağan dışı aktiviteden kaynaklanan ulaşım talebinin bireysel araç ile karşılanmasının önüne geçecektir.

Bilgi teknolojileri, veri madenciliği, iletişim kanallarının geliştirilmesi ve koordinasyon ile uygulanabilecek ve yüksek bir maliyete sahip olmayan bu alternatif planlama çerçevesi hem daha esnek, hem daha çevik hem de daha sürdürülebilir bir ulaşım planlaması sunabilecektir. Böylece daha sürdürülebilir ulaşım sistemi kurgusu sağlanabilecektir. Burada en kritik nokta kişisel verinin, anonim ulaşım bilgisi olacak şekilde kurgulanmasıdır. Hali hazırda bu model için kişilerin özlük bilgilerinin bilinmesine gerek yoktur.



Şekil 41 Öğrenciler İçin Yönelik Alternatif Ulaşım Modeli

SONUÇ

Her bir birey bir yerden bir yere gitme ihtiyacına sahip olabilir ve bu da insan olarak en büyük özgürlüğü ve hakkıdır....

Ulaşım insanın en temel ihtiyaçlarını karşılamak üzere gerçekleştirdiği bir temel ihtiyaçtır. Dolayısıyla her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. İnsanlar kentlerde daha çok yaşamaya, vakit geçirmeye başladıkça zamanları yetmemeye başlamıştır. Gerek kentlerin kalabalıklaşması gerekse de zaman kavramı algısının değişmesi ile birlikte ulaşım bu noktada çok daha önemli hale gelmiştir. En kısa sürede, en güvenli ve en ekonomik şekilde arzulanan, hedeflenen yere ulaşmak temel amaç haline gelmiştir.

Ulaşım sistemi oluşturan karayolu, raylı, su üstü ve havayolu sistemleri bireylerin ulaşım talebi ve mal-şeyya hareketliliği arttıkça gelişmektedir. Geçmişte her bir sistem kendi içinde değerlendirilip konu olurken günümüzde birbirleri ile olan etkileşimi ve entegrasyon konusu daha da önem kazanmaktadır. Karayolu sisteminin dünya genelinde daha yoğun kullanılması, karayolu motorlu araçlarından otomobilin hâkimiyetinin her geçen gün artması bu noktada daha çok çözüm arayışına itmektedir. Otomobil bir yandan daha vazgeçilmez olurken diğer yandan daha çok önlem alınması gereken bir odak noktası haline gelmiştir.

Karayolu sistemlerinin, alt ve üstyapı ihtiyacı ile birlikte diğer sistemlere göre daha fazla enerji kaynağı gerektirmesi, çevresel ve ekonomik etkisi ile birlikte çok daha dikkatli bir şekilde yönetilmesini ve planlanmasını gerektirmektedir. Bu sistem ile birlikte ulaşım sistemi envanterinin düzenli bir şekilde bakım onarımının yapılması, yeni bileşenler ilave edilmesi bu anlamda etkin bir işletme ve planlama yönetimi gerektirmektedir.

Sürdürülebilir bir ulaşım sisteminin, sosyal, ekonomik ve çevresel boyutu gerek bölgesel, gerek ulusal gerekse de global düzeyde ele alınması gereken bir konu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu anlamda ulaşım araçlarının daha çevreci olmasından başlayarak, ekonomik yönden maliyetlerin kontrol edilebilmesi ve ekonomik yapının finansal olarak

sürdürülebilir olması gerekmektedir. Bunları sağlamaya yönelik politikaların ve düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Bu anlamda özellikle Amerika ve Avrupa'da yapılan düzenlemeler iyi örnekler olarak ortaya çıkmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise öncelik ulaşım ihtiyacını karşılamak, pazarlara ulaşmak olması nedeniyle temel sürdürülebilir çerçeve geri planda kalabilmektedir.

Karar vericilerin kendi yerel durumlarına göre değil aynı zamanda global ölçekte işbirliği yaparak mevzuat düzenlemesi ulaşım sisteminin global boyutu ile gelişmesini sağlamaktadır. Ülkemizde de son yıllarda Ulaşımında Enerji Verimliliği Yönetmeliği gibi mevzuatın hayata geçmesi ile ulusal sürdürülebilir ulaşım sisteminin önü açılmış olmaktadır. Zira barındırdığı detay aslında kanun boyutunda olması gerekirken yönetmelik seviyesinde, plan, politika ve düzenleme barındırması yeterli olmamakla birlikte bir başlangıç olması açısından önemli olmaktadır.

Ulaşım sistemlerinin planlama boyutu ile önemli hale gelmesi, ülkemizde son yıllarda kentlerin ulaşım planlama faaliyetlerine önem vermesi bu anlamda faydalı olmakla birlikte bu planların hayata geçmesi ile gerçek fayda elde edilebilecektir. Zira güncel durumda yapılan planların pek çoğu Avrupa ve Amerika gibi ülkelerin yapmış olduğu planlama esasları doğrultusunda hazırlanmaktadır. Dolayısıyla bu kaynaklardan gelen planlama ilkelerinin, yerel ulaşım davranışını analiz etme ve çözüm getirme anlamında yetersiz kalabileceğine de dikkat etmek gerekmektedir.

Kentlerin karmaşıklığı özellikle ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde daha fazla oluşmaktadır. Mevcut arazi kullanımını bozmadan ulaşım alt yapısı geliştirmek ya çok zordur ya da büyük maliyetler gerektirmektedir. Ulaşımı problem haline getiren bireylerin ulaşım taleplerini en hızlı, en güvenli ve en ucuz şekilde karşılama ihtiyacı ile birlikte kentlerin arazi kullanımından kaynaklanan problemleri, planlama odaklı yaklaşımlar ile çözme imkânı bulunabilmektedir.

Ülkemizde ulaşımı düzenleyen mevzuatın karmaşıklığı, yerel yönetimlerin kendi sorumlu olduğu bölgelerde yetkili olup iller arası ve ulusal boyutta UAB'ın yetkili olması bazı noktalarda karmaşıklığa sebep olabilmektedir. Özellikle 6360 S. K. yürürlüğe girdiği tarihten sonra büyükşehir kavramının bütün şehri kapsayacak şekilde değişmesi ile çoklu işletmecilik yapıları iyice artmıştır. Bu durum ise kurumsal yönetim

yapısının kurulması önündeki en büyük engeldir. Zira ara toplu taşıma sistemi bileşenleri olan minibüs, taksi dolmuş vb. sistemler, 86/10553 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile belirlenen tahdit yapısında bulunabilmektedir. Bu durum ise bireysel esnaf işletmeleri şeklinde bir yapının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu kapsamda ulaşım sistemi aracı yolcu taşımacılığında çok bir şahsi mal hükmüne girmekte ve kurumsallaşmanın önü kapanmaktadır. Dolayısıyla idarelerinin gerçekleştirmeye çalıştığı planlama çalışmaları da başarılı olamamaktadır. Diğer yandan denetim mevzuatının da farklı kolluk kuvvetlerince uygulanması, yolcu ve mal-eşya taşımacılığında bu anlamda da bir yeknesak denetim mevzuatının oluşturulmasını gerektirmektedir.

Bilgi teknolojilerinin gelişimi, değişimi hızlandırdığı gibi operasyonel süreçleri de hızlandırabilmektedir. Ulaşım kararı ile arazi kullanımı arasındaki etkileşimde görüldüğü gibi bir aktivite konusunda bilginin oluşması ile birlikte ulaşım ihtiyacını tetikleyen süreç de başlamaktadır. Dolayısıyla her geçen gün hızlanan bilgi değişimi ile aynı hızda ulaşım planlama bilgisinin de değişmesi gerekmektedir. Toplulukların sosyolojik ve psikolojik durumu ile birlikte ekonomik yapılarını analizini mümkün kılan ulaşım esas planlama bilgisinin sürdürülebilir olması gerekmektedir.

1970'li yıllardan beri kullanılan genel ulaşım planlama konsepti bu noktada en çok eleştiri alan planlama yaklaşımlarından da biridir. Zira o dönemde yapılan planlamalara göre imal edilmiş geniş yollar bugün ulaşım talebini karşılamaya yetmemektedir. Yolların yapılması ile ulaşımın çözülmediği artık herkes tarafından kabul gören bir gerçektir. Dolayısıyla bu noktada en ideal çözüm ulaşım talebini karşılamaya yönelik en ideal yaklaşımların bulunmasıdır.

Ulaşım planlaması anlamında alternatif oluşturmayı hedefleyen bu çalışmada öncelikle ulaşım sistemleri hakkında bilgi verilmiş, sonrasında ise ulaşım planlamasının temel bileşenleri anlatılmıştır. Bursa ölçeğinde yapılan 2010 ve 2018 yıllarına ait planlama çalışmalarından bahsedilmiştir. Bu planlama çalışmalarının her ikisinde de tespitler ve çözüm önerileri birbirine benzer şekilde yer almıştır. Fakat kullanılan matematiksel modeller ve bu doğrultuda belirlenen alternatiflerin, tavsiye edilen çözüm önerilerinin başarılı olacağı yönünde olduğu şeklindedir. Fakat burada en önemli nokta

plan kararlarının uygulama sürecidir. Bu planlama çalışmalarından yola çıkarak mevcut sisteme ait verilerin biraz daha detay incelenmesi çalışmanın amacı ile örtüşmektedir.

Mevcut elektronik bilet sisteminin verilerinin hem sayısal hem de coğrafi temelle incelenerek, öğrenciler özelinde aktivite tabanlı incelenmesi yolu ile Başlangıç(B)-Varış(V) matrisleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar, önceki planlama çalışmalarında kullanılan matematiksel model ile test edilerek uygulanabilirliği araştırılmıştır. Yapılan atamalar ile geçmiş planlardaki model atamalarında benzerlikler bulunduğu gibi daha detay sonuçlar da elde edilmiştir.

Çalışmanın hedefi olan alternatif ulaşım planlama çerçevesi ise bu noktada, mevcut imkânların kullanılarak; karar vericiler ile birlikte planlayıcıların ve ulaşım işletmecilerinin, bir arada iletişim içinde ve bilgi teknolojilerini kullanarak, detaylı bir planlama sistematiği oluşturmaktır. Tavsiye edilen ulaşım sistemi hem rutin eğitim aktivitelerinin sebep olduğu ulaşım talebinin hem de rutin dışı aktiviteden kaynaklanan ulaşım talebinin önceden veya eş zamanlı şekilde planlamasını olanak sağlamak üzere tavsiye edilmiştir.

Alternatif ulaşım modeli, konsept bir yaklaşım olmakla birlikte günümüz şartlarında, bu çalışmada kullanılan pek çok metodu kullanarak hayata geçirilebilecek bir modeldir. Bu modelde ekonomik ve finansal kaynak gereksiniminden çok kurumların ve kişilerin koordinasyonunun sağlanması, veri paylaşımının oluşturulması, verilerin anonimleştirilerek tüm paydaşlar arasında koordinasyon kaynağı olacak şekilde dağıtılması gereksinimi bulunmaktadır. Model rutin aktivitelerin planlanmasının yanı sıra rutin olmayan özel önem gerektiren olayların ulaşım planlamasında, hızlı, esnek ve etkin çözüm üretilecek bir koordinasyon sistematiğini ve alt yapısını sunmaktadır.

EKLER

EK-1: AYLİK-GÜNLÜK BİNİŞ TİPLERİ TABLOSU

AY Hafta Gun	01-Coklu Ilk	02-Coklu Ara	02-Coklu Son	04-Tek Yon	Genel Toplam
Mart	1,813,035	1,428,925	1,813,041	543,583	5,598,584
9	147,106	119,474	147,107	48,318	462,005
5	68,601	55,405	68,601	20,970	213,577
6	47,271	39,058	47,272	15,264	148,865
7	31,234	25,011	31,234	12,084	99,563
10	426,902	339,843	426,902	126,037	1,319,684
1	67,495	50,727	67,495	19,168	204,885
2	69,462	53,219	69,462	19,016	211,159
3	69,315	52,569	69,315	18,508	209,707
4	68,687	53,299	68,687	19,774	210,447
5	68,480	56,429	68,480	21,100	214,489
6	48,999	43,883	48,999	16,008	157,889
7	34,464	29,717	34,464	12,463	111,108
11	426,755	342,102	426,758	124,091	1,319,706
1	67,910	52,344	67,911	19,527	207,692
2	69,824	53,582	69,824	18,080	211,310
3	68,842	52,756	68,842	18,798	209,238
4	68,991	53,762	68,991	19,227	210,971
5	67,953	55,771	67,954	20,004	211,682
6	48,810	44,446	48,811	15,708	157,775
7	34,425	29,441	34,425	12,747	111,038
12	415,944	325,498	415,946	122,507	1,279,895
1	67,535	51,305	67,536	19,211	205,587
2	69,220	53,392	69,220	18,771	210,603
3	68,815	52,620	68,815	18,904	209,154
4	68,579	52,201	68,579	19,111	208,470
5	67,286	54,661	67,287	20,368	209,602
6	44,943	38,262	44,943	15,183	143,331
7	29,566	23,057	29,566	10,959	93,148
13	396,328	302,008	396,328	122,630	1,217,294
1	66,638	50,254	66,638	18,869	202,399
2	68,121	51,488	68,121	18,883	206,613
3	68,470	50,669	68,470	19,108	206,717
4	67,730	50,891	67,730	20,008	206,359
5	66,716	52,601	66,716	21,571	207,604
6	40,496	32,480	40,496	14,595	128,067
7	18,157	13,625	18,157	9,596	59,535
Nisan	1,693,998	1,339,443	1,694,002	518,579	5,246,022
14	378,605	293,863	378,605	116,322	1,167,395
1	40,259	34,946	40,259	13,973	129,437
2	68,057	50,493	68,057	19,146	205,753
3	67,550	49,731	67,550	18,667	203,498

4	67,462	50,451	67,462	18,953	204,328
5	66,007	51,963	66,007	19,937	203,914
6	41,335	34,522	41,335	14,326	131,518
7	27,935	21,757	27,935	11,320	88,947
15	417,317	326,952	417,319	124,110	1,285,698
1	67,043	48,714	67,043	19,152	201,952
2	69,260	51,319	69,260	18,596	208,435
3	68,754	51,487	68,755	18,665	207,661
4	68,128	52,482	68,128	19,395	208,133
5	69,749	59,230	69,750	20,897	219,626
6	44,221	38,728	44,221	15,571	142,741
7	30,162	24,992	30,162	11,834	97,150
16	393,174	308,354	393,175	122,864	1,217,567
1	64,368	48,255	64,368	18,740	195,731
2	66,099	50,935	66,099	18,750	201,883
3	65,740	50,827	65,740	18,974	201,281
4	65,154	50,391	65,154	18,875	199,574
5	62,314	50,746	62,315	21,447	196,822
6	40,301	33,980	40,301	14,568	129,150
7	29,198	23,220	29,198	11,510	93,126
17	371,962	304,598	371,963	117,128	1,165,651
1	61,866	49,772	61,866	17,897	191,401
2	35,447	31,657	35,447	13,057	115,608
3	66,478	51,473	66,478	19,747	204,176
4	67,418	53,496	67,418	18,965	207,297
5	65,855	54,638	65,855	20,172	206,520
6	44,044	38,584	44,045	14,925	141,598
7	30,854	24,978	30,854	12,365	99,051
18	132,940	105,676	132,940	38,155	409,711
1	65,728	51,042	65,728	18,990	201,488
2	67,212	54,634	67,212	19,165	208,223
Mayıs	1,632,008	1,316,503	1,632,012	491,831	5,072,354
18	233,102	195,672	233,104	76,513	738,391
3	32,037	29,027	32,037	10,863	103,964
4	65,279	51,668	65,281	19,071	201,299
5	64,132	54,187	64,132	20,374	202,825
6	42,443	37,036	42,443	14,466	136,388
7	29,211	23,754	29,211	11,739	93,915
19	371,581	281,043	371,582	111,439	1,135,645
1	61,113	43,727	61,113	17,474	183,427
2	62,779	46,036	62,779	16,551	188,145
3	62,178	46,534	62,178	16,986	187,876
4	62,983	48,509	62,984	17,409	191,885
5	60,931	47,900	60,931	18,854	188,616
6	35,951	28,833	35,951	13,472	114,207
7	25,646	19,504	25,646	10,693	81,489
20	381,874	309,316	381,874	110,602	1,183,666
1	62,510	48,823	62,510	17,535	191,378
2	63,629	50,284	63,629	16,798	194,340
3	63,568	49,961	63,568	16,986	194,083

4	63,317	50,342	63,317	17,384	194,360
5	61,347	50,257	61,347	18,163	191,114
6	36,035	28,792	36,035	12,892	113,754
7	31,468	30,857	31,468	10,844	104,637
21	372,942	297,504	372,943	111,012	1,154,401
1	62,379	48,776	62,379	17,299	190,833
2	62,421	48,488	62,421	16,818	190,148
3	62,820	48,988	62,820	16,985	191,613
4	61,605	48,738	61,605	17,611	189,559
5	61,478	51,316	61,478	18,634	192,906
6	36,285	30,685	36,286	13,081	116,337
7	25,954	20,513	25,954	10,584	83,005
22	272,509	232,968	272,509	82,265	860,251
1	58,020	47,812	58,020	16,734	180,586
2	57,779	48,175	57,779	16,367	180,100
3	55,968	47,517	55,968	16,436	175,889
4	53,046	46,691	53,046	16,208	168,991
5	47,696	42,773	47,696	16,520	154,685
Genel Toplam	5,139,041	4,084,871	5,139,055	1,553,993	15,916,960

EK-2: B-V MATRİSİ – İLK 175 KAYIT TABLOSU

SIRA	NODEBAS	NODESON	BASDURAK	SONDURAK	TOPLAM (Adet)
1	63572	55321	B9029	D3352	665.8
2	51696	55321	D0267	D3352	341
3	63581	63572	B9032	B9029	252.8
4	61573	61568	B9023	B9001	245.8
5	1100	55321	D0501	D3352	222.4
6	63586	61568	B9033	B9001	193
7	63601	61568	B9036	B9001	190.4
8	63572	61568	B9029	B9001	184.4
9	63572	62387	B9029	B9008	178
10	47686	63572	B9002	B9029	176.6
11	62485	63572	B9022	B9029	168.2
12	63581	61568	B9032	B9001	158.8
13	62497	63572	B9020	B9029	152.8
14	61568	63572	B9001	B9029	151.8
15	61573	63572	B9023	B9029	147.4
16	62504	63572	B9019	B9029	139.8
17	63586	63572	B9033	B9029	137.2
18	36110	61568	B9016	B9001	135.4
19	63572	47686	B9029	B9002	124
20	63554	63572	B9025	B9029	122
21	63566	63572	B9028	B9029	119.6
22	23691	61568	B9038	B9001	117.2
23	1100	63572	D0501	B9029	116
24	55502	55321	D3755	D3352	111.8
25	63572	63558	B9029	B9026	107.8
26	38434	61568	B9031	B9001	104.8
27	42307	55321	D3677	D3352	104.6
28	51696	43321	D0267	D1338	101.2
29	23691	63572	B9038	B9029	98.2
30	43935	63572	B9009	B9029	97.2
31	62377	63572	B9010	B9029	97.2
32	62444	61568	B9015	B9001	96.8
33	62497	61568	B9020	B9001	96.4
34	63558	63572	B9026	B9029	93.6
35	63547	63572	B9024	B9029	93.4
36	41396	55321	D0498	D3352	91.4
37	62485	61568	B9022	B9001	91.2
38	62488	63572	B9021	B9029	88.2
39	62469	61568	B9005	B9001	87
40	62387	63572	B9008	B9029	85.8
41	43503	61568	B9034	B9001	85.4
42	61573	62387	B9023	B9008	85.2
43	27952	63554	D3664	B9025	85.2
44	47686	62387	B9002	B9008	84.2
45	61573	42565	B9023	B9037	83.8
46	43825	63572	B9003	B9029	82.8
47	51329	55321	D0506	D3352	82.6

48	48933	63572	D1223	B9029	82.4
49	17076	63572	B9018	B9029	81.8
50	5941	42565	D2004	B9037	81.8
51	63564	63572	B9027	B9029	81.6
52	45570	43814	D3294	D0074	81
53	61573	17076	B9023	B9018	80.8
54	63601	63572	B9036	B9029	79.2
55	62469	63572	B9005	B9029	78.2
56	51696	63572	D0267	B9029	77
57	63554	63566	B9025	B9028	76.8
58	62310	58950	D0885	D2712	75.8
59	12721	592	D4089	D1398-S	73.2
60	63586	17076	B9033	B9018	72.2
61	1100	51404	D0501	D3625	71.8
62	47686	41444	B9002	B9007	68.8
63	63586	62387	B9033	B9008	67.2
64	62504	62387	B9019	B9008	67
65	28939	56844	D4177	D1374	66.4
66	38434	41444	B9031	B9007	65.2
67	63601	17076	B9036	B9018	65.2
68	11473	42565	D1996	B9037	65.2
69	1827	42565	D3453	B9037	65
70	62488	61568	B9021	B9001	62.8
71	63572	63581	B9029	B9032	61.8
72	61573	63601	B9023	B9036	61.8
73	38434	47686	B9031	B9002	61.4
74	63586	42565	B9033	B9037	61.2
75	23691	47686	B9038	B9002	60.8
76	62497	62387	B9020	B9008	60.8
77	61573	41444	B9023	B9007	60
78	58950	62392	D2712	B9017	59.6
79	5665	1100	D3281	D0501	59.4
80	47686	62444	B9002	B9015	59.2
81	42565	61568	B9037	B9001	59
82	62387	63564	B9008	B9027	58.6
83	51696	61568	D0267	B9001	56.8
84	58786	56844	D4179	D1374	56.8
85	62485	62387	B9022	B9008	56.6
86	51404	55321	D3625	D3352	56.6
87	61573	47686	B9023	B9002	55.8
88	5665	55321	D3281	D3352	55.4
89	62469	62387	B9005	B9008	55.2
90	63586	63601	B9033	B9036	55.2
91	62387	61568	B9008	B9001	55
92	63554	62387	B9025	B9008	54.8
93	63431	61568	B9030	B9001	54.8
94	42307	51404	D3677	D3625	53.8
95	61573	62444	B9023	B9015	53.4
96	63554	61568	B9025	B9001	53.2
97	63554	63564	B9025	B9027	52.6

98	43935	63564	B9009	B9027	52.6
99	43825	62387	B9003	B9008	52.4
100	38434	63572	B9031	B9029	52
101	36110	41444	B9016	B9007	51.8
102	27952	63572	D3664	B9029	51.6
103	63581	42565	B9032	B9037	51
104	55460	61568	B9013	B9001	50.6
105	63564	62387	B9027	B9008	49.8
106	63586	62497	B9033	B9020	49.4
107	63597	61568	B9035	B9001	49.4
108	51696	62387	D0267	B9008	49.2
109	62504	62377	B9019	B9010	49
110	38434	43825	B9031	B9003	47.8
111	62444	47686	B9015	B9002	47.6
112	62444	41444	B9015	B9007	47.6
113	61573	43825	B9023	B9003	47.6
114	63431	47686	B9030	B9002	47.6
115	38434	62387	B9031	B9008	47.2
116	62448	63431	B9014	B9030	46.6
117	62504	41444	B9019	B9007	46.6
118	62372	63572	D0245	B9029	46.6
119	63586	41444	B9033	B9007	46.4
120	7132	56844	D2011	D1374	46
121	43935	61568	B9009	B9001	45.6
122	63581	63601	B9032	B9036	45.4
123	42565	63572	B9037	B9029	45.2
124	29180	42565	D3454	B9037	45.2
125	61573	62497	B9023	B9020	44.8
126	62364	62387	B9012	B9008	44.6
127	62387	63566	B9008	B9028	44
128	63581	17076	B9032	B9018	44
129	47686	63564	B9002	B9027	43.8
130	36110	47686	B9016	B9002	43.6
131	3808	42565	D2002-S	B9037	43.4
132	19324	56844	D2013	D1374	43.4
133	63601	47686	B9036	B9002	43.2
134	63572	62485	B9029	B9022	43
135	61573	36110	B9023	B9016	42.8
136	23691	17076	B9038	B9018	42.8
137	55502	63572	D3755	B9029	42.8
138	63581	47686	B9032	B9002	42.6
139	5687	37497	D2931	D1726	42.2
140	62504	63564	B9019	B9027	41.6
141	63431	43825	B9030	B9003	41.6
142	41396	63572	D0498	B9029	41.6
143	62345	51410	D2764	D4282	41.6
144	62448	61568	B9014	B9001	41.2
145	62504	61568	B9019	B9001	41.2
146	61573	63597	B9023	B9035	41.2
147	22408	56844	D3932	D1374	40.8

148	33372	56844	D4662	D1374	40.8
149	62392	61568	B9017	B9001	40.6
150	62377	61568	B9010	B9001	40.2
151	61068	51410	D10-132	D4280	40.2
152	34787	55321	D2788	D3352	40.2
153	55460	47686	B9013	B9002	40
154	7948	47686	D1657-S	B9002	39.4
155	62364	55321	B9012	D3352	39.2
156	63547	62485	B9024	B9022	39.2
157	62392	43825	B9017	B9003	39
158	63572	63564	B9029	B9027	38.8
159	61568	62387	B9001	B9008	38.6
160	62377	63564	B9010	B9027	38.4
161	62364	61568	B9012	B9001	38.4
162	36110	63431	B9016	B9030	38.4
163	47686	62377	B9002	B9010	38.2
164	47686	63431	B9002	B9030	38.2
165	62469	47686	B9005	B9002	38.2
166	62488	62387	B9021	B9008	38.2
167	23129	56844	D4180	D1374	38.2
168	63558	63566	B9026	B9028	38
169	48933	51410	D1223	D4282	38
170	63572	43935	B9029	B9009	37.8
171	63586	47686	B9033	B9002	37.8
172	62504	43935	B9019	B9009	37.6
173	63564	61568	B9027	B9001	37.2
174	63572	63554	B9029	B9025	37.2
175	43570	38434	D0809	B9031	37.2

KAYNAKÇA

6360 SAYILI ON ÜÇ İLDE BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ VE YİRMİ ALTI İLÇE KURULMASI, 28489, C. 6360 SAYILI ON ÜÇ İLDE BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ VE YİRMİ ALTI İLÇE KURULMASI İLE BAZI KANUN VE KANUN HÜKMÜNDE KARARNAMELERDE DEĞİŞİKLİK YAPILMASINA DAİR KANUN (2012), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121206-1.htm>.

AGARD Bruno, Catherine MORENCY, Martin TRÉPANIÉ, “Mining Public Transport User Behaviour from Smart Card Data”, 2006.

ALI ÜNAL, *İSTANBUL İLİNDEKİ MEVCUT RAYLI SİSTEMLER VE PLANLANAN RAYLI SİSTEMLER İÇİN TOPLU TAŞIMA ATAMASI*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2016.

“Analyses of the European Air Transport Market Airport Accessibility in Europe”, Köln: European Commission, 2010, <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/modes/air/studies/doc/intermodality/2010-airport-accessibility-in-eu.pdf>.

ANTHONY T.H. CHIN, “Transport Policies In Asean Countries”, *Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions*, ed. Kenneth J. Button, David A. Hensher, Handbooks in Transport, Bingley: Emerald Group Publishing Limited, 2005, C. 6, doi:10.1108/9780080456041.

“Artificial Intelligence to End Future Holiday Jams Caused by Roadworks”, *GOV.UK*, (27.08.2019), <https://www.gov.uk/government/news/artificial-intelligence-to-end-future-holiday-jams-caused-by-roadworks>.

“ATM | official website of the Autoritat del Transport Metropolità”, (27.08.2019), https://www.atm.cat/web/index_en.php.

AUS Strateji Belgesi (t.y.), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/10/20141025-21-1.pdf>.

“AUSDER – Türkiye Akıllı Ulaşım Sistemleri Derneği”, (26.08.2019), <http://www.ausder.org.tr/>.

“Automatic Passenger Counting Systems for Public Transport”, *Intelligent Transport*, (20.07.2019), <https://www.intelligenttransport.com/transport-articles/3116/automatic-passenger-counting-systems-for-public-transport/>.

BABISCH W., “Traffic, Noise and Health”, *Environmental Health Impacts of Transport and Mobility*, ed. P. Nicolopoulou-Stamati, L. Hens, C.V. Howard, Dordrecht: Springer Netherlands, 2005, C. 21, ss. 9-24, doi:10.1007/1-4020-4307-4_2.

BALLESTER F, “AIR POLLUTION AND HEALTH:AN OVERVIEW WITH SOME CASE STUDIES”, *Environmental Health Impacts of Transport and Mobility*, ed. P. Nicolopoulou-Stamati, L. Hens, C.V. Howard, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2005, s. 25.

BANISTER David, Stephen MARSHALL, David BLACKLEDGE, “Land Use and Transport: The Context”, *Land Use and Transport*, ed. Stephen Marshall, David Banister, Emerald Group Publishing Limited, 2007, ss. 6-17, doi:10.1108/9780080549910-002.

Belediye Kanunu, 25874, C. 5393 Belediye Kanunu (2005), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/07/20050713-6.htm>.

BELKIS SARAÇOĞLU, *TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNİN ENTEGRASYONUNDA AKTARMA MERKEZLERİ: İSTANBUL TARİHİ KIYI BÖLGELERİ ÖRNEĞİ*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.

BERNARD MÜHENDİSLİK, “Doğu Bölgesi Minibüs Ulaşımı Analiz Raporu”, Bursa: Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2017.

BOĞAZIÇI PROJE A.Ş., “Buap2018-Mevcut Bilgilerin Toplanması ve Değerlendirilmesi Raporu”, Bursa: Burulaş Genel Müdürlüğü, 2018.

———, “Buap2018-Ulaşım Ana Planının Oluşturulması Raporu”, Bursa: Burulaş Genel Müdürlüğü, 2019.

BORMANS Yves, “EU Statistical Pocketbook 2018”, Text, *Mobility and Transport - European Commission*, 06.08.2018, https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2018_en.

“Bursa Büyükşehir Belediyesi Meclis Kararları”, (10.08.2019), <https://www.bursa.bel.tr/?sayfa=meclis>.

“Bursa Büyükşehir Belediyesi Ukome Kararları”, (20.08.2019), <https://www.bursa.bel.tr/?sayfa=ukome>.

“Burulaş Ana Sayfa”, (15.08.2019), <https://www.burulas.com.tr/>.

BUSETTI Simone, *Governing Metropolitan Transport*, Cham: Springer International Publishing, 2015.

Büyükşehir Belediye Kanunu, 25531, C. 5216 Sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu (2004), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2004/07/20040723.htm#1>.

Büyükşehir Belediyeleri Koordinasyon Merkezi Yönetmeliği, 26199 (2006).

C. ERDEM İMRAK, ÖZLEM SALMAN, “FÜNİKÜLER SİSTEMLER VE TÜRKİYE’DE KULLANIMI”, *TMMOB MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI Mühendis ve Makina Dergisi*, 2010.

“Caliper|Planning and Travel Demand with TransCAD”, (27.08.2019), <https://www.caliper.com/tctraveldemand.htm>.

CEDER Avishai, “DESIGNING PUBLIC TRANSPORT NETWORK AND ROUTES”, t.y., 33.

CIPRIANI Ernesto, Andrea GEMMA, Marialisa NIGRO, “A Road Network Design Model for Large-Scale Urban Network”, *Computer-Based Modelling and Optimization in Transportation*, ed. Jorge Freire de Sousa, Riccardo Rossi, Cham: Springer International Publishing, 2014, C. 262, ss. 139-49, doi:10.1007/978-3-319-04630-3_11.

COX Peter, *Moving People Sustainable Transport Development*, London; New York; Cape Town: Zed Books ; UCT Press, 2010.

DALEY Ben, *Air transport and the environment*, Farnham, Surrey, England ; Burlington, VT: Ashgate Pub. Co, 2010.

DR. BRENNER INGENIEURGESELLSCHAFT GMBH, “Buap2010-Ulaşım Ana Planı Raporu”, Bursa: Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2012.

———, “Buap2010-Yeni Bilgilerin Toplanması Raporu”, Bursa: Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2011.

“EGM Trafik İşleri Daire Başkanlığı İstatistikler”, (28.08.2019), <http://trafik.gov.tr/istatistikler37>.

ELÇİN KUM, *İSTANBUL’DAKİ DENİZYOLU TOPLU TAŞIMA ARAÇLARININ EVRENSEL TASARIM AÇISINDAN İNCELENMESİ*, İstanbul: Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.

ELIA ODABAŞI, *TOPLU TAŞIMA GÜZERGÂH SEÇİMİNE ERIŞİLEBİLİRLİĞİN ETKİSİ: KARŞIYAKA TRAMVAY ÖRNEĞİ*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018.

EL-TAWAB Samy vd., “Origin-Destination Tracking Analysis of an Intelligent Transit Bus System Using Internet of Things”, *2019 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)*, Kyoto, Japan: IEEE, 2019, ss. 139-44, doi:10.1109/PERCOMW.2019.8730746.

“ERTICO”, *ERTICO*, (26.08.2019), <https://ertico.com/>.

ESPEGREN Hans Martin vd., “The Static Bicycle Repositioning Problem - Literature Survey and New Formulation”, *Computational Logistics*, ed. Ana Paías, Mario

Ruthmair, Stefan Voß, Cham: Springer International Publishing, 2016, C. 9855, ss. 337-51, doi:10.1007/978-3-319-44896-1_22.

“ESRI > What Is GIS? | Geographic Information System Mapping Technology”, (27.08.2019), <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>.

FAVRE Bernard, *Introduction to Sustainable Transports*, Hoboken, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2014.

FISCHER Manfred M, “GIS And Network Analysis”, *Handbook of Transport Geography and Spatial Systems*, ed. David A. Hensher vd., Emerald Group Publishing Limited, 2004, s. 20.

GAYDA Sylvie, Kari LAUTSO, “Urban Sprawl and Transport”, *Land Use and Transport*, ed. Stephen Marshall, David Banister, Emerald Group Publishing Limited, 2007, ss. 177-216, doi:10.1108/9780080549910-009.

GENEVIEVE GIULIANO, SARA HAYDEN, “Marketing Public Transport”, *Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions*, ed. Kenneth J. Button, David A. Hensher, Handbooks in Transport, Bingley: Emerald Group Publishing Limited, 2005, C. 6, doi:10.1108/9780080456041.

“Geofabrik OpenStreetMap Data”, (15.08.2019), <http://download.geofabrik.de/europe/turkey.html#>.

GRAVA Sigurd, *Urban transportation systems : Choices for Communities*, New York : McGraw-Hill, 2003.

GUANETTI Jacopo vd., “Optimal Energy Management in Series Hybrid Electric Bicycles”, *Automatica*, C. 81 (2017), ss. 96-106, doi:10.1016/j.automatica.2017.03.021.

GUDMUNDSSON Henrik vd., (ed.), *Sustainable Transportation: Indicators, Frameworks, and Performance Management*, Heidelberg: Springer, 2016.

HAKIM Simon, (ed.), *Securing Transportation Systems*, Hoboken, NJ: Wiley, 2016.

HANNAH BAST vd., “Route Planning in Transportation Networks”, *Algorithm Engineering*, ed. Lasse Kliemann, Peter Sanders, Lecture Notes in Computer Science, Cham: Springer International Publishing, 2016, C. 9220, doi:10.1007/978-3-319-49487-6.

HARUN DURSUN, *RAYLI SİSTEMLERİN GELİŞİMİ VE KENTİÇİ RAYLI VE LASTİK TEKERLEKLİ TOPLU TAŞIMA SİSTEMLERİNİN HİZMET KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: İSTANBUL ÖRNEĞİ*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013.

HASAN MISIR, *ŞEHİR İÇİ DENİZ TOPLU TAŞIMA POLİTİKASI: İSTANBUL ÖRNEĞİ*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, 2007.

“Heliport – İSPARK İstanbul Otopark İşletmeleri Tic. AŞ”, (05.08.2019), <https://ispark.istanbul/projeler/hava-taksi-heliport/>.

HUSEMANN D., “The Smart Card: Don’t Leave Home without It”, *IEEE Concurrency*, C. 7, S. 2 (1999), ss. 24-27, doi:10.1109/4434.766959.

“İETT - Tünel”, (16.08.2019), <https://tunel.iett.istanbul/>.

İl Özel İdaresi Kanunu, 25745, C. 5302 Sayılı İl Özel İdaresi Kanunu (2005).

ILICALI Mustafa, “KENTİÇİ ULAŞIM YÖNETİMİ MEVZUATI”, *TRANSİST2010 Bildiriler*, İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2010, s. 9.

“İlk Teleferik Bursa’da / Bursa Büyükşehir Belediyesi”, <http://www.bursa.com>, (26.08.2019), http://www.bursa.com/wiki/Ilk_Teleferik_Bursada.

“ITSA Infrastructure”, *ITS America*, (26.07.2019), <https://www.itsa.org/policy-infrastructure>.

“ITSA Our Roadmap for Technology”, *ITS America*, (26.07.2019), <https://www.itsa.org/our-roadmap-for-technology>.

JACOB B. POLAK, “Fostering Inland Waterways”, *Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions*, ed. Kenneth J. Button, David A. Hensher, Handbooks in Transport, Bingley: Emerald Group Publishing Limited, 2005, C. 6, doi:10.1108/9780080456041.

JANE GOULD, “Cell Phone Enabled Travel Surveys: The Medium Moves the Message”, *Transport Survey Methods: Best Practice for Decision Making: Best Practice for Decision Making*, ed. Johanna Zmud vd., Emerald Group Publishing Limited, 2013, s. 23.

JOHNSTONE R. William, *Protecting Transportation: Implementing Security Policies and Programs*, Amsterdam: Elsevier, Butterworth-Heinemann, 2015.

JONATHAN LEVINE, “Transportation and Social Equity: Transportation-Planning Paradigms That Impede Policy Reform”, *Policy, planning, and people: promoting justice in urban development*, ed. Naomi Carmon, Susan S. Fainstein, Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2013, s. .

JULIEMSFT, “Partitioned Tables and Indexes - SQL Server”, (29.07.2019), <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/partitions/partitioned-tables-and-indexes>.

Kabahatler Kanunu, 25772, C. 5326 Kabahatler Kanunu (2005).

Karayolları Trafik Yönetmeliği, 25053, C. Karayolları Trafik Yönetmeliği 72 (1997), <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.8182&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=Karayollar%C4%B1%20trafik%20y%C3%B6netmeli%C4%9Fi#>.

Karayolu Trafik Kanunu, 18195, C. 2918 Sayılı Karayolu Trafik Kanunu (1983), <http://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/18195.pdf>.

KAYA MERT, *KONYA'DA BİSİKLET ULAŞIMI-PLANLAMA VE UYGULAMA SÜRECİNİN İNCELENMESİ*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.

“KGM Trafik ve Ulaşım Bilgileri”, (01.08.2019), <http://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Trafik/TrafikveUlasimBilgileri.aspx>.

KIMPEL Thomas J., James G. STRATHMAN, Steve CALLAS, “Improving Scheduling Through Performance Monitoring”, *Computer-Aided Systems in Public Transport*, ed. Mark Hickman, Pitu Mirchandani, Stefan Voß, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008, C. 600, ss. 253-80, doi:10.1007/978-3-540-73312-6_13.

Kişisel Verinin Korunması Kanunu, 29677, C. 6698 Kişisel Verinin Korunması Kanunu (2016), <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6698.pdf>.

KULAKOVA Tatiana, Ekaterina RESHETOVA, “Travel Demand Management in the Largest Cities”, *Transport Systems of Russian Cities*, ed. Mikhail Blinkin, Elena Koncheva, Cham: Springer International Publishing, 2016, ss. 131-66, doi:10.1007/978-3-319-47800-5_5.

LAUTSO Kari, Michael WEGENER, “Integrated Strategies for Sustainable Urban Development”, *Land Use and Transport*, ed. Stephen Marshall, David Banister, Emerald Group Publishing Limited, 2007, s. 24.

“Liman Başkanlıkları - T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı”, (29.08.2019), <https://www.uab.gov.tr/liman-bas-kanliklari>.

MAHMUT ESAD ERGİN, *İSTANBUL TOPLU TAŞIMA SİSTEM ALGISININ MEVCUT VE SANAL TERCİHLER ÇERÇEVESİNDE LOJİT MODEL İLE İNCELENMESİ*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015.

MATTERS Transport for London | Every Journey, “TfL | Keeping London Moving”, *Transport for London*, (13.08.2019), <https://www.tfl.gov.uk/>.

MCGUCKIN Nancy, Yukiko NAKAMOTO, “Trips, Chains, and Tours—Using an Operational Definition”, t.y., 16.

MENDES-MOREIRA João, Jorge Freire DE SOUSA, “Evaluating Changes in the Operational Planning of Public Transportation”, *Computer-Based Modelling and Optimization in Transportation*, ed. Jorge Freire de Sousa, Riccardo Rossi, Cham: Springer International Publishing, 2014, C. 262, ss. 57-68, doi:10.1007/978-3-319-04630-3_5.

“Mersin’de hava taksi hizmeti”, *NTV*, 18.06.2019, https://www.ntv.com.tr/turkiye/mersinde-hava-taksi-hizmeti,BTd4H6VO_Eqanu1YQVP1aQ.

MERVE AKI, *KENTSEL TOPLU TAŞIMA KAPSAMINDA METROBÜS SİSTEMİNİN YAYA ERİŞİLEBİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: İSTANBUL ÖRNEĞİ*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.

“Metro İstanbul - Taksim Kabataş F1 Füniküler Hattı”, (26.08.2019), <https://www.metro.istanbul/Hatlarimiz/HatDetay?hat=F1>.

MEYER Michael D, ITE (INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS), *Transportation Planning Handbook*, 2016.

MICHAEL G. MCNALLY, “The Four-Step Model”, *Handbook of Transport Modelling: 2nd Edition*, ed. David A. Hensher, Kenneth J. Button, Handbooks in Transport, Emerald Group Publishing Limited, 2007, C. 1, doi:10.1108/9780857245670.

MOSHAMMER H., H.-P. HUTTER, L. SCHMIDT, “Psychological and Social Aspects of ‘Transport and Health’”, *Environmental Health Impacts of Transport and Mobility*, ed. P. Nicolopoulou-Stamati, L. Hens, C.V. Howard, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2005, C. 21, ss. 39-52, doi:10.1007/1-4020-4307-4_4.

“MySQL :: MySQL 8.0 Reference Manual :: 11.5 Spatial Data Types”, (01.09.2019), <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/spatial-types.html>.

Naomi Carmon, Susan S. Fainstein, (ed.), *Policy, planning, and people: promoting justice in urban development*, 1st ed., Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2013.

“Need for DBMS”, *GeeksforGeeks*, 23.08.2016, <https://www.geeksforgeeks.org/need-for-dbms/>.

NICOLOPOULOU-STAMATI P., “Effects of Mobility on Health”, *Environmental Health Impacts of Transport and Mobility*, ed. P. Nicolopoulou-Stamati, L.

Hens, C.V. Howard, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2005, C. 21, ss. 1-7, doi:10.1007/1-4020-4307-4_1.

O'FLAHERTY C. A., Michael G. H. BELL, (ed.), *Transport Planning and Traffic Engineering*, London: Arnold, 1997.

“OKANOM - Okan Otonom Araç Projesi - Projeler - Ulaştırma Teknolojileri ve Akıllı Otomotiv Sistemleri Uygulama ve Araştırma Merkezi - Araştırma Merkezleri - İstanbul Okan Üniversitesi”, (26.08.2019), <https://okan.edu.tr/arastirma/sayfa/914/okanom-okan-otonom-arac-projesi/>.

ONUR GÜNGÖR, “Haritanızı Özgür Kılın: OpenStreetMap”, *AKADEMİK BİLİŞİM 2013*, Antalya: Akdeniz Üniversitesi, 2013, <https://ab.org.tr/ab13/ozet/110.html>.

OOI Giok Ling, Belinda K. P. YUEN, (ed.), *World cities: achieving liveability and vibrancy*, Singapore ; Hackensack, N.J: World Scientific, 2010.

“OpenStreetMap”, *OpenStreetMap*, (15.08.2019), <https://www.openstreetmap.org/>.

“OpenStreetMap Key:highway”, (15.08.2019), <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Key:highway>.

“Oracle | Spatial and Graph”, (01.09.2019), <https://www.oracle.com/database/technologies/spatialandgraph.html>.

“Oracle|Data Mining Concepts”, (20.08.2019), https://docs.oracle.com/cd/B28359_01/datamine.111/b28129/process.htm#CHDFGCIJ.

“Oracle|What Is Big Data?”, (20.08.2019), <https://www.oracle.com/big-data/guide/what-is-big-data.html>.

“OSGEO”, *OSGeo*, (27.08.2019), <https://www.osgeo.org/>.

PERAN VAN REEVEN, “Transport Policy In The European Union”, *Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions*, ed. Kenneth J. Button, David A. Hensher, Bingley: Emerald Group Publishing Limited, 2005, s. .

PETER R. STOPHER vd., “Conducting a GPS-Only Household Travel Survey”, *Transport Survey Methods: Best Practice for Decision Making: Best Practice for Decision Making*, ed. Johanna Zmud vd., Emerald Group Publishing Limited, 2013, s. , doi:10.1108/9781781902882.

———, “Spatial Data Issues: A Historical Perspective”, *Handbook of Transport Geography and Spatial Systems*, ed. David A. Hensher vd., *Handbooks in Transport*, Emerald Group Publishing Limited, 2004, C. 5, doi:10.1108/9781615832538.

- POLIMENI Antonio, Antonino VITETTA, “A Method for Topological Transit Network Design in Urban Area”, *Computer-Based Modelling and Optimization in Transportation*, ed. Jorge Freire de Sousa, Riccardo Rossi, Cham: Springer International Publishing, 2014, C. 262, ss. 151-61, doi:10.1007/978-3-319-04630-3_12.
- “PostGIS — Spatial and Geographic Objects for PostgreSQL”, (01.09.2019), <https://postgis.net/>.
- PRAPHANANURAK Kitipong vd., “A framework for origin-destination estimation using license plate recognition for Thai rural traffic”, *2017 9th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)*, Phuket: IEEE, 2017, ss. 1-5, doi:10.1109/ICITEED.2017.8250439.
- “PTV |Solutions”, *PTV-Group*, 11.07.2019, <https://www.ptvgroup.com/en/solutions/>.
- ROSELLÓ Xavier, Anders LANGELAND, Francesco VITI, “Public Transport in the Era of ITS: The Role of Public Transport in Sustainable Cities and Regions”, *Modelling Public Transport Passenger Flows in the Era of Intelligent Transport Systems*, ed. Guido Gentile, Klaus Noekel, Cham: Springer International Publishing, 2016, ss. 3-27, doi:10.1007/978-3-319-25082-3_1.
- SCHEPPERLE Heiko, Klemens BÖHM, “Valuation-Aware Traffic Control: The Notion and the Issues”, *Multi-Agent Systems for Traffic and Transportation Engineering*, ed. Ana L. C. Bazzan, Franziska Klügl, New York: IGI Global, 2009, s. 22.
- SELAHATTIN DINÇ, *GELİŞMEKTE OLAN KENTLERDE ULAŞIM SORUNLARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇÖZÜMLERİ İÇİN ULAŞIM ANA PLANLARININ ÖNEMİ: BURSA ÖRNEĞİ*, (Yüksek Lisans Tezi Tezi), İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.
- “Self-Driving Cars Technology & Solutions from NVIDIA Automotive”, *NVIDIA*, (26.08.2019), <https://www.nvidia.com/en-us/self-driving-cars/>.
- SESSA Carlo, “Achieving Sustainable Cities with Integrated Land Use and Transport Strategies”, *Land Use and Transport*, ed. Stephen Marshall, David Banister, Emerald Group Publishing Limited, 2007, s. 35.
- “Siemens Intelligent Traffic Systems (ITS)”, Newton_ps-access, *Siemens.Com Global Website*, (26.08.2019), <https://new.siemens.com/global/en/products/mobility/road-solutions.html>.
- SLINN Mike, Paul MATTHEWS, Peter GUEST, *Traffic Engineering Design: Principles and Practice*, 2. ed., Amsterdam: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005.

SOLUTIONS ISSD-Smart Traffic, “Vehicle Counting System (VIERO™) - Smart Traffic Solutions”, *ISSD – Smart Traffic Solutions*, (28.08.2019), <https://www.issd.com.tr/en/22987/Vehicle-Counting-System-VIERO>.

“SQL Server | Spatial Data (SQL Server)”, (01.09.2019), <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/spatial/spatial-data-sql-server>.

STEG Linda vd., “Assessing Life Quality in Transport Planning and Urban Design”, *Land Use and Transport*, ed. Stephen Marshall, David Banister, Emerald Group Publishing Limited, 2007, ss. 217-43, doi:10.1108/9780080549910-010.

“SWARCO | Bicycle Solutions”, (26.08.2019), <https://www.swarco.com/solutions/traffic-management/bicycle-solutions>.

“SWARCO | Public Transport”, (26.08.2019), <https://www.swarco.com/solutions/public-transport>.

ŞİMİT Kerem Oğuz, Mehmet RIZELİOĞLU, Turan ARSLAN, “TÜRKİYE’NİN İLK YERLİ TRAMVAYI İPEKBÖCEĞİ HATTI ÜZERİNE BİR ANALİZ”, *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, C. 21, S. 2 (2017), ss. 489-489, doi:10.17482/uumfd.285483.

TAKAMA Takeshi, “Adaptation and Congestion in a Multi-Agent System to Analyse Empirical Traffic Problems: Concepts and a Case Study of the Road User Charging Scheme at the Upper Derwent Valley, Peak District National Park”, *Multi-Agent Systems for Traffic and Transportation Engineering*, ed. Ana L. C. Bazzan, Franziska Klügl, New York: IGI Global, 2009, s. 35.

“T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı”, (26.08.2019), <https://www.uab.gov.tr/>.

“TELEFERİK HİZMETLERİ”, *EGO Genel Müdürlüğü*, (26.08.2019), <https://www.ego.gov.tr/tr/sayfa/1082/teleferik>.

Ticarî Plakaların Verilmesinde Uyulacak Esaslar Hakkında Karar, 19096, C. 86/10553 Bakanlar Kurulu Kararı (1986).

TUMLIN Jeffrey, *Sustainable transportation planning: tools for creating vibrant, healthy, and resilient communities*, Hoboken, N.J: Wiley, 2012.

“UK-Department for Transport”, *GOV.UK*, (13.08.2019), <https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-transport>.

Ulaşımında Enerji Verimliliği Yönetmeliği, 30762, C. Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına İlişkin Usül ve Esaslar Hakkında Yönetmelik (2019), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/05/20190502-5.htm>.

- “Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Alt Yapı Yatırımları Genel Müdürlüğü”, (26.08.2019), http://www.ubak.gov.tr/BLSM_WIYS/DLH/tr/DOKUMAN_SOL_MENU/Rayli_Sistem_Kriterleri/20140228_151652_10288_1_10315.html.
- Umuru Belediyeye Müteallik Ahkâmı Cezaiye Kanunu, 1498, C. 1608 Umuru Belediyeye Müteallik Ahkâmı Cezaiye Kanunu 4 (1930).
- “US | Geospatial at the Bureau of Transportation Statistics Public Map Gallery”, *esri*, (29.08.2019), <https://maps.bts.dot.gov/MapGallery/>.
- WARREN Roxanne, *Rail and the city: shrinking our carbon footprint while reimagining urban space*, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2014.
- “Waymo-Google Car”, *Waymo*, (26.08.2019), <https://waymo.com/>.
- WEINER Edward, *Urban Transportation Planning in the United States*, New York, NY: Springer New York, 2013.
- WIDYAWAN vd., “Big data analytic for estimation of origin-destination matrix in Bus Rapid Transit system”, *2017 3rd International Conference on Science and Technology - Computer (ICST)*, Yogyakarta, Indonesia: IEEE, 2017, ss. 165-70, doi:10.1109/ICSTC.2017.8011872.
- WILLIAM L. GARRISON, DAVID M. LEVINSON, *The Transportation Experience: Policy, Planning, and Deployment*, New York: OXFORD UNIVERSITY PRESS, 2006.
- WIRASINGHE S. C., “Initial Planning for Urban Transit Systems”, *Advanced Modeling for Transit Operations and Service Planning*, ed. William H. K. Lam, Michael G. H. Bell, Emerald Group Publishing Limited, 2002, ss. 1-29, doi:10.1108/9780585475226-001.
- WORLD BANK, *Planning, Connecting, and Financing Cities Now: Priorities for City Leaders*, The World Bank, 2013.
- YUNUS EMRE AYÖZEN, *METRO PROJELERİNDE BOYUNA EĞİMİN YATIRIM VE İŞLETME MALİYETLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI*, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.
- ZMUD Johanna vd., (ed.), *Transport Survey Methods: Best Practice for Decision Making ; [Selection of Peer-Reviewed Papers and Workshop Syntheses from the 9th International Conference on Transport Survey Methods Held in Puyehue, Chile in November 2011]*, 1. ed., Bingley: Emerald, 2013.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Ersel YILMAZDAMAR
Tez Adı	TOPLU TAŞIMA KULLANAN ÖĞRENCİLERİN HAREKETLİLİĞİNİN ANALİZİ: BURSA ÖRNEĞİ
Enstitü	Sosyal Bilimler
Anabilim Dalı	İşletme
Tez Türü	Yüksek Lisans
Tez Danışman(lar)ı	Dr. Öğr. Üyesi Gülay KASAP
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) İzni Kısıtlama	<input type="checkbox"/> Patent Kısıt (2 yıl) <input type="checkbox"/> Genel Kısıt (6 ay) <input checked="" type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin veriyorum.

Hazırlamış olduğum tezimin belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih : 01.09.2019
İmza : 