KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

KONYA KENTİNDEKİ TOPLU TAŞIMA KULLANIMI VE ETKİNLİK DEĞERLENDİRMESİ

Berra ÖZKAN UZUN

Yüksek Lisans

KONYA
Mart 2021

KONYA KENTİNDEKİ TOPLU TAŞIMA KULLANIMI VE ETKİNLİK DEĞERLENDİRMESİ

Berra ÖZKAN UZUN

KTO Karatay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Tezli Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Kamil AKIN

Konya
Mart 2021

KABUL VE ONAY

Öğrenci Berra ÖZKAN UZUN tarafından hazırlanan "Konya Kentindeki Toplu Taşıma Kullanımı Ve Etkinlik Değerlendirmesi" başlıklı bu çalışma, 26 Mart 2021 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	**Doç.Dr. Mustafa Tolga ÇÖĞÜRCÜ** Konya Teknik Üniversitesi	_____
Tez Danışmanı:	**Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Kamil AKIN** KTO Karatay Üniversitesi	_____
Jüri Üyesi:	**Dr. Öğr. Üyesi Abdülkerim İLGÜN** KTO Karatay Üniversitesi	_____

Jüri tarafından kabul edilen bu çalışmanın Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

_____

Prof. Dr. Hüseyin Bekir YILDIZ
Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Enstitü tarafından onaylanan Yüksek Lisans tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını basılı veya dijital biçimde arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullar dahilinde erişime açma iznini KTO Karatay Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle, Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak ve gelecekteki çalışmalar (makale, kitap, lisans, patent vb.) için tezimin tamamının veya bir bölümünün kullanım hakları yalnızca bana ait olacaktır.

Tezimin bütünüyle kendi çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izinle kullanılması zorunlu olan kaynakları, yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde izinlerin suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan "Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge" kapsamında, tezim, aşağıda belirtilen koşullar haricince, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve KTO Karatay Üniversitesi Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

☐ Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.[1]

☐ Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren … ay ertelenmiştir.[2]

☐ Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.[3][4]

26 Mart 2021

_____

Berra ÖZKAN UZUN

[1] MADDE 6(1) Lisansüstü tezle ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

[2] MADDE 6(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

[3] MADDE 7(1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

[4] MADDE 7(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

ETİK BEYAN

KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kurallarına uygun olarak Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Kamil AKIN danışmanlığında tarafımdan üretilen bu tez/proje çalışmasında; sunduğum tüm veri, enformasyon, bilgi ve belgeleri bilimsel etik kuralları çerçevesinde elde ettiğimi, tüm değerlendirme, analiz, bulgu ve sonuçları bilimsel usullere uygun olarak sunduğumu, tez/proje çalışmasında yararlandığım kaynakların tümüne bilimsel normlara uygun biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin/projemin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

26 Mart 2021

_____

Berra ÖZKAN UZUN

Sevgili ailem'e ve eşim Emircan'a…

TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tez çalışması, KTO Karatay Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Kamil AKIN danışmanlığında tamamlanarak, KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'ne Yüksek Lisans Tezi olarak sunulmuştur.

Tezimin her aşamasında maddi ve manevi desteğini esirgemeyen ve önerileriyle yol gösteren danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Kamil AKIN' a saygı ve şükranlarımı sunarım.

Çalısmalarım boyunca, huzurlu bir çalışma ortamının oluşturulmasında ve tezim için gerekli donanımların sağlanmasında desteklerini her zaman hissettiğim, saygıdeger hocalarım KTO Karatay Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Dr. Öğr. Üyesi Abdülkerim İLGÜN'e ve KTO Karatay Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Atilla ÖZÜTOK'a şükranlarımı sunarım.

Bu tezin oluşturulmasında ve yürütülmesinde gerekli bilgi ve desteğini benden esirgemeyen Orta Doğu ve Teknik Üniversitesi (ODTÜ) Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü hocalarından saygıdeğer hocam Doç. Dr. Hediye TÜYDEŞ YAMAN'a saygı ve şükranlarımı sunarım. Orta Doğu ve Teknik Üniversitesi (ODTÜ) Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünde araştırma görevlileri olan Ali K. Afshar ve Gülçin Dalgıç'a yardım ve destekleri için özel teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım için istatistikî bilgilerin elde edilmesinde yardımcı olan Konya Büyükşehir Belediyesine ve Konya Ulaşım Planlama ve Raylı Sistemler Daire Başkanı Hasan Görgülü'ye teşekkür ederim.

Sevgili babam İlker ÖZKAN'a annem Gülsüm ÖZKAN'a, abim Abdullah'a ve sevgili eşi Büşra'ya, kız kardeşlerim Amine ve Zeynep'e bu çalışma boyunca göstermiş oldukları teşvik ve motivasyonlarından dolayı müteşekkirim.

Son olarak sevgili eşim Emircan'a eğitimim sırasında göstermiş olduğu desteği, motivasyonu ve anlayışı için teşekkür ederim.

Varlıkları ve sevgileri, ihtiyacım olduğunda bana güç verdi.

Umarım bu çalışma ihtiyacı olanlara fayda sağlayarak asıl amacına ulaşır.

Mart, 2021

Berra ÖZKAN UZUN

ÖZET

Berra ÖZKAN UZUN

Konya Kentindeki Toplu Taşıma Kullanım ve Etkinlik Değerlendirmesi

Yüksek Lisans

Konya, 2021

Toplu taşıma (TT), sürdürülebilir taşımacılığın gerekli ancak çok zorlu bir bileşenidir, çünkü Türkiye'de TT operasyonları yüksek maliyetlidir (genellikle sübvanse edilir) ve geleneksel olarak saha tecrübesine, yöneticilerin görüşlerine veya bireylerin geri bildirimlerine dayanarak planlanmış ve işletilmiştir. Kırsal alanlardan gelen büyük göçler nedeniyle kentsel alanların boyutundaki artışlar, TT planlama ve yönetiminde yeni bir zorluk katmanı yaratmıştır. Bu sorun, TT için katma değer olarak güvenilir veri toplanmasına olanak sağlayan akıllı kart sistemleri gibi son zamanlarda konuşlandırılan Akıllı Ulaşım Sistemleri (ITS) tarafından kısmen ele alınmıştır. Bu büyük veri kaynağı (ayda 1 milyon işlemi aşan), TT hizmetlerinin performansıyla ilgili görüşleri ortaya çıkarmak için büyük bir potansiyele sahip; bununla birlikte, temelindeki TT ağının iyileştirilmesi için düşük maliyetli bir fırsat olarak potansiyelini yerine getirmek için etkin analiz ve görselleştirme araçlarına ihtiyacı var.

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'deki bir büyükşehir belediyesinden alınan toplu taşıma akıllı kart verilerini analiz ederek başlıca seyahat modellerini (örneğin abonman yolculukları, çok yönlü taşımacılık kullanımı vb.) tespit etmektir. Dahası, bir Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında TT talebinin zaman-mekansal haritalandırılması, en çok talep edilen hatların ve durakların tespit edilmesine olanak tanıyacak, böylece sahada ve kısa araştırmalar yoluyla toplanan ek verilerle daha detaylı değerlendirilebilecektir. TT hizmetlerinin genel erişilebilirliği, CBS ortamında, tarifeler ve TT rota verileri üzerinden değerlendirilirken, yüksek talepli TT duraklarının detaylı değerlendirilmesinin, TT erişilebilirliğini etkileyen faktörler ile ilgili görüşleri ortaya çıkarması beklenmektedir. TT talep haritalarının ve erişilebilirliğin çapraz değerlendirilmesi, akıllı kart verilerine dayanan TT performansını değerlendirmek için kullanılarak nüfusun ihtiyaçlarına daha iyi hizmet eden gelişmiş bir TT sistemi için önerilerde bulunacak, böylece çalışmanın gerçekleştirildiği şehirde ekonomik kalkınmaya ve sosyal hareketliliğe katkıda bulunacak ve bunları teşvik edecek.

Anahtar Kelimeler

Toplu Taşıma Erişilebilirliği, TT performansı, Akıllı Kart Verisi, Büyük Veri

ABSTRACT

Berra ÖZKAN UZUN

Public Transport Usage and Efficiency Assesment in Konya

Master's

Konya, 2021

Public transit (PT) is a necessary but very challenging component of sustainable transportation, as PT operations are very costly (and often subsidized), and have traditionally been planned and operated based on site experience, insights of managers or feedback from individuals in Turkey. The increases in the size of urban regions due to large migrations from rural areas has added a new layer of challenge in PT planning and management. The problem has been partly addressed by recently deployed Intelligent Transportation Systems (ITS) such as smart card systems, which also enable robust data collection for PT as an added value. This big data source (exceeding 1 million transactions per month), holds great potential to reveal insights regarding the performance of PT services; however, it needs efficient analysis and visualisation tools to fulfil its potential as a low-cost opportunity for improvement of the underlying PT network.

The main goal of this study is to analyse smart card data from PT systems from a metropolitan municipality in Turkey to detect major travel patterns (such as commute trips, intermodal use, etc.). Furthermore, spatiotemporal mapping of PT demand in a Geographical Information Systems (GIS) environment will enable detection of most heavily demanded lines and stops, which can be further evaluated with additional data collected on site and via short surveys. While the overall accessibility of PT services will be evaluated in GIS environment from timetables and PT route data, detailed evaluation of high-demand PT stops are expected to reveal insights on factors affecting PT accessibility. Cross evaluation of PT demand maps and accessibility will be used to assess PT performance based on smart card data, which will lead to suggestions for an improved PT system that better serves the population's needs, thus contributing to and encouraging economic development and social mobility in the study city.

Keywords

Public Transit Accessibility, PT Performance, Smart Card Data, Big Data

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY i
BİLDİRİM ii
ETİK BEYAN iii
TEŞEKKÜR v
ÖZET ii
ABSTRACT iii
İÇİNDEKİLER iv
TABLOLAR DİZİNİ vi
ŞEKİLLER DİZİNİ vii
KISALTMALAR DİZİNİ viii
1. GİRİŞ 1
2. KENT İÇİ ULAŞIM SORUNLARI 3
2.1. Trafik Sorunları 6
2.1.1. Trafik Yoğunluğu 7
2.1.2. Doruk Saatte Karşılaşılan Sorunlar 8
2.1.3. Otopark Sorunları 10
2.1.4. Yaya Sorunları 11
2.2. Çevre Sorunları 12
2.2.1. Hava Kirliliği 13
2.2.2. Gürültü 17
2.2.3. Trafik Kazaları 21
2.3. Ekonomik Sorunlar 25
3. SÜRDÜRÜLEBİLİR ULAŞIM KAPSAMINDA ULAŞIM SORUNLARINA ÇÖZÜM ÖNERİLERİ 28
3.1. Sürdürülebilir Ulaşım Kavramı 28
3.2. Ulaşım Problemine Çözüm Yöntemleri 30
3.2.1. Ekonomik ve Mali Yöntemler 30
3.2.2. Taşıt Emisyon Standartları 31
3.2.3. Alan Kullanımı Planlanması 32
3.2.4. Trafik Yönetimi 32
3.2.5. Ulaşım Bilgi Sistemlerinin Geliştirilmesi 33
3.2.6. Fiziki Ulaşıma Yönelik Alternatiflerinin Geliştirilmesi 34

3.2.7. Toplu taşıma hizmetinin geliştirilmesi 34
4. METODOLOJİ 37
4.1. Veri Kalitesi Değerlendirmesi 37
4.2. Veri Listeleme 39
5. KONYA AKILLI KART VERİ DEĞERLENDİRMESİ 42
5.1. Konya İli Kısa Tarihçesi 42
5.2. Konya İli Toplu Taşıma Hizmetleri 43
5.3. ATUS (Akıllı Toplu Taşıma Sistemi) 46
5.4. Konya'da Akıllı Kart ve Otobüs Yörünge Verileri 48
5.5. Toplu Taşıma Akıllı Kart Verileri için Tanımlayıcı Analizler 49
5.6. Akıllı Kart Kayıp Verileri 50
5.7. Otobüs ve Akıllı Kart CBS Verilerinin Dağılımı 52
5.8. Belirli Zamanlarda Kesilen Otobüs GPS Verileri 52
5.9. GPS Verilerindeki Kaymalar 53
5.10. Rota Dışı GPS Verileri 54
5.11. Otobüs GPS Verilerinde Alt Hat Bilgilerinin Bulunmaması 55
5.12. Otobüs Güzergahı Sorunu 56
5.13. Durma Problemi 57
5.14. Toplu Taşıma Verilerinin Değerlendirilmesi İle Elde Edilen Sonuçlar 58
6. AKILLI KART VERİLERİ KULLANILARAK KONYA'DA TT TALEBİNİN MEKANSAL DEĞERLENDİRİLMESİ 62
6.1. Akıllı Kart Verileri 62
6.2. Toplam Yolculukta Zamansal Değişimler 62
6.3. İndirimli Yolculuklarda Zamansal Değişimler 63
6.4. Transfer Yolculuklarındaki Zamansal Değişimler 64
6.5. Kritik Bölgelerde Seçilen Ölçülerin Günlük Profilleri 66
7. SONUÇ 68
KAYNAKLAR 71
ÖZGEÇMİŞ 76

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Tablo Kyoto Protokolü'nde baz alınan sera gazları (Bekiroğlu, 2016) 14
Tablo 2. Bazı Ses Kaynaklarının (dB) Değerleri 18
Tablo 3. Değişik Kaynakların Ses Seviyelerinin Karşılaştırılması 19
Tablo 3. Trafik Kazası Esnasında Meydana Gelen Özel ve Dışsal Maliyetler 22
Tablo 4. Akıllı Ulaşım Sistemlerinde Gelişmiş Ülkeler ve Uygulamaları 24
Tablo 5. Ulaşım Altyapı Maliyet Dağılımları 25
Tablo 6. Farklı Tür Taşıtların Dingil Yüklerinin Karşılaştırılması 26
Tablo 7. Sürdürülebilir Ulaşımın Amaçları 29
Tablo 8. Ulaşımın Sürdürülebilirlik Üzerindeki Etkileri 29
Tablo 9. Alternatif Yöntemlerin Ulaşım Üzerindeki Potansiyel Etkileri 34
Tablo 10. Eksik veri tespiti için filtrelerin listesi 38
Tablo 11. Akıllı Kart (SC) ve BGPS Verilerinin Özellikleri 40
Tablo 12. Attributes of Stop Information Data / Durdurma Bilgileri Verilerinin Nitelikleri 41
Tablo 13. Her Ay İçin Kayp Data Verileri 50
Tablo 14. Konya'da TT Akıllı Kart Verileri için sorunların özeti ve olası çözümleri 60

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Ulaşım problemleri hızla artan büyük şehirlerde problemlerin kaynakları 5
Şekil 2. Ortalama bir kişinin karbon Ayak İzini'nin toplamını oluşturan ana unsurları gösteren GRAFİK (http://www.karbonayakizi.com/) 15
Şekil 3. Projede Kullanılan Veri Yapısı, Formatı ve Kaynaklar 40
Şekil 4. Konya Kent Bölgesi ve Ulaşım Ağı 44
Şekil 5. Güncel Konya Google Map Görüntüsü 45
Şekil 6. ATUS Web Sayfası 46
Şekil 7. A) akıllı kart verileri ve veri yolu GPS verileri B) yalnızca veri yolu GPS verileri C) yalnızca ULID 140'ın akıllı kart verileri 48
Şekil 8. Total Ridership per Month – Her Ay için Toplam Yolculuk Sayısı 49
Şekil 9. Yedi Ay Boyunca Günlük Yolculuk Seviyeleri 49
Şekil 10. Total Missing Data Compared to Monthly Ridership Values 51
Şekil 11. Total Missing Data Compared to Monthly Tram Ridership Values 51
Şekil 12. Missing Data Distribution by Day for 6 Months 52
Şekil 13. Otobüs ve akıllı kart GPS verilerinin 30 Ekim 2018'deki dağılımı 52
Şekil 14. ULID443 için 30-Ekim-2018'deki GPS izleme veri kesintisi 53
Şekil 15. 30-Ekim-2018'de LID65 için GPS ve akıllı kart verilerinde kayma 54
Şekil 16. LID 44'ün hareketi (güzergah içi ve güzergah dışı) 55
Şekil 17. 30 Ekim 2018'de Farklı Hat Kimlikleri için Akıllı kart ve ATUS Yol Karşılaştırması 55
Şekil 18. 30 Ekim 2018'de LID44 ve VID259'un GPS ve akıllı kart verileri 56
Şekil 19. A) ATUS'ta LID 44 B) ULID 443 yolu için KML dosyası sağlanmıştır 57
Şekil 20. Sağlanan ve revize edilen durdurma konumu 58
Şekil 21. A) Yanlış yönde durma B) Yöne ve durma sırasına göre Durma yönünün düzeltilmesi 58
Şekil 22. Toplam TT yolculuklarının ve seçilen zaman aralıklarındaki dalgalanmaların mekansal dağılımı 63
Şekil 23. Toplam TT indirim kartı kullanımının ve seçilen zaman aralıklarındaki dalgalanmaların mekansal dağılımı 64
Şekil 24. Seçilen zaman aralıklarındaki toplam TT transfer eylemlerinin ve dalgalanmaların mekansal dağılımı 65
Şekil 25. Toplam, indirim ve transfer gezileri için Konya'da seçilen bölgenin TT hafta içi talep profili 67

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
ATUS	Akıllı Toplu Ulaşım Sistemi
AUS	Akıllı Ulaşım Sistemleri
BMİDÇS	Birlemiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
MİA	Merkezi İş Alanları
TAB	Trafik Analiz Bölgesi
TT	Toplu Taşıma

1. GİRİŞ

Toplu Taşıma (TT) operasyonları çok maliyetli olduğundan (ve genellikle sübvanse edildiğinden) ve geleneksel olarak arazi kullanımı ve seyahat talebi tahminlerine göre (hane halkı anketlerine, planlama modellerine, vb. dayalı olarak) planlandığından, toplu taşıma (TT) sürdürülebilir ulaşımın gerekli ancak çok zorlayıcı bir bileşenidir. Toplu taşıma hizmetlerini merkezi iş bölgeleri ve sanayi bölgeleri gibi istihdamın yüksek olduğu bölgelere ve düzenli olarak (işe giden/işten gelen) yolculara hizmet etmek için en yoğun seyahat saatlerine yönelik olarak planlamak sıklıkla uygulanan yöntemdir. Genel olarak, kentsel bölgeler Trafik Analiz Bölgelerine (TAB) bölünmüştür ve bunlar için genel olarak dikkate alınan göstergeler sosyoekonomik önlemleri (nüfus, otomobil sahipliği, hane büyüklüğü vb.), arazi kullanım verilerini (istihdam yoğunluğu, işgücü istatistikleri, vb.) ve trafik ağı ve durumunu içerir. Bu göstergeler, kentsel bir bölgede uzun vadeli dinamikleri tahmin etme yeteneklerine sahipken, günlük dalgalanmaları yakalamak için sınırlı güce sahiptir. Ayrıca, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde kırsal alanlardan kentsel alanlara sürekli göç, planlama modellerinin sonuçlarını ortadan kaldırır veya olayların beklenen zaman çizelgesini değiştirir, bu da yöneticilerin görüşlerine veya sürücülerin geri bildirimlerine dayalı olarak planların sık sık revize edilmesini gerektirir. Ayrıca, iyi bilinen erişilebilirlik ve planlama önlemlerinin kullanılması, zamana bağlı şekillerde ayrıştırılmış veriler gerektiren, zaman çizelgesi oluşumları, hızlı hizmetlerin tasarımı vb. gibi Toplu Taşımayla ilgili operasyonel kararlar / değerlendirmeler için yeterli destek sağlamaz.

Sorun, katma değer olarak sağlam ve ayrıştırılmış veriler (yolcu, hat veya durma seviyesinde) sağlayan akıllı kart sistemleri gibi giderek yaygınlaşan Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) araçlarıyla kısmen giderildi; böylelikle, bu tür sistemleri sadece planlamakla kalmayıp, aynı zamanda etkili bir şekilde yönetmek de daha kolay hale geldi. Bu büyük veri kaynağı (ayda 1 milyon işlemi aşan), TT hizmetlerinin performansına ilişkin kavrayışlar ortaya çıkarmak için büyük bir potansiyele sahiptir; ancak, TT özelliklerini değerlendirmek ve tasvir etmek için verimli analiz ve görselleştirme araçlarına ve uygun ölçümlerin seçilmesine ihtiyaç duyar.

Bu çalışma, bazı seçilmiş ölçümleri kullanan toplam değerlerin aksine TT talep özelliklerinin zaman-mekansal değerlendirmesinin önemini tasvir etmeye

odaklanmaktadır. Sayısal sonuçlar, yaklaşık 2,2 milyon nüfusa sahip Konya büyükşehir kentinden akıllı kart verileri kullanılarak elde edilmiştir. Şehirde, her ikisine de akıllı kart ile erişilebilen ve dezavantajlı grupların seyahat etmesi için indirimli fiyatları olan hem otobüs hem de tramvay TT hizmetleri bulunmaktadır. Çalışmanın kapsamı, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında toplam yolculuklar (ridership metrics of total trips, R), transfer gezileri (transfer trips, TR) ve indirimli yolculukların (discounted trips, DR) seçilen yolcu metrikleri için toplu ve saatlik ayrıştırılmış verilerin değerlendirilmesini içermektedir. TT talebinin mekansal-zamansal haritalaması, çeşitli bölgesel özelliklere dayalı olarak bir gün boyunca birbirinden farklı özelliklere sahip bölgelerin tespit edilmesini sağlar.

2. KENT İÇİ ULAŞIM SORUNLARI

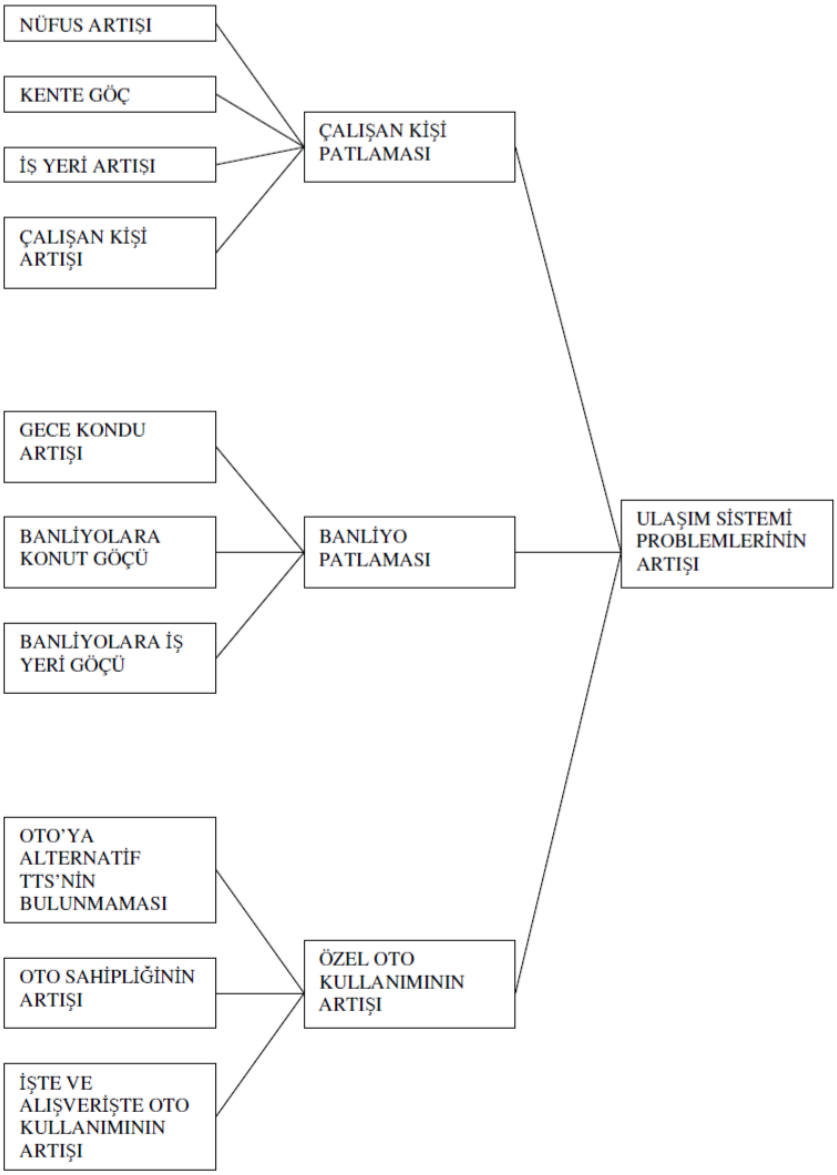
Ulaşım insanların sosyal faaliyetlere katılması, işe gidip gelme yolculukları, eğitim, sağlık vb. yolculuklar yapabilmesi için son derece önemlidir. Nüfus arttıkça ulaşıma olan talep de artmaktadır. Özellikle insan faaliyetlerinin yüksek olduğu şehir merkezlerinde gittikçe daha fazla trafik oluşmakta ve bu da trafik sıkışıklığı, hava kirliliği, gürültü kirliliği ve kazalar gibi önemli sorunlara yol açmaktadır. Hükümetlerin, hareketliliği sağlamak ve aynı anda hareketlilikle ilgili sorunları azaltmak için ulaşım ağlarını gelecekte şehirde oluşacak nüfus yoğunluğu, gelişim, konut yapımı gibi faktörlere uygun şekilde planlaması ve kentsel trafik hareketlerini kontrol etmesi gerekir. Erel'e göre özellikle büyük kentlerde ulaşım sistemi kent organizmasının dolaşım sistemi gibidir. Bu sistemdeki çoğu rahatsızlıkların sorumlusu da organizmadır. Yani kentin yapısıdır. Nüfusun artması, özellikle şehir merkezlerinde daha pahalı arazilerin oluşumuna yol açar ve dolayısıyla yeni şehirlerde veya banliyölerde yaşayan daha fazla insan, yeni şehirlere hizmet vermek için yeni ulaşım altyapılarına veya şehrin dışında artan nüfusla başa çıkabilmek için mevcut ulaşım yapılarını iyileştirmeye ihtiyaç duyar. Candan, göçlerin ve doğal nüfus artışının şehirlerin nüfusunun artmasına ve sınırlarının genişlemesine sebep olduğundan bahsetmektedir. Bunun bir sonucu olarak yolculuk mesafelerinin uzaması ile önceden yaya ve bisiklete dayalı ulaşım sistemi yerini motorlu taşıtlara bırakmış, yolculukların motorlu araçlara bağımlı kılındığının üzerinde durmuştur. Evren, kentsel ulaştırmanın ana sorununun insanların ulaşım ihtiyaçlarının çağın imkânlarına uygun hizmet kalitesiyle karşılanamaması olduğunu savunmaktadır. Bunun neticesinde ise her geçen gün kazalar, enerji ve çevre sorunları artmakta ve en önemli problemlerden biri haline gelmektedir. Şehir içi ulaşım sorunlarından biri planlamadır.

Arazi kullanım şekli ile ulaşım birbirleriyle yakından ilişkilidir. Bunun sağlanabilmesi için şehir nazım planları ile uyumlu ulaşım planlarının yapılması ve bu planlara titizlikle uyulması gerekmektedir. Şehirlerimizin birçoğunda bu durum sağlanamamaktadır. Yeni imara açılan ya da arazi kullanım şekli değiştirilen bölgelerde, ulaşım imkânlarının nasıl olacağı veya nasıl etkileneceği dikkate alınmamaktadır. Bunun sonucunda, sonradan düzeltilmesinin mümkün olmadığı veya zor olduğu ulaşım sorunları ile karşı karşıya kalınmaktadır. Ayrıca, planlama olmaksızın alınan kararlar, düzeltme maliyetinin çok yüksek olduğu sıkıntıları beraberinde getirmektedir (Ağaoğlu,2019). Toplu taşıma sistemlerine fazla talep olmaması hız, konfor ve güvenlik yönünden sunulan hizmet

kalitesindeki zayıflıktan da kaynaklanmaktadır. Toplu taşıma araçlarında özellikle talebin çok fazla olduğu pik saatlerde sahip oldukları kapasiteden daha fazla yolcu taşınmakta ve trafik sıkışıklığı sebebiyle zaman tarifelerine uyum tam olarak sağlanamamaktadır. Aynı zamanda şehirlerimizde toplu taşıma sistemlerinin arasında hat, zaman ve ücret entegrasyonu tam olarak sağlanamamaktadır. Aktarmalı yolculuklarda yaşanan sorunlar; toplu taşıma ile yapılan yolculuk süresini uzatmakta ve bunun sonucunda toplu taşımaya olan talepte azalma yaşanmaktadır.

Şehirlerimizde ulaşım altyapısı çoğunlukla yetersizdir. Yol üstyapı bozuklukları, kavşak düzenleme sıkıntıları, aktarma yapılan noktalardaki tesis yetersizlikleri, yeterli otopark alanı olmaması, sinyal süreleri ve karayolu yatay ve düşey işaretleme gibi konularda aksaklıklar yaşanmaktadır. Platform genişliklerinin az olması nedeniyle, duraklarda yanaşma cepleri yapılamamaktadır. Buna ek olarak, otopark yeri sıkıntısı sonucunda ana yollarda her iki taraflı ücretli ya da ücretsiz yapılan park etmeler nedeniyle trafik akımı kesintiye uğramaktadır. Kavşak geometrileri, kesişme ve örülme bölgelerinin iyi planlanmaması, kavşak içi ada tasarımında yapılan hatalar ve sinyal sürelerinin dinamik olarak belirlenmemesi kavşaklardaki gecikme sürelerinin artmasına yol açmaktadır. Kent içi yollardaki aydınlatma, yüzey suyu drenajı ve kaplamadaki bozulmalar yollardaki kapasiteyi önemli ölçüde etkilemektedir. Özellikle çok yağış alan bölgelerde bu durum daha büyük sorun oluşturmaktadır. Kaplama üstü yatay, düşey işaretlemelerde eksiklikler ve çizgi yetersizlikleri bulunmaktadır. Ulaşım altyapısı ile ilgili anlatılan sorunlara, sürücü ve yayaların trafik kurallarına uymamalarının da eklenmesi kent içi kazalarda artışa ve kapasitenin düşmesi nedeniyle kent içi yol ağının etkin bir şekilde kullanılamamasına yol açmaktadır. Bunun sonucunda, açılan yollar kısa sürede tıkanmakta ve belediyeler alternatif yol arayışına girmektedir (Ağaoğlu,2019).

Kısaca günümüzde kent sorunlarının en önemlilerinden biri ulaşım sorunudur. Kentlerdeki hızlı nüfus artışı, iş yerlerinin çoğalmasına, çalışan kişi sayısının patlamasına ve iş amaçlı yolculukların artmasına neden olmaktadır. Bunun yanında kent merkezindeki yoğunluktan ve yüksek kiralardan kurtulmak amacıyla kent merkezinin dışındaki toplu konut alanlarına yerleşenler yeni ulaşım gereksinimleri doğurmaktadır. Megapol olarak adlandırılan büyük şehirlerde yerleşim alanlarındaki düzensiz hızlı artışlara bağlı ulaşım problemleri analiz edilmiş, elde edilen değerlendirme Şekil 1'de verilmiştir (Erel 1992).



Şekil 1. Ulaşım problemleri hızla artan büyük şehirlerde problemlerin kaynakları

Evren, kentlerde iki tür artan ulaşım isteminden bahseder. Birinci tür; içinde yönetsel, ticari, kültürel vb. etkinliklerin sürdüğü kent merkezinde başlayıp ve son bulan ulaşım istemidir. İkinci tür ise, çevre yöreler ve ikinci merkezler ile ilgili ulaşım istemidir. (Evren, 1989).

Turabi ve diğ.; kentlerin en büyük sorunlarından birini kent içi yolların iyi kullanılamaması, trafiğin düzensiz akması ve dolayısıyla düşük kapasiteler elde edilmesi olarak tanımlar. Bunlara yolların geometrisi ile ilgili sorunlar ve altyapıda bakım ve onarım çalışmaları eklenince sorun giderek artış göstermektedir. Evren; ülke, bölge ve

kent boyutundaki politikalar, planlar ve uygulamalar gibi dış etkenlerin kentlerdeki ulaşım sorunlarının ortaya çıkmasında ve artmasında büyük bir etken olduğundan bahseder.

Lorasokkay'a göre kent içi ulaşım sorunlarını üç ana başlık altında inceleyebiliriz:

1-Trafik sorunları

2-Çevre sorunları

3-Ekonomik sorunlar

2.1. Trafik Sorunları

Ünal, kent trafiğini kavram olarak kent içinde hareket eden, duran taşıt ve yayaların oluşturduğu bir olgu olarak tanımlamaktadır.

Gelişmiş ülkelerin kentlerinde 1950'li yıllarda başlayan ulaşım ve trafik sorunu ülkemizde daha çok 1970'li yıllarda gündeme gelip ciddiye alınmaya başlanmıştır. Sorun her geçen gün büyümüş ve günümüz büyük kentlerin öncelikli sorunlarının basında yer almıştır. Bu sorunun hızla kentleşmeye başlayan, büyük kent olmaya aday yerlerde de altyapısız büyüme nedeniyle bugün ilk sıralarda yer almasa bile çok yakın bir gelecekte büyük kentlerdeki duruma benzeyeceği beklenmeli ve geç olmadan gerekli altyapı çalışmaları ve önlemleri alınmalıdır (Yayla, 1996).

Bağırgan, günümüzde çoğu büyük şehirlerde trafik sorununun yaşanmasını ve her geçen gün daha da içinden çıkılmaz bir hal almasını, trafik talebindeki artışların iyi tahmin edilememesi ve anlık çözümler üretilememesi sebebiyle olduğunu söylemektedir.

Büyükşehirlerde trafik sorunu hemen hemen her ülkede yaşanmaktadır. Buna çözüm olarak planlama, yönetim, işletme ve denetimde çeşitli yeni uygulamalara gidilmektedir. Baykan ve diğ.; bunların bir kısmına ülkemiz şehirlerinde de başvurulduğunu ancak İstanbul başta olmak üzere büyük şehirlerimizde çeşitli sebeplerle çok gecikildiği için sorunun mali boyutu yerel yönetimlerin güçlerini aşacak nitelikte olduğunu söyler. Günümüzde Türkiye'de trafiğe ilişkin ortaya çıkan sorunların çözümü için ilk müdahaleler de yollara yapılmaktadır. Bu müdahalelerin en belirgin biçimi ise, yol genişletme çalışmaları ve köprülü kavşaklardır. Ancak görülmektedir ki, bu iki çözüm de net sonuçlar ortaya çıkartamamıştır. Genişleyen yolların tasıma kapasitesi artmaktadır.

Ancak sorun asıl itibariyle yolun tasıma kapasitesinden çok, kesişim noktasındadır. Bu kesişim noktalarını çözmek amacıyla yapılan köprülü kavşaklar ise, noktasal çözüm olmaları nedeniyle sistem bütününde ortaya çıkan sorunları çözmede yetersiz kalmaktadır. Bu iki çözümün kent mekânında yansımaları ise, genişleyen yollarla birlikte büyüyen kavşaklar ve artan köprülerdir (Hovardaoğlu, 2003).

Lorassokay ise kent içi trafik sorunlarını dört grupta incelemiştir.

2.1.1. Trafik Yoğunluğu

Türkiye ve benzeri ülkelerde karayolu trafiğinin yoğun oluşunun temelinde her şeyden önce ulaşım politikaları yatmaktadır. Yoğun trafik, ulaşım politikalarının çatısı altında aşağıdaki nedenlerden dolayı meydana gelir:

• Ulaşım politikalarının yanlışlığı,

• Türkiye'de toplu taşımacılığın %95'inin parçalar halinde karayolu ile yapılması ve dolayısıyla gereğinden çok karayolu taşıtının olması,

• Türkiye coğrafyasında insan-şehir-sanayi dağılımının homojensizliği,

• Cazibe merkezi haline gelmiş turistik yerlerin azlığı,

• Şehir içi ve şehir dışı yolların mevcut imar ve alt yapıya uydurulması,

• Şehir içi ve şehir dışı yolların dar oluşu,

• Şehir içi ve şehir dışı yolların kullanım zorluğu,

• Şehir içi ve şehir dışı yolların güzergâh uygunsuzluğu,

• Şehir içi ve şehir dışı yolların yetersiz sayıda oluşu,

• Şehir içi ve şehir dışı yolların bakımsız veya arızalı oluşu,

• Şehir içi ve şehir dışı yollarda bakım onarım çalışmalarının olması veya yersiz ve zamansız olması,

• Trafik ışık ve işaret levhalarının yanlış, yetersiz veya arızalı olması,

• Trafik sevk ve organizasyonlarının yanlış ve yetersiz olması,

• Özellikle şehir içlerindeki yollarda tek ve çift yön olayının çok iyi belirlenmesi,

• Yollarda trafik kazaları, doğal afetler, insan ve hayvan kitlelerinin olması,

• Sürücü-yaya-yolcu üçlüsünün trafik kurallarına uymaması,

• Şehirlerdeki otoparkların azlığı, gibi nedenlerden meydana gelmektedir (Akçay, 2001).

2.1.2. Doruk Saatte Karşılaşılan Sorunlar

Lorasokkay yaptığı çalışmasında; şehirlerde yaşanan ulaşım problemlerinden bir tanesinin de trafik yoğunluğunun eşit şekilde dağılmaması belirli saatlerde tıkanıklıkların oluşmasından kaynaklandığını söylemektedir. Özellikle evden işe gidiş, evden okula gidiş saatlerinde yoğunluklar oluşmaktadır. Bu yoğunlukların oluştuğu zaman dilimlerine doruk saat denmektedir. Sabah 7.30-9.00 ile akşam 17.30-18.30 saatlerinde ulaşımın tam kapasiteli şekilde çalışıp, yığılmaların olması önemli bir problemdir.

Trafik tıkanıklığı, seyahat boyunca hareketsizlik olarak tanımlanabilir. Herhangi bir noktada hep aynı zaman dilimlerinde (tekrarlanan tıkanıklık) ve kazalar ya da yol yapım çalışmalarının olduğu zamanlarda (tekrarlanmayan tıkanıklık) oluşabilmektedir. Yol ve tesislerde aşılan kapasite sebebiyle ya da yavaş hareket eden araçların diğer araçların hareketini engelleyecek seviyeye gelmesi sonucunda trafik tıkanıklığı oluşur. Büyükşehirlerde ise trafik tıkanıklığı sorunu pik saatlerde yani doruk saatlerde insanları psikolojik olarak yoran ve bunaltan seviyelere ulaşır. TT araçları da genellikle ulaşım talebinin yoğun olduğu bölgelerde işletildiği için trafik tıkanıklığından önemli ölçüde etkilenmektedir.

Pik saatlerde TT da ki otobüs sayısı yetersiz kalmakta, pik saatler dışında ise talebin azalmasıyla sefer sayılarında azalma gündeme gelmektedir. Bu sebeple ulaşım da minibüs (dolmuş) ve özel araçlara yönelme olmaktadır. Araç sayısının artması sebebiyle yaşanan tıkanıklıklarda da trafik hızında düşüş olmaktadır. Bunun sonucunda ise pik saatlerin süresi uzamaktadır. Konut alanları ile iş merkezlerinin arasındaki erişilebilirlik seviyesi düşük olduğu zaman yani dağınık yerleşim yerlerinde pik saatlerin süresi uzamaktadır.

Trafik tıkanıklığını etkileyen faktörleri Lorasokkay aşağıdaki gibi özetlemiştir.

• Nüfus artışı: Doğal nüfus artışının yanı sıra göçlerinde önemli bir şekilde etkilediği şehirlerdeki hızlı nüfus artışı ana arterlerin planlananın üzerinde yüklenmesine ve trafik tıkanıklığına neden olmaktadır.

• Kentleşmenin etkisi: Ülkemiz kentleşmekte olan bir ülkedir, bu durum kent içi trafik akışını etkilemektedir.

• Araç sayısındaki artış: Ülkemizde şehir içi raylı sistemlerin yeterli olmayışı karayolu toplu taşıma sistemlerindeki izdiham kişileri araba sahibi olmaya yöneltmektedir. Ayrıca sürekli yenilenen araç modelleri ve araç sahipliliğinin sosyal bir gösterge gibi düşünülmesi bunu etkilemektedir. Artan talebi karşılamak için toplu taşıma araçlarının ve yük taşıtlarının sayısı da yıldan yıla artmaktadır.

• Otomobil sahipliği: Nüfus artışı, nüfus yoğunluğu, sosyo-ekonomik yapı, gelir durumu, konut ve iş yerlerinin durumu, kişi başına düşen yolculuk gibi pek çok faktöre bağlı olarak otomobil sahipliği belirlenir. Günümüzde otomobil sahipliğinde sürekli bir artış vardır. Doluluk oranı az olan ve ülkemizde yaklaşık 2 alınabilen otomobil sayısındaki sürekli artış özellikle pik saatlerde kent içinde ciddi tıkanma problemlerine yol açmaktadır. Diğer Avrupa ülkeleri ile 1000 kişiye düşen otomobil sayısı mukayese edildiğinde ise ülkemizde bu değerin oldukça küçük olduğu görülmektedir. Örneğin, İtalya'da 523, Almanya'da 494, Fransa'da 437, İngiltere'de 424 olan bu değer ülkemizde 49'dur. Toplam otomobil sayısı açısından karşılaştırmada nüfusu az olan birçok ülkeye göre bu rakamın büyük olduğu, ancak nüfusu bize yakın olan gelişmiş ülkelere göre önemli ölçüde küçük olduğu görülür.

• Yol uzunlukları ve taşıt sayıları arasındaki ilişki: Ülkemizde otomobil dışındaki taşıtların özellikle de ağır yük taşıtlarının oranı Avrupa ülkelerine göre oldukça fazladır ve bu değer ortalama %30 olarak belirtilmektedir. Bu durumda şehirlerarası yük taşımacılığının demiryollarına kaydırılması buradaki tıkanıklık problemini çözecektir. Ülkemizde belirli şehirlerde nüfusun büyük kısmının toplanmış olması büyük şehirlerdeki trafik tıkanıklığının en önemli nedenidir. Ayrıca bu yoğun nüfusun neredeyse tamamına yakınının karayolu ile taşıtılmaya çalışılması da önemli bir etkendir.

• Planlama hataları: Planlama aşamasında tüm ulaşım türlerine gerektiği kadar önem verilmemesi ve türel dağılımın gerektiği şekilde yapılamaması karayolu ulaşımına düşen trafiğin artmasına ve tıkanma problemlerine neden olmaktadır.

• Kentleşmenin etkisi: Kırsal kesimden kentlere olan hızlı göçün neden olduğu kentlerdeki hızlı nüfus artışı ve buna bağlı hızlı kentleşme de trafik tıkanıklığında etkili olmaktadır. Bu şekilde ulaşım talebi artarak tıkanma problemini olumsuz etkilemektedir.

• Yol onarım bakım çalışmaları: Yolda yapılan her türlü bakım onarım çalışması trafiğin önemli ölçüde tıkanmasına neden olmaktadır. Bu tip çalışmaların trafiğin yoğun olduğu gündüz saatlerinde yapılması tıkanıklık probleminin artmasına neden olmaktadır.

• Trafik kontrolü: Seyir halindeki taşıtların durdurulması şeklinde yapılan trafik kontrolleri trafik karmaşasına ve tıkanıklığa yol açmaktadır.

• Kötü hava koşulları: Yağmur, kar gibi yağışlar yol yüzeyinin kaygan hale gelmesine neden olduğundan taşıt seyir hızında önemli düşüşlere neden olmakta, bunun sonucunda da tıkanma problemi yaşanmaktadır.

• Trafik kazaları: Karayollarında meydana gelen her türlü kaza araçların olay yerinden uzaklaştırılması sağlanıncaya kadar ilgili şeritlerin kapanmasına neden olmakta ve bu şekilde daralan yolda ise tüm şeritlerdeki taşıt sürücüleri bu daralmadan olumsuz etkilenerek zaman kaybı meydana gelmektedir.

• Yol boyu otoparklar: Özellikle şehir içinde taşıtların yol kenarlarına bırakılmaları şerit kaybına ve yol daralmasına bağlı olarak trafik tıkanıklığına yol açmaktadır.

• Ağır taşıtlar: Ağır taşıtlar yavaş seyirleri nedeniyle otomobillerin seyir hızlarında önemli düşüşlere ve buna bağlı olarak da trafik tıkanıklığına neden olmaktadır.

• Yolun geometrik özellikleri: Yoldaki büyük eğimler, sık uygulanan dönemeçler ve yetersiz en kesitler de trafik tıkanıklığında etkili olmaktadır (Öztürk, 2001).

2.1.3. Otopark Sorunları

Trafik sıkışıklığı, trafik kazası ve çevre kirliliği gibi, park sorunları da kentleşmenin ve motorizasyonun bir sonucudur. Kentlerdeki park kapasitesi; alan, binaların yerleşimi, konumu, maliyet, ulaşılabilirlik, alternatif ulaşım türleri gibi birçok faktöre bağlıdır.

Otoparklar kent merkezinde binalardan daha fazla yer kaplamaktadır. Otopark sorununa etkin bir çözüm bulunamaması, zamanında yeterli önlemlerin alınmaması sebebiyle önemli problemler yaşanmaktadır. Çalışma saatlerinde otopark ihtiyacında yaşanan hızlı artış ve otopark sıkıntısı sebebiyle insanlar kent yollarını ve yaya kaldırımlarını otopark

olarak kullanmaktadırlar. Bu sebeple trafiğin akışı yavaşlamakta, trafik akış hızı azalmakta ve yol ağlarının kapasiteleri düşmektedir.

2.1.4. Yaya Sorunları

Şehir merkezinin canlılığını, düzenini ve işleyişini sağlamak için güvenli ve ilgi çekici bir yaya ağı şarttır. Yayaların kent merkezindeki tüm iş, sosyal, eğlence ve turistik mekânlara ulaşmasını sağlamak için yayalara uygun ortam yaratmayı ve diğer ulaşım çeşitleriyle çatışmalarını azaltmak gerekmektedir.

Temel hedeflerden biri yaya güvenliğidir. Şehir Merkezinde, özellikle yoğun trafik akışının hâkim olduğu ve yayalar için geçilmesi zor olan çok sayıda geniş trafik koridoru vardır. Şehir Merkezine herkes erişebilir olmalıdır. Çarpık kentleşme, yeni yerleşim yerlerinin şehrin uzak bölgelerinde oluşturulması gibi sebepler dolayısıyla şehir merkezine taşıtla gidilmeye başlanmış ve yaya kültürü azalmıştır.

Gelişmiş ülkelerin bir göstergesi olarak yaya kullanımı yerine taşıtların artışının gösterilmesi sürdürülebilir çevre politikalarını da göz önünde bulundurduğumuzda büyük bir yanlıştır. Taşıt sayısındaki artış kentlerde birçok çevresel, toplumsal ve estetik sorunlara yol açmıştır.

Bu sorunların bazıları şunlardır;

• Geleneksel sokak yaşamını yok etmekte,

• Toplumsal yapıyı yozlaştırmakta,

• İnsanları izole etmekte ve onları toplum yaşamından koparmakta,

• Kent dışına yayılmayı teşvik etmekte,

• Diğer sokak kullanıcıları için ölümcül bir tehlike olmakta,

• Görsel kirlilik, ses kirliliği ve hava kirliliği yaratmakta,

• Küresel ısınmayı artırmakta,

• Enerjiyi ve doğal kaynakları israf etmekte,

• Ülkeleri fakirleştirmektedir (Carfree Cities, 2001)

Hangi ulaşım çeşidi kullanılırsa kullanılsın yapılan her yolculuğun belirli bir aşamasında tüm yolcular yaya olarak yolculuklarını gerçekleştirirler. Kısa mesafe olan yolculuklar çoğunlukla yaya olarak yapılmaktadır. Yapılan araştırmalara göre 1.5 km mesafenin altındaki yolculukların % 60'dan fazlası yaya olarak yapılmaktadır. Kent merkezlerinde ise yapılan yolculukların üçte biri yaya olarak gerçekleşmektedir.

Kentlerde önceliklerin taşıtlara verilmesi, taşıt trafiğini ön plana alan bir şehir planlamasının yapılması ve günümüzde de alt yapıdan kaynaklanan sorunlar yaya sorunlarını beraberinde getirmiştir. Şehir merkezlerinde birçok merkezi iş alanları bulunmaktadır. Ticaret yerleri de kentte yoğun bir ulaşım gereksinimi oluşturmaktadır. Ticaret alanları ulaşılabilir olmak için şehir merkezlerine olabildiğince yakın olacaktır. Bu sebeple de kent merkezlerindeki yetersiz alt yapı ulaşımda önceliğin taşıtlara verilmesine sebep olur. Bu sebeple kent merkezlerinde yayalar için yeterli, güvenli ve kullanışlı alanların olmayışı insanların güvenli ve aktif bir şekilde hareketini engellemektedir.

2.2. Çevre Sorunları

Son yıllarda sürdürülebilir tüketim ve üretim konuları araştırılmaktadır ve bazı araştırmacılar tüketimi ve üretimi iyileştirmek, sürdürülebilir hale getirmek için ana faktörleri belirlemiştir. Son yıllarda birçok farklı alanda çalışan bilim adamları, ulaşım sistemlerinin enerji tüketimine ve çevreye verdiği zarara dikkat etmeye başladılar. Çevre kirliliğinin değerlendirilmelerinde; artan araç sayılarıyla birlikte ulaşımın çevreye verdiği zarar göz ardı edilemez durumda olduğu görülmektedir.

Hava kirliliği insan sağlığı ve çevre kalitesi açısından büyük önem arz etmektedir. Hava kirliliğinin oluşmasında birçok etmen bir arada rol alsa da temel etmen ‘‘yanma’’ olaylarıdır. Dünya enerji tüketiminin önemli bir kısmı fosil kökenli yakıt veya bunların sentetik türevlerinin yakılması sonucu elde edilmektedir. Hava kirliliğinin önemli kaynaklarından biri içten yanmalı motorlarda yanma sonucu oluşan egzoz emisyonlarıdır. Bu nedenle günümüzde sayıları giderek artan içten yanmalı motorlu taşıtlar hava kalitesi açısından önemli sorunlar teşkil etmektedir. Özellikle şehirlerdeki hava kirliğinin büyük bir bölümü içten yanmalı motorlu taşıtlardan kaynaklanmaktadır. Motorlu taşıtlardan kaynaklanan kirleticilerin özellikleri ve yoğunlukları motor tipine, motor ayarına, kullanım tarzına, yakıt bileşimine ve atmosferik şartlara bağlıdır (Çakıroğlu, 1996).

Karayolu taşıtlarının sebep olduğu CO_2 emisyonlarının azaltılması için trafik akışının düzenlenmesi gerekmektedir. Yapılacak ulaşım planlamaları sonucunda alternatif yöntemler denenmelidir. Toplu taşıma kullanımına insanları yönlendirmek gerekmektedir. Sera gazı üretimi daha düşük olan alternatif yakıtlar kullanılmalıdır.

Dünya Sağlık Örgütü'nün "Sağlıklı Kentler Projesi" kapsamında, kentler için bazı standartlar belirlenmiştir. Bu proje kapsamında hem yerel hem de bölgesel anlamda yasam standartlarını artırma çalışmaları, sanayi ve tarım ürünlerinin verimliliğini artırmayı kapsar. Bu çalışmalar çevre kirliliği sorununu da en aza indirmeyi ve hatta yok etmeyi amaçlamaktadır. Çünkü yaşam standardını artırma çalışmalarının bir boyutu da sağlıklı bir çevrede yaşama hakkıdır. Sağlıklı kentler projesinin farklı bir diğer boyutu da kent içi ulaşımın kaliteli olmasıdır. Ulaşımdaki kalite kavramı çevre kirliliğine neden olan ulaşım faktörlerini azaltmak ya da yok etmek, güvenlik gibi kriterleri içermektedir. Dünya üzerinde gelişmiş olan ve gelişmişlikle gelişme arasında bulunan ülkeler arasındaki çevre kirliliği ve sağlık boyutu büyük farklılıklar göstermektedir (WHO, 2000).

Lorasokkay yaptığı çalışmasında Çevre sorunlarını Hava Kirliliği, Gürültü ve Trafik Kazaları olmak üzere 3'e ayırmıştır.

2.2.1. Hava Kirliliği

Günümüzde küresel ısınma tüm dünyada yaşanan en önemli sorunlardan biri haline gelmiştir. Buna bağlı olarak CO2 başta olmak üzere sera gazı emisyonları üzerine birçok araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Sera gazının oluşumunda ulaştırma sektörünün etkisi büyüktür. Sanayinin günümüzde hızla gelişmesi ile birlikte, nüfusun hızla artması ve şehirleşme hava kirliliği sorununun oluşmasına sebep olmuştur. Motorlu taşıtlar ise hava kirliliğine ve iklim değişikliğine sebep olan fosil yakıt emisyonlarının oluşumunda etkendir.

Birlemiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)'nde "Sera gazları hem doğal, hem de insan kaynaklı olup; atmosferdeki kızıl ötesi radyasyonu emen ve tekrar yayan gaz oluşumları" şeklinde tanımlamıştır. Bu gazlar, atmosferimiz içinde %0,1'lik paya sahip olup, dünya için bitki seralarındaki camlara benzer bir işlev görmektedir (Arıkan, 2006).

Kyoto protokolünde 6 adet sera gazı baz alınmıştır. Tablo 1' de bu sera gazlarının sembolleri, isimleri, CO2 Eşdeğeri (GWP Global Warming Potential) ve bu gazların ana kaynakları yer almaktadır.

Tablo 1. Tablo Kyoto Protokolü'nde baz alınan sera gazları (Bekiroğlu, 2016)

Sembol	İsim	CO_2 Eşdeğeri	Ana Kaynak
CO_2	Karbondioksit	1	Fosil Yakıtların Yanması, Orman Yangınları, Çimento Üretimi
CH_4	Metan	21	Landfill Sahalar, Petrol ve Doğalgazın Üretim ve Dağıtımı, Çiftlik Hayvanlarının Sindirim Sistemlerindeki Fermantasyonu
N_2O	Nitroksit	310	N_2O Fosil Yakıtların Yanması, Gübreler, Naylon Üretimi
HFC_s	Hidrofloro karbonlar	140~11.700	Buzdolabı Gazları, Alüminyum Eritme, Yarı İletken Üretimi
PFC_s	Perfloro karbonlar	6500~9.200	Alüminyum Üretimi, Yarı İletken Üretimi
SF_6	Sülfür Heksaflorit	23.900	Elektrik İletim ve Dağıtım Sistemleri, Magnezyum Üretimi

Kentteki trafik kaynaklı emisyonların dağılımlarının ve miktarlarının belirlenmesi ulaşımdan kaynaklı hava kirliliğinin boyutlarını görmek için önemlidir.

Enerji ve yakıt vergileri, CO_2 emisyon yoğunluğunu azaltmada uygulanabilecek önemli politikalardır. Toplu taşımaya verilen önemin artırılması, toplu taşıma kullanımını konforlu ve etkin hale getirerek insanları TT kullanımına yönlendirmek de uygulanabilecek önemli yöntemlerdendir. İnsanları TT, carpooling (araç paylaşımı), bisiklet gibi sürdürülebilir ulaşım seyahat modlarını kullanmaya teşvik etmek büyük öneme sahiptir. Hava kirliliği risklerinin insanlara aktarılması, insanları ulaşım yöntemlerini değiştirmeye ve daha çevre dostu araçlar kullanmaya yönlendirebilir. Araç teknolojilerinde, yakıt türlerinde ve kat edilen mesafelerde değişiklik yaparak kat edilen kilometre başına emisyonları azaltan müdahaleler dünya çapında hava kirliliğini azaltmak için uygulanmış başarılı yöntemlerdendir. Karayolu taşımacılığının da emisyon standartlarında uygulanan politikalar başarılı olmuştur.

2.2.1.1. Karbon Ayak İzi

Ulaşım sektörü karbon ayak izinde de değişmelere sebep olmuştur.

Karbon ayak izi tanım olarak birim karbondioksit cinsinden ölçülen, üretilen sera gazı miktarı açısından insan faaliyetlerinin çevreye verdiği zararın ölçüsü olarak ifade edilmektedir. Birincil ayak izi ve ikincil ayak izi olarak ikiye ayrılmaktadır.

Birincil ayak izi; evsel enerji tüketimi ve araba ve uçak gibi ulaşım çeşitleri dâhil olmak üzere fosil yakıtlarının yanmasından ortaya çıkan doğrudan CO_2 emisyonlarının ölçüsüdür.

İkincil ayak izi ise kullandığımız ürünlerin tüm yaşam döngüsünden bu ürünlerin imalatı ve en sonunda bozulmalarıyla ilgili olan dolaylı CO_2 emisyonlarının ölçüsüdür.



Şekil 2. Ortalama bir kişinin karbon Ayak İzini'nin toplamını oluşturan ana unsurları gösteren GRAFİK (http://www.karbonayakizi.com/)

Grafikten de anlaşılacağı gibi ulaşım sektörü karbon ayak izinin değişiminde önemli bir rol oynamaktadır.

1990-2015 yılları arasında karayolu taşımacılığı diğer ulaşım türlerine göre en çok salım yapan karbon ayak izi kaynağı olmuştur. Bu değer 1990 yılında %92 oranında iken 2004 yılında bu değer %83'e düşmüştür. 1997 yılına kadar karayolu taşımacılığında akaryakıt olarak sadece dizel ve benzin kullanılmıştır. LPG'nin kullanımı 1997 yılında başlamış ve tüketim giderek artmıştır. Ardından benzin tüketimi azalırken, dizel yakıt tüketimi ve LPG tüketimi artmıştır. 2007' den 2010' a kadar, küresel ekonomik kriz nedeniyle dizel yakıt tüketimi azalmıştır. Bundan sonraki yıllarda dizel yakıt tüketiminde dikkate değer bir artış görülmüştür. 2011 yılında 27.035 kt CO_2 eşdeğeri iken 2015 yılında 53,169 kt CO_2 eşdeğeri ile dizel yakıttan kaynaklanan sera gazı emisyonlarında büyük bir artış olmuştur. Bu durum %97'lik bir artış anlamına gelmektedir (TÜİK, 2015).

Türkiye'nin 15 yıllık bir zaman periyodunda karbon ayak izi değerinde yaklaşık 3 kat artış olmasına rağmen alt sıralarda yer almasının başlıca iki sebebi bulunmaktadır. Birincisi, emisyon oluşturan diğer sektörlerde enerji verimliliğini gelişmiş ülkeler arttırmışken, Türkiye'de henüz bu sektörlerdeki verimin düşük olması; başka bir deyişle bu sektörlerde de yüksek CO_2 emisyonu olması nedeniyle ulaştırma sektöründeki karbon ayak izi payının toplam emisyonlar içinde göreceli olarak az kalmasıdır. İkincisi ise, gelişmiş ülkelerde hareketlilik, yani kişi başına yapılan yolculuk sayısı ve yolculuğun uzunluğu daha fazlayken; Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde hareketlilik göreceli olarak daha azdır (ÇŞB, 2011).

Civelekoğlu ve Bıyık' ın 2018'de yayımlanan çalışmasında Türkiye'de araç satışlarının ve emisyonlarının hızla arttığı ve gelecek yıllarda piyasaya sürülecek yeni araçların mümkün olan en iyi teknolojiye ve en düşük emisyon seviyelerine sahip olmalarının çevre ve sağlığın korunması açısından önem taşıdığı belirtilmiştir. Ulaştırma sektörü sebebiyle ve özellikle karayolu ulaşımının etkisiyle açığa çıkan karbon ayak izi miktarını düşürmek için bazı çözüm önerilerinin geliştirilebileceğinden bahsedilmiştir. Bu önerilerin içinde şahsi araçlar yerine toplu taşımayı tercih ederek %90'lara varan oranlarda ulaşıma bağlı karbon ayak izinin azaltılabilineceği söylenmiştir. Özellikle otobüsle gidebilecek mesafelerde uçakla yolculuğunu tercih etmemenin de CO_2 emisyon değerini azaltacağı belirtilmiştir. Bunun sebebi uçak yolculuklarındaki birim mesafedeki emisyon miktarı diğer ulaşım yöntemlerine göre oldukça yüksek olmasıdır. Araçlarda kullanılan fosil yakıtların oluşturduğu emisyonu azaltmak için düşük emisyonlu yakıtları tercih etmek veya hibrit yakıtlı, elektrikli araçların kullanılması, yakıt tüketimlerinin azaltılması

aşamasında yeni motor teknolojilerinin uygulanması, taşıt teknolojilerindeki gelişmeler, örneğin; daha küçük boyutlu ve düşük ağırlıklı taşıtların geliştirilmesi, bu işlemler için hafif malzemelerin kullanımı, aerodinamik özelliklerde ve lastik performansında iyileştirmeler ve trafik akışının düzenlenmesine yönelik alınacak önlemler ulaşım sektöründen kaynaklanan karbon ayak izinin azaltılması uygulanabilecek bir diğer öneridir.

2.2.2. Gürültü

Gürültü; kentsel alanlara yapılan yoğun göçler ve bununla birlikte artan nüfusa paralel olarak kentleşme ve teknolojik gelişmelerin giderek artmasının önemli sonuçlarından biridir. Psikolojik ve fizyolojik olarak insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır. Merkezde bulunan birçok iş alanında iş performansının düşmesine sebep olan önemli bir çevre kirliliği türüdür.

Gürültünün yüksek olduğu ortamda bulunmak işitme kayıplarına neden olmaktadır. Aynı zamanda gürültünün uyku bozukluğu, stres, iş yapabilme yeteneğinde azalma, kalp hastalıkları, kalp krizi, felç ve yüksek tansiyon hastalıklarına yol açtığı da belirlenmiştir.

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Kılavuzunda (2011) yer alan tablolarda bazı gürültü türlerinin dB dereceleri ve sübjektif değerlendirilmeleri verilmektedir.

Tablo 2. Bazı Ses Kaynaklarının (dB) Değerleri

(dB)	Örnekler	Subjektif Değerlendirme
140	Jet motoruna yakın	Hasar verici
130	Ağrının başlangıcı	
105	Kuvvetli rock müzik	
100	3 m uzaklıkta otomobil klakson sesi	Çok yüksek
90	Şehir cadde gürültüsü	
82	Fabrika gürültüsü	
80	Akustik yalıtım yapılmamış okul, kantin gürültüsü	Yüksek
62	Açık trafikli yol	
62	Talî bir yolun gürültüsü	Orta
50	Büro gürültüsü	
40	Konutta düşük düzeyde çalınan müzik	Düşük
20	Fısıltı	Çok düşük
8	İnsanın nefes alış-verişi	
0	İşitmenin başlangıcı	

Tablo 3. Değişik Kaynakların Ses Seviyelerinin Karşılaştırılması

Gürültü seviyesi,dB	Evle ilgili	Trafik	Uçak	İnsan tepkisi
160				Kulak için sürekli hasar
150				Kulakta geçici olan şiddetli ağrılar
140 – 130			Jet uçak motoru (15m uzakta)	Konuşmanın imkânsız olma durumu
120			IC Aero motor (15m uzakta)	
110		Tankın geçmesi durumunda	150m yükseklikte jet uçağı için	Yalnız bağırarak konuşmak olası
100		Hava basınçlı matkap (183 m ilerde)		
90		Metroda bulunan tren durumu	Sivil uçağın kabin içinde	Yükseltilmiş sesle konuşma
80		Motor klaksonu		
70	Yüksek düzeyde radyo müziği	Ağır trafik		
60	Yüksek sesle konuşma	Tren veya otobüs içinde		
50	Konuşma	Tali yol trafiği		Normal konuşmak olası
40	Özel büro			
30	Saat tıkırtısı	Sessiz cadde		
20	Sessiz bahçe			
0 - 10				İşitme başlangıcı

Gürültünün, insan sağlığı ve konforu açısından insanları psikolojik ve fizyolojik olarak etkilemeyeceği sınırlara indirgenmesi için uzun yıllardır çalışmalar yapılmaktadır. Bu konuda çalışma yapanlardan biri de peyzaj mimarlarıdır. Gürültü sorunun önlenmesinde bitkisel materyal kullanımı ile oluşturulacak gürültü perdeleri büyük önem taşımaktadır.

Gürültünün kaynağında veya bir engelle azaltılmasının mümkün veya yeterli olmadığı durumlarda binalarda cephe ve pencere yalıtımı yapılması bir diğer çözümdür. Yalıtım işleminde aynı zamanda ısı yalıtım özelliği de olan malzemelerin kullanılması çifte fayda sağlamaktadır.

Genel olarak gürültü kirliliğine karşı alınabilecek önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Kent planlaması yapılırken endüstriyel gürültü kaynaklarının ve otoyolların yaşam alanlarından ayrı tutulması,
- Mimaride akustiğe daha fazla önem verilmesi,
- Gürültülü iş yerlerinin (fırınlar, imalat atölyeleri, oto kaporta) dairelerin alt katlarına veya yakınlarında olmasının önlenmesi,
- İmar düzenlemelerinde zorunlu ses yalıtım malzemeleri ile ilgili maddelerin konması,
- Çalışanların maruz kaldığı gürültüyü idari önlemlerle güvenlik sınırları içinde tutmak,
- Gürültü olasılığı yüksek yerlerin düzenli olarak izlenmesini sağlayacak sistemlerin kurulması,
- Araçların geçiş yolları ile yaşam alanları arasında mesafe korunarak tampon bölge kurulması,
- Motorlu araç sayısındaki artışın kontrol altında tutulması,
- Egzozlara susturucu takılmasının denetlenmesi,
- Geniş yolların yapılması,
- Yapacakları gürültüyü göz önünde bulundurarak hava, kara denizi ve demiryolu taşımacılığının planlanması,
- Havaalanları yaşam ve iş alanlarından en az 17 km uzağa yapılması,
- Klakson çalma yasağının denetlenmesi;
- Şehir içinde yer alan sanayinin şehir dışındaki bölgelere taşınması,

- Yerleşim yerlerindeki kamuya açık eğlence yerlerinin yapılan düzenlemelere bağlı kalarak çalışmaları,
- Özel taşıtlar yerine toplu taşıma araçlarının kullanılmasının teşvik edilmesi, toplu taşıma sayılarının arttırılmasına paralel olarak konut alanları içerisinden veya çok yakınından geçmemeleri için gerekli önlemlerin alınması,
- Binalarda yalıtım malzemelerinin kullanılması

(DOĞAN, ÇATALTEPE,2018)

2.2.3. Trafik Kazaları

Kaza; bireylere ve topluma maddi ve manevi kayıplar verdiren ve bazı kayıpların telafi edilemediği olumsuz etkiler şeklinde tanımlanabilir. Trafik kazasını ise ulaşımın temel unsurları olan insan, yol ve taşıt bazen de çevre şartlarının bir veya birkaç ya da bu unsurların birbirleri ile etkileşimleri sonucunda ortaya çıkan maddi hasar, yaralama ve ölüm hallerinden biri veya birkaçı ile sonuçlanan olay olarak tanımlamak mümkündür. Birden fazla faktörün birbirleriyle etkileşim içinde olmaları sebebiyle sebepleri oldukça basit olmasına rağmen, trafik kazaları son derece karmaşık biçimde meydana gelmektedir.

Kazalar yol, kullanıcı veya taşıt sebebiyle meydana gelmektedir. Yol sebebiyle oluşan kazalarda hız ve yoğunluk etkendir. Genel anlamda hızla kazalar arasında doğrudan bir ilişki olduğu söylenebilir. Ancak bazı araştırmalarda hızdan ziyade hızdaki değişmelerin kaza riskini artırdığı gözlenmiştir. Kent içi yollarda ise, hızın yanında trafik sıkışıklığı gibi başka faktörler de önemli rol oynamaktadır. Yoğunluk da trafik kazalarını artıran bir etkendir. Ancak yoğunluk arttıkça hız da düşme yaşanması sebebiyle kent içi yollarda daha fazla kaza yaşanmasına rağmen kent dışı yollarda oluşan kazalar büyük oranda ölümle sonuçlanmaktadır. Yol kapasitesinin artırılması trafik yoğunluğunu azaltıp trafik kazalarının sayısında azalmaya sebep olurken ortalama trafik hızının artmasına sebep olmakta ve oluşacak kazaların ölümle sonuçlanma riskini yükseltmektedir. Kullanıcıdan kaynaklanan kazalarda sürücü, yaya ve yolcudan oluşmak üzere insan merkezli 3 etken vardır. Kullanıcıların normal ve geçici fiziksel durumları, psikolojik durumları, sosyal ve kültürel durumları, zekâ, kişilik yapısı ve kurallara uyma alışkanlığı kazaların oluşumunda belirleyici faktörlerdir.

Taşıtların sahip oldukları özelliklerde kazalarda önemli bir etkendir. Hafif taşıt sürücüsünün ölüm riski daha fazladır. Taşıt ağırlığının yanında seçilen seyahat modu da risk paylaşımını etkiler. TT araçlarını kullanan yolcular özel aracıyla seyahat eden kişiye göre 1/10 oranda kaza riskine sahiptir.

Trafik kazaları oluşturdukları maliyetler yönünden incelendiği zaman bu tür kazaların özel ve dışsal olmak üzere iki tip maliyet oluşturdukları görülecektir. Özel maliyetler sadece kazaya maruz kalanların katlandığı taşıt hasarları, sağlık harcamaları ve güvenlik donanımı için yapılan harcamalar gibi maliyetleri içermektedir. Dışsal maliyet ise, adından da anlaşılacağı gibi bir trafik kazası sonucu oluşan ve tüm toplumu etkileyen maliyetleri kapsar. Bu tür maliyetler Tablo 3'de görüldüğü gibi, üretim kaybı ve servetin zarar görmesi gibi parasal, acı ve keder gibi parasal olmayan tıbbi ve psikolojik maliyetleri kapsamaktadır. Fakat bu sıralanan maliyet unsurlarının bir kısmı ulaşım sigortası tarafından içselleştirilebilmektedir. Dolayısıyla bir trafik kazası sonucu oluşan dışsal maliyetleri, kaza sonucu oluşan toplam dışsal maliyetlerin sigorta tarafından karşılanmayan kısmı şeklinde ifade etmek yanlış olmayacaktır. Bu durumda trafik kazaları sonucu meydana gelen dışsallıkların boyutunu da aslında kamu ve özel kesim sigorta sistemleri belirlemektedir (Benk, 2007).

Tablo 3. Trafik Kazası Esnasında Meydana Gelen Özel ve Dışsal Maliyetler

	Parasal Maliyetler	**Parasal Olmayan Maliyetler**
Özel Maliyetler	—Taşıtlarda meydana gelen maddi hasarlar —Sağlık Harcamaları —Güvenlik donanımı için yapılan harcamalar. —Sigorta pirim maliyetleri.	—Kaza sonucu oluşan acı ve keder gibi manevi maliyetler.
Dışsal Maliyetler	—Sigorta kapsamında olmayan servetin zarar görmesi —Sigorta tarafından karşılanmayan servet kayıpları, gelir kayıpları ve tıbbi müdahale için yapılan harcamalar.	—Sigorta tarafında karşılanmayan üretim kayıpları. —Sigorta tarafından karşılanmayan acı ve keder gibi manevi maliyetler.

Kaynak: Delucchi, Mark; "Social Cost of Motor Vehicles", University of California Report Series, No. UCD-ITS-RR–3, 2000, p. 103

2.2.3.1. Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)

Ulaşım sektörünün, ülkelerin ekonomik, sosyal, politik ve kültürel alanlarının gelişiminde büyük önemi bulunmaktadır. Ulaşımda meydana gelen trafik kazaları, tıkanıklıklar, ulaşım süresindeki artış, yakıt ve enerji sarfiyatı gibi sorunları çözmek için akıllı ulaşım sistemlerine (AUS) ihtiyaç duyulmuştur. Ulaşım altyapısı ve taşıtların bilgi ve iletişim teknolojileri ile birleştirilmesi ulaşım alanına başka bir boyut kazandırmıştır. Yapay zekâ ile ulaşımın birleşimi olan Akıllı Ulaşım Sistemleri; kablosuz ve kablolu iletişim tabanlı bilgi ve bilgi işlem, kontrol algoritması, elektronik ve diğer teknolojileri içeren ileri teknolojik uygulamalardır. AUS; insan-araç-altyapı-merkez arasında çok yönlü veri alışverişi sağlanması, trafik güvenliğinin artması, mobilitenin arttırılması, yolların kapasitesine uygun olarak kullanımı, enerji verimliliği sağlayarak çevreye verilen zararın azaltılması vb. alanlarla ilgili olarak ulaşım sektörünü ileriye taşımayı amaçlamaktadır. Kurumların ve ulaştırma sektörünün mevcut ve gelecekteki verimliliğinde artış, karayolu ulaşımındaki zaman kayıplarında azalma, karayolu ulaştırmasında kişisel hareket kabiliyetinde, uyum ve konforda artış gibi uygulamalar AUS içeriğinde bulunmaktadır. Tüm ulaşım sistemlerinin ülke koşullarına uygun bir bütünlük göstermesi, sistemlerin işletilmesinde koordinasyon sağlanması, bölgelerin ve ülkenin sosyoekonomik ilerleme göstermesi ve ulaşım fonksiyonlarının daha etkin ve kontrollü kullanılması açısından önemlidir. Karayolu taşımacılığı; güzergâh seçiminde esneklik göstermesi, aktarmasız bir ulaşım olanağı sağlaması, taşıma kapasitesi ve diğer tüm yolcu taşıma türlerinin tamamlayıcısı durumunda olması nedeniyle diğer taşımama seçeneklerine oranla daha fazla kullanım alanına sahiptir (Ilıcalı, 2018).

Ilıcalı, 2018'de yaptığı çalışmasında; AUS çalışmalarına ve uygulamalarına öncülük eden ve bu uygulamalarda ilerlemeler kaydeden ülkeleri belirlemiştir. Bu ülkelerdeki kaza raporlarını değerlendirilmiş ve istatistiki veriler elde etmiştir. Bunun sonucunda Akıllı Ulaşım Sistemlerinde Gelişmiş Ülkeler ve Uygulamalarını bir tablo haline getirmiştir.

Tablo 4. Akıllı Ulaşım Sistemlerinde Gelişmiş Ülkeler ve Uygulamaları

ABD	JAPONYA	AVRUPA BİRLİĞİ
1914- ilk üç renkli trafik sinyali Ohio'da geliştirildi. 1935 - ilk parkmetre Oklohoma'da uygulandı. 1963 - İlk rampa ölçüm cihazları Illinois'deki Eisenhower otobanında kullanıldı. 1969 - ERGS (Elektronik Güzergah Kılavuz Sistemi) 1988 - Amerikan Devlet Karayolu, Ulaştırma Bakanlığı (AASHTO), Ulaştırma Araştırma Kurulu, Karayolu Kullanıcıları Güvenlik Hareketlilik Federasyonu ve FHWA ile işbirliği ile Mobilite 2000 kuruldu. 1990 - Amerika'nın Akıllı Araç Karayolu Topluluğu (IVHS Amerika), Washington'da oluşturuldu. 1991 - Farklı Sistemlerle Etkili Ulaşım Yasası (ISTEA) oluşturuldu ve federal ITS araştırma programı kuruldu [15]	Önemli projeleri; 1973 - CACS (Kapsamlı Otomobil Kontrol Sistemi) 1984 - RACS (Karayolu/ Araç Haberleşme Sistemi) 1987 - AMTICS (Gelişmiş Mobil Trafik Haberleşme ve Bilgi Sistemi) 1989 - ARTS (Otomatik Karayolu Ulaşım Sistemleri) 1990 - VICS (Araç Haberleşme ve Bilgi Sistemi) 1991 - ASV (İleri Emniyet Aracı) 1995 – UMTS (Evrensel Trafik Yönetimi Sistemi)'dir 2001- ITS Japan kurulmuştur. Japonya'da AUS kapsamında dokuz gelişme alanı tespit edilmiştir. Bunlar, navigasyon sistemleri, elektronik ödeme sistemleri, güvenli sürüş, trafik yönetiminin optimizasyonu, yol yönetiminde verimlilik, toplu taşıma desteği, ticari araçlarda verimlilik, yayalara destek ve acil durum aracı operasyonları için destek teknolojileridir[16].	1986 - PROMETHEUS (Daha Yüksek Verimli ve Eşsiz Emniyetli Avrupa Trafik Sistemi Programı) 1988 - DRİVE (Avrupa'daki Araç Emniyeti için Adanmış Karayolu Altyapısı) 1990- ERTICO (ITS Avrupa)
AVUSTRALYA	**ALMANYA**	**KANADA**
1982 - SCATS (Sydney Koordine Adaptif Trafik Sistemi) 1985- TRACS (Trafik Duyarlı Adaptif Kontrol Sistemi) 1992 - ITS Australia (AUS Avustralya)	1974 - ARI (Sürücü Radyo Yayını Bilgilendirme Sistemi) Yaz tatillerinde otoyollarda yaşanan trafik sıkışıklığını hafifletmek için FM (Frekans Modülasyonu) yardımıyla geliştirilen bu alandaki ilk örneklerden biridir.	1959 - Dünyada ilk bilgisayar kontrollü trafik sinyal sistemi Toronto Şehrinde uygulanmıştır. 1976 – 1977 – Otomatik Araç Konum ve Kontrol (AVLC) Deneyleri yapılmaya başlanmıştır. 1980 – Vancouver'da otomatik hafif raylı transit operasyonları başlatılmıştır. 1999 - 'Tam Elektronik Otoyol Ücret Sistemi' de dünyadaki ilk uygulamalardandır.
GÜNEY KORE	**SİNGAPUR**	**FRANSA**
1990 - Trafik Yayın Sistemi (temel düzeyde trafik bilgisini paylaşılmasını sağlar) 1991-1994 - kavşaklarda trafiğin durumuna göre kontrol etmeye yarayan gelişmiş trafik kontrol sistemi 1992-1994 - FTMS (Otoyol Trafik Yönetim Sistemi) 2000 - Hi-Pass (otomatik ücret toplama sistemi) 2009 - Ulusal Entegre Ulaştırma Sistemi Verimliliği Yasası 2012 - CCTV (Kapalı Devre Televizyon) Bu sistemde ilk olarak trafik hacmi, hızı ve yoldaki araç yoğunluğu araç detektörleri ile tespit edilmektedir	1998 - elektronik yol ücretlendirme sistemi ile trafik sıkışıklığı ücretlendirmesinin Dünya'da ilk yapıldığı ülke olarak bilinmektedir. 2006 - EMAS (Otoyol Takip Danışma Sistemi) Otoyol trafiğinde meydana gelen araçların arızalanması ve trafik kazası gibi olayları belirleyerek trafiğin tekrar normal akışına çabuk bir şekilde geri dönmesini sağlayan bir sistemdir. 2014 - GLIDE (Yeşil Hat Belirleme Sistemi) Trafik akışındaki değişimlere göre yeşil ışıkların ne zaman yanması gerektiğini belirleyen ve trafik ışıklarının denetimini yapan bir sistemdir.	Fransa, 2010/2011 Ulusal Taşımacılık Altyapısı Planı'nı ve bölgesel düzeyde AUS yerel dernekleri tarafından uygulanan eylemler aracılığıyla AUS projelerini ve gelişimini güçlü bir şekilde desteklemiştir. AUS kapsamında, yol kullanımının optimizasyonuna, trafik ve seyahat verilerinin (ücret toplama) kullanımına, güvenlik ve yol güvenliği (acil durum çağrısı ve gerçek zamanlı park), trafik ve mal yönetimine olanak veren teknolojilere öncelik verilmiştir. INEA (İnovasyon ve Ağlar Yürütme Ajansı), trafik altyapısı, araç inşası ve AUS ile ilgili sektörler ile bağlantılı olarak AUS projeleri arasında bir işbirliği çalışması başlatılmıştır [17]

Ilıcalının yaptığı çalışmada AUS konusunda ilerleme gösteren ülkelerde karayollarında meydana gelen ölüm oranlarında önemli bir düşüş yaşandığı görülmüştür. AUS uygulamalarının trafiği yönetmedeki etkisinin, trafik güvenliğinin arttırması ve trafik sıkışıklığının azaltması gibi olumlu etkileri ile trafik akışını düzene sokmasının kaza oranlarında azalmalara neden olduğu belirtilmiştir. Türkiye'nin ise bu AUS konusunda yeni gelişen bir ülke olması nedeniyle daha fazla AUS bilgisine ve uygulamalarına ihtiyaç duyan ülkelerden biri olduğu söylenmiştir.

2.3. Ekonomik Sorunlar

Ulaşımın etkin şekilde gerçekleşebilmesi için ulaşım altyapısının düzgün ve doğru bir sisteme sahip olması çok önemlidir. Ancak ulaşım altyapısının çok ciddi maliyet yükü vardır. Bu maliyetleri altyapının kapladığı alan, inşa, finansman, bakım, onarım ve yönetim maliyetleri şeklinde sıralayabiliriz. Bu maliyetlerden en önemlisi bakım ve onarım maliyetleridir. Tabloda gösterildiği gibi bakım ve onarım maliyetleri süreklilik arz ettiği için toplam alt yapı maliyetlerinin ¼ 'ünü oluşturmaktadır. Maliyet sıralamasının ikinci sırasında ise %23 ile yol kapasitesinin artırılması için yapılan harcamalar bulunmaktadır.

Tablo 5. Ulaşım Altyapı Maliyet Dağılımları

Ulaşım Altyapı Maliyet Türleri	Toplam Maliyetler İçerisindeki Payı (%)
Bakım ve Onarım	26
Otoyolların Kapasite Artırımı	23
Rekonstrüksiyon, Rehabilitasyon, Restorasyon	19
Yol İdaresi	9
Yol Güvenliği	8
Yerel Yolların Kapasite Artırımı	8
Borç Faizleri	4
Diğer	3

Kaynak: Goldberg, Leonard, "Local Government Highway Finance Trends", Public Roads, Vol. 60, No. 1, Summer 1996, p 27

Kentler arasında altyapı maliyetlerinin miktarında değişiklik olsa da temel olarak 3 faktör bulunur. İlk olarak taşıt yapısı önem arz etmektedir. Taşıt yapısı maliyetlerin belirlenmesinde önemlidir. Özellikle, dingil ağırlığı yüksek olan taşıtlarda altyapıya verilen hasar maliyetlerin artmasında önemli bir paya sahiptir.

Benk, 2007 yılında yaptığı çalışmasında bir kamyon dingilinin yol üzerinde oluşturduğu hasarın yaklaşık olarak 65.500 adet araba dingilinin oluşturduğu hasara eşdeğer düzeyde olduğunu belirtmiştir. Kamyonun taşıdığı yük miktarının arttıkça bu sayının daha da büyüyeceğinden bahsetmiştir.

Tablo 6. Farklı Tür Taşıtların Dingil Yüklerinin Karşılaştırılması

Taşıt Tipi	Dingil ağırlığı	Bir Dingil Yükünün Yola Verdiği Hasar
Bisiklet	40 kg	1 birim
Otomobil	250 kg	1525 birim
Kamyon	4000 kg	100 000 000 birim

Kaynak: Hatipoğlu, Seda, "Aşırı Yüklü Kamyonların Dingil Yüklerinin Yol Ömrüne Etkisi", Makine Mühendisleri Odası Ulaşım-Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı, Yayın No: 193, 2–3 Mayıs 1997, Ankara, s. 257.

İkinci faktör ulaşım altyapısının kapladığı alan ile ilgilidir. Geniş ve hızlı taşıtların daha geniş yollara ihtiyaç duymaları sebebiyle, ulaşım altyapısı taşıtların gelişimi doğrultusunda gelişmekte bu durum maliyetlerde de artışa sebep olmaktadır.

Maliyetlerde artışa sebep olan üçüncü faktör ise, ulaşım altyapısının tasarımıdır. Ulaşımın hızlı ve güvenli biçimde olabilmesi için buna uygun şekilde tasarlanmış altyapıya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple altyapıdan kaynaklanan kaza riskini en aza indirebilmek için; köprülü kavşaklar, bat-çık tipi yollar ve daha gelişmiş sinyalizasyon ile donatılmış yollara ihtiyaç duyulması sebebiyle maliyetlerde de bu doğrultuda artış yaşanacaktır.

Kent içerisinde ulaşım faaliyetinin etkin bir şekilde varlığını sürdürebilmesi için sadece ulaşım altyapısının düzgün olması yeterli değildir. Bunun yanında ulaşım hizmeti içerisinde yer alan güvenlik (polis), ilkyardım, planlama, sinyalizasyon ve yolların aydınlatılması gibi etkenlerin de değerlendirilmesi gerekir. Ulaşım hizmeti içerisinde

sayılan bu etkenlerin çoğu kamusal mal niteliğinde olduğu için ulaşım hizmetinden yararlananlardan ziyade genel bütçe gelirleriyle finanse edilmektedir.

Taşıtların sebep olduğu çevresel etkilerinde ciddi bir maliyeti söz konusudur. Çevre sorunları başlığı altında bahsedilen hava kirliliği, gürültü ve trafik kazaları sorunlarının giderilmesinde ve önlemlerinin önceden alınmasında birçok harcamalar yapılmaktadır.

3. SÜRDÜRÜLEBİLİR ULAŞIM KAPSAMINDA ULAŞIM SORUNLARINA ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

3.1. Sürdürülebilir Ulaşım Kavramı

Sürdürülebilirlik tanım olarak, üretim ve çeşitliliğin devamlılığı sağlanırken insanlığın yaşamının daimî kılınabilmesidir. Başka bir ifade ile sürdürülebilirlik, kendi ihtiyaçlarımızı, gelecek nesillerin ihtiyaçlarından ödün vermeden karşılayabilmemizdir.

Kamuoyu sürdürülebilirlik kelimesi ile ilk olarak Birleşmiş Milletler bünyesi altında çalışmakta olan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun 1987 yılı içerisinde yayınlamış olduğu "Ortak Geleceğimiz" isimli rapor aracılığı ile tanıştı.

Bu raporda yer alan sürdürülebilirlik tanımı ise; "İnsanlık; doğanın gelecek nesillerin gereksinimlerine yanıt verme yeteneğini tehlikeye atmadan, günlük ihtiyaçları temin ederek, kalkınmayı sürdürülebilir kılma yeteneğine sahiptir." (ekolojist.net)

Son yıllarda sürdürülebilirlik (sustainability), sürdürülebilir kalkınma (sustainable development) ya da sürdürülebilir ulaşım (sustainable transportation) gibi kavramların kullanımını sıklıkla görmekteyiz.

Sürdürülebilir ulaşım kavramı ise, büyük ölçüde sürdürülebilir kalkınma kavramından türetilmiş olup, ulaşım faaliyetini etkileyen kararların belirlenmesinde çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerin de dikkate alınması gerektiğini vurgulamak amacıyla kullanılmaktadır.

Benk, 2007 yılında yaptığı çalışmasında sürdürülebilir ulaşımın amaçlarından bahsederek tablodaki bilgileri paylaşmıştır.

Tablo 7. Sürdürülebilir Ulaşımın Amaçları

Ekonomik Amaçlar	Ekolojik Amaçlar	Sosyal Amaçlar
—Altyapının ekonomik kalkınma çerçevesinde sağlanması —Ucuz, hızlı ve yüksek kapasiteli bir ulaşım hizmetinin sunulması —Tıkanıklığın azaltılması —Kırsal alan ile kentsel alan arasındaki bağlantıların oluşturulması —Farklı ulaşım türlerine imkân verilmesi —Ulaşım altyapısına ayrılan payların artırılması	—Sağlıklı ve güvenli ulaşım imkânlarının artırılması —Ulaşımın neden olduğu yerel, bölgesel ve küresel kirliliğin azaltılması —Alan kullanımının azaltılması —Ulaşım planlarına çevresel ve ekonomik boyutların dahil edilmesi —Ulaşımda çevresel ağırlıklı stratejik yapının oluşturulması	—Toplumun bütün kesimlerinin ulaşım hizmetlerinden yararlanabilmesinin sağlanması —Ulaşımın fakir kesimlere odaklanmasının sağlanması —Ulaşım politikalarının fakirler üzerinde meydana getirdiği olumsuz etkilerin azaltılması —Ulaşım politikalarının belirlenmesinde demokratik katılımın sağlanması

Kaynak: Cracknell, John A., "Experience in Urban Traffic Management and Demand Management in Developing Countries", World Bank Urban Transport Strategy Review –Background Paper, Washington D.C., 2000.

Tablo 8. Ulaşımın Sürdürülebilirlik Üzerindeki Etkileri

Ekonomik	Sosyal	Ekolojik
—Trafik tıkanıklığı —Mobilite üzerindeki engeller —Trafik kazalarının ekonomik maliyetleri —Yenilenemeyen kaynak kullanımının azalması —Tüketici maliyetleri —Hizmet maliyetleri	—Adalet üzerindeki etkileri —Mobilite dezavantajları —İnsan sağlığı üzerindeki etkileri —Toplumsal etkileşimin zayıflaması —Toplumsal yaşanabilirlik —Estetik	—Hava ve su kirliliği —Habitat kaybı —Hidrolojik etki —Yenilenemeyen kaynak kullanımının azalması

Kaynak: Litman, Todd-Burwell, David, "Issues in Sustainable Transportation", International Journal of Environmental Issues, Vol. 6, No. 4, 2006, p. 335.

Geleneksel ulaşım anlayışının sahip olduğu hatalı görüşlerden biri ulaşımın doğrusal bir gelişme süreci içerisinde olduğudur. Bu düşünce yapısında ulaşım; yaya, bisiklet, tren,

otobüs, otomobil ve gelişmiş otomobil şeklide bir gelişme seyri izler ve eski ulaşım metotları bir yenisi geldiğinde önemini kaybeder. Bu durum kent içi ulaşımda otomobil merkezli bir yapıyı oluşmakla birlikte yaya ulaşımı ve toplu taşımacılığın arka planda kalmasına neden olmaktadır. Sürdürülebilir ulaşım anlayışında ise, ulaşım türleri birbirine paralel ve dengeli bir gelişme göstermelidir. Bu anlayışa göre gelişim;

Yaya—Yaya ulaşımının geliştirilmesi

Bisiklet—Bisiklet ulaşımının geliştirilmesi

Tren/Otobüs—Tren ve otobüs ulaşımının geliştirilmesi

Otomobil—Otomobil ulaşımının geliştirilmesi şeklinde gerçekleşmelidir.

Dolayısıyla sürdürülebilir ulaşım anlayışında gelişmiş bir ulaşım sistemi daha hızlı bir ulaşım anlamına gelmemekte, bu anlayışta ulaşımın konforlu, güvenli, tasarruflu ve hatta toplam seyahat ihtiyacını azaltıcı biçimde gelişmesi amaçlanmaktadır (Benk, 2007).

3.2. Ulaşım Problemine Çözüm Yöntemleri

3.2.1. Ekonomik ve Mali Yöntemler

Ekonomik ve mali yöntemler piyasaya doğrudan müdahale etmeyen, dolaylı biçimde ve fiyatlar aracılığıyla kişilerin seyahat modlarını değiştirmeye yönelik olarak kullanılan yöntemlerdendir.

Bu yöntemlerin, ulaşım talebinde gelir ve ikame olmak üzere iki yönlü etki meydana getirdikleri görülmektedir. İkame etkisi ile bir malın fiyatındaki değişmenin bu mal ile ilişkili olan diğer malların da fiyatlarını değiştirmesi vurgulanmaktadır. Örneğin vergiler yoluyla yakıt fiyatlarında meydana gelen artış, km başına otomobil kullanımının da maliyetinin artıracaktır. Böylelikle kişilerin yaya veya TT gibi diğer ulaşım araçlarına yönlendirilmesi sağlanacaktır. Meydana gelen gelir etkisinde ise, vergiler yoluyla yakıt fiyatlarının yükselmesi aynı zamanda tüketicinin reel gelirini de azaltacağından, reel gelirdeki bu azalma otomobil ile yapılan ulaşım talebinin de azalmasına sebep olacaktır. Benzer olarak taşıt vergilerinin yükseltilmesi km başına otomobil kullanım maliyetlerini etkilememesine karşın tüketicinin gelir düzeyini etkileyeceğinden bu durum otomobil ile yapılan ulaşım talebini azaltacaktır. Çünkü taşıt vergilerindeki artış tüketicinin gelirinden taşıt kullanımı için ayırdığı payların da azalmasına sebep olmaktadır. Bu hedef

doğrultusunda ulaşım alanında kullanılan ekonomik ve mali yöntemleri; taşıt ve yakıt üzerinden alınan vergiler, ulaşım sübvansiyonları, tıkanık yolların fiyatlandırılması, park etmenin fiyatlandırılması ve pazarlanabilir haklar şeklinde sıralamak mümkündür (Benk, 2007).

Bilindiği gibi ekonomik ve mali nitelikli yöntemler, piyasaya fiyatlar aracılığıyla ve dolaylı biçimde müdahale ederek bireylerin ulaşım kararlarını etkilemeyi amaçlamaktadır. Bu tür yöntemlerin uygulanma sürecinde elde edilecek olan başarı işlem maliyetlerinin düzeyine ve politik ortama bağlıdır. Bu yüzden işlem maliyetlerinin çok yüksek olduğu durumlarda ya da politik nedenlerden dolayı ekonomik ve mali nitelikli yöntemler etkin bir şekilde kullanılamadığı görülmektedir. Ekonomik ve mali yöntemlere alternatif ya da tamamlayıcı olarak gösterilen ve ekonomik ve mali nitelik taşımayan yöntemlerde bulunmaktadır.

3.2.2. Taşıt Emisyon Standartları

Emisyon standartları, taşıtların oluşturacağı maksimum emisyon düzeylerinin önceden belirlenmesi ve belirlenen bu emisyon düzeylerine göre üretilmesinden ibarettir. Taşıt üreticileri belirlenen dönemler içerinde üretilen taşıtların oluşturacakları emisyon düzeylerini bu standartlara göre ayarlamak zorundadır. Emisyon düzeyleri yıllar itibariyle giderek azaltılmaktadır. Örneğin 1992 yılında üretilen dizel motorlu bir otomobilin üreteceği CO emisyon miktarı 2.72 g/km iken, 2005 yılında aynı özellikte bir otomobilin üreteceği CO emisyon miktarı 0.50 g/km olmak zorundadır. Bu yöntemle taşıtların sebep olduğu emisyon miktarının azaltılması amaçlanmaktadır (Benk, 2007). Taşıt emisyon standartlarının iki farklı yöntem olarak uygulanmaktadır. Bu yöntemler; teknolojik gelişmeye yönelik taşıt emisyon standartları ve mevcut olan teknolojiyi kullanmaya yönelik taşıt emisyon standartlarıdır. Teknolojik gelişmeye dayalı standartlar yönteminde, önceden belirlenen emisyon düzeylerinin elde edilebilmesi için üreticinin yeni teknolojiyi üretmesi gerekmektedir. Taşıt emisyon standartlarını belirleyenler için üreticinin nasıl bir teknoloji kullandığı bir önem arz etmemektedir. Sadece belirlenen emisyon standartlarını elde etmesi istenir. Standartların mevcut teknolojiyi uygulamaya yönelik olarak kullanılmasında ise, üreticinin belirlenen emisyon düzeyini elde etmesi için yeni teknoloji üretmesine gerek yoktur. Bu yöntemde taşıt emisyon standartlarını belirleyen kurum tarafından belirlenmiş olan teknolojinin kullanılması istenmektedir.

Buna örnek olarak; Taşıtlarda emisyon azaltıcı katalitik konvertör kullanma zorunluluğunun getirilmesi verilebilir.

3.2.3. Alan Kullanımı Planlanması

Alan kullanımı planlaması kentsel alan üzerindeki kamu politikalarının ticari, yerleşim ve endüstriyel kalkınmayı etkileyecek şekilde yeniden düzenlenmesi ve uygulanması olarak tanımlanmaktadır. Bu şekilde hayata geçirilen planlamalarda kentsel yerleşim ile ilgili tüm unsurlar yer almaktadır. Bu sebeple kent içi ulaşımda önemli etki yaratmaktadır. Bu planlama etkin bir biçimde uygulanabilirse ulaşım üzerinde olumlu birçok kalıcı etkisi olacaktır. TT sistemlerinin kamunun ihtiyaçlarına binaen yeniden planlanmasının, yaya ve bisiklet kullanıcılarının yollarının uygun şekilde onların güvenliğini ve konforunu gözeterek yapılmasının, özel araç ile yapılan seyahat mesafelerinde ve ulaşım talebinde azalmaya katkısı olacaktır. Alan kullanımı planları, kentin mümkün olduğu kadar geniş bir alana yayılmasını önleyecek şekilde oluşturulmalıdır. Çünkü kentsel yoğunluğun hem ulaşım talebi hem de ulaşım türü üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Kentsel yoğunlukta yaşanan azalmanın doğrusal olmamakla birlikte ulaşım talebini önemli düzeyde artırdığı yapılan çalışmalarla ispatlanmıştır. Kentin geniş bir alana yayılmasıyla yakıt tüketiminde de artış olmaktadır.

Yapılan bir çalışmalarda kentsel yoğunluğun azalması ile ulaşımda kullanılan enerji miktarı %200 oranında artmakta, yoğunluğun artması ile ise yakıt tüketiminden % 40 oranında yakıt tasarrufu sağlanabilmektedir. Fakat yoğunluğun artması ile birlikte de hava kirliliğinde yoğunluğun arttığı bölgelerde artış yaşanacaktır. Buna benzer dezavantajları da göz önüne alarak planlama yapılırken denge sağlanmalıdır. Alan kullanımı planlamasının diğer yöntemlerle birlikte planlanarak kullanılması gerekir.

3.2.4. Trafik Yönetimi

Trafik yönetimini, ulaşım talebinin optimum şekilde karşılanabilmesi ve tıkanıklık seviyesinin azaltılması amacıyla, ulaşım altyapısının azami düzeyde kullanılmasını, seyahat sürelerinin düzenlenmesini ve ulaşım ağının güvenliğinin artırılmasını amaçlayan uygulamalar bütünü olarak tanımlayabiliriz.

Trafik yönetimi; ulaşım talebinin zirveye ulaştığı zamanlarda ekstra yol kapasitesinin sağlanması, yol kapasitesinde yaşanan geçici kayıpların oluşması durumunda kapasite artırımına yönelik düzenlemelerin yapılması, ulaşım faaliyetinde bulunanlara gerçek zamanlı trafik bilgilerinin ulaştırılması ve akılı ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi olarak dört temel biçimde kullanılmaktadır.

3.2.5. Ulaşım Bilgi Sistemlerinin Geliştirilmesi

Ulaşım ile ilgili bilgi dört temel biçimde verilmektedir. Bunları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür;

—Ulaşım faaliyeti başlamadan önce: Ulaşım ile ilgili bilgi radyo, TV ile iletilebilirken telefon, çağrı cihazı ya da bilgisayar yoluyla da yol ve trafik durumu, en iyi ulaşım aracının seçimi (otomobil ya da toplu taşıma) ve en uygun ulaşım zamanı gibi bilgiler verilebilmektedir.

—Ulaşım faaliyeti esnasında: taşıt radyosu, görsel araçlar (billboard, tabela v.b.) ya da diğer gelişmiş iletişim araçları yardımıyla trafik durumu, toplu taşıma araçlarının durumu, uygun park alanları ve uygun rota gibi bilgiler sürücülere ve yolculara iletilebilmektedir. Yol kenarlarında bulunan değişken (aktif) trafik işaretleri, elektronik tabelalar ve otoyol radyoları sürücülere yol ve hava durumu hakkında güncel bilgiler sunabilmektedirler. Ayrıca taşıtlarda bulunan navigatör cihazıyla güncel trafik bilgileri, yolun tıkanıklık durumu ve yoldaki mevcut kazalar eşzamanlı olarak elde edilebilmektedir.

—Trafik kazası ve taşıt arızalanmalarında: Acil çağrı sistemleri de bu gibi durumlarda sürücüye yardımcı olabilmektedir. GPS (Global Positioning Systems) ile aracın bulunduğu yer otomatik olarak tespit edilmekte ve sürücüye ulaşılabilmektedir.

—Yeni teknolojilerin kullanılması: Taşıtlara yerleştirilen bu teknolojiler sayesinde sürücülere ulaşım ile ilgili bilgiler ulaştırılabilmektedir. Bu bilgiler arasında yol boyunca faydalanabileceği hizmetler, konaklama yerleri, restoranlar, hava ve yol bilgileri ulaştırılabilmektedir. Ayrıca terminallere ve toplu taşıma merkezlerine konulan sabit bilgisayarlar sayesinde yolcular benzer bilgilere ulaşabilmektedir (Benk, 2007).

3.2.6. Fiziki Ulaşıma Yönelik Alternatiflerinin Geliştirilmesi

İletişim kurmak için yapılacak olan seyahatleri fiziki olarak seyahat etmeden alternatif yöntemler kullanarak iletişime geçilmesine imkân sağlandığı zaman seyahat gereksinimi de ortadan kaldırılmış olacaktır. Tele-çalışma, tele-konferans, eticaret/tele-alışveri/tele-hizmet, ticari amaç taşımayan kamusal tele hizmetler, uzaktan eğitim ve eğlence şeklinde alternatif yöntemler sayabiliriz. En önemlilerinden bir tanesi tele-çalışmadır. Tele-çalışma; elektronik evde çalışma, bir veya daha çok firmaya hizmet eden "Telecottage" ya da civar merkez olarak ifade edilen noktalarda çalışma, ofis şubelerinde çalışma, mobil çalışma ve sanal grup çalışması gibi farklı şekillerde uygulanabilmektedir.

Benk, 2007 yılında yaptığı çalışmasında Alternatif Yöntemlerin Ulaşım Üzerindeki Potansiyel Etkilerinden bahsetmiştir.

Tablo 9. Alternatif Yöntemlerin Ulaşım Üzerindeki Potansiyel Etkileri

Teknoloji Türü/Yapısı	Ev-iş	İş	Hizmet	Alışveriş	Eğitim	Sosyal	Serbest	Yolcu taşıma
Tele-çalışma	X	X						X
Telekonferans		X	X		X	X		
E-ticaret		X	X	X				
Tele-alışveriş				X				
Kamusal Tele-hizmet		X	X			X		X
Uzaktan Eğitim					X		X	X
Eğlence							X	X

Kaynak: OECD, Road Travel Demand: Meeting The Challence, OECD, Paris, 2002, p. 45

Tablodan da anlaşılacağı üzere iş amaçlı ulaşımın kent içi ulaşımdaki payı oldukça yüksektir. Bu sebeple tele-çalışmanın iş amaçlı ulaşım talebinde önemli potansiyel etkileri söz konusudur.

3.2.7. Toplu Taşıma Hizmetinin Geliştirilmesi

TT hizmetleri, toplam talep yönetiminde ve tıkanıklığın önlenmesinde en önemli yöntemlerden biridir. Genel mobilitenin sağlanması, istihdam ve eğitim ile ilgili

imkanlara ulaşabilmeyi kolaylaştırması, sürdürülebilir bir kent yapısının oluşturulması, kilit noktalardaki trafik tıkanıklığını azaltması, enerji tasarrufunun sağlanması ve otomobil kullanımı sonucu oluşan emisyon düzeyinin azaltılması gibi birçok faydaları ve hedeflediği unsurlar bulunmaktadır.

TT hizmetlerinin bu hedeflere ulaşabilmesi için bu hizmetin etkin olarak yapılması gerekmektedir. Bu etkinliği sağlayabilmek için 4 grup yöntemden bahsedebiliriz.

İlk yöntem toplu taşıma uygulamalarında yeni hat-güzergâhlarının oluşturulmasıdır. Günümüzde birçok kentte mevcut toplu taşıma hizmetleri kentin tamamına yayılmış durumda değildir. Bu sebeple TT'nın seyahat modu olarak seçilimi azalmaktadır. Bu yüzden TT hizmetleri yeni hatlar ve güzergahlar açılarak geliştirilmeli ve kişilere ulaşım sırasında kullanabilecekleri alternatifler sunulmalıdır. Bu yöntemle birlikte mevcut TT sistemlerine yeni rotalar eklenerek ya da TT hizmetleri tüm kenti kapsayacak şekilde yaygınlaştırılarak uygulanabilmektedir. Aynı zamanda özellikle işgücünün yoğun olduğu bölgelerde yoğunluğa göre kişilerin konforunu ve güvenliğini sağlayacak şekilde etkin bir TT hizmeti sunulmalıdır.

TT hizmetlerinin etkinliğini artırmak için ikinci uygulanabilecek yöntem mevcut hat ve güzergahlar geliştirilmesidir. Bilet fiyatlarında indirimler yapmak, taşıt bekleme sürelerini kısaltmak ve TT araçlarıyla yapılan seyahat sürelerinin kısaltmak bu gelişmeye katkı sağlayacak önemli unsurlardır. Taşıt hareket saatlerini tekrar düzenleyerek ve kalkış sürelerini kısaltarak bekleme sürelerinde azalmaya katkı sağlayabiliriz. Seyahat sürelerini kısaltmak için ise TT araçlarına trafik akışında öncelik verebiliriz. TT hizmetlerinin etkinliğinin artırılması için uygulanabilecek yöntemlerden üçüncüsü ise mevcut hat ve güzergahların desteklenmesidir. TT sistemlerinin cazip hale getirilmesi için ' Park et ve git ' uygulaması en çok kullanılan ve etkin olan uygulamalardan biridir. Bu uygulamada taşıtların kullanıcıları TT merkezlerinde bulunan park alanlarına taşıtlarını ücretsiz bir şekilde park ettikten sonra TT hizmetlerinden ücretsiz ya da çok düşük bir ücretle faydalanabilmektedirler. TT ulaşamadığı noktalarda taksinin TT olarak kullanımı da etkin bir uygulamadır. Sabit bir taksi ücreti ile TT merkezlerine ulaşılmaktadır.

TT hizmetlerinin etkinliğini artıran dördüncü yöntem ise TT hizmetlerinin pazarlanmasının iyi bir şekilde yapılmasıdır. TT hizmetlerinin kullanışlı bir yapıda olması gerekmektedir. Konfor olarak ve güvenlik olarak kişi TT sistemlerinde rahat etmelidir.

TT sistemleri ile yapacağı seyahatlerde bilgilere ulaşabilmeleri de bu anlamda önem taşır. Bu konuyla ilgili olarak akıllı teknolojilerin kullanımını artırıp TT pazarlanmasında önemli bir araç olarak teknolojiden faydalanabiliriz. Kişilere özel araçların çevreye verdiği zararları teknolojiyi de kullanarak anlatmak ve TT sistemlerine özendirmek mümkündür.

4. METODOLOJİ

4.1. Veri Kalitesi Değerlendirmesi

Veri işlemedeki en önemli adımlardan biri veri temizleme ve filtrelemedir, çünkü bir işlemdeki herhangi bir sorun bir yolcunun yolculuk zincirini oluştururken hataya yol açabilir. Veriler, doğası gereği genellikle sistem arızasından veya insanların yaptığı hatalı işlemlerden kaynaklanan bazı hataları içermektedir. Esas olarak GPS kaynaklı hatalar, bir işlem ile bir hizmet arasındaki uyumsuzluk ve sürücü hatalarıdır. Genel olarak, Akıllı Kart sistemlerinden oluşturulan veri kümelerinde genellikle yazılım, donanım ve kullanıcılarından kaynaklanabilecek bazı hatalar bulunur. Yazılım sorunları, sistemdeki "hataları", eksik gereksinimleri ve zaman senkronizasyonunu içerebilir. Donanım sorunları arasında GPS sisteminden gelen yanlış konum bilgileri ve bozuk okuyucular veya akıllı kartlar olabilir. Kullanıcı sorunları arasında paylaşılan kartlar, başarısız olan açma / kapama ve kayıp kartlar bulunur. Veri kalitesi değerlendirme prosedüründe aşağıdaki aşamalar uygulanmıştır:

Seviye 1. Akıllı kart verilerinde genel veri sürekliliğini kontrol etme

Bu aşamada akıllı kart verileri satır verilerindeki eksik satır ve sütunlar açısından kontrol edilmiştir. Örneğin her araç, her hat vb. için verinin mevcudiyeti kontrol edildi. Ayrıca günler ve aylar arasında veri sürekliliğini arayan bir tutarlılık kontrolü uygulandı. Mevsimsellik örüntüleri araştırılmış, döngüsel davranışın varlığı incelenmiştir.

• Seviye 2: Akıllı kart verileri için eksik veri algılama

Bu aşamada, satır verilerindeki eksik hücreler kontrol edildi. Literatür ve yaygın uygulamalara dayalı olarak, eksik değerleri tespit etmek için bazı filtreler oluşturulur. Veri özelliklerine göre, eksik değerler NaN, NULL, değer yok ve NA'dır. Ayrıca verinin enlem ve boylam gibi bazı bölümlerinde sıfır değerleri kabul edilemez. Veri temizleme filtreleri, R dilinde yazılmış kodlar aracılığıyla uygulanır. Filtrelerin listesi Tablo 10'da sunulmuştur: (not: i = İşlem numarası ve DCF = Veri Temizleme Filtresi).

Tablo 10. Eksik veri tespiti için filtrelerin listesi

Filter Name	Filter	Filter Name	Filter
DCF_MissX: Filter missing values of X (LATITUDE)	For a transaction "i" If "xi" is "Missing or 0" DCF_MissX = 1 Otherwise DCF_MissX = 0	**DCF_MissCID** Filter missing values of CID (Smart Card Serial Number)	For a transaction "i" If "$cidi \neq$ 32 character" DCF_MissCID = 1 Otherwise DCF_MissCID = 0
DCF_MissY: Filter missing values of Y (Longitude)	For a transaction "i" If "yi" is "Missing or 0" DCF_MissY = 1 Otherwise DCF_MissY = 0	**DCF_MissCT:** Filter missing values of CT (Smart Card Ticket Type)	For a transaction "i" If "cti" is "Missing" DCF_MissCT = 1 Otherwise DCF_MissCT = 0
DCF_MissXY: Filter missing values of X and Y (Latitude, Longitude	For a transaction "i" If "xi" and "yi" is "Missing or 0" DCF_MissXY = 1 Otherwise DCF_MissXY = 0	**DCF_MissLID:** Filter missing values of LID (Service Line Identification Number)	For a transaction "i" If "$lidi$" is "Missing or 0" DCF_MissLID = 1 Otherwise DCF_MissLID = 0
DCF_MissVID: Filter missing values of VID (Vehicle ID	For a transaction "i" If "$vidi$" is "Missing or 0" DCF_MissVID = 1 Otherwise DCF_MissVID = 0	**DCF_MissTS:** Filter missing values of TS (TIMESTAMP)	For a transaction "i" If "tsi" is "Missing or 0" DCF_MissTS = 1 Otherwise DCF_MissTS = 0

Örneğin;

* Filter missing values of X => Eksik X değerlerini filtrele

* For a transaction "i"

If "xi" is "Missing or 0"

DCF_MissX = 1

Otherwise

DCF_MissX = 0

=>

"i" işlemi için

"xi" "Eksik veya 0" ise

DCF_MissX = 1

Aksi takdirde

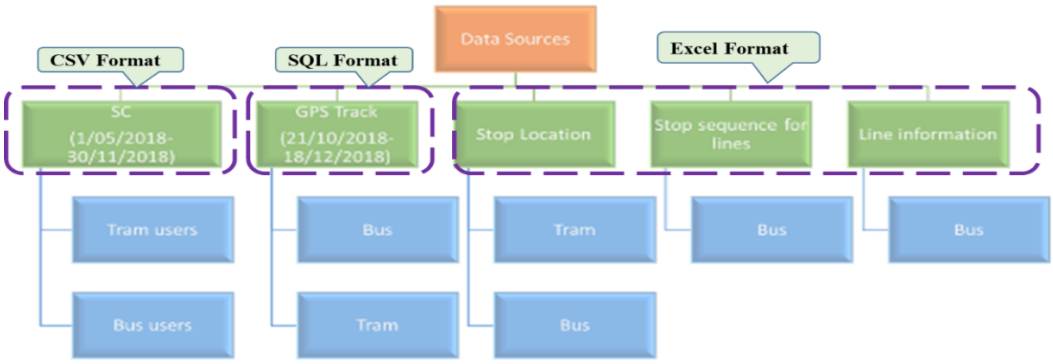
DCF_MissX = 0

Seviye 3: Veri tutarlılığı kontrolü

Bu aşama, mevcut verilerin tutarlılığını araştırmayı ve otobüs, akıllı kart ve stop GPS verilerinin kalitesini ölçmeyi ve aralarındaki paralelliği analiz etmeyi amaçlamıştır. GPS verilerinin kalitesi analiz edilirken verilerde herhangi bir kesinti olup olmadığı, mekansal kalitenin başarısı ve öznitelik tabloları incelenir. Ham verilerdeki koordinatlar ArcGIS ortamında ve kepler.gl'de örtüşür ve veriler hat ve zaman bazında analiz edilir.

4.2. Veri Listeleme

Bu çalışma kapsamında 01- Mayıs-2018 ve 30-Kasım-2018 tarihleri arasında otobüs ve tramvayın akıllı kart verileri ile 21-10-2018 ve 18-12-2018 tarihleri arasında Otobüs Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) verileri Konya Belediyesinden elde edilmiştir. Aynı zamanda, durdurma bilgileri, hat durdurma sırası ve hat bilgileri verileri toplanır. Bu projede kullanılan veri yapısı, format ve kaynaklar Şekil 3'de özetlenmiştir. Tablo 11 ve Tablo 12 , SC, BGPS ve durdurma verilerinin özniteliğini göstermektedir.



Şekil 3. Projede Kullanılan Veri Yapısı, Formatı ve Kaynaklar

Tablo 11. Akıllı Kart (SC) ve BGPS Verilerinin Özellikleri

Attribute	Attribute Description	Attribute	Attribute Description
Smartcard GPS Data		***Bus Trajectory GPS Data***	
VEH_ID	Vehicle ID	*SEQUENCE_ID*	Sequence ID
TXN_TYPE	Type of Transaction from Smart Card	*PACKET_ID*	Packet ID
CARD_ID	Smart Card Serial Number	*VEH_ID*	Bus Vehicle ID
CARD_TYPE	Smart Card Ticket Type	*TIMESTAMP*	Timestamp
LATITUDE	Latitude	*SATELLITE_NUMBER*	Satellite Number
LONGITUDE	Longitude	*LATITUDE*	Latitude
TIMESTAMP	Date and Time of Smart Card Use	*LONGITUDE*	Longitude
LINE_ID	Service Line Identification Number	*HEADING*	Heading
SUB_LINE_ID	Subline Identification Number	*SPEED*	Speed (km/hour)
		LINE_ID	Service Line Identification Number
		DRIVER_NO	Driver No
		INSERT_TIMESTAMP	Insert time of GPS

Tablo 12. Attributes of Stop Information Data / Durdurma Bilgileri Verilerinin Nitelikleri

Attribute	Attribute Description
STOP_NO	Stops starting with 'T' belong to the tram (ie T30a T30d). 'a' shows Aladdin direction, 'd' shows return direction. Total number of stops = 4878
STOP_NAME	Tram and bus stop name
LATITUDE	Gives the location information of the stops. Provided in decimal format
LONGITUDE	Gives the location information of the stops. Provided in decimal format
LINE_NAME	Line Name
LINE_ID	Service Line Identification Number (LINE_ID) is used to create UNIQUE_LID. It was created as 10*LID+SLID (i.e 36-0 and 36-1 corresponded to 360 and 361)
STOP_SEQUENCE	Stop Sequence shows order of stops along the route.
DIRECTION	Direction of Line shows direction of travel (inbound versus outbound)

5. KONYA AKILLI KART VERİ DEĞERLENDİRMESİ

5.1. Konya İli Kısa Tarihçesi

Konya kenti, İç Anadolu bölgesinin ortasında; geniş ve düz bir alanda konumlanmaktadır. Yüz ölçümü olarak Türkiye'nin en büyük kentidir. Doğusunda Aksaray ile Niğde, güneydoğusunda İçel, güneyinde Karaman ile Antalya, batısında Isparta ile Afyonkarahisar, kuzeybatısında Eskişehir, kuzeyiyle kuzeydoğusunda da Ankara illeriyle çevrilidir. İl kodu 42, nüfusu 2018 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi sonuçlarına göre Konya 2,21 milyondur (7. sırada). Yüzölçümü 40.451 km² dir. Konya'da ve çevresinde yerleşik düzen, Prehistorik (tarih öncesi) çağlardan başlamaktadır. Bu çağ içinde Neolitik-Kalkolitik-Erken Bronz Çağ kültürlerini görürüz. Bu çağın iskân yeri olan höyükler, Konya il sınırları içerisinde yer almaktadır. Günümüzden yaklaşık 9.000 -7.500 yıl öncesine (Neolitik Devre) ait kalıntılar, Çatalhöyük'teki arkeolojik kazılarda gün yüzüne çıkmıştır. Bugün Konya'nın Meram ilçesinde bulunan Karahöyük'te Hitit yerleşimi görülmektedir. Yıllardır sürdürülen arkeolojik kazılar bu çağı anlatan kalıntıları vermektedir. Anadolu'da Hitit egemenliğine son veren Frigler, Trakya'dan Anadolu'ya göç etmiş kavimlerdir. Alâeddin Tepesi ile Karapınar, Gıcıkışla ve Sızma gibi yerlerden elde edilen buluntular M.Ö. VII. yüzyıla aittir. Friglerden sonra Konya (Kavania), Lidyalılar ve Büyük İskender'in istilâsına uğramıştır. Daha sonraları Anadolu'da Roma hâkimiyeti sağlanınca Konya, Iconium olarak varlığını korumuştur. (M.Ö. 25) Antakya'dan Anadolu'ya çıkan Hristiyan azizlerden St.Paul, Antiochia'ya (Yalvaç) sonra Iconium'a (Konya) gelmiştir. Bu dönemde Hatunsaray, Lystra-Derbeş, Laodica (Ladik) ve Sille önemli Bizans yerleşim yerleridir. İslâmiyetin Anadolu'da yayılması ile Bizans'a (İstanbul) Arap akınları başlamıştır. Emevîler ve Abbasîler, Konya üzerinden akınlar gerçekleştirmişlerdir.

1071 tarihinde meydana gelen Malazgirt Meydan Savaşıyla Anadolu'nun büyük bir kısmı ile birlikte Konya da Selçuklular tarafından Bizanslıların elinden alınmıştır. Konya, Kutalmışoğlu Süleyman Şah tarafından 1070'li yılların ortalarında fethedilmiş, 1080 yılında Anadolu Selçuklu Devleti'nin merkezi İznik'e nakledilmiş, I. Kılıçarslan, 1097'de başkenti Konya'ya taşımış ve Konya bu tarihten 1308'e kadar aralıksız Anadolu Selçuklu Devleti'nin başkent olarak kalmıştır (T.C. Konya Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü).

Uzun yıllar Anadolu Selçuklu Devletinin başkentliğini yapmış olan kent, 1277 yılında Karamanoğulları Beyliği yönetimine girmiş ve Fatih Sultan Mehmet'in Karamanoğlu Beyliğine son vermesi ile Osmanlı hâkimiyetine geçmiştir. Fatih Sultan Mehmet'in 1470 yılında 4'üncü eyalet olarak Karaman Eyaletini kurmasının ardından, merkezini de Konya kenti yapmıştır. 17'inci yüzyılda Karaman Eyaletinin sınırları genişlemiş, Tanzimat döneminde de ismi değişerek Konya Eyaleti adını almıştır. Osmanlı İmparatorluğu döneminde Yavuz Sultan Selim tarafından Hz. Mevlana'nın türbesi yenilenmiştir. Bununla birlikte, 2. Selim döneminde de Konya'ya birçok yatırımlar gerçekleştirilmiştir. 2.Abdülhamit döneminde Konya kentine demiryolu kazandırılmıştır.

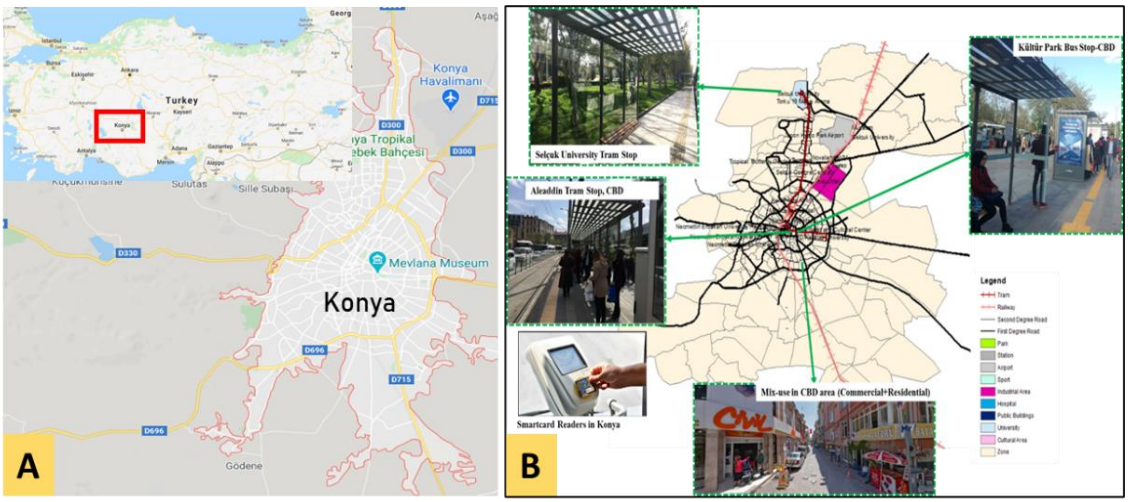
Özellikle 1901 yılında Avlonyalı Ferit Paşa'nın Konya'ya vali olarak tayin edilmesi ile birlikte kentin gelişmesi hızla yükselişe geçmiştir. 1.Dünya savaşının ardından çok kısa bir süre İtalyan işgaline uğrayan şehir bunun haricinde herhangi bir yabancı ülke işgaline maruz kalmamıştır. Konya'nın ticaret sektörü, coğrafi konumu sebebiyle eski zamanlardan beri gelişmiş olup, Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde de önemli kervan yollarının geçtiği bir il olarak yoğun ticari faaliyetlere sahne olmuştur.

Günümüzde Konya, 40.451 km²'lik yüzölçümü ve 2 milyon üzerindeki nüfusu ile Türkiye Cumhuriyeti'nin önemli şehirlerinden birisidir. 1989 yılında büyükşehir statüsüne sahip olmuştur. Selçuklu, Meram ve Karatay merkez ilçeleri ile gelişmesine devam etmektedir.

5.2. Konya İli Toplu Taşıma Hizmetleri

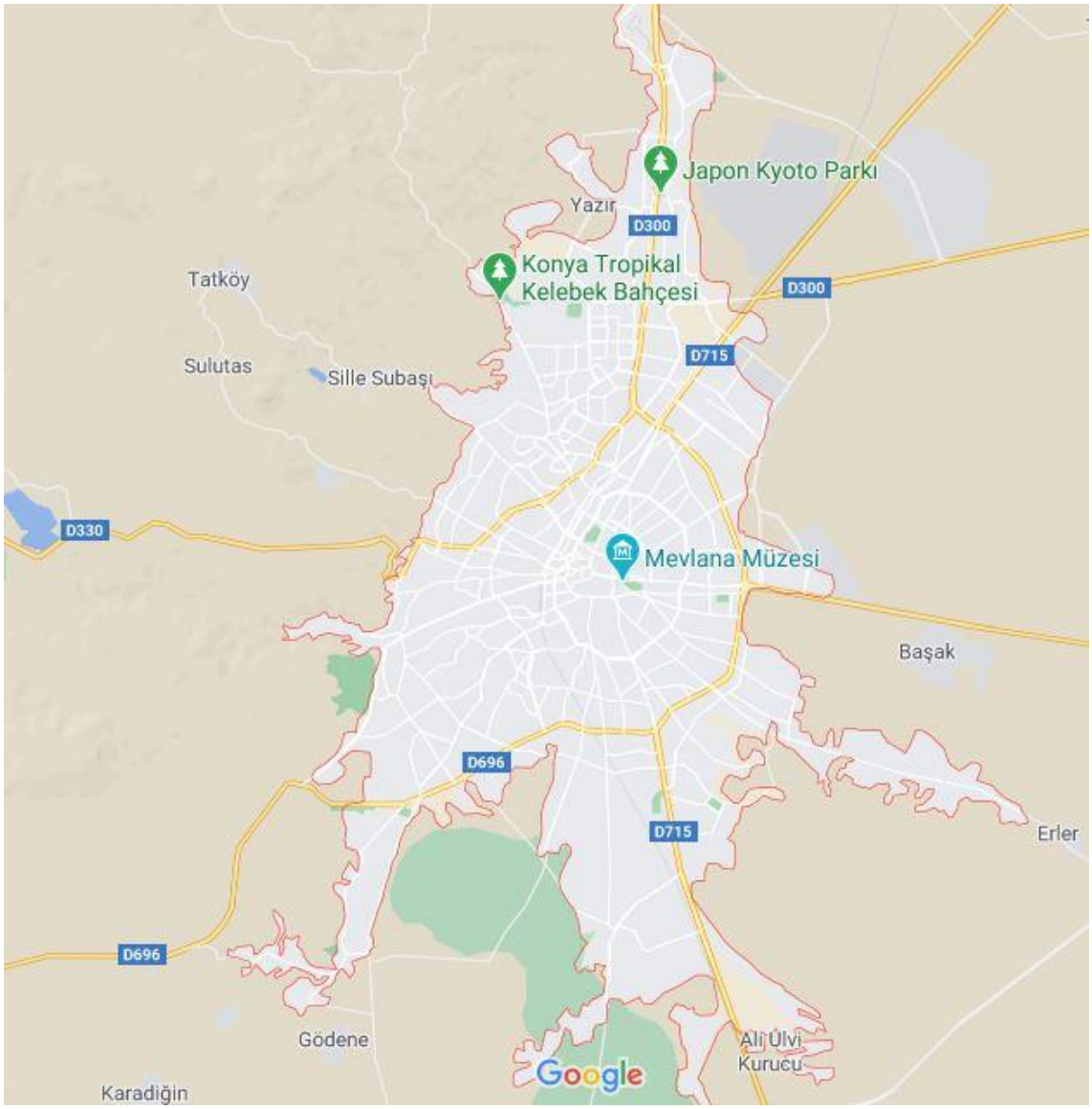
Konya, nüfus büyüklüğü bakımından Türkiye'nin en büyük illerinden biridir. 2018 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi sonuçlarına göre Konya 2,21 milyonluk nüfusa sahip (7. sırada). Konya'nın nüfus yoğunluğu km^2 başına 57 kişidir. TT hizmetleri esas olarak tramvay ve halk otobüsü hizmetlerini içermektedir; Ayrıca, para-transit alternatifi olan minibüsler (Dolmuş), taksiler ve iş ve okul servisleri, önemli miktarda ortak yolculuk talebine hizmet etmektedir. Şu anda 2 tramvay hattı ve 280 otobüs hattı ve toplamda 4878 durağı bulunmaktadır. İlk tramvay hattında (Merkezi İş Alanlarını, MİA'yı Selçuk Üniversitesi'ne bağlayan) 35 durak bulunurken, ikinci hat (MİA'yı Konya Adliyesi'ne bağlayan) 9 duraktan oluşuyor. Tramvay sistemi tek yön seferde 12000 yolcu kapasiteli 112 tramvay ile hizmet vermektedir. Gün içerisinde yaklaşık 750 aracın hizmet verdiği 280 otobüs hattı bulunmaktadır. Otobüs hatlarının 106'sı kentsel bölgelere, 174'ü ise

banliyö bölgelerine hizmet veriyor. Şekil 4 Konya kentsel bölgesini ve ulaşım ağını göstermektedir.



Şekil 4. Konya Kent Bölgesi ve Ulaşım Ağı

Kentin ana gelişme yönü, şehrin en uç kuzey tarafında yer alan Selçuk Üniversitesi Kampüsü'ne doğrudur. Kent geliştikçe yeni alışveriş merkezleri, parklar ve yerleşim alanları bu kuzey ekseni boyunca yer almaktadır.



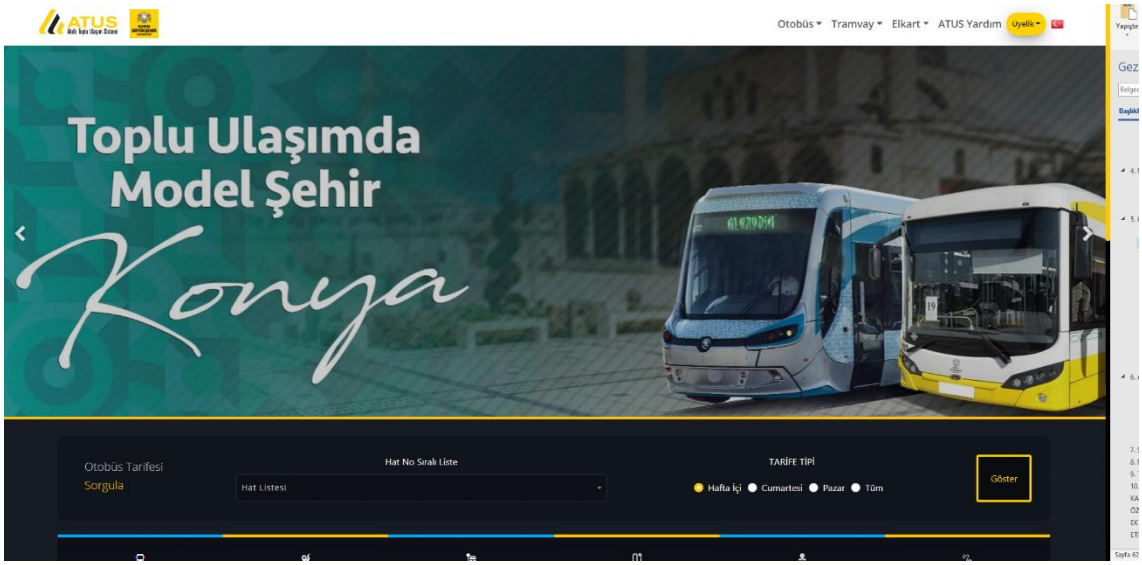
Şekil 5. Güncel Konya Google Map Görüntüsü

Konya'da toplu ulaşım ihtiyaçları Konya Büyükşehir Belediyesi hizmetleri kapsamında tramvay, otobüs ve minibüs ile karşılanmaktadır. Üniversite eğitim döneminde kuzey tramvay aksı ve güneybatı otobüs hatları yoğun olarak kullanılmaktadır. Sezon boyunca tramvay için günlük yolcu sayısı 90 bin kişi olarak tespit edilmiştir. Akıllı Kart sistemi (Elkart) durak bazında detaylı günlük yolcu sayılarını bize verir. TT altyapısı bakımından Konya'nın kuzey aksında tramvay kullanımı ve minibüs kullanımı hakimken, kuzeyde hareket eden otobüs hatları bulunmaktadır. Otobüs ve minibüs hareketliliği de şehir merkezinde yoğunlaşmakta ve Konya'da şehir merkezi trafiği bu hareketlilikten ciddi

şekilde etkilenmektedir. Otobüs hatları incelendiğinde kuzey aksında ağırlıklı olarak kullanımı tercih edilen tramvay hattı ile paralel hareket etmekte olan otobüs hat güzergahları görülmektedir. Kent planlaması açısından kentin en aktif ekseni kuzey eksenidir. Bu aksta yüksek yoğunluğa sahip yeni yapılan konutlar ve ikinci şehir merkezinin oluşturulduğu alanlar bulunmaktadır. Kuzey ekseninde yer alan önemli yerler Konya Otogarı, Selçuklu Belediyesi, Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Bölgeleri, Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat Kampüsü, Beyhekim Devlet Hastanesi'dir. Yerleşim alanlarının da yoğun olarak konumlandığı kuzey ekseninde, bazı belirli alanlar haricinde ortalama kat yüksekliği dört kat ve üstüdür.

5.3. ATUS (Akıllı Toplu Taşıma Sistemi)

Bu çalışmada kullanılan durakların otobüs hatlarının vektör verileri Konya Belediyesi Toplu Taşıma İşletme Müdürlüğü tarafından verilmiştir. Departman, otobüs hatları ve otobüs durakları hakkında bazı bilgileri ATUS (Akıllı Toplu Taşıma Sistemi) adı verilen bir web sayfası üzerinden sağlamaktadır. ATUS, hatlar için otobüs kalkış saatlerini sağlamakta, ancak web sayfalarında otobüs durağına dayalı bir tarife bilgisi bulunmamaktadır.



Şekil 6. ATUS Web Sayfası

ATUS, TT kullanan kişilere kolaylık sağlaması amacıyla Konya Büyükşehir Belediyesi tarafından geliştirilmiş Akıllı Toplu Ulaşım Sistemi'dir.

ATUS'un Sayesinde;

- Toplu ulaşım hatlarının hangi güzergahtan geçtiği,
- Otobüs hatlarına ait sefer zamanları,
- Toplu ulaşım aracının beklenen ya da belirtilen durağa tahmini olarak kaç dakika sonra geleceği,
- Belirtilen adrese en yakın olan durak bilgisi elde edilebilmektedir.

Aynı zamanda mobil uygulaması da mevcuttur ve pratik bir şekilde akıllı telefonlar aracılığıyla her an erişim sağlanabilmektedir. Kullanımı ücretsizdir. Akıllı telefonu olmayan ya da telefonunda internet bağlantısı bulunmayan bireyler için ise Sms servisi hizmeti ile beklediğiniz aracın durağa tahmini olarak ne zaman geleceğinin bilgisi elde edilebilmektedir. Duraklarda bulunan ATUS etiketlerindeki kare barkodu kullanarak durağa hangi aracın tahmini ne zaman geleceği öğrenilebilir. Seyahat halinde iken, araçlarda bulunan ATUS araç ekranlarını takip ederek, aracın hangi duraklardan geçtiğini ve geçeceğini, bir sonraki durağı ve bunlar gibi seyahatle ilgili bilgiler elde edilebilmektedir.

ATUS'ta belirtilen durağa varış süreleri, benzer zaman dilimindeki trafik ve yolcu yoğunluğu gibi kriterler göz önünde bulundurularak üretilen tahmini sürelerdir. Harita üzerinde görülen araç konumları küresel konumlandırma uyduları kullanılarak elde edilen koordinatlardır. Hava şartları koordinat belirleme işlemini doğrudan etkileyeceği için zaman zaman sapmalar meydana gelebilir. Bu da ATUS'tan elde edilen bilgilerin doğruluk oranını etkileyebilmektedir. Aynı zaman da o an hat üzerinde hareket etmekte olan araçlar takip edilebilir.

Sağlanan ATUS verileri, çizgi ve nokta geometrisi nesnelerinden oluşur. GIS tabanlı bir Ağ Veri Kümesi veya yönlendirilebilir veri yolu hatlarını içeren bir LRS yoktur. Öte yandan, bu toplu taşıma ağının yönetimi için GTFS tabanlı bir otobüs durağı veya program bilgisi oluşturulmamıştır.

Akıllı Toplu Ulaşım Sistemi (ATUS) Konya Belediyesinin bilgi sisteminin 2021 verilerine göre 663 adet belediye otobüsü bulunmaktadır. 4 adet elektrikli otobüs mevcuttur.

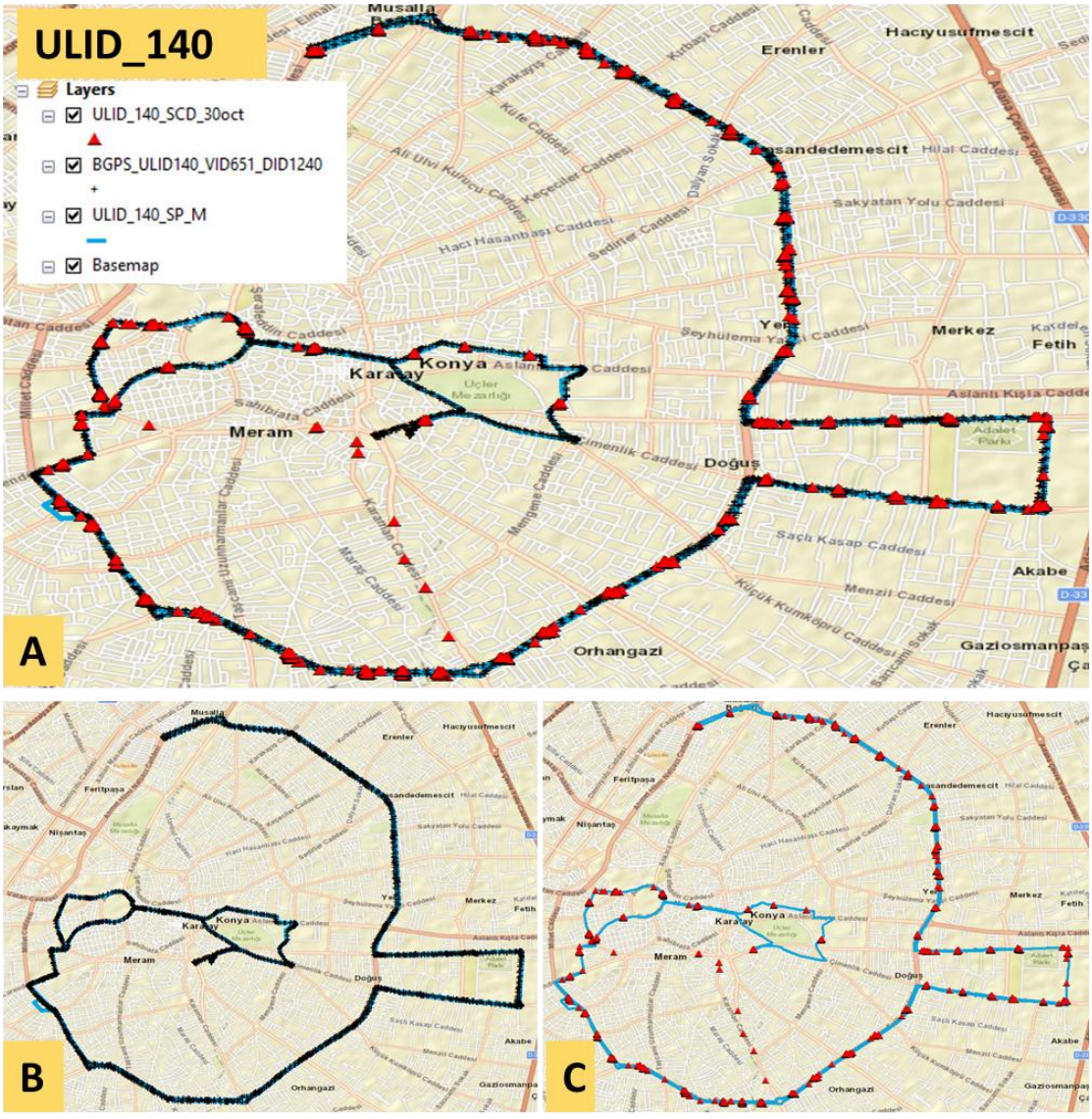
5.4. Konya'da Akıllı Kart ve Otobüs Yörünge Verileri

Konya Belediyesi, şehirdeki 160 otobüs hattı ve 5000 durak için ayrıntılı veri sağladı. Ayrıca, akıllı kart verileri ve otobüs GPS verilerini de sağladı. Şekil 7,

A) akıllı kart verilerini ve veri yolu GPS verilerini,

B) yalnızca veri yolu GPS verilerini

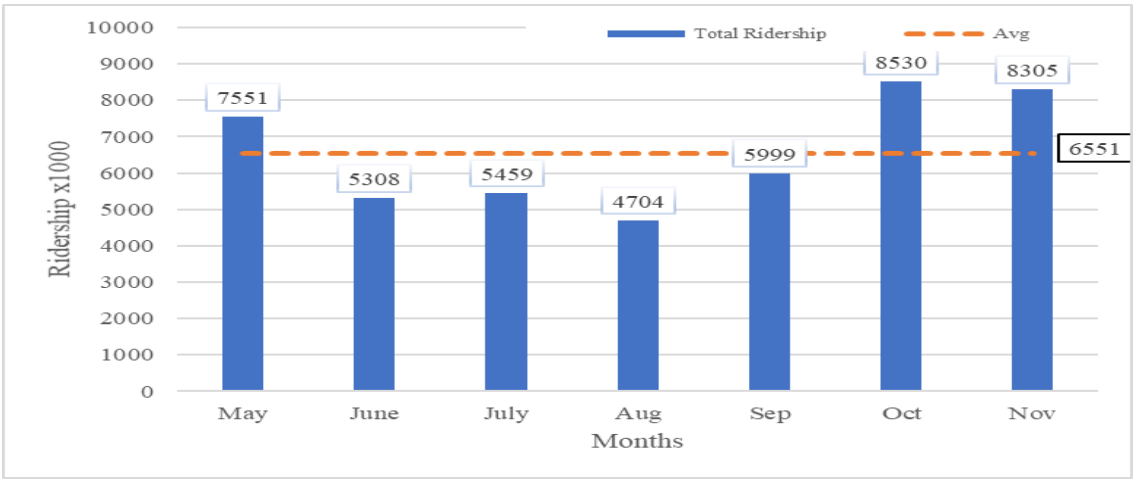
C) yalnızca ULID 140'ın akıllı kart verilerini gösterir.



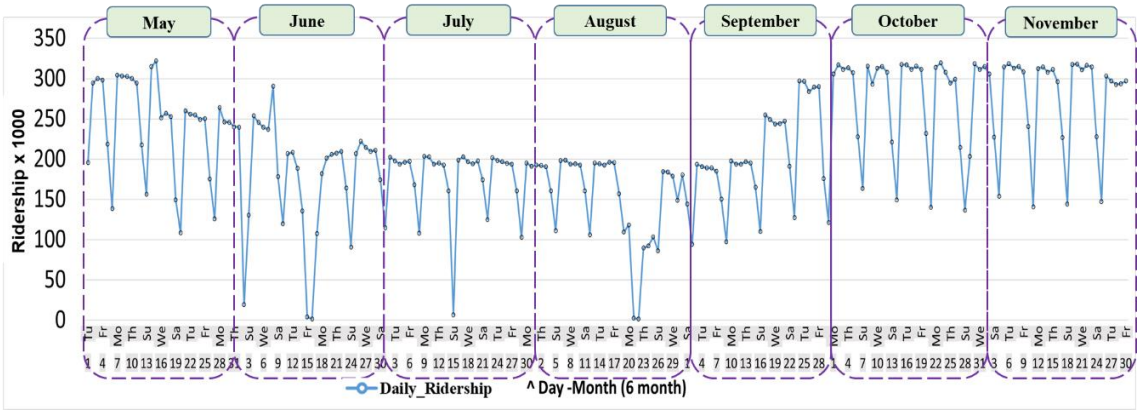
Şekil 7. A) akıllı kart verileri ve veri yolu GPS verileri B) yalnızca veri yolu GPS verileri C) yalnızca ULID 140'ın akıllı kart verileri

5.5. Toplu Taşıma Akıllı Kart Verileri için Tanımlayıcı Analizler

Akıllı Kart verileri aylık yolcu seviyeleri açısından değerlendirildiğinde, aylık ortalama yolcu sayısının yaklaşık 6,5 milyon yolcu olduğu görülmektedir (6 aylık dönem için) (Şekil 8). Bu rakamlardan da anlaşılacağı üzere en çok kullanıcı Kasım 2018'de, ardından Ekim 2018 ve Mayıs 2018'de gözleniyor. Yaz aylarında toplam kullanıcı sayısının azaldığı görülüyor. Bu, okulların tatilini takiben, birçok vatandaşın tatil için ayrılıyor olabileceği ve sonuçta toplu taşıma kullanıcılarının sayısını etkilediği şeklinde açıklanabilir. Her ay için günlük yolcu seviyeleri Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 8. Total Ridership per Month – Her Ay için Toplam Yolculuk Sayısı



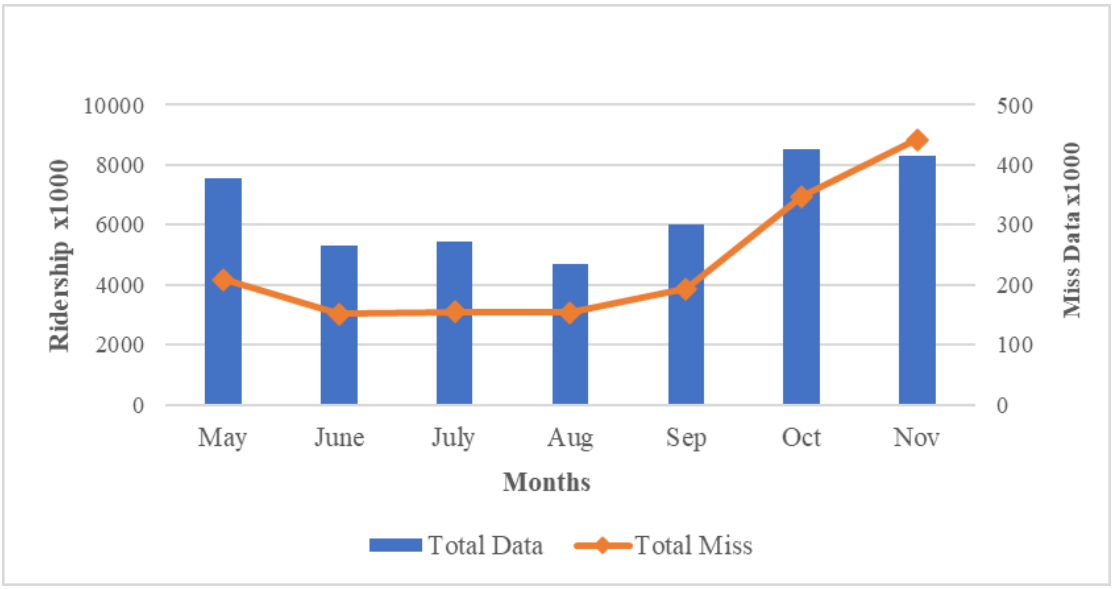
Şekil 9. Yedi Ay Boyunca Günlük Yolculuk Seviyeleri

5.6. Akıllı Kart Kayıp Verileri

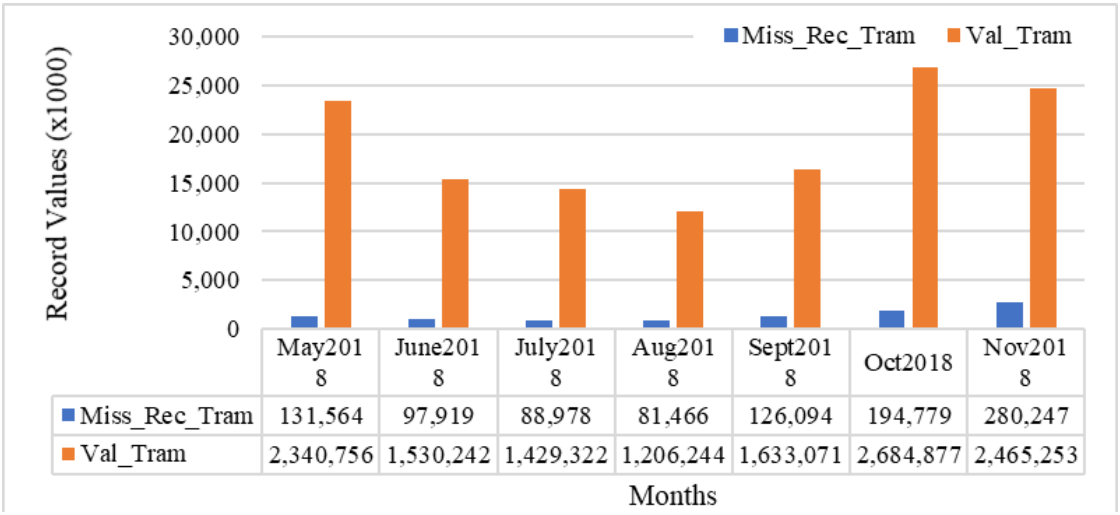
Aylık akıllı kart verilerine veri temizleme filtreleri uygulandığında, eksik verilerin sadece enlem ve boylam bilgilerinden kaynaklandığı görülmüştür. Ancak bazı durumlarda, verilerde yalnızca X veya yalnızca Y eksik giriş olduğu tespit edilmiştir. Tablo 13, veri temizleme filtre sonuçlarının aylık dağılımını göstermektedir. Şekil 10, her ay için toplam yolcu seviyelerine kıyasla eksik verilerin dağılımını gösterirken, Şekil 11, tramvay yolcu seviyeleri için eksik verileri göstermektedir. Her ayın günlerine ait kayıp veri dağılımı Şekil 12'deki Şekillerde verilmiştir.

Tablo 13. Her Ay İçin Kayp Data Verileri

	May2018	**June2018**	**July2018**	**Aug2018**	**Sep2018**	**Oct2018**	**Nov2018**
Total Data	7550851	5307566	5459226	4703746	5999463	8529641	8304899
DCF_MissX	0	0	0	1	1	1	1
DCF_MissY	35	18	16	12	27	50	33
DCF_MissXY	208335	151842	155221	153744	193471	345910	442353
DCF_MissVID	0	0	0	0	0	0	0
DCF_MissCID	0	0	0	0	0	0	0
DCF_MissCT	0	0	0	0	0	0	0
DCF_MissLID	0	0	0	0	0	0	0
DCF_MissTS	0	0	0	0	0	0	0
Total Miss%	2,76%	2,86%	2,84%	3,27%	3,23%	4,07%	5,33%
Total Miss	208370	151860	155237	153757	193499	346961	442387

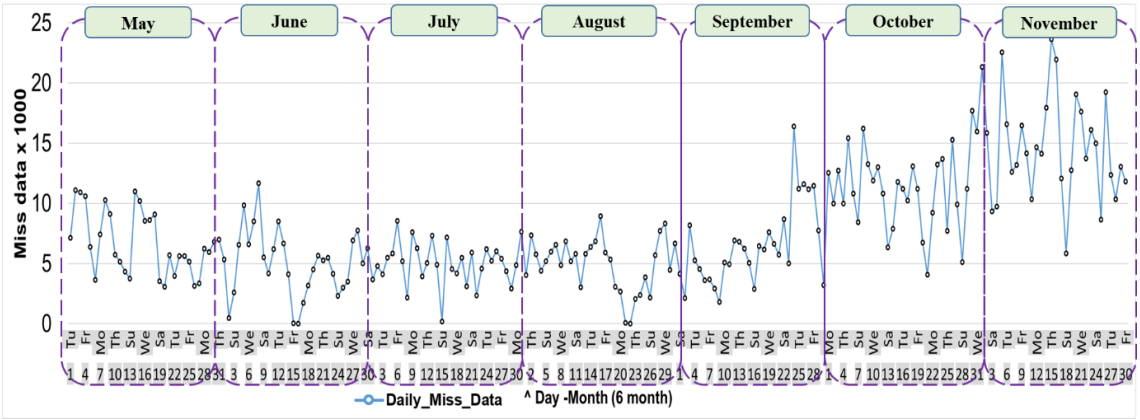


Şekil 10. Total Missing Data Compared to Monthly Ridership Values



	May2018	June2018	July2018	Aug2018	Sept2018	Oct2018	Nov2018
Miss_Rec_Tram	131,564	97,919	88,978	81,466	126,094	194,779	280,247
Val_Tram	2,340,756	1,530,242	1,429,322	1,206,244	1,633,071	2,684,877	2,465,253

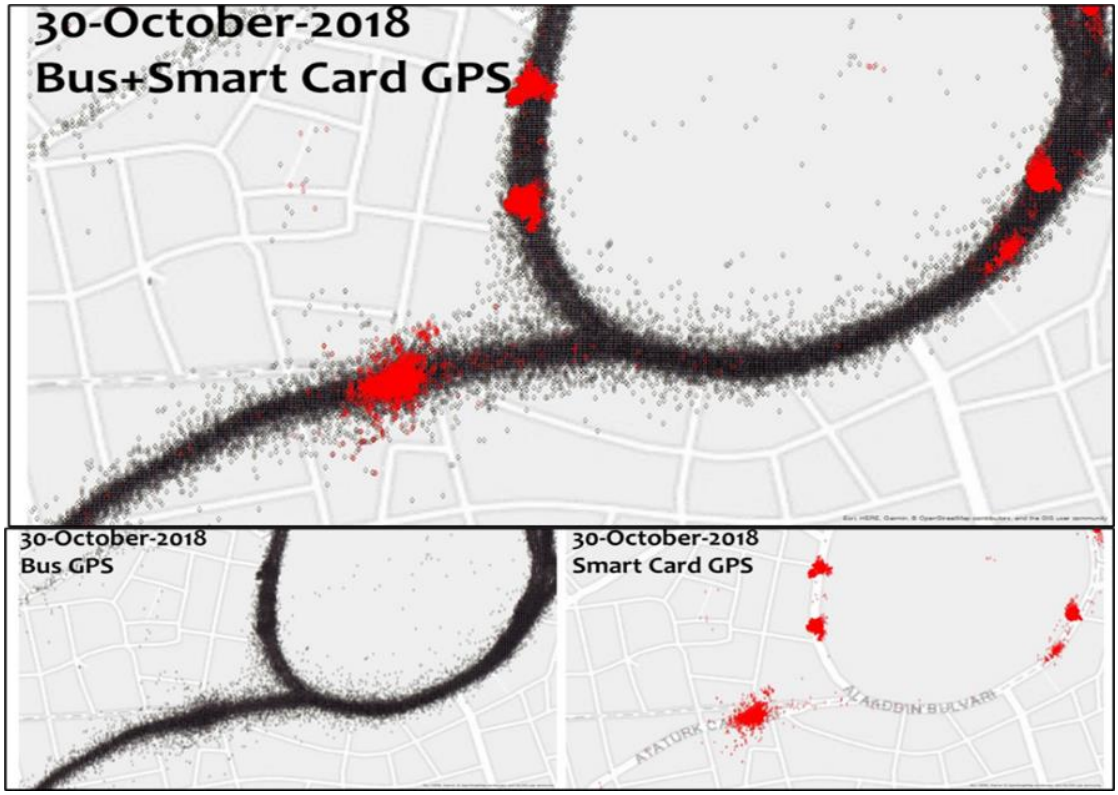
Şekil 11. Total Missing Data Compared to Monthly Tram Ridership Values



Şekil 12. Missing Data Distribution by Day for 6 Months

5.7. Otobüs ve Akıllı Kart CBS Verilerinin Dağılımı

Akıllı Kart işlem verileri CBS ortamında görselleştirildiğinde Akıllı Kart işlem noktalarının yol ve durakların etrafına dağıldığı tespit edildi. Şekil 13'de görüldüğü gibi siyah noktalar otobüs GPS verilerine, kırmızı noktalar ise akıllı kart verilerine aittir ve bu veriler binaların tepesine dağılmıştır. Otobüs GPS verileri tamamen doğru bir noktaya yönlendirilmez. Cihaz kalitesi sebebiyle 100 metreye kadar kayabilir. Ayrıca tüm GPS verilerinin otobüslerden geldiği söylenmektedir. Başka bir deyişle, akıllı kart GPS'teki koordinat bilgileri doğrudan otobüsün GPS'inden gelir.

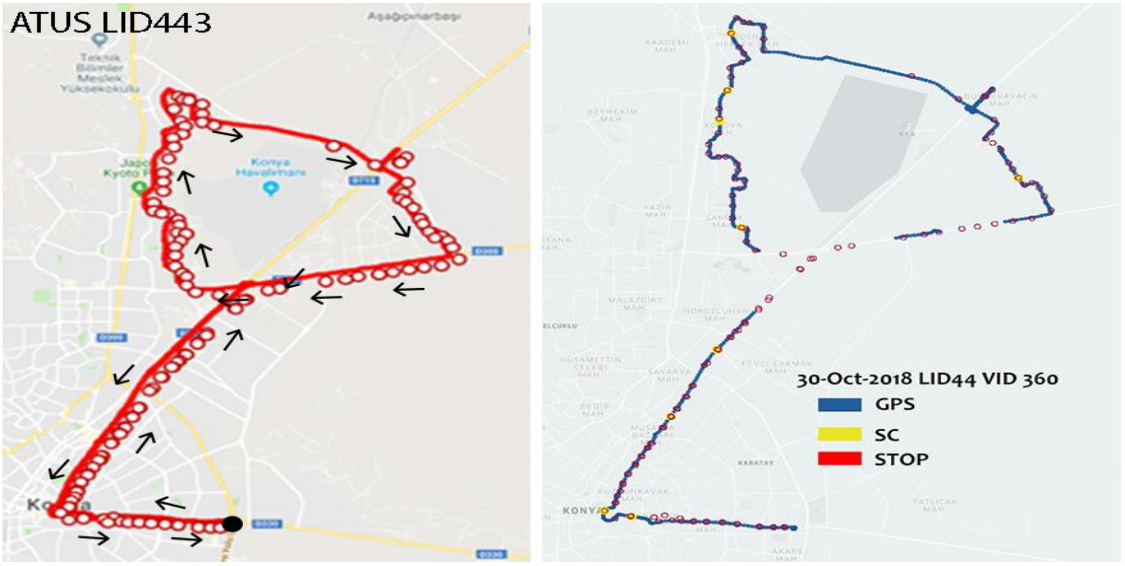


Şekil 13. Otobüs ve akıllı kart GPS verilerinin 30 Ekim 2018'deki dağılımı

5.8. Belirli Zamanlarda Kesilen Otobüs GPS Verileri

30 Ekim-2018 tarihinin tüm gezileri oluşturulmuş ve bu geziler tek tek incelenmiştir. Bu GPS verilerinde bazı zamanlarda kesintiler oldu. Şekil 14'e istinaden ULID443 güzergahı ATUS'tan alınmıştır (Konya Büyükşehir Belediyesi'ne ait otobüslerin lokasyonunu gösteren bir web sitesi). Bu rota verileri, LID44 ve VID 360'ın GPS izleme verileri ile karşılaştırılır. Sonuç olarak, araç hatta olduğunda GPS verileri bilinmeyen nedenlerle

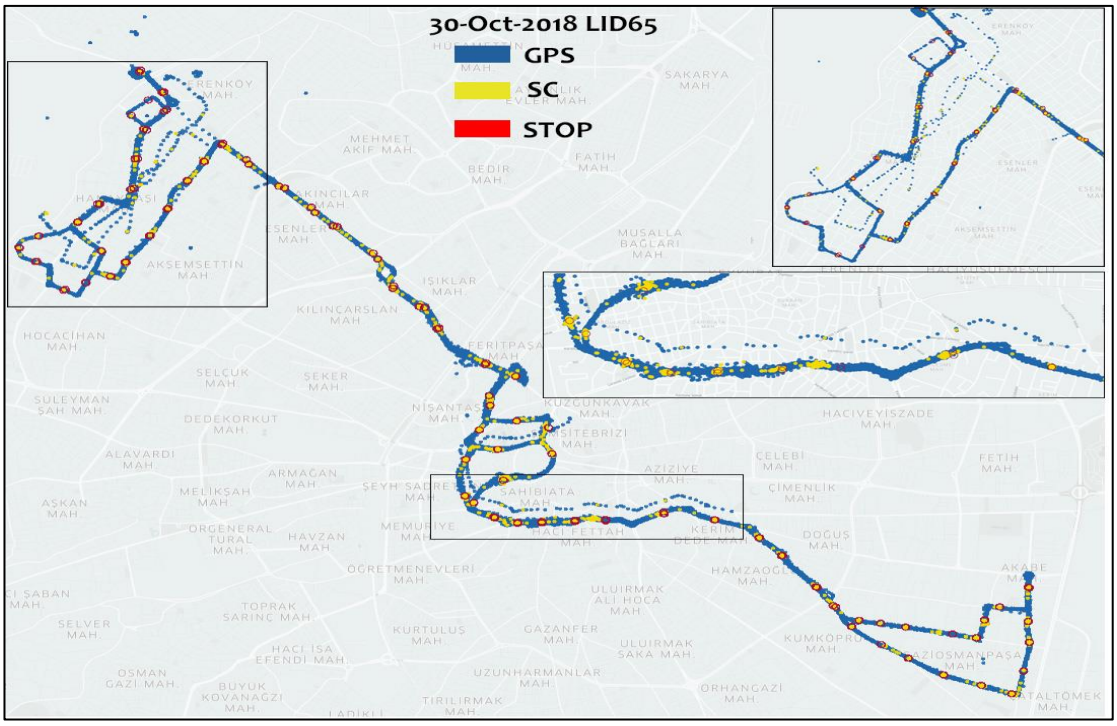
kesintiye uğrar. Sinyal almak için uydu sayısının yetersiz olması nedeniyle GPS verilerinde kesintiler olabilir.



Şekil 14. ULID443 için 30-Ekim-2018'deki GPS izleme veri kesintisi

5.9. GPS Verilerindeki Kaymalar

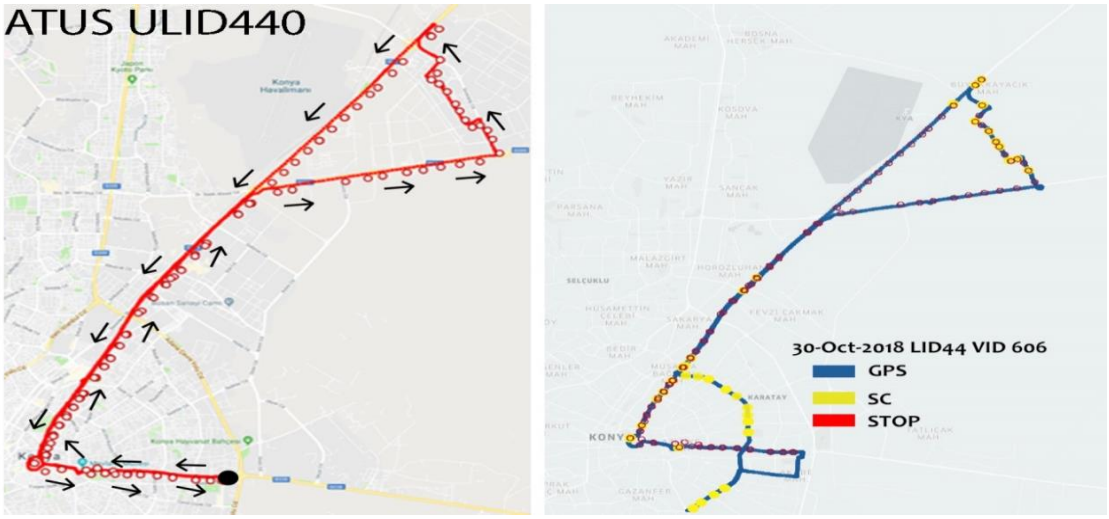
GPS verisi ve veriyolu hattı bilgisi mekansal olarak sayısallaştırıldığında, Şekil 15'de görüldüğü gibi projeksiyon sistemi bazlı hatalar tespit edilmiştir. Bu tip hatalarda genel olarak akıllı kart ve GPS verilerinde belirli bir mesafe kayması olduğu görülmüştür. Vardiyalar, farklı koordinat sistemleri izdüşümlerine göre tasarlanacak şekilde aynı modelde ve aynı mesafede idi.



Şekil 15. 30-Ekim-2018'de LID65 için GPS ve akıllı kart verilerinde kayma

5.10. Rota Dışı GPS Verileri

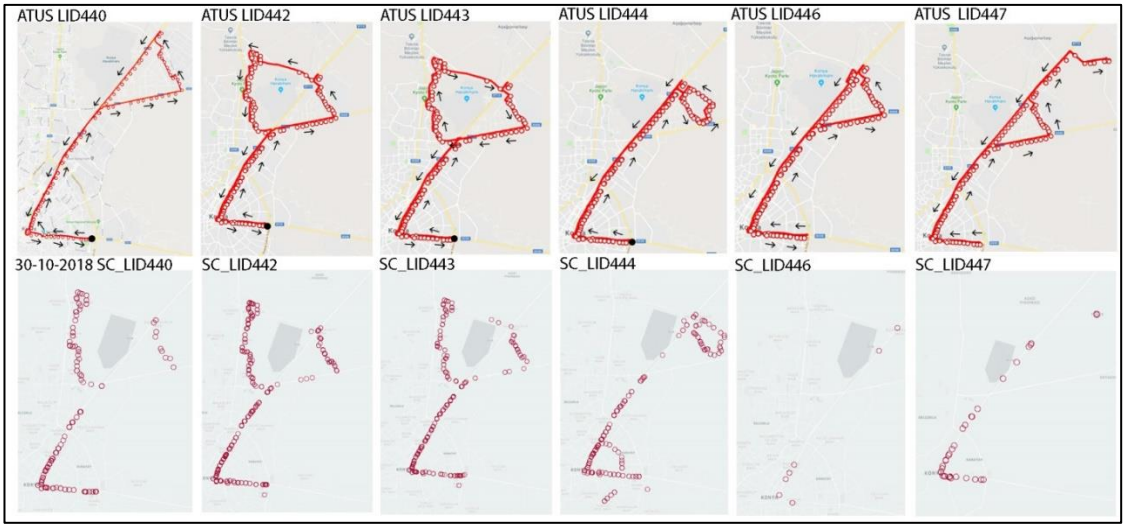
GPS izleme sisteminin çalışma prensibi, otobüs yolculuğa başladığında açılması ve sürücü tarafından yolculuğu manuel olarak bitirdiğinde kapatılmasıdır. Her otobüs benzersiz LID (ULID) için uygun rotayı takip etmelidir. Bununla birlikte, Şekil 16'da gösterildiği gibi, otobüs GPS iz verileri, çevrim dışı farklı bir rotayı takip eder ve yolcuları alır. LID44'ün rota bilgisi ATUS'tan alınmıştır ve GPS iz verilerinden aşağıdaki VID606 rotasını verir. Araç farklı bir yol izledi ve yolcu aldı.



Şekil 16. LID 44'ün hareketi (güzergah içi ve güzergah dışı)

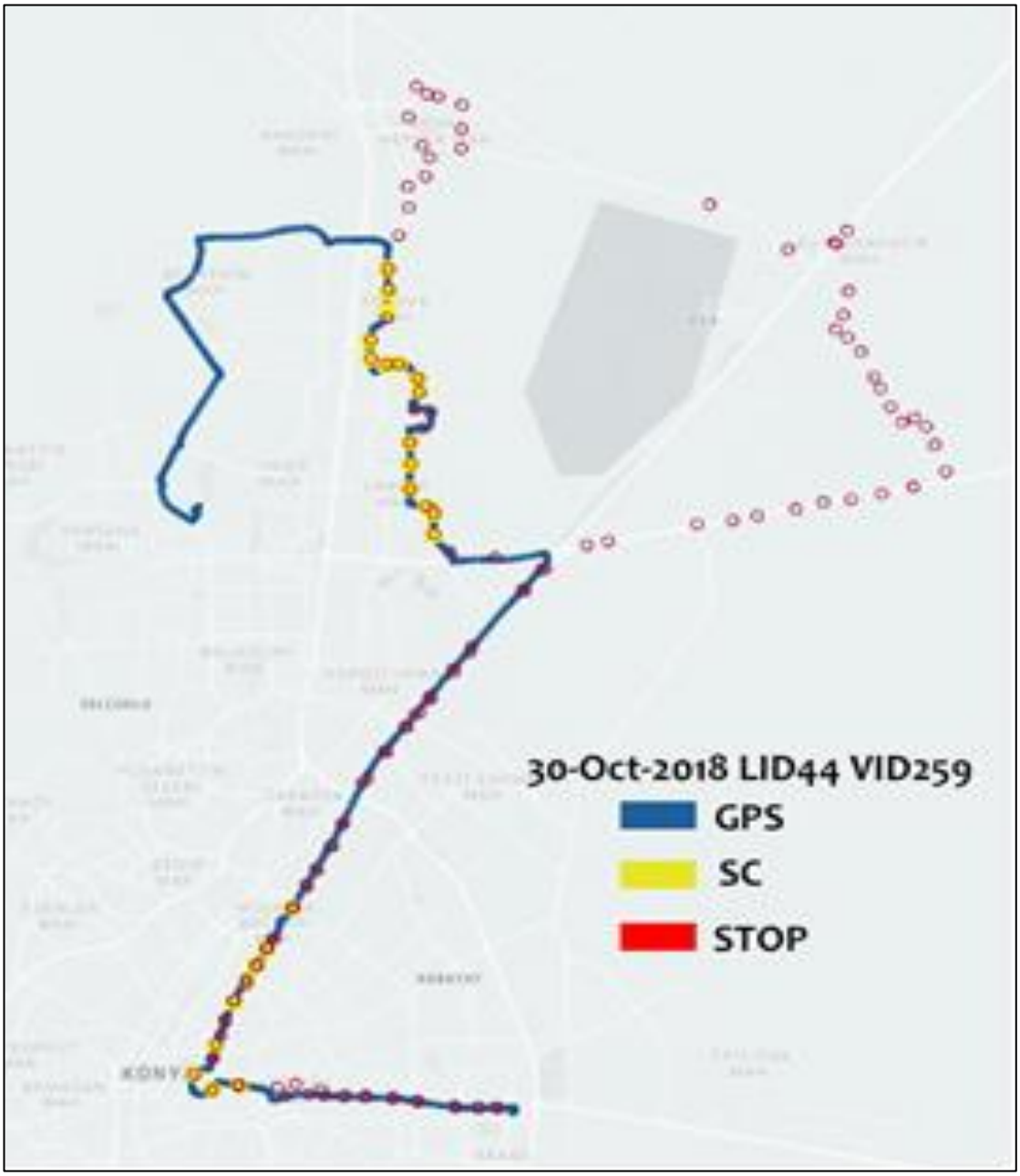
5.11. Otobüs GPS Verilerinde Alt Hat Bilgilerinin Bulunmaması

Akıllı Kart verileri hem Hat Kimliği hem de Alt Satır Kimliği içerir. Ancak, otobüs GPS izleme verilerinde yalnızca Hat Kimliği bulunur. Diğer bir deyişle, Alt Satır Kimlikleri bu verilerde ayrıca verilmemiştir. Akıllı kart verisindeki Alt Hat Kimliğinin, otobüs GPS iz verisi ile kolayca referans olarak alınabileceği planlanmış, ancak akıllı karttaki Alt Hat Kimliğinin yanlış olduğu tespit edilmiştir. Şekil 17'e bakıldığında, akıllı kart ULID440'ın rotasına uymuyor. Bu, otobüsteki Alt Hat Kimliğinin büyük olasılıkla değiştirilmesinin unutulduğunu gösterir.



Şekil 17. 30 Ekim 2018'de Farklı Hat Kimlikleri için Akıllı kart ve ATUS Yol Karşılaştırması

Bunun yanı sıra, tüm otobüs seferleri düzenli olarak gerçekleşmez. Şekil 18'de bu duruma örnek olarak LID44, VID259'lu araç incelenmiştir. Başlangıç noktasının dışında, hattın ortasından başlayan bir aracın bulunduğu görülüyor.

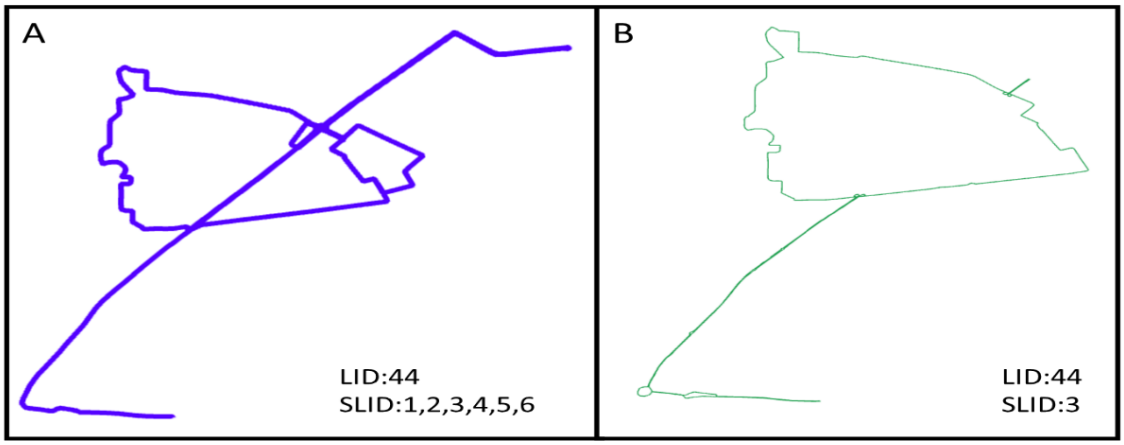


Şekil 18. 30 Ekim 2018'de LID44 ve VID259'un GPS ve akıllı kart verileri

5.12. Otobüs Güzergahı Sorunu

Sağlanan servis hattı verileri, her bir Hat Kimliği için veri yolu güzergahını içerir. Bilgi alt satırı bu veri setinde mevcut değildir. Ayrıca, her hat kimliğinin tüm mevcut yolları

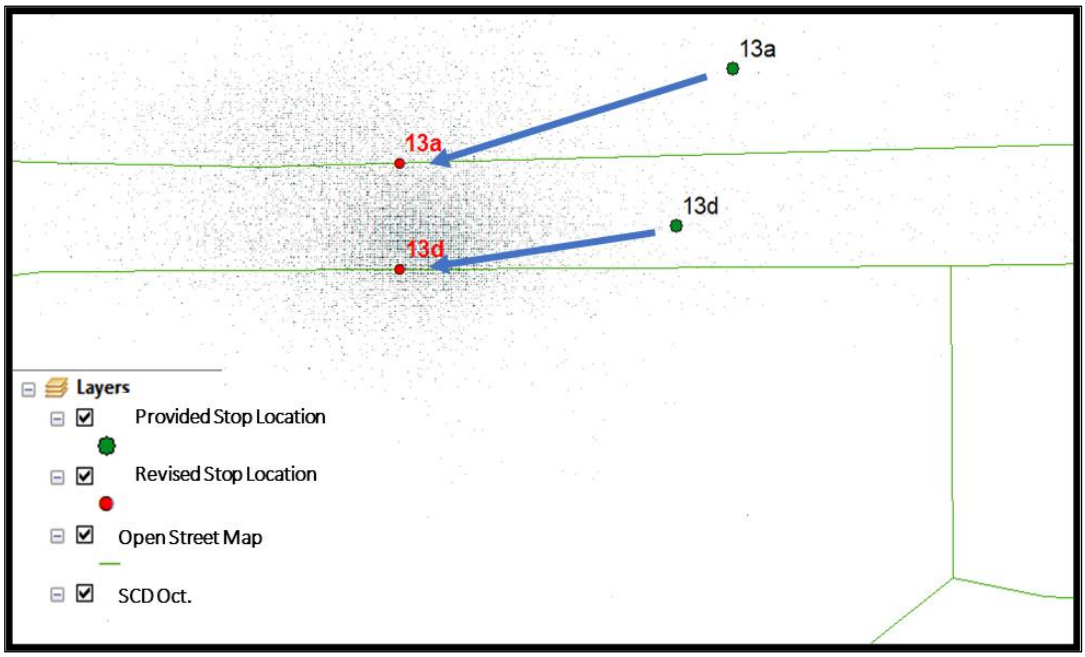
tek bir satırda birleştirildi. Benzer şekilde, bu veri seti herhangi bir yön bilgisi içermez ve tüm satırlar tek bölümlüdür. Ayrıca, uydu sinyallerinin tıkanması ya da binalar nedeniyle yansıtılmasıyla doğruluğu bozabilen otobüs GPS noktalarından türetilen hatlar nedeniyle verilerin doğruluğu bu çalışma için yeterli değildir. Şekil 19, B) ATUS'taki mevcut veri yolu hattı yolunu ve A) LID 44 için sağlanan verileri (tek bir şekil dosyasında birleştirilen satır 44'ün altı alt hat kimliği) gösterir.



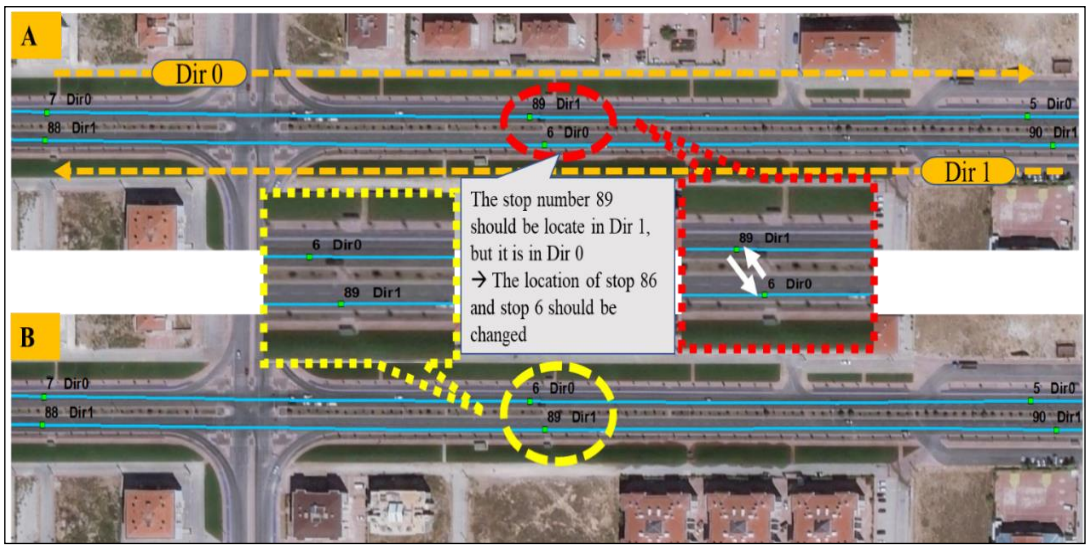
Şekil 19. A) ATUS'ta LID 44 B) ULID 443 yolu için KML dosyası sağlanmıştır

5.13. Durma Problemi

ArcGIS ortamında uydu temel haritasında akıllı kart verileriyle durma koordinatlarının kontrol edilmesi, otobüs duraklarının yaklaşık olarak gerçek bir durak konumu etrafında konumlandırıldığını gösterir. Ayrıca, her ULID'deki durma yönünün ve sırasının doğruluğu SC, BGPS verileri ve temel harita kullanılarak kontrol edilmiştir. Sıra ve yön temel harita ile eşleşmezse, duraklar doğru konuma taşınır. Şekil 21, A) yanlış yönde durmayı göstermektedir. B) Yöne ve durma sırasına göre durma yönünün düzeltilmesi. Şekil 20, sağlanan ve revize edilmiş durdurma konumunu göstermektedir.



Şekil 20. Sağlanan ve revize edilen durdurma konumu



Şekil 21. A) Yanlış yönde durma B) Yöne ve durma sırasına göre Durma yönünün düzeltilmesi

5.14. Toplu Taşıma Verilerinin Değerlendirilmesi İle Elde Edilen Sonuçlar

Sonuç olarak, Akıllı Kart ve GPS izleme verilerinin veri kalitesi incelendiğinde, veri kalitesi sorunları genellikle teknolojik / altyapı problemlerinden, insan hatalarından veya programdaki operasyonel anlık değişikliklerden vb. kaynaklanmaktadır. Sonuçlar,

toplamda yaklaşık 46 milyon veriye sahip olan 6 aylık bir akıllı kart işleminde % 4 eksik veri olduğunu göstermiştir. Eksik veri yüzdesini önemli bulunmaması sebebiyle, projenin sonraki adımlarında istatistiksel ve coğrafi analizlere dahil edilmeyeceklerdir. Veri tutarlılığı analizleri yapılmadan önce, belediye tarafından ilan edilen güzergahlara göre kentsel alanda hizmet veren otobüs hatları (160 otobüs hattı) ve durak lokasyonları dijitalleştirildi. Önemli sorunlar,

i. Farklı projeksiyon sistemlerinin kullanılması GPS güzergahında ve gerçek otobüs güzergahlarında kaymalara neden olduğu,
ii. GPS verileriyle tamamen farklı rotalara sahip olma,
iii. GPS verilerinde SLID bilgilerinin bulunmaması ve
iv. Akıllı Kart verilerinin duraklardaki dağınıklığı

olarak tespit edilmiştir.

Tablo 14'de, akıllı kart ve otobüs GPS veri setlerinin yanı sıra otobüs güzergahı ve otobüs durağı verileriyle ilgili çeşitli sorunlar özetlenmiştir. Her veri setinin belediyede farklı bir şube ile toplanması sorunlardan biridir. Bu nedenle, her veri kümesi farklı öznitelikler ve veri türleri içerir. Konya'da veri kalitesinin iyileştirilmesinin ilk aşamasında, tüm toplu taşıma verileri belediyenin bir şubesi tarafından toplanmalı ve saklanmalıdır. Bu şekilde, veriler arasındaki senkronizasyon, daha yüksek hassasiyetle daha hızlı şekilde tamamlanabilir. Ayrıca, veri setindeki sorunların ve hataların kaynağı daha doğru bir şekilde tespit edilebilir. İkinci aşamada, toplu taşıma sistemindeki GPS cihazları güncellenmeli ve ayrıca operasyonel, veri ve donanım sorunlarını en aza indirmek için düzenli olarak kontrol edilmelidir. Ayrıca, sürücülere veri kayıtlarını yapmaları düzenli olarak hatırlatılmalı ve bu konuda eğitilmelidirler. Aynı zamanda sistem verilerinde insan hatasından kaynaklı hataları azaltmak için her alanda otomatik kayıtları ve akıllı sistemlere olan önemi artırmak gerekir. Gerçek zamanlı veri izleme sistemi ile operatörler, otobüslerin doğru rotayı takip edip etmediğini kontrol edebilir ve tespit edebilir.

Tablo 14. Konya'da TT Akıllı Kart Verileri için sorunların özeti ve olası çözümleri

Sorunlar:	**Olası Nedenler**	**Olası Çözümler**
Akıllı Kart/Otobüs Verisi		
Kayıp Veri	-Uydu sinyal sorunu -Donanım sorunu -Yazılım sorunu -Veri sorunu	-Daha sağlam anten ile daha doğru GPS cihazı -Güncellenmiş donanım ve yazılım
Akıllı kart verilerindeki dağılma	-Binalardan dolayı uydu sinyalinde yaşanan yansıma -GPS cihaz doğruluğu -Operasyonel problem	-Daha sağlam anten ile daha doğru GPS cihazı
Akıllı kart verilerindeki kayma	-Farklı projeksiyon sistemlerinin kullanımı	-Belediyedeki bir şubenin özel niteliklerle ilgili bilgi toplaması
Rota dışı akıllı kart verileri	- Sürücü tarafından yanlış otobüs / tramvay hattı kimliği -Operasyonel problem -Veri sorunu	- Sürücülerin sistemi daha verimli kullanması - Gerçek zamanlı veri izleme sistemi
Akıllı kart verilerinde durma bilgisinin olmaması	-Yazılım sorunu -Veri sorunu	-Belediyedeki bir şubenin özel niteliklerle ilgili bilgi toplaması
Otobüs GPS Verisi		
Belirli Dönemlerde otobüs GPS verilerini kesme	-Yetersiz uydu sayısı -Binalardan dolayı uydu sinyali blokajı -Donanım sorunu -Yazılım sorunu	-Daha sağlam anten ile daha doğru GPS cihazı -Güncellenmiş donanım ve yazılım
Otobüs GPS verilerinde alt satır olmaması	-Yazılım sorunu -Veri sorunu	-Belediyedeki bir şubenin özel niteliklerle ilgili bilgi toplaması
Missing bus trips	-Şoför tarafından değiştirilmesinin unutulmuş olması -Donanım sorunu -Yazılım sorunu	- Sürücülerin sistemi daha verimli kullanması - Gerçek zamanlı veri izleme sistemi

Yanlış otobüs yolculuğu bilgisi	-Sürücü tarafından yanlış otobüs hattı kimliğinin girilmesi -Operasyonel problem -Veri sorunu	- Sürücülerin sistemi daha verimli kullanması - Gerçek zamanlı veri izleme sistemi
Otobüs Güzergah Verileri		
Alt hat bilgisi yok	-Tüm alt hat kimlikleri bir satır kimliğiyle birleştirildi -Veri Sorunu	-Belediyedeki bir şubenin özel niteliklerle ilgili bilgi toplaması
Rota verilerinde yanlışlık	-Doğruluğu düşük GPS verilerinden oluşturulmuştur	
Yön verisi yok		
Otobüs Durağı		
Konum bilgisi yanlışlığı	-Düşük doğruluğu olan GPS cihazı kullanımı -Farklı projeksiyon	-Belediyedeki bir şubenin özel niteliklerle ilgili bilgi toplaması -Daha sağlam anten ile daha doğru GPS cihazı -Güncellenmiş donanım ve yazılım
Yanlış Yön	-Outdate stop list -Create list manually -Data problem	

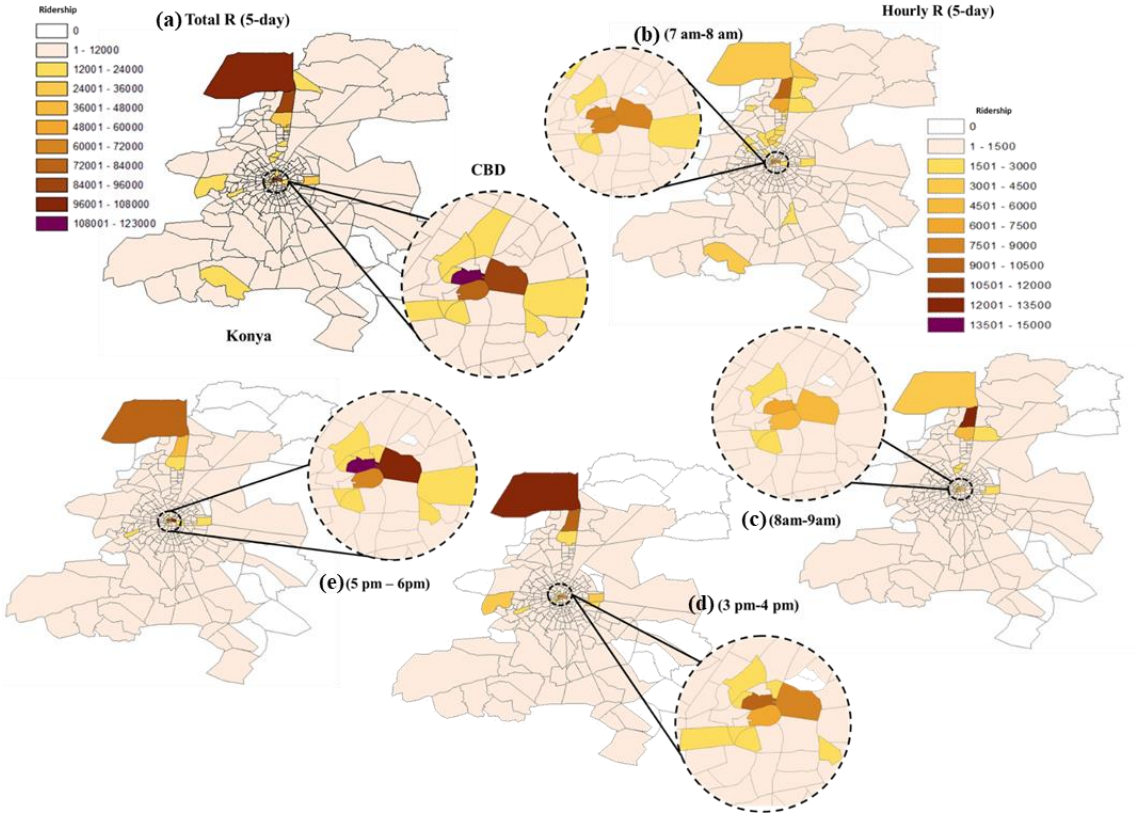
6. AKILLI KART VERİLERİ KULLANILARAK KONYA'DA TT TALEBİNİN MEKANSAL DEĞERLENDİRİLMESİ

6.1. Akıllı Kart Verileri

Akıllı Kart verileri 1 Mayıs - 30 Kasım 2018 dönemi için Konya Büyükşehir Belediyesi'nden alınmıştır. Akıllı kart verileri CSV dosya formatında aylık bölünmüş dosyalar halinde sunulur ve farklı ücret yapılarını tanımlayan Araç Kimliği, Kart tipi, Akıllı Kart Seri Numarası, Akıllı Kart Bilet Tipi, veri girişinin Enlem ve Boylamı, akıllı kart kullanım tarihi ve saati, hizmet hattı kimlik numarası ve hizmet alt hattı kimlik numarası içerir. Bu çalışma kapsamında, Ekim ayının bir haftası öğretim yılı (15-19 Ekim 2019) seçilerek vaka analizlerinde kullanılmıştır.

6.2. Toplam Yolculukta Zamansal Değişimler

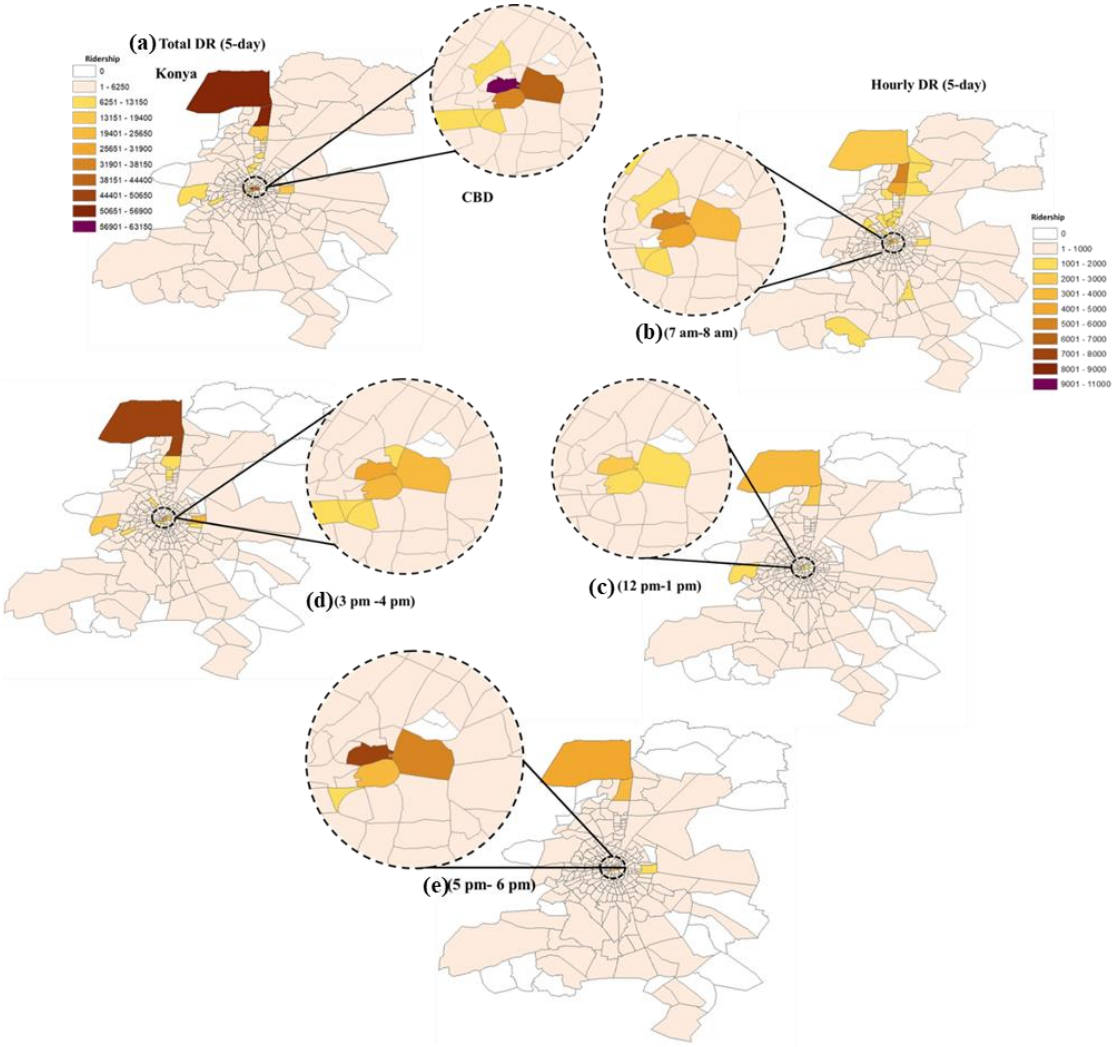
Hafta içi 5 gün boyunca toplam yolcu sayısı (R), beklendiği gibi, 75.000 seyahatin üzerindeki değerlerle (en yüksek yolcu sayısı 122.000 sefer olarak Bölge 192'de kaydedildi) MİA bölgelerinde (bkz. Şekil 22a) büyük yoğunlaşma gösterdi; 183 ve 179 bölgeleri (Selçuk Üniversitesi Kampüsü ve güney mahallesi dahil) de yaklaşık 100.000 seyahat görüldü ve bu bölgeler bazı MİA bölgelerinden daha yüksek sırada yer aldı. Bu yüksek TT talep değerlerinin, şehrin dışında bulunan kampüse, tıp fakültesine ve hastaneye ve diğer eğitim tesislerine giden yüksek sayıda kullanıcıyla ilişkili olduğu varsayılmaktadır. TT talebinin saatlik dağılımı da bu beş bölgenin öncülüğüne sahipti, ancak farklı kritik zaman dönemleriyle. Bölge 179, saat 10: 00'a kadar 9.000'den fazla sefer / saat ile 07:00 - 08:00 arasındaki toplam yolcu oranlarına liderlik ederken, Bölge 183, MİA 'daki 192 Bölgesi'nde gözlemlenen toplam TT talep oranına yakın olan saat 15: 00'ten sonra en yüksek değerlerine ulaştı. Burada, toplam yolcu verilerinin tüm akıllı kart türleriyle (tam ücret, indirimli, yaşlılar vb.) tüm seyahat işlemlerini (yani tam fiyat, transfer vb.) içeren seyahatleri içerdiği belirtilmelidir.



Şekil 22. Toplam TT yolculuklarının ve seçilen zaman aralıklarındaki dalgalanmaların mekansal dağılımı

6.3. İndirimli Yolculuklarda Zamansal Değişimler

İndirime uygun akıllı kart kullanıcılarının (çoğunlukla öğrenciler) hareketliliğinin analizi, seyahatlerine MİA 'da veya üniversite kampüsünün bulunduğu Bölge 179'da başladığını göstermiştir (bkz. Şekil 23a). Bununla birlikte, indirim gezilerinin ani akışı, okulun ve hastanenin çalışma saatlerinin sona ermesine karşılık gelen Bölge 179'da özellikle öğleden sonra 16.00-17.00 arasında gözlendi. MİA'nın doğusunda yer alan Bölge 17'de sadece 15:00 - 17:00 saatleri arasında seyahat üretim oranlarında benzer bir ani artış gözlemlendi. MİA'nın batısında yer alan ve Necmettin Erbakan Üniversitesi Kampüsünü içeren Zone 216, 15:00 - 16:00 saatleri arasında öğrenci TT talebi açısından da öne çıktı.

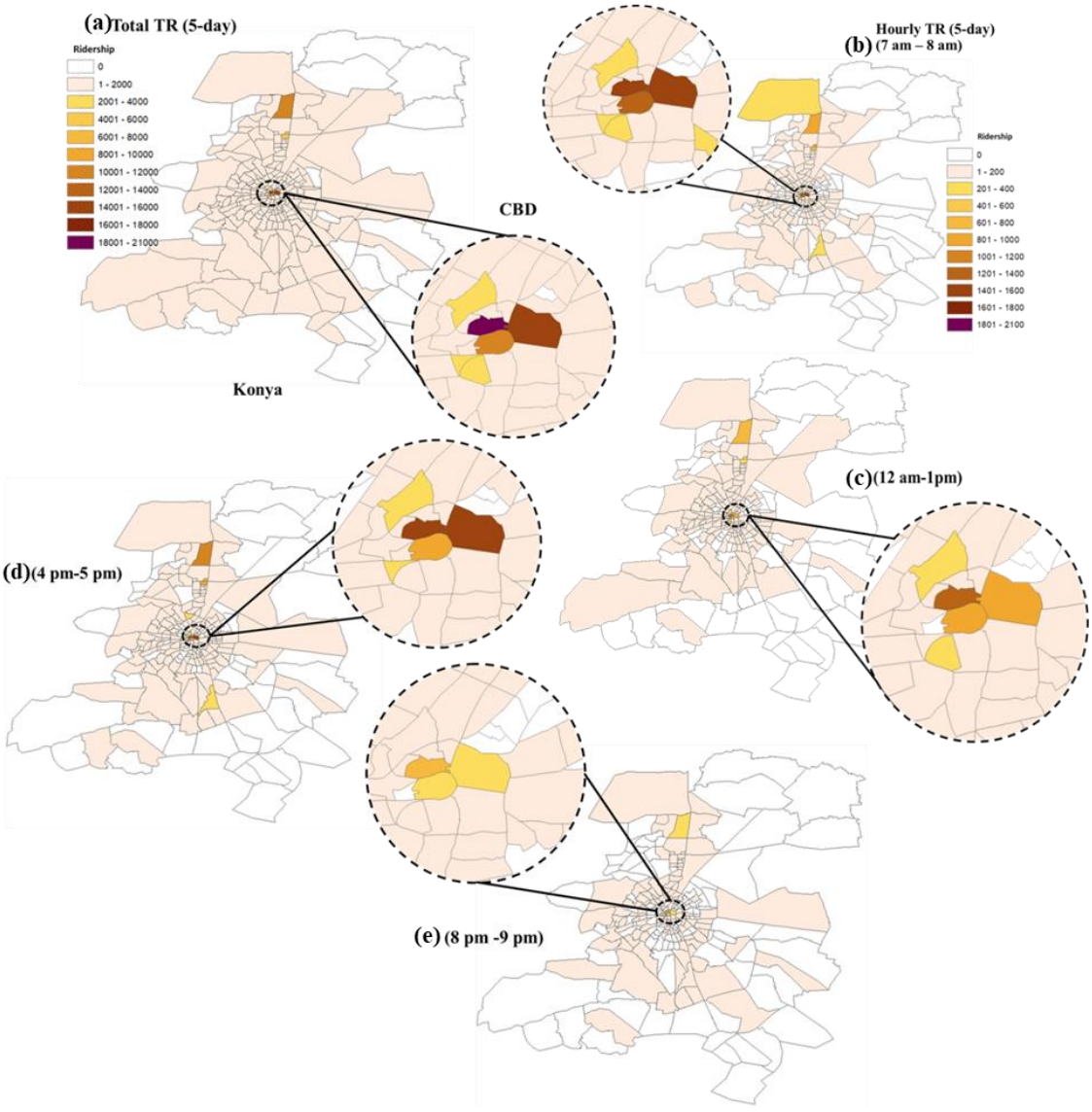


Şekil 23. Toplam TT indirim kartı kullanımının ve seçilen zaman aralıklarındaki dalgalanmaların mekansal dağılımı.

6.4. Transfer Yolculuklarındaki Zamansal Değişimler

Haftalık toplamda (hafta içi günlerde), yaklaşık 120.000 transfer gezisinden, bir MİA bölgesi olan Bölge 192 (Bkz. Şekil 24a), neredeyse 20.600 transfer seferini içeriyordu. İkinci ve üçüncü en yüksek sıralamalı bölgeler, sırasıyla yaklaşık 15.000 ve 11.600 transferle Bölge 46 ve Bölge 146'dır (ayrıca MİA 'da). Bunu toplam 5,390 transfer seferiyle 243 Bölge takip etti. TT transferlerinin saatlik gözlemi izlendiğinde, bunların% 9,3'ü 07:00 - 08:00 döneminde gözlendi (Şekil 5b), toplamda 1.300 transfer / saat'i aşan aynı ilk üç bölgenin öncülüğünde, bu transferlerin önemli bir kısmının işe gidip gelme saatlerinde yapılmış olabileceği varsayıldı. Ancak, mekansal dağılımları Selçuk Üniversitesi Kampüsünün bulunduğu şehrin kuzey kesiminde düzensiz bir kümelenme

göstermiştir. MİA'daki 192 Bölgesi, yüksek transfer oranını saat 19: 00'a kadar, saat 16: 00-17: 00 arasında 1.000 transfer / saat veya üzerinde tutarken, Bölge 179 (Selçuk Üniversitesi Kampüsünün hemen güneyinde) 1.500'e yakın bir oranla 1.200 transfer üretti. MİA bölgelerinde transfer / saat. Bölgesel arazi kullanımının analizi, bu bölgenin birçok eğitim ve sağlık tesisine sahip olduğunu, bunların her ikisinin de saat 15: 30'da biten veya değişen çalışma saatleri olduğunu göstermiştir. MİA bölgeleri ve Bölge 179, akşam 8'den sonra bile diğer birçok bölgeden daha yüksek bir transfer talebini korumuştur.

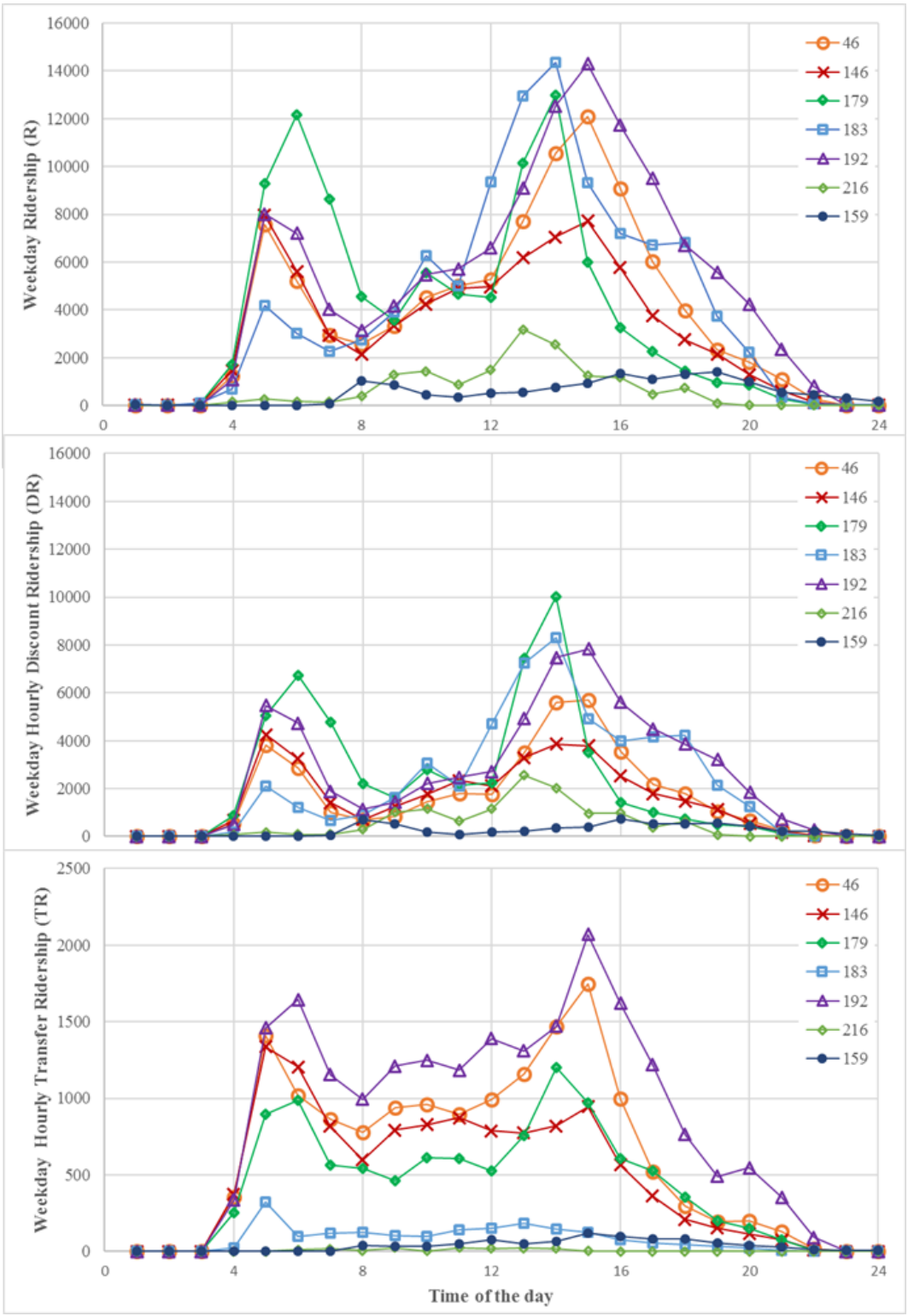


Şekil 24. Seçilen zaman aralıklarındaki toplam TT transfer eylemlerinin ve dalgalanmaların mekansal dağılımı.

6.5. Kritik Bölgelerde Seçilen Ölçülerin Günlük Profilleri

Şehirdeki tüm TT talebinin neredeyse üçte birine sahip olan Şekil 22-24'te gözlemlenen kritik 6 bölge için seçilen yolculuk önlemlerinin saatlik değişiminin değerlendirilmesi, MİA bölgelerinin kesinlikle 3 pik noktası olan bir kentsel modele sahip olduğunu göstermektedir (yüksek sabah ve akşam pikleri, nispeten daha alt seviyede bir öğle piki), ancak MİA olmayan bölgelerin bazıları kısa zaman aralıklarında bu 6 bölge ile yarışmaktadır. (bkz. Şekil 25).

Çoğu TAB özelliğini temsil eden ortalama büyüklükte bir TT talep oranıyla, çoğunlukla mesken arazi kullanımına sahip Bölge 159'un bir kontrol bölgesi de karşılaştırmalı bir değer olarak dahil edildi.



Şekil 25. Toplam, indirim ve transfer gezileri için Konya'da seçilen bölgenin TT hafta içi talep profili

7. SONUÇ

Yapılan çalışmada kent içi ulaşım sorunları alt başlıklar halinde incelenmiş ve bu sorunlara sürdürülebilir ulaşım başlığı altında gerçekleştirilebilinecek çözüm önerileri sunulmuştur.

Aynı zamanda bu çalışmada, Konya Akıllı Kart ve GPS izleme verilerinin veri kalitesi incelenmiş, veri kalitesi sorunları genellikle teknolojik / altyapı problemlerinden, insan hatalarından veya programdaki operasyonel anlık değişikliklerden vb. kaynaklandığı tespit edilmiştir. Eksik ve hatalı veriler önemli bulunmamıştır ve çalışmanın devamında istatistiki verilere dahil edilmemiştir. Bu değerlendirme sonucunda Konya'da TT Akıllı Kart Verileri için sorunların özeti ve olası çözümlerine değinilmiştir.

Akıllı Kart Verileri Kullanılarak Konya'da TT Talebinin Mekansal Değerlendirilmesi yapılmış ve yapılan çalışmanın sayesinde, metropol bölgelerde TT hizmetleri için tam otomatik bir ücret toplama sistemine sahip olmanın önemi gösterilmiştir. Yüzölçümü olarak geniş bir bölge olan Konya ilinin ulaşım hatları da geniş bir alana sahiptir. Bir çok durak ve hattı bulunmasına rağmen coğrafi kodlama sistemi ile kaydedilen akıllı kart verileri, CBS ortamında kolaylıkla görselleştirilebilen bir çok TT örüntüsü ve hareketinin değerlendirilmesini sağlamaktadır. Konya ili için üniversite kampüsleri, sağlık ve / veya eğitim tesisleri ile ilin dış mahallelerinde yer alan bazı iş alanları haricindeki bölgelerin iş alanları ile aynı düzeyde TT talebi üretebildiği ve belirli dönemlerde son derece yüksek değerlere ulaştığı görülmüştür. Yüksek değerlere ulaşılan bu periyotlarda, bu alanların çalışma programlarının başlangıç ve bitiş süreleri ile örtüştüğü görülmektedir. Günlük / haftalık toplamlar uzun vadeli planlama kararları vermek için yeterli olsa da (kentsel demiryolu yatırımları gibi), operasyonel kararları desteklemek için yaygın olarak atıfta bulunulan önlemlerin zamana bağlı versiyonlarını (filodaki otobüs sayısı, tarifelerin tasarımı, transfer yolculuklarına daha iyi hizmet vermek için otobüs hatlarının tasarımı veya belirli saatlerde ekspres servislerin tasarımı gibi) elde etmek çok önemlidir. Bu çalışmada, TT talebinin mekansal-zamansal izlemesinin önemini ve değerini vurgulamak için basit karşılaştırmalı önlemler belirtilirken, TT'ya bağlı bölgeleri belirlemek için nüfus başına yolculuk sayısı veya km^2 başına yolculuk sayısı gibi normalleştirilmiş ölçütlerle çalışmak da önemlidir.

ÖNERİLER

Konya kentinin tarihi ve kültürel miraslarının bulunduğu merkez bölgelere (Alaaddin, Mevlana vb.) kamyon, kamyonet, traktör ve iş makinelerinin girmesi yasaklanmalıdır. Girilmesi gerektiği takdirde özel izinle, resmi kurumlar tarafından denetlenerek girilmesi sağlanmalıdır. Bisiklet, TT araçlarının dışında özel otoların girişleri ücretli yapılmalıdır. Bu sayede kent merkezinde yaşanan trafik yoğunluğu azalacaktır.

Kentte hızla artış yaşanan motorlu taşıt sayısına paralel ölçüde otopark alanları tesis edilememektedir. Bu sebeple yol kenarlarına gelişigüzel park edilmelerinin yaşanması trafik yoğunluğunu ve kazaları beraberinde getirmektedir. Kent merkezinde otopark sorununun detaylı şekilde incelemesi yapıldıktan sonra sürücülerin kolay ve pratik bir şekilde park etmelerini sağlayacak, sürücüleri buna yönlendirecek yeterli sayıda otopark alanı yaratılmalıdır.

TT araçlarının yol kenarlarında yolcu indirip bindirebileceği cepler bir çok durakta oluşturulmamıştır. Oluşturulmuş olan cepleri ise TT araç sürücüleri çoğunlukla kullanmamaktadır. Bu konuda TT araç sürücüleri uyarıldıktan sonra, oluşturulmamış cepler için uygun yerler oluşturulmalıdır.

Duraklar, Akıllı Kart Sistemi ve Akıllı Ulaşım Sistemlerinde yapılacak düzenlemeler çalışmada belirtilmiştir. Bu düzenlemeler sayesinde TT sisteminin daha sistematik hale gelmesi sağlanacaktır.

Konya kenti düz bir topografik yapıya sahip olmasının da avantajıyla da bisiklet şehri olarak anılmaktadır. 550 km bisiklet yolu bulunmaktadır. Fakat yapılan bisiklet yollarına özel oto sahiplerinin gelişigüzel park etmesi, bisiklet kullanımına olan rağbeti düşürmektedir. Bu konuda sürücüler bilinçlendirilmeli, ceza ve denetimler sıklaştırılmalıdır.

Trafik yoğunluğunun en çok yaşandığı zamanlar doruk saatlerdir. Doruk saat aralıklarının azaltılması adına çok sayıda ülkede uygulanmakta olan bazı iş ve okul saatlerinin belirli aralıklarla ileri alınması bazılarının geri alınması uygulaması ile trafik yoğunluğunda önemli azalmalar meydana gelmiştir.

Günümüzde bir çok resmi kurumda işlemlerin birçoğu online olarak gerçekleştirilebilmektedir. Fakat bu avantajların yeterince duyurulmaması sebebiyle vatandaşlar en basit işlemler için dahi seyahat etmekte, resmi kurum ve kuruluşlara gidip gelmektedir. İyi bir tanıtım ve bilgilendirme ile insanların bu gibi sebepler için seyahat etmesi önlenebilir.

Konya kentine yakın zamanda yapılması planlanan metro sisteminin kentte TT taşıma kullanan insan sayısı da göz önünde bulundurulduğunda yararlı ve sürdürülebilir olup olmayacağı konusunda derinlemesine araştırmalar yapılmalı devamında yaşanabilecek olası tehlike ve trafik karmaşası için önlemler alınmalıdır.

KAYNAKLAR

AĞAOĞLU, M. N., & BAŞDEMİR, H. (2019). Şehir İçi Ulaşım Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, *8*(1), 27-36.

Akbulut, F. (2016). Kentsel Ulaşim Hizmetlerinin Planlanmasi Ve Yönetiminde Sürdürülebilir Politika Önerileri. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *11*(1), 336-355.

Aldegheishem, A., Yasmeen, H., Maryam, H., Shah, M. A., Mehmood, A., Alrajeh, N., & Song, H. (2018). Smart road traffic accidents reduction strategy based on intelligent transportation systems (tars). *Sensors*, *18*(7), 1983.

Alterkawi, M. (2006) A Computer Simulation Analysis For Optimizing Bus Stops Spacing: The case of Riyadh. Habitat International, 30: 3, s. 500-508

Alsger, A. (2016). Estimation of transit origin destination matrices using smart card fare data. University of Queensland.

Alsger, A., Mesbah, M., Ferreira, L., & Safi, H. (2015). Use of Smart Card Fare Data to Estimate Public Transport Origin-Destination Matrix. . Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board, 2535, 88–96. .

Bağırgan, N., 2001, "Karayollarında Ekonomik Kapasitenin Modellenmesi", 5. Ulastırma Kongresi Bildiriler Kitabı, 151-157, 30-31 Mayıs-1 Haziran 2001, İstanbul.

BAKIŞ, A., & Ercan, I. Ş. I. K. (2012). Bitlis Ulaşım Analizi ve Ulaşım Sorunları Çözüm Önerileri. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *1*(1), 19-33.

Benk, S. (2007). Kentiçi ulaşım sonucu oluşan negatif dışsallıklar ve önleme yolları.

Candan, S., 2003, "Kent içi Ulaşım Sistemlerinde Bütünleştirme Çözümleri ", IV. Ulaşım ve Trafik Kongresi-Sergisi Bildiriler Kitabı, 369-381, Eylül 2003, Ankara.

Chien, S., and Qin, Z. (2004) Optimization of Bus Stop Locations For İmproving Transit Accessibility. Transportation Planning and Technology, 27: 3, s. 211-227.

CİVELEKOĞLU, G., & BIYIK, Y. (2018). Ulaşım sektöründen kaynaklı karbon ayak izi değişiminin incelenmesi. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, *2*(2), 157-166.

ÇELİK, O. N., ATASAĞUN, N., & LORASOKKAY, M. A. KONYA'DA ŞEHİRİÇİ ULAŞIM VE HIZ DENETİM SİSTEMLERİ.

Dell'Olio, L., vd., (2005) A model of Cost Optimization for the Location of Bus-stop. 16th Mini - EURO Conference and 10th Meeting of EWGT.

DOĞAN, H., & ÇATALTEPE, Ö. A. (2018). Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Journal of Health and Sport Sciences*, *1*(1), 29-38.

Egresi I., Bayram, B., Kara, F., Kesik, O. A. Unlocking the Potential of Religious Tourism in Turkey. GeoJournal of Tourism and Geosites, 2012, 1(9).

Elbir, T., Bayram, A., Melik, K. A. R. A., ALTIOK, H., SEYFİOĞLU, R. S., Ergün, P., & Şimşir, S. (2010). İzmir kent merkezinde karayolu trafiğinden kaynaklanan hava kirliliğinin incelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, *12*(1), 1-17.

Erel, A., 1992, "İstanbul'da Ulasım Sorunlarına ve Çözüm Yollarına Yaklasım Biçimi", İstanbul 2. Kentiçi Ulasım Kongresi Bildiriler Kitabı, 28-37, 16-18 Aralık 1992 İstanbul

Evren, G., 1989, "Kentsel Ulaşımda Raylı Tasım Sistemlerinin Genel Değerlendirilmesi ", RAYTAS'89 Ulaşımda Raylı Taşıt Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 507-535, Mart 1989, Adapazarı.

Evren, G., 1992, "Ulaştırma Politikası Baglamında İstanbul'da Raylı Sistemlerin Yeri", İstanbul 2.Kentiçi Ulasım Kongresi, Bildiriler Kitabı, 17-27, Aralık 1992, İstanbul.

Evren, G., 1996, "Kentsel Ulasımda Raylı Sistemler", Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı:384, 63-72.

Evren, G., 2001, "Kentsel Ulastırma Politikaları", Kentiçi Ulasım ve Trafik Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 31-36, 21-22 Nisan 2001, Antalya.

Furth, P., and Rahbee, A. (2000) Optimal Bus Stop Spacing Through Dynamic Programming and Geographic Modeling. Transportation Research Record, 1731s., 15-22.

İbret, B. Ü., & AYDINÖZÜ, D. (2013). ŞEHİRLEŞMEDE YANLIŞ YER SEÇİMİNİN HAVA KİRLİLİĞİ ÜZERİNE OLAN ETKİSİNE BİR ÖRNEK: KASTAMONU ŞEHRİ. *Coğrafya Dergisi*, (18), 71-88.

Kishimoto, P. N., Karplus, V. J., Zhong, M., Saikawa, E., Zhang, X., & Zhang, X. (2017). The impact of coordinated policies on air pollution emissions from road transportation in China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *54*, 30-49.

Konya Chamber of Industry. Openning of New Factories in Konya Industrial Zone. http://www.kso.org.tr/haberler/tr/818_konya-osb. Accessed July 30, 2019

Kusakabe, T., & Asakura, Y. (2014). Behavioural Data Mining of Transit Smart Card Data: A Data Fusion Approach. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 46, 179-191.

Kusdogan, S., 2001, "Kentiçi Ulasımda Uygulamalar ve Degerlendirmeler", III. Ulasım ve Trafik Kongresi-Sergisi Bildiriler Kitabı, 146-148, Kasım 2001, Ankara.

Li, D., Lin, Y., Zhao, X., & Song, H. (2011). Estimating a Transit Passenger Trip Origin destination Matrix Using Automatic Fare Collection System. . Heidelberg, Springer.

Lorasokkay, M. A., & AĞIRDIR, M. L. (2011). KONYA KENTİÇİ ULAŞIMDA BİSİKLET. Engineering Sciences, 6(4), 870-881.

Lorasokkay, M. A. (2007). Konya kent içi ulaşım sorunları ve çözüm önerileri (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Lyons, T. J., Kenworthy, J. R., Moy, C., & Dos Santos, F. (2003). An international urban air pollution model for the transportation sector. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *8*(3), 159-167.

Mao, X., Yang, S., Liu, Q., Tu, J., & Jaccard, M. (2012). Achieving CO2 emission reduction and the co-benefits of local air pollution abatement in the transportation sector of China. *Environmental science & policy*, *21*, 1-13.

Mir, H. M., Behrang, K., Isaai, M. T., & Nejat, P. (2016). The impact of outcome framing and psychological distance of air pollution consequences on transportation mode choice. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *46*, 328-338.

Nassir, N., Khani, A., Lee, S., Noh, H., & Hickman, M. (2011). Transit Stop-level Origin destination Estimation Through Use of Transit schedule and Automated Data Collection System. Transportation Research Record, 2263(2263), 140-50. .

Nizam, T., Erkenekli, F., Çodur, M. Y., Uluğtekin, N., & Doğru, A. Ö. (2011). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile trafik kaza analizi. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Antalya-Turkey*, *5*.

Nunes, A., Galvao Dias, T., & Falcao, J. (2015). Passenger Journey Destination Estimation from Automated Fare Collection System Data Using Spatial Validation. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems.

ÖNDER, H. G., & AKDEMİR, F. (2019). Türkiye'deki kentiçi raylı toplu taşıma sistemlerinin ulaşım ana planları bağlamında değerlendirilmesi. *Demiryolu Mühendisliği*, (10), 31-45.

Özen, S. (2007). İstanbul'un ulaştırma sorunları ve uzun dönemli çözüm yaklaşımları.

Özuysal, M., & Gülhan, M. (2017). Ulaşım Planlaması Bağlamında Erişilebilirlik ve Talep Modelindeki Yeri, 12. *Ulaştırma Kongresi Ulaştırma Politikaları*, 24-26.

Robinson, S., & Manela, M. (2012). Automatic Identification of Vehicles with Faulty Automatic Vehicle Location and Control Units in London Buses' iBus System. ransportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2277, Transportation Research Board of the National Academies, Washington,.

Robinson, S.;Narayanan, B.; Toh, N.; Pereira, F. (2014). Methods for pre-processing smartcard data to improve data quality. Transportation Research Part C.

Saka, A. A. (2001) Model for Determining Optimum Bus-Stop Spacing in Urban Areas., Journal of Transportation Engineering, 127: 3, s. 195-199.

Sankar, R., vd., (2003) Optimization of Bus Stop Locations Using GIS as a Tool For Chennai City-A Case Study., Map India Conference, India, s. 276.

Schäfer, A. W., & Waitz, I. A. (2014). Air transportation and the environment. *Transport policy*, *34*, 1-4.

Selçuk University. Statistics for 2018-2019 Semester. http://www.selcuk.edu.tr/dosyalar/files/102/2_%20GENEL%20%c4%b0STAT%c4%b0ST%c4%b0K.pdf Accessed July 30, 2019.

Taç, Ş. G. (2018). Karayolu ulaşımında meydana gelen trafik kazalarının önlenmesinde akıllı ulaşım sistemlerinin etkisi. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, *1*(2), 12-21.

Thambiran, T., & Diab, R. D. (2011). Air pollution and climate change co-benefit opportunities in the road transportation sector in Durban, South Africa. *Atmospheric Environment*, *45*(16), 2683-2689.

Tufan, H. (2014). Akilli Ulaşim Sistemleri Uygulamalari ve Türkiye için bir AUS Mimarisi Önerisi. *Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi, TC Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı*.

Turabi, A., Özdemir, T., Arık, A., 2001, "Kentiçi Ulasım Sorunlarına Çözüm Önerileri", Kent içi Ulasım ve Trafik Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 38-47, 21-22 Nisan 2001 Antalya.

Uludağ, N. (2010). Bulanık optimizasyon ve doğrusal hedef programlama yaklaşımları ile otobüs hatlarının modellenmesi.

Van Kempen, E., Fischer, P., Janssen, N., Houthuijs, D., van Kamp, I., Stansfeld, S., & Cassee, F. (2012). Neurobehavioral effects of exposure to traffic-related air pollution and transportation noise in primary schoolchildren. *Environmental research*, *115*, 18-25.

Zhao, R., vd. (1992) The Complete Decision Set of the Generalized Symmetrical Fuzzy Linear Programming., Fuzzy Sets and Systems, North-Holland, 51: 1, s. 53-65.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Berra ÖZKAN UZUN

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : *2017, KTO Karatay Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği*

Bildiği Yabancı Diller : *İngilizce, Arapça, İspanyolca*

Bilimsel Faaliyetleri :

İŞ DENEYİMİ

Stajlar : *2015, Stajyer, Üçkan Şehircilik Turizm Tic. Ltd. Şti.*
2016, Stajyer, Altunay İnşaat

Projeler : *2017, Proje Sahibi, Metro İstasyonları Tasarım Kriterleri Ve Proje Yapım Aşaması, Ertuğrul Asiloğulları, KTO Karatay Üniversitesi*

2018, Proje Sahibi, İngiltere- Manchester Şehrinin Ulaşım Politikaları ve Şehir Planlaması, Doç. Dr. Ela Babalık-Sutcliffe, ODTÜ (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)

2018, Proje Sahibi, Effects Of The Ridesharing Companies Like Uber To Transportation System And Public Perception Towards Uber, Prof.Dr. Nebi Sümer, ODTÜ (Orta Doğu Teknik Üniversitesi) 77

2018, Proje Sahibi, Evaluation of the Railway Systems from Sustainability and Life Cycle Assessment Perspective, Doç.Dr.Güzide Atasoy, ODTÜ (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)

Çalıştığı Kurumlar : *2014-Günümüz, Üçkan Şehircilik Turizm Tic. Ltd. Şti.*

Tarih: 26.03.2021