

T.C.
BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TOPLU ULAŞIMDA SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEM ÖNERİSİ: İSTANBUL MİNİBÜS
ÖRNEĞİ**

MERVE KARTAL

Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri Programı

MAYIS 2024

T.C.
BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TOPLU ULAŞIMDA SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEM ÖNERİSİ: İSTANBUL MINİBÜS
ÖRNEĞİ**

MERVE KARTAL

DANIŞMAN
Prof. Dr. Necla TEKTAŞ
II. DANIŞMAN
Prof. Dr. Mehmet TEKTAŞ

Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri Programı

MAYIS 2024

ONAY

Merve KARTAL tarafından hazırlanan “**Toplu Ulaşım**da Sürücü Tanıma Sistem Önerisi: **İstanbul Minibüs Örneği**” adlı tez çalışması 06/05/2024 tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Necla TEKTAŞ
(Danışman)

Prof. Dr. Ahmet Fevzi Baba
(Üye)

Dr. Öğr. Üye Caner PENSE
(Üye)

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../..... gün ve .../... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Abdullah YEŞİL
Enstitü Müdürü

BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre hazırlamış olduğum **“Toplu Ulaşımda Sürücü Tanıma Sistem Önerisi: İstanbul Minibüs Örneği”** adlı tezimin özgün bir çalışma olduğunu, tez hazırlanırken tüm aşamalarda bilimsel etik ilkelerine uygun davrandığımı, tez kapsamında sunulan tüm verileri bilimsel etik ilkelerine uygun elde ettiğimi, tezde faydalandığım tüm eserlere atıf yaptığımı ve kaynaklar kısmında bu eserleri gösterdiğimi beyan ederim. 06/05/2024

Merve KARTAL
İmza

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan kıymetli hocalarım Prof. Dr. Necla TEKTAŞ ve Prof. Dr. Mehmet TEKTAŞ'a, gelecekteki mesleki hayatımda bana verdiği değerli bilgi birikim ve katkılarından dolayı kıymetli abim Dr. Öğr. Gör. Mehmet Akif KARTAL'a ve çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen her zaman yanımda varlıklarını hissettiren, eğitim ve öğretim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, bana her daim güvenen ve yanımda olan sevgili annem ve sevgili babam başta olmak üzere canım aileme sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPLU ULAŞIMDA SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEM ÖNERİSİ: İSTANBUL MİNİBÜS ÖRNEĞİ

Merve KARTAL

Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Necla TEKTAŞ

İkinci Danışman: Prof. Dr. Mehmet TEKTAŞ

Mayıs 2024, 130 sayfa

Ulaşım, insanların veya eşyaların bir yerden başka bir yere aktarılmasıdır. Toplu ulaşım ise kişisel araç kullanmadan birçok insanın veya eşyanın aynı araç veya sistemle aynı anda yolculuk yaptığı bir ulaşım sistemidir. Ulaşım ve toplu ulaşım, modern toplumların işleyişinde ve yaşam kalitesinde kritik bir rol oynar. Bunlar ekonomik, çevresel, sosyal ve toplumsal etkilere sahiptir. Bu nedenle, sağlam bir ulaşım altyapısının oluşturulması ve etkin bir toplu ulaşım sisteminin işletilmesi, şehirlerin ve toplumların sürdürülebilir bir şekilde gelişmesi için büyük öneme sahiptir.

Bu çalışmada, toplu ulaşımın önemli bir türü olan minibüsün rolü, İstanbul'daki minibüslerin durumu ve minibüsler için sürücü tanıma model önerisi yapılmıştır. Bu amaçla, sürücü tanıma modelleri incelenmiş ve minibüs sürücülerinin denetlenmesi ve tanınması için bir modeli önerisi sunulmuştur. Bu önerilen modelde; sürücülerin ehliyet, güzergâh, araç kullanma, madde veya alkol kullanma gibi bilgilerini kontrol etmek için derin öğrenme tabanlı yüz tanıma yöntemini kullanmaktadır.

Önerilen model, mobApps adlı mobil uygulama ile entegre edilmiştir. Uygulama, sürücü denetimi, engelli erişimi, yolcu konforu, ödeme kolaylığı ve kayıt dışılığı önleme gibi işlevler yer almaktadır. Bu modelin minibüsler için bir ilk olması ve minibüs sürücülerinin karşılaştığı sorunlara çözüm getirmesi nedeniyle önemli olduğu düşünülmektedir. Bu önerilen modelin, minibüs sürücülerinin güvenliği, konforu ve genel olarak can güvenliği açısından faydalı olabileceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Ulaşım Sistemleri, Sürücü Tanıma Sistemi, Otonom Sistemler, Toplu Ulaşım



ABSTRACT

M.Sc. THESIS

DRIVER IDENTIFICATION SYSTEM PROPOSAL IN PUBLIC TRANSPORTATION: CASE STUDY IN ISTANBUL MINIBUS

Merve KARTAL

Bandırma Onyedi Eylül University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Intelligent Transportation Systems and Technologies

Supervisor: Prof. Dr. Necla TEKTAŞ

Co-Supervisor: Prof. Dr. Mehmet TEKTAŞ

May 2024, 113 pages

Transportation is the transfer of people or goods from one place to another. Public transportation is a transportation system in which many people or goods travel at the same time with the same vehicle or system, without using personal vehicles. Transport and public transport play a critical role in the functioning and quality of life of modern societies. These have economic, environmental, social and community impacts. Therefore, establishing a solid transportation infrastructure and operating an effective public transportation system is of great importance for the sustainable development of cities and societies.

In this study, the role of the minibus, which is an important type of public transportation, the situation of minibuses in Istanbul and a driver recognition model proposal for minibuses were made. For this purpose, driver recognition models have been examined and a model proposal has been presented for the supervision and recognition of minibus drivers. In this proposed model, it uses deep learning-based facial recognition method to check drivers' information such as driver's license, route, driving, substance or alcohol use.

The proposed model is integrated with the mobile application called mobApps. This application includes functions such as driver control, disabled access, passenger comfort, ease of payment and illegality prevention. This model is thought to be important because it is a first for minibuses and provides solutions to the problems faced by minibus drivers. It is anticipated that

this proposed model may be beneficial for the safety, comfort and general life safety of minibus drivers.

Keywords: Smart vehicle, driver recognition system, autonomous systems, public transportation



İÇİNDEKİLER

ÖZET-----	I
ABSTRACT-----	III
İÇİNDEKİLER -----	V
ŞEKİL LİSTESİ -----	VIII
TABLO LİSTESİ-----	IX
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ -----	X
1. GİRİŞ -----	1
2. TOPLU ULAŞIM-----	6
2.1. TEMEL KAVRAMLAR VE TANIMLAR -----	6
2.1.1. Ulaştırma -----	6
2.1.2. Ulaşım-----	6
2.1.3. Toplu Ulaşım -----	7
2.2. TOPLU ULAŞIMIN, ULAŞIM AÇISINDAN YERİ VE ÖNEMİ -----	7
2.3. TOPLU ULAŞIM TÜRLERİ -----	8
2.3.1. Kara Yolu Ulaşımı -----	8
2.3.2. Demir Yolu Ulaşımı-----	10
2.3.3. Hava Yolu Ulaşımı -----	11
2.3.4. Deniz Yolu Ulaşımı-----	13
2.4. İSTANBUL’UN TOPLU ULAŞIM KAPASİTESİ -----	14
2.4.1. Otobüs -----	14
2.4.2. Minibüs/Midibüs/Dolmuş-----	15
2.4.3. Ticari Taksiler -----	17
2.4.4. Metrobüs -----	17
2.4.5. Metro-----	18
2.4.6. Tramvay-----	18
2.4.7. Marmaray-----	19
2.4.8. Vapur -----	20
3. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ (AUS)-----	21
3.1. AUS’NİN TANIMI, ÖNEMİ VE FAYDALARI-----	21
3.2. AUS’TA KULLANILAN TEKNOLOJİLER -----	22
3.2.1. Konum Belirleme Sistemleri (GPS)-----	22
3.2.2. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) -----	22

3.2.3. Sensörler ve Algılayıcılar -----	24
3.2.4. Araç Tanıma Sistemleri (ANPR)-----	24
3.2.5. Veri Analitiği ve Yapay Zekâ -----	24
3.2.6. İnternet Bağlantılı Araçlar -----	25
3.2.7. Araçlar Arası ve Altyapı ile İletişimde Kablosuz Teknolojiler -----	25
3.2.8. Yüksek Çözünürlüklü Kameralar ve Görüntü İşleme Teknolojisi -----	26
3.2.9. Yapay Zekâ ve Makine Öğrenimi Teknolojisi -----	27
3.2.10. Otonom Sürüş Teknolojileri -----	29
3.2.11. Hibrit ve Elektrikli Araç Teknolojileri -----	30
3.2.12. Yol Bilgisayarları ve Veri Toplama Üniteleri -----	30
3.2.13. Araç Tanıma ve Takip (AVI/AVL)-----	30
3.2.14. Aracı-İletişim (V2X) Teknolojisi -----	31
3.2.15. Akıllı Ödeme Sistemleri -----	31
3.2.16. Nesnelerin İnterneti (IoT) -----	31
3.2.17. İntermodal Ulaşım Entegrasyonu-----	32
3.2.18. Yol ve Köprü Geçiş Ücret Sistemleri-----	33
3.2.19. Yol İletişim Altyapısı -----	33
3.2.20. Yol Altyapısı Sensörleri ve Teknolojileri-----	34
3.2.21. Yol ve Trafik Veri Protokolleri-----	34
3.2.22. Trafik Akışı Modelleme ve Tahmini -----	35
3.2.23. Uzaktan İzleme ve Kontrol Sistemleri -----	36
3.3. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİNDE YERLİ VE MİLLİ TEKNOLOJİLER--	36
3.4. YERLİ VE MİLLİ AUS TEKNOLOJİSİ KARA YOLU ÜRÜNLERİ-----	37
3.4.1. İBB & İSBK Yerli AUS Çözüm ve Uygulamaları-----	37
3.4.2. İBB ve Ortaklarının Geliştirdiği Yerli Ulaşım-AUS Ürünleri -----	39
3.4.3. ASELSAN Yerli AUS Teknolojileri -----	40
3.4.3.1. Trafik Yönetim Sistemleri-----	40
3.5. Otoyollardaki ve Köprülerdeki Yerli AUS Teknoloji Hamlesi -----	41
3.5.1. Kuzey Marmara Otoyolu (KMO)-----	41
3.5.1.1. TECHNOPC BOX PC Çözümü-----	41
3.6. YERLİ VE MİLLÎ ARAÇLAR VE ARAÇ TEKNOLOJİLERİ-----	43
3.7. TÜRKİYE YERLİ VE MİLLÎ ARAÇLAR-----	43
3.7.1. Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu (TOGG) -----	44
3.7.2. Elektrikli ve Otonom Yerli Otobüs, Metrobüs ve Kamyonlar-----	44

3.8.	DEMİRYOLU YERLİ AUS TEKNOLOJİ ÜRÜNLERİ -----	45
3.8.1.	Yerli ve Millî Tren-----	45
3.9.	TOPLU ULAŞIMDA AUS'NİN YERİ VE ÖNEMİ -----	48
4.	TOPLU ULAŞIMDA MİNİBÜS -----	59
4.1.	TOPLU ULAŞIMDA MİNİBÜSÜN YERİ VE ÖNEMİ -----	59
4.2.	MİNİBÜSLER İLE İLGİLİ OLUMSUZLUKLAR-----	60
4.3.	MİNİBÜS İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR -----	79
4.4.	UYGULAMA İÇİN İSTANBUL'UN SEÇİMİ-----	84
5.	SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMLERİ -----	86
5.1.	SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMLERİNİN TANIMI -----	86
5.2.	SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMLERİ TEKNOLOJİLERİ -----	86
5.2.1.	Yüz Tanıma-----	87
5.2.2.	Göz Takip Sistemi-----	87
5.2.3.	RFID Kart ve Biyometrik Tanıma-----	88
5.2.4.	Ses Tanıma-----	89
5.3.	SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMLERİNİN LİTERATÜR İNCELEMESİ-----	89
5.4.	TOPLU ULAŞIMDA SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMİ MODEL ÖNERİSİ: MİNİBÜS ÖRNEĞİ-----	92
5.5.	SİSTEM MODELİ VE TASARIMI-----	92
5.6.	Sistem Donanım ve Yazılımlarının Kurulumu-----	93
5.6.1.	Mobil Network Kayıt Cihazı (MNVR) ve Mobil Kamera Kurulumu-----	94
5.6.2.	Araç İçi Akıllı Tablet Kurulumu-----	98
5.6.3.	Sürücü Tanıma Sistemi Araç İçi Akıllı Tablet Uygulaması-----	99
5.6.4.	Minibüs Sürücü Tanıma Yazılımı Akıllı Cep Telefonu Uygulamasının Sürücülerin Akıllı Telefonlarına Yüklenmesi -----	99
5.6.5.	Minibüs Sistemi Yolcu Akıllı Cep Telefonu Uygulaması Oluşturulması-----	101
5.6.6.	Butonların Uygulamadaki Çalışma Aşamaları -----	101
5.6.7.	Engelli Bireylerin Ulaşımı -----	103
6.	SONUÇ VE DEĞERLENDİRME -----	104
7.	KAYNAKLAR -----	106
	ÖZGEÇMİŞ -----	113

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1-1: İstanbul Tramvay güncel hat bilgileri (İBB Metro İstanbul, 2024).....	19
Şekil 4-1: Minibüsle kapı açık yolculuk.....	61
Şekil 4-2: Arama motorlarına 'Kapı açık minibüs seyahati' yazıldığında çıkan görsellerden bazıları	65
Şekil 5-1: Yüz tanıma şematik gösterim	87
Şekil 5-2: Göz takip sistemi.....	88
Şekil 5-3: Biyometrik Tanıma	88
Şekil 5-4: Sistem Tasarımı ve Donanım Yerleşimi	92
Şekil 5-5: Minibüs Sürücü Tanıma Modeli İş Akış Diyagramı	94
Şekil 5-6: Mobil network kayıt cihazı	95
Şekil 5-7: Mobil Kamera	95
Şekil 5-8: Panik Butonu	96
Şekil 5-9: Sürücü Mahallini Gören Kamera	96
Şekil 5-10: Merkezi Denetim ve Yönetim	97
Şekil 5-11: GPS'li araç takibi ve kamera görüntüsü.....	97
Şekil 5-12: Araç içi akıllı tablet	98
Şekil 5-13: Minibüs Sürücü Tanıma Yazılımı Araç İçi Akıllı Tablet Mobil Aplikasyon Ekran Görüntüsü	99
Şekil 5-14: Minibüs Sürücü Tanıma Sistemi Akıllı Telefon Mobil Uygulaması.....	100
Şekil 5-15: Uygulamada bulunan panik butonları	102
Şekil 5-16: Yolcu Uygulaması Panik Butonları	102
Şekil 5-17: Engelli bireylere uygun minibüsler.....	103

TABLO LİSTESİ

Tablo

Sayfa

Tablo 2-1: 2022 Kara yolları uzunluk değişimleri(km) (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022).....	10
Tablo 2-2: 2010 yılı ve 2022 yılı sonları yapılan demir yolu uzunlukları göre (km)(T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022).....	11
Tablo 2-3: Türkiye'nin Dünya Hava Yolu Yolcu Sıralaması (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022)	13



SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Kisaltmalar	Açıklama
4G	: 4. Generation (Nesil)
5G	: 5. Generation (Nesil)
AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AI	: Yapay Zekâ
AKİS	: Akıllı Kart İşletim Sistemi
ANPR	: Araç Tanıma Sistemleri
APTS	: İleri Toplu Ulaşım Sistemi
ASELSAN	: Askeri Elektronik Sanayi
ATIS	: İleri Yolcu Bilgilendirme Sistemi
ATMS	: İleri Trafik Yönetim Sistemi
APTS	: İleri Toplu Ulaşım Sistemi
AUS	: Akıllı Ulaşım Sistemleri
AVI	: Otomobil Kimlikleri
AVL	: Araç Konumlandırma Sistemleri
Bi-LSTM	: Bidirectional Long Short-Term Memory
BİLGEM	: Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi
CAPMAS	: Mısır Merkezi Kamu Seferberliği ve İstatistik Ajansı
CBOT	: Chat Bot (Sanal Asistan)
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CNN	: Convolutional Neural Network
DAS	: Demiryolu Anlaşman Sistemi
DATEX-II	: Avrupa Trafik Bilgi Değişim Modeli
DESA	: Derin Erişimli Sinir Ağları
DVM	: Destek Vektör Makineleri
EDS	: Elektronik Denetleme Sistemleri
EMS	: Acil Durum Yönetim Sistemi
EV	: Elektrikli Taşıtlar
FOTAS	: Fiber Optik Tabanlı Akustik Algılama Sistemi

GPS	: Global Positioning Sytem
HAM	: Hierarchical Attention Model
HEV	: Hibrit Taşıtlar
HT	: Hızlı Tren
ICM	: İçten Yanmalı Motor
IEEE	: Institute of Engineers and Everyone Else
IoT	: Nesnelerin İnterneti
ITS	: Intelligent Transportation System
İBB	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İETT	: İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel
iOS	: iPhone Operating System
İSBAK	: İstanbul Bilişim ve Akıllı Kent Teknolojileri A.Ş
İSPARK A.Ş.	: İstanbul Park ve Bahçeler Anonim Şirketi
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü
KGS	: Karlı Geçiş Sistemi
KMO	: Kuzey Marmara Otoyolu
LED	: Light-Emitting Diode
LightraTM	: Trafik Sinyal Lambası
ML	: Makine Öğrenimi
MNVR	: Network Video Recorder
NFC	: Near Field Communication (Yakın Alan İletişim)
NTCIP	: Ulusal Trafik Kontrol ve Bilgi Protokolü
OGS	: Otomatik Geçiş Sistemi
PedestraTM	: Erişilebilir Yaya Butonu
QR	: Quick Response (Çabuk Tepki)
RFID KART	: Radyo Frekansı ile Tanımlama
RTF	: Radyal Tabanlı Fonksiyon
SIM	: Subscriber İdentity Module
SQL	: Structured Query Language
T.C.	: Türkiye Cumhuriyeti
TCDD	: Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TMDD	: Trafik Mesajlaşma Veri Sözlüğü
TOGG	: Türkiye'nin Otomobil Girişim Grubu
TR-CMS	: Tren Kontrol ve Yönetim Sistemi

TROBES	: Tren Enerji Depolama ve Yönetim Sistemi
TSI	: Technical Specifications for Interoperability
TUHİM	: Toplu Ulaşım Hizmet Müdürlüğü
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UKOME	: Ulaşım Koordinasyon Merkezi
ÜTS	: Ücret Toplama Sistemi
ÜTS	: Ücret Toplama Sistemi
V2I	: Araç ile Altyapı Arasındaki İletişim
V2V	: Araçlar Arası İletişim
V2X	: Aracı-İletişim Teknolojisi
Wi-Fi	: Wireless Fidelity

1. GİRİŞ

Ulaşım, insanların veya eşyaların bir yerden başka bir yere aktarılmasıdır ve ülkenin kalkınmasında büyük rol oynar. Ulaşımın kara yolu, demir yolu, hava yolu ve deniz yolu gibi türleri vardır. Esnek ve kolay erişilebilir olması, diğer ulaşım türlerine göre daha fazla güzergâh olması, eşyaların ve bireylerin daha kolay taşınması karayolu ulaşımını diğer ulaşım türlerine göre tercih edilebilir kılar (Zhang ve Gorovyi, 2020). Fakat ulaşımın çok modlu bir sistem olarak incelenmesi ve geliştirilmesi, ekonomik, sosyolojik ve çevresel açılardan önemli faydalar sağlamaktadır. Bu süreç, ulusal ve uluslararası düzeyde iş birliği ve stratejik planlama gerektirir ve uzun vadeli kalkınma hedeflerine ulaşmada kritik bir rol oynar (Asaul, Malygin, & Komashinskiy, 2017). Bu nedenle, ulaşım sistemlerinin incelenmesi, analiz edilmesi ve geliştirilmesi büyük önem taşır.

Ulaşım türleri, kişisel, toplu ve paylaşımlı ulaşım türleridir. Bu türler ihtiyaçlara, tercihlere ve kullanılabilirlik durumuna göre farklılık gösterir. Toplu ulaşım kişisel araç kullanmadan birçok insanın veya eşyanın aynı araç veya sistemle aynı anda yolculuk yaptığı tüm ulaşım sistemlerine denir. Toplu ulaşım belirlenen güzergâhlarla ve ücretlerle özel ulaşım ve paylaşımlı ulaşımından ayrılır. Toplu ulaşım genellikle yoğun nüfuslu büyükşehirlerde şehir içi ulaşımının toplu ulaşım araçları ile ulaşım ihtiyacını karşılar ve genellikle otobüs, metro, minibüs, tramvay, tren, vapur vb. araçlar kullanılır (Vuchic, 2002).

Toplu ulaşımın diğer türlere göre üstün yönleri; ekonomik olması, yoğun nüfuslu şehirlerde trafik sıkışıklığını azaltması, zamandan ve enerjiden tasarruf edilmesi, çevreyi koruyarak karbon ayak izini küçültmesi ve ulaşım erişilebilirliği artırması sayılabilir (Sun ve Cui, 2018). Toplu ulaşımın bu üstün yönleri, şehir planlaması ve toplumun genel refahı için önemli avantajlar sağlar. Daha sürdürülebilir ve yaşanabilir şehirlerin oluşturulması ve toplumun her kesiminin ulaşım imkanlarından eşit şekilde faydalanması için toplu ulaşımın geliştirilmesi ve teşvik edilmesi önemlidir (Holland, Mansur, Muller ve Yates, 2021). Toplu ulaşımın önemli bir bileşen olan yolcuların güvenli, konforlu, can güvenliği olan, sürdürülebilir ve iyi planlanmış yolculuklar yapmasıdır. Toplu ulaşım minibüs, otobüs, metro, tramvay, tren, vapur gibi araçlarla sağlanmaktadır. Metropol şehirlerde, araç trafiğinin yoğunluğu ve diğer ulaşım türlerine göre daha esnek ve hızlı olması nedeniyle, minibüsler önemli bir ulaşım aracıdır (Mouratidis, 2021). Yoğun araç trafiğini hafifletmesi, ulaşımın daha erişilebilir olmasını sağlaması ve kalabalık saatlerde hızlı ve etkili bir şekilde yolculuk yapılabilmesi gibi özellikleriyle, şehirlerin sürdürülebilirliğine katkıda bulunurlar ve toplu ulaşım ağının önemli bir parçasını oluştururlar.

İstanbul, tarihi, kültürel ve jeopolitik önemiyle dünyanın en önemli metropollerinden biridir. Bu nedenle, İstanbul'un ulaşım sisteminin etkili bir şekilde yönetilmesi ve trafik yoğunluğunun azaltılması büyük bir önem taşır. Minibüs işletmeciliği, İstanbul'da önemli bir istihdam kaynağıdır. Birçok kişi, minibüs sürücüsü olarak çalışarak geçimini sağlar. Bu da şehirdeki istihdam seviyesini artırır ve ekonomik kalkınmaya katkıda bulunur. Türkiye'nin en kalabalık ve en hızlı büyüyen şehri olma özelliğini taşır. Bu durum, şehirdeki ulaşım ihtiyacını ve toplu taşıma sistemlerinin önemini daha da artırır. Ayrıca minibüsler, yoğun nüfuslu mahallelere ve banliyö bölgelerine hizmet vererek bu ihtiyacı karşılarlar (Ngwira, 2021). İstanbul'un trafik yoğunluğunu iyi planlanmış, can güvenliği tehlikesi olmadan, sürdürülebilir bir şekilde düzenlenmesi önemli olacağından çalışmada İstanbul seçilmiştir.

İstanbul'da minibüsler, şehrin ulaşım kültürünün önemli bir parçasıdır ve il ve ilçelerde kurulmuş olan Minibüsçüler Odası'na bağlıdır ve Türkiye Şoförler ve Otomobilciler Federasyonu'nun bir parçasıdır. İETT (İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel)'de olduğu gibi araç ve sürücü denetimi bu oluşum tarafından yapılmaktadır. Minibüslerin işletilme ve denetlenme konusunda yaşanan bazı sorunlar göz önüne alındığında, bu durum güvenlik ve konfor açısından endişe verici olabilmektedir. Örneğin, minibüslerde zaman zaman daha fazla yolcu almak için yolcu koltuklarının sökülmesi veya yolculuk esnasında yetkisiz sürücülerin araç kullanması gibi durumlarla karşılaşılabilir. Bu, sürücü ve araç güvenliğinin ciddi şekilde tehlikeye girmesine yol açabilir. Yolculuk esnasında kapı açık minibüs yolculuğu, ciddi can güvenliği riskleri taşımaktadır. Ayakta yolcu alımı nedeniyle minibüslerde yaşanan kalabalık ve seyahat konforunu düşüren durumlar, hırsızlık, cinsel taciz, kavga gibi olumsuz olaylara zemin hazırlamakta ve hijyen eksikliği nedeniyle hastalıkların yayılma riski de bulunmaktadır. Kontrolsüz bir şekilde araç kapasitesinin aşılması, acil durumlar için güvenli tahliye imkanını ortadan kaldırmakta ve elektrik tesisatı kaynaklı araç yangınları veya acil sağlık durumları gibi durumlarda, kontrolsüz kalabalık araç içi ortam tahliye operasyonlarını zorlaştırabilmektedir.

İstanbul'da yaşanan bu sorunlar, minibüslerin işletilme ve denetlenme süreçlerinin gözden geçirilmesi gerektiğini göstermektedir. Güvenli, konforlu ve sürdürülebilir bir toplu taşıma sistemi için daha etkili denetim mekanizmaları ve düzenlemelerin yapılması önemlidir. Bu şekilde, minibüslerin güvenliği ve konforu artırılabilir, toplumun geniş kesimlerine güvenli bir ulaşım imkânı sağlanabilir.

Yapılan literatür araştırmaları, ülkemizde ve yurt dışında minibüslerde ve minibüs sürücülerinde benzer denetim eksikliği sorunlarına dikkat çekmektedir. Yurt dışında yapılan bazı denetimler genellikle kamera kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ancak, sürücünün görüntüsünü analiz etmek için kullanılan bu yöntemler, sürücünün benzerlik oranını düşürerek etkin bir denetim

sağlamamıştır. Örneğin, sürücünün lens takması, sakal bırakması, maske takması veya gözlük takması gibi durumlar, tanıma sistemlerinin doğruluğunu olumsuz yönde etkilemiştir. Bir diğer denetim yöntemi olan fotoğraflı sürücü kimliğini kameraya okutmak, sistemde sürücü kimliğinin kayıtsız kişilere verilebilmesi veya çalınması ihtimalini barındırdığından çok etkili olmamıştır.

Dünyada sürücü tanıma sistemleri için çeşitli uygulamalar bulunmasına rağmen, uygulanabilirlik ve sürdürülebilirlik açısından geniş çapta benimsenmemiştir. Örneğin, araçta bulunan donanımlarla sürücü tanıma sistemleri geliştirilmiş olsa da, bu sistemlerin verileri işlemesi ve adlandırması uzun zaman alabilir ve pratikte beklenen sonuçları sağlamamıştır. Özellikle, sürücülerden çok fazla veri alındığı durumlarda, bu verilerin işlenmesi ve analiz edilmesi zaman uzun zaman aldığından etkili olmamıştır. Bu nedenle, minibüslerde ve minibüs sürücülerinde etkili bir denetim sağlamak için daha güvenilir ve kullanıcı dostu sürücü tanıma sistemleri geliştirilmesi gerekmektedir. Bu sistemlerin uygulanabilirlik ve sürdürülebilirlik açısından daha yaygın bir şekilde benimsenmesi için daha fazla araştırma ve geliştirme çalışmalarına ihtiyaç olduğu ortaya çıkmıştır.

Yapılan araştırmalar, Türkiye ve özellikle İstanbul'da minibüslerde GPS (Global Positioning Sytem)'li kameralar kullanılmasına rağmen, tam bir denetim sistemi oluşturulmadığını göstermektedir. Minibüslerde araç, sürücü ve trafik denetimi yeterli seviyede yapılmadığı görülmektedir. Özellikle, İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin 2019 yılında düzenlediği Lastik Tekerlekli Toplu Ulaşım Çalıştayı'nda minibüs sürücülerinin yeterli mesleki eğitime sahip olmamasının, yolcu iletişiminde ve trafik kurallarına uymada sorunlara yol açtığı belirtilmiştir (Lastik Tekerlekli Toplu Ulaşım Çalıştayı, 2019). Çalıştayda ayrıca, minibüslerin tüm duraklarının İSPARK A.Ş. (İstanbul Park ve Bahçeler Anonim Şirketi) tarafından işletilmediği belirtilmiştir. Bu durumun düzensizliklere neden olduğu ve ulaşım sisteminin etkinliğini olumsuz yönde etkilediği ifade edilmiştir.

Minibüslerdeki denetim eksikliği, özellikle sürücü denetimsizliği ve yetersiz mesleki eğitim gibi sorunlar, çeşitli literatür çalışmaları tarafından gözlemlenmiştir. Bu sorunlar, yolcularla iletişim zorluklarına, hatta bazı durumlarda sürücü davranışlarında saldırganlığa yol açabilmektedir. Ayrıca, trafik kurallarına uymada yaşanan sorunlar, yolcular üzerinde güvensizlik hissi, konfor eksikliği ve can güvenliği tehlikelerine neden olmaktadır. Bu bağlamda, mevcut sorunların giderilmesi ve minibüslerde daha etkili bir denetim sisteminin oluşturulması için sürücü tanıma modelleri gibi yenilikçi çözümlere ihtiyaç vardır. Bu modeller, sürücülerin tanınması ve davranışlarının izlenmesi yoluyla daha güvenli ve güvenilir bir ulaşım ortamı oluşturmayı hedeflemektedir.

Ülkemizde en çok tercih edilen ulaşım aracı olan minibüslerde; sürücü, güvenlik ve yolcu konforu bakımından birçok eksiklikler bulunmaktadır. Bu çalışmada, minibüs sürücülerinin denetlenmesi amacıyla yapılan çalışmalar ele alınmıştır.

İETT sürücülerini belirli psikoteknik, sabıka, bağımlılık gibi testlerden geçerek İETT sürücü belgesi almaktadır. Böyle bir denetim minibüs sürücülerini için yeterli ölçüde yapılmamaktadır. Minibüsler yerel yönetime bağlı olmadığından yapılan denetimler yetersiz kalmaktadır. Bu çalışmada ortaya konan sorunlara yönelik olarak sürdürülebilir, güvenli ve konforu artırıcı bir çözüm önerisi sunulmuştur.

Çalışmanın birinci bölümünde Türkiye’de ve dünyada minibüs sistemi sorunları hakkında literatür araştırması yapıldı. Minibüsü kullanan ülkelerde en çok rastlanan sorunlar ele alındı. Minibüslerde sürücü ve araç denetimi yetersizliği, trafik kurallarına uymama, yolcu kapasitesinin aşılması veya kapı açık seyahat gibi nedenlerin yanı sıra yolcu ile sürücü arasında anlaşmazlık, sürücü eğitiminin yetersizliği ve araçların engelli bireylerin kullanımı için uygunsuz olması gibi sorunlar belirlenerek minibüs ulaşımında olan sorunlar irdelenerek tespit edilmiş oldu.

İkinci bölümde toplu ulaşım, temel kavramlar ve tanımlar, toplu ulaşımın ulaşım açısından yeri ve önemi ele alındı. Toplu ulaşımın genel olarak ulaşım açısından önemi ele alındı. İstanbul'un toplu ulaşım kapasitesi ve toplu taşıma sistemleri, minibüsün İstanbul ulaşımı için önemi incelendi.

Üçüncü bölümde, Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)’nin tanımı, önemi ve faydaları, AUS’de kullanılan teknolojiler, AUS’ta yerli ve milli teknolojiler, Türkiye’de ve dünyada AUS teknolojileri hakkında bilgiler yer almaktadır.

Dördüncü bölümde, kalabalık ve gelişmiş şehirlerde minibüslerin toplu ulaşım sistemindeki rolü ve önemi ele alınmaktadır. Minibüsler, esnek güzergahları ve sık seferleri ile şehir içi ulaşımın vazgeçilmez bir parçası olup, özellikle ara güzergahlar ve ana toplu taşıma hatlarına entegrasyon sağlama konularında kritik bir öneme sahiptir. Minibüs sisteminin etkin bir şekilde işlemesi, şehir içi ulaşımın verimliliğini artırmakta ve yolculara hızlı ve kolay ulaşım imkânı sunmaktadır. Ancak, minibüs sisteminde karşılaşılan başlıca sorunlar da bu bölümde detaylı olarak ele alınmaktadır. Bu sorunlar arasında güzergâh belirsizliği, taşıma kapasitesinin aşılması, trafik kurallarına uyumsuzluk ve hijyen sorunları yer almaktadır.

Beşinci bölümde, sürücü tanıma sistemlerinin tanımını ve bu sistemlerde kullanılan teknolojileri kapsamaktadır. Sürücü tanıma sistemleri, araçların güvenliğini artırmak ve yetkisiz kullanımını önlemek amacıyla çeşitli biyometrik ve teknolojik yöntemler kullanarak sürücünün kimliğini doğrulayan sistemlerdir. Bu bölümde, yüz tanıma, parmak izi tanıma, göz izi (retina) tanıma ve ses tanıma gibi biyometrik tanıma teknolojileri detaylı olarak incelenmektedir. Ayrıca, bu teknolojilerin araç içi uygulamaları ve entegrasyon yöntemleri de açıklanmaktadır. Sürücü

tanıma sistemlerinin avantajları, güvenlik artırıcı etkileri ve ticari filo yönetiminde sağladıkları faydalar üzerinde durulmaktadır. Minibüsler için önerilen sürücü tanıma modelinin detayları ve bu modelde kullanılan cihazlar ve yazılımlar hakkında bilgiler verilmektedir. Önerilen model, minibüslerin güvenliğini artırmak, yetkisiz sürücülerin araçları kullanmasını önlemek ve operasyonel verimliliği artırmak amacıyla tasarlanmıştır. Bu bölümde, yüz tanıma ve parmak izi tarama gibi biyometrik teknolojilerin minibüslere entegrasyonu ve kullanılacak olan sensörler, kameralar ve diğer cihazların teknik özellikleri açıklanmaktadır. Ayrıca, bu cihazların kurulumu, sistem entegrasyonu ve kullanım prosedürleri de ayrıntılı olarak ele alınmaktadır. Yazılım bileşenleri arasında sürücü veri tabanı yönetim sistemi, gerçek zamanlı kimlik doğrulama yazılımı ve güvenlik izleme uygulamaları yer almaktadır.

Altıncı bölümde, çalışmanın genel sonuçlarını ve toplu ulaşımda minibüslerin daha etkin ve güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için önerileri içermektedir. Çalışmanın bulguları, minibüs sistemindeki sorunların tespiti ve bu sorunların çözümüne yönelik olarak geliştirilen sürücü tanıma sistemlerinin potansiyel faydalarını ortaya koymaktadır. Ayrıca, önerilen sürücü tanıma modelinin uygulamaya geçirilmesi durumunda beklenen sonuçlar ve bu modelin toplu taşıma sistemine sağlayacağı katkılar tartışılmaktadır. Uygulamaya yönelik stratejiler, sistemlerin yaygınlaştırılması için gerekli adımlar ve uzun vadeli sürdürülebilirlik için öneriler sunulmaktadır.

2. TOPLU ULAŞIM

Bu bölümde, toplu ulaşımın temel kavramları ve tanımları ele alınmıştır. Toplu ulaşımın, ulaşımındaki yeri ve önemi açıklanmış, farklı toplu ulaşım türleri tanıtılmıştır. Ülkemizdeki toplu ulaşım türlerinin kullanım oranları ve etkileri istatistiklerle gösterilmiştir.

2.1. TEMEL KAVRAMLAR VE TANIMLAR

Ulaştırma, ulaşım ve toplu ulaşım kavramları AUS açısından önemleri aşağıda yer almaktadır.

2.1.1. Ulaştırma

Türk Dil Kurumu (TDK)'na göre insanların, malların, haberlerin ulaşmasını sağlayan işlerin ve araçların tümü olarak ulaştırma olarak tanımlanır (TDK,2024). Ulaştırma, ulaşımın bir alt kategorisidir ve taşıma işlemlerinin organizasyonu, planlaması ve yönetimini içerir. Kara yolu, demir yolu, hava yolu, deniz yolu ve boru hatları gibi farklı taşıma modlarından oluşan çeşitli ulaşım sistemleri ve altyapıları bulunur. İnsanların ve malzemelerin hedeflerine güvenli, etkili ve zamanında şekilde ulaşmasını sağlayarak ekonomik, sosyal ve toplumsal gelişmeye katkıda bulunur. Ulaştırma, bir ülkenin veya bölgenin kalkınması için hayati bir öneme sahiptir ve modern toplumların işleyişinde temel bir unsur olarak kabul edilir.

2.1.2. Ulaşım

Bir şeyi bir yerden başka bir yere aktarmaya ulaşım denir (TDK, 2024). İnsanların günlük yaşamlarında iş, eğitim, alışveriş ve diğer aktiviteler için hareket etmelerini sağlar, ticaretin ve ekonominin büyümesine katkıda bulunur, kültürel etkileşimi teşvik eder ve toplumların birbirleriyle bağlantısını güçlendirir. Ulaşım aynı zamanda bir ülkenin veya şehrin altyapısının önemli bir parçasıdır ve gelişmiş bir ulaşım ağı, sürdürülebilir kalkınmanın temel taşlarından birini oluşturur.

Ulaştırma ile ulaşım kavramları arasındaki fark incelenirse; ulaştırma, genellikle taşıma işleminin organizasyonu ve yönetimi ile ilgili kavram, ulaşım; taşınan nesnelerin veya kişilerin bir

yerden başka bir yere hareket etmesini ifade eder. Ulaştırma, farklı ulaşım modları arasındaki etkileşimi ve koordinasyonu içerirken, ulaşım taşıma işleminin sonucunu temsil eder.

2.1.3. Toplu Ulaşım

Toplu ulaşım, planlı ve düzenli olarak insanları bir bölge veya kent içinde taşımak için tasarlanmış bir sistemdir. Bu sistem, minibüs, metro, tren gibi çeşitli araçları içeren çoklu bir yapıya sahiptir. Artan nüfus yoğunluğu ve araç trafiği, mobilite ihtiyacını artırmıştır. Bu nedenle, toplu ulaşımın etkin bir şekilde yönetilmesi, AUS'nin önemini ortaya çıkarmaktadır (Mouratidis, 2021). Mobilite ihtiyacını karşılamamanın iki ana yolu vardır: Bireylerin özel araç sahibi olması veya toplu ulaşımı kullanması.

Özel araç, bir kişinin kendi isteğine göre belirlediği güzergahı takip eden ve risklerin kişiye ait olduğu bir ulaşım modelidir. Özel araç kullanmanın avantajları arasında kişisel zaman ve güzergâh kontrolü, konfor ve özgürlük yer alır (Hensher, Ho ve Reck, 2021). Ancak özel araç kullanımının artması bazı olumsuz etkilere de neden olabilir. Bunlar arasında karbon ayak izinin artması, trafik sıkışıklığı ve park sorunları önemli bir yer tutar (Amatuni, Ottelin, Steubing, ve Mogollón, 2020). Özellikle yoğun şehirlerdeki artan özel araç trafiği, hava kirliliğini artırabilir ve ulaşım altyapısının kapasitesini aşabilir. Bu nedenle, sürdürülebilir ulaşım politikaları ve alternatif taşıma modları, özel araç kullanımının olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik olarak önem taşır. Bu çerçevede, toplu taşıma, bisiklet kullanımı, yaya dostu şehir planlaması gibi çözümler öne çıkar.

2.2. TOPLU ULAŞIMIN, ULAŞIM AÇISINDAN YERİ VE ÖNEMİ

Toplu ulaşım, modern şehirlerdeki ulaşım ağlarının önemli bir bileşenidir ve birçok açıdan büyük bir öneme sahiptir. Toplu ulaşımın, ulaşım açısından çok önemli bir yeri ve rolü vardır. İşte toplu ulaşımın yerini ve önemini belirleyen bazı faktörler:

- **Erişilebilirlik ve Kullanılabilirlik:** Birçok kişiye ulaşım imkânı sunar ve genellikle şehrin farklı bölgelerine kolayca erişim sağlar. Bu, insanların işe, okula, alışverişe ve diğer günlük faaliyetlere ulaşmasını kolaylaştırır.
- **Trafiği Azaltma:** Bireysel araçların yoğunluğunu azaltarak trafik sıkışıklığını hafifletebilir. Birden fazla kişiyi aynı araçla taşıyarak yolların daha etkin kullanılmasını sağlar.

- **Çevresel Etkiler:** Bireysel araç kullanımına göre genellikle daha çevre dostudur. Daha fazla insanı aynı araçla taşıyarak karbon emisyonlarını azaltabilir ve hava kirliliğini azaltabilir.
- **Ekonomik Etkiler:** Bireysel araç sahipliği ve kullanımıyla karşılaştırıldığında genellikle daha ekonomiktir. İnsanlar için daha uygun maliyetli bir ulaşım seçeneği sunabilir ve aynı zamanda toplumun ulaşım altyapısına yapılan yatırımların daha verimli kullanılmasını sağlar.
- **Toplumun Entegrasyonu:** Toplu ulaşım ağı, farklı sosyo-ekonomik grupların ve toplulukların bir araya gelmesini sağlar. Bu, şehirdeki farklı bölgeler arasında daha güçlü bir bağlantı ve etkileşim sağlayabilir.
- **Ulaşım Hizmetlerinin Eşitlikçi Dağılımı:** Ulaşım hizmetlerinin daha adil ve eşitlikçi bir şekilde dağıtılmasına katkıda bulunabilir. Özellikle ekonomik olarak dezavantajlı bölgelerde yaşayan insanlar için daha erişilebilir bir seçenek sunabilir.

Bu nedenlerle, toplu ulaşım şehirlerin sürdürülebilirliği, ekonomik gelişimi ve sosyal entegrasyonu için hayati bir öneme sahiptir. Şehir planlamasında ve ulaşım politikalarında toplu ulaşımın teşvik edilmesi ve geliştirilmesi, yaşanabilir ve kalkınmış şehirlerin oluşturulmasına yardımcı olabilir.

2.3.TOPLU ULAŞIM TÜRLERİ

Toplu ulaşımın etkili bir şekilde yönlendirilmesi ve belirlenmesi, kullanılacak güzergâhın ve bu güzergâhta bulunan ulaşım türlerinin anlaşılmasına dayanmaktadır. Bu nedenle, kara yolu ulaşımı, demir yolu ulaşımı, hava yolu ulaşımı ve deniz yolu ulaşımı gibi farklı ulaşım türlerinin tanımları yapılarak ülkemiz için önemi ele alınmıştır. Bu bilgiler toplu ulaşımın etkin bir şekilde planlanması ve yönlendirilmesinde önemli bir yere sahiptir.

2.3.1. Kara Yolu Ulaşımı

Kara yolu ulaşımı arabalar, otobüsler, minibüsler, kamyonlar gibi motorlu taşıtlarla ulaşım sağlanan bir ulaşım türüdür. Toplu ulaşım çoğunlukla büyük şehirlerde fazla olurken kara yolları daha geniş ağlara yayılabilir. Diğer ulaşım türlerine göre daha kolay altyapı geliştirilebilir. Bu nedenle daha çabuk düzenlenerek daha az altyapı maliyeti ile ulaşım sağlanabilir.

Karayolu ulaşımı diğer ulaşım türlerine göre daha geniş güzergâh seçeneği sunması, ticareti ve bireysel hareketliliği önemli ölçüde etkilemektedir. Kapsamlı yol ağı, farklı ihtiyaçlara ve destinasyonlara hitap eden esnek ve uyarlanabilir seyahate olanak tanımaktadır. Bu esneklik ulaşım maliyetlerini azaltmakta, aynı zamanda sosyal ve ekonomik faaliyetlerin etkin bir şekilde düzenlenmesine de katkıda bulunmaktadır. Karayolu ulaşımı, ticaret ve ekonomik dinamiklerin şekillenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Yolların kolaylaştırdığı mal ve hizmetlerin kesintisiz hareketi, tedarik zinciri verimliliğini ve pazar erişilebilirliğini artırarak ekonomik büyümeyi hızlandırır. Ek olarak, karayolu ağları uluslararası ticaret, bölgelerin birbirine bağlanması ve ekonomik entegrasyonun desteklenmesi için temel kanallar olarak hizmet vermektedir. Tarih boyunca güncelliğini ve uyarlanabilirliğini korumuştur. Modern çağda karayolu altyapısı, araç teknolojisi ve navigasyon sistemlerindeki hızlı gelişmeler, en yaygın ulaşım aracı olan karayolları, dünya çapında toplumların ve ekonomilerin değişen ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde gelişmeye devam etmektedir (Kurt C., 2010).

Kara yolu ulaşımının temel amacı, çeşitli önlemler alarak trafik akışını düzenleyerek güvenliği ve verimliliği artırmaktır. Bu amaç doğrultusunda, çevre yollarının ülke geneline yaygınlaştırılması ve erişiminin tam kontrollü olarak sağlanması hedeflenmektedir. Bu, şehir içi trafiği şehirlerarası trafiğinden ayırmayı ve şehir merkezlerindeki sıkışıklığı azaltarak trafiğin daha kesintisiz bir şekilde sağlanmasını amaçlar. AUS, bu hedeflere ulaşmak için önemli bir rol oynamaktadır. Bu sistemler, mevcut yol ağlarının kapasitesinin en etkin şekilde kullanılmasını sağlamak için tasarlanmıştır. Bu kapsamda, trafik akışını izlemek, yönetmek ve optimize etmek için çeşitli teknolojiler ve algoritmalar kullanılır. AUS'nin yaygınlaştırılması, trafik sıkışıklığını azaltmak, seyahat sürelerini kısaltmak ve çevreye olumsuz etkileri en aza indirmek için önemli bir adımdır. Bu nedenle, kara yolu ulaşımında AUS'nin yaygınlaştırılması ve mevcut yol ağlarının kapasitesinin en etkin şekilde kullanılması için sürekli çaba gösterilmelidir. Bu, trafik güvenliğini artırmak, verimliliği artırmak ve kullanıcı deneyimini iyileştirmek için önemli bir strateji olarak görülmektedir.

Karayolları Genel Müdürlüğü 2022 verilerine göre, 100 milyon taşıt-km başına can kaybı sayısını 5,72 seviyelerinden 1,12'ye düşürülmesi ile yaklaşık 5 kat azaltarak daha güvenli bir kara yolu ulaşım altyapısı oluşturuldu. Kara yolu güvenliği soruşturmasının bir parçası olarak ülke genelinde kaza kara noktalarının ve kaza riski yüksek noktaların iyileştirilmesi, yatay ve dikey işaretlemelerin oluşturulması, uyarlanabilir ve yarı uyarlanabilir sinyalizasyon kavşaklarının oluşturulması, sarsma bantlarının uygulanması, bisiklet dostu korkulukların yapılması ve ağırlık boyut kontrolü yapılması sağlanmaktadır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022). Açıklamalarından anlaşılacağı üzere ilgili bakanlıkların ulaşımındaki güvenlik ve can güvenliği

açısından geliştirilmeye çalışılmaktadır. Kara yollarının uzunluğunun yanı sıra kara yollarında güvenli yol yapımına da önem verilmektedir.

Tablo 2-1: 2022 Kara yolları uzunluk değişimleri(km) (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022)

Yıl	Otoyollar	Devlet Yolları	İl Yolları	Toplam
2010	2.080	31.395	31.390	64.865
2011	2.119	31.372	31.558	65.049
2012	2.127	31.375	31.880	65.382
2013	2.244	31.341	32.155	65.740
2014	2.278	31.280	32.474	66.032
2015	2.282	31.213	33.065	66.560
2016	2.542	31.106	33.513	67.161
2017	2.657	31.066	33.896	67.619
2018	2.842	31.021	34.153	68.016
2019	3.060	31.006	34.165	68.231
2020	3.523	30.974	34.136	68.633
2021	3.532	30.965	34.029	68.526
2022	3.633	30.940	34.116	68.689

Ulaştırma bakanlığının 2022 yıl sonu verilerine göre kara yolları ağında 3.633 km otoyol, 30.961 km devlet yolu ve 34.131 km il yolu olmak üzere toplam 68.725 km yol bulunmaktadır. Bu yol ağının 28.816 km'si bölünmüş yoldur. Tablo 1'de Türkiye'de 2010 yılından günümüze kara yolları uzunluğu değişimleri görülmektedir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022).

2.3.2. Demir Yolu Ulaşımı

Demir yolu ulaşımı, endüstriyel devrimle birlikte 19. yüzyılın başlarında buharlı lokomotifin icadı ve kullanılmasıyla gelişen bir sistemdir. Bu sistem, kara yollarına göre daha büyük kapasiteye sahiptir ve kara yolu trafik yoğunluğunu azaltarak çevreye olumlu etkiler sağlar. Ayrıca, elektrikle çalışmasıyla birlikte karbon ayak izini azaltır. Demir yolu ulaşımının bir avantajı, yüksek kapasitesi sayesinde büyük ölçekli lojistik ve ticari taşımacılığı yapabilmesidir. Bu özellik, büyük miktarlarda mal ve kişi taşınmasını kolaylaştırır ve ekonomiye katkı sağlar. Ancak, demir yolu ulaşımının dezavantajları da bulunmaktadır. Özellikle engebeli arazilerde altyapı maliyeti çok yüksek olabilir, bu da demir yolu ağlarının geniş alanlara yayılmasını sınırlandırabilir. Ayrıca, demir yolu hatlarının bakımı ve işletilmesi için önemli yatırımlar gerekebilir. Tüm bu faktörler göz önüne alındığında, doğru planlama ve yatırımlarla, demir yolu

ulaşımı evre dostu ve etkili bir ulaşım çözümü olabilir. Ülkemizde yapılan bazı demir yolu çalışmaları aşağıdaki gibidir.

Ankara-Eskişehir-İstanbul hattı, Ankara-Konya hattı, Konya-Eskişehir-İstanbul hattı ve Konya-Karaman hızlı tren hattı açıldı. Ankara-Sivas Hızlı Treni 26 Nisan 2023'te hizmete başlamıştır. Marmaray, 2013 yılında halkın hizmetine açılan ve İstanbul'da olabilecek en büyük depremlere dayanıklı olması, son teknoloji kullanılarak inşa edilmesi ulaşım açısından en önemli projelerden birisidir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022).

Ankara- İstanbul ve Konya İstanbul, çeşitli inşaat yöntemleri kullanılarak inşa edilmiş ve 2014 yılında işletmeye alınmıştır. Bu sayede ülkemizdeki büyük şehirler HT üzerinden birbirine bağlanıyor. Tablo 2'de 2010 yılı ve 2022 yılı sonları yapılan demir yolu uzunlukları görülmektedir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022).

Tablo 2-2: 2010 yılı ve 2022 yılı sonları yapılan demir yolu uzunlukları göre (km)(T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022).

Yıl	Konvansiyonel (Anahatlar)	Konvansiyonel (İltisak Hatları + İstasyon Yolları)	Konvansiyonel Hat Toplamı	Hızlı Tren Hatları	Toplam Hat Uzunluğu
2010	8.722	2.330	11.052	888	11.940
2011	8.770	2.342	11.112	888	12.000
2012	8.770	2.350	11.120	888	12.008
2013	8.846	2.363	11.209	888	12.097
2014	8.903	2.369	11.272	1.213	12.485
2015	8.947	2.372	11.319	1.213	12.532
2016	8.947	2.372	11.319	1.213	12.532
2017	9.023	2.372	11.395	1.213	12.608
2018	9.131	2.396	11.527	1.213	12.740
2019	9.194	2.396	11.590	1.213	12.803
2020	9.194	2.396	11.590	1.213	12.803
2021	9.158	2.432	11.590	1.432	13.022
2022	9.235	2.433	11.668	1.460	13.128

2.3.3. Hava Yolu Ulaşımı

Hava yolu ulaşımının, kara yolu ve diğer ulaşım yöntemlerine göre daha hızlı bir ulaşım sağlaması, Türkiye'nin turizm sektörüne önemli katkılarda bulunarak ekonomik kalkınma ve gelişmeye yardımcı olmaktadır. Hava yolu ulaşımı, ülkemizin turizm sektörünü canlandırarak

yabancı turistlerin ÷lkeye gelmesini teşvik eder ve bu da gelirin artmasına ve istihdamın büyümesine katkı sağlar. Ayrıca, hava yolu ulaşımı uluslararası ticareti kolaylaştırarak Türkiye'nin dış ticaret hacminin büyümesine de yardımcı olur. Böylelikle yurtdışına hızlı ve etkili bir şekilde mal ve hizmet gönderilmesiyle, Türk şirketlerinin küresel pazarda rekabet etmesini sağlar.

Hava yolu ulaşımı ayrıca iş seyahatlerini kolaylaştırır ve uluslararası iş bağlantılarının gelişmesine katkı sağlar. İş dünyası için hızlı ve güvenilir bir ulaşım seçeneğı sunarak iş toplantıları, konferanslar ve diğer iş etkinliklerine katılımı kolaylaştırır. Bu da Türkiye'nin uluslararası iş dünyasında daha etkin bir oyuncu olmasına olanak tanır. Hava yolu ulaşımının Türkiye'deki büyümesi incelenirse, ilk ticari yolcu uçuşları, 1925 yılında yapıldı. İstanbul ve Ankara arasında gerçekleştirilen bu uçuşlar, Türkiye'nin sivil havacılık alanındaki ilk adımlarından birini oluşturmaktadır. Bu yolcu uçuşlarının başlamasından yaklaşık 100 yıl sonra, Türkiye'deki hava yolcu trafiğı önemli ölçüde artmıştır. İç ve dış hatlarda toplam yolcu sayısı, 2003 yılında 34,4 milyondan Kasım 2022'de 161 milyona kadar yükselmiştir. Bu, Türkiye'nin hava yolu ulaşımının öneminin ve etkisinin arttığını göstermektedir. Tablo 2-3'de 2022'de yayınlanan raporda 2021 yılında Türkiye, en çok yolcu trafiğı olan 20 ÷lke içinde 6. sıradadır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022). Bu durum hava yolu ulaşımının ÷lkemizin kalkınması ve gelişmesi bakımından hava yolu ulaşımının ne kadar önemli olduğunu gösterir.

Tablo 2-3: Türkiye'nin Dünya Hava Yolu Yolcu Sıralaması (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022)

Sıra No	Ülke Adı	Toplam Yolcu
1	Amerika Birleşik Devletleri	1.295.838.437
2	Çin Halk Cumhuriyeti	907.482.935
3	Rusya Federasyonu	188.003.994
4	Hindistan	181.325.345
5	Brezilya	129.337.821
6	Türkiye	128.452.412
7	Meksika	127.583.847
8	İspanya	105.268.463
9	Fransa	84.022.099
10	İtalya	80.589.083
11	Almanya	79.736.817
12	Japonya	78.499.928
13	Güney Kore	69.502.656
14	Birleşik Krallık	65.511.068
15	Kanada	61.116.033
16	Kolombiya	53.611.839
17	Suudi Arabistan	49.012.458
18	Avustralya	47.875.531
19	Birleşik Arap Emirlikleri	42.209.463
20	Yunanistan	35.854.152

2.3.4. Deniz Yolu Ulaşımı

Deniz yolu ulaşımının tarihi, insanlık tarihi kadar eski olup, limanlar aracılığıyla farklı ülkeleri birbirine bağlayarak dünya genelinde ticareti ve ilişkileri geliştirmiştir. Bu, ekonomik kalkınmanın sağlanmasına önemli katkılar sunmuştur. Deniz yolu, konteyner gemileri ve petrol tankerleri gibi yüksek kapasiteli taşıma araçlarıyla ekonominin ve ticaretin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. 2021 yılında dünya kargo hacminin yaklaşık %50'si deniz yoluyla gerçekleştirilmiştir. Türkiye'nin ithalat ve ihracat faaliyetlerine baktığımızda, TÜİK verilerine göre 2021 yılında ithalat amaçlı taşınan malların hacimsel olarak yaklaşık %0,6'sı, ihracat amaçlı taşınan malların ise yaklaşık %0,9'u deniz yoluyla taşınmıştır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022).

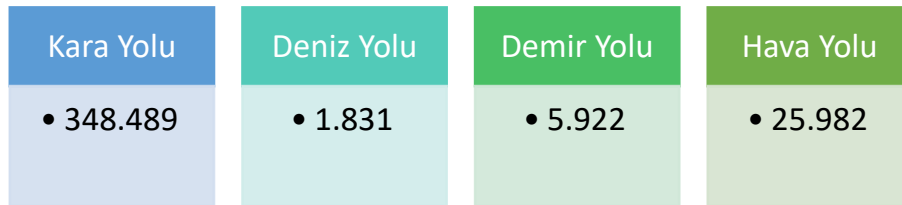
Türkiye, Avrupa, Asya, Kafkaslar ve Orta Doğu gibi bölgelerle benzersiz bağlantılara sahip olmasının yanı sıra coğrafi olarak Afrika'ya komşu olmasıyla da dikkat çeker. Bu durum, ülkemizin kıtaların, ticaret yollarının, enerji nakil hatlarının ve kültürel alışverişlerin kavşağında bulunduğunu gösterir. Türkiye'nin stratejik ve jeopolitik konumu, uluslararası arenada önemini

arttırmaktadır ve birçok ülke ile siyasi, ticari ve ekonomik açıdan etkileşim halindedir. Dolayısıyla, deniz yolu ulaşımı ülkemiz için büyük bir önem arz etmektedir.

2.4. İSTANBUL’UN TOPLU ULAŞIM KAPASİTESİ

Kara yolu, demir yolu, hava yolu, deniz yolu ulaşım türleri toplu ulaşımı sağladığı gibi ekonomi, uluslararası ilişkiler, stratejik önem, turizm gibi faktörler için de önemlidir. Ülkemizin hava yolu, deniz yolu, demir yolu, kara yolu bağlantısı olan, Asya ile Avrupa’yı birbirine bağlayan, tarihi geçmişi olan, yaz ve kış fark etmeksizin turist çeken, İstanbul ve Çanakkale Boğazı’nı birbirine bağlayan en büyük nüfuslu dünya metropollerinden biri olan İstanbul için toplu ulaşım çok önemlidir. İstanbul’da tercih edilen toplu ulaşım araçları ticari taksi, otobüs, minibüs, metrobüs, tramvay, Marmaray, metro, vapur vb.dir. Bu çalışmada inceleyeceğimiz İstanbul’da minibüs örneği, İstanbul için uygulanacağından İstanbul’un toplu ulaşım kapasitesi detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Şekil 2.2’de, İstanbul’da 2022 yılında gerçekleşen ulaşım istatistiklerine göre kara yolu ulaşımında 348.489 milyon, deniz yolu ulaşımında 1.831 milyon, demir yolu ulaşımında 5.922 milyon, hava yolu ulaşımında 25.982 milyon kişi yolculuk yaptığı görülmektedir.



Şekil 2-2: 2022 Yılı Kara Yolu Ulaşım İstatistikleri (Karayolları Genel Müdürlüğü, 2022)

2.4.1. Otobüs

20-35 kişiden 150 kişiye kadar yolcu taşımak amacıyla tasarlanmış, geniş bir iç mekâna ve koltuk sıralarına sahip, tekerlekli ve motorlu bir kara taşıtıdır (Ersöz, 2020). Otobüsler, toplu taşıma sistemlerinde yaygın olarak kullanılan araçlardır. İstanbul’da otobüs, şehir içi ulaşımın temel taşlarından biridir ve günlük milyonlarca kişinin ulaşım ihtiyacını karşılar. Şehrin geniş coğrafyasını kapsayan otobüs ağı, şehir merkezinden uzak bölgelere kadar uzanır ve farklı

güzergahlarda hizmet verir. İstanbul'daki otobüs ağı, İETT (İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri) ve özel halk otobüsleri olmak üzere farklı işletmeciler tarafından yönetilir.

İETT'nin planı çerçevesinde belirli bir güzergâh boyunca, belirli duraklarda, belirli zamanlarda yolculuk yapmayı sağlar. 1871 yılından itibaren faaliyette olan Tramvay İşletmesi'ne destek olmak amacıyla Dersaadet Tramvay Şirketi'ne otobüs çalıştırma izni verilmesinin ardından 1926 yılında 4 adet Otobüs ile başlayan otobüs işletmesinin 1939 yılında İETT devri yapıldı. 2007 yılında çift katlı otobüsler filoya dahil edildi. 3571 adet otobüs ve 11 795 otobüs durağı bulunmaktadır (İBB, 2022). Ayrıca mevcut otobüslerin 1050 akıllı otobüs durağı bulunmaktadır bu şekilde insanlara gerçek zamanlı bilgilendirme yapılmaktadır. Otobüslerin tamamı kontrol merkezi tarafından kontrol edilmektedir. Kara yollarının en çok tercih edilen toplu ulaşım türü ve merkezi kontrol sisteminde; elektronik kart sistemi, kiosk ekranda ödenen miktar, otobüsün plakası gibi bilgiler mevcuttur. Yolcuların gideceği durakları takip edebileceği asılı bir monitör bulunmaktadır. Bu ulaşımında güvenilirliği, yolcunun güvenli ve konforlu bir yolculuk yapmasını sağlar.

2.4.2. Minibüs/Midibüs/Dolmuş

Midibüs: Midibüsler, kentsel ve kırsal alanlarda yolcu taşımacılığı için optimize edilmiş, orta ölçekli motorlu taşıtlardır. Bu araçlar, 8 ila 11 metre uzunluğunda değişken boyutlara sahip olup, minibüslerle tam boy otobüsler arasında bir konumlandırmaya sahiptirler. Dizel yakıt kullanımıyla çalışan midibüsler, 25 ile 35 yolcu kapasitesi sunarlar ve bu özellikleriyle şehir içi ve şehirler arası taşımacılıkta, turizm ve özel etkinliklerde tercih edilirler. Manevra kabiliyetleri, dar sokaklarda ve yoğun trafikte avantaj sağlar, bu da onları çevik ve verimli taşıtlar yapar.

Dolmuş: Türkiye'ye özgü, karma taşımacılık modelleri arasında yer alan küçük ölçekli bir toplu ulaşım aracıdır. Esnek güzergâh ve zamanlama özellikleriyle, standart taksilerle büyük otobüsler arasında bir alternatif sunar. Yolcu kapasitesi genellikle 15 kişi civarındadır ve tam dolana kadar hareket etmeyen bu araçlar, 'dolmuş' adını bu özelliğinden alır. İstanbul'daki şehirleşme ve nüfus artışına yanıt olarak gelişmiş, dar sokaklarda ve yoğun trafikte manevra yapabilme yeteneği ile kentsel mobilité için idealdir.

Minibüs: 9 ila 16 yolcu taşıma kapasiteli bir araçtır. Otobüsten küçük, otobüse göre daha hızlı manevra yapabildiğinden kentsel ve kırsal alanlarda toplu ulaşım, okul taşımacılığı gibi amaçlarla kullanılır. Ekonomik ve esnek taşıma sistemiyle daha geniş yolcu kitlesine hitap etmektedir. Ülkemizde uzun yıllardan beri sosyolojik bir gerçeklik olan minibüsler özellikle metro, metrobüs, otobüs hatlarının olmadığı mahalle aralarında kullanılan bir toplu ulaşım aracıdır.

Tezimizin araştırma konusu olan İstanbul’da minibüs 175 hattı, 6460 minibüs aracı bulunmaktadır (TUHİM İBB, 2017).

İstanbul Büyükşehir Belediyesi bağlamında Ulaşım Koordinasyon Merkezi Kararları kapsamında İstanbul’daki minibüs hatlarının sisteminin düzenlenmesi ve diğer ulaşım sistemleri ile entegrasyonunu sağlama çalışmaları yapılmaktadır.

Örneğin; 2013 yılında alınan 2013/1-24 sayılı UKOME kararı ile “Taksi, Taksi-Dolmuş ve Minibüsler ’de 07.07.2013 tarihi itibarıyla Elektronik Bilet Uygulaması Sistemine geçişin sağlanması” minibüslere elektronik bilet uygulaması raylı sistemler gibi bazı sistemleri kolaylaştırabilmesi açısından önem arz etmektedir. Fakat yapılan çalışmalar istenen sonucu vermediğinden elektronik bilet sistemine geçiş yapılamamıştır (Ekmekçioğlu, 2017). Bu durum ödeme yöntemlerinde güvensizliğe, ekonomik olarak kayıt dışılığa sebep vermektedir. Minibüslerdeki güvenlik problemlerine çözüm üretmek ve minibüslerdeki denetimsizliğe karşın 2014/7-4 alınan kararda minibüslere iç dış kamera takılmasını ve GPS kimlik numaraları ile kamera kayıtlarını Toplu Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğüne bildirilmesi kararlaştırılmıştır (Ekmekçioğlu, 2017). Alınan kararla minibüslerde denetim artırılması hedeflenmektedir. Avrupa ülkelerinde minibüs kavramı yoktur. Ülkemizde, Ortadoğu ve Asya’da minibüsler toplu ulaşım aracı olarak kullanılıyor. Kalabalık Avrupa ülkelerinde ana ulaşım sistemi raylı ulaşımıdır. Ülkemizde de ana ulaşım sistemi olarak raylı ulaşım sistemi, ara ulaşım sistemi olarak otobüs, minibüs yapılması planlanmaktadır. Minibüs ulaşımında durakların belli bir sisteminin olmaması, aracın bulunması gereken saatten ya da durakta kalkması gereken saatlerde çoğu zaman esnek olması minibüsün etkin bir ara ulaşım aracı olmasını zorlaştırmaktadır.

Yolcu, sürücü, minibüs odaları, minibüs üreticileri (minibüs tasarım) gibi minibüs paydaşlarının yanı sıra trafik denetim de minibüs sisteminin bir paydaşıdır. Ancak sistemin işleyişiyle ilgili bir denetim mekanizması bulunmadığından kapı açık şekilde yolculuk, asıl sürücü dışında bir sürücü, güzergâhtan sapma, hız ihlalleri, kural ihlalinden dolayı artan trafik yoğunluğu veya trafik kazaları gibi birçok güvenli ve konforlu olmayan yolculuk yapılmaktadır. 2019 yılında İBB’nin yapmış olduğu İstanbul Sürdürülebilir Ulaşım Kongresi raporunda minibüslerin ana durak yerlerinin tümü İSPARK A.Ş. tarafından başka firmalar tarafından da işletilmekte olduğundan değişik uygulamalarla karşılaşılabilmektedir. Minibüs sürücülerinin yeterli mesleki eğitimden yoksun olması, trafik kurallarına uymada ve yolcu iletişimde sorunlara neden olmaktadır (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2019).

Literatür taramaları ve çalıştay raporunda belirtildiği üzere minibüs sürücülerin mesleki yetersizliği trafik kuralları ihlali, yolcu iletişimde sorunlara, saldırganlık gibi birçok olumsuzluğa sebep olmaktadır. Ayrıca minibüslerdeki denetim azlığı trafikte, sürücü araç içinde

ve trafikte kural ihlali yapmasına olanak tanımaktadır. Bu da güvenilirlik, can güvenliği, sürdürülebilirlik yönünde sıkıntı meydana getirmektedir. Bu çalışmada denetimi arttıracak, güvenilirliği, sürdürülebilirlik, ulaşılabilirlik, mobil uygulamalarla takip edilebilen bir sistem önerisi yapılmaktadır.

2.4.3. Ticari Taksiler

Ticari taksiler, şehir içi ulaşımın önemli bir parçası olarak, esnek ve kişiye özel ulaşım hizmeti sunan araçlardır. Taksiler, toplu taşıma sistemlerinin kapsamadığı bölgelere ve saatlere hizmet ederek, şehir içi ulaşımın tamamlayıcı bir unsuru olarak büyük bir rol oynar. Bu hizmetler, özellikle acil durumlar, gece saatlerinde ulaşım ve taşımacılık gibi durumlarda kritik öneme sahiptir. Ticari taksiler, şehirlerin ulaşım ağını genişletir, yerel ekonomi için iş imkânları yaratır ve genel ulaşım sisteminin verimliliğini artırır. Taksi ücretleri genellikle belirli bir açılış ücretine ek olarak kilometre başına bir ücret içerir. Genellikle sarı renkte olup özel plakaya sahiptirler. 2017 İBB Yıllık Ulaşım Raporu'na göre İstanbul'da 4000 iTaksi, 17395 taksi ve 511 taksi durağı bulunmaktadır (TUHİM İBB, 2017). Taksiler zaman ve güzergâh belirlenmeksizin kent içinde yolcuları taşıyan bir ulaşım aracıdır.

2.4.4. Metrobüs

Metrobüs, şehir içi toplu taşımacılıkta hızlı ve güvenilir ulaşım sağlayan, genellikle ayrılmış özel yollar üzerinde seyreden yüksek kapasiteli otobüs sistemidir. Metrobüsler, özellikle büyük şehirlerde trafiğe takılmadan hızlı bir ulaşım imkânı sunarak, şehir içi ulaşımın etkinliğini ve verimliliğini artırır. Metrobüs sistemleri, metro ve tramvay gibi raylı sistemlere kıyasla daha düşük maliyetli ve esnek bir ulaşım alternatifi sunar. İstanbul'da metrobüs İETT'ye bağlıdır. Anadolu ve Avrupa yakaları arasındaki ulaşım zaman farkını büyük ölçüde azaltmıştır. Bu yüzden Metrobüse olan talep artmıştır. 52 km yol, 44 istasyon, ortalama yaşı 5 olan 3130 metrobüs ve körüklü otobüs bulunmaktadır (TUHİM İBB, 2017). İlk Avcılar – Zincirlikuyu hattı ile başlayıp talep arttıkça hat sayısı artmıştır. Kısa sürede ulaşım imkân sağlaması nedeniyle ulaşım da tercih edilen bir ulaşım aracıdır.

2.4.5. Metro

Metro, büyük şehirlerde yoğun nüfus ve ulaşım ihtiyaçlarına cevap vermek için kullanılan bir raylı sistemdir. Yer altında veya yer üstünde raylar üzerinde işleyen tren vagonlarından oluşur. Metro hatlarının uzunluğu ve kullanılan vagon sayısı, her hattın özelliğine ve ihtiyaca göre değişiklik gösterebilir. Metro sistemleri, şehir içi ulaşımı hızlandırır, trafik sıkışıklığını azaltır ve çevreye daha az zarar verir. Bu nedenle, büyük şehirlerdeki ulaşım altyapısının önemli bir parçası olarak kabul edilirler. İstanbul'daki toplam metro ağı 243,3 kilometre (151,2 mi) uzunluğundadır ve 158 istasyondan oluşmaktadır (İBB, 2021). Metro İstanbul'un açıkladığı verilere göre, 2022 yılında 747 milyon 339 bin 602 kişi raylı sistemleri kullanmıştır (İBB, 2023)

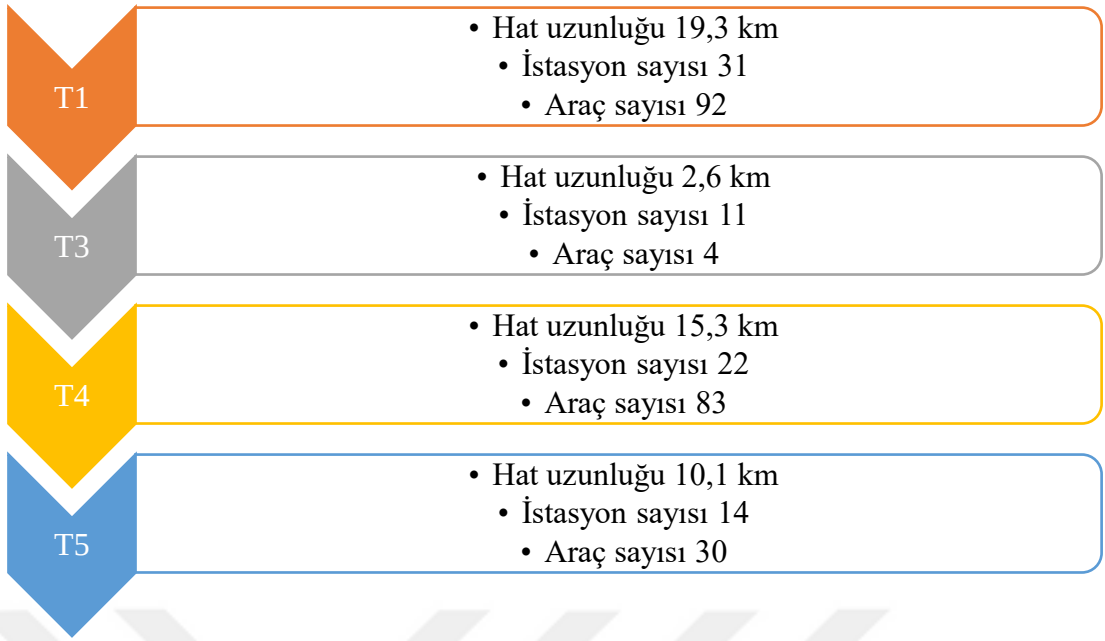
2.4.6. Tramvay

Tramvay, raylı sistemler içerisinde yer alan ve şehir içi ulaşımında kullanılan yolcu taşımacılığı aracıdır. Tarihsel olarak önemli bir ulaşım aracı olan tramvaylar, günümüzde de birçok şehirde aktif olarak kullanılmaktadır. Tramvaylar, çevre dostu bir ulaşım seçeneği olmaları, trafik sıkışıklığını azaltmaları ve şehir içi ulaşımın hızlı ve düzenli bir şekilde sağlanmasına katkıda bulunmalarıyla önemlidir.

İstanbul'da tramvay, şehir içi ulaşımın önemli bir parçasını oluşturan ve tarih boyunca şehrin ulaşım ağında önemli bir rol oynamış olan bir sistemdir. İstanbul'da tramvay hatları, şehrin tarihi dokusunu ve modern altyapısını bir araya getirerek hem yerli halkın hem de turistlerin şehri keşfetmesine ve ulaşımını sağlamasına olanak tanır.

İstanbul'daki tramvay hatları, şehrin ana caddeleri boyunca uzanır ve hem Avrupa Yakası'nda hem de Anadolu Yakası'nda hizmet verir. Bu hatlar, şehrin önemli turistik bölgelerini, alışveriş merkezlerini, iş merkezlerini ve ulaşım merkezlerini birbirine bağlar. Özellikle Sultanahmet, Eminönü, Taksim ve Kadıköy gibi önemli noktalarda tramvay hatları yoğun bir şekilde kullanılır.

İstanbul'da T1, T3, T4, T5 hatlarına sahip olan tramvay 2011'de T1 ve T2 hatlarının birleşmesiyle toplam 4 hatta sahiptir. Şekil 2-3.'de güncel İstanbul tramvay hat bilgileri verilmiştir. Kara yolu trafiğini azaltması sebebiyle önemli bir toplu ulaşım aracıdır.



Şekil 1-1: İstanbul Tramvay güncel hat bilgileri (İBB Metro İstanbul, 2024)

2.4.7. Marmaray

Marmaray, İstanbul'un Avrupa ve Asya kıtalarını deniz altından geçerek birleştiren, şehrin en önemli ulaşım projelerinden biridir. Bu proje, İstanbul'daki trafik sıkışıklığını azaltmak, toplu taşıma kapasitesini artırmak ve şehrin farklı bölgelerini birbirine bağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Marmaray projesi, Marmara Denizi'nin altından geçen ve Avrupa Yakası'ndaki Kazlıçeşme'den Asya Yakası'ndaki Ayrılık Çeşmesi'ne kadar uzanan 13,6 kilometrelik bir tünel hattını içerir. Tünel hatlarıyla birlikte Avrupa ve Asya kıtalarını birbirine bağlayan bir demiryolu hattıdır. Bu hat, İstanbul'un farklı bölgelerini birbirine bağlar ve şehir içi ulaşımı büyük ölçüde kolaylaştırır. Marmaray hattı, yüzeyde ve yeraltında bulunan istasyonlar aracılığıyla hizmet verir ve yolculara hızlı, konforlu ve güvenli bir ulaşım imkânı sunar.

Marmaray, şehir içi ulaşımı ve aynı zamanda şehirler arası ulaşımı da kolaylaştırır. Marmaray hattı, İstanbul'dan başlayarak Türkiye'nin farklı bölgelerine ve hatta Avrupa'nın diğer ülkelerine kadar uzanan demiryolu ağlarıyla entegre bir şekilde çalışır. Bu sayede, İstanbul'da yaşayanlar ve şehri ziyaret edenler, Marmaray'ı kullanarak diğer şehirlere ve ülkelere kolaylıkla seyahat edebilirler.

Marmaray projesi, İstanbul'un ulaşım altyapısını güçlendiren ve şehrin farklı bölgelerini birbirine bağlayan önemli bir yapıdır. 29 Ekim 2013 yılında yapımı tamamlanan Asya ve Avrupa yakalarını Marmara Denizi altında birleştirip ve Gebze – Halkalı arasını kesintisiz olarak 108

dakikada almaktadır. Ayrıca Bakü -Tiflis – Kars demir yolu hattının açılmasıyla Londra'dan Pekin'e kesintisiz demir yolu ulaşımı sağlamaktadır (TCDD, 2024). Ayrıca şehir içindeki kara yolu ulaşımını azalttığı ve demir yolu elektrikli araç olması sebebiyle çevre kirliliğini, sera gazlarını azaltmasıyla önemli bir toplu ulaşım aracıdır.

2.4.8. Vapur

İstanbul'da 25'ten fazla hattı bulunan vapur ulaşımı, şehrin içinde ve çevresinde geniş bir ulaşım ağı sunar. Bu hizmet, deniz otobüsleri, özel seferler ve İstanbul Boğazı turları gibi çeşitli seçenekleri içerir. Vapur ulaşımı, kendine özgü bir rota izler ve bu özelliğiyle kara yolu trafiğini azaltmaya yardımcı olur. Ayrıca, konforlu seyahat imkânı sunmanın yanı sıra görsel açıdan zengin manzaralar sunmasıyla da önemlidir. Ancak, mevsim şartlarından etkilenmesi ve hava koşullarına bağlı olarak seferlerde aksamalar yaşanabilmesi, bu ulaşım türünün dezavantajları arasında yer almaktadır. Şehir Hatları A.Ş., 53 iskele, 30 vapurla günde ortalama 891 sefer gerçekleştiren, yılda 40 milyon civarında yolcunun taşımacılığını yapmaktadır (Şehir Hatları, 2022).

İstanbul'da günlük olarak milyonlarca kişi seyahat etmektedir ve bu seyahatlerin en yüksek payı kara yolu ulaşımına aittir. Kara yolu ulaşımındaki araç yoğunluğu, ulaşımın sürdürülebilirliği, zaman tasarrufu, durak esnekliği gibi faktörler göz önüne alındığında, minibüsler önemli bir role sahiptir. Özellikle iş saatlerindeki yoğunluklar ve yolcu hareketliliği, minibüslerin kullanımını arttırmaktadır. Bu minibüslerin, denetim, konfor ve güvenlik gibi önemli ihtiyaçları karşılaması beklenmektedir.

3. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ (AUS)

Günümüzde şehirlerin ulaşım ihtiyaçlarının artmasıyla birlikte, AUS önemli bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Teknolojinin sağladığı olanakları kullanarak, şehir içi ve şehirler arası ulaşımı daha verimli, güvenli ve sürdürülebilir hale getirmeyi hedefler. AUS ile ilgili bilgiler bu bölümde ele alınacaktır.

3.1. AUS'NİN TANIMI, ÖNEMİ VE FAYDALARI

AUS, bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak trafik akışını düzenlemek ve kontrol etmek, ulaşımı daha güvenli ve sürdürülebilir, daha çevre dostu hale getirmeyi, hareketliliği kolaylaştırmayı, zaman ve maliyetten tasarruf ettirmeyi, park yönetimi, araç algılama gibi teknolojilere entegre etmeyi amaçlayan bir sistemdir.

AUS, araçlar, ulaşım altyapısı, merkezi yönetimler arasında veri alışverişi yapmasını mümkün kılan, elektronik ve araç algılama teknolojilerini kullanan bir yapıdır. AUS'de, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) kullanımı yaygın olup mobil ve web teknolojilerini kullanıcılara hem ve etkili olabilecek bir şekilde aktarması açısından çok önemlidir(Tektaş ve Tektaş, 2019). Bu sayede zamandan, maliyetten tasarruf hem bireyler hem de gelişmekte olan ülkeler için sağlanmaktadır. Bu durum AUS'nin önemini vurgulamaktadır.

Dünya bankası verilerine göre kentsel nüfus oranları Japonya'da %92, ABD'de %83, Fransa %82, Almanya %78, İngiltere %84 ve Türkiye'de %77 civarındadır (World Bank, 2022). Bunun yanında, 1000 kişiye düşen araç sayıları da 2022 verilerine göre Japonya'da 661, ABD'de 90, Fransa'da 668, Almanya'da 628, İngiltere'de 600 ve Türkiye'de ise 272 olduğu görülmüştür (Our World in Data, 2022). İstatistik verilerden görüldüğü üzere bu durum, trafik akışını düzenleyen ve yoğun araç trafiğine bağlı park sorunlarını çözecek sistemlerin varlığının önemini ortaya koymaktadır. Ayrıca, daha güvenilir, konforlu ve her kesime uygun ulaşım sistemlerinin önemi de daha iyi anlaşılmaktadır. Bu tür sorunlar sadece gelişmekte olan ülkelerde değil, dünya genelindeki tüm büyük şehirlerin ortak özelliklerindendir. Bu nedenle, kentlerin yaşam kalitesini artırmak ve ulaşım sorunlarını çözmek için daha etkili ve sürdürülebilir ulaşım politikaları ve altyapıları geliştirilmesi gerekmektedir.

AUS çok modlu kapsama sahiptir. Mobiliteyi arttırarak toplum psikolojisine katkı sağlar. Ulaşımda ölümlü veya yaralanmalı trafik kazalarını azaltarak sağlık sektörüne fayda sağlar. Kameralar, GPS, algılayıcılar ve benzeri uygulamalar ara aracılığıyla büyük veri (big data)'nın

güvenliğini sağlar ve analizini yapar. Çevre dostu ve kentsel yaşam kalitesini arttırarak şehirlerin ulaşım altyapısını daha etkili kullanarak güvenli hâle getirmektedir. AUS'nin bir diğer faydası hızlı ve konforlu seyahat imkânı sunmasıdır. Trafik sıkışıklığının olduğu noktaları tespit ederek trafik sıkışıklığını azaltır ayrıca araç sayılarını düşürerek aynı zamanda çevre dostu bir sistemdir. Trafikte seyahat sürelerini azalttığından yakıt tasarrufu sağlar. AUS hem ekonomik olarak faydalı hem de çevre dostudur.

3.2. AUS'TA KULLANILAN TEKNOLOJİLER

AUS'ta kullanılan teknolojilerin önemi ve çeşitliliği göz önüne alındığında, bu sistemlerin kapsamlı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Bu sistemler, trafik yönetimi, yolcu bilgilendirme, güvenlik ve çevresel etkilerin azaltılması gibi çeşitli alanlarda faaliyet gösterir.

3.2.1. Konum Belirleme Sistemleri (GPS)

GPS (Küresel Yer Belirleme Sistemi -Global Positioning System, dünya üzerinde kesin konum, hız ve doğrultu bilgilerini tespit etmek için kullanılan bir uydu tabanlı navigasyon sistemidir (NASA, 2023). GPS, uydular, bir alıcı ve algoritmalar aracılığıyla hava, deniz ve kara yolculuğu için konum, hız ve zaman verilerini senkronize eder. ABD hükümetine ait ve ABD'nin Uzay Kuvvetleri tarafından yönetilen uydu tabanlı radyonavigasyon sistemi olan GPS'in yaygın kullanım alanları arasında araç navigasyon sistemleri, akıllı telefonlar, deniz taşımacılığı, havacılık, askeri uygulamalar ve açık hava etkinlikleri gibi alanlar bulunmaktadır (GPS,2024).

3.2.2. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)

CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi- Geographical Information Systems/GIS) dünya üzerindeki karmaşık sosyal, ekonomik, çevresel vb. sorunların çözümüne yönelik mekâna/konuma dayalı karar verme süreçlerinde kullanıcılara yardımcı olmak üzere, büyük hacimli coğrafi verilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, yönetimi, mekânsal analizi, sorgulaması ve sunulması fonksiyonlarını yerine getiren donanım, yazılım, personel, coğrafi veri ve yöntemin bütünüdür(GIS,2024; GIS Data,2024).İleri Yolcu Bilgilendirme Sistemi (ATIS), İleri Trafik Yönetim Sistemi (ATMS), İleri Toplu Ulaşım Sistemi (APTS), Acil Durum Yönetim Sistemi (EMS) şeklinde dört ana gruba ayrılabilir (Ushakov, Dudukalov, Mironenko ve Shatila, 2022).

i. İleri Yolcu Bilgilendirme Sistemi (ATIS)

İleri Yolcu Bilgilendirme Sistemi (ATIS), ulaşım işletmelerinin hizmet kalitesini artırmak ve yolculara daha konforlu bir ulaşım deneyimi sunmak amacıyla geliştirilen bir sistemdir. ATIS, yolculuk sırasında yolculara gerçek zamanlı bilgi sağlayan bir sistem olarak çalışır. Bu sistem, araç içi ve dışı bilgilendirme ekranları, mobil uygulamalar, durak bilgilendirme panoları, anons ve haberleşme sistemleri, medya yönetim sistemi ve güvenlik kameraları gibi alt modüllerden oluşur. Yolcuların durak, sefer ve varış bilgilerini takip etmelerini sağlar ve ulaşım deneyimini daha bilgilendirici ve konforlu hale getirir (Tektaş ve Tektaş, 2019).

ii. İleri Trafik Yönetim Sistemi (ATMS)

Trafikte geçirilen zamanın azaltılması ve kent içi trafiğin yönetilmesi, ATMS AUS için önemli bir teknoloji sistemidir. ATMS, rutin trafik sıkışıklıklarında veya trafik kazaları gibi rutin olmayan nedenler sebebiyle oluşan trafik sıkışıklıklarını önlemek geliştirilmiş bir sistemdir. Yapay zekâ, bulanık mantık gibi ileri teknolojileri kullanarak trafik akışını izler, analiz eder ve yönetir. Trafik ışıkları, sinyalizasyon sistemleri ve yol işaretlerini düzenleyerek trafik akışını optimize ederler (Tektaş ve Tektaş, 2019).

iii. İleri Toplu Ulaşım Sistemi (APTS)

Toplu taşıma araçlarını etkili bir şekilde yönetmek ve hizmet kalitesini artırmak amacıyla geliştirilmiş olan bu sistem, kablosuz iletişim teknolojilerini kullanarak araçların tanımlanması, konumlarının tahmin edilmesi ve sefer planlarının yapılması gibi görevleri gerçekleştirir. Otobüsler ve diğer toplu taşıma araçlarına internet bağlantısı sağlayarak araçların konum bilgilerinin gerçek zamanlı olarak takip edilmesini sağlaması ile yolcuların hangi durakta beklemesi gerektiği konusunda bilgilendirme yapılabilir ve seyahat süreleri tahmin edilebilir. Maliyeti en aza indirme amacıyla internet bağlantısı sağlanması, sistemdeki verimliliği artırırken, aynı zamanda operasyonel maliyetleri düşürebilir. Bununla birlikte, araçların gecikme nedenlerini bildirmemesi gibi sorunlar, sistemin güvenilirliğini ve kullanıcı deneyimini olumsuz yönde etkileyebilir (Tektaş ve Tektaş, 2019).

iv. Acil Durum Yönetim Sistemi (EMS)

Acil durumlar, trafik kazalarından yangınlara kadar geniş bir yelpazede meydana gelebilir ve hızlı müdahale gerektirir. Bu tür olaylar, insanların hayatını ve ekonomik varlıklarını doğrudan etkileyebilir. Bu nedenle, acil durum yönetim sistemleri, mevcut koşulları iyileştirmeyi hedefleyen çalışmaların çok ötesinde bir öneme sahiptir. Bu sistemler, kriz anlarında etkili kararlar alabilmek için mekânsal analiz gereksinimini karşılamak üzere Coğrafi Bilgi Sistemlerini (CBS) entegre eder. CBS, acil durum yöneticilerine, olay yerinin detaylı haritalarını sunarak, kaynakların en etkili

şekilde dağıtılmasını sağlar ve böylece müdahale süreçlerini optimize eder (Tektaş ve Tektaş, 2019).

3.2.3. Sensörler ve Algılayıcılar

Kamera, radar, lazer tarayıcıları, endüktif sensörler ve ultrasonik sensörler gibi çeşitli cihazlar, AUS içerisinde araçların hareketlerini ve çevrelerini izlemek, yol durumunu belirlemek ve trafik akışını analiz etmek için kullanılır. Bu sensörler, farklı teknolojilere dayanarak çeşitli ölçümler yapar ve bu verilerin toplanmasıyla trafik yönetimi ve güvenliği gibi önemli konularda bilgi sağlarlar.

3.2.4. Araç Tanıma Sistemleri (ANPR)

Araçların kimlik doğrulaması ve trafik düzenlemesi, plaka tanıma teknolojisi sayesinde otomatize edilmiştir. Bu teknoloji, mühendislik disiplini, araçları algılayarak onları çeşitli kategorilere ayıran bir dizi sistem ve cihazdan oluşur. Trafik denetimi, güvenlik önlemleri, park alanı yönetimi ve bütünleşmiş ulaşım ağları gibi alanlarda yaygın olarak tercih edilir. Sensörler ve algılama mekanizmaları aracılığıyla, araçların plakaları, model ve tip gibi birçok özelliği tanımlayabilir. Bu sistemlerin başarısı, bütünleştirilen algılama ve detektör teknolojilerinin kalitesine ve performansına bağlıdır (Akbaş, 2022). Bu teknolojiler, araçların anında ve kesin olarak tanınmasını mümkün kılar. Sistemin tasarım aşamasında seçilecek teknolojik donanım, sistemin genel verimliliğini doğrudan etkileyen bir faktördür. Bu teknolojilerin doğru bir şekilde uygulanması, trafik akışının daha verimli bir şekilde yönetilmesine, güvenlik önlemlerinin artırılmasına ve park alanlarının daha etkin bir şekilde kullanılmasına olanak tanır. Bu nedenle, plaka tanıma teknolojisi ve diğer algılama sistemleri, modern ulaşım yönetimi ve güvenlik sistemlerinin önemli bir parçası haline gelmiştir.

3.2.5. Veri Analitiği ve Yapay Zekâ

Büyük veri analitiği, milyonlarca veri noktasını anlamlı bilgilere dönüştürmek için kullanılan bir yöntemdir. Trafik yoğunluğu, seyahat zamanları, rotalar, ulaşım talepleri gibi çeşitli veri noktaları, büyük veri analitiğiyle işlenir ve bu verilerin anlamlı desenler, eğilimler ve tahminler oluşturulur. Bu sayede, trafik akışı daha iyi anlaşılır ve ulaşım sistemleri daha etkin bir

şekilde yönetilebilir. Yapay zekâ ise, karmaşık trafik durumlarını analiz etmek, sürücü davranışlarını tahmin etmek ve acil durum müdahalelerini optimize etmek için kullanılır. Bu teknolojiler, trafik sorunlarının çözülmesi ve ulaşımın daha verimli hale getirilmesi için önemli araçlardır. Büyük veri analitiği ve yapay zekâ, gelecekteki şehirlerin ve ulaşım sistemlerinin gelişiminde merkezi bir rol oynamaya devam edeceklerdir (Kulaç ve Arslankaya 2024).

3.2.6. İnternet Bağlantılı Araçlar

Araçlar, dijital ağların otoyollarında seyahat ederken, internetin sunduğu bilgi akışına bağlanır. Bu sayede, trafik durumundan anlık haberler alır, en verimli rotaları keşfeder ve yolda olan diğer araçlarla iletişim halinde olur. Sürücüler için bu teknolojiler, daha bilinçli ve güvenli bir sürüş deneyimi sunar. Anlık trafik bilgileri ve önerilen rotalar, sürücülere trafik sıkışıklıklarından kaçınma ve zaman kazanma fırsatı sunar. Ayrıca, diğer araçlarla iletişim kurma yeteneği, potansiyel tehlikeleri önceden belirleme ve kazaları önleme açısından da büyük önem taşır. Dijital ağlar ve internet bağlantılı araçlar, sürücülerin günlük yaşamlarını kolaylaştırırken, trafik verimliliğini artırır ve seyahat deneyimini iyileştirir.

3.2.7. Araçlar Arası ve Altyapı ile İletişimde Kablosuz Teknolojiler

V2X (Araçlar arası iletişim- Vehicle-to-Everything,), Wi-Fi tabanlı IEEE 802.11p standartları, geniş bant mobil ağlar (4G/5G) ve çeşitli kablosuz iletişim protokolleri kullanılarak gerçekleştirilir. V2X iletişimi, araçların birbirleriyle ve çevreleriyle bilgi alışverişinde bulunmasını sağlar. Örneğin, bir aracın aniden durması durumunda arkasındaki araçlara bu bilgi anlık olarak iletilerek zincirleme kazaların önüne geçilebilir. Benzer şekilde, trafik ışıklarının anlık durumu gibi altyapı bilgileri de araçlara iletilerek trafik akışı daha verimli hale getirilebilir. Bu iletişim, trafik güvenliği ve yönetimi, acil durum hizmetleri ve otomatik sürüş sistemlerinin geliştirilmesi gibi alanlarda kritik öneme sahiptir (Erceylan, ve Akcayol, 2022). Özellikle otonom sürüş teknolojilerinin ilerlemesiyle birlikte, araçların çevresiyle etkileşim halinde olması ve çevresel koşullara hızlı bir şekilde tepki vermesi önem kazanmaktadır. Bu teknolojiler sayesinde trafik kazaları azaltılabilir, trafik akışı optimize edilebilir ve şehir içi ulaşım daha güvenli hale getirilebilir.

i. IEEE 802.11p ve Mobil Ağların Entegrasyonu

IEEE 802.11p, özellikle araçlar arası iletişim için tasarlanmış bir Wi-Fi protokolüdür ve düşük gecikme süreleri ile yüksek güvenilirlik sunar. 4G ve 5G ağları ise, daha geniş kapsama alanları ve yüksek veri aktarım hızları ile V2X iletişimini destekler. Bu iki teknolojinin entegrasyonu, araçların gerçek zamanlı trafik bilgilerini almasını, rota önerilerini değerlendirmesini ve diğer araçlarla iletişimde bulunmasını sağlayarak sürücülerin daha bilinçli kararlar almasına olanak tanır (Gürtürk ve Daş, 2017).

ii. Kablosuz İletişim Protokollerinin Evrimi

Araç iletişiminde kullanılan kablosuz protokoller sürekli olarak gelişmektedir. Bu protokoller, araçların birbirleriyle ve çevreyle olan etkileşimlerini daha güvenli ve etkin hale getirmek için tasarlanmıştır. Özellikle, otomatik sürüş teknolojilerinin ilerlemesi ile bu protokollerin önemi daha da artmaktadır.

3.2.8. Yüksek Çözünürlüklü Kameralar ve Görüntü İşleme Teknolojisi

Yüksek çözünürlüklü kameralar, trafik yönetimi ve araç tanıma sistemlerinde kritik bir rol oynar. Bu kameralar, detaylı görüntüler sağlayarak, ileri görüntü işleme algoritmalarının araçları ve yol altyapısını daha etkin bir şekilde izlemesine olanak tanır. Görüntü işleme algoritmaları, bu yüksek çözünürlüklü görüntüler üzerinde çalışarak, trafik akışını analiz eder, araç türlerini sınıflandırır ve plaka tanıma gibi spesifik görevleri yerine getirir.

i. Görüntü İşleme Algoritmalarının Evrimi

Gelişmiş görüntü işleme algoritmaları, karmaşık trafik senaryolarında bile araçları doğru bir şekilde tanıyabilme yeteneğine sahiptir. Bu algoritmalar, makine öğrenimi ve yapay zekâ tekniklerini kullanarak, çeşitli hava ve ışık koşullarında elde edilen görüntülerden anlamlı bilgiler çıkartabilir. Ayrıca, bu algoritmalar, araçların model, renk ve plaka gibi özelliklerini tanımlayarak, trafik güvenliği ve akıllı şehir uygulamaları için değerli veriler sunar.

ii. Trafik Yönetiminde Görüntü İşleme Teknolojileri

Trafik yönetiminde görüntü işleme teknolojileri, trafik kameraları ve diğer optik sensörler aracılığıyla elde edilen görüntü verilerini analiz ederek çeşitli trafik yönetimi görevlerini gerçekleştirmek için kullanılan teknolojilerdir. Bu teknolojiler, trafik akışını izlemek, trafik yoğunluğunu ölçmek, trafik ihlallerini tespit etmek ve trafik kazalarını önlemek gibi çeşitli amaçlar için kullanılır.

Görüntü işleme teknolojileri, trafik kameralarından elde edilen görüntüler üzerinde çeşitli işlemler gerçekleştirerek bilgi çıkarma sürecini içerir. Bu işlemler arasında nesne algılama, nesne takibi, hız tespiti, şerit takibi, plaka tanıma ve trafik akışı analizi gibi çeşitli teknikler bulunur. Elde edilen bilgiler, trafik durumu izleme sistemlerine entegre edilerek trafik yönetimi kararları alınmasına yardımcı olur.

- Trafik İzleme ve Yoğunluk Ölçümü
- Trafik Güvenliği ve İhlal Tespiti
- Plaka Tanıma ve Aranan Araçların Takibi
- Trafik Akışı Optimizasyonu

kullanılır. Görüntü işleme teknolojileri, trafik yönetiminde verimliliği artırmak ve trafik güvenliğini sağlamak için önemli bir araçtır. Bu teknolojilerin kullanımıyla, trafik akışı daha etkin bir şekilde yönetilebilir, trafik kazaları ve ihlaller azaltılabilir ve yolcu güvenliği artırılabilir (Tünay, Tanyer ve Kahraman, 2023).

3.2.9. Yapay Zekâ ve Makine Öğrenimi Teknolojisi

Yapay zekâ (AI) ve makine öğrenimi (ML), ulaşım sistemlerinin verimliliğini artırmak ve trafik yönetimini optimize etmek için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu teknolojiler, trafik akışını tahmin etmek, yol bakım stratejilerini geliştirmek, trafik yoğunluğunu yönetmek ve akıllı ulaşım çözümlerini hayata geçirmek için büyük veri setlerini analiz eder. AI ve ML, karmaşık veri yapılarından anlamlı desenler ve ilişkiler çıkarmak için gelişmiş algoritmalar kullanır. Bu algoritmalar ile trafik akışını tahmin etmek için çeşitli veri kaynaklarından elde edilen verileri analiz edebilir. Bu veriler arasında trafik yoğunluğu, hava durumu, yol yapısı, önceki trafik akışı gibi faktörler bulunabilir. Algoritmalar, bu verileri analiz ederek gelecekteki trafik durumunu tahmin edebilir ve buna göre trafik yönetimi stratejileri geliştirebilir.

Yol bakım stratejilerini optimize etmek için de kullanılabilir. Algoritmalar, yol ağının durumunu izleyerek yol bakımının zamanlamasını ve ihtiyacını belirleyebilir. Örneğin, yol yüzeyindeki hasarları tespit ederek bakım gerektiren bölgeleri belirleyebilir ve bu sayede bakım maliyetlerini azaltabilir. Trafik yoğunluğunu yönetmek ve akıllı ulaşım çözümlerini hayata geçirmek için ise yapay zekâ ve makine öğrenimi, çeşitli ulaşım sistemlerinin entegrasyonunu sağlayabilir. Algoritmalar, toplu taşıma sistemleri, bisiklet paylaşımı, trafik ışıkları ve otoyol gişeleri gibi farklı ulaşım modlarını koordine ederek trafik akışını optimize edebilir.

i. Büyük Veri ve Makine Öğrenimi İlişkisi

Büyük veri analitiği, AI ve ML algoritmalarının temelini oluşturur. Bu algoritmalar, trafik sensörlerinden, GPS cihazlarından ve diğer izleme sistemlerinden elde edilen geniş veri setlerini işleyerek, trafik akışını tahmin etme ve yol bakım zamanlamalarını planlama gibi görevlerde kullanılır. Makine öğrenimi modelleri, bu verileri eğitim için kullanarak, gelecekteki trafik senaryolarını daha doğru bir şekilde tahmin edebilir.

ii. Trafik Yönetiminde Yapay Zekâ

Trafik yönetiminde yapay zeka, trafik akışını analiz etmek, tahmin etmek ve optimize etmek için yapay zeka tekniklerinin kullanılmasıdır. Bu teknikler, trafik yoğunluğunu azaltmak, seyahat sürelerini optimize etmek, trafik kazalarını önlemek ve genel olarak trafik verimliliğini artırmak amacıyla kullanılır. Yapay zeka, trafik yönetiminde çeşitli alanlarda kullanılabilir:

- Trafik Akışı Tahmini
- Trafik Kontrol Sistemleri
- Trafik İzleme ve Güvenlik
- Sürücü Destek Sistemleri

Trafik yönetiminde yapay zeka, karmaşık trafik ortamlarında verimliliği artırmak ve trafik güvenliğini sağlamak için potansiyel olarak güçlü bir araçtır. Bu teknolojilerin kullanımıyla, trafik sıkışıklığı azaltılabilir, seyahat süreleri optimize edilebilir ve genel olarak trafik akışı daha akıcı hale getirilebilir.

iii. Akıllı Ulaşım Uygulamalarında Makine Öğrenimi

Makine öğrenimi, bilgisayar sistemlerinin veri analizi yaparak belirli bir görevi yerine getirmelerini sağlayan yapay zeka alanının bir alt dalıdır. AUS uygulamalarında makine öğrenimi, çeşitli veri kaynaklarından elde edilen büyük veri setlerini analiz ederek, trafik akışını yönetmek, seyahat planlaması yapmak, güvenlik önlemleri uygulamak ve kullanıcı deneyimini geliştirmek gibi amaçlar için kullanılır.

Makine öğrenimi algoritmaları, otobüs ve tren seferlerinin optimizasyonu, trafik sıkışıklığının tahmini ve yönetimi, yolcu talebi tahmini, seyahat süresi tahmini, seyahat rotası önerisi, acil durum yönetimi gibi çeşitli ulaşım alanlarındaki problemleri çözmek için kullanılabilir.

3.2.10. Otonom Sürüş Teknolojileri

Otonom sürüş teknolojileri, bir aracın insan müdahalesi olmadan kendi kendine seyahat etmesini sağlayan sistemlerdir. Bu teknolojiler, araçlara çevresel algılama, yapay zekâ, sensörler, radarlar, kameralar ve lidar gibi çeşitli donanımların entegrasyonu ile birlikte çalışır. Otonom sürüş sistemleri, araçların çevrelerini algılamasına, yol durumu, trafik, engeller ve diğer araçlar gibi faktörleri analiz etmesine ve bu bilgilere dayanarak güvenli bir şekilde manevra yapmasına olanak tanır. Bu sistemler arasında:

i. Lidar (Işık Algılama ve Uzaklık Belirleme)

Lidar, uzaktan algılama teknolojisinin önemli bir parçası olarak, lazer ışınlarının kullanımıyla nesnelerin konumunu ve özelliklerini belirleme amacıyla geliştirilmiştir. Bu teknolojinin temeli, lazer ışınlarının bir hedef yüzeye yönlendirilmesi ve yansıyan sinyallerin algılanmasıdır. Bu sinyallerin özellikleri, hedef nesnenin konumu, şekli, dokusu ve bileşimi hakkında bilgi sağlar. Lidar, coğrafi bilgi sistemleriyle entegre olarak dijital yükseklik modelleri oluşturmak, arazi özelliklerini belirlemek, bitki örtüsünü izlemek ve yüzey özelliklerini tanımlamak için kullanılır.

ii. Radar

Radar (Radyo ile Tespit Etme ve Menzil Tayini-RADio Detection And Ranging), radyo dalgalarının yansıması yardımıyla uzaktaki nesneleri ve bu nesnelerin hız, kerteriz ve mesafesini tespit eden cihazdır. Modern teknolojinin önemli bir parçası olarak çeşitli alanlarda kullanılan bir sensör teknolojisidir. Elektromanyetik dalgaları kullanarak, nesnelerin uzaklık, hız ve yön gibi özelliklerini tespit etmek için tasarlanmıştır. Radar teknolojisi, çeşitli uygulamalarda geniş bir kullanım alanına sahiptir ve güvenlik, navigasyon, keşif ve izleme gibi birçok alanda önemli rol oynamaktadır.

iii. Ultrasonik Sensörler

Ultrasonik sensörler, ses dalgalarının kullanılarak nesnelerin uzaklık, hareket ve varlık gibi özelliklerini tespit etmek için kullanılan sensörlerdir. Genellikle bir verici ve bir alıcıdan oluşurlar. Verici, insan kulağının duyamayacağı yüksek frekanstaki ses dalgalarını gönderir. Bu dalgalar bir nesneye çarpıp yansıdığı anda, alıcı bunları algılar ve nesnenin uzaklığını hesaplar. Ultrasonik sensörler genellikle endüstriyel otomasyon, park sensörleri, akıllı ev sistemleri ve robotik uygulamalarda kullanılır (Yiğit, Oner veYöntem, 2020).

3.2.11. Hibrit ve Elektrikli Araç Teknolojileri

Hibrit ve elektrikli taşıtlar (HEV ve EV), içten yanmalı motorlu (ICM) araçların aksine, çevresel etkileri minimize eden yenilikçi enerji yönetim sistemleri ile entegre edilmiştir. Bu araçlar, enerji yoğunluğu yüksek ve uzun ömürlü batarya paketleri, yüksek verimlilikli elektrik motorları ve kinetik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren regeneratif frenleme sistemleri ile donatılmıştır. Bu bileşenlerin sinerjisi, HEV ve EV'lerin, karbon emisyonlarını azaltarak ve fosil yakıt tüketimini düşürerek çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmasını sağlar. Ayrıca, bu teknolojiler, araçların enerji verimliliğini artırır ve toplam sahip olma maliyetini azaltırken, sürüş performansını ve kullanıcı deneyimini iyileştirir (Özbay, Közkurt, Dalcı ve Tektaş,2020).

3.2.12. Yol Bilgisayarları ve Veri Toplama Üniteleri

Yol bilgisayarları, trafik sinyal kontrol üniteleri ve veri toplama cihazları, modern trafik yönetim sistemlerinin temel bileşenleridir. Bu teknolojik araçlar, trafik akışını sürekli olarak izleyerek, trafik sinyallerini dinamik bir şekilde yönetir ve kapsamlı veri setleri toplarlar. İletişim ağları üzerinden trafik yönetim merkezleriyle entegre olan bu cihazlar, trafik yoğunluğu, hız paternleri ve diğer kritik parametreler hakkında değerli bilgiler sunarlar. Bu bilgiler, trafik akışını optimize etmek, tıkanıklıkları azaltmak ve yol güvenliğini artırmak için kullanılır. Böylece, bu cihazlar, şehir içi mobilitayı iyileştirmek ve sürdürülebilir ulaşım çözümleri geliştirmek için kritik öneme sahiptirler.

3.2.13. Araç Tanıma ve Takip (AVI/AVL)

Araç Tanıma ve Yer Belirleme Sistemleri (AVI/AVL), modern ulaşım ağlarının etkin yönetimi için hayati öneme sahip teknolojilerdir. AVI (Otomobil Kimlikleri), her bir aracın benzersiz olarak tanınmasını sağlayan elektronik tanımlama sistemleridir. AVL (Araç Konumlandırma Sistemleri) ise GPS gibi uydu tabanlı teknolojileri kullanarak araçların gerçek zamanlı konumlarını tespit eder. Bu sistemler, araçların hareketlerini izlemek, konum bilgilerini doğru bir şekilde belirlemek ve geniş çaplı operasyonel faaliyetleri koordine etmek için entegre edilmiştir. AVI ve AVL'nin birleşimi, trafik yönetimi, filo yönetimi ve acil durum hizmetleri gibi alanlarda stratejik karar verme süreçlerine katkıda bulunur ve ulaşım sistemlerinin verimliliğini artırır (Subhash ve Yalavatti, 2021).

3.2.14. Aracı-İletişim (V2X) Teknolojisi

Araçların birbirleriyle ve yol altyapısı unsurlarıyla etkileşimde bulunmasını sağlayan ileri düzey bir iletişim sistemidir. Bu sistem, trafik güvenliğini artırmak, kazaları önlemek ve trafik akışını optimize etmek amacıyla tasarlanmıştır. V2X, Wi-Fi, 4G/5G ve diğer kablosuz iletişim protokollerini kullanarak, araçların konum, hız ve yön gibi kritik bilgileri gerçek zamanlı olarak paylaşmasına olanak tanır. Bu paylaşım, trafik yönetim sistemlerinin daha etkin bir şekilde çalışmasını sağlar ve yolcular için daha güvenli bir seyahat deneyimi sunar. Ayrıca, V2X teknolojisi, akıllı şehir uygulamalarının ve otonom araçların gelişiminde de kilit bir rol oynamaktadır.

3.2.15. Akıllı Ödeme Sistemleri

Akıllı ödeme sistemleri, ulaşım sektöründe kullanıcı deneyimini iyileştirmek ve işlemleri hızlandırmak için tasarlanmış teknolojik çözümlerdir. Bu sistemler, toplu ulaşım bileti satın alımından park ücretlerinin ödenmesine, otoyol geçiş ücretlerinden diğer ulaşım hizmetlerine kadar geniş bir yelpazede finansal işlemleri basitleştirir. Akıllı ödeme sistemlerinin temel bileşenleri arasında NFC, RFID ve QR kodları gibi teknolojiler bulunur.

NFC, iki cihazın birkaç santimetre mesafede hızlı ve güvenli veri alışverişi yapmasını sağlayan bir iletişim formudur. Bu teknoloji, özellikle toplu ulaşım kartlarında ve mobil ödeme uygulamalarında yaygın olarak kullanılır. RFID, etiketler ve okuyucular arasında kablosuz veri iletimi gerçekleştiren bir sistemdir. Bu etiketler, park yerlerinde ve otoyol geçiş noktalarında araç tanımlama için idealdir. QR kodları ise akıllı telefon kameraları aracılığıyla okunabilen iki boyutlu barkodlardır ve genellikle biletlerin dijitalleştirilmesi ve paylaşılması için kullanılır. Bu teknolojiler, kullanıcıların fiziksel para veya kart taşıma ihtiyacını ortadan kaldırarak, ulaşım ödemelerini daha verimli ve sorunsuz hale getirir. Ayrıca, akıllı ödeme sistemleri, operatörler içinde maliyetleri düşürür ve işlem süreçlerini otomatikleştirir. Bu sayede, ulaşım ağlarının yönetimi daha kolay ve esnek hale gelir (Göl ve Ediz, 2019).

3.2.16. Nesnelerin İnterneti (IoT)

Nesnelerin İnterneti (IoT), çeşitlilik gösteren cihaz ve sensörlerin internet üzerinden birbirleriyle ve merkezi sistemlerle iletişim kurmasını mümkün kılan yenilikçi bir ağ

paradigmasıdır. Bu teknoloji, geniş bir veri altyapısını destekleyerek, fiziksel nesnelerin durumlarını ve çevresel değişiklikleri izlemelerine, bu bilgileri analiz etmelerine ve uygun eylemleri otomatik olarak gerçekleştirmelerine imkân tanır. IoT, kentsel planlamadan tıbbi cihazlara, endüstriyel otomasyondan ev otomasyonuna kadar geniş bir uygulama spektrumuna sahiptir. Bu teknoloji, heterojen cihazların etkileşimi sayesinde daha akıllı, bağlantılı ve verimli sistemlerin geliştirilmesine olanak sağlar.

IoT'nin temelinde, cihazlar arası iletişimi ve veri toplamayı kolaylaştıran sensörler ve aktüatörler yer alır. Bu bileşenler, gerçek zamanlı veri akışını sağlayarak, sistemlerin anlık olarak tepki vermesini ve karar vermesini mümkün kılar. Örneğin, bir IoT cihazı, sıcaklık değişikliklerini algılayabilir, bu bilgiyi bulut tabanlı bir analiz platformuna gönderebilir ve belirli bir eşik değeri aştığında soğutma sistemini otomatik olarak devreye sokabilir.

IoT'nin sağladığı bu otomatik kontrol ve izleme yetenekleri, enerji verimliliğinden güvenlik sistemlerine, sağlık izlemeden akıllı şehir uygulamalarına kadar birçok alanda değer yaratır. Ayrıca, IoT cihazları arasındaki veri paylaşımı, makine öğrenimi ve yapay zekâ uygulamalarının gelişimini teşvik eder, bu da daha sofistike ve öngörülebilir sistemlerin ortaya çıkmasına katkıda bulunur (Koşunalp ve Arucu, 2018).

3.2.17. İntermodal Ulaşım Entegrasyonu

İntermodal ulaşım entegrasyonu, farklı ulaşım modlarını tek bir koordinasyon ve ödeme sistemi altında birleştiren yenilikçi bir yaklaşımdır. Bu sistemler, kullanıcıların otobüs, tren, tramvay ve feribot gibi çeşitli ulaşım araçları arasında sorunsuz bir geçiş yapmalarını sağlar. İntermodal ulaşım entegrasyonunun temel amacı, ulaşım süreçlerini kolaylaştırmak ve yolcu deneyimini iyileştirmektir. Bu entegrasyon, özel yazılım platformları ve gelişmiş altyapılar kullanılarak gerçekleştirilir. Bu platformlar, farklı ulaşım modlarının tarifelerini, güzergâhlarını ve zamanlamalarını senkronize eder ve böylece yolcuların tek bir bilet veya dijital ödeme yöntemi ile tüm ağ üzerinde seyahat etmelerine olanak tanır. İntermodal sistemler, aynı zamanda toplu ulaşım ağlarının verimliliğini artırır ve şehir içi trafik yoğunluğunu azaltmaya yardımcı olur.

İntermodal ulaşım entegrasyonu, sürdürülebilir kentsel gelişim için kritik bir unsurdur. Bu sistemler, toplu ulaşım kullanımını teşvik ederek karbon emisyonlarını azaltır ve enerji tüketimini optimize eder. Ayrıca, bu entegrasyon, şehir planlamacılarına ve politika yapıcılara, ulaşım ağlarını daha etkin bir şekilde yönetme ve gelecekteki nüfus artışı ve kentsel genişlemeye uyum sağlama konusunda önemli bir esneklik sağlar.

3.2.18. Yol ve Köprü Geçiş Ücret Sistemleri

Yol ve köprü geçiş ücret sistemleri, otomobil kullanımının artması ve şehir içi trafik yoğunluğunun yönetilmesi ihtiyacı doğrultusunda geliştirilen teknolojik çözümlerdir. Bu sistemler, otomatik geçiş sistemleri, elektronik ücret toplama sistemleri ve önceden ödenmiş yol kullanımı gibi çeşitli teknolojileri kullanarak, altyapı kullanım ücretlerinin etkin bir şekilde toplanmasını sağlar. Bu teknolojiler, kullanıcıların hızlı ve kolay bir şekilde ücret ödemelerini gerçekleştirmelerine olanak tanırken, operatörler için de gelir yönetimi ve trafik akışının düzenlenmesi konusunda önemli avantajlar sunar.

Otomatik geçiş sistemleri, araçların durmadan geçiş yapabilmesine imkân veren teknolojilerdir. Bu sistemler, genellikle RFID etiketleri veya araç plakalarının otomatik tanımlanması yoluyla çalışır. Elektronik ücret toplama sistemleri ise, kullanıcıların mobil uygulamalar veya web portalları üzerinden ödeme yapmalarını sağlar. Önceden ödenmiş yol kullanımı, kullanıcıların belirli bir süre için veya belirli bir mesafe için önceden ücret ödeyerek yolları kullanmalarına olanak tanır (Gül, 2021).

Bu sistemlerin uygulanması, trafik akışını iyileştirir ve tıkanıklıkları azaltır. Ayrıca, yol kullanım ücretlerinin toplanması, altyapı bakım ve geliştirme çalışmaları için gerekli finansmanın sağlanmasına katkıda bulunur. Yol ve köprü geçiş ücret sistemleri, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik açısından da önemlidir; çünkü bu sistemler, toplu ulaşım kullanımını teşvik ederek ve trafik yoğunluğunu azaltarak karbon emisyonlarının düşürülmesine yardımcı olur.

3.2.19. Yol İletişim Altyapısı

Yol iletişim altyapısı, modern ulaşım sistemlerinin temel bileşenlerinden biri olarak, araçlar, trafik yönetim merkezleri ve yol kenarındaki altyapı arasında sürekli bir iletişim ağı oluşturur. Bu altyapı, trafik akışını düzenlemek, yol güvenliğini artırmak ve etkili bir ulaşım yönetimi sağlamak için kritik öneme sahiptir. Yol kenarındaki sensörler, kameralar ve iletişim cihazları, trafik bilgilerini, yol durumunu ve diğer önemli verileri toplar ve bu bilgileri hem merkezi yönetim sistemlerine hem de araçlara aktarır.

Bu altyapının temel amacı, gerçek zamanlı trafik verilerini sağlayarak, sürücülerin daha güvenli ve verimli seyahat etmelerine yardımcı olmaktır. Örneğin, yol kenarındaki bir sensör, buzlanma veya yoldaki engeller gibi potansiyel tehlikeleri algılayabilir ve bu bilgiyi hem yakındaki araçlara hem de trafik yönetim merkezine iletebilir. Böylece, sürücüler uyarılır ve trafik yönetim ekipleri gerekli önlemleri alabilir.

Ayrıca, yol iletişim altyapısı, akıllı şehirlerin ve otonom araçların gelişiminde de önemli bir rol oynar. Araçlar arası iletişim (V2V) ve araç ile altyapı arasındaki iletişim (V2I), otonom araçların güvenli bir şekilde navigasyon yapmalarını ve trafikte etkileşimde bulunmalarını sağlar (Avcı, 2023). Bu teknolojiler, trafik yoğunluğunu azaltmak, yakıt tüketimini optimize etmek ve emisyonları düşürmek için kullanılır.

3.2.20. Yol Altyapısı Sensörleri ve Teknolojileri

Yol altyapısı sensörleri, trafik yönetimi ve yol güvenliği alanlarında kritik öneme sahip teknolojilerdir. Piezoelektrik sensörler, manyetik döngüler ve yük hücreleri gibi özel sensörler, yol altyapısının sürekli izlenmesi ve trafik akışının detaylı bir şekilde ölçülmesi için kullanılır. Bu sensörler, araçların geçiş sayısını, hızlarını, ağırlıklarını ve hatta aks aralıklarını gibi çeşitli parametreleri toplayarak, trafik verilerinin doğru ve güvenilir bir şekilde analiz edilmesine olanak tanır.

Piezoelektrik sensörler, yoldan geçen araçların ağırlığına bağlı olarak elektrik sinyalleri üreten cihazlardır. Bu sensörler, yüksek hassasiyetleri sayesinde, ağır vasıta trafiğini ve yol yüzeyindeki stres seviyelerini ölçmek için idealdir. Manyetik döngüler, araçların metalik kısımlarının algılanmasıyla çalışır ve genellikle trafik ışıklarında ve otoyol giriş/çıkışlarında kullanılır. Yük hücreleri ise, özellikle ağırlık ölçüm istasyonlarında ve yüksek kapasiteli yollarda araç ağırlıklarını belirlemek için tercih edilir. Bu sensörlerin topladığı veriler, trafik yoğunluğunu analiz etmek, yol bakım ihtiyaçlarını belirlemek ve trafik güvenliğini artırmak için kullanılır. Ayrıca, bu teknolojiler, akıllı şehir uygulamalarında ve otonom araçların gelişiminde de önemli bir role sahiptir. Sensörlerden elde edilen veriler, trafik akışını optimize etmek, acil durum yönetimi için stratejiler geliştirmek ve çevresel etkileri azaltmak için değerlendirilir.

3.2.21. Yol ve Trafik Veri Protokolleri

Yol ve trafik veri protokolleri, ulaşım altyapısının etkin yönetimi ve trafik verilerinin standartlaştırılması için hayati öneme sahip araçlardır. Bu protokoller, farklı ulaşım ve kontrol sistemlerinin birbiriyle uyumlu bir şekilde çalışmasını sağlar ve veri paylaşımını kolaylaştırır. NTCIP (Ulusal Trafik Kontrol ve Bilgi Protokolü), DATEX-II (Avrupa Trafik Bilgi Değişim Modeli) ve TMDD (Trafik Mesajlaşma Veri Sözlüğü), bu alandaki önde gelen standartlardır.

NTCIP, trafik kontrol cihazları arasında veri alışverişini standartlaştıran bir dizi protokoldür. Bu protokol, trafik ışıkları, hız göstergeleri ve diğer kontrol cihazlarının merkezi sistemlerle etkileşimini düzenler. DATEX-II, Avrupa genelinde trafik bilgilerinin paylaşılması için kullanılan bir modeldir ve trafik durumu, kazalar, yol çalışmaları gibi çeşitli veri türlerini kapsar. TMDD ise, trafik yönetim merkezleri ve saha cihazları arasındaki iletişimi standartlaştıran bir sözlüktür ve özellikle Kuzey Amerika’da yaygın olarak kullanılır (Raines ve Rowley, 2008). Bu protokollerin uygulanması, trafik verilerinin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırır, ayrıca sistemler arası entegrasyonu ve otomasyonu teşvik eder. Standartlaştırılmış veri formatları, farklı üreticilerin ve operatörlerin cihazlarının birlikte çalışabilirliğini sağlar ve böylece trafik yönetim sistemlerinin genişletilmesi ve güncellenmesi kolaylaşır.

3.2.22. Trafik Akışı Modelleme ve Tahmini

Trafik akışı modelleme ve tahmini, ulaşım mühendisliği ve şehir planlamasının temel disiplinlerinden biridir. Bu alanda kullanılan matematiksel ve istatistiksel modeller, trafik akış dinamiklerini anlamak ve gelecekteki trafik durumlarını tahmin etmek için hayati öneme sahiptir. Bu modeller, trafik sıkışıklığı tahminleri, seyahat süresi analizleri ve trafik yönetimi stratejilerinin geliştirilmesinde kullanılır.

Trafik akışı modelleri, araçların yollarda nasıl hareket ettiğini ve birbirleriyle nasıl etkileşimde bulunduğunu matematiksel ifadelerle tanımlar. Bu modeller, farklı trafik senaryoları altında yol ağlarının performansını değerlendirmek için kullanılır. Örneğin, mikroskobik trafik akışı modelleri, bireysel araçların hareketlerini detaylı olarak simüle ederken, makroskobik modeller, trafik akışını geniş ölçekte, yoğunluk ve akış hızı gibi toplu değişkenler üzerinden inceler.

Trafik tahmin modelleri ise geçmiş ve mevcut trafik verilerini analiz ederek, belirli bir zaman dilimi içinde trafik durumunun nasıl olacağını öngörür. Bu modeller, yapay zekâ ve makine öğrenimi tekniklerini kullanarak, trafik sıkışıklığını ve seyahat sürelerini daha doğru bir şekilde tahmin edebilir. Ayrıca, bu tahminler, trafik yönetim merkezlerine, acil durumlar ve olağanüstü durumlar için proaktif kararlar almakta yardımcı olur.

3.2.23. Uzaktan İzleme ve Kontrol Sistemleri

Uzaktan izleme ve kontrol sistemleri, trafik yönetim merkezlerinin, trafik sinyalleri, kameralar ve diğer kontrol cihazları üzerinde merkezi bir kontrol ve gözetim yeteneği sağlayan gelişmiş teknolojik çözümlerdir. Bu sistemler, trafik durumunu gerçek zamanlı olarak izlemek, analiz etmek ve gerekli durumlarda hızlı müdahalelerde bulunmak için kullanılır. Uzaktan izleme ve kontrol, trafik yönetim süreçlerini otomatikleştirerek, trafik akışını optimize etmek ve güvenliğini artırmak için kritik bir rol oynar.

Bu sistemler, genellikle karmaşık sensör ağları, iletişim teknolojileri ve yazılım uygulamalarını içerir. Sensörler, trafik yoğunluğu, hız ve kazalar gibi verileri toplar; iletişim teknolojileri, bu verilerin trafik yönetim merkezlerine iletilmesini sağlar; yazılım uygulamaları ise, toplanan verilerin analiz edilmesi ve uygun kontrol komutlarının oluşturulması için kullanılır (Alyürük, 2020). Uzaktan izleme ve kontrol sistemlerinin uygulanması, trafik yönetim merkezlerine, trafik sinyallerini ve işaretlerini dinamik olarak ayarlamak, acil durumlar için trafik akışını yönlendirmek ve trafik güvenliğini artırmak için proaktif kararlar almakta yardımcı olur. Ayrıca, bu sistemler, trafik sıkışıklığını azaltmak, seyahat sürelerini kısaltmak ve çevresel etkileri minimize etmek için de önemlidir.

3.3. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİNDE YERLİ VE MİLLİ TEKNOLOJİLER

AUS, modern şehirlerin ve ülkelerin ulaşım ağlarını daha verimli, güvenli ve sürdürülebilir hale getirmek için bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanan yenilikçi çözümler sunar. Bu sistemler, trafik yönetiminden toplu taşıma optimizasyonuna, yol güvenliğinden çevre korumaya kadar geniş bir yelpazede etkili uygulamalar içerir. Yerli ve milli teknolojilerin bu alandaki rolü, ülkelerin kendi kaynaklarını kullanarak teknoloji üretme kapasitelerini artırmaları ve dışa bağımlılığı azaltmaları açısından kritik öneme sahiptir. Türkiye gibi ülkelerde, yerli ve milli teknolojilerle geliştirilen akıllı ulaşım sistemleri, hem ekonomik kalkınmayı destekleyerek yeni iş olanakları yaratır hem de ulusal güvenlik ve stratejik bağımsızlığı pekiştirir. Bu kapsamda, yerli teknolojilerin entegrasyonu, küresel rekabet gücünü artırırken aynı zamanda yerel ihtiyaçlara özgü çözümler sunma potansiyelini de beraberinde getirir. Bu bölümde İBB, İSBK, ASELSAN gibi yerli ve milli kuruluşlar tarafından yapılan çalışmalara bir sonraki bölümde yer verilmiştir.

3.4.YERLİ VE MİLLİ AUS TEKNOLOJİSİ KARA YOLU ÜRÜNLERİ

Yerli ve milli araç üstü sistem AUS teknolojisi, kara yolunda kullanılan ürünlerin geliştirilmesinde ve uygulanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu teknoloji, yerli mühendislik ve inovasyon gücünü kullanarak, trafik güvenliğini artırmak, trafik akışını optimize etmek ve kara yolunda seyahat edenlerin deneyimini iyileştirmek amacıyla tasarlanmıştır. Yerli ve milli AUS teknolojisi, yüksek hassasiyetli sensörler, veri analitiği yazılımları ve iletişim sistemlerini içeren birçok bileşeni bir araya getirerek, karayolu güvenliği ve verimliliğine katkıda bulunur. Türkiye gibi ülkelerde, yerli ve milli AUS teknolojisinin geliştirilmesi ve kullanılması, yerli sanayi ve mühendislik kapasitesinin güçlenmesini sağlar ve ulusal güvenlik açısından stratejik bir öneme sahiptir. Bu teknoloji sayesinde, kara yolu ürünlerinin yerlileştirilmesi ve millileştirilmesi, yerli üretim ve istihdamın artırılmasına katkı sağlarken aynı zamanda dışa bağımlılığın azaltılmasına da olanak tanır (Tektaş ve Tektaş, 2022).

3.4.1. İBB & İSBAK Yerli AUS Çözüm ve Uygulamaları

2004 yılında İBB, ortaklığı İSBAK A.Ş. aracılığıyla yerli Akıllı Ulaşım Sistemi teknolojilerini hayata uygulayarak yoğunluk haritası, akıllı durak, yeşil dalga, Mobese ve benzerleri gibi uygulamaları Türkiye ve İstanbul'da Büyükşehir Belediyeleri ve diğer yerel yönetimlerin AUS teknolojilerine geçmesini sağlamıştır. Eskişehir, Denizli, Manisa, Kayseri, Hatay, Konya, İzmir, Bursa, Ankara, İstanbul, Kahramanmaraş yerli teknolojileri en çok kullanan yerel yönetim arasındadır. Diğer yerel yönetimler de her gün bir yeni bir AUS teknolojilerini şehirlerine getirerek akıllı şehirlerin kurulmasına katkı sağlamaktadır (Tektaş ve Tektaş, 2022).

i. Trafik Yönetim Sistemleri

ExpertraTM2A9: Trafik Sinyal Denetleyicisi & Merkezi Kavşak Yönetim Yazılımı

ii. Trafik Sinyal Lambaları

- LED'li Trafik Sinyal Lambası: LightraTM
- LED'li Trafik Sinyal Lambası: LightraTM Power

iii. Yaya Butonları

- Sinyalize kavşaklarda yayaların emniyetini sağlayan PedestraTM Sıfır Enerji Yaya Butonu
- Düşük enerji tüketimi ile sera gazlarını azaltır: PedestraTM Erişilebilir Yaya Butonu

iv. Elektronik Denetleme Sistemleri (EDS)

EDS 3.0 Merkez Yazılımı: Uluslararası standartlar ve yetkili kuruluşlar tarafından Türkiye'nin en önde gelen yerli trafik ihlal ve denetim tespiti yazılımı olan bu sistem, 13 ayrı ihlal aynı ana merkezden bulut teknolojisi ile uyumlu bir şekilde çalışabilir durumdadır. Böylece hız ihlali, kural ihlali gibi trafik yoğunluğunu artırıcı, can güvenliğini tehlikeye atan sebepler azalacak belki de yok edilebilecektir(Tektaş ve Tektaş, 2022).

v. Trafik Ölçme & Bilgilendirme Sistemi Çözümleri

- Değişken Mesaj Sistemi & İşaretleri
- Yarı Dinamik Sistem
- Hız Uyarı Sistemleri
- Otopark Bilgilendirme Ekranı

vi. Toplu Ulaşım Sistemleri Çözümleri

- BilgiLED: Yolcuları Bilgilendirir
- Peron Ayırıcı Sistemler
- Araç İçi Kamera Sistemi

vii. Yönetim Merkezi Çözümleri

Çeşitli Yönetim sistemlerini ve dijital şehir servislerini tek bir çatı altında toplayan, önem sırasına göre ayırarak hayati verilere kolay ve hızlı bir şekilde ulaşılmasını sağlayan yönetim merkezleridir. Bu sayede afet gibi olağanüstü durumlarda daha çabuk ve doğru kararlar alınabilecektir. Hepsinden kısaca bahsedilecek olursa; Ulaşım Yönetim, Trafik Kontrol, Elektronik Denetleme Sistemi, Afet Yönetim, Tünel Yönetim, Raylı Sistemler, Çevre Yönetim, Otopark Yönetim Merkezleridir (Tektaş ve Tektaş, 2022).

viii. Akıllı Şehir Yönetim Yazılımı

Akıllı Şehir Yönetim Yazılımı, şehirde yaşayan insanların ihtiyaçlarını karşılamak, kentsel alanları daha verimli, sürdürülebilir ve yaşanabilir hale getirmek amacıyla tasarlanmış bir teknolojidir. Bu yazılım, çeşitli akıllı sensörlerden ve veri kaynaklarından gelen büyük veri akışını işleyerek şehir yöneticilerine gerçek zamanlı bilgi sağlar ve karar alma süreçlerini destekler.

- Taksi Tepe Lambası; hava kalitesini, sıcaklık, nem ve gürültü sistemlerini ölçmektedir.
- Filo Yönetim Sistemi Çözümü: Teknolojik çözümlerle filo yönetim sistemleri yönetim ve güvenliği sağladığından emniyetli seyahat etme fırsatı verir .
- Filo Yönetim Merkez Yazılımı: Toplu ulaşım araç filolarının denetlenmesini ve takip edilmesini sağlamaktadır.

ix. Aydınlatma Sistemleri

- Akıllı Aydınlatma Kontrol Sistemi Yazılımı

- Yol Aydınlatma & Aydınlatma Armatürleri
- Genel Amaçlı Projektör

x. Akıllı Otopark Yönetim Sistemleri

- Ücretlendirme Sistemleri
- Kapalı Otopark Araç Algılama & Yönlendirme Sistemleri
- Açık Otopark Araç Algılama & Yönlendirme Sistemleri
- Otopark Yönetimi Yazılımı(Tektaş ve Tektaş, 2022)

3.4.2. İBB ve Ortaklarının Geliştirdiği Yerli Ulaşım-AUS Ürünleri

- Toplu Ulaşım Denetleme Sistemi
- Ulaşım Asistanı
- Ruhsat Denetim Sistemi
- Servis Güzergâh ve Toplu Ulaşım Sistemi
- İBB CepTrafik Uygulaması
- İstanbul Senin Uygulaması
- Otobüsüm Nerede Uygulaması
- İspark Otopark Uygulaması
- İstanbulkart & Dijital Kartım
- İBB Deniz Taksi
- İstanbul Şehir Haritası
- İsbike
- Mobiett
- iTaksi
- Metro İstanbul
- İ-servis
- Walk & Discover (Tektaş & Tektaş, 2022)

İBB ve iş ortaklarının geliştirdiği yerli ulaşım-AUS ürünleri, şehir içi ulaşımı daha güvenli, verimli ve sürdürülebilir hale getirmek için yerel ihtiyaçlara uygun olarak tasarlanmış ve geliştirilmiştir.

3.4.3. ASELSAN Yerli AUS Teknolojileri

ASELSAN, Türkiye'nin önde gelen savunma ve teknoloji şirketlerinden biri olarak, yerli ve milli otomasyon ve kontrol sistemleri alanında önemli başarılar elde etmiştir. ASELSAN'ın AUS alanındaki yerli ürünleri, şehirlerin ulaşım altyapısını modernize etmek, trafik akışını optimize etmek ve toplu taşıma sistemlerini iyileştirmek için tasarlanmıştır. Bu teknolojiler, yerel ihtiyaçlara uygun olarak geliştirilmiş olup, Türkiye'nin ulaşım sektöründeki yerli ve milli teknoloji geliştirme hedeflerine önemli katkılar sağlamaktadır (ASELSAN, 2023).

3.4.3.1. Trafik Yönetim Sistemleri

ASELSAN, yolların daha etkili kullanılması ve trafik kazalarının önlenmesi amacıyla geliştirdiği sistem, hava ve yol durumu izleme, olay algılama, kavşak katılım denetimi, yolcu yönlendirme ve bilgilendirme, video yönetimi gibi kritik işlevleri yerine getirir. Bu sayede, sürücülere güncel hava ve yol durumu bilgileri sunularak güvenli sürüş koşulları sağlanır ve trafik kazalarının önüne geçilmesine katkıda bulunulur. Ayrıca, sistem kavşaklarda katılım denetimi yaparak trafik akışını düzenler ve yolcuları bilgilendirerek seyahatlerini daha verimli hale getirir(ASELSAN, 2023).

i. Otomasyon Sistemleri

ASELSAN, otomasyon sistemleri alanında önemli gelişmeler kaydetmiş ve çeşitli ürünler geliştirerek hizmete sunmuştur. Bunlar arasında, acil durum yönetim sistemleri ve afet durum yönetim sistemleri gibi kritik sistemler bulunmaktadır. Bu sistemler, acil durumlarda hızlı ve etkili müdahaleyi sağlayarak hayati öneme sahiptir. Ayrıca, araç plaka tanıma sistemleri de ASELSAN'ın geliştirdiği otomasyon ürünleri arasındadır. Bu sistemler, güvenlik açısından önemli olan araçların tanımlanması ve takibi için kullanılır. ASELSAN'ın geliştirdiği otomasyon sistemleri, Türkiye'nin güvenlik altyapısının modernizasyonuna ve kriz yönetim kapasitesinin artırılmasına önemli katkılar sağlamaktadır (ASELSAN, 2023).

ii. Tünel Güvenlik Teknolojileri

ASELSAN tarafından geliştirilen, CBOT ve Avrasya Tüneli iş birliğiyle hayata geçirilen sanal asistan projesi, haftanın her günü ve her saati aktif olarak hizmet veren inovatif bir yapay zekâ modülüne sahiptir. Bu sistem, tünellerde beklenmedik durumları algılayabilme yeteneğine sahiptir ve aynı zamanda araç yoğunluğunu da ölçebilmektedir. Avrasya Tüneli'nin 7/24 aktif sistemi aracılığıyla, tünel geçişleriyle ilgili sorgulamalar ve ödemeler gibi işlemler gerçekleştirilmektedir. Avrasya Tüneli'nde haftanın her günü ve her saati otomatik olarak izlenen

dört yüzden fazla kamera bulunmaktadır. Bu kameraların sayısının artırılmasıyla güvenlik seviyesi yükseltilmiş ve olay algılama sistemi aracılığıyla ekip müdahalesi hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilir hale gelmiştir. Hatta trafik kazalarındaki aksiyon geri dönüşleri, sadece iki dakika gibi kısa bir sürede gerçekleşebilmektedir. Tüm bu özellikler sayesinde, Avrasya Tüneli'nde uygulanan bu sistem, çeşitli ödüllere layık görülmüştür(ASELSAN, 2023).

3.5. Otoyollardaki ve Köprülerdeki Yerli AUS Teknoloji Hamlesi

Türkiye'deki otoyol ve köprülerde, yerli otomotiv sektöründeki teknolojik gelişmelerin etkisi giderek artmaktadır. Özellikle son yıllarda üretilen yerli otomobiller, otoyol ve köprülerde kullanılan yerli AUS ile entegre edilmiştir. Bu sistemler, sürücülere güvenli ve verimli bir sürüş deneyimi sunmayı amaçlayarak trafik akışını düzenler, kazaları azaltır ve yolculuk sürelerini optimize eder. Ayrıca, yerli AUS (Araç Üstü Sistem) teknolojileri de otoyol ve köprülerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemler, araçların hızını, plaka tanıma özellikleri ile trafik kurallarına uymasını sağlamak, güvenli mesafe koruması gibi özelliklerle sürücülere destek sunar. Yerli AUS teknolojileri, Türkiye'nin ulaşım altyapısını daha güvenli, akıllı ve etkili hale getirerek modern bir taşıma sistemi oluşturmaya katkı sağlar.

3.5.1. Kuzey Marmara Otoyolu (KMO)

Kuzey Marmara Otoyolu, İstanbul'u çevreleyen bir otoyol ağıdır ve bölgenin ulaşım ihtiyaçlarını karşılamak için hayata geçirilmiştir. Bu otoyol, hem yerel hem de ulusal ölçekte büyük bir ulaşım ağına entegre olacak şekilde planlanmıştır . Kuzey Marmara Otoyolu'nda kullanılan AUS, yolcuların seyahatlerini daha güvenli, daha hızlı ve daha konforlu hale getirmeyi amaçlar. Bu iki önemli bileşen, Türkiye'nin ulaşım sektöründe çağdaş bir dönüşümü temsil ederken, aynı zamanda ülkenin ekonomik ve sosyal kalkınmasına da büyük katkı sağlamaktadır(KMO Anadolu Otoyol, 2023).

3.5.1.1. *TECHNOPC BOX PC Çözümü*

Yerli üretim bir bilgisayar modeli olan BOX PC'yi kullanarak ülkemizin ulaşım altyapısında önemli bir rol oynamaktadır. Bu çözüm, KMO hızlı geçiş sistemi gibi projelerde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. KMO hızlı geçiş sistemi, tek kamera kullanarak 398 metrelik bir

otoyolda araç sayısını tespit etmek ve geçen araçların plakalarını tanıyarak ödeme sistemini oluşturmaktadır.

i. Fiber Optik Tabanlı Akustik Algılama Sistemi (FOTAS)

Modern teknolojinin bir ürünü olarak, ulaşım altyapısında önemli bir rol oynamaktadır. Bu sistem, fiber optik kablolar aracılığıyla ses dalgalarını algılayarak çevresel koşulları izler ve değişiklikleri tespit eder. Tünellerde, köprülerde ve diğer önemli ulaşım yapılarında kullanılarak güvenlik ve operasyonel verimliliği artırır. FOTAS, çeşitli olayları algılayarak erken uyarı sistemlerini etkinleştirmede ve yapısal bütünlüğün sürekli izlenmesi için de kullanılabilir. Fiber optik teknolojinin hassasiyeti ve dayanıklılığından faydalanarak, ulaşım altyapısının güvenliğini ve verimliliğini artıran önemli bir sistemdir. Bu çözüm, ileri düzeyde algılama ve erken uyarı imkânı sağlayarak, modern şehirlerin ve altyapıların gereksinimlerine cevap vermek için tasarlanmıştır.

İstanbul'da iki ayrı bölgede hizmet veren Kuzey Marmara Otoyolu'nun (KMO) güvenliğini artırmak için TÜBİTAK ile yürütülen bir projede kullanılan, FOTAS bir fiber optik algılama ve otonom dronlar kullanılarak yapılan yerli ve milli teknolojidir. Ayrıca dünyada ilk defa kullanılan bir teknoloji ürünüdür.

ii. AKİS BİLET / e-Ödeme ve Elektronik Bilet Uygulaması

Modern ulaşım sistemlerinde kullanılan bir e-ödeme ve elektronik bilet uygulamasıdır. Bu uygulama, geleneksel kâğıt biletleri ve nakit ödemeleri azaltarak, ulaşım süreçlerini daha verimli ve kullanıcı dostu hale getirir. AKİS BİLET'in bazı özellikleri ve avantajları:

- **Dijital Biletle Kolaylık:** Kullanıcılara ulaşım biletlerini dijital olarak satın alma ve kullanma imkânı sunar. Bu sayede, fiziksel bilet alma ve saklama zorunluluğu ortadan kalkar ve kullanıcılar tek bir uygulama üzerinden biletlerini yönetebilirler.
- **E-Ödeme Kolaylığı:** Çeşitli ödeme yöntemlerini destekleyerek kullanıcılara esneklik sağlar. Kredi kartları, banka kartları veya diğer e-ödeme sistemleri aracılığıyla biletlerin ödenmesi mümkündür. Bu da kullanıcıların nakit taşıma ve bilet satın alma konusunda endişe etmeden seyahat etmelerini sağlar.
- **Bilet Entegrasyonu:** Farklı ulaşım modları arasında bilet entegrasyonu sağlar. Yani, kullanıcılar aynı uygulama üzerinden farklı ulaşım araçlarına ait biletleri satın alabilir ve kullanabilirler. Örneğin, metro, otobüs, tramvay gibi farklı taşıma araçlarına ait biletlere tek bir uygulama üzerinden erişilebilir.
- **Hızlı ve Güvenli:** Hızlı ve güvenli bir şekilde bilet satın alma ve kullanma imkanı sunar. Kullanıcılar, yoğun saatlerde uzun kuyruklarda beklemek zorunda kalmadan,

akıllı telefonlarından kolayca bilet alabilir ve kullanabilirler. Ayrıca, dijital ödemelerin güvenliği de sağlanmış olur.

- **Çevre Dostu:** Kâğıt kullanımını azaltarak çevre dostu bir seçenek sunar. Geleneksel kâğıt biletlerin basımı ve dağıtımı yerine, dijital biletlerin kullanılması çevresel etkiyi azaltır ve sürdürülebilir ulaşımı teşvik eder.

AKİS BİLET, ulaşım sektöründe kullanılan elektronik ödeme sistemlerinin ötesine geçerek otopark sistemlerinde de temassız ödemelerin önünü açan milli kart uygulamasıdır. Bu yenilikçi uygulama, kullanıcıların ulaşım biletlerini dijital olarak satın almasını ve kullanmasını sağlamanın yanı sıra, otopark ücretlerini ödemelerine de imkân tanır.

iii. ASELSAN Ücret Toplama Sistemi (ÜTS):

ASELSAN, OGS (Otoyol Geçiş Sistemleri), KGS (Köprü Geçiş Sistemleri), nakit ödeme sistemleri ve geliştirdiği ÜTS (Ücret Toplama Sistemi) Avrupa Birliği başta olmak üzere uluslararası standartlara uygun olarak tasarlanmıştır. Bu sistem, köprü ve tünellerde mesafeden bağımsız açık, otoyollarda ise mesafeye bağlı kapalı ücret toplama yöntemlerini destekler. ÜTS, sürücülerin geçişlerini hızlı ve verimli bir şekilde yönetmek için gelişmiş teknolojiye dayanmaktadır (ASELSAN, 2023).

3.6. YERLİ VE MİLLÎ ARAÇLAR VE ARAÇ TEKNOLOJİLERİ

Yerli ve milli araçlar ile araç teknolojileri, bir ülkenin sanayi ve teknoloji alanındaki gelişmişliğini ve bağımsızlığını simgeler. Bir ülkenin kendi araçlarını üretebilmesi ve araç teknolojilerini geliştirebilmesi, ekonomik gücünü ve rekabetçiliğini artırır. Yerli araç üretimi, bir ülkenin endüstriyel kapasitesini yükseltirken, aynı zamanda istihdam olanakları da sunar ve teknolojik ilerlemeyi teşvik eder. Araç teknolojileri ise sürekli olarak gelişen ve değişen bir alandır ve bu teknolojilerin milli olarak geliştirilmesi, bir ülkenin gelecekteki rekabet gücünü belirleyebilir (Tektaş ve Tektaş, 2022).

3.7. TÜRKİYE YERLİ VE MİLLÎ ARAÇLAR

Türkiye, yerli ve milli araçlar konusunda önemli adımlar atmış ve bu alanda önemli gelişmeler kaydetmiştir. Ülke, otomotiv endüstrisi açısından stratejik bir konuma sahiptir ve yerli otomobil üretimi gibi büyük projelerle bu alandaki potansiyelini artırmaya çalışmaktadır. Türkiye'nin yerli ve milli araçlar konusundaki çabaları, ekonomik kalkınma, istihdam artışı ve

teknolojik ilerleme gibi bir dizi hedefe yöneliktir. Bu çerçevede, yerli otomobil markalarının kurulması, elektrikli araç teknolojilerine yatırım yapılması ve yerli otomotiv parça üretiminin desteklenmesi gibi adımlar atılmıştır(Tektaş ve Tektaş, 2022).

3.7.1. Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu (TOGG)

Türkiye'nin yerli otomobil girişimi olan TOGG (Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu), ülkenin otomotiv sektöründeki önemli projelerinden biridir. TOGG, binek otomobil segmentinde yerlilik oranını %51'den başlayarak 2026 yılına kadar %68'e çıkarmayı hedeflemektedir. Bu hedef, yerli otomobil üretiminin ve yerli otomobil parçalarının kullanımının artırılmasıyla Türkiye'nin ekonomik kalkınmasına katkı sağlamayı amaçlamaktadır. TOGG, fikri ve mülkiyet hakları Türkiye'ye ait olan "özgür ve bağımsız" bir otomobil markasıdır, bu da ülkenin yerli otomobil üretimindeki ulusal çıkarlarını vurgular. Ayrıca, TOGG, akıllı ve hızlı şarj hizmetleri sunmak için kısa vadede 1000 adet şarj istasyonu kurmayı planlamaktadır, bu da elektrikli araç teknolojisinin gelişimine katkıda bulunacaktır (TOGG, 2023). TOGG'un tedarikçilerinin çoğunluğunun yerli firmalardan oluşması da yerli otomobil projesinin yerlilik ilkesine olan bağlılığını göstermektedir.

3.7.2. Elektrikli ve Otonom Yerli Otobüs, Metrobüs ve Kamyonlar

Türkiye'de yerli otobüs üreten firmalar arasında Bozankaya, Temsa, Karsan, Otocar, BMC ve Anadolu Isuzu bulunmaktadır. Bozankaya'nın elektrikli otobüsleri, Karsan ile ortaklık kurarak Karsan'ın fabrikasında üretilmektedir. Karsan ise elektrikli araçlarıyla Avrupa, Orta Avrupa, Kuzey Avrupa'ya 2021 yılında 133 adet elektrikli araç ihraç eden Karsan'ın 250'den fazla elektrikli aracı Batı'da seyahat etmektedir. Karsan, Batı'da ve Amerika'da sürücüsüz elektrikli otobüs hizmeti sunan ilk ve tek Türk firmasıdır. Konumuz olan minibüsler açısından ele alırsak Karsan, e-JEST modelinde elektrikli minibüs üretmiş olup Avrupa ve Japonya pazarlarında yer almıştır. Türkiye'nin birçok ilinde e-Jestle seyahat etmektedir (KARSAN, 2023) .

Türkiye'deki yerli otobüs üreticileri arasında Bozankaya, Temsa, Karsan, Otocar, BMC ve Anadolu Isuzu gibi tanınmış firmalar bulunmaktadır. Özellikle elektrikli otobüs üretimi konusunda öne çıkan Bozankaya, Karsan, ve Temsa gibi firmalar, yenilikçi ve çevreci çözümler sunmaktadır. Bozankaya'nın elektrikli otobüsleri, Karsan ile yapılan ortaklık kapsamında Karsan'ın fabrikalarında üretilmektedir. Karsan, özellikle elektrikli araçlar konusunda Avrupa, Orta Avrupa ve Kuzey Avrupa'ya yönelik ihracat yapmaktadır. Karsan, 2021 yılında 133 adet elektrikli araç,

2022 yılında da 250 elektrikli araç ihraç ederek pazar payını büyötmektedir. Karsan, Amerika'da sürücüsüz elektrikli otobüs hizmeti sunan ilk ve tek Türk firmasıdır(KARSAN, 2023).

Minibüs segmentinde ise Karsan, e-JEST modeli ile elektrikli minibüs üretmiş ve Avrupa ile Japonya pazarlarında kendine yer bulmuştur. Türkiye'nin birçok ilinde e-JEST modeliyle minibüs seyahati mümkündür. Bu yerli üretim minibüsler, çevre dostu ve sürdürülebilir ulaşım çözümleri sunarak hem ülke içinde hem de uluslararası pazarlarda önemli bir role sahiptir.

3.8. DEMİRYOLU YERLİ AUS TEKNOLOJİ ÜRÜNLERİ

Demiryolu sektöründe kullanılan yerli AUS teknoloji ürünleri, ülkemizin demiryolu altyapısını güçlendirmek ve modernize etmek için geliştirilen çeşitli sistemleri içerir. Bu yerli ürünler, demiryolu ulaşımının verimliliğini artırmak, güvenliğı sağlamak ve sürdürülebilirliğı desteklemek amacıyla tasarlanmıştır. Yolcu Bilgi Sistemleri, Trafik Kontrol Merkezi ve Enerji Depolama Sistemleri başlıca yerli teknolojiler olmasının yanında Raylı Ulaşım Sistemleri ve Sürücü Bilgi Sistemleri de demir yolu ulaşımında kullanılan yerli sistemlerdir. Ayrıca, Trafik Eğitim Simülatörü ve Otomatik Tren Takip Sistemleri de yerli sistemlere dahil olmaktadır(Tektaş ve Tektaş, 2022).

3.8.1. Yerli ve Millî Tren

TCDD E44000 veya Milli Elektrikli Tren, Türkiye'de yerli ve milli olarak üretilen bir elektrikli çoklu birim tren setidir. TÜRASAŞ T(ürkiye Raylı Sistem Araçları Sanayii) tarafından TCDD Taşımacılık için geliştirilmiş ve üretilmiştir. Trenin projesi 2013 yılında açıklanmış olup, 2021 yılında test sürüşlerine başlamış ve Mayıs 2023'te bölgesel tren olarak hizmete girmiştir. Milli Elektrikli Tren, Türkiye'nin demiryolu taşımacılığında yerli ve milli teknolojilere dayalı olarak üretilen önemli bir başarı örneğidir. Hem iç hatlarda hem de bölgesel hatlarda kullanılmak üzere tasarlanmıştır ve Türkiye'nin demiryolu altyapısının modernizasyonuna katkı sağlamaktadır (Tursan,20323).

i. ASELSAN Tarafından Geliştirilen Demir Yolu Yerli AUS Teknoloji Ürünleri

ASELSAN, demiryolu sektöründe yerli otomasyon sistemleri geliştirmekte ve üretmektedir. Bu sistemler, demiryolu ağlarının verimliliğini artırmak, güvenliğini sağlamak ve hizmet kalitesini yükseltmek için tasarlanmıştır.

1. ASELSAN CESUR- Cer Motoru Kontrol/Sürücü Birimi

ASELSAN CESUR, Cer Motoru Kontrol/Sürücü Birimi olarak bilinen bir demiryolu teknoloji ürünüdür. Bu birim, demiryolu araçlarında kullanılan motorların kontrolünü ve sürücüsünü sağlamak üzere tasarlanmıştır. ASELSAN'ın güçlü mühendislik altyapısı ve deneyimiyle geliştirilen CESUR, güvenilirlik, verimlilik ve performans açısından yüksek standartlara sahip, demiryolu taşımacılığında kullanılan çeşitli motor tiplerini destekleyebilen ve bu motorların güvenli ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Sürücü birimi aracılığıyla operatörlerin motor performansını izlemesine ve gerektiğinde müdahale etmesine olanak tanır. Milli ve eşi bulanmayan yeni nesil sürücü birimi, Metro veya Tramvay gibi hafif raylı ulaşım araçlarının performansını arttırmak için kurulmuştur (ASELSAN, 2023).

2. Kentsel Raylı Ulaşım Sinyalizasyon Sistemi

Şehirlerdeki raylı taşıma hatlarında güvenli ve verimli bir şekilde tren trafiğini yönetmek için kullanılan önemli bir teknolojidir. Bu sistem, trenlerin seyrüseferini, hızlarını ve duruşlarını kontrol etmek amacıyla sinyallerin, işaretlerin ve otomatik sistemlerin entegrasyonunu içerir. Raylı taşıma hatlarında, yoğun trafik, hızlı tren geçişleri ve değişen yolcu talepleri gibi faktörler göz önünde bulundurularak, güvenlik ve verimlilik gereksinimleri oldukça yüksektir (Önder ve Ulukavak 2020).

3. TR-CMS (Tren Kontrol ve Yönetim Sistemi)

Raylı taşıma sistemlerinde trenlerin güvenli ve etkin bir şekilde kontrol edilmesini sağlayan önemli bir sistemdir. Bu sistem, trenin hızını, konumunu, frenlerini ve diğer önemli parametrelerini izleyerek ve kontrol ederek güvenli bir seyahat sağlar. TR-CMS, trenler arasındaki güvenli mesafeyi korurken, trafik sinyallerini, hız limitlerini ve diğer sinyalizasyon sistemlerini senkronize eder. Bu, kazaları önlemeye yardımcı olur ve tren trafiğini düzenleyerek beklemeleri azaltır. Trenlerin operasyonel verimliliğini artırmak için otomasyon sağlar. Bu sistem, trenlerin hızlarını ve duruşlarını optimize ederek enerji tasarrufu sağlar ve raylı taşıma hatlarının kapasitesini artırır (Tektaş ve Tektaş, 2022).

4. TROBES (Tren Enerji Depolama ve Yönetim Sistemi)

Raylı taşıma sistemlerinde enerji yönetimi ve depolama için kullanılan bir sistemdir. Bu sistem, trenlerin enerji verimliliğini artırmak, regeneratif frenleme gibi teknolojilerden kaynaklanan enerjiyi geri kazanmak ve trenlerin enerji ihtiyaçlarını dengede tutmak için tasarlanmıştır. Trenler, duraklama, hızlanma ve seyir sırasında farklı enerji ihtiyaçlarına sahip olabilir. Bu sistem, trenin hızını ve yükünü dikkate alarak, en uygun enerji kullanımını sağlayarak yakıt tüketimini azaltır ve çevresel etkiyi en aza indirir. Bataryası yapılandırılabilen yapıda olup

uzun çalışma koşullarına göre modifiyesi sağlanabilmektedir. Bu da maliyeti düşürerek verimi arttırmakta olduğu ifade edilmektedir (ASELSAN, 2023).

i. TÜBİTAK- BİLGEM Tarafından Geliştirilen Demir Yolu Yerli AUS Teknoloji Ürünleri

Demiryolu sektöründe modern ve yerli çözümler sunmak amacıyla demiryolu altyapısının ve işletmeciliğinin çeşitli alanlarında kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bu ürünler, demiryolu işletmeciliğinde verimliliği artırmak, güvenliği sağlamak ve hizmet kalitesini yükseltmek için geliştirilmiştir.

1. Demir Yolu Yerli Sinyalizasyon Sistemi

TCDD ile birlikte geliştirilen ilk yerli sinyalizasyon sistemi, ülkemizin demiryolu sinyalizasyon alanında yerli bir çözüm sunması açısından önemli bir adımdır. Bu sistem, yerli mühendislik ve teknoloji gücünün bir ürünü olarak ortaya çıkmıştır ve Türkiye'nin demiryolu altyapısının modernizasyonu ve yerli üretim kapasitesinin artırılması açısından büyük bir öneme sahiptir(Tektaş ve Tektaş, 2022).

2. Demir Yolu Trafik Kontrol Merkezi (DTKM)

TÜBİTAK BİLGEM'in teknoloji uzmanları tarafından geliştirilen DTKM, demiryolu altyapısının izlenmesini, verilerin analiz edilmesini ve karar alma süreçlerini desteklemek için gelişmiş yazılım ve donanım bileşenlerinden oluşur. Bu merkez, demiryolu ağının farklı noktalarındaki sensörlerden gelen verileri toplar, işler, izler ve yönetir. Ayrıca, operatörlere gerçek zamanlı bilgi sağlayarak, trafik akışını optimize etmelerine ve potansiyel sorunları önceden tespit ederek müdahale etmelerine olanak tanır. Demiryolu taşımacılığı alanında önemli yerli ve milli çözümdür. Raylı Ulaşım Sistemleri, Enerji Depolama Sistemleri yerli teknolojilerin başlıcaları olmakla birlikte Kontrol Sistemleri, Yolcu Bilgi Sistemleri ve Sürücü Bilgi Sistemlerini de içermektedir. Bunlardan başka, Otomatik Tren Takip Sistemi, Sinyalizasyon Sistemleri ve Trafik Kontrol Merkezi, Konsiyerj Sistemleri de vardır. Bu teknolojiler, demir yolu taşımacılığını daha güvenli, verimli ve konforlu hale getirmektedir.

3. Demiryolu Anlaşman Sistemi (DAS)

Türk mühendisler tarafından geliştirilen bir çözümdür ve konvansiyonel demiryolu hatlarında güvenli ve ekonomik bir anlaşman sağlar. Bu sistem, hızlı bir şekilde sistem arızalarını tespit ederek işletmenin verimliliğini artırır. Endüstriyel donanımlar kullanılarak oluşturulmuş ve kolayca erişilebilir bir yapıya sahiptir. Detaylı arıza tanıma özelliği, sistemin güvenilirliğini artırır ve arıza durumlarında hızlı müdahale imkânı sağlar. Sistemin modüler yapısı, mevcut sistemin

geliştirilebilmesine olanak tanır ve gelecekteki ihtiyaçlara uyum sağlar. Bu özellik, demiryolu altyapısının değişen gereksinimlerine cevap verebilme esnekliği sağlar (Eriş, 2011).

4. Yerli ve Milli Tramvay

Türkiye'nin ilk yerli tramvayı İpekböceği, Bursa Büyükşehir Belediyesi ve Durmazlar Makina iş birliğiyle üretilmiştir. 2013 yılında Kayseri'de hizmete girmiştir. Tramvayın tasarımı, mekanik aksamaları ve dijital teknolojileri tamamen Türk mühendisler tarafından geliştirilmiştir. Tramvayda ayrıca yerli çekiş sistemleri kullanılmıştır. İpekböceği, 30 yıllık ömür testini başarıyla geçmiş, uluslararası standartlara uygun olduğu onaylanmış, düşük enerji tüketimi, sessizlik, çevre dostu ve güvenli tasarımıyla dikkat çekmiştir (Şimit, Rizelioğlu ve Arslan, 2016).

3.9. TOPLU ULAŞIMDA AUS'NİN YERİ VE ÖNEMİ

Toplu ulaşımında AUS'nin rolü ve önemi, modern şehirlerin ulaşım sorunlarını çözme ve sürdürülebilir kent yaşamını destekleme açısından büyük bir öneme sahiptir. AUS, gelişmiş bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak toplu taşımayı daha güvenli, verimli ve kullanıcı dostu haline getirir. Ayrıca, toplu taşıma altyapısını optimize ederek şehirlerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarına katkı sağlar. AUS'nin toplu ulaşımındaki rolü ve önemine dair yedi ana başlık altında aşağıdaki gibi yer almaktadır.

- Verimlilik ve Zaman Yönetimi
 - Yolcu Bilgilendirme ve Kullanıcı Deneyimi
 - Güvenlik ve Acil Durum Yönetimi
 - Erişilebilirlik ve Sosyal Eşitlik
 - Çevresel Sürdürülebilirlik
 - Ekonomik Verimlilik ve Kaynak Yönetimi
 - Veri Analizi ve Stratejik Planlama
- Verimlilik ve Zaman Yönetimi: Toplu ulaşımında verimlilik ve zaman yönetimi, hizmetlerin kalitesi ve yolcu memnuniyeti açısından hayati öneme sahiptir. AUS, bunları iyileştirerek toplu taşıma sistemlerinin etkinliğini artırır ve yenilikçi çözümlerle toplu ulaşımı daha verimli ve kullanıcı dostu hale getirir.

- **Gerçek Zamanlı Bilgilendirme ve Yönetim:** AUS, toplu taşıma araçlarının hareketlerini ve trafik durumunu gerçek zamanlı olarak izler ve bu bilgileri analiz eder. Gerçek zamanlı bilgilendirme, duraklarda ve araç içlerinde bulunan dijital ekranlar, mobil uygulamalar ve web siteleri aracılığıyla yolculara iletilir. Bu sistemler, yolcuların sefer saatleri, gecikmeler, güzergâh değişiklikleri ve alternatif rotalar hakkında anlık bilgi almasını sağlar. Bu sayede yolcular, seyahatlerini daha iyi planlayarak olası gecikmelere karşı hazırlıklı olabilirler.
 - a. Dijital Ekranlar ve Mobil Uygulamalar: Sefer bilgileri, trafik yoğunluğu ve güzergâh değişiklikleri hakkında anlık bildirimler sağlar.
 - b. Web Siteleri: Güncel toplu taşıma bilgilerini yolculara sunarak seyahat planlamasını kolaylaştırır.
- **Sefer ve Rota Optimizasyonu:** AUS, toplu taşıma araçlarının sefer saatlerini ve rotalarını optimize eder. Bu optimizasyon, yoğun saatlerde daha sık seferler düzenlemeyi ve düşük talep dönemlerinde sefer sıklığını azaltmayı içerir. Böylece, araçların ve personelin daha verimli kullanılması sağlanır ve yolcuların bekleme süreleri minimize edilir. Sefer ve rota optimizasyonu hem yolcu memnuniyetini artırır hem de işletme maliyetlerini düşürür.
 - a. Dinamik Sefer Yönetimi: Talep yoğunluğuna göre sefer sıklığı ayarlanır.
 - b. Akıllı Rota Planlaması: Trafik verilerine dayalı olarak en hızlı ve verimli güzergahlar belirlenir.
- **Entegre Biletleme Sistemleri ve Akıllı Kart Uygulamaları:** Entegre biletleme sistemleri ve akıllı kart uygulamaları, toplu taşımayı daha erişilebilir ve kullanışlı hale getirir. Yolcular, tek bir bilet veya kart ile farklı toplu taşıma araçlarına erişebilir, bu da seyahat sürelerini kısaltır ve kullanıcı deneyimini iyileştirir. Bu sistemler, ödeme işlemlerini hızlandırarak, bekleme sürelerini azaltır ve verimliliği artırır.
 - a. Akıllı Kartlar: Tek bir kart ile farklı toplu taşıma araçlarına erişim sağlar.
 - b. Mobil Biletleme: Akıllı telefonlar üzerinden hızlı ve kolay bilet satın alma imkanı sunar.
- **Veri Analizi ve Tahmin Yöntemleri:** AUS, toplu taşıma verilerini sürekli olarak toplar ve analiz eder. Bu analizler, yolcu talebi, seyahat süreleri ve trafik yoğunluğu gibi faktörleri dikkate alarak hizmetlerin daha iyi planlanmasını sağlar. Geçmiş verilere dayalı tahmin yöntemleri, gelecekteki talebi öngörerek uzun vadeli stratejik planlamalara rehberlik eder. Bu yaklaşım, toplu taşıma hizmetlerinin sürekli olarak iyileştirilmesini ve yolcu memnuniyetinin artırılmasını sağlar.

- a. Büyük Veri Analizi: Yolcu davranışları ve seyahat alışkanlıkları hakkında derinlemesine bilgi sağlar.
- b. Talep Tahmini: Gelecekteki yolcu talebini öngörerek, hizmet planlamasını optimize eder.
- **Enerji ve Yakıt Verimliliği:** AUS, toplu taşıma araçlarının enerji ve yakıt verimliliğini artırır, trafik sıkışıklığını azaltarak, araçların dur-kalk yapmasını en aza indirir ve yakıt tüketimini optimize eder. Ayrıca, elektrikli ve hibrit araçların entegrasyonu ile çevresel sürdürülebilirlik sağlanır. Enerji verimliliği hem maliyet tasarrufu sağlar hem de çevresel etkileri azaltır.
 - a. Sürüş Optimizasyonu: Yakıt tüketimini azaltan sürüş teknikleri uygular.
 - b. Çevre Dostu Araçlar: Elektrikli ve hibrit araçların kullanımı teşvik edilir.
- AUS, kullanıcı geri bildirimlerini toplar ve analiz eder. Mobil uygulamalar, web siteleri ve anketler aracılığıyla toplanan geri bildirimler, toplu taşıma hizmetlerinin kalitesinin sürekli olarak artırılmasına yardımcı olur. Yolcuların memnuniyet düzeyleri ve beklentileri değerlendirilerek, hizmet kalitesi sürekli olarak iyileştirilir.
 - a. Anketler ve Geri Bildirim Formları: Yolcuların memnuniyet ve beklentilerini değerlendirir.
 - b. Mobil Geri Bildirim Sistemleri: Yolculuk sırasında anlık geri bildirim imkanı sunar.

Toplu ulaşımda verimlilik ve zaman yönetimi, AUS sayesinde büyük ölçüde iyileştirilerek, toplu taşıma hizmetlerinin kalitesini artırır ve yolcu memnuniyetini sağlar. Bu da toplu taşımayı daha çekici ve sürdürülebilir hale getirir, şehir içi ulaşımı daha verimli ve kullanıcı dostu bir yapıya kavuşturur.

Yolcu Bilgilendirme ve Kullanıcı Deneyimi

Toplu taşıma hizmetlerinde verimlilik ve zaman yönetimi, kullanıcıların zamanlarını daha iyi kullanmalarını sağlar, trafik sıkışıklığını azaltır, çevresel etkileri minimize eder, maliyetleri düşürür ve şehirlerin daha erişilebilir ve kapsayıcı olmasını sağlar.

AUS, yolculara anlık bilgi sağlayarak kullanıcı deneyimini önemli ölçüde geliştirir. Bu sistemler, çeşitli dijital araçlar ve platformlar kullanarak toplu taşımayı daha şeffaf, öngörülebilir ve kullanıcı dostu hale getirir. AUS'nin sunduğu en önemli özelliklerden biri, çeşitli dijital ekranlar, mobil uygulamalar ve web siteleri aracılığıyla yolculara gerçek zamanlı bilgi sağlamasıdır.

- Dijital Ekranlar: Duraklarda ve araç içlerinde bulunan dijital ekranlar, yolculara anlık sefer bilgileri, gecikmeler, güzergâh değişiklikleri ve alternatif rotalar hakkında bilgi sunar. Bu ekranlar, yolcuların bekleme süresince güncel bilgilere ulaşmalarını sağlar ve seyahatlerini daha iyi planlamalarına yardımcı olur.
- Mobil Uygulamalar: Akıllı telefonlar için geliştirilen mobil uygulamalar, yolculara seyahat bilgilerini anında sağlar. Bu uygulamalar, sefer saatlerini, durak konumlarını, tahmini varış sürelerini ve olası gecikmeleri gösterir. Ayrıca, yolcuların kişisel seyahat planlarını yapmalarına ve en uygun rotaları bulmalarına yardımcı olur.
- Web Siteleri: Toplu taşıma hizmet sağlayıcılarının web siteleri, kullanıcıların seyahat bilgilerine kolayca erişebilmeleri için kapsamlı bilgiler sunar. Bu siteler, güzergâh haritaları, sefer saatleri, fiyat bilgileri ve güncel hizmet duyuruları içerir.

Bunlara ilaveten kullanıcı deneyimini iyileştiren çeşitli özellikler sunar. Bunlar aşağıda yer almaktadır.

- Tahmini Varış Zamanı (ETA): Dijital platformlar, araçların tahmini varış zamanlarını (ETA) göstererek yolcuların durakta bekleme sürelerini minimize eder. Bu bilgi, yolcuların zamanlarını daha verimli kullanmalarına olanak tanır ve beklenmedik gecikmelere karşı hazırlıklı olmalarını sağlar.
- Alternatif Rotalar ve Geçiş İmkanları: Yolcular, akıllı ulaşım uygulamaları ve dijital ekranlar aracılığıyla alternatif rotaları ve geçiş imkanlarını görebilir. Bu, özellikle güzergâh değişiklikleri veya beklenmedik durumlar söz konusu olduğunda yolculara esneklik sağlar.
- Kişiselleştirilmiş Bildirimler: Mobil uygulamalar, yolculara kişiselleştirilmiş bildirimler gönderir. Bu bildirimler, kullanıcıların sık kullandıkları hatlar, favori duraklar ve seyahat planlarıyla ilgili özel bilgilendirmeler içerir. Böylece, her yolcu ihtiyaç duyduğu bilgilere hızla erişebilir.

AUS, toplu taşıma hizmetlerini daha erişilebilir ve kullanışlı hale getirmek için çeşitli yenilikçi çözümler sunar. Bu çözümler arasında entegre biletleme sistemleri ve akıllı kart uygulamaları önemli bir yer tutar.

- Akıllı Kartlar: Yolcular, akıllı kartlar kullanarak toplu taşıma araçlarına kolayca binip yapabilirler. Bu kartlar, otobüs, metro, tramvay ve feribot gibi farklı taşıma araçları arasında geçiş yaparken kullanım kolaylığı sağlar ve yolcuların seyahat alışkanlıklarına göre kişiselleştirilmiş indirimler ve avantajlar sunar.

- Mobil Biletleme: Akıllı telefonlar aracılığıyla yapılan mobil biletleme, yolcuların biletlerini dijital olarak satın alıp kullanmalarına olanak tanır. Bu sistem, fiziksel bilet ihtiyacını ortadan kaldırır ve bilet satın alma sürecini hızlandırır. Ayrıca, mobil biletleme sistemleri, yolcuların bilet kullanım geçmişlerini takip etmelerine ve gerektiğinde hızlıca yeni bilet satın almalarına da olanak sağlar.
- Temassız Ödeme Sistemleri: Toplu taşıma araçlarında temassız ödeme sistemlerinin kullanılması, yolcuların biniş sürecini hızlandırır ve nakit kullanımını azaltır. Temassız kredi kartları veya mobil ödeme uygulamaları, yolcuların hızlı ve güvenli bir şekilde ödeme yapmalarını sağlar.

Toplu ulaşımda AUS, kullanıcı deneyimini sürekli olarak iyileştirmek için veri analizi ve kullanıcı geri bildirimlerine büyük önem verir. Bu sistemler, toplu taşıma hizmetlerinin daha verimli, kullanıcı dostu ve sürdürülebilir olmasını sağlar. Yolcuların beklenti ve ihtiyaçlarına uygun hizmet sunulması, toplu taşımayı daha çekici ve tercih edilir hale getirir.

- Büyük Veri Analitiği: Toplu taşıma hizmet sağlayıcıları, yolcu verilerini analiz ederek hizmetlerini optimize ederler. Bu veriler, sefer saatleri, yolcu yoğunluğu, güzergâh tercihleri ve kullanıcı memnuniyeti gibi çeşitli bilgileri içerir. Analiz sonuçlarına göre yapılan düzenlemeler, toplu taşıma hizmetlerinin daha verimli ve kullanıcı dostu olmasını sağlar.
- Kullanıcı Geri Bildirimleri: Mobil uygulamalar ve web siteleri aracılığıyla yolculardan geri bildirim toplamak, toplu taşıma hizmetlerinin kalitesini artırmak için önemlidir. Yolcuların önerileri ve şikayetleri, hizmetlerin iyileştirilmesi ve yolcu memnuniyetinin artırılması için değerlendirilir. Bu süreç, toplu taşıma sistemlerinin sürekli olarak geliştirilmesini ve kullanıcı ihtiyaçlarına daha iyi yanıt vermesini sağlar.
- Güvenlik ve Acil Durum Yönetimi: AUS, toplu taşıma araçlarının güvenliğini artırarak yolcuların güvenli ve huzurlu bir yolculuk yapmalarını sağlar. Bu sistemler, çeşitli güvenlik cihazları ve teknolojiler kullanarak güvenlik olaylarını izler, raporlar ve gerektiğinde hızlı müdahale imkânı sunar. Ayrıca, acil durumlarda yetkililere anında bilgi sağlayarak kriz yönetimini daha etkili hale getirir.

Toplu taşıma araçlarına ve duraklara yerleştirilen kapalı devre televizyon (CCTV) kameralarıdır. Bu kameralar, güvenlik olaylarının anlık olarak izlenmesini sağlar ve AUS önemli bir bileşenidir.

- Gözlem ve Kayıt: CCTV kameralar, yolcu güvenliğini tehdit edebilecek olayları gözlemler ve kaydeder. Bu kayıtlar, hem gerçek zamanlı müdahaleler için kullanılır hem de olası suçların soruşturulmasında önemli bir kanıt niteliği taşır.
- Caydırıcılık: Kameraların varlığı, potansiyel suçlular üzerinde caydırıcı bir etki yaratır. Yolcuların ve personelin güvende hissetmelerine katkıda bulunur.

Toplu taşıma araçlarında ve duraklarda bulunan acil durum butonları ve sensörler, yolcuların hızlı bir şekilde yardım çağrımalarına olanak tanır.

- Acil Durum Butonları: Yolcular veya personel, acil bir durumda bu butonlara basarak anında yardım çağırabilirler. Bu butonlar, otobüslerde, trenlerde ve duraklarda stratejik noktalara yerleştirilmiştir.
- Sensörler: Duman, gaz kaçağı veya ani hareket gibi acil durumları tespit edebilen sensörler, otomatik olarak güvenlik merkezlerine sinyal gönderir. Bu sayede, olası tehlikeler hızla tespit edilir ve müdahale edilir.

AUS, toplu taşıma araçlarının ve duraklarının güvenliğini artırmak için gerçek zamanlı olarak izler ve gerektiğinde hızlı müdahale sağlar.

- Merkezi İzleme Sistemleri: Tüm güvenlik cihazlarından gelen veriler, merkezi bir izleme sisteminde toplanır ve analiz edilir. Bu sistemler, anlık olarak güvenlik olaylarını tespit eder ve ilgili birimlere bildirimde bulunur.
- Hızlı Müdahale Ekipleri: Acil durumlarda, merkezi izleme sistemi hızlı müdahale ekiplerini olay yerine yönlendirir. Bu ekipler, yangın, kazalar, tıbbi acil durumlar veya güvenlik tehditleri gibi çeşitli olaylara hızla müdahale eder.

Acil durum yönetimi, AUS'nin sağladığı hızlı bilgi akışı sayesinde daha etkili bir şekilde yürütülür.

- Bilgi Akışı: AUS, kazalar, doğal afetler veya diğer acil durumlar sırasında gerekli bilgileri anında yetkililere ileterek koordinasyonu sağlar. Bu bilgi akışı, olayın yerini, ciddiyetini ve müdahale için gereken kaynakları içerir.
- Kriz Yönetimi: Acil durumlar sırasında, yetkililer AUS sayesinde daha bilinçli kararlar alabilirler. Gerçek zamanlı veri ve analizler, kriz yönetiminde etkinliği artırır ve müdahale süreçlerini hızlandırır.

AUS, yolcu ve personelin acil durumlara hazırlıklı olmasını sağlamak için eğitim ve bilinçlendirme programlarını destekler.

- **Personel Eğitimi:** Toplu taşıma personeli, güvenlik protokolleri ve acil durum müdahaleleri konusunda düzenli eğitim alır. Bu eğitimler, personelin olası acil durumlara hızla ve doğru bir şekilde yanıt vermesini sağlar.
- **Yolcu Bilgilendirme:** Yolculara, toplu taşıma araçlarında ve duraklarda acil durumlar sırasında nasıl davranmaları gerektiği konusunda bilgilendirici materyaller sunulur. Bu, acil durumlarda panik olmadan hareket etmelerine ve güvenli bir şekilde tahliye olmalarına yardımcı olur.

Toplu taşıma hizmetlerinde güvenlik ve acil durum yönetimi, yolcuların güvenliği ve huzuru için kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, bu alanlara yeterli kaynak ve dikkat ayrılması, sağlıklı bir toplu taşıma sistemini destekler ve şehirlerin yaşam kalitesini artırır (Matveev, Maximov & Bogdanova, 2020).

Çevresel Sürdürülebilirlik

Toplu ulaşımda AUS, çevresel sürdürülebilirliği artırarak şehirlerin daha yeşil ve yaşanabilir olmasına katkıda bulunur. Bu sistemler, daha temiz hava, daha az trafik sıkışıklığı ve daha az karbon ayak izi gibi çevresel faydalar sağlayarak gelecek nesillere daha iyi bir çevre bırakılmasına yardımcı olur.

- **Emisyon Azaltımı:** AUS, toplu taşıma araçlarının seferlerini optimize ederek trafik sıkışıklığını azaltır. Daha akıcı bir trafik, araçların daha az zaman harcaması ve daha az yakıt tüketmesi anlamına gelir. Bu da sera gazı emisyonlarının azalmasına ve hava kirliliğinin önlenmesine katkıda bulunur.
- **Modal Değişimi Teşviki:** AUS, kullanıcıları bireysel araç kullanımından toplu taşıma kullanımına yönlendirerek modal değişimini teşvik eder. Daha fazla insanın toplu taşımayı tercih etmesi, bireysel araçların yol açtığı trafik ve çevresel etkilerin azalmasına yardımcı olur.
- **Verimli Araç Yönetimi:** AUS, toplu taşıma araçlarının seferlerini ve rotalarını optimize ederek daha verimli bir araç kullanımı sağlar. Bu, araçların boş yere dolaşmasını önler ve enerji tüketimini azaltır.
- **Yeşil Teknolojilerin Kullanımı:** AUS, yeşil teknolojilerin (örneğin, elektrikli otobüsler, hibrit trenler) kullanımını teşvik eder. Daha çevreci araçlar, fosil yakıt kullanımını azaltır ve atmosfere zararlı emisyonların salınımını önler.
- **Doğal Kaynakların Korunması:** AUS, toplu taşıma kullanımını artırarak bireysel araçların yol açtığı trafik ve altyapı ihtiyacını azaltır. Bu da doğal kaynakların korunmasına ve şehirlerin daha yeşil ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşmasına katkıda bulunur.

- Karbon Ayak İzi Azaltımı: AUS, toplu taşıma kullanımını teşvik ederek bireysel araç kullanımının yol açtığı karbon ayak izini azaltır. Daha az araç trafiği, daha az emisyon ve daha az enerji tüketimi demektir, bu da şehirlerin ve toplumların karbon ayak izini azaltır.

Erişilebilirlik ve Sosyal Eşitlik

AUS, toplu taşımanın erişilebilirliğini artırarak sosyal eşitliği güçlendiren önemli araçlardır. Bu sistemler, engelli bireyler, yaşlılar ve diğer özel ihtiyaçları olan kişiler için çeşitli çözümler sunar, böylece toplu taşımayı herkes için daha erişilebilir hale getirir ve toplumsal katılımı artırır.

Engelli bireylerin toplu taşımayı rahatça kullanabilmeleri için çeşitli teknolojik ve yapısal iyileştirmeler sağlanır. AUS, erişim engellerini azaltarak engelli bireylerin bağımsız hareket edebilmelerini mümkün kılar.

- Sesli Bilgilendirme Sistemleri: Görme engelli bireyler için araçlarda ve duraklarda sesli bilgilendirme sistemleri devreye sokulur. Bu sistemler, durak adları, varış saatleri ve yönlendirme bilgilerini sesli olarak ileterek görme engelli yolcuların doğru bilgiye ulaşmalarını sağlar.
- Engelli Rampaları ve Alçak Tabanlı Araçlar: Fiziksel engelli bireyler için toplu taşıma araçlarında engelli rampaları ve alçak tabanlı araçlar kullanılır. Bu sayede, tekerlekli sandalye kullanıcıları ve hareket zorluğu yaşayan bireyler kolayca araca binip inebilirler.
- Yolcu Bilgilendirme Panelleri: İşitme engelli bireyler için dijital bilgilendirme panelleri kullanılır. Bu paneller, sefer saatleri, durak adları ve güzergâh bilgilerini görsel olarak sunarak bilgiye erişimi sağlar.

Yaşlı bireylerin toplu taşıma sistemlerini kullanabilmeleri için çeşitli düzenlemeler yapılır. AUS, yaşlı yolcuların seyahatlerini daha konforlu ve güvenli hale getirir:

- Düşük Platformlu Duraklar ve Araçlar: Yaşlı bireylerin araca rahatça binebilmeleri için düşük platformlu duraklar ve araçlar tercih edilir. Bu, özellikle hareket kabiliyeti sınırlı olan yaşlı bireyler için büyük kolaylık sağlar.
- Geniş Kapılar ve Tutunma Kolları: Yaşlı yolcuların güvenliğini sağlamak için araçlarda geniş kapılar ve tutunma kolları bulunur. Bu, biniş ve iniş esnasında daha fazla destek sağlar.
- Dijital Yardım ve Rehberlik: Mobil uygulamalar ve dijital ekranlar aracılığıyla yaşlı bireylere yönlendirme ve yardım sağlanır. Bu uygulamalar, yaşlı bireylerin seyahatlerini planlamalarına ve gerektiğinde yardım alabilmelerine olanak tanır.

AUS, toplu taşımanın herkes için erişilebilir olmasını sağlayarak sosyal eşitliği destekler ve toplumsal katılımı artırır.

- **Fiyatlandırma ve Erişim Kolaylığı:** Akıllı biletleme sistemleri, farklı kullanıcı gruplarına uygun fiyatlandırma seçenekleri sunar. Öğrenciler, emekliler ve düşük gelirli bireyler için indirimli veya ücretsiz taşıma seçenekleri, toplu taşımayı daha erişilebilir kılar.
- **Kapsayıcı Tasarım:** Toplu taşıma sistemlerinin tasarımında kapsayıcılık ilkesi benimsenir. Tüm kullanıcı gruplarının ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde planlanan duraklar, araçlar ve güzergahlar, toplumsal eşitliği destekler.
- **Toplumsal Katılımı Artırma:** Erişilebilir toplu taşıma, engelli bireyler, yaşlılar ve diğer dezavantajlı grupların toplumsal etkinliklere, iş olanaklarına ve sosyal hizmetlere erişimini artırır. Bu da, bu grupların toplumla daha fazla entegre olmasını sağlar.

AUS'nin sağladığı veri analizi ve teknolojik entegrasyon, toplu taşımanın erişilebilirliğini ve eşitliğini daha da artırır.

- **Gerçek Zamanlı İzleme ve Geri Bildirim:** Toplu taşıma hizmetleri, gerçek zamanlı izleme sistemleri aracılığıyla sürekli olarak izlenir ve performans verileri toplanır. Bu veriler, hizmetlerin sürekli olarak iyileştirilmesine ve kullanıcı ihtiyaçlarına göre düzenlenmesine olanak tanır.
- **Kullanıcı Geri Bildirimleri:** Mobil uygulamalar ve dijital platformlar aracılığıyla yolculardan geri bildirim toplanır. Bu geri bildirimler, toplu taşıma hizmetlerinin kullanıcı dostu ve erişilebilir olmasını sağlamak için kullanılır.

AUS, toplu taşımayı herkes için daha erişilebilir ve kullanışlı hale getirerek sosyal eşitliği destekler. Engelli bireyler, yaşlılar ve diğer özel ihtiyaçları olan kişiler için sunduğu çözümlerle toplu taşımanın kapsayıcılığını artırır. Bu da toplumsal katılımın ve şehir yaşam kalitesinin yükselmesine katkı sağlar. Akıllı ulaşım teknolojileri, sadece toplu taşıma hizmetlerinin iyileştirilmesiyle sınırlı kalmayıp, daha adil ve erişilebilir bir toplumun inşasında da önemli bir rol oynar.

Ekonomik Verimlilik ve Kaynak Yönetimi

AUS, toplu taşıma işletmelerinin maliyetlerini düşürür ve ekonomik verimliliği artırır. Daha verimli operasyonlar ve enerji tasarrufu, işletme maliyetlerini azaltır. Ayrıca, akıllı biletleme sistemleri ve veri analitiği, toplu taşıma hizmetlerinin talep doğrultusunda planlanmasını ve kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasını sağlar.

Toplu ulaşımda ekonomik verimlilik ve kaynak yönetimi hem hizmet sağlayıcılar hem de kullanıcılar açısından önemlidir.

- **Maliyet Etkinliği:** Toplu taşıma hizmetlerinde ekonomik verimlilik, maliyet etkinliğiyle doğrudan ilişkilidir. AUS, araçların rotalarını ve seferlerini optimize ederek maliyetleri minimize eder. Bu, daha düşük işletme maliyetleri ve daha etkili bir kaynak kullanımı anlamına gelir.
- **Toplu Taşıma Kullanımının Teşviki:** Ekonomik olarak erişilebilir toplu taşıma hizmetleri, bireylerin toplu taşımayı tercih etmesini teşvik eder. Daha fazla kullanıcı, toplu taşıma sistemlerinin işletme maliyetlerini paylaşmasına ve hizmetin sürdürülebilirliğini artırmasına yardımcı olur.
- **Trafik Sıkışıklığının Azaltılması:** Toplu taşıma kullanımının artması, bireysel araç kullanımını azaltır ve dolayısıyla trafik sıkışıklığını azaltır. Daha az trafik sıkışıklığı, daha az zaman ve yakıt israfı demektir, bu da ekonomik olarak daha verimli bir ulaşım sistemi anlamına gelir.
- **Altyapı Yatırımlarının Optimize Edilmesi:** Toplu taşıma hizmetlerinin ekonomik verimliliği, altyapı yatırımlarının optimize edilmesini sağlar. Doğru planlanmış ve yönetilen bir toplu taşıma ağı, altyapı yatırımlarından en iyi şekilde faydalanır ve uzun vadeli maliyetleri minimize eder.
- **Gelir Dengelemesi:** Toplu taşıma hizmetleri, gelir dengelemesi sağlayarak maliyetleri daha dengeli bir şekilde dağıtır. Özellikle abonelik sistemleri veya indirimli bilet seçenekleri gibi gelir çeşitlendirme stratejileri, toplu taşımanın finansal sürdürülebilirliğini artırır.
- **Çalışanların ve İşletmelerin Hareketliliği:** Ekonomik olarak verimli bir toplu taşıma sistemi, çalışanların işlerine daha etkin bir şekilde ulaşmasını sağlar. Bu da işletmelerin daha fazla çalışan çekmesine ve iş gücünün hareketliliğini artırmasına yardımcı olur.
- **Yerel Ekonomik Büyüme:** Toplu taşıma hizmetlerinin ekonomik verimliliği, yerel ekonomik büyümeyi destekler. Daha etkili ulaşım sistemi, işletmelerin daha kolay bir şekilde ulaşılabilir olmasını sağlar ve ticari faaliyetlerin artmasına katkıda bulunur.

Veri Analizi ve Stratejik Planlama

AUS, büyük veri analitiği ve yapay zekayı kullanarak ulaşım planlamasını iyileştirir. Toplu taşıma araçlarının kullanım verileri, yolcu hareketlilik verileri ve trafik verileri analiz edilerek gelecekteki ulaşım projeleri ve altyapı yatırımları daha doğru bir şekilde planlanır. Bu, şehirlerin uzun vadeli ulaşım stratejilerini oluştururken daha bilinçli kararlar almalarını sağlar.

- Talep Tahmini ve Rotalama: Veri analizi, geçmiş seyahat verileri ve demografik bilgiler gibi faktörlerden yola çıkarak talep tahmini yapmayı sağlar. Bu tahminler, rotalama ve sefer planlaması için stratejik bir rehber sağlar. Böylece, toplu taşıma araçları optimum kapasiteyle kullanılır ve gereksiz maliyetlerden kaçınılır.
- Hizmet Kalitesinin İyileştirilmesi: Veri analizi, hizmet kalitesini izlemek ve iyileştirmek için kullanılır. Yolcu geri bildirimleri, sefer zamanlamaları, araç temizliği ve güvenlik gibi faktörlerin analizi, hizmetin eksikliklerini belirlemeye ve stratejik düzeltmeler yapmaya yardımcı olur.
- Verimlilik ve Maliyet Azaltma: Veri analizi, işletme süreçlerinin ve maliyetlerin optimize edilmesine yardımcı olur. Örneğin, araç bakım zamanlamaları, yakıt tüketimi, personel yönetimi gibi alanlarda yapılan analizler, işletme maliyetlerini düşürür ve verimliliği artırır.
- Kullanıcı Memnuniyetinin Artırılması: Veri analizi, kullanıcıların beklentilerini ve taleplerini anlamak için kullanılır. Bu bilgiler, hizmetlerin kullanıcı deneyimini iyileştirmek için stratejik planlamada kullanılır. Örneğin, yolcu taleplerine göre yeni hatlar veya seferler düzenlenebilir.
- Acil Durum ve Kriz Yönetimi: Veri analizi, acil durum ve kriz yönetimi için önemli bir araçtır. Acil durumlar veya beklenmedik olaylar sırasında, gerçek zamanlı veri analizi, hızlı müdahale ve etkili kriz yönetimi sağlar.
- Stratejik Uzun Vadeli Planlama: Veri analizi, stratejik uzun vadeli planlama süreçlerinde kullanılır. Demografik değişiklikler, şehir gelişimi, teknolojik yenilikler gibi faktörlerin analizi, toplu taşıma hizmetlerinin gelecekteki ihtiyaçlarını belirlemeye yardımcı olur.
- Yatırım Kararlarının Desteklenmesi: Veri analizi, toplu taşıma altyapısına yapılacak yatırım kararlarını destekler. Bu analizler, hangi bölgelerde yeni hatlar açılacağı, hangi araçların yenileneceği gibi stratejik yatırım kararlarını destekler.

Toplu ulaşımda veri analizi ve stratejik planlama, daha etkili ve verimli hizmet sunmak için kritik bir öneme sahiptir. Doğru verilerin analizi, stratejik planlama süreçlerini güçlendirir ve toplu taşıma hizmetlerinin kalitesini artırır. Bu nedenle, toplu taşıma hizmetlerinin yönetiminde veri analizine ve stratejik planlamaya sürekli olarak önem verilmesi gerekmektedir.

4. TOPLU ULAŞIMDA MİNİBÜS

Toplu ulaşım araçlarının çeşitliliği ve etkinliği, kentlerin sürdürülebilirlik, erişilebilirlik ve yaşam kalitesi açısından kritik öneme sahiptir. Minibüsler hem büyük şehirlerdeki karmaşık toplu taşıma ağlarının bir parçası olarak hem de küçük yerleşim birimlerindeki önemli bir ulaşım aracı olarak dikkat çekmektedir. Minibüsler, esneklikleri, erişilebilirlikleri ve uygun maliyetli olmalarıyla öne çıkarlar. Günümüzde artan nüfus ve şehirleşme ile minibüslerin rolü ve işlevi de değişmektedir.

4.1. TOPLU ULAŞIMDA MİNİBÜSÜN YERİ VE ÖNEMİ

Toplu ulaşımın önemli bir parçası olan minibüsler, özellikle büyük şehirlerde ve yoğun nüfuslu bölgelerde ulaşımın sağlanmasında kritik bir rol oynarlar. Minibüslerin toplu taşıma sistemindeki önemi aşağıda maddeler halinde yer almaktadır.

1. Esneklik ve Hız: Minibüsler, büyük otobüslerin giremeyeceği dar sokaklara ve daha küçük mahallelere ulaşabilirler. Bu esneklik, şehrin her köşesine ulaşım sağlanmasını mümkün kılar. Ayrıca, minibüsler otobüslere göre daha hızlı bir şekilde seyahat edilmesine imkân sağladığı için bu da zaman tasarrufu sağlar.

2. Toplumun İhtiyaçlarını Karşılama: Minibüs hatları genellikle belirli bir mahalle veya semte odaklanır. Bu, o bölgedeki insanların ulaşım ihtiyaçlarını doğrudan karşılamayı mümkün kılar. Özellikle uzak veya ulaşımı kısıtlı bölgelerde yaşayan insanlar için minibüslerin varlığı hayati önem taşır.

3. Ekonomik ve Çevre Dostu: Minibüsler, büyük otobüslere göre daha küçük ve daha ekonomiktir. Daha düşük maliyetli oldukları için işletmeler için de daha sürdürülebilir bir seçenektir. Ayrıca, daha az yakıt tüketirler ve daha az karbon salınımına neden olurlar, bu da çevre dostu bir ulaşım seçeneği sunarlar.

4. Toplumsal Erişilebilirlik: Minibüsler, yaşlılar, engelliler ve diğer toplumun dezavantajlı grupları için önemli bir ulaşım aracıdır. Bu gruplar genellikle büyük otobüsleri veya metro sistemlerini kullanmakta zorlanabilirler. Minibüsler, daha küçük ve daha erişilebilir oldukları için bu grupta yer alan yolculara daha fazla kolaylık sağlarlar.

5. İstihdam Olanakları: Minibüs işletmeciliği, birçok insan için ekonomik bir istihdam kaynağıdır. Sürücüler, muavinler ve bakım personeli gibi birçok farklı pozisyon minibüs işletmelerinde istihdam edilerek, topluma ekonomik katkı sağlar.

6. Yerel Ekonomiye Destek: Minibüs işletmeciliği genellikle yerel işletmeler tarafından yürütülür. Bu, yerel ekonominin desteklenmesine ve yerel işletmelerin büyümesine katkıda bulunur. Minibüsler, toplu taşımanın çeşitli ihtiyaçlarını karşılamak için önemli bir bileşen olarak kabul edilir. Esneklikleri, mahalle içi ulaşım sağlamaları, ekonomik olmaları ve toplu taşıma ağının genişlemesine katkıda bulunmaları, şehirlerdeki ulaşımın daha etkili ve erişilebilir hale gelmesini sağlar (Kahraman, 2010).

4.2. MİNİBÜSLER İLE İLGİLİ OLUMSUZLUKLAR

Minibüsler, kentlerde önemli bir toplu taşıma aracı olarak hizmet vermektedir. Ancak, bu araçların kullanımında çeşitli olumsuzluklar da yaşanmaktadır. Minibüslerin kimi zaman yolcularda rahatsızlık ve güvensizlik hissi yarattığı, trafik kurallarına uymama eğiliminde oldukları ve sık sık aşırı doluluk yaşandığı gibi sorunlar, bu taşıma aracının etkinliğini ve güvenilirliğini sorgulatmaktadır. Ayrıca, düzensiz güzergahlar, kötü bakım ve hijyen koşulları da minibüslerin olumsuz yönlerinden birkaçıdır. Bu nedenle, minibüslerin işletiminde ve yönetiminde çeşitli önlemlerin alınması ve iyileştirmelerin yapılması gerekmektedir. Bu yazıda, minibüslerin olumsuz yönleri detaylı bir şekilde ele alınacak ve bu sorunların çözümüne yönelik öneriler tartışılacaktır.



Şekil 4-1: Minibüsle kapı açık yolculuk

1. Yetkisiz ve Kayıtsız Sürücülerin Minibüsleri Sürmesi

Yetkisiz ve kayıtsız sürücülerin minibüsleri kullanması, toplu taşıma sistemlerinde ciddi bir güvenlik ve hizmet kalitesi sorununa yol açabilir. Bu durum, çeşitli olumsuz sonuçları beraberinde getirebilir ve çözülmesi gereken bir sorun olarak kabul edilir.

- **Güvenlik Riski:** Yetkisiz ve kayıtsız sürücülerin minibüsleri kullanması, yolcuların güvenliğini tehlikeye atabilir. Bu sürücüler, gerekli eğitim ve deneyime sahip olmadıkları için trafik kazalarına neden olma riski taşırlar. Ayrıca, araç bakımı ve güvenlik kontrolleri gibi önemli konularda yetersizlikler söz konusu olabilir.

- **Hizmet Kalitesi Sorunu:** Profesyonel sürücülerin yerine tecrübesiz veya eğitimsiz kişilerin geçmesi, hizmet kalitesinde düşüşe neden olabilir, seferlerin zamanında ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesini engelleyebilir. Bu durum, yolcuların memnuniyetsizliğine ve toplu taşıma sistemine olan güvenlerinin azalmasına yol açabilir.

- **Hukuki Sorunlar:** Yasal olarak gereken belgelere ve izinlere sahip olmayan sürücülerin faaliyet göstermesi, hukuki sorunlara yol açabilir, yasal süreçleri etkileyebilir ve cezai sorumlulukları beraberinde getirebilir.

- **Erişilebilirlik Problemleri:** Yetkisiz sürücülerin hizmet vermesi, engelli bireyler ve yaşlılar gibi özel ihtiyaçları olan yolcular için erişilebilirlik sorunlarına neden olabilir. Bu sürücülerin, engelli rampalarını veya diğer erişilebilirlik önlemlerini kullanmayı bilmemeleri veya önemsememeleri, bu kesimlerin toplu taşıma hizmetlerinden yeterince yararlanamamalarına yol açabilir.

Minibüs sürücüleri zaman zaman yolda kim olduğu bilinmeyen yetkisiz kişilerle yer değiştirerek, yukarıda sayılan olumsuz durumların yaşanmasına neden olabilmektedirler. AUS, şehir içi ve şehirler arası ulaşım ağlarının verimliliğini ve güvenliğini artırmak için tasarlanmıştır. Ancak, yetkisiz ve kayıtsız sürücülerin varlığı, AUS'nin potansiyelini sınırlamakta ve trafik güvenliği ile verimliliğine zarar vermektedir. Bu çalışmada, yetkisiz sürücülerin neden olduğu ve AUS'u olan etkilerini incelemekte ve bu sorunun çözümüne yönelik stratejiler önermektedir.

2. Trafiğe Olumsuz Katkı ve Yol Sıkışıklığı Oluşturması

Minibüslerin trafiğe olumsuz katkıları ve yol sıkışıklığı oluşturması, şehirlerdeki ulaşımın verimliliğini ve yaşanabilirliğini ciddi şekilde etkileyen bir sorundur ve çeşitli faktörlerin bir araya gelmesiyle ortaya çıkar ve şehirlerdeki trafik akışını önemli ölçüde etkiler.

- **Minibüslerin Duraklama ve Durma Davranışları:** Minibüsler, sık sık yolcu alıp indirdikleri için trafiğin akışını keserler. Özellikle yoğun saatlerde veya dar sokaklarda duraklama yapmaları, trafik sıkışıklığının artmasına neden olur. Bu durum, arkalarında uzun araç kuyrukları oluşmasına sebep olabilir.
- **Sık Rotasyonlar ve Yolcu İndirme/Bindirme:** Minibüsler, sık rotasyonlarla çalıştıkları için sürekli durup kalkarlar ve sık sık yolcu indirip-bindirirler. Bu durum, trafik akışının düzensizleşmesine ve araçların hareket kabiliyetinin azalmasına yol açar. Özellikle duraklama noktalarında oluşan kargaşa, trafik sıkışıklığını artırır.
- **Trafik Kurallarının İhlali:** Minibüs sürücülerinin trafik kurallarını ihlal etmeleri, trafiğin akışını olumsuz etkiler. Hız sınırlarını aşmak, şerit ihlalleri yapmak ve kavşaklarda geçiş önceliğine uymamak gibi davranışlar, trafik sıkışıklığının artmasına ve kazaların meydana gelme riskinin yükselmesine sebep olabilir.
- **Planlama ve Yönetim Sorunları:** Minibüs rotalarının ve sefer saatlerinin yetersiz planlanması, trafik sıkışıklığının artmasına katkıda bulunur. Aynı güzergahta birden fazla minibüs hattının olması ve rota planlamasının koordinasyonunun eksik olması, trafiğin daha da yoğunlaşmasına neden olabilir.
- **Çevresel Etkiler:** Minibüslerin trafiğe olan olumsuz katkıları, çevresel etkileri de beraberinde getirir. Trafik sıkışıklığının artması, emisyonların ve hava kirliliğinin yükselmesine sebep olurken araçların dur-kalk yapmasıyla gürültü kirliliği de artar.

Minibüslerin duraklarda uzun süre beklemesi ve yolu sıkıştırması, şehir trafiğini olumsuz etkilemektedir. Minibüslerin yol sıkışıklığına katkısı, AUS'nin şehir içi trafik yönetimindeki etkinliğini sınırlamaktadır. Bu sorunun çözümü hem teknolojik gelişmeleri hem de sürücü davranışlarını yönlendirecek yasal düzenlemeleri içermelidir. Böylece, AUS'nin sunduğu

avantajlardan tam olarak faydalanılabilir ve şehir içi trafik daha verimli ve güvenli hale getirilebilir.

3. Güzergâh Belirsizliği ve Rotada Değişiklik

Minibüslerin güzergâh belirsizliği ve rotada yapacakları değişiklikler, toplu taşıma sisteminin verimliliğini ve güvenilirliğini olumsuz etkileyen önemli sorunlardan biridir. Bu sorunlar, çeşitli faktörlerin etkisiyle ortaya çıkabilir ve yolcuların seyahat deneyimini olumsuz yönde etkiler.

- **Plansız Güzergâhlar:** Minibüsler genellikle plansız ve belirsiz güzergâhlar takip ederler. Bu durum, yolcuların seyahatlerini planlamasını zorlaştırır ve beklenmedik rotalarda gitmelerine neden olabilir.
- **Rota ve Sefer Saati Değişiklikleri:** Minibüslerin rotaları ve sefer saatleri genellikle düzensizdir ve sık sık değişiklik gösterebilir. Bu durum, yolcuların zamanlarını doğru bir şekilde planlamasını zorlaştırır ve günlük rutinlerini aksatabilir.
- **İletişim Eksikliği:** Minibüs işletmecileri, güzergâh değişiklikleri veya rotada sapmalar hakkında yolcuları yeterince bilgilendirmeyebilir. Bu durum, yolcuların rotada değişikliklerle karşılaştığında endişe ve belirsizlik yaşamalarına neden olabilir.
- **Trafik ve Yol Durumu:** Minibüs sürücüleri, trafik durumuna veya yol koşullarına bağlı olarak rotalarında değişiklik yapabilirler. Ancak bu değişiklikler genellikle yolculara önceden bildirilmez ve beklenmedik sapmalarla sonuçlanabilir.
- **Yolcu Memnuniyetsizliği:** Güzergâh belirsizliği ve rotada yapılan değişiklikler, yolcular arasında memnuniyetsizliğe ve güvensizlik hissine yol açabilir. Yolcular, beklenmedik rotalarda veya uzun sürelerde seyahat etmek zorunda kaldıklarında hizmet kalitesinden şikâyet edebilirler.

Bazı minibüs sürücülerinin yapacağı bu olumsuz davranışlar, yolcuların istedikleri noktaya güvenli bir şekilde ulaşmasını zorlaştırırken, duraklarda minibüs bekleyen yolcuların toplu ulaşım aracına erişememesine ve uzun bekleme sürelerine neden olmaktadır (Bektaş, 2022). Güzergâh belirsizliği ve rotada değişiklik sorunlarını çözmek için, AUS'nin sürücü davranışlarını daha iyi izleyebilmesi ve yönlendirebilmesi için geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, sürücülere yönelik eğitim programları ve güzergâh takibi konusunda yasal yaptırımların uygulanması, bu sorunun çözümünde etkili olabilir.

4. Taşıma Kapasitesinin Aşılması

Minibüslerin taşıma kapasitesinin aşılması ve ayakta yolcu alımı, toplu taşıma sisteminde ciddi güvenlik ve konfor sorunlarına yol açan önemli bir problemdir. Bu durum, özellikle yoğun saatlerde ve kalabalık şehirlerde sıkça karşılaşılan bir sorundur.

a. Güvenlik riskleri açısından;

- **Kaza Riski:** Minibüslerin taşıma kapasitesinin aşılması, kaza riskini artırır. Ayakta duran yolcular, ani frenlemeler veya keskin dönüşler sırasında düşebilir veya yaralanabilir.
- **Acil Durumlar:** Acil durumlarda, minibüsün aşırı dolu olması yolcuların tahliyesini zorlaştırır. Yangın veya trafik kazası gibi durumlarda, kalabalık minibüslerdeki yolcuların hızlı bir şekilde tahliye edilmesi mümkün olmayabilir.

b. Konfor ve Sağlık Sorunları açısından;

- **Rahatsız Seyahat Koşulları:** Ayakta yolcu almak, minibüslerdeki yolcuların rahat bir şekilde seyahat etmelerini engeller. Sıkışık ve rahatsız koşullar, yolcuların konforunu önemli ölçüde azaltır.
- **Sağlık Problemleri:** Uzun süre ayakta durmak, yolcuların sağlık problemleri yaşamasına neden olabilir. Özellikle yaşlılar, hamileler ve engelliler gibi hassas gruplar için bu durum ciddi sorunlar yaratabilir.

c. Yasal ve düzenleyici ihlaller açısından;

- **Yasal Limitlerin Aşılması:** Minibüslerin kapasite sınırlarını aşarak ayakta yolcu alması, yasal düzenlemelere aykırıdır. Bu durum, işletmecilerin yasal yaptırımlarla karşı karşıya kalmasına neden olabilir.
- **Düzenleyici Denetimler:** Yetersiz denetimler ve cezai yaptırımlar, minibüslerin kapasite sınırlarını aşmasına göz yumulmasına neden olabilir. Bu durum, düzenleyici otoritelerin etkinliğini azaltır.

d. Trafik akışı ve genel ulaşım kalitesi açısından;

- **Trafik Sıkışıklığı:** Kapasitesinin üzerinde yolcu alan minibüsler, sık sık duraklamak zorunda kalır. Bu durum, trafik akışını olumsuz etkiler ve genel ulaşım kalitesini düşürür.
- **Hizmet Kalitesinin Düşmesi:** Aşırı kalabalık minibüsler, toplu taşıma hizmetlerinin genel kalitesini düşürür. Yolcular, güvenilir ve rahat bir ulaşım deneyimi yaşayamaz.

Minibüste belirlenen kapasite sınırlarının aşılması, yolcular arasında rahatsızlık olarak algılanmakta ve güvenlik riski oluşturmaktadır. Bunlar yazılı ve görsel medya kaynakları incelendiğinde minibüslerde ayakta yolcu alımı sebebiyle hırsızlık, cinsel taciz, kavga, hijyen eksikliği kaynaklı hastalıkların yayılması sorunlarının yaşanmasına neden olmaktadır. Ayrıca,

taşıma kapasitesinin kontrolsüz bir şekilde aşılması, acil durumlar (elektrik tesisatı kaynaklı araç yangınları veya baygınlık, kalp krizi vb..) için güvenli tahliye imkanını ortadan kaldırmaktadır.

5. Kapı Açık Minibüs Yolculuğu

Kapı açık minibüs yolculuğu, toplu taşıma sisteminde ciddi güvenlik riskleri ve diğer olumsuz etkiler yaratan bir uygulamadır. Bu durum, özellikle güvenlik, yolcu konforu ve yasal düzenlemeler açısından çeşitli sorunlara neden olabilir.



Şekil 4-2: Arama motorlarına 'Kapı açık minibüs seyahati' yazıldığında çıkan görsellerden bazıları

Güvenlik Riskleri

a. Yolcu düşme riski açısından ele alındığında;

- Açık Kapıdan Düşme Tehlikesi: Minibüs kapılarının açık olması, yolcuların özellikle ani frenler veya keskin dönüşler sırasında düşme riskini artırır. Ayakta duran veya kapıya yakın oturan yolcular, bu tür ani hareketler sırasında dengelerini kaybedebilir ve araçtan düşebilir.
- Yetersiz Tutunma: Minibüslerdeki tutunma yerlerinin yetersizliği, yolcuların güvenli bir şekilde yolculuk yapmasını zorlaştırır. Açık kapılar bu durumu daha da tehlikeli hale getirir.

b. Çocuk ve yaşlılar için tehlikeler açısından ele alındığında;

- Hassas Gruplar: Özellikle çocuklar, yaşlılar ve engelliler gibi hassas gruplar, kapı açık minibüs yolculuğunda daha büyük tehlike altındadır. Bu yolcuların düşme veya yaralanma riski çok daha yüksektir.

c. Hukuki ve Düzenleyici Sorunlar

- Yasal ihlaller: Birçok ülkede ve şehirde, toplu taşıma araçlarının kapılarının yolculuk sırasında kapalı olması zorunludur. Bu kuralın ihlali, yasal yaptırımları beraberinde getirebilir ve minibüs işletmecileri için ciddi cezalarla sonuçlanabilir.
- Denetim eksiklikleri: Kapı açık yolculuk yapan minibüslerin sıkı bir şekilde denetlenmemesi, bu tür uygulamaların yaygınlaşmasına neden olabilir. Denetim eksiklikleri, yolcuların güvenliğini tehlikeye atar ve yasal düzenlemelerin etkinliğini azaltır.

d. Yolcu Konforu ve Memnuniyeti

I. Rahatsız seyahat koşulları açısından ele alındığında;

- Hava Koşulları: Kapı açık yolculuk, özellikle kötü hava koşullarında yolcular için rahatsız edici olabilir. Soğuk, yağmur veya rüzgâr gibi faktörler, yolculuk konforunu önemli ölçüde azaltır.
- Gürültü ve Kirlilik: Açık kapılar, dışarıdaki gürültü ve kirliliğin minibüs içine daha fazla girmesine neden olur. Bu durum, yolcuların konforunu ve genel memnuniyetini azaltır.

II. Yolcu memnuniyetsizliği açısından ele alındığında;

- Güvenlik Endişeleri: Yolcular, açık kapılar nedeniyle güvende hissetmeyebilir. Bu durum, minibüsle seyahat eden yolcuların genel memnuniyetini olumsuz etkiler ve toplu taşıma sistemine olan güveni azaltır.

Minibüsle seyahat edilirken kapılarının açık olması veya kapılarının kapanmaması durumunda bir dizi potansiyel tehlike ve sorunlara yol açmaktadır. Yazılı ve görsel medya haber kaynaklarında ara ara gördüğümüz, hareket halindeki minibüslerden düşüp ağır yaralanan ve hayatını kaybeden birçok insan vardır.

6. Elektronik Ödeme Sistemlerinin Olmayışı Sebebiyle Fiyat Belirsizliği ve Tartışmaların Yaşanması

Minibüslerin toplu taşıma sisteminde önemli bir yer tutmasına rağmen, elektronik ödeme sistemlerinin olmayışı birçok olumsuz etkileri beraberinde getirir. Bu durum, özellikle fiyat belirsizliği ve yolcu-sürücü arasında yaşanan tartışmalar açısından önemli sorunlara yol açar.

I. Fiyat Belirsizliği

a. Standartlaşmış fiyatların eksikliği

- Fiyat Değişkenliği: Elektronik ödeme sistemlerinin olmaması, minibüs ücretlerinin standart bir sistemle belirlenememesi anlamına gelir. Bu durum, aynı güzergâh için farklı saatlerde veya farklı günlerde değişken fiyatlarla karşılaşılmamasına neden olabilir.
- Yolcu Güvensizliği: Fiyatların belirli bir standartta olmaması, yolcuların minibüs kullanımında güven kaybına yol açar. Yolcular, her seyahatte farklı bir ücret ödeyip ödemeyeceklerinden emin olamazlar.

b. Fiyat şeffaflığının olmaması eksikliği

- Fiyat Bilgisi Eksikliği: Elektronik ödeme sistemleri, yolculara seyahat öncesinde ücret hakkında bilgi verirken, bu sistemlerin olmadığı durumlarda yolcular seyahat ücretini önceden bilemezler. Bu, özellikle yabancı veya ilk kez o güzergahı kullanan yolcular için büyük bir sorun teşkil eder.
- Yanlış Bilgilendirme: Sürücülerin farklı fiyat bilgileri vermesi veya ücret tarifelerinde değişiklik yapması, yolcular arasında kafa karışıklığına ve memnuniyetsizliğe yol açar.

Yolcu-Sürücü Arasında Tartışmalar

Ücret anlaşmazlıkları açısından ele alındığında;

Fiyat Pazarlığı: Elektronik ödeme sistemlerinin yokluğu, sürücülerle yolcular arasında ücret pazarlıklarına yol açabilir. Bu durum, özellikle yoğun saatlerde veya turistik bölgelerde daha sık görülür.

- Yanlış Anlaşılmalar: Sürücüler ve yolcular arasında fiyat konusunda yanlış anlaşılımlar ve iletişim eksiklikleri yaşanabilir. Bu durum, yolcuların kendilerini aldatılmış hissetmelerine ve sürücülerle tartışmalarına neden olabilir.

Ödeme şekilleri açısından ele alındığında;

- Nakit Sorunları: Nakit ödeme zorunluluğu, bozuk para bulamama veya büyük kâğıt paralarla ödeme yapma gibi sorunlara yol açabilir. Sürücüler sık sık bozuk para

bulundurma zorunluluğunda olduklarından, bu durum ödeme sürecini uzatır ve tartışmalara neden olabilir.

- Hatalı Ücretlendirme: Sürücülerin kasıtlı veya kasıtsız olarak hatalı ücretlendirme yapması, yolcular arasında güven kaybına ve tartışmalara yol açar. Bu durum, özellikle yoğun saatlerde veya dikkat dağınıklığı yaşayan sürücüler de daha sık yaşanır.

Elektronik ödeme sistemlerinin yokluğu, minibüslerin toplu taşıma sistemindeki verimliliğini ve kullanıcı memnuniyetini olumsuz etkileyen önemli bir faktördür. Bu sorunların çözülmesi, toplu taşıma hizmetlerinin kalitesini artırmak ve yolcu- sürücü arasındaki olası tartışmaları önlemek için kritik öneme sahiptir. Elektronik ödeme sistemlerinin eksikliği, AUS'nin şehir içi trafik yönetimindeki etkinliğini sınırlamaktadır. Bu sorunun çözümü hem teknolojik gelişmeleri hem de finansal etkileşimleri kolaylaştıracak yasal düzenlemeleri içermelidir. Böylece, AUS'nin sunduğu avantajlardan tam olarak faydalanılabilir ve şehir içi trafik daha güvenli ve verimli hale getirilebilir.

7. Engelli ve Yaşlı Yolculara Yetersiz Hizmet

Minibüslerin toplu taşıma sistemindeki yerleri göz önünde bulundurulduğunda, engelli ve yaşlı yolculara yetersiz hizmet sunmaları önemli bir sorun teşkil etmektedir. Bu durum, sosyal eşitlik ve erişilebilirlik ilkeleri açısından ciddi eksikliklere ve olumsuz etkilere yol açar.

Fiziksel Erişilebilirlik Sorunları

Erişilebilir araç eksikliği açısından ele alındığında;

- Alçak Tabanlı Araçların Yetersizliği: Minibüslerin çoğu, alçak tabanlı veya engelli rampası bulunan araçlar değildir. Bu, tekerlekli sandalye kullanan yolcuların minibüse binip inmesini neredeyse imkânsız hale getirir.
- Kapı ve Giriş Sorunları: Minibüslerin kapıları ve girişleri, engelli bireyler için genellikle uygun değildir. Dar kapılar, basamaklar ve tutunma yerlerinin eksikliği, engelli yolcuların güvenli bir şekilde araca binmesini zorlaştırır.

İç mekân düzenlemeleri açısından ele alındığında;

- Yetersiz Alan: Minibüslerin iç mekanları, tekerlekli sandalye kullanıcıları veya hareket kısıtlılığı olan bireyler için yeterli alan sunmaz. Bu, yolcuların konforlu ve güvenli bir şekilde seyahat etmelerini engeller.

- Tutunma ve Oturma Düzenlemeleri: Engelli ve yaşlı yolcular için tutunma yerlerinin ve oturma düzenlemelerinin yetersiz olması, yolculuk sırasında güvenlik risklerini artırır.

Hizmet Kalitesi ve Eğitim Eksiklikleri

Sürücü Eğitimi açısından ele alındığında;

- Farkındalık Eksikliği: Minibüs sürücülerinin engelli ve yaşlı yolculara nasıl hizmet verecekleri konusunda yeterli eğitim almamış olmaları, bu yolcuların karşılaştıkları sorunları artırır. Sürücülerin, bu yolcuların ihtiyaçlarına duyarlı olmaları ve gerekli yardımı sağlayabilmeleri için eğitim almaları gerekmektedir.
- Empati ve İletişim: Sürücülerin, engelli ve yaşlı yolcularla empati kurarak iletişim kurma yeteneklerinin geliştirilmesi önemlidir. Bu, yolcuların kendilerini daha güvende ve rahat hissetmelerini sağlar.

Hizmet standartları açısından ele alındığında;

- Tutarsız Hizmet Kalitesi: Minibüslerde sunulan hizmet kalitesi, genellikle standartlaştırılmamıştır. Bu, bazı minibüslerin engelli ve yaşlı yolculara uygun hizmet sunarken, diğerlerinin bu konuda yetersiz kalmasına neden olur.
- Destek Hizmetlerinin Eksikliği: Engelli ve yaşlı yolculara yönelik destek hizmetlerinin eksikliği, bu yolcuların seyahatlerini daha zor hale getirir. Örneğin, rehber köpeklerin kabul edilmemesi veya yardımcı personelin bulunmaması gibi durumlar, bu yolcular için ciddi sorunlar yaratır.

Sosyal Eşitlik ve Katılım Sorunları

Toplumsal katılımın azalması açısından ele alındığında;

- Erişim Engelleri: Minibüslerin engelli ve yaşlı yolculara uygun olmaması, bu bireylerin sosyal ve ekonomik hayata katılımını kısıtlar. İşe gitme, sağlık hizmetlerine erişim veya sosyal etkinliklere katılma gibi günlük faaliyetlerde büyük zorluklar yaşanır.
- Sosyal İzolasyon: Engelli ve yaşlı bireylerin toplu taşıma sistemine erişimlerinin sınırlı olması, onları sosyal izolasyona itebilir. Bu durum, yaşam kalitelerini ve genel refahlarını olumsuz etkiler.

Eşitlik ilkelerinin ihlali açısından ele alındığında;

- **Ayrımcılık ve Eşitsizlik:** Toplu taşıma hizmetlerinin engelli ve yaşlı bireyler için erişilebilir olmaması, ayrımcılığa ve eşitsizliğe yol açar. Bu, toplumsal adalet ve eşitlik ilkelerinin ihlali anlamına gelir.
- **Hizmet Eşitliği:** Engelli ve yaşlı yolcuların da diğer yolcularla eşit hizmet alabilmesi, toplu taşıma sistemlerinin temel ilkelerinden biridir. Bu ilkenin ihlali, toplu taşıma sistemine duyulan güveni azaltır.

Minibüslerin fiziksel yapıları, engelli ve yaşlı yolcular için genellikle uygun değildir. Minibüslerde rampa veya diğer erişilebilirlik önlemlerinin eksikliği, bu grup yolcuların seyahatini zorlaştırır veya imkânsız hale getirir. Engelli ve yaşlı yolcular için uygun olmayan minibüs yapıları, AUS tarafından sağlanan erişilebilirlik hizmetlerinin etkinliğini düşürür. Bu durum, bu grupların toplu ulaşım hizmetlerine erişimini sınırlar ve sosyal izolasyona neden olabilir.

8. Hijyen ve Temizlik Sorunları

Minibüslerin toplu taşımadaki önemli rolüne rağmen, hijyen ve temizlik konusundaki yetersizlikleri ciddi olumsuz etkilere yol açmaktadır. Bu sorunlar, halk sağlığını tehdit ettiği gibi, yolcu memnuniyetsizliği ve toplu taşıma sistemine olan güvenin azalmasına da neden olmaktadır.

Hijyen ve Temizlik Sorunları

Fiziksel temizlik eksiklikler iki başlıkta ele alınmıştır. Düzenli temizlik ve temizlik malzemeleri ve ekipmanlarının eksikliği açısından incelenmiştir.

Düzenli temizlik yetersizliği açısından ele alındığında;

- **Günlük Temizlik Eksikliği:** Minibüslerin günlük temizlenmemesi, kir, çöp ve kötü kokuların birikmesine yol açar. Bu durum, yolcular için rahatsız edici bir seyahat ortamı yaratır.
- **Derin Temizlik İhmali:** Minibüslerin periyodik olarak derin temizliğe tabi tutulmaması, koltukların, zeminlerin ve tutunma yerlerinin hijyenik olmayan bir durumda kalmasına neden olur. Bu, özellikle mikropların ve bakterilerin birikmesi için uygun bir ortam oluşturur.

Temizlik malzemeleri ve ekipmanlarının eksikliği açısından ele alındığında;

- Temizlik Malzemesi Yetersizliği: Minibüslerin yeterli miktarda ve kalitede temizlik malzemesi ile donatılmamış olması, hijyen standartlarının sağlanmasını zorlaştırır.
- Ekipman Eksikliği: Minibüslerde uygun temizlik ekipmanlarının bulunmaması, temizlik işlerinin etkin bir şekilde yapılmasını engeller.

Sağlık Riskleri

Bakteri ve virüs yayılımı açısından ele alındığında;

- Enfeksiyon Riski: Hijyenik olmayan minibüsler, bakterilerin ve virüslerin yayılması için ideal bir ortam sağlar. Bu durum, özellikle grip, nezle ve daha ciddi enfeksiyon hastalıklarının yayılma riskini artırır.
- Pandemi Dönemlerinde Artan Riskler: COVID-19 gibi pandemi dönemlerinde, minibüslerde hijyen kurallarının yetersiz olması, virüsün yayılma hızını artırabilir ve toplum sağlığını ciddi şekilde tehdit edebilir.

Allerjenlerin birikimi açısından ele alındığında;

- Toz ve Alerjenler: Minibüslerin düzenli olarak temizlenmemesi, toz ve diğer alerjenlerin birikmesine neden olur. Bu, alerjik reaksiyonlara ve solunum yolu hastalıklarına yol açabilir.
- Kimyasal Temizlik Maddeleri: Uygun olmayan veya aşırı miktarda kimyasal temizlik maddelerinin kullanılması, yolcuların sağlıklarını olumsuz etkileyebilir.

Yolcu Memnuniyeti ve Konfor

Rahatsız edici ortam açısından ele alındığında;

- Kötü Koku: Minibüslerin temizlenmemesi, kötü kokuların birikmesine neden olur. Bu, yolcuların seyahatlerini rahatsız edici ve stresli bir deneyime dönüştürür.
- Görsel Kirlilik: Çöp, yiyecek artıkları ve diğer kirleticilerin minibüslerde birikmesi, yolcuların görsel olarak rahatsız olmasına yol açar. Bu, genel memnuniyetin düşmesine neden olur.

Güven azalması açısından ele alındığında;

- Hijyen Kaygıları: Yolcular, minibüslerin hijyenik olmadığını fark ettiklerinde, toplu taşıma sistemine olan güvenlerini kaybedebilirler. Bu, toplu taşımanın tercih edilmemesine ve özel araç kullanımının artmasına yol açabilir.
- Kötü İmaj: Hijyen ve temizlik konusundaki yetersizlikler, minibüslerin genel imajını olumsuz etkiler ve toplu taşıma sistemine olan genel algıyı zedeler.

Minibüslerin hijyen ve temizlik konusundaki yetersizlikleri, halk sağlığı ve yolcu memnuniyeti açısından ciddi sorunlara yol açmaktadır. Bu sorunların çözülmesi, toplu taşıma hizmetlerinin kalitesini artırmak ve yolcuların güvenliğini sağlamak için kritik öneme sahiptir.

9. Gürültü Kirliliği

Minibüslerin toplu taşımadaki işlevselliği ve yaygın kullanımı göz önünde bulundurulduğunda, gürültü kirliliği önemli bir olumsuz etki olarak öne çıkmaktadır. Gürültü kirliliği, sadece yolcular için değil, aynı zamanda minibüs güzergahlarında yaşayan ve çalışan insanlar için de ciddi sağlık ve yaşam kalitesi sorunlarına yol açmaktadır.

Gürültü kirliliğinin nedenleri ve etkileri üç başlıkta aşağıdaki gibi ele alınmaktadır. Gürültü kirliliğinin kaynakları, korna ve sesli uyarı cihazları ve sağlık üzerindeki etkileridir.

I. Gürültü Kirliliğinin Kaynakları

- Eski ve Bakımsız Araçlar: Minibüslerin birçoğu eski ve bakımsız araçlardan oluşur. Bu araçlar, modern araçlara kıyasla daha fazla motor ve mekanik ses üretirler. Bakım eksiklikleri, motor ve egzoz sistemlerinden gelen gürültünün artmasına neden olur.
- Yüksek Devirde Çalışan Motorlar: Minibüs sürücüleri, trafik akışını hızlandırmak veya zaman kazanmak amacıyla sık sık yüksek devirde motor çalıştırır. Bu, özellikle dur-kalk trafikte ciddi gürültüye yol açar.

II. Korna ve Sesli Uyarı Cihazları

- Aşırı Korna Kullanımı: Trafik sıkışıklıkları ve yolcu almak için duraklama sırasında minibüs sürücülerinin aşırı korna kullanımı, gürültü kirliliğinin başlıca kaynaklarından biridir. Sürücüler, diğer sürücüler ve yayalar üzerinde baskı oluşturmak amacıyla sık sık kornaya basar.

- Sesli Uyarı Cihazları: Bazı minibüsler, yolcu çekmek veya araçlarını duyurmak amacıyla yüksek sesli uyarı cihazları kullanır. Bu cihazlar, çevredeki insanlar için rahatsız edici olabilir.

III. Sağlık Üzerindeki Etkileri

a. Fiziksel Sağlık Sorunları

- İşitme Kaybı ve Kulak Çınlaması: Sürekli yüksek düzeyde gürültüye maruz kalmak, işitme kaybı ve kulak çınlaması gibi sorunlara yol açabilir. Minibüs güzergahlarında yaşayan veya çalışan insanlar, bu tür sağlık sorunlarıyla karşılaşabilir.
- Kalp-Damar Hastalıkları: Gürültü kirliliği, stres seviyelerini artırarak kalp-damar hastalıkları riskini de yükseltebilir. Uzun süreli yüksek gürültüye maruz kalma, kan basıncını artırabilir ve kalp krizine yol açabilir.

b. Psikolojik Sağlık Sorunları

- Stres ve Anksiyete: Gürültü kirliliği, stres ve anksiyete seviyelerini artırabilir. Sürekli gürültüye maruz kalan insanlar, daha sinirli ve huzursuz hissedebilirler.
- Uyku Bozuklukları: Gece saatlerinde minibüs güzergahlarından kaynaklanan gürültü, uyku bozukluklarına yol açabilir. Yetersiz uyku, genel sağlık ve yaşam kalitesini olumsuz etkiler.

Yaşam Kalitesi ve Çevresel Etkiler

a. Yaşam Kalitesinin Düşmesi

- Gündelik Rahatsızlık: Minibüslerin oluşturduğu gürültü, özellikle konut alanlarında yaşayan insanlar için sürekli bir rahatsızlık kaynağıdır. Bu durum, evde rahatlama ve dinlenme olanaklarını kısıtlar.
- Kamusal Alanların Kullanımının Azalması: Gürültü kirliliği, parklar, açık alanlar ve diğer kamusal alanların kullanımını azaltabilir. İnsanlar, gürültüden kaçınmak için bu alanları daha az tercih edebilirler.

b. Çevresel Kirlilik

- Doğal Yaşam Üzerindeki Etkiler: Gürültü kirliliği, şehir içindeki doğal yaşamı da olumsuz etkiler. Kuşlar ve diğer hayvanlar, yüksek gürültü seviyeleri nedeniyle göç edebilir veya yaşam alanlarını değiştirebilir.
- Hava Kirliliği ile İlişkili Etkiler: Gürültü kirliliği genellikle hava kirliliği ile gelir. Eski ve bakımsız minibüsler hem gürültü hem de egzoz emisyonları ile çevreyi kirletir.

Minibüslerin neden olduğu gürültü kirliliği, halk sağlığı, yaşam kalitesi ve çevresel sürdürülebilirlik açısından ciddi sorunlara yol açmaktadır. Bu sorunların çözülmesi, toplu taşıma sisteminin daha verimli ve yaşanabilir hale gelmesi için kritik öneme sahiptir.

10. Araç Bakımının Yetersizliği

Minibüslerin toplu taşımadaki yaygın kullanımı ve erişilebilirliği göz önüne alındığında, araç bakımının yetersizliği ciddi olumsuz etkilere yol açmaktadır. Bu olumsuz etkiler, sadece araç performansını ve güvenliğini değil, aynı zamanda çevresel ve ekonomik faktörleri de kapsamaktadır.

Araç bakımının yetersizliğinin olumsuz etkileri güvenlik sorunları, çevresel etkiler, ekonomik etkiler, yolcu memnuniyeti ve konfor olmak üzere dört faktör olarak ele alınmıştır. Bunlar;

A. Güvenlik Sorunları

I. Aracın Mekanik Arızaları

- Fren Sistemindeki Problemler: Düzenli bakım yapılmayan minibüslerde fren sistemleri zamanla aşınır ve düzgün çalışmaz hale gelir. Bu durum, özellikle ani durma gerektiren acil durumlarda büyük kazalara yol açabilir.
- Direksiyon ve Süspansiyon Sorunları: Direksiyon ve süspansiyon sistemlerinin bakımsızlığı, aracın kontrol edilebilirliğini zorlaştırır ve yol tutuşunu olumsuz etkiler. Bu, özellikle virajlı ve engebeli yollarda kaza riskini artırır.
- Motor Arızaları: Motorun düzenli bakımı yapılmadığında, performansı düşer ve arıza riski artar. Ani motor arızaları, özellikle yüksek hızda seyrederken ciddi kazalara neden olabilir.

II. Minibüsün Lastik Aşınması

- Lastik Patlamaları: Yetersiz bakım nedeniyle lastiklerde oluşan aşınma ve yıpranmalar, patlama riskini artırır. Bu tür durumlar, özellikle yüksek hızda seyrederken ciddi trafik kazalarına yol açabilir.
- Yetersiz Tutuş: Aşınmış lastikler, yol yüzeyine yeterince tutunamaz ve kayma riskini artırır. Bu durum, özellikle yağmurlu veya karlı havalarda ciddi kazalara neden olabilir.

B. Çevresel Etkiler

I. Hava Kirliliği

- Artan Emisyonlar: Bakımı yapılmayan minibüsler, düzgün yanmayan yakıt nedeniyle daha fazla zararlı emisyon yayar. Karbon monoksit, nitrojen oksitler ve partikül madde gibi kirleticiler, hava kalitesini düşürerek insan sağlığını olumsuz etkiler.
- Yakıt Verimsizliği: Bakımı yapılmayan motorlar, yakıtı verimli bir şekilde kullanamaz ve daha fazla yakıt tüketir. Bu durum hem çevresel hem de ekonomik açıdan olumsuz etkilere yol açar.
- **Gürültü Kirliliği**
- Yüksek Motor Gürültüsü: Bakımı yapılmayan motorlar, normalden daha yüksek sesle çalışır ve gürültü kirliliğine neden olur. Bu durum, özellikle şehir içi bölgelerde yaşayan insanların yaşam kalitesini olumsuz etkiler.
- Egzoz Gürültüsü: Bakımsız egzoz sistemleri, daha fazla gürültü yayar ve çevredeki insanlar için rahatsız edici olabilir.

C. Ekonomik Etkiler

I. Artan Bakım Maliyetleri

- Erken Aşınma ve Yıpranma: Düzenli bakım yapılmayan minibüslerde, erken aşınma ve yıpranma meydana gelir. Bu durum, uzun vadede daha yüksek bakım ve onarım maliyetlerine yol açar.
- Yakıt Tüketimi: Bakımı yapılmayan araçlar, daha fazla yakıt tüketir ve işletme maliyetlerini artırır. Bu, özellikle büyük filoları yöneten toplu taşıma operatörleri için önemli bir ekonomik yük oluşturur.

II. Araç Kullanım Ömrünün Kısalması

- Daha Sık Arızalar: Düzenli bakım yapılmayan araçlar, daha sık arızalanır ve kullanım ömrü kısalır. Bu durum, yeni araç alım ihtiyacını artırarak ekonomik maliyetleri yükseltir.
- Değer Kaybı: Bakımı ihmal edilen minibüslerin ikinci el piyasasındaki değeri düşer. Bu, minibüs sahipleri için ekonomik kayıplara neden olabilir.

D. Yolcu Memnuniyeti ve Konfor

I. Konforsuz Yolculuk

- Titreşim ve Sarsıntılar: Süspansiyon sisteminin bakımsızlığı, yolculuk sırasında aşırı titreşim ve sarsıntılara neden olur. Bu durum, yolcular için rahatsız edici bir seyahat deneyimi yaratır.
- İç Mekân Kalitesinin Düşmesi: Düzenli bakım yapılmayan araçların iç mekanları, hızla kirlenir ve yıpranır. Bu durum, yolcuların konforunu ve memnuniyetini olumsuz etkiler.

II. Güvenlik Endişeleri

- Artan Kaza Riski: Bakımı ihmal edilen minibüslerde kaza riski daha yüksek olduğundan, yolcular kendilerini güvende hissetmezler. Bu, toplu taşıma tercihlerini olumsuz etkileyebilir.
- Acil Durumlarda Yetersizlik: Mekanik sorunlar, acil durumlarda aracın yeterince güvenli bir şekilde çalışmamasına neden olabilir. Bu, yolcuların güvenlik endişelerini artırır.

Araçlara düzenli bakım yapılmaması, araçların sağlıklı bir şekilde çalışmasını engellemektedir. Bu durum hem yolcuların konforunu olumsuz etkiler hem de güvenlik riski oluşturur. AUS, araç bakımının yetersizliği sorununa çözüm sunarak, toplu ulaşım araçlarının daha güvenilir ve konforlu hale gelmesine katkıda bulunabilir. Bu hem yolcuların memnuniyetini artırır hem de toplu ulaşım sistemlerinin genel güvenliğini ve verimliliğini iyileştirir.

11. Trafik Kurallarına Uyumsuzluk

Minibüslerin toplu taşıma sisteminde yaygın olarak kullanılması, ulaşım ağının önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Ancak minibüs sürücülerinin trafik kurallarına uyumsuzluğu, şehir

trafiği ve yol güvenliği üzerinde ciddi olumsuz etkilere yol açmaktadır. Bu uyumsuzluk, trafik kazalarından trafik sıkışıklıklarına kadar birçok soruna neden olmaktadır.

Trafik Kurallarına Uyumsuzluğun Olumsuz Etkileri

1. Trafik Kazaları

I. Hız İhlalleri

- Aşırı Hız: Minibüs sürücüleri, sefer sürelerini kısaltmak ve daha fazla yolcu taşımak amacıyla sık sık hız sınırlarını aşarlar. Aşırı hız, kontrol kaybına ve kazalara yol açar.
- Ani Fren ve Hızlanma: Ani fren yapma ve hızlanma gibi davranışlar hem minibüs içindeki yolcuların hem de diğer sürücülerin güvenliğini tehlikeye atar.

II. Trafik Işığı ve İşaret İhlalleri

- Kırmızı Işıқта Geçme: Minibüs sürücülerinin trafik ışıklarına uymayarak kırmızı ışıқта geçmeleri, diğer araçlar ve yayalar için ciddi bir tehlike oluşturur.
- Duraklama ve Park Etme Kurallarına Uyumsuzluk: Minibüslerin uygun olmayan yerlerde duraklaması ve park etmesi, diğer sürücülerin görüş alanını kısıtlar ve kazalara neden olabilir.

2. Trafik Sıkışıklığı

I. Düzensiz Duraklamalar

- Yol Üzerinde Duraklama: Minibüslerin belirlenen duraklar yerine yol üzerinde yolcu alıp indirmesi, trafiğin akışını bozar ve sıkışıklığa yol açar.
- İki Sıra Halinde Park Etme: Yol kenarlarında çift sıra halinde park eden minibüsler, yol daralmasına ve trafiğin yavaşlamasına neden olur.

II. Güzergâh Değişiklikleri

- Aniden Güzergâh Değiştirme: Minibüslerin güzergâh değişikliklerini aniden ve plansız şekilde yapmaları, diğer sürücüler için tehlike oluşturur ve trafiğin akışını olumsuz etkiler.
- Yolcu Çekmek İçin Dengesiz Sürüş: Yolcu çekmek amacıyla ani dur-kalk yapan minibüsler, trafik akışını bozar ve sıkışıklığa neden olur.

3. Yol Güvenliği

I. Tehlikeli Sürüş Davranışları

- Agresif Sürüş: Minibüs sürücülerinin agresif sürüş davranışları, diğler sürücüler ve yayalar için ciddi güvenlik tehditleri oluşturur. Kendi yollarını açmak için diğler araçlara yaklaşma, sıkışık trafikte hızlanma gibi davranışlar tehlikelidir.
- Yayalara Saygısızlık: Yayaların geçiş hakkına saygı göstermemek, yayaların güvenliğini tehlikeye atar ve yayaların trafikteki haklarını ihlal eder.

II. Trafik Kurallarının İhlali

- Emniyet Kemerı Kullanımı: Minibüs sürücülerinin ve yolcularının emniyet kemeri kullanmaması, kazalarda yaralanma ve ölüm riskini artırır.
- Şerit İhlalleri: Minibüslerin sık sık şerit değıştirmesi ve şerit ihlalleri yapması, trafik kazalarına ve kaosa neden olur.

4. Yolcu Güvenliği ve Memnuniyeti

I. Güvenli Yolculuk Koşullarının Sağlanamaması

- Aşırı Yolcu Taşıma: Kapasitenin üzerinde yolcu almak, yolcuların güvenliğini tehlikeye atar. Ayakta yolcuların bulunması, ani frenlerde ve kazalarda ciddi yaralanmalara yol açabilir.
- Düzensiz Duraklama: Minibüslerin belirlenen duraklar dışında durmaları, yolcuların güvenli bir şekilde inip binmesini engeller ve kazalara neden olabilir.

II. Yolcu Memnuniyeti Üzerindeki Etkiler

- Gecikmeler ve Güvensizlik: Trafik kurallarına uyulmaması nedeniyle oluşan kazalar ve sıkışıklıklar, yolcuların seyahat sürelerini uzatır ve güvensizlik hissi yaratır.
- Konfor Eksikliği: Agresif sürüş ve ani manevralar, yolcuların konforunu olumsuz etkiler ve memnuniyetsizliğe neden olur.

Minibüs sürücülerinin trafik kurallarına uymamaları, özellikle sürücü değişim noktalarında veya duraklarda tehlikeli durumların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. AUS, trafik kurallarına uyumu artırmak ve minibüs sürücülerinin neden olduğu tehlikeli durumları azaltmak için etkili bir araçtır. Teknolojik izleme ve yönetim sistemleri, akıllı sinyalizasyon ve eğitim programları ile AUS hem sürücülerin hem de yolcuların güvenliğini artırabilir.

4.3. MİNİBÜS İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

Türkiye ve dünyada sürücü tanıma sistemleri ve özelinde minibüslerde kullanılan teknolojiler hakkında yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu bağlamda incelenen çalışmalar aşağıdaki gibidir.

Toplu ulaşımın önemli bir unsuru olan yolcular, minibüsçülerin bazı davranışlarından rahatsızlık duymaktadırlar. Kahraman (2010) tarafından yapılan bir çalışmaya göre, minibüs sürücülerinin yüksek sesle müzik dinlemesi, fazla yolcu alması, sigara içmesi, yolculara kaba davranması, gereksiz korna çalması, ani duruşlar yaparak yolcu alması ve trafik kurallarına uymaması gibi nedenlerle yolcular rahatsızlık hissedebilmektedirler. Bu tür davranışlar, yolcuların seyahat konforunu olumsuz etkilemekte ve hatta güvenlik endişelerine yol açmaktadır. Bu nedenle, minibüs sürücülerinin yolculardan gelen bu tür geri bildirimlere dikkat etmeleri ve daha profesyonel bir şekilde hizmet vermeleri önemlidir. Yolcuların rahat ve güvenli bir seyahat deneyimi yaşamaları, toplu taşıma sisteminin kalitesini artırmak için önemli bir faktör olduğu çalışmada belirtilmiştir (Kahraman, 2010).

Toplu ulaşım Türkiye için önemli vergi kaynağı olup, kayıt dışı ekonomi olumsuz durumlara yol açmaktadır. Bu kayıt dışılığı önlemek için ücret ödeme yöntem önerisi yapılmıştır. Burada önerilen yöntemin sahip olması istenen özellikler; aracı kullanan kişinin kimlik bilgilerinin, yolculuk bedeli, ödenen ücreti hafızasında saklama, ödeme yapılırken ödeme tutarı, araç sahibine ilişkin vergisel bilgilerinde yer aldığı iki örnek belge, ödemenin nakit dışında, kredi kartı, temassız kart, elektronik bilet ile yapılmasına imkan veren uzaktan erişim ile kontrol ve tespit edilebildiği özelliklere sahip olması, ödeme mesafesi ile ilgili olarak kısa, orta ve uzun mesafeye ait ücretlendirme olarak belirlenmiştir. İETT, Özel Halk Otobüslerinde kullanılan elektronik kart sisteminin benzerini minibüslerde de olması önerilmiştir (Özer Mustafa, 2010).

Sürücü davranış sinyallerini inceleyen çalışmada; farklı sürücüler ve farklı sürüş koşullarına göre davranış sinyallerinin nasıl değiştiği araştırılmıştır. Bu araştırmalardan elde edilen istatistiksel bilgiler kullanılarak sürücü ve sürücü statü modelleri tanımlanmıştır. UYANIK veri

tabanı kullanılarak elde edilen deneysel sonuçlar sunulmuştur. Sürücülerini olası tehlikeli olaylara karşı uyarmak ve insan kaynaklı trafik kazalarını minimuma indirmek için sürücü davranışlarını kestirecek yöntemler araştırılmıştır. Önerilen yöntem, sürücü davranış sinyallerinin geçmişteki örneklerini kullanmak ve Gizli Markov Modelleri'ni kullanarak sürücü davranışlarını modellemektir. Sürücüyü rahatsız edici koşulların sürücü davranışı üzerinde kesin bir etkisi olduğu belirlenmiş ve yol koşullarının da sürücü davranışı kestirme de etkili olduğu gözlemlenmiştir (Öztürk ve Erzin, 2012)

2014 yılında Sakarya ilinde yapılan çalışmada Türkiye'de şehir içi taşımacılığında önemli görevler üstlenen minibüsler ile taksi dolmuşların gelecekteki konumu ele alınmıştır. Ülkemize has olan minibüs ve dolmuş tipi taşımacılığın günümüz şartlarına uygun modern araçlara dönüşümü, şehir içi taşımacılık yapan esnafın mevcut durumunu, olası iyileşme sonrası böyle bir iyileştirmeye gerek olup olmadığının ortaya koyulması araştırılmıştır (Yılmaz, Taşkın ve Gümüş, 2014).

Türkiye'de 2005-2014 yılları arasındaki ölümlü/yaralanmalı trafik kazalarını etkileyen risk faktörlerini araştırmaktır. Emniyet Genel Müdürlüğü'nün kayıtlarından elde edilen 2005-2014 yılları arasında gerçekleşen ölümlü/yaralanmalı kaza verilerini ele alarak değerlendirilmiştir. Bağımsız değişkenler, kazanın yeri ve zamanı, aracın tipi ve modeli, sürücünün sosyodemografik özellikleri, kazalardaki ölüm olayları bağımlı değişken olarak tanımlanmıştır. Otomobil ile otobüs ya da minibüs tipi araç kazalarının ölümle sonuçlanma riski diğer araçlara göre iki kat daha yüksek olduğu görülmüş ve araç içinde taşınan yolcu sayısının fazla olması ya da emniyet kemeri gibi koruyucu mekanizmaların sağlanmamış olması sonucunu düşündürmektedir. Elde edilen sonuçlara göre öğrenim düzeyinin düşük olması, kazanın otobüs veya minibüs tipi araçlarda ve yerleşim yeri dışında gerçekleşmesi ölümlü kaza sayısını arttırdığı tespit edilmiştir. Sürücülerin bilgilendirilmesi ve trafik yasalarının etkili olarak uygulanması yakın gelecekte ölümlü kazaların azalmasına katkı sağlayacağı sonucuna varılmıştır (Ünlü, Biçer ve Özcebe, 2017).

Mısır Merkezi Kamu Seferberliği ve İstatistik Ajansı'nın (CAPMAS) verilerine göre, alışılmadık sürüş davranışları sergileyen profesyonel sürücülerin ortak özellikleri arasında madde bağımlılığına eğilim, düşük gelir düzeyi ve daha önce trafik kazası geçmişi yer aldığı belirlenmiştir. Bu sorunları çözmek ve daha güvenli sürüş uygulamalarını teşvik etmek için çeşitli önlemler önerilmektedir. Deneyimli sürücülerin güvenli araç kullanma becerilerini olumsuz etkileyebilecek altta yatan sağlık durumlarını veya madde bağımlılığı sorunlarını tespit etmek amacıyla düzenli sağlık kontrollerinin yapılması ile sağlıkla ilgili faktörlerden kaynaklanan sürüş bozukluklarıyla ilişkili riskleri azaltılabileceği önerilmiştir Gelir düzeylerinin yükseltilerek mali istikrarlarının iyileştirilmesine yönelik çalışmaların yapılması ile trafik kurallarına uyma ve

güvenliğe öncelik verme konusunda daha motive olabilecekleri varsayılmaktadır. Son olarak, trafik kurallarına ve düzenlemelerine uymanın önemi konusunda bilinçlendirilmeleri ile dikkatsiz sürüş davranışlarının sonuçlarını anlamalarına yardımcı olabilir ve onları direksiyon başında daha güvenli uygulamalar benimsemeye teşvik edebileceği düşünülmektedir (Ram, Mm, Nm ve Dia, 2018).

Oğuz tarafından ele alınan İstanbul'da minibüs taşımacılığı ile ilgili odak grup çalışması ile elde edilen veriler analiz edilmiştir. Görüntü ve konforun güvenlik algısını etkileyen önemli faktörler olduğu, yolcuların minibüsle yolculuğu tercih değil mecburiyet olarak değerlendirdiği tespit edilmiştir. Esneklik, büyüklük ve sunduğu hizmet açısından değerlendirildiğinde minibüs taşımacılığının olumlu ve olumsuz yönlerinin olduğu bunların derinlemesine bir analizinin yapılması önerilmiştir (Oğuz, 2020).

Araştırmalar, sürücü deneyimsizliğinin ve yetersiz sürüş eğitiminin ülke içindeki trafik kazalarının artmasına katkıda bulunduğunu göstermektedir. Deneyimsiz sürücüler, çeşitli trafik durumlarını önceden tahmin etme ve bunlara etkili bir şekilde tepki vermede zorluk yaşayabilir, bu da kaza olasılığını artırmaktadır. Yollarda profesyonel olmayan sürücülerin bulunması trafik sıkışıklığını artıran faktörlerden olup araç kullanırken hata yapma olasılıkları da daha yüksektir. Bu hatalar, uygun olmayan şerit değişiklikleri, diğer araçlara yol vermeme, trafik sinyallerini ve hız sınırlarını dikkate almama ile yollardaki genel trafik yoğunluğu artmakta, bu da gecikmelere, sıkışıklığa ve tüm yol kullanıcıları için daha yüksek kaza riskine neden olduğu belirlenmiştir. Bu zorlukların üstesinden gelmek, sürücü eğitimi ve öğretim programlarının iyileştirilmesini, trafik düzenlemelerinin daha etkili bir şekilde uygulanmasını ve tüm yol kullanıcıları arasında daha güvenli sürüş uygulamalarının teşvik edilmesini amaçlayan kapsamlı önlemleri gerektirdiği gözlenmiştir (Olawole vd., 2022).

Turaneli 2022 yılında yaptığı tez çalışmasında minibüs sürücülerini zamanı etkin kullanma, sürücü istihdamında ölçütler, minibüs ve dolmuş güzergahları, çalışma süresi, mesleğe başlama, mesleki zorluklar, yolcularla ilişkiler, araç sahibi olma, trafik polisi tarafından yazılan cezalar, yolcularla mücadele, sürücülerde beklenen özellikler, sürücü kartı, sistemin düzgün çalışması, büyükşehir belediyesi, kıyafet, raylı sistemler ve bilgi edinme konularını dile getirmişlerdir. Etkin bir hizmet verebilmek için en önemli konu kendilerine yönelik geliştirilen algı ve etiket olduğunu vurgulamışlar, bu algının değiştirilmesi ve sürücülerin çalışma koşullarının, sosyal haklarının iyileştirilmesinin ve sürücülerin çalışma motivasyonunun artmasında önemli olduğu sonucuna varılmıştır (Turaneli, 2022).

Minibüsler dünya genelinde birçok ülkede bulunmakta ve kent içi toplu taşıma sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Ancak toplu taşımada özellikle sürücü

davranışlarıyla ilgili olarak karşılaşılan zorluklar benzerdir. Bunları doğru bir şekilde değerlendirmek ve ele almak için araştırmacılar, sürücünün sesi, yüz ifadeleri ve video dizilerini içeren üç farklı kaynağı birleştirilmektedir. Geleneksel yöntemlerden farklı olarak bu çok modlu yaklaşım, toplanan verileri analiz etmek ve yorumlamak için CNN (Convolutional Neural Network-Evrişimsel Sinir Ağı), (Bidirectional Long Short-Term Memory-Çift Yönlü Uzun Kısa Süreli Bellek) Bi-LSTM ve (Hierarchical Attention Model-Hiyerarşik Dikkat Modeli) HAM gibi gelişmiş makine öğrenme tekniklerinden yararlanır. Farklı yöntemlerden elde edilen bilgileri birleştirerek, sürücülerin altı farklı duygusal durumunun sınıflandırılmasını sağlar: üzüntü, öfke, korku, yorgunluk, mutluluk ve duygusal tarafsızlık. Deneysel sonuçlar, %85,52'lik bir tanıma doğruluğuna ulaşarak bu yaklaşımın etkinliğini göstermiştir. Ayrıca yöntemin geçerliliği, doğruluk ve F1 puanı gibi değerlendirme ölçütleriyle de doğrulanmıştır. Bu tür birçok modlu yaklaşım, sürücülerin duygusal durumlarını daha kapsamlı bir şekilde anlamamıza ve trafik güvenliğini artırmaya yardımcı olabilir. Olumsuz duyguları doğru bir şekilde tanımlayarak potansiyel tehlikeli sürüş davranışları önceden ele alınabilir, potansiyel olarak ciddi trafik kazaları önlenir ve genel yol güvenliği iyileştirilebilir (Zhou, Cheng, Wen, Luo ve Liu, 2023).

Sürücülerin aşırı hız yapması, ulaşım alanında önemli bir olumsuz davranış temsil etmektedir. Araştırmalar, sürücünün görsel çevresinin hızlanmayı etkilediği ve bu etkilerin potansiyel olarak coğrafi konuma ve bölgenin yerel konuma bağlamına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Üstelik araç içi kameralardan toplanan gerçek zamanlı verilerin kullanılması, bu davranışlara ilişkin daha kesin bilgiler olması açısından önemlidir. Gerçek sürüş senaryolarını ortaya çıktıkça yakalayan bu tür veriler, hız yapma eğilimleri ve bunların altında yatan nedenler hakkında ayrıntılı bir veri sağlayabilirler

Ulaşım mühendisleri ve planlamacıları, bu gerçek zamanlı verilerden elde edilen bilgilerden yararlanarak yol tasarımı ve trafik yönetiminin çeşitli yönlerinde daha bilinçli kararlar alabilirler. Örneğin, yolları tasarlarken görsel ipuçlarının sürücü davranışını nasıl etkilediğini anlamak, daha güvenli sürüş uygulamalarını teşvik eden özelliklerin uygulanmasına yol açabilir. Benzer şekilde, hız sınırı tabelalarının yerleştirilmesi veya trafiği sakinleştirici önlemlerin tasarlanması gibi hızı kontrol etmeyi amaçlayan müdahaleler, farklı coğrafi konumlarda ve yerel bağlamlarda gözlemlenen belirli hız yapma davranışlarını ele alacak şekilde daha etkili bir şekilde uyarlanabilir. Araç içi kameralardan gelen gerçek zamanlı verilerin ulaşım planlama süreçlerine entegrasyonu, aşırı hızın durdurulmasını ve karayollarında daha güvenli sürüş uygulamalarını teşvik etmeyi amaçlayan stratejilerin hassasiyetini ve etkinliğini artırabilir (Ugan, Abdel-Aty ve Islam, 2023).

Çin'in Şangay kentindeki 490 trafik kazasının analizinden elde edilen anket sonuçları, anormal sürüş davranışıyla ilişkili demografik özellikleri tanımlamaktadır. Çalışmada analizde yer alan sürücülerin cinsiyeti, yaşı ve sürüş deneyimi düzeyi ve bu tür davranışlara katkıda bulunan temel faktörler ele alınmıştır. Araştırmada, anormal sürüş davranışları sergileyenlerin büyük bir oranda erkek sürücülerin olduğunu, sürüş alışkanlıklar ve tutumlarda cinsiyete dayalı bir durum olduğu görülmüştür. Ayrıca, çalışmada otuzlu yaşlarındaki sürücülerin anormal sürüş davranışları sergilemeye özellikle yatkın olduğu tespit edilmiştir. Bu yaş grubu, sürüş davranışlarını etkileyen sosyo-ekonomik veya psikolojik faktörlerden kaynaklandığını ve bu bireylere güvenli sürüş uygulamalarını teşvik etmeyi amaçlayan özel uyarı sistemlerinin oluşturulması önerilmiştir. Anormal sürüş davranışı ile beş yıldan az sürüş deneyimine sahip sürücüler arasındaki korelasyon belirlenmiştir. Bu anket çalışmasının analizinde, Çin'in Şangay kentindeki anormal sürüş davranışıyla ilişkili demografik özelliklere ilişkin değerli bilgiler elde edilmiştir. Politika yapıcılar, trafik güvenliği yetkilileri ve diğer paydaşlar, bu tür davranışlara katkıda bulunan faktörleri anlayarak, daha güvenli karayolu davranışını teşvik etmek ve trafik kazası vakalarını azaltmak için daha etkili stratejiler geliştirmeleri önerilmektedir (Jiao, Wang, Hurwitz, Hu, Xu ve Zhao, 2023).

Günümüzde makine ve araçların geliştirilmesinde, engelliler de dahil olmak üzere tüm kullanıcılar için kapsayıcılık ve erişilebilirlik ön planda tutulmalıdır. Bu, hareket engelli bireyler, tekerlekli sandalye kullanıcıları ve görme engelli yolcular gibi tüm engelli yolculara yönelik konforlu, güvenli ve ergonomik araçların tasarlanmasını içermektedir. Engelli bireylerin farklı ihtiyaçlarını karşılamak için tasarım sürecinde kapsamlı değerlendirmelerin yapılması gerekmektedir. Antropometrik hesaplamalar ve kullanıcı geri bildirimleri, aracın gerekli özelliklerinin ve teknik özelliklerinin belirlenmesi ve bunlara göre erişilebilirliği ve kullanılabilirliği geliştirmek için çeşitli temel özellikler belirlenmiştir:

- **Kaldırılabilir Tekerlekli Sandalye:** Araç tasarımının yaklaşık %15,7'si, tekerlekli sandalyeye bağlı yolcular için erişim kolaylığı ve güvenlik sağlayacak şekilde kaldırılabilir bir tekerlekli sandalyeyi barındıracak şekilde ayrılmalıdır.
- **Katlanabilir Yolcu Koltukları:** Aracın yerleşim planının yaklaşık %15'i, değişen ihtiyaçlara sahip yolculara uyum sağlamak için esneklik ve alan optimizasyonu sağlayan katlanabilir yolcu koltuklarını içermelidir.
- **Trabzan Boyutu:** Trabzanlar, hareket etme gücü çeken yolculara stabilite ve destek sunmak amacıyla aracın iç kısmının yaklaşık %11,4'ünü oluşturacak şekilde uygun boyutta tasarlanmalıdır.

- Görme Engelliler için Tutma Direkleri: Araç tasarımının yaklaşık %10,4'ünü oluşturan özel tutma direkleri, görme engelli yolcuların araçta güvenli bir şekilde gezinmelerine yardımcı olacak şekilde stratejik olarak yerleştirilmelidir.
- Üreticiler, bu ergonomik özellikleri minibüslerin tasarımına entegre ederek genel kullanıcı memnuniyetini ve araçların engelli bireyler için kullanılabilirliğini önemli ölçüde artırabilir. Bu yaklaşım, ulaşım sistemlerinin toplumun tüm üyeleri için erişilebilir ve kapsayıcı olmasını sağlayarak evrensel tasarım ilkeleriyle uyumlu hale getirildiğinde kullanıcı memnuniyeti artacaktır (Sugiono, Pratomo ve Willy, 2022).

Yapılan literatür taraması, Türkiye ve dünyada minibüs sürücüleri üzerinde yapılan denetimlerde eksiklikler olduğunu göstermektedir. Bu eksikliklerin giderilmesi ve daha güvenli bir ulaşım ortamı oluşturulması için daha sıkı denetim mekanizmalarının uygulanmasının gerektiğini göstermektedir. Bu denetimler arasında psikolojik testler, sağlık ve bağımlılık testleri, sabıka kayıtları kontrolü, ölümcül kazalara karışıp karışmadığının araştırılması gibi önlemler yer almaktadır. Çalışmamızda bu eksiklikleri gidermek amacıyla bir minibüs sürücü tanıma sistemi önerdik. Bu sistemin detaylarını çalışmamızda ele aldık ve literatürde ortaya konan ihtiyaçlara yönelik bir çözüm sunduk. Bu çalışma, Türkiye'de ilk defa ele alınan bilimsel bir araştırma olmasıyla akademik dünyaya ve saha çalışmalarına önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

4.4. UYGULAMA İÇİN İSTANBUL'UN SEÇİMİ

Minibüs sürücü tanıma sistemi önerisi için İstanbul'un seçilmesinin nedenleri, şehrin yoğun nüfus, karmaşık trafik yapısı, geniş toplu taşıma ağı ve bu alandaki sorunlarla ilişkilidir. İstanbul, 15 milyonu aşan nüfusu ile dünyanın en kalabalık şehirlerinden biridir ve bu durum toplu taşıma araçlarının etkin ve güvenli bir şekilde yönetilmesini zorunlu kılmaktadır (Nüfusu, 2023). Minibüsler, İstanbul'da toplu taşımanın önemli bir parçasını oluşturmaktadır ve her gün milyonlarca yolcu taşımaktadır. Ancak, mevcut minibüs işletim sisteminde birçok güvenlik ve verimlilik sorunu bulunmaktadır. Özellikle, yetkisiz sürücülerin minibüs kullanımı, trafik kurallarına uyumsuzluk, güzergâh belirsizlikleri ve yolcu güvenliğini tehlikeye atan uygulamalar gibi sorunlar, minibüs taşımacılığının etkinliğini ve güvenliğini azaltmaktadır. İstanbul'un karmaşık ve yoğun trafiği, bu tür sorunların daha da belirgin hale gelmesine neden olmaktadır. Ayrıca, İstanbul'un farklı coğrafi bölgeleri ve sosyal yapısı, minibüslerin geniş bir yelpazede hizmet vermesini gerektirmektedir, bu da sürücü tanıma sistemlerinin uygulanabilirliğini ve etkisini artırmaktadır.

İstanbul'un çeşitli sosyo-ekonomik yapısı ve farklı ulaşım ihtiyaçları, bu tür bir sistemin etkinliğini ve adaptasyonunu değerlendirmek için zengin bir veri kaynağı sunar. Farklı kullanıcı gruplarının ihtiyaçlarını ve geri bildirimlerini dikkate alarak sistemin sürekli iyileştirilmesi ve optimize edilmesi mümkündür. Böylece, İstanbul'da uygulanacak sürücü tanıma sistemi, daha güvenli, verimli ve kullanıcı dostu bir toplu taşıma ağı oluşturma hedefine önemli katkılar sağlayacaktır. İstanbul'un bu sistem için pilot şehir olarak seçilmesi, bu tür teknolojilerin büyük ve karmaşık şehirlerde nasıl uygulanabileceği ve ne tür sonuçlar doğurabileceği konusunda değerli veriler sağlayabilir. Bu nedenle, İstanbul, sürücü tanıma sistemleri gibi yenilikçi çözümlerin test edilmesi ve uygulanması için ideal bir test ortamına sahip olmalıdır.



5. SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMLERİ

Sürücü Tanıma Sistemi, araçlarda sürücünün kimliğini doğrulamak ve sadece yetkili kişilerin aracı kullanmasını sağlamak amacıyla geliştirilen bir güvenlik teknolojisidir. Bu bölümde sürücü tanıma sistemleri ele alınacaktır.

5.1. SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMLERİNİN TANIMI

Sürücü tanıma sistemi, araçların güvenliğini artırmak, yetkisiz kullanımını önlemek ve sürücü deneyimini iyileştirmek amacıyla geliştirilen ileri bir teknolojidir. Bu sistem, çeşitli biyometrik ve teknolojik yöntemler kullanarak sürücünün kimliğini doğrular ve aracın başlatılmasını veya belirli işlevlerinin kullanılmasını sağlar.

Yüz tanıma, parmak izi tanıma, göz izi (retina) tanıma ve ses tanıma gibi biyometrik tanıma teknolojileri, sürücü tanıma sistemlerinin temel bileşenleridir. Araç içine yerleştirilen kameralar, sensörler ve biyometrik tarayıcılar aracılığıyla sürücünün kimliği tespit edilir ve doğrulanır. Bu sistemler, yetkisiz kişilerin araç kullanımını engelleyerek hırsızlık ve kötüye kullanımı önler, böylece güvenliği önemli ölçüde artırır. Ayrıca, ticari filo yönetiminde sürücülerin kimlik doğrulaması ve izlenmesi sayesinde operasyonel verimlilik sağlanır.

Sürücü tanıma sistemleri, tanımlanmış sürücüler için araç içi ayarları otomatik olarak kişiselleştirerek daha konforlu ve güvenli bir sürüş deneyimi sunar. Bunun yanı sıra, bu sistemlerin veri güvenliği ve gizliliği konusunda dikkatli bir şekilde tasarlanması ve uygulanması gerekmektedir. Kişisel biyometrik verilerin korunması ve yetkisiz erişimlerin engellenmesi için güçlü güvenlik önlemleri alınmalıdır.

Sürücü tanıma sistemlerinin gelecekte akıllı şehir projeleri ve otonom araçlarla entegrasyonu, toplu ulaşım ve bireysel taşıma çözümlerinde devrim niteliğinde değişikliklere yol açabilir. Bu sistemlerin daha geniş uygulama alanlarına sahip olması ve ulaşım sektöründe güvenliği ve verimliliği artırmada kritik bir rol oynaması beklenmektedir.

5.2.SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMLERİ TEKNOLOJİLERİ

Sürücü tanıma sistemleri, araçların güvenliğini artırmak ve yetkisiz kullanımını önlemek amacıyla çeşitli biyometrik ve teknolojik yöntemler kullanarak sürücünün kimliğini doğrulayan

ileri teknoloji sistemleridir. Bu sistemler, sürücünün kimliğini tespit etmek ve doğrulamak için farklı teknolojileri bir araya getirir.

5.2.1. Yüz Tanıma

Yüz tanıma sistemi, araç içine yerleştirilen kameralar aracılığıyla sürücünün yüzünü tarar ve önceden kaydedilmiş yüz verileriyle karşılaştırır. Bu teknoloji, sürücünün yüz hatlarını, gözlerin konumunu, burun ve ağız yapısını analiz ederek kimlik doğrulaması yapar. Yüz tanıma algoritmaları, yüksek doğruluk oranı ve kullanım kolaylığı nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir (Wan & Panetta, 2016). Yüz tanıma sistemlerinin uygulanması, veri güvenliği ve gizliliği sebebiyle aracın içerisindeki sürücü ve yolcuların gösterecek biçimde olması yasak olduğundan yaygınlaştırılamamıştır.



Şekil 5-1: Yüz tanıma şematik gösterim

5.2.2. Göz Takip Sistemi

Kameralar aracılığıyla sürücünün göz hareketleri ve bakış noktaları analiz edilerek sürücünün dikkat durumu değerlendirilerek sürücünün dikkatinin yolda olup olmadığını, yorgunluğunu belirlemede yardımcı olur (Pal, Nunez, Wang ve Bian, 2020). Günümüzde istenen doğrulukta yeterlilikte olmadığından sürücü takip sistemlerinde yaygın olarak kullanılamamaktadır.



Şekil 5-2: Göz takip sistemi

5.2.3. RFID Kart ve Biyometrik Tanıma

Parmak izi, retina taraması veya el damarları gibi biyometrik özelliklerle sürücü kimliği tanımlanabilir. Sürücüyü kesin bir şekilde tanımlamak için kullanılır. RFID kartların kaybolması, kırılması, unutulması ve benzeri sebeplerle tek başına kullanılamamaktadır. Bu nedenle biyometrik sistemlerle beraber kullanılmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Jain, Ross ve Nandakumar, 2016). Biyometrik tanıma sistemlerinin uygulanması ise genellikle kişisel gizlilik ve veri güvenliği gibi konular nedeniyle yaygınlaştırılmamıştır.



Şekil 5-3: Biyometrik Tanıma

5.2.4. Ses Tanıma

Ses tanıma sistemi, sürücünün sesini analiz ederek kimlik doğrulaması yapar. Bu sistem, sürücünün ses tonunu, konuşma tarzını ve belirli kelime öbeklerini tanımlar. Ses tanıma teknolojisi, kullanım kolaylığı ve hız açısından avantajlıdır, ancak gürültülü ortamlarda performansı düşebilir (Huang, Xu, Wang ve Wang, 2018).Avrupa ülkelerinde kişisel verilere aykırı görüldüğünden yaygınlaştırılamamıştır.

5.2.5 Mobil Uygulamalar

Mobil uygulamalar, sürücülerin cep telefonları üzerinden kimlik doğrulaması yapmalarını sağlar. Bu uygulamalar, biyometrik verilerin yanı sıra, şifre ve PIN gibi ek güvenlik önlemleriyle kimlik doğrulaması yapmaları gerekir. Mobil biyometrik kimlik doğrulamanın güvenlik ve kullanılabilirlik açısından sağladığı avantajlara ek güvenlik katmanları ekleyerek (şifre, PIN, iki faktörlü doğrulama gibi) güvenliği daha da artırmaktadır (Zhang, Luo & Song, 2016). Kimlik doğrulamanın bu çok katmanlı yapısı, kullanıcıların güvenliğini artırırken aynı zamanda hızlı ve kolay erişimde sağlamaktadır.

5.3. SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMLERİNİN LİTERATÜR İNCELEMESİ

Sürücü tanıma sistemiyle ilgili çalışmalara bakıldığında, birçok şekilde sürücü tanıma sistemi kullanılmaktadır. Örneğin; sürücülerin yüzlerinin tanınması için kullanılan Radyal Tabanlı Fonksiyon (RTF) ve Destek Vektör Makineleri (DVM) sınıflandırma algoritmasının performansı ve doğruluğu test edilerek elde edilen test verilerinden yüksek doğruluk oranı elde edilmiştir(Tabak, 2017).

Derin öğrenme tabanlı yüz tanıma sistemi kullanılmıştır. Derin öğrenme, çok katmanlı yapay sinir ağları kullanarak karmaşık verileri öğrenen ve işleyen bir yapay zekâ tekniğidir. Derin öğrenme tabanlı yüz tanıma, sürücülerin yüz görüntülerini alarak yüz bölgesini tespit etmek, yüz özelliklerini çıkarmak ve yüzleri tanımak için derin evrişimli sinir ağları (DESA) kullanmaktadır. Makale, DESA'nın temellerini, mimarilerini, eğitim süreçlerini ve yüz tanıma performansını artırmak için kullanılan teknikleri açıklamaktadır. Ayrıca, önerilen yöntemin gerçek zamanlı sürücü tanıma sistemlerinde uygulanabilirliği ve etkinliği gösterilmektedir (Abiyev ve Arslan, 2023).

Sürücü tanıma Sisteminde yapılan bir diğer çalışma ise 2007 yılında sürücülerin çok modlu sürüş sinyallerini sınıflandırarak sürücüyü ek sistem olmadan araba içi şartlarda tanınmasında ve onayla anmasında doğru sonuçlar verdiği gözlenmiştir (Benli,2007).

Yavaşlama, hızlanma şerit değiştirme, sinyal verme gibi davranışlar sürücülerini analiz etmek için kullanılır. Her sürücünün kendine özgü sürüş davranış biçimi vardır. Sürücünün, sürüş zamanındaki frekans aralıklarından on boyutlu çıkarımlar yapmaktadırlar. Yapılan çıkarımlar her sürücü için 140 istatistiksel dağılım haritasını oluşturur. Sürücünün her açıdan gösteren bu haritaya sürücünün kimliği diyebiliriz. Yapılan çalışmadan %100 doğru sonuç alınmıştır (Cai, Hu, Chen ve Zhu, 2018; Lin, Zhang, Cao ve Zhang, 2018). Ayrıca sürücülerin geçmişteki yol işaretlerinden geçerken yaptığı davranışlara dayanarak gelecekteki sürüş davranışı için tahminde bulunulabilir (Gote, Flad ve Hohmann, 2014). Bir diğer risk tespiti çalışmasında sürücü uyku durumu tespit alanındaki güncel zorlukları, dört sistem tipinin pratiklik ve güvenilirlik açısından tartışmasını ve gelecekteki eğilimleri sunmaktadır (Albadawi, Takruri ve Awad, 2022).

Araç içindeki araca bütünleşmiş sistemler kullanılarak GPS veri kaydı, araç pedal kullanımı, hız yapma ve rota ihlali gibi veriler sürücü agresif veya orta agresif olarak sınıflandırılarak sürücünün sürüş tarzı tanımlanır. Buradan yola çıkarak uyku ya da sarhoş sürücüler de tespit edilebilmektedir (Christian, Quintero, López, ve Pinilla, 2012).

Ayrıca, doğal sürüş durumunda araç içi sensör verilerinin objektif ve doğru olduğu ve sürücünün tanımlanması için ana veri kaynağı olabileceği sonucuna varılmıştır. Büyük veri, yapay zekâ ve nesnelerin interneti gibi gelişen teknolojiler, yüksek doğruluk ve sağlamlığa sahip derin öğrenme hibrit modelinin oluşturulmasına katkıda bulunmuş ve sürücü tanımlama yöntemlerinde önemli bir kademeli gelişim eğilimini temsil etmiştir. Yüksek doğruluk, gerçek zamanlı performans ve sağlamlığa sahip bir sürücü tanımlama yöntemi geliştirmek, gelecekte önemli bir geliştirme hedefidir (Zhao, Hou, Zhon He., Fu ve Zhou, 2022).

Gelecek yıllarda sürüş sinyallerinden sürücünün cinsiyet tespiti, yaş grubu, eğitim seviyesi gibi özelliklerinin bulunması tahmin edilmektedir (Karataş, 2018) .

Toplanan sürüş davranış sinyallerini kullanarak sürücü tanımlamaya yönelik çeşitli kombinasyon yöntemlerinin performansını incelendiğinde bireysel sürüş sinyallerinin tek başına kişiyi büyük ölçüde göstermediğini göstermektedir. Bununla birlikte, eğitilebilir birleştiriciler kullanarak her bir sürüş sinyal sınıflandırıldığında alınan kararları birleştirdiğimizde, aracın sürücüsünü belirlemede çok düşük hata oranları elde edilmiştir (Erdoğan, Erçil ve Abut,2007).

Yüzden sürücü kimliği sadece yüzden tanınmamaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle beraber gözden de sürücüyü tanımlayabiliriz. Yakın kızıl ötesi ışınları kullanılarak 10 kat daha hızlı bir şekilde sürücünün göz tespiti yapılabileceği gözlenmiştir (Acioğlu, 2016).

Araç içi sensörlerden, GPS'lerden, yüz tanıma sistemlerinden, göz tanıma sistemlerinden ve birçok sürücü davranış verisi toplayan sistemlerden büyük miktarda veriler elde edilmektedir.

Sürücü tanıma sisteminde sürücü asistanı sistemin en önemli parçalarından biridir. Büyük miktarda etiketli veri gerekir. Sürücülerin analiz edilmemiş, denetlenmemiş verilerini çözümlemek gerekir. Büyük verilerin içinde analiz edilmemiş, saklı kalmış verileri de analiz ederek klasik makine öğrenimi metodundan daha doğru sonuç alınacağı gözlemlenmiştir. Ayrıca Sürücü tanımlama son yıllarda güvenlik, kişiselleştirme, filo yönetimi, sigorta telematiği veya araç çağırma dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere çok çeşitli uygulamalarda sürdürülebilir bir gelişme göstermiştir. Bununla birlikte toplanan büyük verileri çözümlemede sistemler yetersiz kalmakta ve sahte sürücüyü tespit etmede zorluk çekmektedir. Mevcut zorlukları hafifletmek için sürücüden 30 saniyelik derin öğrenmeye dayalı veriler toplanarak daha kısa sürede etkili bir şekilde sürücü tespiti yapılabilmektedir (Azadani ve Boukerche, 2021).

Sürücülerin tanımlama açısından toplanan büyük veride sürücülerin birçok kişisel bilgileri de bulunmaktadır. Bu durumda çevirim içi hırsızlıklar için ağ güvenliği sistemi gerekmektedir (Khan, Ali, Fazlul Haque, Islam, ve Islam, 2022).

Sürücü tanıma sistemlerinde farklı çalışmalar devam etmekte olup, biyolojik tek sinyali takip eden biyometri teknolojisinin hatalı tespitlerde hata oranı yüksekti. Sürücü araç kullanırken elde edilen elektrokardiyogram ve sürücünün davranışsal özelliklerinin birleştirip sınıflandırarak daha doğru sürücü tanıma sistemi geliştirilebilmektedir. Sürücülerin sürüş davranışlarından sadece alkollü araç kullanmayı değil, yorgun veya uykusuz olma durumları da tespit edilmiştir. Biyometrik kimlik doğrulama sistemlerinin, sürücü tanıma sistemlerinde yüz tanıma, sürücü davranışlarını analiz etme, sürücülerin kimliklerini tespit etmek gibi avantajları vardır (Choi, Lim ve Pan, 2022; Shirazi & Rad, 2014).

Sürücü tanıma sisteminde yüksek riskli sürüş tahmininde bulunan sürücü merkezli risk tanımlama adı verilen cihaz ile sürücünün dikkatini hangi nesnelerin dağıttığını tespit ederek kaza şeklini veya kaza riskini önceden tahmin edebilir hale getirmişlerdir (Li et al., 2023).

Türkiye’de sürücü tanıma sistemlerine ait bir akademik çalışma bulunamadığı için tüm diğer bilimsel çalışmalara zemin hazırlaması için tez çalışmamızdaki minibüs/midibüs/dolmuş sürücü tanıma sistemini literatüre kazandırıyoruz. Sürücü tanıma sistemleri akademik çalışmaları Türkiye’de olamaması tezin özgünlüğü açısından önemli bir kavramdır.

2. Minibüs/Midibüs/Dolmuşta çalışacak ve ulaşım hizmeti verecek her sürücü araç kontağını çalıştırıp sisteme kayıtlı sürücü olarak giriş yaptıktan sonra mobil network kayıt cihazına bağlı **kamera sistemi devreye girecek** ve yolculuğa ait görüntüler güvenlik ve kontrol amaçlı olarak kaydedilmeye başlayacaktır. Kişisel Verileri Koruma Kanunu (KVKK) kapsamında gerekli yasal mevzuata uygun kayıt prosedürü işletilecektir. Herhangi bir kaza veya adli olay gerçekleştiğinde görüntüler merkezi sunuculardan istenilen zaman aralığında çekilerek gerekli adli mercilere iletilebilecektir.
3. Araç içerisindeki bulunan **panik butonu** sayesinde araç içerisinde oluşacak acil durumlarda merkez denetim ve kontrol birimlerine haber vermek ve otomatik panik/acil durum alarmı oluşturmak için kullanılır. Butona basılması alarmın oluşması için yeterli olacaktır.
4. Araç içerisinde yolculuk yapmak için **yolcular duraktan binerken ve inerken RFID ödeme kartını araç içi akıllı tablete okutur**. İniş yapmak istediği durakta tekrar okutarak yolculuk mesafesine göre ödeme yapabilecektir.
5. Bu çalışmada yukarıda belirtilen modelin oluşturulması için aşağıda belirtilen cihaz ve yazılımların geliştirilerek kurulması gerekmektedir, tez çalışmamızın bu kısmında donanımların yerleşimi ve fiziksel tasarımı anlatılacaktır.

5.6. Sistem Donanım ve Yazılımlarının Kurulumu

Minibüs Sürücü Tanıma Sistemine ait donanım ve yazılımlar, aşağıda detaylandırılan akış diyagramında özetlendiği gibi sistematik bir şekilde kurulacaktır. Bu kurulum süreci, sistemin etkin ve güvenilir bir şekilde çalışmasını sağlamak için donanım ve yazılımların entegre edilmesini ve konfigürasyonunu içerir. Aşağıdaki aşamalar, sürücü tanıma sisteminin başarılı bir şekilde devreye alınması için gerekli olan tüm bileşenlerin detaylı açıklamalarını içermektedir.



Şekil 5-5: Minibüs Sürücü Tanıma Modeli İş Akış Diyagramı

5.6.1. Mobil Network Kayıt Cihazı (MNVR) ve Mobil Kamera Kurulumu

Çalışmamızdaki Minibüs Sürücü Tanıma Sistemi önerimizin bileşenleri arasında ilk sırada 1 adet mobil network kayıt cihazı (MNVR) gelmektedir. Görüldüğü üzere MNVR' ye bağlı 4 adet mobil kamera yer almakta olup, aracın sigorta kutusundan enerji hattı çekilerek, sürücü koltuğu altına veya araç ön konsolundaki uygun bir boşluğa MNVR cihazı montaj edilir.

Sistemde yer alan kameralar montaj edilirken, kamera yolu görecektir kamera 1 adet, kamera minibüs sürücüsünü görecektir konumda 1 adet, diğer iki kamera yolcuları ve kapıyı görecektir şekilde montaj yapılır. Burada amaç kameralar ile gözlemde kör noktanın kalmamasıdır.

Araç içerisine kurulan Mobil NVR ile yolculuk sırasında video gözetimi ve sürücünün görüntülerinin işlenerek doğrulanması için kullanılır. Aynı zamanda mobil kayıt cihazının bir özelliği olan GPS alıcısı sayesinde aracın konumu ve gittiği güzergahı merkez yazılım üzerinde kaydedilip, anlık ve geçmişe dönük olarak görülebilecektir. Merkez yazılımın bir özelliği olarak, minibüsün gittiği rota ile yerel yönetim ve şehrin toplu ulaşım otoritesi tarafından atanan rotayı takip edip etmediği otomatik olarak karşılaştırılır ve gerektiğinde merkez izleme ve denetim

ekranlarına “ROTA DIŞI ALARMI” uyarısı vererek bunun raporlanması merkez yazılım tarafından sağlanır.



Şekil 5-6: Mobil network kayıt cihazı

Bu sayede araç sürücüsü az sonra özelliklerini ve kullanım amaçlarını vereceğimiz sürücü tanıma yazılımı ile eş zamanlı çalışarak sürücünün görüntü işleme yöntemleriyle doğrulaması, yolculuk esnasında güvenlik ve gözetim amaçları için ön yol, sürücü ve yolcuların bulunduğu alanın video kaydı yapılır.



Şekil 5-7: Mobil Kamera

İşlevsellik açısından, araç içerisine kurulan MNVR, 4 adet kamera ve panik butonunun sisteme girişini sağlar ve bu kameraların kaydettiği videoyu depolar. MNVR'ler ayrıca kaydedilen

videoyu canlı olarak izleme, videoyu geri oynatma ve depolama birimlerine aktarma ve araç konumunu geriye dönük kaydetme gibi özelliklere de sahiptir. MNVR üzerinde sim kart yuvasına yerleştirilecek DATA SIM kart sayesinde tüm bu istenen veriler belirlenmiş periyotlarda merkez sunucularına aktarılır.



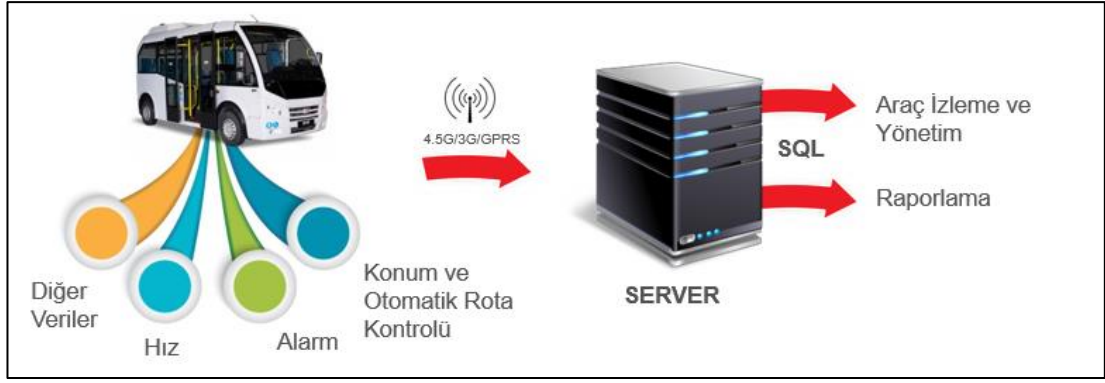
Şekil 5-8: Panik Butonu



Şekil 5-9: Sürücü Mahallini Gören Kamera

Sürücü mahallini gören kamera ile;

- Yol, trafik ve kural ihlali sebeplerini tespit etme,
- Dış etken sebeplerle sürücünün maruz kaldığı konuların aydınlanması,
- Sürücüye veya yolcuya yönelik hareket, darp gibi konuların netlikle açıklığa kavuşması sağlanır. Böylece hem sürücü hem yolcu güvenli ve rahat yolculuk yapar.

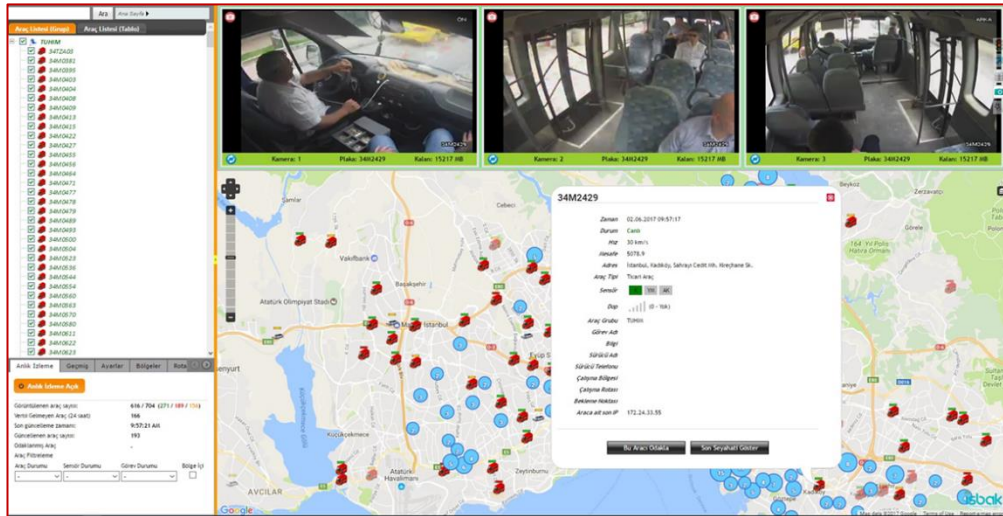


Şekil 5-10: Merkezi Denetim ve Yönetim

Bu kurulan sistem, mobil network kayıt cihazından toplanan aşağıdaki liste olarak bulunan verileri eş zamanlı olarak veri tabanına gönderecektir. Aşağıdaki bilgiler yazılım tarafından yararlı bilgi tabloları haline dönüştürülerek otomatik raporlanacaktır. Bu bilgiler yukarıda gösterilen merkezi sunucular içerisindeki SQL yazılıma sahip veri tabanında depolanacak ve işlenecektir.

- Aracın plakası
- Son veri gönderme zamanı ile cihazın sağlık bilgisi iletilecek
- Aracın hızı
- Adres / lokasyon / hat bilgisi
- Kamera görüntüleri
- Son uğranılan durak
- Aracın çalışma süresi
- Sürücü bilgileri

olacak şekilde yer almaktadır.



Şekil 5-11: GPS’li araç takibi ve kamera görüntüsü

GPS'li araç takibi ve kamera ile sürücünün fotoğrafları çekilir ve sürücü tanıma yazılımından gelen bilgiyle eşleştirilir. Minibüsün anlık konum bilgisi sayesinde aracın gitmesi gereken rota ile gittiği güzergâh bilgilerine ulaşılır ve sistem otomatik karşılaştırma yaparak, uyumsuzluk varsa Yerel Yönetim Ulaşım Denetim Merkezi'nde otomatik alarm oluşturur.

5.6.2. Araç İçi Akıllı Tablet Kurulumu

Araç içine yerleştirilecek bir diğer cihaz ise akıllı tablettir. Bu tablete yolculuk ücretlerinin tahsil edilmesi için gerekli Elektronik Ödeme Sistemi Yazılımı ve Sürücü tanıma yazılımları kurulacaktır. Yüklenecek bu yazılımlar, cihaza tümleşik olarak çalışan RFID kart okuma özelliğine haiz olacak olup, Android işletim sistemine sahip, en az 7 inç ekran büyüklüğünde ekranı olan araç için akıllı tablettir.



Şekil 5-12: Araç içi akıllı tablet

5.6.3. Sürücü Tanıma Sistemi Araç İçi Akıllı Tablet Uygulaması

Araç içi akıllı tablete kurulacak sürücü tanıma yazılımı uygulaması Android işletim sistemine haiz olacak olup, ekranında kayıtlı sürücünün giriş yapabilmesi için gerekli QR kodunu oluşturacaktır. Bu sayede sistemde kayıtlı sürücü, akıllı cep telefonundan ekranda gözüken QR kodunu okutarak sisteme giriş yapacaktır. Sürücü buradan kendine ait kimlik bilgileri ile giriş yapacak ve hangi araçta hangi sürücünün çalıştığı bilgisi yerel yönetimler tarafından sağlanacaktır.

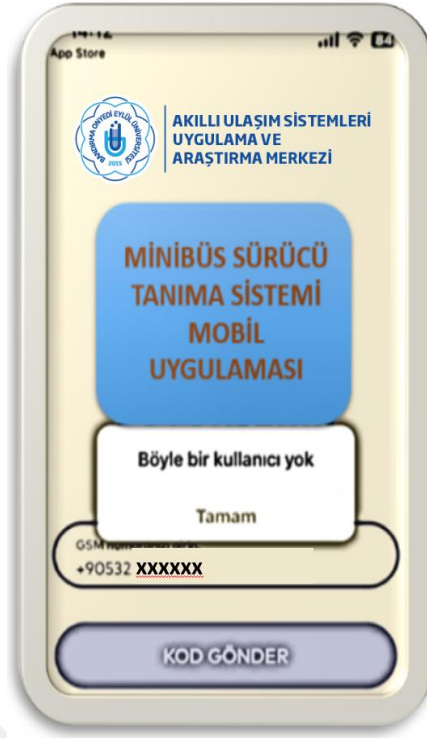


Şekil 5-13: Minibüs Sürücü Tanıma Yazılımı Araç İçi Akıllı Tablet Mobil Aplikasyon Ekran Görüntüsü

Android işletim sistemi tabanlı elektronik ücret ödeme sistemi cihazı montajı tamamlanır. Sürücü mobil uygulamaya girdikten sonra araca kayıtlı sürücü ekrana karekodu okutur. Ana merkez sunucularından sürücü ve araç eşleştikten sonra karekodun olduğu cihaz yolcu alma moduna ve elektronik ödeme sistemine dönüşecektir.

5.6.4. Minibüs Sürücü Tanıma Yazılımı Akıllı Cep Telefonu Uygulamasının Sürücülerin Akıllı Telefonlarına Yüklenmesi

Sürücü & araç veri tabanında kayıtlı sürücülerin, Sürücü Tanıma Yazılımı uygulamasına giriş yaparak sistemde kendilerini aktif etmelerini ve anlık/geçmişe yönelik sefer verilerini (konum, hasılat, güzergâh, ödeme tipi vb.) görüntülemelerini sağlayan Android ve IOS tabanlı işletim sistemine haiz akıllı mobil telefon yazılımıdır.



Şekil 5-14: Minibüs Sürücü Tanıma Sistemi Akıllı Telefon Mobil Uygulaması

Yerel yönetimlerin veri tabanına kayıtlı olmayan sürücü giriş yaptığında şekilde gösterildiği gibi uyarı verecektir.

Yerel yönetimlerin veri tabanında kayıtlı sürücülerin kayıtlı GSM numaraları ile uygulamaya giriş yaparak sistem aktivasyonu yapmalarını sağlanacaktır. Kayıtlı olmayan sürücüler uygulamaya giriş yapamayacaktır. Bu sayede kayıtsız sürücülerin araçları kullanması engellenmiş olacaktır.

Yazılım üzerinden gelecek sürücü konum bilgisi ile araç konum bilgisi her 30dakikada bir karşılaştırılarak olası uyumsuzluk, araçtan 15 dakika ve 2.5 km mesafeden fazla uzaklaşma kriterine bağlı olarak, sürücünün sistemden otomatik olarak çıkışı yapılacaktır. Bu sayede sistemin uygunsuz kullanımı engellenmiş olacaktır.

Android işletim sistemi tabanlı elektronik ücret ödeme sistemi cihazı montajı tamamlanır. Sürücü mobil uygulamaya girdikten sonra araca kayıtlı sürücü ekrana karekodu okutur. Ana merkez sunucularından sürücü ve araç eşleştikten sonra karekodun olduğu cihaz yolcu alma moduna ve elektronik ödeme sistemine dönüşecektir.

5.6.5. Minibüs Sistemi Yolcu Akıllı Cep Telefonu Uygulaması Oluşturulması

Yolcular “Minibüs Sistemi Mobil Uygulamasını” toplu ulaşım sistemlerini kullanan vatandaşlar kendi akıllı cep telefonlarına Android ve IOS Store’lardan ücretsiz yükleyerek yolculuk geçmişlerini ve kullandıkları minibüs sürücüsünün kayıtlı sürücü olup olmadığını görerek anlık kontrol edip, yerel yönetimlerin ilgili birimine anında şikâyet ve ihbarda bulunabileceklerdir.

Ayrıca elektronik ödeme sisteminde ulaşım kartını veya mobil uygulama ile ekrandaki kare kodu okutarak yolcu bindiğinde ve indiğinde kare kodu okutarak ödeme yapılabilir. Bu şekilde yolculuk mesafesi ölçülerek ücret belirlenir. Uzun, orta ve kısa mesafe olmak üzere üç tip tarife vardır. Böylelikle minibüsün mesafeye bağlı ödeme sistemi uygulanacaktır. Bu sistem sayesinde her yolcu bir denetim memuru olacaktır.

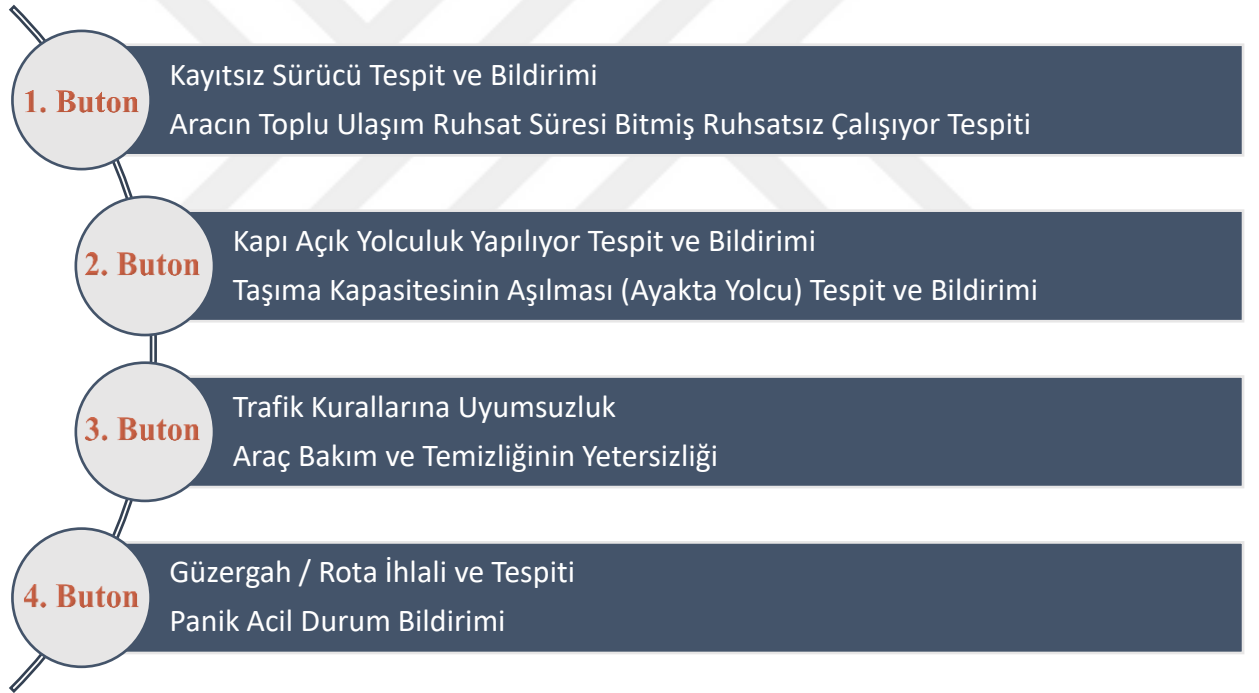
Her Yolcu Bir Denetim Memuru Olacak: Her yolcуда bulunan cep telefonu mobil uygulaması ile her yolcu aynı zamanda bir denetim memuru olacaktır. Aşağıdaki şekillerde de görüldüğü gibi uygulamada bulunacak bu butonların özellikleri açıklanmıştır.

5.6.6. Butonların Uygulamadaki Çalışma Aşamaları

Uygulama ile minibüsü kullanan sürücünün fotoğrafı ve gerekli bilgileri, aracın toplu ulaşım ruhsatı tarihi, aracın konumu, gideceği rota takip edilebilecektir. Uygulamada 4 adet panik butonu bulunmaktadır. Panik butonlarının şekli ve işlevleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 5-15: Uygulamada bulunan panik butonları



Şekil 5-16: Yolcu Uygulaması Panik Butonları

1. Buton: Elektronik ödeme sistemi ekranında QR kodun yanı sıra minibüsü kullanan sürücünün fotoğrafı ve aracın toplu ulaşım ruhsatı tarihi de bulunmaktadır. Minibüsü süren kişinin fotoğrafı veya toplu ulaşım ruhsatı tarihi eşleşmediği durumda yolcular mobil uygulama aracılığıyla ihbarda bulunabileceklerdir.

2. Buton: Minibüsteki yolcu sayısı gerekenden fazla olduğu durumda yolcular tarafından bu buton sayesinde ihbarda bulunabileceklerdir. İhbarın doğruluğu araç içindeki kameralar ile teyit edilebilecektir.

3. Buton: Bu buton sayesinde trafik kurallarına uyulmadığı durumda yolcular sürücüyü ihbar edebilecek daha güvenli yolculuk yapabileceklerdir. Ayrıca farı kırık, daha fazla ayakta yolcu almak için koltukların sökülmüş olması gibi durumlar ve araç temizliğin yetersiz olması durumunda yolcular ihbarda bulunabileceklerdir.

4. Buton: Sürücü rota veya güzergâh ihlali yaptığıında yolcular butonu kullanarak ihbar edebileceklerdir. Ayrıca gasp, şiddet, taciz, acil müdahale edilmesi gereken durumlarda yolcular ihbar ederek en yakın konumdaki yere emniyetle yolculuk edebileceklerdir.

5.6.7. Engelli Bireylerin Ulaşımı

Engelli bireylerin toplu taşıma hizmetlerine erişimi, sosyal eşitlik ve kapsayıcılık açısından büyük önem taşımaktadır. Minibüslerin engelli yolcular için erişilebilir hale getirilmesi, bu bireylerin bağımsız ve rahat bir şekilde seyahat etmelerini sağlamak adına önemli bir adımdır. Bu kapsamda, engelli erişimine uygun minibüsler özel olarak tasarlanmış kapılar ve otomatik sistemlerle donatılmalıdır.

Engelli yolcuların minibüslere binerken engelli erişimine uygun minibüslerin kapılarının sağ ve solunda yer alacaktır. Araç bilgisayarına entegre kare kodu (QR kod) okutularak araç içerisindeki engelli erişim rampası otomatik olarak açılacaktır. Yolcu inmek istediğinde kare kodu tekrar okutacak ve rampa tekrar açılacak, yolcu inince rampa otomatik kapanacaktır.



Şekil 5-17: Engelli bireylere uygun minibüsler

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Ulaşım, insanların veya eşyaların bir yerden başka bir yere aktarılmasıdır. Ulaşım ülkenin kalkınması, gelişmesi için önemlidir. Toplu ulaşım ise kişisel araç kullanmadan birçok insanın veya eşyanın aynı araç veya sistemle aynı anda yolculuk yaptığı tüm ulaşım sistemlerine denir.

Toplu ulaşımın avantajları; ekonomik olması, yoğun nüfuslu şehirlerde trafik sıkışıklığını azaltmak, zamandan ve enerjiden tasarruf, çevreyi koruyarak karbon ayak izini küçültmek ve ulaşımında erişilebilirliği artırmak sayılabilir. Ayrıca toplu ulaşım şehir planlaması ve toplumun daha geniş kesimlerine ekonomik, çevresel avantajlar sağlamak amacıyla geliştirilir. Toplu ulaşımın önemli bir bileşeni olan yolcuların güvenli, konforlu, can güvenliği olan, sürdürülebilir ve iyi planlanmış yolculuklar yapması önemlidir. Bu durum AUS' un önemini ortaya koymaktadır. AUS, ulaşımı geliştirerek verimliliğini arttırır, bilgi iletişim teknolojilerini kullanarak ulaşım modlarını birbirine bağlamayı amaçlar, ulaşımı daha güvenli, daha sürdürülebilir hale getirmeyi hedeflediğinden toplu ulaşım için çok önemlidir.

Tarihi dokusu, mevsim fark etmeden turist çekmesi, jeopolitik konumu, istihdam avantajı, yaşanan göçler gibi sebeplerle nüfus yoğunluğunun fazla olması bakımından önemli metropollerden biri olan İstanbul'un trafik yoğunluğunu iyi planlanmış, can güvenliği tehlikesi olmadan, sürdürülebilir bir şekilde düzenlenmesi önemli olacağından çalışmada İstanbul seçilmiştir. Bu çalışma İstanbul'daki minibüs sistemlerinin denetim ve güvenlik sorunlarını ele alarak, sürdürülebilir ve yenilikçi çözümler önermektedir. Yapılan literatür incelemesi ve saha araştırmaları, mevcut minibüs sistemlerinin yetersiz denetim, düşük güvenlik standartları, minibüslerdeki sürücü denetim eksiklikleri, sürücü davranışlarındaki saldırganlık ve kurallara uymama, fiyat belirsizliğinden doğan sürücü – yolcu anlaşmazlıkları gibi önemli sorunlarla karşı karşıya olduğunu göstermektedir.

Toplu ulaşımında metrolarda, tramvaylarda, otobüslerde kullanılan AUS'nin bir tek toplu ulaşımın önemli parçalarından biri olan ve bizim de tezimizin konusu olan minibüs/midibüs/dolmuşlarda AUS teknolojilerinin eksikliği tespit edildi. Bu nedenle çalışmada ele alınan sürücü tanıma sistemi ile bu eksik giderilmeye çalışılacaktır.

İstanbul gibi önemli metropolde günümüz teknolojilerinden faydalanmadan ve trafikte seyir halindeyken para alışverişi yapmak gibi birçok ilkel şartlar kullanılmaktadır. İstanbul minibüslerinin günümüz dijital çağında AUS ile daha güvenli, daha ulaşılabilir ve sürdürülebilir hale getirilmesine ihtiyaç vardır. Bu ihtiyacı gidermek amacıyla minibüslerde kullanılmak üzere sürücü tanıma sistemi önerisi yapıldı.

Önerilen sistem, “Sürücü Tanıma Sistemleri” ve “Akıllı Ödeme Sistemleri”nin entegrasyonu ile güçlendirilmiş bir akıllı minibüs yönetim sistemidir. Bu sistem, sürücülerin ve yolcuların kimliklerini doğrulamak, güzergahları izlemek, ödemeleri kolaylaştırmak ve acil durumlarda yardım çağırmak gibi bir dizi işlevi gerçekleştirebilecek kapasiteye sahiptir. Ayrıca, yolculara yönelik bilinçlendirme programları ve mobil uygulamalar aracılığıyla geri bildirim mekanizmaları da önemli bir rol oynayacaktır.

Bu önerilen sistem, sürdürülebilir bir toplu ulaşım sistemi oluşturmak için yerel yönetimler, ulaşım otoriteleri, teknoloji şirketleri ve sivil toplum kuruluşlarının iş birliği yapmasını gerektirmektedir. Ayrıca, yasal düzenlemeler ve teşviklerle desteklenmesi gereken bu çözüm, İstanbul'daki minibüs sistemlerinin güvenliği ve verimliliğini artırmak için iyi bir model olabilir. Bu çalışma, akademik araştırmanın yanı sıra uygulamada pratik çözümler sunarak, toplu ulaşım alanında teknolojinin ve inovasyonun nasıl kullanılabileceğini göstermektedir. Gelecekteki araştırmalar, önerilen çözümlerin etkinliğini ve uygulanabilirliğini daha ayrıntılı bir şekilde değerlendirebilir ve benzer sorunlarla karşılaşan diğer şehirlerde de uygulanabilirliği araştırılabilir.

Merkezi yerel yönetimlerde bu sistemin geliştirilerek yaygınlaştırılması ve sürdürülebilir hale getirilmesi ile kayıt dışı ekonomiyi önlenmiş olacaktır. Kayıt dışı ekonomiyi azaltacağından ülkemizin ekonomisine olumlu katkısı sağlayacaktır. Toplu ulaşımında sürücü denetimsizliği azalacağından trafik kazaları minimum seviyeye inecektir. Bu durum da toplu ulaşımında can güvenliğini sağlayacak, yolcu konforu artacak ve sosyopsikolojik açıdan iyileşmeler gerçekleşecektir. Adli vakalara ışık tutarak asayışı sağlayacaktır.

Model önerisi İstanbul'daki minibüsler için yapılmış olsa da, diğer şehirlerimize ve ulaşım türlerine genişletilerek toplu ulaşımında dijital çağa uyum sağlayan sürdürülebilir, teknolojik araçlarla takip edilebilir hale getirilebilecektir.

Türkiye ve dünyada toplu ulaşım sürücüleri denetiminde eksiklikler mevcuttur. Bu eksikliklerin giderilmesi amacıyla oluşturulan bu sistem önerisinin dünyada da uygulanması sağlanabilir. Bu eksikleri tamamlamak amacıyla oluşturulan minibüs sürücü tanıma sistemi çalışmada detaylı olarak tanıtıldı. Böylece literatür taraması ile de ortaya koyulduğu gibi Türkiye’de ilk defa ele alınan bir çalışmalardan olmasıyla literatüre katkı yapılmış olacaktır. Bu konuda çalışma yapacaklara da yol gösterecektir.

7. KAYNAKLAR

- Abiyev, R., & Arslan, M. (2023). Vehicle detection systems for intelligent driving using deep convolutional neural networks. *Discover Artificial Intelligence*, 3(1). <https://doi.org/10.1007/s44163-023-00062-8>
- Acioğlu A. (2016). Design And Implementation Of Real-Time Eye Detection And Tracking System Based On Gpu [Master Thesis, Design And Implementation Of Real-Time Eye Detection And Tracking System Based On Gpu]. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/426771>
- Akbaş, L. C. (2022). Kent İçi Ulaşımında Akıllı Ulaşım Sistemleri: Aksaray Örneği, Kapadokya Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü).
- Albadawi, Y., Takruri, M. ve Awad, M. (2022). A Review of Recent Developments in Driver Drowsiness Detection Systems. In *Sensors* (Vol. 22, Issue 5). MDPI. <https://doi.org/10.3390/s22052069>
- Alyürük, M. (2020). Bölüm 18.Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Ulaşımın Geleceği. *Dijital Gelecekte Mesleklerin ve Sektörlerin Dönüşümü*.
- Amatuni, L., Ottelin, J., Steubing, B. ve Mogollón, J. M. (2020). Does car sharing reduce greenhouse gas emissions? Assessing the modal shift and lifetime shift rebound effects from a life cycle perspective. *Journal of Cleaner Production*, 266, 121869.
- Asaul, A., Malygin, I., & Komashinskiy, V. (2017). The project of intellectual multimodal transport system. *Transportation research procedia*, 20, 25-30.
- ASELSAN. (2023). ASELSAN AR-GE inavasyon, Akıllı Şarj İstasyonları. <https://www.aselsan.com.tr>
- Avcı, İ. (2023). Akıllı ulaşım sistemlerinde siber saldırılar ve önlemler. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 6(1), 194-208.
- Azadani, M. N., & Boukerche, A. (2021). Driver identification using vehicular sensing data: A deep learning approach. *IEEE Wireless Communications and Networking Conference, WCNC, 2021-March*. <https://doi.org/10.1109/WCNC49053.2021.9417463>
- Azadani, M. N., & Boukerche, A. (2022). Siamese Temporal Convolutional Networks for Driver Identification Using Driver Steering Behavior Analysis. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 23(10), 1–12. https://www.researchgate.net/publication/358720446_Siamese_Temporal_Convolutional_Networks_for_Driver_Identification_Using_Driver_Steering_Behavior_Analysis
- Bektaş, M. (2022). Türkiye'de Yapılan Ara Toplu Taşıma (Minibüs) Sistemlerinden Toplu Taşıma (Otobüs) Sistemlerine Dönüşüm ve Ülkemiz İçin Yönetmelik Önerisi Hazırlanması. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
- Benli Surpuhi Kristin. (2007). Driver Recognition and Driver Verification Using Data Mining Techniques [Master Thesis, Işık University Department of Engineering Science].

https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/93883/yokAcikBilim_9009883.pdf?sequence=-1&isAllowed=y

- Cai, H., Hu, Z., Chen, Z., & Zhu, D. (2018). A Driving Fingerprint Map Method of Driving Characteristic Representation for Driver Identification. *IEEE Access*, 6, 71012–71019. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2881722>
- Choi, G., Lim, K., & Pan, S. B. (2022). Driver Identification System Using 2D ECG and EMG Based on Multistream CNN for Intelligent Vehicle. *IEEE Sensors Letters*, 6(6). <https://doi.org/10.1109/LSENS.2022.3175787>
- Christian G., Quintero M., José Oñate López, & Andrés C. Cuervo Pinilla. (2012). Driver Behavior Classification Model based on an Intelligent Driving Diagnosis System. In *IEEE (Ed.), 2012 15th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems Anchorage* (pp. 894–899). IEEE.
- Ekmekçioğlu, D. (2017). Kendini Örgütleyen Sistemlerin Yeniden Tasarımından Bir Süreç Önerisi: Toplu Taşımada Minibüs Örneği [Doktora Tezi, Endüstri Ürünleri Tasarımı Anabilim Dalı]. https://scholar.google.com.tr/citations?view_op=view_citation&hl=tr&user=7_hKdR4AAAAJ&citation_for_view=7_hKdR4AAAAJ:LkGwnXOMwfcC
- Erceylan, G., ve Akcayol, M. A. (2022). Türkiye’de Bağlantılı Araç Teknolojisinin Gelişimi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (37), 139-146.
- Erdoğan, H., Erçil, A., & Abut, H. (2007). Experiments on decision fusion for driver recognition. *Advances for In-Vehicle and Mobile Systems: Challenges for International Standards*, 1–9. https://doi.org/10.1007/978-0-387-45976-9_1
- Eriş, O. (2011). Bir Demiryolu Anlaşman Sisteminin Plc ile Gerçeklenmesi. *İTÜ yüksek lisans tezi*, 9-12.
- Ersöz, B. (2020). Kent İçi Ulaşımında Çalışma İlişkileri, Meslek ve Dönüşüm: İstanbul’da Taksi, Minibüs ve Taksi-Dolmuş Örneği [Doktora Tezi]. T.C. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı.
- GIS. (2024). Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI), <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>
- GIS Data. (2024). USGS Equal Employment Opportunity Policy Statement <https://www.usgs.gov/the-national-map-data-delivery/gis-data-download>
- GPS: The Global Positioning System .(2024). A global public service brought to you by the U.S. government <https://www.gps.gov/>
- Gote, C., Flad, M., & Hohmann, S. (2014). Driver Characterization & Driver Specific Trajectory Planning: an Inverse Optimal Control Approach. In *IEEE (Ed.), 2014 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)* (pp. 3014–3021). 2014 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC).
- Göl, B. ve Ediz, Ç. (2019). Toplu Ulaşımında Akıllı Kart Kullanımının Değerlendirilmesi ve Seul Örneği. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 2(1), 22-31.

- Gül, H. İ. (2021). İstanbul Haliç Köprüleri ve Köprü Ekonomisi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 20(2), 428-451.
- Gürtürk, U. ve Daş, R. (2017). Ağ Benzetim ve Modelleme Araçlarının İncelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2), 516-536.
- Hensher, D. A., Ho, C. Q., & Reck, D. J. (2021). Mobility as a service and private car use: Evidence from the Sydney MaaS trial. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 145, 17-33.
- Holland, S. P., Mansur, E. T., Muller, N. Z., & Yates, A. J. (2021). The environmental benefits of transportation electrification: Urban buses. *Energy policy*, 148, 111921.
- Huang, X., Xu, Z., Wang, Y., & Wang, Z. (2018). Research on Intelligent Vehicle Driver Recognition System Based on Face and Speech Recognition. In 2018 IEEE 3rd Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC). 1501-1506.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2019). Lastikli Tekerlekli Toplu Ulaşım Çalıştay. <https://tuhim.ibb.gov.tr/%C4%B0statistiksel-bilgiler/2019-lastik-tekerlekli-toplu-ula%C5%9F%C4%B1m-%C3%A7al%C4%B1%C5%9Ftay%C4%B1-raporu/>
- İBB. İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2021). Genel Tanıtım Kataloğu. https://www.metro.istanbul/Content/assets/uploaded/GenelTan%C4%B1t%C4%B1m_Katalogu-2021.pdf
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi (2022). İstanbul'da Toplu Ulaşım. <https://iett.istanbul/icerik/istanbulda-toplu-ulasim>
- İBB Metro İstanbul. (2024, January 20). Tramvay Hatları. İBB Metro İstanbul. <https://www.metro.istanbul/Hatlarimiz?hatturu=tramvay>
- İBB Metro İstanbul. (2023). Yıllara Göre Yolcu Sayıları. <https://www.metro.istanbul/yolcu hizmetleri/yolcu istatistikleri>
- Jain, A. K., Ross, A., & Nandakumar, K. (2016). *Handbook of Biometrics* (2nd ed.). Springer.
- Jiao, Y., Wang, X., Hurwitz, D., Hu, G., Xu, X., & Zhao, X. (2023). Revision of the driver behavior questionnaire for Chinese drivers' aberrant driving behaviors using naturalistic driving data. *Accident Analysis & Prevention*, 187.
- Kahraman, R. (2010). Kent İçi Tırağığinde Minibüs ve İstanbul Örneğı Analizi [Yüksek Lisans]. T.C. Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karaman, F. (2020). İstanbul'da Minibüs Hat Dönüşümü ve Toplu Taşıma Ücret Sistemi Önerisi [Yüksek Lisans, T.C. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/95161>
- Karataş Batuhan. (2018). Araç Sürüş Verilerinden Makine Öğrenmesi Tekniklerini Kullanarak Sürücü Sınıflandırma [Yüksek Lisans Tezi, TOBB ETÜ Fen Bilimleri Enstitüsü]. https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/682686/yokAcikBilim_10188620.pdf?sequence=-1&isAllowed=y

- Karayolları Genel Müdürlüğü. (2022). Karayolu Ulaşım İstatistikleri 2022. Retrieved January 25, 2024, from <https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Yayinlar/YayinPdf/KarayoluUlasimIstatistikleri2022.pdf>
- KARSAN. (2023). <https://www.karsan.com/tr/genel-bakis-e-atak>
- Khan, M. A. A., Ali, M. H., Fazlul Haque, A. K. M., Islam, M. I., & Islam, M. M. (2022). A Novel Compound Feature based Driver Identification. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(12), 566–573. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0131269>
- KMO Anadolu Otoyol. (2023). <https://www.kuzeymarmaraotoyolu.com/akilli-ulasim-sistemleri>
- Kulaç, S., ve Arslankaya, S. (2024). Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Trafik Kazası Riskinin Değerlendirilmesi. *Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 44-56.
- Kurt C. (2010). Türkiye’de Ulaştırma Sektörü İçerisinde Lojistiğin Yeri ve Önemi [Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=sN4bdVsiUCncM4vjy9afUg&no=MXUjiB0Y_0vZPmw5_TMBfA
- Lastik Tekerlekli Toplu Ulaşım Çalıştayı (2019). İstanbul: İBB.
- Li, C., Chan, S. H., & Chen, Y.-T. (2023). DROID: Driver-Centric Risk Object Identification. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 45(11), 13683–13698. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10177972/authors#authors>
- Lin, X., Zhang, K., Cao, W., & Zhang, L. (2018). Driver Evaluation and Identification Based on Driving Behavior Data. *Proceedings- 2018 5th International Conference on Information Science and Control Engineering, ICISCE 2018*, 718–722. <https://doi.org/10.1109/ICISCE.2018.00154>
- Matveev, A., Maximov, A., & Bogdanova, E. (2020). Intelligent decision support system for transportation emergency response. *Transportation Research Procedia*, 50, 444-450.
- Mouratidis, K. (2021). Urban planning and quality of life: A review of pathways linking the built environment to subjective well-being. *Cities*, 115, 103229.
- NASA. (2023). GPS. <https://www.nasa.gov/directorates/somd/space-communications-navigation-program/gps/>
- Ngwira, V. D. (2021). Case study investigation of the revenue implications of the minibus-taxi industry running unscheduled feeder services on a hybrid public transport system in Tshwane.
- Nufusu. (2023). <https://www.nufusu.com/il/istanbul-nufusu>
- Oğuz, M. (2020). Paratransit Sistemlerde Güvenlik Algısı: İstanbul’da Minibüs Örneği. *Journal of Planning*, 30(1), 104–117. <https://doi.org/10.14744/planlama.2019.29981>
- Our World in Data (2023). <https://ourworldindata.org>

- Özbay, H., Közkurt, C., Dalcalı, A., ve Tektaş, M. (2020). Geleceğin ulaşım tercihi: Elektrikli araçlar. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 3(1), 34-50.
- Önder, H. ve Ulukavak, M. (2020). Yerel yönetimler için çok modlu taşımacılıkta akıllı hareketlilik önerileri. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 2(2), 83-89.
- Özer Mustafa. (2010). İstanbul Ulaşımında (Ticari Taksiler, Minibüsler ve Özel Halk Otobüslerinde) Kayıt Dışılık ve Çözüm Önerisi [Yüksek Lisans, T.C. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü]. <http://nek.istanbul.edu.tr:4444/ekos/TEZ/46881.pdf>
- Öztürk, E., & Erzin, E. (2012). Driver status identification from driving behavior signals. *Digital signal processing for in-vehicle systems and safety*, 31-55.
- Pal, S., Nunez, D., Wang, Y., & Bian, X. (2020). Real-time Eye Tracking for Driver Monitoring. In *2020 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*. 3448-3456.
- Raines, A., & Rowley, P. (2008, May). Coordinated traffic management through data exchange. In *IET Road Transport Information and Control-RTIC 2008 and ITS United Kingdom Members' Conference*, 1-4. IET.
- Ram, H., Mm, Z., Nm, A., & Dia, M. (2018). Substance Abuse And Driving Behavior Among Professional Minibus Drivers At Zagazig City, Sharqia Governorate, Egypt. In *Egyptian Journal of Occupational Medicine (Vol. 42, Issue 3)*.
- Shirazi, M. M., & Rad, A. B. (2014). Detection of intoxicated drivers using online system identification of steering behavior. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 15(4), 1738–1747. <https://doi.org/10.1109/TITS.2014.2307891>
- Subhash, K. L., & Yalavatti, P. (2021). Automated Highway Systems-An Intelligent Transportation System. *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology*, 18(08), 4211-4219.
- Sugiono, S., Pratomo, A., & Willy, S. N. (2022). House-of-Quality Approach for the Design of a Minibus to Transport Visually Impaired and Wheelchair-bound Passengers. *International Journal of Technology*, 13(1), 69–79. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v13i1.4290>
- Sun, Y., & Cui, Y. (2018). Evaluating the coordinated development of economic, social and environmental benefits of urban public transportation infrastructure: Case study of four Chinese autonomous municipalities. *Transport Policy*, 66, 116-126.
- Şehir Hatları (2022). <https://sehirhatlari.istanbul.tr/kurumsal/hakkimizda-215>
- Şimit, K. O., Rizelioğlu, M. ve Arslan, T. (2016). Türkiye'nin İlk Yerli Tramvayı İpekböceği Hattı Üzerine Bir Analiz. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 21(2), 489-498.
- Tabak, D. (2017). Destek Vektör Makinesi Kullanarak Yüz Tanıma Uygulaması Geliştirilmesi [Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/98620/yokAcikBilim_10177059.pdf?sequence=-1&isAllowed=y
- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2022, October 10). Ulaşan ve Erişen Türkiye 2002 2022. www.uab.gov.tr

- TCDD. (2024, January 20). Yapımı Devam Eden Projeler- Marmaray. TCDD. <https://www.tcdd.gov.tr/projeler/marmaray?/content/103>
- Tektaş, M. ve Tektaş, N. (2019). Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) Uygulamalarının Sektörlere Göre Dağılımı. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 2(1), 32–41. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jitsa/issue/44655/547872>
- Tektaş, N. ve Tektaş, M. (2022). Ulaşımında Milli Teknoloji Hamlesi: Akıllı Ulaşım Sistemleri. In *Millî Teknoloji Hamlesi: Toplumsal Yansımaları ve Türkiye'nin Geleceği*, 353–398. Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları. <https://doi.org/10.53478/tuba.978-625-8352-16-0.ch18>
- TOGG(2023). Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu. <https://www.togg.com.tr/discovery>
- TUHİM İBB. (2017, July). İstanbul Yıllık Ulaşım Raporu 2017. İstanbul Büyükşehir Belediyesi. <https://uym.ibt.gov.tr/kurumsal/kutuphane/2017-istanbul-y%C4%B1ll%C4%B1k-ula%C5%9F%C4%B1m-raporu>
- Turaneli, E. (2022). İşe Alım Fonksiyonu Bağlamında İstanbul'daki Minibüs Hattı Şoförlerinin Sorunlarına Yönelik Bir Araştırma [Yüksek Lisans]. T.C. Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.
- Turasan, (2023). (<https://www.turasas.gov.tr/milli-elektrikli-tren-seti>.)
- Tünay, E. F., Tanyer, M. A. ve Kahraman, M. M. (2023). Bilgisayarlı Görü Teknolojisi ile Ocak İçi Yol ve Trafik Yönetimi. In *Proceedings of 9th International Congress of Mining Machinery and Technologies*.
- Ugan, J., Abdel-Aty, M., & Islam, Z. (2023). Exploring the Innuecnce of Drivers' Visual Surroundings on Speeding Behavior. *Social Sciences*, 1. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3164471/v1>
- Ushakov, D., Dudukalov, E., Mironenko, E., & Shatila, K. (2022). Big data analytics in smart cities' transportation infrastructure modernization. *Transportation Research Procedia*, 63, 2385-2391.
- Ünlü, H., Biçer, B. K., & Özcebe, H. (2017). Türkiye'de 2005-2014 yılları arasındaki ölüm/yaralanma ile sonuçlanan trafik kaza verilerinin değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Public Health*, 15(2), 123-135. <https://doi.org/10.20518/tjph.341165>
- Vuchic, V. R. (2002). *Urban public transportation systems*. University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA, 5, 2532-2558.
- Wan, Q., & Panetta, K. (2016, May). A facial recognition system for matching computerized composite sketches to facial photos using human visual system algorithms. In *2016 IEEE Symposium on Technologies for Homeland Security (HST)*, 1-6.
- World Bank. (2023). <https://databank.worldbank.org/>

- Yılmaz, R., Taşkın, K., & Gümüş, F. B. (2014). Şehir İçi Özel Yolcu Taşımacılığı Sisteminin Yeniden Düzenlenmesi ve Verimliliğinin Arttırılması Üzerine Ampirik Bir Çalışma: Sakarya Örneği. *Sakarya İktisat Dergisi/The Sakarya Journal Of Economics*, 105–137.
- Yiğit, E., Oner, A. E. ve Yöntem, O. (2020). Otonom Araçların Otomotiv Sektörüne Etkileri ve Beraberinde Getirdiği Yenilikler. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 181-186.
- Zhao, D., Hou, J., Zhong, Y., He, W., Fu, Z., & Zhou, F. (2022). Driver Identification Methods in Electric Vehicles, a Review. In *World Electric Vehicle Journal* (Vol. 13, Issue 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/wevj13110207>
- Zhang, M., & Gorovyi, D. A. (2020). The economical advantages and disadvantages of urban passenger transport modes according to the purposes of urban passenger logistics.
- Zhou, D., Cheng, Y., Wen, L., Luo, H., & Liu, Y. (2023). Drivers' Comprehensive Emotion Recognition Based on HAM. *Sensors*, 23(19). <https://doi.org/10.3390/s23198293>



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	
Telefon	
E-Posta Adresi	
Web Adresi	

	Eğitim Bilgileri
	Lisans
Üniversite	
Fakülte	
Bölümü	
Mezuniyet Yılı	

Yüksek Lisans	
Üniversite	
Enstitü Adı	
Anabilim Dalı	
Programı	

Makale ve Bildiriler