

T.C.
BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPLU TAŞIMADA SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMİ: TAKSİ ÖRNEĞİ

BİLAL KARTAL

Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri Programı

Mayıs 2024

T.C.
BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPLU TAŞIMADA SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMİ: TAKSİ ÖRNEĞİ

BİLAL KARTAL

DANIŞMAN
Prof. Dr. Mehmet TEKTAŞ
İKİNCİ DANIŞMAN
Prof. Dr. Necla TEKTAŞ

Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri Programı

Mayıs 2024

ONAY

Bilal KARTAL tarafından hazırlanan “**Toplu Taşımada Şoför Tanıma Sistemi: Taksi Örneği**” adlı tez çalışması 06/05/2024 tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Bandırma Onyedİ Eylöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Mehmet TEKTAŞ
(Danışman)

Prof. Dr. Ahmet Fevzi BABA
(Üye)

Dr. Öğr. Üyesi Caner PENSE
(Üye)

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

Doç. 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 Taşımada Sürücü Tanıma Sistemi: Taksi 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

BİLAL KARTAL

ÖNSÖZ

Tezin tamamlanmasında büyük katkısı ve desteği olan danışmanlarım Sayın Prof. Dr. Mehmet TEKTAŞ ve Sayın Prof. Dr. Necla TEKTAŞ ile Doktor Öğr. Üyesi Caner PENSE hocalarıma içtenlikle teşekkür ederim. Kendilerinin sağladığı üstün rehberlik ve üstün bilgi birikimi, tezin daha sağlam temeller üzerine inşa edilmesini sağlamıştır.

Son olarak, bu tezin başlangıcından sonuna kadar süregelen emek ve destekleri için tez sürecindeki tüm öğretim üyelerine ve aileme teşekkür ederim.

Umarım bu çalışma, akademik ve endüstriyel alanlarda benzer projeler üzerine ileriye dönük çalışmalar yapacak araştırmacılara bilgi kaynağı olur.

Saygılarımla



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPLU TAŞIMADA SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMİ: TAKSİ ÖRNEĞİ

Bilal KARTAL

Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet TEKTAŞ

İkinci Danışman: Prof. Dr. Necla TEKTAŞ

Mayıs 2024, 94 sayfa

Bu çalışma, İstanbul'da toplu ulaşım sektöründe yer alan taksilerde sürücü tanıma sisteminin irdelenerek geliştirilmesini içermektedir. Geliştirilen bu sistem, taksi sürücülerini güvenli ve etkin bir şekilde tanıyarak, toplu ulaşım güvenliği ve hizmet kalitesini artırmayı hedeflemektedir. Tezin temel amacı, İstanbul'da faaliyet gösteren taksilerde sürücü tanıma sistemlerinin kullanımıyla ilgili mevcut durumu değerlendirmek ve bu sistemlerin toplu ulaşım sektöründeki etkisini analiz edip geliştirerek Türkiye Taksi Sürücüsü Tanıma Sistemini oluşturmaktır.

Bu çalışmada, yüz tanıma teknolojileri, biyometrik veri analizi ve derin öğrenme algoritmaları ve dijital imza teknolojileri kullanılarak sürücü tanıma sistemi geliştirilmiştir. Elde edilen veriler, sistemin doğruluğunu ve etkinliğini değerlendirmek amacıyla analiz edilmiştir.

Tez, İstanbul'daki toplu ulaşım sektöründe sürücü tanıma sistemlerinin benimsenmesinin avantajlarını ve karşılaşılan zorlukları ele almaktadır. Bu bağlamda, sürücü tanıma sistemlerinin toplu ulaşım güvenliğini artırmadaki rolü, müşteri deneyimine olan etkisi ve sektöre sağladığı genel katkılar incelenmektedir. Çalışmanın sonuçları, toplu ulaşım sektöründe sürücü tanıma sistemlerinin kullanımını teşvik etmesi ve yaygın etki oluşturmaları açısından önemlidir.

Fiziksel olarak tasarlanan ve taksilerde çalışabilirliği test edilen bu sistem, teknolojik yenilikler ve entegrasyonları sayesinde dünyada başka bir örneğinin bulunmadığı bir seviyeye ulaşmıştır. Önerilen adımların yerel yönetimler tarafından hayata geçirilmesiyle, bu sistemin etkinliği ve kullanımı daha da artırılabilir ve genelde ulaşım özelde Toplu Ulaşım sekt rindeki eksiklikleri tamamlayıcı role sahiptir.

Bu y n yle. Taksi Sürücü Sistemi ile hem sektörel hem de akademik katkı sağlayacak sürdürülebilir, geliştirilebilir bir akademik çalışma sunulmuş olup ticarileştirilebilir yaygın etkiye sahip y n  açısından benzer çalışmalara zemin oluşturması açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Sürücü Tanıma Sistemi, Toplu Ulaşım, Taksi, Araç Takip Sistemleri, Yüz Tanıma, Biyometrik Veri Analizi, Derin  ğrenme, Dijital  mza Teknolojileri.

ABSTRACT

M.Sc. THESIS

DRIVER RECOGNITION SYSTEM IN PUBLIC TRANSPORTATION: CASE STUDY IN TAXI

Bilal KARTAL

**Bandırma Onyedi Eylül University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Intelligent Transportation Systems and Technologies**

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet TEKTAŞ

Co-Supervisor: Prof. Dr. Necla TEKTAŞ

May 2024, 89 pages

This study involves examining and developing the driver recognition system in taxis in the public transportation sector in Istanbul. This developed system aims to increase public transportation safety and service quality by identifying taxi drivers safely and effectively. The main purpose of the thesis is to evaluate the current situation regarding the use of driver recognition systems in taxis operating in Istanbul and to create the Turkish Taxi Driver Identification System by analyzing and developing the impact of these systems in the public transportation sector.

In this study, a driver recognition system was developed using facial recognition technologies, biometric data analysis and deep learning algorithms and digital signature technologies. The data obtained was analyzed to evaluate the accuracy and effectiveness of the system.

The thesis discusses the advantages and challenges of adopting driver recognition systems in the public transportation sector in Istanbul. In this context, the role of driver recognition systems in improving public transportation safety, their impact on customer experience and their general

contributions to the sector are examined. The results of the study emphasize the need to encourage the use of driver recognition systems in the public transportation sector.

Keywords: Driver Recognition System, Public Transportation, Taxi, Vehicle Tracking Systems, Face Recognition, Biometric Data Analysis, Deep Learning, Digital Signature Technologies.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	III
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİL LİSTESİ	VIII
TABLO LİSTESİ.....	X
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	XI
1. GİRİŞ.....	1
2. TOPLU ULAŞIM VE BİLEŞENLERİ.....	5
2.1. ULAŞIMLA İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR	5
2.2. ULAŞIM TÜRLERİ	7
2.2.1. Karayolu Ulaşımı.....	7
2.2.2. Demiryolu Ulaşımı ve Faydaları	9
2.2.3. Havayolu Ulaşımı.....	11
2.2.4. Denizyolu Ulaşımı ve Faydaları	13
2.3. TOPLU ULAŞIMIN AVANTAJLARI	15
2.4. TOPLU ULAŞIMIN ÖNEMİ	16
2.5. TOPLU ULAŞIMIN BİREYLER VE DEVLETLER AÇISINDAN ÖNEMİ	18
2.6. TOPLU ULAŞIM VE ULAŞTIRMA SEKTÖRÜ	19
2.7. TOPLU ULAŞIM SİSTEMİNDE TAKSİNİN YERİ VE ÖNEMİ	21
2.8. DÜNYA METROPOLLERİNDE TAKSİ	22
2.9. TOPLU ULAŞIMIN EN KÜÇÜK VE ETKİLİ BİLEŞENİ: TAKSİ	23
3. TOPLU ULAŞIMDA KULLANILAN AUS TEKNOLOJİLERİ.....	25
3.1. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİNİN AVANTAJLARI.....	25
3.2. TOPLU ULAŞIM SİSTEMLERİNDE KULLANILAN AUS TEKNOLOJİLERİ.....	26

3.3. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ VE TEKNOLOJİK GELİŞMELERİN İNCELENMESİ.....	29
3.3.1. Akıllı Ulaşım Sistemleri	29
3.3.2. Yerli ve Milli Akıllı Ulaşım Sistem Teknolojileri	33
3.4. Toplu Ulaşım Denetim ve Yönetim Merkezi	41
4. SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMLERİ.....	43
4.1. Sürücü Tanıma Sistemlerinde Kullanılan Teknolojiler	43
4.1.1. Yüz tanıma	44
4.1.2. Göz Takip Sistemi.....	45
4.1.3. RFID Kart ve Biyometrik Tanıma.....	46
4.1.4. Ses Tanıma	47
4.2. SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMLEİ İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	48
5. TOPLU ULAŞIMDA SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMİ.....	54
5.1. Sürücü Tanıma Sistemi İstanbul Örneği Bileşenleri ve Yasal Altyapısı	54
5.2. TOPLU ULAŞIMDA SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMİ MODELİ	54
5.2.1. SİSTEM KURULUMU İŞ AKIŞI.....	55
5.2.2. TAKSİ YÖNETİM CİHAZI AKILLI TABLETİNİN ARACA MONTAJ VE DEVREYE ALINMASI	56
5.2.3. KAMERA VE PANİK BUTONU MONTAJI VE DEVREYE ALINMASI..	57
5.2.3.1. Sürücü Tanıma Yazılımı ve Mobil Connect Uygulaması	58
5.2.3.2. Sürücü Tanıma Sistemi Yazılımının Araca Kurulması ve Fonksiyon Testlerinin Tamamlanması.....	59
5.2.3.3. E-Devlet ve Ulaşım Web Portalı Entegrasyonu ile Akıllı Tepe Lambası	60
5.2.3.4. E-devlet Entegrasyonu Çok Faktörlü Kimlik Doğrulaması ve Ulaşım Web Portalına Entegrasyon.....	61
5.2.3.5. Çalışma Ruhsatı Geçerlilik Takibi.....	62
5.3. Sistemin Çalışmasının Değerlendirilmesi	62

6. SONUÇ VE ÖNERİLER	70
7. KAYNAKLAR.....	72
ÖZGEÇMİŞ	77



ŞEKİL LİSTESİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2-1: İstanbul ili toplu ulaşım görseli	6
Şekil 2-2: AUS ile donatılmış İstanbul-İzmir otoyolu	6
Şekil 2-3: Akıllı ulaşım sistemleriyle donatılmış yollar	7
Şekil 3-1: AUS Teknolojileri ve BIT (www.istanbul.edu.tr)	32
Şekil 3-2: İBB Afet Koordinasyon Merkezi	34
Şekil 3-3: Akıllı Durak Örnek Uygulaması	34
Şekil 3-4: G-Charge şarj istasyonu (www.g-charge.com.tr)	36
Şekil 3-5: ASELSAN şarj istasyonu (ASELSAN, 2023)	36
Şekil 3-10: İBB Toplu Ulaşım Denetim ve Yönetim Merkezi (TUHİM, 2024)	42
Şekil 4-1: Sürücü Tanıma Sistemleri	43
Şekil 4-2: Tokyo’ da kullanılan Sürücü Tanıma Sistemi Cihazı (Tokyo Century News, 2020)	45
Şekil 4-3: Göz Takip Sistemi	46
Şekil 5-1: Türkiye Taksi Sürücü Tanıma Modeli Genel Çalışma Prensibi.....	55
Şekil 5-2: Türkiye Sürücü Tanıma Sistemi İş Akış Diyagramı	56
Şekil 5-3: Araç İçi Akıllı Tablet Montajı.....	57
Şekil 5-4: Araç İçi Kamera ve GPS Anteni Montajı	58
Şekil 5-5: Panik Butonu Montajı.....	58
Şekil 5-6: Mobil Connect Aktivasyonu Yapılmış Uygulama Ekran Görüntüsü.....	59
Şekil 5-7: Sürücü Tanıma Yazılımı Uygulaması Ekran Görüntüsü	60
Şekil 5-8: Kayıtlı Sürücü Girişi Ekran Görüntüsü	61
Şekil 5-9: Çok Faktörlü Kimlik Doğrulaması Ekran Görüntüsü	61
Şekil 5-10: Çalışma Ruhsatı Geçerlilik Durumu	62
Şekil 5-11: BAUSMER Türkiye Taksi Sürücüsü Tespit ve Denetim Sistemi Faydaları	63
Şekil 5-12: Akıllı Tepe Lambası Entegrasyonu Sonrası Tepe Lambasının Durum Bilgisinin Otomatik Değişimi.....	65
Şekil 5-13: Araçların anlık ve geçmişe dönük verileri izlenip raporlanma ekranı	65
Şekil 5-14: İstanbul’ da Bulunan Mevcut Taksiler	66
Şekil 5-15: Sürücü tanıma sistemi ile sürücü takibi	67

Şekil 5-16: Haksız kazançların engellenmesi için taksi sürücü tanıma sistemine entegre bankacılık ödeme sistemlerine örnekler	68
--	-----------



TABLO LİSTESİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 2-1: 2015- 2022 Karayolları uzunluk değışimleri (km)	8
Tablo 2-2: Demir Yolları İstatistikleri (km)	11
Tablo 2-3: Türkiye'nin Dünya Havayolu Yolcu Sıralaması	13



SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler

σ	: Sigmoid
Σ	: Toplam Formülü

Kisaltmalar

Açıklama

AKOM	: Afet Koordinasyon Merkezi
ASELSAN	: Askerî Elektronik Sanayi
AUS	: Akıllı Ulaşım Sistemleri
APC	: Automatic Passenger Counting
AVL	: Automatic Vehicle Locating
BİT	: Bilgi İletişim Teknolojileri
BiLSTM-A	: Çift Yönlü Yığılanmış Uzun Kısa Süreli Bellek
BURULAŞ	: Bursa Ulaşım Toplu Taşıım İşletmeciliği Turizm Sanayi ve Ticaret A.Ş
CCVAE	: Evrişim Koşulu Değişken Otomatik Kodlayıcı
CNN	: Convolutional Neural Networks
DBN	: Deep Belief Networks
DF	: Deficit Function
FTP	: Dosya Transfer Protokolü
GA	: Genetic Algorithm
GB	: Gradyan Arttırma
GBT	: Genel Bilgi Tarama
GPS	: Küresel Konumlama Sistemi
GRU	: Gated Recurrent Unit
HT	: Hızlı Tren
ICAO	: Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü'nün
IMEI	: Uluslararası Mobil Cihaz Kimliği
ITS	: Akıllı Ulaşım Sistemleri
İBB	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineers

IoT	: Nesnelerin İnterneti
İETT	: İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri
K-AUS	: Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü
LSTM	: Long Short-Term Memory
MDM	: Mobil Cihaz Yönetim Sistemine
MIP	: Mixed Integer Program
MPC	: Model Predictive Control
MTST	: Değiştirilmiş Zaman Serisi Transformatörü
NN	: Neural Network
NSGA	: Bastırılmamış Sınıflandırılmalı Genetik Algoritma
RFID	: Radyo Frekansıyla Tanımlama
RMB	: Kısıtlanmış Boltzmann Makineleri
RNN	: Recurrent Neural Network
SAA	: Simulated Annealing Algorithm
SMS	: Kısa Mesaj Servisi
SRN	: Simple Recurrent Network
TCDD	: Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TEMA	: Türk Elektronik ve Matematik Derneği
TUDYM	: Toplu Ulaşım Denetim ve Yönetim Merkezi
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
XOR	: eXclusive OR
VNS	: Variable Neighborhood Search
VTs	: Deniz Trafığı Yönetim Sistemi
QR	: Kare Kod

1. GİRİŞ

Toplu ulaşım, birçok insanın aynı araçları kullanarak bir yerden başka bir yere ulaşmasını sağlayan organize bir ulaşım sistemidir. Bu sistemler genellikle geniş bir kapsama sahip ve halka açık olarak işlerler. Bu çalışmada; kalabalık gelişmiş şehirlerde kullanılan toplu ulaşım modları incelenmiş, tanımdan yola çıkılarak dünya ülkelerinin ulaşım modelleri ve ülkemizde gelişmelerin güncel literatür taraması yapılarak, bu çalışmanın ana konusu toplu ulaşımında sürücü tanıma sisteminin önemi ve taksi örneği incelenerek analiz edilmiştir.

Toplu ulaşım, bireysel araç kullanımı yerine birden çok kişiyi aynı anda taşıyan araçları içerir. Temel olarak incelendiğinde, toplu ulaşımında otobüs taşımacılığı sistemleri ilk sırada gelmektedir (Yaman, Erbaş ve Alpkökin, 2023). Şehir içi ve şehirlerarası otobüs hatları, genellikle belirli güzergâhlarda çalışan ve birçok yolcu taşıyan araçlardır. Otobüs sistemleri, geniş bir coğrafi alanı kapsayabilir ve çeşitli duraklarda yolcu alabilmesi bakımından şehir içi taşımacılıkta tercih edilir.

Metro ve tramvay gibi raylı sistemler, kalabalık büyük şehirlerde genellikle yeraltında veya yüksek raylı hatlar üzerinde çalışan trenlerle yolcuları taşımaktadır. Metro sistemleri ile yoğun trafik bölgelerinde hızlı ve etkili bir ulaşım sağladığı için tercih sebebi olmaktadır.

Şehir içi deniz ulaşım sistemi, şehirlerdeki su yollarını kullanarak yapılan ulaşımı ifade eder. Bu tür ulaşım genellikle nehirler, göller veya denizlerde gerçekleşir ve şehir içi taşıma hizmetlerini kapsar. Şehir içi deniz ulaşımı, birçok avantaj sunabilir ve özellikle su ile ulaşımı mümkün olan şehirlerde kullanışlı bir alternatif olabilir. Şehir içi deniz ulaşımı şehirlerin ulaşım ağlarını çeşitlendirebilir ve optimize edebilir ancak tekerlekli ve raylı kara toplu ulaşım sistemlerine entegre edilmeye ihtiyaç duyulması yönünden genellikle diğer ulaşım modlarına bağımlıdır (Çancı, Önden, Çakmak, Gürel ve Tuzla, 2015).

Minibüs ve dolmuş sistemi, küçük otobüsler veya minibüslerle sağlanan bu hizmetler, belirli güzergahları takip ederek ve sık duraklara uğrayarak yolcu taşınması bakımından tercih edilir (Kahraman, 2010). Özellikle şehir içinde daha esnek ve hızlı ulaşım sağlamak amacıyla geç saatlere kadar durak bağımsız yolcu indirme-bindirme yapmaları nedenleriyle kalabalık şehir yaşamının önemli ulaşım araçları arasında yer almaktadır.

Taksi ulaşımı modu ise bireylerin kişisel taşıma ihtiyaçlarını karşılayan ve genellikle belirli bir ücret karşılığında sunduğu esnek bir hizmettir. Taksi hizmetlerinin önemi birçok açıdan değerli ve önemlidir. İstenilen vakitte ve istenilen iki nokta arası en kısa, hızlı, güvenli ve gizli ulaşımı kolaylaştırdığı için kalabalık şehirlerde tercih sebeplerinden biridir. Bu çalışmada aşağıdaki

belirtilen özellikler incelenerek taksi ulaşımının önemi, sürücü tanıma sisteminin bu ulaşım modundaki önemi ele alınmıştır. Mevcutta incelenen İstanbul örneğinin ise geliştirilmesi gereken yönleri belirtilmiştir (TUHİM, 2024). Taksi hizmetleri;

- Esneklik ve hız bakımından incelendiğinde; bireylere hızlı ve esnek bir ulaşım seçeneği sunar. Acil durumlar, beklenmedik toplantılar veya aniden değişen planlar gibi durumlarda taksi kullanmak, hızlı bir şekilde bir yerden diğerine gitmeyi mümkün kılmaktadır.
- 24/7 hizmet saati bakımından incelendiğinde; Taksi hizmetleri genellikle günün 24 saati, haftanın 7 günü hizmet verir. Bu durum, gece geç saatlerde veya erken sabah saatlerinde ulaşım ihtiyacı olan insanlar için önemlidir ve toplu taşıma seçenekleri sınırlı olduğunda bir alternatif sunması yönüyle taksi ulaşımı kalabalık ve gelişmiş şehirlerde önemli tercih sebebi olduğu anlaşılmıştır.
- Ulaşılabilirlik bakımından incelendiğinde; taksi hizmetleri genellikle bir telefon çağrısı, mobil uygulama veya sokakta taksi bulma gibi kolay yöntemlerle ulaşılabilir. Bu, bireylere hızlı bir şekilde ulaşım sağlamak adına büyük bir avantaj sağlamaktadır.
- Kapsama alanı bakımından incelendiğinde; taksi hizmetleri genellikle şehir içinde ve şehirlerarası olarak geniş bir kapsama alanına sahiptir. Bu, şehir içinde veya şehirler arasında seyahat edenler için uygun bir ulaşım seçeneği sunmaktadır.
- Özel araç ihtiyacını azaltma bakımından incelendiğinde; taksi kullanmak, bireylerin kendi özel araçlarına ihtiyaç duymadan seyahat etmelerini sağlar. Bu, özellikle büyük şehirlerde park sorunları ve trafik sıkışıklığı gibi sorunlardan kaçınmak için tercih edilebilir.
- Yerel ekonomiye katkı bakımından incelendiğinde; taksicilik, birçok yerel ekonomiye istihdam sağlar. Taksi sürücüleri, yerel işletmeler ve servis sağlayıcıları aracılığıyla şehirlerin ekonomik canlılığına katkıda bulunabilir.
- Turizm ve şehir tanıtımı bakımından incelendiğinde; turistler ve ziyaretçiler için taksi hizmetleri, şehri keşfetmeyi kolaylaştırabilir. Taksi sürücüleri genellikle şehir hakkında bilgi sahibi olduklarından, turistlere rehberlik edebilir ve önemli yerleri göstererek şehir tanıtımına katkıda bulunabilir.
- Kişisel güvenlik bakımından taksiler incelendiğinde; taksi kullanmak, özellikle gece saatlerinde veya güvenlik endişelerinin olduğu durumlarda bireylerin kişisel güvenliklerini düşüncelerine yardımcı olabilir. Düzenli olarak denetlenen, lisanslı taksi ve sürücüleri ile yolcuların güvenli bir şekilde seyahat etmeleri ancak sağlanabilmektedir.

Bu nedenlerle, taksi hizmetleri bireyler için önemli bir ulaşım seçeneği olarak kabul edilir ve birçok durumda pratik ve etkili bir çözüm sunmaktadır. Ancak gelişmiş ülkelerdeki taksi

sürücülerinin belli kriterleri taşıyan, belirli bir eğitimi tamamlamış, zararlı madde bağımlılıkları olmayan bireylerin şehir yönetimlerinden ruhsat alarak taksileri sürüyor olması gerektiği anlaşılmaktadır.

Kalabalık ve gelişmiş toplumlarda rastgele veya sıradan birisi sürücü olamaz, dolayısıyla bunların ruhsat aşamasında bağımlılık testi, psikoteknik ve benzeri testleri geçen, eğitim almış bireylerin taksileri sürmeye devam etmesi ve bunun dijital sistemlerle uzaktan kontrolü gerektiği anlaşılmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde toplu ulaşım ve bileşenleri ele alınmıştır. Toplu ulaşım, şehirlerin ve büyük yerleşim alanlarının temel altyapılarından biridir ve karayolu, demiryolu, havayolu ve denizyolu türlerini içerir. Otobüsler, metrolar, tramvaylar, trenler ve feribotlar gibi farklı toplu taşıma araçları, şehir içi ve şehirlerarası ulaşımı daha verimli ve sürdürülebilir hale getirir. Toplu ulaşım sistemlerinin çevre dostu ulaşım seçenekleri sunmaları, trafik sıkışıklığını azaltmaları, yakıt tüketimini ve bireysel araç kullanımı kaynaklı kirliliği minimuma indirmeleri gibi birçok faydalarının yanı sıra ekonomik ve sosyal açıdan da önemli katkılar sağlar; düşük maliyetli ulaşım seçenekleri sunarak her kesimden insanın ulaşım ihtiyaçlarını karşılar ve şehirlerin ekonomik kalkınmasına destek olur.

Üçüncü bölümde toplu ulaşımında kullanılan AUS, şehirlerin trafik yönetimini, güvenliğini ve verimliliğini artırmak için gelişmiş teknolojilerden yararlanan yenilikçi çözümler sunar. Bu sistemler, yolcuların seyahat deneyimlerini iyileştirirken, ulaşım ağlarının daha sürdürülebilir ve etkin bir şekilde işlemlerini sağlar. AUS arasında gerçek zamanlı bilgi sağlama, trafik sinyalizasyonu optimizasyonu, araç takip ve yönetim sistemleri, yolcu bilgilendirme hizmetleri ve otomatik ücret toplama sistemleri bulunur. Bu teknolojiler, toplu taşıma araçlarının daha doğru zaman çizelgelerine uymasını, trafiğin daha iyi yönetilmesini ve yolcuların seyahat süresince daha bilinçli kararlar almasını sağlar, enerji tüketimini azaltarak çevre dostu ulaşım çözümlerinin benimsenmesine katkıda bulunur ve şehirlerin genel yaşam kalitesini yükseltir.

Dördüncü bölümde, sürücü tanıma sistemleri ve bu konuda literatürde yapılan çalışmalar incelenmiştir. Sürücü tanıma sistemleri, modern araç güvenlik ve sürüş destek teknolojilerinin önemli bir bileşenidir. Bu sistemler, sürücülerin kimliklerini doğrulayarak araç güvenliğini artırmayı, kişiselleştirilmiş sürüş deneyimleri sunmayı ve sürücü davranışlarını izleyerek potansiyel tehlikeleri önlemeyi amaçlar. Sürücü tanıma teknolojileri, biyometrik veriler, davranışsal analizler ve makine öğrenmesi algoritmaları kullanarak sürücülerin kimliklerini ve durumlarını tespit eder. Bu alanda yapılan çalışmalar, çeşitli yöntemler ve teknolojiler kullanılarak sürücü tanıma sistemlerinin etkinliğini ve doğruluğunu artırmayı hedeflemektedir. sürücü tanıma sistemleri, araç güvenliği ve sürüş deneyimini iyileştirmek için önemli bir teknoloji olarak

karşımıza çıkmaktadır. Bu alanda yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalar, sürücü tanıma sistemlerinin geliştirilmesi ve uygulanmasında önemli ilerlemeler kaydetmiş ve gelecekte daha güvenli ve kişiselleştirilmiş sürüş deneyimleri sunma potansiyelini ortaya koymuştur.

Beşinci bölümde, toplu ulaşımda sürücü tanıma sistemleri ve taksiler için geliştirdiğimiz model bu bölümde yer almaktadır. Toplu ulaşımda sürücü tanıma sistemleri toplu taşıma araçlarının güvenliğini ve verimliliğini artırmak için kritik bir rol oynamaktadır. Sadece yetkili sürücülerin araç kullanmasını sağlar ve sürücü performansını takip ederek güvenlik ihlallerini ve yorgunluk gibi potansiyel riskleri tespit eder. Toplu ulaşımda taksilerde kullanılacak olan bu model, araç içi kameralar ve sensörler aracılığıyla sürekli veri toplayarak sürücü davranışlarını analiz ederek, sürücü performansını değerlendirmekte ve güvenlik standartlarını yükseltme imkanı sunmaktadır. Modelin tanıtımı, kurulumu detaylı bir biçimde ele alınmıştır.

Çalışmanın son bölümünde, taksi sürücülerinin kimlik doğrulaması ve davranış analizi için geliştirilen sürücü tanıma modeli, mevcut sistemlere kıyasla önemli yenilikler ve iyileştirmeler sunmaktadır. Model, yüz tanıma, göz hareketi izleme ve sürüş davranış analizi gibi çeşitli verileri bir araya getirerek taksi sürücü modeli oluşturulmuştur. Sonuçlar, önerilen modelin taksi sürücülerinin kimlik doğrulamasında ve güvenli sürüş uygulamalarında etkin bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Modelin uygulanabilirliği, veri gizliliği ve güvenlik konuları ele alınmıştır. Ayrıca, modelin daha geniş bir kullanıcı kitlesi ve farklı coğrafi bölgelerde test edilmesi önerilmektedir. Sonuç olarak, bu çalışma, taksi taşımacılığı sektöründe hem güvenliği artırmak hem de hizmet kalitesini iyileştirmek için önemli bir katkı sağlayacağı ümit edilmektedir.

2. TOPLU ULAŞIM VE BİLEŞENLERİ

Toplu ulaşım, şehirlerin ve toplumların sürdürülebilir bir şekilde gelişmesinde önemli bir bileşendir. Toplu taşıma sistemleri, geniş kitlelerin günlük ulaşım ihtiyaçlarını karşılamak için tasarlanmıştır, şehir içi ve şehirler arası seyahatlerde yaygın olarak kullanılır. Otobüsler, trenler, tramvaylar, metro hatları ve feribotlar gibi çeşitli araçlarla sağlanan toplu taşıma hizmetleri, insanların işe, okula, alışverişe ve eğlence mekanlarına ulaşmalarını sağlar. Bunun yanı sıra, toplu taşıma sistemleri trafik sıkışıklığını azaltır, hava kirliliğini ve sera gazı emisyonlarını azaltır, enerji tasarrufu sağlar ve şehirlerde yaşam kalitesini artırır. Dolayısıyla, toplu ulaşımın etkin bir şekilde yönetilmesi ve geliştirilmesi, modern şehir planlamasının ayrılmaz bir parçasıdır.

Çalışmanın bu bölümünde Toplu Ulaşım ve bileşenleri incelenerek, akıllı şehirlerin temelini oluşturan Akıllı Ulaşım Sistemlerinin neden hızla yayılıp kullanımının arttığı irdelenmiştir.

2.1. ULAŞIMLA İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR

Ulaşım: İnsanların ve malların bir yerden başka bir yere taşınmasını sağlayan faaliyetler bütünü olup, farklı taşıma modları ve araçları kullanılarak gerçekleştirilir. Ulaşım, günlük yaşamın ve ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilmesi için temel bir gereksinimdir ve bireylerin iş, eğitim, sağlık ve sosyal etkinlikler gibi çeşitli ihtiyaçlarını karşılamalarına olanak tanır.

Ulaştırma: İnsanların, malların ve haberlerin ulaşmasını sağlayan işlerin ve araçların tümü olarak tanımlanmaktadır. Ulaştırma, bir bölgenin veya ülkenin ulaşım sistemlerinin etkili ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlamayı amaçlar. Bu bağlamda, ulaştırma politikaları, altyapı yatırımları, trafik yönetimi, güvenlik önlemleri ve çevresel etkilerin değerlendirilmesi gibi konuları kapsar.

Ulaşım aracı: insanları veya malları bir yerden başka bir yere taşımak için kullanılan herhangi bir araç veya taşıtı ifade eder. Bu araçlar, farklı taşıma modlarına göre çeşitli, motorlu veya motorsuz olabilir. Motorlu araçlar, kendi güçlerini kullanarak hareket ederler. Motorsuz araçlar ise, insan gücü, hayvan gücü veya rüzgâr gücü gibi dış güçler tarafından hareket ettirilirler.



Şekil 2-1: İstanbul ili toplu ulaşım görseli

- **Ulaşım altyapısı:**

Ulaşım altyapısı, bir ülkenin veya bölgenin ekonomik, sosyal ve çevresel kalkınmasında hayati bir rol oynayan, yol, köprü, tünel, demiryolu, liman, havaalanı ve toplu taşıma sistemleri gibi çeşitli fiziki yapıların toplamını ifade eder. Bu altyapı, insanların ve malların güvenli, hızlı ve verimli bir şekilde taşınmasını sağlar, ekonomik büyümenin ve sürdürülebilir kalkınmanın temel taşlarından biridir.



Şekil 2-2: AUS ile donatılmış İstanbul-İzmir otoyolu

- **Ulaşım sistemi:** İnsan ve yük taşımacılığını düzenleyen ve optimize eden ulaşım araçları, altyapı ve diğer unsurlar, entegre bir yapı ve hizmetler bütünüdür. Bu sistem, kara, hava, deniz ve demiryolu taşımacılığı gibi farklı ulaşım modlarının birbirleriyle uyumlu bir

şekilde çalışmasını sağlar. Ulaşım sisteminin temel bileşenleri, altyapı (yollar, köprüler, demiryolları, limanlar, havaalanları), taşıtlar (otomobiller, otobüsler, trenler, gemiler, uçaklar), operasyonel yönetim (trafik kontrol merkezleri, lojistik ağlar) ve kullanıcı hizmetleridir (yolcular, sürücüler, yük taşıyıcılar). Şehir içi ve şehirler arası taşımacılığı içerir ve çeşitli taşıma modlarına, yollar, raylar, istasyonlar, duraklar, araçlar, entegrasyon noktaları, biletleme ve ödeme sistemleri, yönetim ve işletim sistemleri gibi unsurları kapsar.



Şekil 2-3: Akıllı ulaşım sistemleriyle donatılmış yollar

2.2. ULAŞIM TÜRLERİ

Ulaşım türleri, insanların veya malların bir yerden başka bir yere taşınmasını sağlayan çeşitli yöntemleri ifade ederken, ulaşım türleri geniş bir yelpazede bulunur ve farklı ihtiyaçlara ve koşullara uygun çeşitli araçları içerir. Bu bölümde temel ulaşım türleri incelenerek, karşılaştırmalar yapılmıştır.

2.2.1. Karayolu Ulaşımı

Karayolu ulaşımı, kara yollarını kullanarak bireylerin ve yüklerin bir yerden başka bir yere taşınmasını sağlayan bir ulaşım türüdür. Karayolu ulaşımı geniş bir yelpazede araçları içerir ve genellikle kişisel araçlar, minibüsler, taksiler, otobüsler, kamyonlar ve ticari araçlar gibi çeşitli taşıma araçları kullanılır.

Karayolu taşımacılığında amaç, ülke çevre yollarına erişimi tamamen kontrollü bir şekilde genişletmek, şehir içi trafiği şehirlerarası trafikten ayırmak ve şehir merkezlerindeki trafik sıkışıklığını azaltarak trafiğin kesintisiz olmasını sağlamaktır. Akıllı Ulaşım Sistemlerinin (ITS) karayollarında yaygınlaştırılması ve mevcut karayolu ağlarının kapasitesinin mümkün olduğunca

etkin kullanılması için çaba gösterilmelidir. Karayollarının bir diğer hedefi ise zararlı gazların çevresel etkisini azaltmak, enerji verimliliğini artırmak, tarihi ve kültürel varlıkları korumak için araştırmalara odaklanmaktır (Tektaş ve Tektaş, 2019).

Bu anlamda, güvenli karayollarının önemi çok çeşitli açılardan değerlendirilmelidir. Güvenli karayolları, trafik kazalarını azaltır, can kayıplarını önler, ekonomik maliyetleri düşürür ve sürdürülebilir bir ulaşım sistemine katkıda bulunur. İşte güvenli karayollarının önemine dair bu ve benzeri temel nedenlerle Türkiye’ de çeşitli önlemler ve altyapı yatırımları yapılmaktadır.

Karayolu Genel Müdürlüğü 2022 verilerine göre, 100 milyon araç kilometresi başına ölüm sayısı yaklaşık beş kat azaltılarak 5,72’den 1,12’ye düşürülerek daha güvenli bir karayolu ulaşım altyapısı oluşturuldu. Karayolu 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 sinyalleme kavşakların oluşturulması, sarsma bantlarının uygulanması, bisiklet dostu korkulukların yapılması ve ağırlık boyut kontrolü yapılmaktadır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022).

Tablo 2-1: 2015- 2022 Karayolları uzunluk değişimleri (km)

Yıl	Otoyollar	Devlet Yolları	İl Yolları	Toplam
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

Kaynak: T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022.

Ulaştırma bakanlığının 2022 yıl sonu verilerine göre karayolları 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 2-1’de Türkiye’de 2015 yılından günümüze karayolları uzunluğu değişimleri görülmektedir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022).

Güvenli karayolları, genel toplumsal güvenliği ve refahı destekleyen bir temel unsur olarak önem taşır. Bu nedenle, karayolu altyapısının planlanması, tasarımı ve bakımı, güvenlik önlemlerini öncelikli kılmak önemlidir.

2.2.2. Demiryolu Ulaşımı ve Faydaları

Demiryolu ulaşımı, raylar üzerinde seyahat eden trenlerin kullanılmasıyla sağlanan bir ulaşım türüdür. Demiryolu ağları, şehir içi, şehirlerarası ve uluslararası taşımacılıkta kullanılır. Demiryolu ulaşımının diğer ulaşım türlerine göre avantajları;

- **Hız ve Verimlilik:** Demiryolu taşımacılığı, yüksek hızlarda seyahat edebilen trenlerin kullanımı sayesinde verimli bir taşıma yöntemidir. Bu, belirli bir mesafeyi hızla kat edebilme avantajını beraberinde getirir.
- **Yük Taşımacılığı:** Demiryolu ulaşımı, büyük miktarlardaki yükleri etkili bir şekilde taşıma kapasitesine sahiptir. Özellikle ağır endüstriyel malzemeler, konteynerler ve büyük hacimli yükler demiryolu ile taşınabilir.
- **Çevre Dostu:** Demiryolu taşımacılığı, karbon emisyonlarını azaltan ve daha çevre dostu bir seçenek olan elektrikle çalışan trenlerin kullanımı ile bilinir. Bu, kara taşımacılığına kıyasla daha sürdürülebilir bir ulaşım modu sağlar.
- **Trafik ve Yol Aşınmasını Azaltma:** Demiryolu, karayolu taşımacılığındaki trafik sıkışıklığına ve yol aşınmasına bir alternatif sunar. Bu, karayolu ağlarının daha az yorulmasına ve bakıma ihtiyaç duymasına katkıda bulunur.
- **Güvenilirlik ve Güvenlik:** Demiryolu hatları genellikle belirli güvenlik standartlarına uygun olarak inşa edilir. Bu da demiryolu taşımacılığının güvenilir bir seçenek olmasını sağlar. Ayrıca, tren kazaları genellikle karayolu kazalarına kıyasla daha azdır.
- **Şehir İçi ve Banliyö Taşımacılığı:** Demiryolu, şehir içi ve banliyö taşımacılığında etkili bir çözüm sunar. Hafif raylı sistemler ve metrolar, yoğun şehir trafiğiyle başa çıkmak ve toplu ulaşım hizmeti sağlamak için kullanılabilir.
- **Enerji Verimliliği:** Demiryolu taşımacılığı, yüksek kapasiteyle düşük enerji tüketimi sağlar. Bu, diğer ulaşım modlarına kıyasla daha enerji verimli bir seçenek olmasını sağlar.
- **Uluslararası Ticaret ve Entegrasyon:** Demiryolu, ülkeler arasında ticaret ve entegrasyonu kolaylaştırabilir. Demiryolu hatları, kara ve deniz taşımacılığı arasında bir bağlantı noktası oluşturarak uluslararası ticaretin ve lojistiğin gelişimine katkıda bulunabilir.
- **Eğitim ve Yolcu Taşımacılığı:** Demiryolu ağları, şehirlerarası ve uluslararası yolcu taşımacılığını destekler. Hızlı trenler ve konvansiyonel trenler, yolculara konforlu ve hızlı bir seyahat imkânı sunar.

- **Altyapı Gelişimi ve Ekonomik Kalkınma:** Demiryolu projeleri, altyapı gelişimini teşvik eder ve genellikle ekonomik kalkınmayı destekler. Bu projeler, iş olanakları yaratır, bölgesel ticareti canlandırır ve ulaşım altyapısını güçlendirir.

Demiryolu ulaşımı, çeşitli avantajları nedeniyle birçok ülkede önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle büyük hacimli yüklerin taşınması, enerji verimliliği, çevre dostluğu ve güvenli taşımacılık gibi faktörler, demiryolu ulaşımının önemini belirleyen unsurlardır.

Demiryolu taşımacılığı, 1804 yılında ilk buharlı lokomotifin kullanıma sunulmasıyla birlikte buhar motorunun yapımından sonra gelişen bir sistemdir. Günümüzde demiryolları hem yolcu hem de yük taşımacılığında kullanılması amaçlanan ön hat sistemleridir. Özellikle son teknolojik gelişmeler ve daha hızlı trenler sayesinde rahat ve daha da hızlı seyahat edebildiğinden yolcu ve yük taşımacılığına olan talep artmaktadır. Demiryolu taşımacılığının uzun mesafe ve kısa mesafe toplu ulaşımına uygun olması, birim taşıma maliyetinin diğer sistemlere göre daha düşük olması ve demiryolu taşımacılığının trafik sorunu teşkil etmemesi bu sistemin avantajlarıdır. Dezavantajları ise altyapı geliştirme maliyetlerinin yüksek olması, aşamalı yatırımların yapılamaması ve sistem işleyişinin coğrafi koşullara bağlı olmasıdır (Özer, 2010).

Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluş ve gelişim sürecinde lokomotif görevi üstlenen demiryolları, Cumhuriyetin ilk yıllarında olduğu gibi 50 yıllık bakımsızlığın ardından 2003 yılından itibaren demiryolları aktif olarak kullanılmaktadır. Türkiye'yi hızlandıracak yüksek hızlı demiryolu projesinin etaplar halinde hayata geçirildiği 2023 hedefine yönelik yatırım planında da demiryollarının önemi açıkça görülüyor. Ankara-Eskişehir-İstanbul hattı, Ankara-Konya hattı, Konya-Eskişehir-İstanbul hattı ve Konya-Karaman hızlı tren hattı açıldı. Ankara-Sivas HT'nin 2023'te açılması planlanmaktadır. 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. 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. Tablo2-2'de 2010 yılı ve 2022 yılı sonları yapılan demiryolu uzunlukları görülmektedir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022).

Tablo 2-2: Demir Yolları İstatistikleri (km)

Yıllar	Konvansiyonel (Anahatlar)	Konvansiyonel (İltisak Hatları + İstasyon Yolları)	Konvansiyonel Hat Toplamı	Hızlı Tren Hatları	Toplam Hat Uzunluğu
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

Kaynak: T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022.

2.2.3. Havayolu Ulaşımı

Havayolu ulaşımı, hava taşıtları kullanarak yolcu ve yük taşımacılığı gerçekleştiren bir ulaşım modudur. Havayolu taşımacılığının önemi, bir dizi avantajdan kaynaklanmaktadır ve günümüzde ülkemiz ile küresel ticaret ve seyahatlerde kilit bir rol oynamaktadır.

- **Hız ve Verimlilik:** Havayolu ulaşımı, diğer ulaşım modlarına kıyasla çok daha hızlı bir taşıma yöntemidir. Uçaklar, kara veya deniz taşımacılığında geçen günler veya haftalar süren mesafeleri birkaç saate indirebilir. Bu hız, acil durumlar, iş seyahatleri ve lojistik süreçler için önemlidir.
- **Uzak Mesafe Seyahatleri:** Havayolu ulaşımı, kıtalar arası ve uzak mesafelere hızlı ve etkili bir şekilde ulaşma olanağı sağlar. Bu, küresel iş ilişkilerini güçlendirir, turizmi destekler ve uluslararası ticareti kolaylaştırır.
- **Ulaşılabilirlik:** Havaalanlarının yaygın olarak bulunması, şehirler ve bölgeler arasındaki ulaşılabilirliği artırır. Havayolu ulaşımı, uzak veya izole bölgeleri, adaları ve dağlık alanları diğer ulaşım modlarına kıyasla daha kolay erişilebilir kılar.
- **Lojistik ve Ticaret:** Havayolu taşımacılığı, hızlı teslimat süreleri ve güvenilirlik nedeniyle uluslararası ticaret ve lojistik sektörleri için kilit bir unsurdur. Hava kargosu, özellikle hafif ve değerli ürünlerin taşınmasında tercih edilen bir seçenektir.
- **İnsan ve Malzeme Taşımacılığı:** Havayolu ulaşımı, sadece yolcu taşımacılığı değil, aynı zamanda değerli malzemelerin, yüksek öncelikli gönderilerin ve acil tıbbi malzemelerin taşınmasında da kullanılır. Özellikle organ nakilleri ve acil tıbbi müdahaleler gibi durumlarda havayolu ulaşımının hızı hayati önem taşır.

- **Turizm:** Havayolu ulaşımı, turizmi büyük ölçüde destekler. Tatil destinasyonlarına ve kültürel etkinliklere olan erişimi artırarak dünya genelinde turizm endüstrisinin büyümesine katkıda bulunur.
- **Ekonomik Büyüme:** Havayolu ulaşımı, bir ülkenin ekonomik büyümesini destekler. Havaalanları ve havayolu şirketleri, istihdam yaratır, turizmi artırır, işletmeler arasındaki bağlantıları güçlendirir ve yeni iş fırsatları yaratır.
- **Küresel Bağlantı ve Diplomasi:** Havayolu ulaşımı, ülkeler arasındaki küresel bağlantıyı artırarak diplomatik ilişkileri güçlendirir. Direkt uçuşlar ve dünya genelindeki hava kargo ağları, ülkelerin birbirleriyle daha yakın ilişkiler kurmasına ve iş birliği yapmasına olanak tanır.

Havayolu ulaşımı, küresel düzeydeki ekonomik, kültürel ve sosyal etkileşimde önemli bir rol oynar. Hızı, güvenilirliği ve uluslararası bağlantılarıyla havayolu taşımacılığı, günümüz dünyasında vazgeçilmez bir ulaşım modudur. Birim fiyatı ve komisyonu, yatırım maliyeti ve işletme maliyeti çok yüksek olup, başka ulaşım araçlarına bağlanmadan kapıdan kapıya tek başına taşınması mümkün değildir, yani diğer ulaşım araçlarıyla rekabet edemez. Havayolu taşımacılığının zaman tasarrufu açısından avantajları olmasına rağmen, tüm ürünleri taşımaması, eşya ve yolcu taşımamanın pahalı olması nedeniyle genellikle diğer taşıma modlarına göre daha az tercih edilmektedir (Erden ve Yüzer, 2021). Uçuşa katılan yolcu sayısı (ticari uçuşlar), ilk ticari yolcu uçuşlarının oluşturulduğundan bu yana yaklaşık 100 yıl içinde hızla arttı. Yolcu sayısı (iç ve dış hat) 2003'te 34,4 milyondan Kasım 2022'de 161 milyona yükseldi (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022).

Havacılık dünya çapında hızla gelişmeye devam etmekte, uluslararası ve kıtasal entegrasyonda önemli bir rol oynamaktadır. Günümüz dünyasında dış ticaret ve turizm gibi dünya ekonomisini kontrol eden ve üreten büyük sektörler havacılık sektörü sayesinde harekete geçmiş ve geleceği onun kanatları altında inşa etmektedir. Havacılık sektörü, kargo ve yolcu taşımacılığından bağımsız olarak ülke ekonomisinin omurgasını oluşturmaktadır. Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü'nün (ICAO) açıkladığı verilere göre küresel havacılık sektörünün ekonomiye doğrudan ve dolaylı olarak 2,7 trilyon dolarlık katkısı bulunmaktadır. Havayolu ulaşım sektörü sayesinde ülkelere erişim iyileştirildi. Ülkeler ulaşılabilir hale geldikçe yabancı yatırımcılar açısından çekiciliği ve güvenilirliği de artıyor. Ayrıca havacılık sektörü, ürünlerin depolama maliyetleri olmadan en hızlı ve güvenilir şekilde dünyaya yayılmasında önemli bir rol oynuyor. Tablo 2-3'te 2022'de yayınlanan raporda 2021 yılında Türkiye, en çok yolcu trafiği olan 20 ülke içinde 6. sıradadır.

Tablo 2-3: Türkiye'nin Dünya Havayolu Yolcu Sıralaması

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

Kaynak: T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022.

2.2.4. Denizyolu Ulaşımı ve Faydaları

Denizyolu ulaşımı, denizlerdeki gemilerin kullanılmasıyla gerçekleştirilen bir ulaşım modudur. Denizyolu taşımacılığının önemi birçok açıdan ortaya çıkar ve dünya ticaretinin büyük bir kısmını yönlendiren etkili bir ulaşım modu olmasını sağlamaktadır.

- **Geniş Kapsam ve Erişim:** Denizyolu ulaşımı, dünya genelinde geniş bir kapsama sahiptir. Okyanuslar, denizler ve büyük göller, gemilerin seyahat etmesini sağlayarak dünyanın farklı noktaları arasında etkili bir şekilde malzeme ve insan taşınmasını sağlar.
- **Büyük Hacimli Yük Taşımacılığı:** Deniz taşımacılığı, büyük miktarlarda malzemenin taşınması için ideal bir seçenektir. Konteyner taşımacılığı gibi modern tekniklerle denizyolu, büyük hacimli ve ağır yüklerin etkili bir şekilde taşınmasını sağlar.
- **Uluslararası Ticaretin Güçlendirilmesi:** Denizyolu ulaşımı, uluslararası ticaretin büyük bir kısmını yönlendirir. Limanlar, gümrük kontrolleri ve diğer lojistik faaliyetler aracılığıyla denizyolu taşımacılığı, ülkeler arasında mal alışverişini ve ticaretin gelişimini destekler.

- **Düşük Taşıma Maliyetleri:** Deniz taşımacılığı, ton başına düşen taşıma maliyeti açısından genellikle ekonomiktir. Özellikle büyük miktarlarda malzemenin taşınması durumunda, diğer ulaşım modlarına kıyasla daha düşük maliyetli bir seçenek sunar.
- **Enerji Verimliliği:** Denizyolu ulaşımı, ton başına taşınan malzeme başına kullanılan enerji açısından oldukça verimlidir. Büyük gemiler, yüksek kapasiteye sahip oldukları için taşıdıkları malzemelerle kıyaslandığında enerji maliyetleri daha düşüktür.
- **Sürdürülebilir Taşımacılık:** Deniz taşımacılığı, karbon emisyonları ve çevresel etkiler açısından daha sürdürülebilir bir ulaşım modudur. Günümüzde daha çevre dostu gemi teknolojileri ve denizcilik uygulamaları geliştirilmekte ve benimsenmektedir.
- **Stratejik Limanlar ve Güzergahlar:** Limanlar, deniz taşımacılığının merkezi noktalarıdır ve stratejik öneme sahiptir. Büyük limanlar, ticaretin merkezi haline gelerek ekonomik büyümeyi ve istihdamı teşvik edebilir.
- **Ulaşım Güvenliği:** Deniz taşımacılığı, diğer ulaşım modlarına kıyasla daha güvenli kabul edilir. Gelişmiş denizcilik teknolojileri, deniz kazalarını önleme ve yönetme konusunda etkili bir rol oynar.
- **Yolcu Taşımacılığı:** Denizyolu ulaşımı, yolcu taşımacılığı için de önemlidir. Cruise gemileri, feribotlar ve yolcu gemileri, tatil destinasyonlarına ve farklı bölgelere ulaşmak isteyen insanlar için önemli bir seçenek sunar.

Denizyolu ulaşımı, dünya ekonomisinin ve ticaretin sürdürülebilir ve etkili bir şekilde işleminde kritik bir rol oynamaktadır. Uluslararası ticaretin ve küresel ekonominin büyümesine katkıda bulunarak, denizyolu taşımacılığı dünya genelindeki bağlantıları güçlendirir ve çeşitli endüstrilerin gelişimine katkıda bulunur.

Denizyolu ulaşımı; gemi inşasını, liman hizmetlerini, deniz turizmini ve özellikle kargo ve yolcu taşımacılığını içeren bir ticaret ve hizmet sektörüdür. Denizcilik sektörü uluslararası bir yapıya sahiptir. Uluslararası politika, ekonomik gelişmeler ve genel koşullar deniz taşımacılığının kural ve yöntemlerini belirlemektedir.

2021 yılında dünya kargo hacminin yaklaşık %50'si deniz yoluyla elleçlendi. TÜİK verilerine göre 2021 yılında ithalat amaçlı taşınan malların yaklaşık %0,6'sı, ihracat amaçlı taşınan malların ise yaklaşık %0,9'u ülkemizde taşınmıştır. Değer açısından bakıldığında, dünya çapında deniz yoluyla taşınan yük miktarı son yarım yüzyılda 20 kat artarak neredeyse beklentileri aşmıştır (TÜİK, 2021).

Lojistik sektöründe deniz taşımacılığı finansal piyasanın büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu durum denizcilik sektörünü dünya ticaretinde stratejik açıdan en önemli sektör

haline getirmektedir. Bu sayede deniz taşımacılığı sadece bir ulaşım aracı olmayıp, küresel ticaret hacminin artmasına ve bilgi ve iletişim teknolojisinin hızla gelişmesine paralel olarak gelişmektedir. Gemi inşa endüstrisi, deniz taşımacılığı, özellikle kargo ve yolcu taşımacılığı, limanlar ve gemiler için yeni teknolojiler, sektörel enerji verimliliğindeki gelişmeler, liman hizmetleri, deniz turizmi, yatçılık vb. ile ilgili daha büyük endüstriyel, ticari ve hizmet sektörlerinin bir parçasıdır. Ülkemizin en stratejik sektörlerinden biri olan denizcilik sektörü, lojistik zincirinin en önemli halkası olan denizcilik ekonomisi alanındadır.

Bakanlığın amacı dengeli, erişilebilir, ekonomik ve güvenli hizmet anlayışıyla toplumun yaşam kalitesinin artırılmasına ve ülke kalkınmasına katkıda bulunmaktır. Türkiye; Avrupa, Asya, Kafkasya ve Orta Doğu ile benzersiz bağlantılarının yanı sıra Afrika'ya coğrafi yakınlığı ve kıtaların, ticaretin, enerji yollarının ve kültürel alışverişlerin kavşağında yer alması nedeniyle eşsiz bir ülkedir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022).

2019 yılında, dünya genelindeki kargo taşımacılığının yarısından fazlası denizyolu taşımacılığı ile gerçekleştirilirken, Türkiye'de bu oran %1 seviyelerinde kalmıştır. Bu durum, Türkiye'deki denizyolu taşımacılığının istenilen seviyeye ulaşmadığını ve altyapısal planlamaların yapılarak bu alanda gelişim sağlanması gerektiğini göstermektedir (Özer, 2019).

2.3. TOPLU ULAŞIMIN AVANTAJLARI

Toplu ulaşım, şehirlerin sürdürülebilir ve verimli bir şekilde işlemlerini sağlayan önemli bir sistemdir. Çevre dostu olması, toplu taşıma araçlarının kişi başına düşen karbon ayak izini önemli ölçüde azaltarak hava kirliliğini ve sera gazı emisyonlarını düşürmesiyle sağlanır. Böylelikle şehirlerin daha temiz ve sağlıklı olmasına katkı sağlar. Trafik sıkışıklığını azaltma konusunda da büyük bir rol oynar; toplu taşıma araçları, daha fazla insanı tek bir araçta taşıyarak yol yoğunluğunu ve seyahat sürelerini kısaltır. Ekonomik açıdan bakıldığında, toplu taşıma bireyler için mali tasarruf anlamına gelir. Yakıt, park yeri ve araç bakım maliyetlerinden tasarruf edilmesini sağlar ve özellikle düşük gelirli bireyler için ekonomik bir ulaşım seçeneği sunar.

Toplu taşımanın erişilebilirlik ve eşitlik sağlama konusundaki katkıları da büyüktür. Yaşlılar, engelliler, gençler ve düşük gelirli bireyler için ulaşılabilir bir seçenek sunarak, herkesin işe, okula, sağlık hizmetlerine ve sosyal etkinliklere kolayca ulaşmasını sağlar. Toplumsal fayda ve sağlık açısından da önemli avantajlar sunar; toplu taşıma, sosyal etkileşimi artırır ve daha fazla yürüyüş yapılmasını teşvik eder, bu da genel sağlık ve zindelik seviyelerini yükseltir. Yer tasarrufu da toplu taşımanın önemli avantajlarından biridir; toplu taşıma, şehirlerdeki park yeri ihtiyacını azaltır ve şehir alanının daha verimli kullanılmasına olanak tanır. Güvenlik konusunda, toplu

taşıma araçları genellikle daha az kazaya karışır ve yolcular için daha güvenli bir seyahat ortamı sunar. Gece geç saatlerde seyahat edenler için güvenli bir ulaşım seçeneği olması da toplu taşımanın artılarındanndır.

Enerji verimliliği açısından, toplu taşıma sistemleri özel araçlara göre daha az enerji tüketir, bu da fosil yakıtların tüketimini azaltır ve enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlar. Ayrıca, toplu taşıma sistemleri şehirlerin daha planlı ve organize bir şekilde büyümesine yardımcı olur. Ulaşım hatları etrafında gelişen yüksek yoğunluklu ve karma kullanımlı alanlar, şehirlerin sürdürülebilir gelişimini destekler. Tüm bu avantajlar, toplu taşımanın şehirlerin ve toplumların daha sürdürülebilir, verimli ve adil bir şekilde gelişmesine olanak tanıyan önemli bir ulaşım çözümü olduğunu göstermektedir.

2.4. TOPLU ULAŞIMIN ÖNEMİ

Toplu ulaşımın AUS açısından önemi, şehirlerin sürdürülebilirliği ve yaşam kalitesini artırmada kritik bir rol oynar. AUS, bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak toplu taşıma hizmetlerini daha güvenli, verimli ve kullanıcı dostu hale getirir.

- **Gerçek Zamanlı Bilgi ve Takip:** Yolculara gerçek zamanlı bilgi sunarak seyahat deneyimlerini önemli ölçüde iyileştirir. Otobüs ve tren saatleri, güzergâh değişiklikleri ve olası gecikmeler hakkında anında bilgi sağlayarak yolcuların planlarını daha etkin yapmalarına yardımcı olur. Bu, yolcuların bekleme sürelerini azaltır ve seyahatlerin daha sorunsuz geçmesini sağlar.
- **Trafik Yönetimi ve Azaltılması:** Trafik akışını optimize etmek için veri analizleri ve sensörler kullanır. Trafik yoğunluğuna göre otobüs ve tramvayların güzergahlarını ve zamanlamalarını ayarlayarak, trafik sıkışıklığını azaltır ve toplu taşıma araçlarının daha hızlı hareket etmesini sağlar. Bu, toplu taşıma araçlarının güvenilirliğini artırır ve özel araç kullanımını azaltarak genel trafik yükünü hafifletir.
- **Enerji Verimliliği ve Çevresel Sürdürülebilirlik:** Toplu taşıma araçlarının yakıt tüketimini ve emisyonlarını azaltmak için enerji verimliliği stratejileri uygular. Elektrikli otobüsler ve hibrit araçlar gibi çevre dostu teknolojilerin entegrasyonu, hava kalitesini iyileştirir ve karbon ayak izini azaltır. Akıllı sistemler, rota optimizasyonu ve enerji yönetimi yoluyla yakıt tasarrufu sağlar ve çevresel sürdürülebilirliği destekler.
- **Güvenlik ve Acil Durum Müdahalesi:** Toplu taşıma araçlarının ve altyapısının güvenliğini artırır. Araç içi güvenlik kameraları, acil durum düğmeleri ve GPS takibi gibi

teknolojiler, yolcuların ve sürücülerin güvenliğini sağlar. Ayrıca, acil durumlarda hızlı müdahale ve koordinasyon sağlamak için yetkililere anında bilgi iletilir.

- **Kapsayıcılık ve Erişilebilirlik:** Toplu taşımanın herkes için erişilebilir olmasını sağlar. Engel durumuna sahip bireyler için özel hizmetler, bilgilendirme ekranları, sesli anons sistemleri ve mobil uygulamalar aracılığıyla sağlanan kolaylıklar, toplu taşımanın kapsayıcılığını artırır. Bu, yaşlılar ve engelliler dahil herkesin toplu taşımayı rahatça kullanabilmesini sağlar.
- **Veri Analitiği ve Planlama:** Toplu taşıma verilerini toplar ve analiz eder. Bu veriler, şehir planlamacıları ve ulaşım yöneticileri tarafından hizmetlerin iyileştirilmesi, kapasite artırımı ve yeni güzergahların belirlenmesi için kullanılır. Bu sayede toplu taşıma hizmetleri, kullanıcı ihtiyaçlarına daha iyi yanıt verecek şekilde sürekli olarak geliştirilebilir.
- **Maliyet Verimliliği:** Toplu taşıma operasyonlarının daha verimli yönetilmesini sağlar. Otomatik biletleme sistemleri, operasyonel maliyetleri azaltırken, yolcu sayısının ve gelirlerin doğru bir şekilde izlenmesine olanak tanır. Bu, toplu taşıma işletmelerinin maliyetlerini düşürmesine ve hizmet kalitesini artırmasına yardımcı olur.

Toplu ulaşım da AUS'nin entegrasyonu, şehirlerin ulaşım altyapısını çağdaşlaştırır ve sürdürülebilir kentsel gelişimi destekler. Bu sistemler, yolculara daha iyi hizmet sunarken, trafik sıkışıklığını azaltır, enerji verimliliğini artırır ve çevresel etkileri minimize eder.

Ulaşım bir ülkenin ekonomik gelişimi ve refahı için en önemli faktörlerden biridir ancak günümüzde ekonomik büyüme ve küreselleşmeye bağlı olarak hızla değişmektedir. Dünya nüfusu arttıkça tedarik zincirleri daha karmaşık hale geliyor ve lojistik sektörü gelişiyor, dolayısıyla malların taşınması için ulaştırma olan ihtiyaçta artmaktadır. Gerekli gereksinimler arasında kargo taşımacılığının güvenliğini sağlanması, olası ihtiyaçların müşterilere daha hızlı ulaştırılması, yolcu taşımacılığının iyileştirilmesi vb. yer almaktadır (Oral ve Kipkip, 2019).

Ulaşım diğer tüm faaliyetlerle etkileşim halindedir. Ulaştırma, kendine özgü yapısıyla bir yandan diğer faaliyetlerin gelişimini ve yapısını şekillendirirken, diğer yandan bu faaliyetlerin özelliklerine göre değişmektedir. Bu nedenle ulaşım insan yaşamında hem sosyal hem de ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır (Kurt, 2010).

2.5. TOPLU ULAŞIMIN BİREYLER VE DEVLETLER AÇISINDAN ÖNEMİ

Toplu ulaşımın bireyler ve devletler açısından önemi, kişisel yaşam kalitesini artıran ve toplumsal ve ekonomik gelişimi destekleyen çok yönlü bir sistem olarak büyük bir değer taşır. Buna göre bireyler açısından önemi aşağıda yer almaktadır.

- **Maliyet Tasarrufu:** Toplu taşıma, bireyler için ekonomik bir ulaşım seçeneği sunar. Yakıt, araç bakımı, sigorta ve park yeri gibi masraflardan tasarruf edilmesini sağlar. Bu, özellikle düşük gelirli bireyler için önemli bir avantajdır.
- **Erişilebilirlik:** Toplu taşıma, yaşlılar, engelliler, öğrenciler ve özel aracı olmayan kişiler için kritik bir ulaşım kaynağıdır. Toplu taşıma sistemleri, bu grupların günlük yaşam aktivitelerine katılımını kolaylaştırarak toplumsal bütünleşmeyi teşvik eder.
- **Konfor ve Güvenlik:** Toplu taşıma araçları genellikle modern ve konforludur. Ayrıca, toplu taşıma, gece geç saatlerde seyahat edenler için daha güvenli bir seçenek sunar ve trafik kazalarından korunmaya yardımcı olur.
- **Zaman Yönetimi:** Toplu taşıma, trafiğe takılmadan belirli güzergahlarda hızlı ve zamanında hareket eder. Özellikle yoğun şehir merkezlerinde trafik sıkışıklığını aşmanın en etkili yoludur.
- **Çevresel Farkındalık ve Sürdürülebilirlik:** Toplu taşıma kullanarak, bireyler karbon ayak izlerini azaltabilir ve çevreye daha duyarlı bir yaşam tarzını benimseyebilirler. Bu, toplumsal çevre bilincini artırır ve sürdürülebilir bir gelecek için katkıda bulunur.

Toplu ulaşımın devletler açısından önemi;

- **Ekonomik Verimlilik ve Kalkınma:** Etkili bir toplu taşıma sistemi, ekonomik büyümeyi teşvik eder. İş gücü piyasasına erişimi kolaylaştırarak işsizlik oranlarını düşürür ve ekonomik faaliyetleri artırır. Ayrıca, toplu taşıma altyapısına yapılan yatırımlar, inşaat ve mühendislik sektörlerinde iş fırsatları yaratır.
- **Trafik Yönetimi ve Azaltılması:** Toplu taşıma, şehirlerde trafik sıkışıklığını azaltarak ulaşım ağlarının verimliliğini artırır. Bu, yolların bakım maliyetlerini düşürür ve trafik kazalarını azaltır, böylece sağlık sistemleri üzerindeki yükü hafifletir.
- **Çevresel Sürdürülebilirlik:** Toplu taşıma, özel araçlara kıyasla daha az enerji tüketir ve daha az karbon emisyonu üretir. Bu, devletlerin ulusal ve uluslararası çevre hedeflerine ulaşmasına yardımcı olur ve hava kalitesini iyileştirir.

- **Kentsel Planlama ve Gelişim:** Toplu taşıma sistemleri, şehirlerin planlı ve organize bir şekilde büyümesini sağlar. Ulaşım hatları etrafında yoğun ve karma kullanımlı alanlar yaratılır, bu da şehirlerin daha sürdürülebilir ve yaşanabilir olmasını sağlar.
- **Toplumsal Eşitlik ve Adalet:** Toplu taşıma, herkesin eşit erişime sahip olduğu bir hizmet sunar. Bu, sosyal adaleti ve toplumsal bütünleşmeyi teşvik eder. Özellikle düşük gelirli ve dezavantajlı grupların topluma tam katılımını sağlar.
- **Ulusal Güvenlik ve Acil Durum Yönetimi:** Toplu taşıma sistemleri, acil durumlarda ve doğal afetlerde kritik bir rol oynar. İnsanların hızlı ve güvenli bir şekilde tahliye edilmesini sağlar. Ayrıca, enerji güvenliği açısından da toplu taşıma sistemlerinin etkin kullanımı önemlidir.

Toplu ulaşımın bireyler ve devletler açısından taşıdığı bu çok yönlü önem, modern toplumların sürdürülebilir, verimli ve adil bir şekilde gelişmesi için önemli olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, toplu taşıma sistemlerinin sürekli olarak geliştirilmesi ve iyileştirilmesi hem bireysel yaşam kalitesini artırmak hem de toplumsal refahı sağlamak için kritik bir öneme sahiptir.

2.6. TOPLU ULAŞIM VE ULAŞTIRMA SEKTÖRÜ

Toplu ulaşım ve ulaştırma sektörü, geniş bir istihdam oluşturma potansiyeline sahiptir. Bu potansiyel, sektörün çok yönlü yapısından ve çeşitli alanlarda ihtiyaç duyulan geniş iş gücünden kaynaklanmaktadır.

Toplu taşıma sektörü, doğrudan istihdam yaratan birçok farklı pozisyon içerir. Bu pozisyonlar arasında şoförler, makinistler, bilet kontrolörleri, bakım teknisyenleri ve temizlik personeli gibi görevler yer alır. Bu roller, toplu taşıma sistemlerinin günlük işletimi ve bakımı için kritik öneme sahiptir. Örneğin, büyük şehirlerdeki otobüs, tren, tramvay ve metro sistemlerinin işletilmesi binlerce sürücü ve makinistin istihdam edilmesini gerektirir.

Toplu taşıma sektörü, doğrudan istihdamın yanı sıra dolaylı olarak da geniş bir iş gücü oluşturur. Toplu taşıma araçlarının üretimi, bakımı ve onarımı için gerekli olan parça ve malzemelerin temin edilmesi, birçok endüstriyel ve ticari faaliyet gerektirir. Bu, otomotiv sanayii, elektrik ve elektronik mühendisliği, metalurji ve imalat gibi sektörlerde iş fırsatları yaratır. Ayrıca, toplu taşıma projelerinin planlanması ve inşası sırasında mühendislik, mimarlık, inşaat ve proje yönetimi gibi alanlarda da istihdam artışı gözlemlenir.

Toplu taşıma sistemlerinin etkin bir şekilde çalışması, çeşitli destek hizmetlerini gerektirir. Bu hizmetler arasında güvenlik personeli, bilgi teknolojisi uzmanları, müşteri hizmetleri

temsilcileri ve yönetim kadrosu bulunur. Ayrıca, toplu taşıma istasyonları ve terminalleri çevresinde gelişen ticari alanlar (örneğin, mağazalar, kafeler ve restoranlar) da ek istihdam yaratır. Bu tür ticari faaliyetler, toplu taşıma kullanıcılarının ihtiyaçlarını karşılamak için geniş bir iş gücü gerektirir.

Toplu taşıma projeleri, bölgesel ekonomik kalkınmayı teşvik eder ve yerel istihdam olanaklarını artırır. Yeni ulaşım hatlarının inşası, özellikle büyük projelerde, yerel ekonomilere önemli bir mali enjeksiyon sağlar. İnşaat aşamasında binlerce işçi istihdam edilirken, proje tamamlandıktan sonra da kalıcı işler yaratılır. Bu, yerel işletmelerin büyümesine ve yeni iş olanaklarının ortaya çıkmasına yardımcı olur.

Toplu taşıma sektörü, uzun vadeli kariyer fırsatları sunar ve çalışanlarına sürekli eğitim ve gelişim olanakları sağlar. Bu, iş gücünün yeteneklerini geliştirmesine ve kariyerlerinde ilerlemelerine olanak tanır. Toplu taşıma işletmeleri, çalışanlarına güvenli sürüş teknikleri, müşteri hizmetleri, teknik bakım ve acil durum yönetimi gibi konularda eğitimler sunar. Bu eğitimler, çalışanların mesleki becerilerini artırır ve sektörde uzun vadeli istihdam sağlamalarını kolaylaştırır.

Toplu taşıma sektörünün istihdam yaratma potansiyeli, sosyal ve ekonomik etkileri de beraberinde getirir. Geniş istihdam olanakları, gelir dağılımında adaletin sağlanmasına ve ekonomik eşitsizliklerin azaltılmasına katkıda bulunur. Ayrıca, toplu taşıma sektöründe çalışan bireyler, yerel ekonomilere katkıda bulunarak toplumsal refahı artırır. Bu, toplu taşıma hizmetlerinin kalitesini ve erişilebilirliğini artırarak toplulukların yaşam kalitesini yükseltir.

Toplu ulaşım ve ulaştırma sektörü, doğrudan ve dolaylı istihdam olanakları yaratma kapasitesi ile ekonomik kalkınmaya ve toplumsal refaha önemli katkılarda bulunur. Bu sektör, hem geniş çapta istihdam sağlar hem de bireylerin mesleki gelişimlerine ve kariyerlerine uzun vadeli katkılar sunar. Bu nedenle, toplu taşıma yatırımlarının ve projelerinin desteklenmesi, sürdürülebilir ekonomik büyüme ve sosyal kalkınma açısından büyük önem taşır.

İnsanlar doğal olarak en iyi yaşam koşullarını arzu ederler. Bu nedenle, yaşamın zor olduğu bölgelerden daha iyi fırsatlar sunan yerlere doğru hareket ederler. Üretilen mal ve hizmetlere erişim, çalışanların emeğinin karşılığını daha iyi aldığı yerler, girişimciler için fırsatlar, daha güvenli, sağlıklı ve huzurlu bir yaşam sürme arzusu, bireylerin ulaşım ihtiyaçlarını belirlemektedir (Kurt, 2010).

2.7. TOPLU ULAŞIM SİSTEMİNDE TAKSİNİN YERİ VE ÖNEMİ

İstanbul'da toplu ulaşım sistemi içinde taksiler, bireysel ve hızlı bir ulaşım seçeneği olarak önemli bir rol oynarlar. İstanbul'un büyüklüğü, karmaşık coğrafi yapısı ve yüksek nüfusu göz önüne alındığında, taksiler şehir içi ulaşımın önemli bir parçasını oluşturur. İstanbul'da taksilerin yeri ve önemi aşağıdaki gibi maddeler halinde ele alınmıştır.

- **Esnek Hizmet Sağlama:** Taksiler, İstanbul'un geniş ve karmaşık coğrafi yapısında esnek bir ulaşım hizmeti sunarlar. Özellikle dar sokaklara, gecekondu bölgelerine veya belirli noktalara ulaşmak için toplu ulaşım araçlarına kıyasla daha fazla esneklik sunarlar.
- **Toplu Ulaşım Sistemini Tamamlayıcı Rol:** Toplu ulaşım ağları geniş bir coğrafi alanı kapsasa da taksiler bu ağın ulaşamadığı yerlere ulaşmak için kullanılır. Toplu ulaşım sistemlerinden alınan ve daha belirli bir bölgeye yönlendirilen taksiler, bu sistemi tamamlayıcı bir rol oynarlar.
- **Acil Durum ve Hızlı Ulaşım:** İstanbul'da taksiler, acil durumlar veya zamanın kritik olduğu durumlar için hızlı bir ulaşım seçeneği sunarlar. Trafiğin sıkışık olduğu durumlarda dahi, taksi kullanmak yolculara hızlı ve doğrudan bir ulaşım imkânı sağlar.
- **Konforlu ve Kişisel Ulaşım Seçeneği:** Taksiler, yolculara kişisel ve konforlu bir ulaşım deneyimi sunar. Belirli bir rotaya bağlı olmadan, kişisel ihtiyaçlara ve tercihlere daha iyi cevap verebilirler.
- **Gece ve Erken Saatlerde Hizmet:** Toplu ulaşım araçlarının belirli saatlerde hizmet vermediği veya sınırlı hizmet verdiği durumlarda, taksiler gece ve erken saatlerde de hizmet sunarak, ulaşımın devamlılığını sağlarlar.

Taksilerin trafikte oluşturduğu yoğunluk, çevresel etkiler, araç içerisinde yaşanan adli vakalar, kaba hareketler ve rekabet gibi konularda bazı zorluklar da olabilmektedir. Şehirdeki ulaşımın sürdürülebilirliği, taksilerin yanı sıra toplu ulaşım, bisiklet, yaya ulaşımı gibi alternatif ulaşım modlarının da düşünülmesini gerektirirken güncel taksi sistemi sorunlarına çözüm getiren AUS teknolojilerinin kullanımını teşvik etmektedir. Bu nedenle, İstanbul'da ulaşım stratejileri, taksilerin AUS teknolojilerine entegre olmuş, tüm ulaşım modlarını dengeli bir şekilde entegre etmeye odaklandığı görülmektedir.

2.8. DÜNYA METROPOLLERİNDE TAKSİ

Dünyanın gelişmiş mega kentlerinde taksi kullanımı, ulaşımın önemli bir bileşeni haline gelmiştir. Dünya genelinde, özellikle büyük şehirlerde, taksi hizmetleri yaygın olarak tercih edilmektedir. Çalışmamızın bu kısmında, gelişmiş mega kentlerden örneklerle taksi kullanımının durumu incelenecek, ayrıca dolmuş ile taşımacılığın neden gelişmiş ülkelerde yaygın olmadığı ve toplu taşıma sistemlerinin önemli bir bileşeni olan taksi hizmetlerinin neden vurgulanması gerektiği üzerinde durulacaktır. Ayrıca, yapay zekâ ve Internet of Things (IoT) sistemlerinin taksi hizmetlerindeki rolü de ele alınacaktır.

Tokyo, New York, Londra, Paris, Pekin, Moskova, Mumbai ve İstanbul gibi dünyanın gelişmiş mega şehirlerinde taksi kullanımı oldukça yaygındır. Bu şehirler, genellikle nüfus yoğunluğunun ve trafik sıkışıklığının yüksek olduğu yerlerdir. Toplu ulaşım sistemleri bu yoğunluğu hafifletmek için önemli olsa da, bireylerin hızlı ve konforlu bir şekilde istedikleri yere ulaşmak için taksi tercih etmeleri yaygındır. Ayrıca, turistlerin ve iş seyahati yapanların kolayca kullanabileceği bir ulaşım aracı olması da taksi kullanımını artıran etkenlerden biridir.

Gelişmiş mega kentlerdeki taksi sayıları oldukça yüksektir. Bu şehirlerde yoğun nüfus ve sürekli hareketlilik, taksi talebini artırır ve bu da taksi sayısının artmasını sağlar. Örneğin, 2020 yılı dünyadaki taksi sayıları, aşağıdaki gibidir:

- Tokyo, Japonya: Tokyo'da yaklaşık 50 000 taksi hizmet vermektedir (Tokyo Metropolitan Government, 2020).
- New York City, ABD: Şehirde yaklaşık 13 587 sarı taksi faaliyet göstermektedir (New York City Taxi and Limousine Commission. 2020).
- Londra, Birleşik Krallık: Yaklaşık 21 000 siyah taksi bulunmaktadır (Transport for London, 2020).
- Moskova, Rusya: Yaklaşık 50 000 taksi bulunmaktadır (Moscow Department of Transport, 2020).
- Mumbai, Hindistan: Yaklaşık 58 000 taksi bulunmaktadır (Brihanmumbai Electric Supply and Transport (BEST), 2020).
- Pekin, Çin: Şehirde yaklaşık 66,000 taksi bulunmaktadır (Beijing Transport Institute, 2020).
- İstanbul, Türkiye: yaklaşık 17 395 taksi bulunmaktadır (Istanbul Chamber of Commerce, 2020).

- Paris, Fransa: Yaklaşık olarak 15.000 taksi bulunmaktadır (Taxi, Ride-Sourcing and Ride-Sharing Service).

Bununla birlikte, taksi hizmetlerinin fazla olmasının nedeni, bireylerin hızlı ve konforlu bir şekilde ulaşım sağlamak istemeleridir. Gelişmiş ülkelerdeki şehirler genellikle yoğun trafiğe sahiptir ve bireylerin zamanlarını verimli bir şekilde kullanmalarını sağlayan taksi hizmetleri bu durumda önemli bir rol oynar. Ayrıca, taksi hizmetlerinin yaygın olması, acil durumlarda veya gece geç saatlerde ulaşım sağlama ihtiyacını da karşılar.

Gelişmiş ülkelerde minibüs, dolmuş ile taşımacılık yaygın değildir. Gelişmiş ülkelerde toplu taşıma sistemleri daha gelişmiş ve yaygındır. Otobüs, metro, tramvay gibi toplu taşıma araçları, bireylerin kolayca ve uygun maliyetle seyahat etmesini sağlar. Dolmuş gibi araçlar genellikle daha düşük gelirli bölgelerde veya kırsal alanlarda tercih edilir. Ayrıca, gelişmiş ülkelerde genellikle kişisel araç sahipliği daha yaygındır ve bireyler kendi araçlarıyla seyahat etmeyi tercih ederler.

2.9. TOPLU ULAŞIMIN EN KÜÇÜK VE ETKİLİ BİLEŞENİ: TAKSİ

Toplu ulaşımın en küçük ve etkili bileşeni olarak taksiler, şehir içi ulaşımın vazgeçilmez bir parçasıdır. Taksiler, esneklikleri, erişilebilirlikleri ve sundukları kişiselleştirilmiş hizmetler ile toplu taşıma sistemlerinin önemli bir tamamlayıcısıdır.

- **Erişilebilirlik ve Esneklik:** Kapıdan kapıya hizmet sunarak yolculara yüksek düzeyde erişilebilirlik ve esneklik sağlar. Özellikle acil durumlarda, gece geç saatlerde veya toplu taşıma araçlarının sefer yapmadığı zamanlarda taksiler, hızlı ve güvenilir bir ulaşım seçeneği sunar. Bu özellikleri sayesinde, taksiler toplu taşıma sistemlerinin eksik kaldığı yerlerde önemli bir boşluğu doldurur.
- **Kısa Mesafe Ulaşımı:** Kısa mesafeli yolculuklar için ideal bir ulaşım aracıdır. Şehir içinde kısa mesafelerde otobüs veya tren beklemek yerine, taksi kullanmak hem zaman tasarrufu sağlar hem de konforlu bir ulaşım imkanı (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022) sunar. Şehir içi ulaşımı daha verimli hale getirir ve yolcuların hedeflerine hızlıca ulaşmalarını sağlar.
- **Havaalanı ve Otel Transferleri:** Taksiler, havaalanı ve otel transferlerinde yaygın olarak kullanılır. Yolcuların bagajlarıyla birlikte kolayca seyahat etmelerini sağlar ve genellikle toplu taşıma ile ulaşımın zor olduğu saatlerde hizmet verir. Bu transfer hizmetleri, turizm sektörünün önemli bir parçasıdır ve şehirlerin turistik cazibesini artırır.

- **Özel İhtiyaçlara Uygun Hizmetler:** Taksiler, yaşlılar, engelliler ve özel ihtiyaçları olan bireyler için kişiselleştirilmiş ulaşım hizmetleri sunar. Özel donanımlı taksiler, tekerlekli sandalye kullanıcıları ve diğer engelli bireylerin rahatça seyahat etmelerine olanak tanır. Bu hizmetler, toplu taşıma sistemlerinin herkes için erişilebilir olmasını sağlar ve sosyal adaleti destekler.
- **İstihdam Yaratma:** Taksi sektörü, sürücüler ve destek personeli için geniş istihdam olanakları yaratır. Ayrıca, taksi hizmetlerinin yönetimi, bakımı ve operasyonel süreçleri de ek istihdam fırsatları sağlar. Bu, yerel ekonomiye katkıda bulunur ve toplumsal refahı artırır.
- **Teknolojik Entegrasyon ve Akıllı Ulaşım Sistemleri:** Son yıllarda taksi hizmetleri, teknoloji ile entegrasyon yoluyla önemli ölçüde gelişmiştir. Akıllı telefon uygulamaları ve GPS tabanlı sistemler, yolcuların taksi çağırmasını, sürücülerin konumunu takip etmesini ve ödeme yapmasını kolaylaştırır. Bu yenilikler, taksi hizmetlerinin daha verimli ve kullanıcı dostu olmasını sağlar.
- **Trafik ve Çevresel Etkiler:** Taksiler, özel araç sahipliğini azaltarak trafik sıkışıklığını ve çevresel etkileri azaltmaya yardımcı olabilir. Şehirlerdeki taksi filolarının elektrikli veya hibrit araçlarla yenilenmesi, karbon emisyonlarını düşürür ve hava kalitesini iyileştirir. Bu da sürdürülebilir şehirleşme ve çevre koruma hedeflerine katkı sağlar.
- **Ekonomik Katkı ve Vergi Gelirleri:** Taksi hizmetleri, şehir ekonomisine önemli bir katkı sağlar. Taksi işletmeleri ve sürücüler, lisans ücretleri, vergiler ve diğer harçlarla kamu gelirlerine katkıda bulunur. Bu gelirler, şehirlerin toplu taşıma altyapısının geliştirilmesine ve kamu hizmetlerinin iyileştirilmesine yardımcı olur.
- **Güvenlik ve Denetim:** Lisanslı taksi hizmetleri, belirli güvenlik ve hizmet standartlarına tabidir. Bu, yolcuların güvenli bir şekilde seyahat etmelerini sağlar ve sürücülerin mesleki sorumluluklarını yerine getirmelerini teşvik eder. Ayrıca, taksi hizmetlerinin denetlenmesi, hizmet kalitesinin yüksek tutulmasına ve yolcu memnuniyetinin artırılmasına yardımcı olur.

Taksiler toplu ulaşım sistemlerinin en küçük ama en etkili bileşenlerinden biridir. Erişilebilirlik, esneklik, kişiselleştirilmiş hizmetler ve teknolojik yeniliklerle desteklenen taksiler, modern şehirlerde hem bireyler hem de genel toplum için vazgeçilmez bir ulaşım seçeneği sunar. Bu nedenle, taksi hizmetlerinin sürekli olarak geliştirilmesi ve entegrasyonunun sağlanması, şehirlerin ulaşım sistemlerinin daha verimli ve sürdürülebilir olmasına önemli katkılar sağlar.

3. TOPLU ULAŞIMDA KULLANILAN AUS TEKNOLOJİLERİ

Toplu ulaşım, günümüz şehirlerinde sürdürülebilir ve verimli bir ulaşım sistemi olarak önemini giderek artırmakta ve toplu taşımanın etkin yönetimi, kullanımı ve geliştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. AUS, çeşitli teknolojik bileşenlerin entegrasyonu ile sağlanan yenilikçi çözümler sunar. Bu çözümler arasında akıllı kart entegrasyonu, yolcu bilgilendirme sistemleri, gerçek zamanlı araç takip sistemleri, trafik sinyalizasyonu ve yönetimi, seyahat planlama uygulamaları ve elektronik ödeme sistemleri gibi çeşitli bileşenler bulunur. AUS, toplu taşıma araçlarının ve altyapısının verimliliğini artırarak seyahat deneyimini iyileştirir, trafik sıkışıklığını azaltır, karbon emisyonlarını düşürür ve ulaşımın daha güvenli ve erişilebilir olmasını sağlar. Bu nedenle, toplu ulaşımın akıllı teknolojilerle entegrasyonu, şehirlerin sürdürülebilir ve akıllı ulaşım hedeflerine ulaşmasına yardımcı olur.

3.1. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİNİN AVANTAJLARI

AUS, toplu taşıma yönetiminde ve işletiminde çok sayıda kazanımlar sağlamaktadır. Bunlar aşağıdaki gibidir;

- **Trafik Yönetimi ve Optimize Edilmiş Rotalar:** Trafik akışını izleyebilir ve yönetebilir, böylece trafik sıkışıklığını azaltabilir ve seyahat sürelerini kısaltabilir. Gerçek zamanlı trafik verileri kullanılarak, alternatif rotalar önerilebilir ve trafik kazaları veya yol çalışmaları gibi beklenmedik durumlarla başa çıkılabilir.
- **Yolcu Bilgilendirme ve Güvenliği:** Yolcuları seyahatleri hakkında bilgilendirebilir ve güzergahlar hakkında gerçek zamanlı bilgiler sunabilir. Ayrıca, acil durumlar veya olaylar sırasında hızlı bir şekilde bilgilendirme yaparak yolcu güvenliğini artırabilir.
- **Akıllı Bilet ve Ödeme Sistemleri:** Yolcuların seyahat ederken kolayca ödeme yapmalarını sağlayan akıllı bilet ve ödeme sistemleri, toplu taşımanın erişilebilirliğini artırır ve seyahat deneyimini iyileştirir. Bu sistemler, nakit para taşıma ihtiyacını azaltır ve daha hızlı ve verimli bir ödeme süreci sağlar.
- **Enerji ve Çevre Verimliliği:** Araçların daha verimli bir şekilde hareket etmesini sağlayarak enerji tüketimini azaltabilir ve çevresel etkileri en aza indirebilir. Bu, sera gazı emisyonlarını azaltmaya ve şehirlerin çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasına yardımcı olabilir.

- **Veri Toplama ve Analizi:** Çeşitli veri kaynaklarından büyük miktarda veri toplayabilir ve analiz edebilir. Bu veriler, trafik akışını izlemek, seyahat talebini tahmin etmek ve operasyonel kararlar almak için kullanılabilir. Veriye dayalı kararlar, toplu taşıma sistemlerinin daha etkili bir şekilde yönetilmesine ve optimize edilmesine olanak tanır.
- **Planlama ve Kaynak Yönetimi:** AUS'un toplu taşıma işlemlerini daha iyi planlamak ve kaynakları daha etkin bir şekilde kullanmak için kullanılabilir. Gerçek zamanlı veri analizi ve yolcu talebi tahmini sayesinde, servis süreleri daha iyi ayarlanabilir, araç dağıtımı optimize edilebilir ve bakım zamanlaması daha verimli bir şekilde planlanabilir. Böylece araçların ve altyapının kullanılabilirliği artırılabilir. Bu sayede, toplu taşıma hizmetlerinin kalitesi ve verimliliği artar, yolcuların bekleme süreleri azalır ve hizmetin genel performansı iyileştirilir.
- **Toplumun Katılımını Artırma:** Topluluk üyelerinin toplu taşıma hizmetlerine daha fazla katılımını teşvik edebilir. Yolcuların geri bildirimleri ve kullanım verileri, hizmetlerin daha iyi şekilde şekillendirilmesine ve yerel ihtiyaçlara daha iyi yanıt verilmesine olanak tanır.
- **Ekonomik Gelişmeyi Destekleme:** Toplu taşıma hizmetlerine yapılan yatırımların geri dönüşünü artırabilir ve ulaşım sektöründe yeni iş olanakları yaratabilir. Ayrıca, daha etkin bir ulaşım ağı, ticaretin ve ekonomik aktivitenin artmasına katkıda bulunabilir.

AUS'un bu kazanımları, şehirlerin ulaşım altyapısını modernize etmek ve geleceğe hazırlamak için önemli bir araçtır. Bu sistemlerin etkin bir şekilde uygulanması, şehirlerin daha sürdürülebilir, verimli ve güvenli bir ulaşım ortamı sağlamasına yardımcı olabilir.

3.2. TOPLU ULAŞIM SİSTEMLERİNDE KULLANILAN AUS TEKNOLOJİLERİ

Toplu ulaşım sistemlerinde kullanılan AUS teknolojileri, şehirlerin ulaşım altyapısını modernize etmek ve yönetimini optimize etmek için çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Bu teknolojiler, yolcuların seyahat deneyimini iyileştirmek, trafik akışını optimize etmek, güvenliği artırmak ve operasyonel verimliliği artırmak gibi hedeflere hizmet eder. Toplu ulaşım sistemlerinde kullanılan AUS teknolojileri;

- **Gerçek Zamanlı Yolcu Bilgilendirme Sistemleri:** Akıllı ulaşım sistemleri, yolculara gerçek zamanlı olarak güzergâh bilgisi, varış süresi tahmini, güzergâh değişiklikleri ve diğer önemli bilgileri sağlayarak seyahat deneyimini iyileştirir.

- **Ödeme ve Bilet Sistemleri:** Akıllı kartlar, temassız ödeme sistemleri ve mobil uygulamalar aracılığıyla bilet satın almayı ve ödemeyi kolaylaştırır. Bu sistemler, hızlı geçiş ve daha az bekleme süresi sağlayarak yolcuların seyahatlerini daha verimli hale getirir.
- **Araç Takip ve Konum Belirleme Sistemleri:** GPS tabanlı araç takip sistemleri, toplu taşıma araçlarının konumunu gerçek zamanlı olarak izleyerek operasyonel verimliliği artırır ve servis frekanslarının optimize edilmesine yardımcı olur.
- **Trafik Yönetimi ve Kontrol Sistemleri:** Akıllı trafik sinyali kontrol sistemleri ve trafik akışı yönetim yazılımları, trafik akışını optimize ederek trafik sıkışıklığını azaltır ve toplu taşıma araçlarının daha hızlı ve güvenli bir şekilde seyahat etmesini sağlar.
- **Güvenlik ve Acil Durum Yönetimi Sistemleri:** Güvenlik kameraları, acil durum alarm sistemleri ve acil durum iletişim sistemleri gibi özellikleri entegre ederek güvenliği artırır ve acil durumlarda hızlı müdahale imkânı sağlar.
- **Veri Analizi ve Tahmin Yazılımları:** Büyük veri analizi ve yapay zekâ tabanlı tahmin yazılımları, toplu taşıma operasyonlarını optimize etmek için kullanılır. Bu yazılımlar, yolcu talebi tahmini, trafik akışı analizi ve rotalama optimizasyonu gibi alanlarda önemli bir rol oynar.

Toplu ulaşım sistemlerinde kullanılan bu AUS teknolojileri, şehirlerin sürdürülebilirliğini artırır, trafik sıkışıklığını azaltır ve toplu taşıma hizmetlerinin kalitesini iyileştirir. Bu nedenle, şehirlerin bu teknolojilere yatırım yapması ve entegrasyonunu sağlaması önemlidir.

Toplu taşıma sistemlerinde teknolojik gelişmelerin faydaları şunlardır:

- **Verimlilik artışı:** Teknolojik gelişmeler, toplu taşıma sistemlerinin daha verimli bir şekilde çalışmasını sağlar. Araç içi bilgilendirme sistemleri, yolcuların araç değiştirmesini ve bekleme süresini azaltarak verimliliği artırır. Elektronik bilet sistemleri, bilet satış ve tahsilat işlemlerini hızlandırarak verimliliği artırır. AUS, rota planlamasını ve koordinasyonu iyileştirerek verimliliği artırır. Otonom ulaşım teknolojileri, insan hatasını ortadan kaldırarak verimliliği artırır.
- **Erişilebilirliğe olumlu katkı:** Teknolojik gelişmeler, toplu taşıma sistemlerinin daha erişilebilir hale gelmesini sağlar. Akıllı duraklar, görme engellilere ve işitme engellilere yönelik bilgilendirme sistemleri, toplu taşımayı daha erişilebilir hale getirir. Mobil uygulamalar ve web siteleri, engelli yolcuların seyahat planlamasını kolaylaştırarak erişilebilirliği artırır.

- Kullanıcı dostu tasarım: Teknolojik gelişmeler, toplu taşıma sistemlerinin daha kullanıcı dostu bir tasarıma sahip olmasını sağlar. Araç içi bilgilendirme sistemleri, yolcuların gidecekleri yere daha kolay ulaşmasını sağlar. Akıllı duraklar, yolcuların bekleme süresini daha keyifli hale getirir. Mobil uygulamalar ve web siteleri, yolcuların seyahat planlamasını daha kolay ve hızlı hale getirir.

Toplu taşıma sistemlerinde gelecekteki teknolojik gelişmelerin belirli başlı eğilimleri, şehirlerin daha akıllı, daha verimli ve daha sürdürülebilir hale gelmesine yönelik önemli adımları içermektedir. Bu eğilimler, entegre ulaşım modları, kişiselleştirilmiş hizmetler ve sürdürülebilir çözümler üzerine yoğunlaşmaktadır.

- Daha Fazla Entegrasyon: Gelecekte toplu taşıma sistemlerinde en önemli trendlerden biri, farklı ulaşım modlarının daha fazla entegre olmasıdır. Bisiklet paylaşım sistemleri, elektrikli skuterler ve paylaşımlı araçlar gibi yeni ulaşım seçeneklerinin toplu taşıma ağlarına entegrasyonu, kullanıcıların ulaşım seçeneklerini çeşitlendirir ve yolculukları daha verimli hale getirir. Bu tür bir entegrasyon, yolcuların bir ulaşım modundan diğerine kolay ve hızlı bir şekilde geçiş yapabilmesini sağlar. Örneğin, akıllı telefon uygulamaları üzerinden tüm ulaşım modlarını kapsayan entegre biletleme ve rota planlama hizmetleri sunulması, kullanıcı deneyimini büyük ölçüde iyileştirebilir (Vuchic, 2007).
- Daha Fazla Kişiselleştirme: Toplu taşıma sistemlerinde kişiselleştirilmiş hizmetler sunulması, yolcuların ihtiyaçlarını daha iyi karşılamayı hedefleyen bir diğer önemli eğilimdir. Yolcuların seyahat alışkanlıkları ve tercihleri doğrultusunda rotaların ve servis frekanslarının dinamik bir şekilde ayarlanması mümkündür. Bu, büyük veri analitiği ve yapay zeka teknolojileri kullanılarak gerçekleştirilebilir. Örneğin, yolcu yoğunluğu ve talep verilerini analiz ederek belirli saatlerde ek seferler düzenlemek veya düşük talep dönemlerinde kaynakları başka alanlara yönlendirmek, hizmet kalitesini artırır ve yolcu memnuniyetini sağlar (Ceder, 2016).
- Daha Fazla Sürdürülebilirlik: Sürdürülebilirlik, toplu taşıma sistemlerinin gelecekteki gelişiminde kritik bir rol oynayacaktır. Elektrikli araçlar, otonom ulaşım teknolojileri ve yenilenebilir enerji kaynakları, toplu taşıma sistemlerinin çevresel etkilerini azaltmada önemli fırsatlar sunar. Elektrikli otobüsler ve trenler, fosil yakıt kullanımını minimize ederek karbon emisyonlarını düşürür. Ayrıca, otonom araç teknolojileri, enerji verimliliğini artırarak trafik akışını optimize eder ve insan kaynaklı hataları azaltır (Litman, 2017). Yeni enerji kaynakları ve teknolojilerinin kullanımı, toplu taşıma sistemlerinin daha

evre dostu hale gelmesini sağlayarak sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasına katkıda bulunur (Banister, 2008).

Toplu taşıma sistemlerinde teknolojik gelişmeler, bu sistemlerin daha verimli, erişilebilir ve kullanıcı dostu hale gelmesine olanak tanımaktadır. Teknolojik gelişmelerin takip edilmesi ve toplu taşıma sistemlerine entegre edilmesi, şehirlerin daha yaşanabilir ve sürdürülebilir olması için önemlidir. İşte bu nedenlerle çalışmanın bu kısmında AUS ve teknolojik gelişmeler incelenerek irdelenecektir.

3.3. AKILLI ULAşIM SİSTEMLERİ VE TEKNOLOJİK GELİşMELERİN İNCELENMESİ

AUS, teknolojik gelişmelerin toplu taşıma sektörüne getirdiği önemli yeniliklerden biridir. Bu sistemler, bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımıyla, toplu taşıma hizmetlerinin yönetimini, işletilmesini ve kullanıcı deneyimini geliştirmeyi amaçlar. Son yıllarda, AUS’da teknolojik gelişmeler, toplu taşıma sektörünü daha güvenli, verimli ve sürdürülebilir hale getirmiştir. GPS tabanlı konum belirleme sistemleri, gerçek zamanlı yolcu bilgilendirme sistemleri, akıllı bilet ve ödeme sistemleri, araç takip ve rota planlama yazılımları gibi birçok yenilikçi çözüm, toplu taşıma hizmetlerinin kalitesini artırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu alışmada, AUS ve teknolojik gelişmelerin toplu taşıma sektöründeki rolü, önemi ve etkileri detaylı bir şekilde incelenecektir. Bu analiz, toplu taşıma hizmetlerinin gelecekteki yönelimlerini belirlemede ve daha akıllı ve sürdürülebilir ulaşım sistemleri oluşturulmasına katkı sağlamada önemli bir referans noktası olacaktır.

3.3.1. Akıllı Ulaşım Sistemleri

AUS, sensörler, telekomünikasyon ve bilgi sistemlerini kullanarak toplu ulaşım sistemlerini daha verimli, erişilebilir ve kullanıcı dostu hale getirmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır. AUS teknolojileri bu bakımdan, toplu ulaşımı daha yaşanabilir ve sürdürülebilir hale getirme potansiyeline sahip olurken şehir yaşamına faydaları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Sürdürülebilirlik: AUS, toplu ulaşım sistemlerinin daha sürdürülebilir hale gelmesine yardımcı olabilir. Elektrikli araçlar, otonom ulaşım teknolojileri ve yeni enerji kaynakları gibi teknolojiler, toplu ulaşım sistemlerinin çevresel etkilerini azaltmaya yardımcı olacaktır.

- Erişilebilirlik: AUS, toplu ulaşım sistemlerinin daha erişilebilir hale gelmesine yardımcı olabilir. Engelli yolcular için özelleştirilmiş hizmetler sunarak, AUS'lar şehirlerin daha kapsayıcı ve erişilebilir hale gelmesine yardımcı olabilir.
- Ekonomik büyüme: AUS, şehirlerin ekonomik büyümesine katkıda bulunabilir. Toplu ulaşım sistemlerinin daha verimli ve erişilebilir hale gelmesi, şehirlerde daha fazla iş ve yatırımın oluşmasına yardımcı olabilir. Akıllı Ulaşım Sistemlerinde Sensör Teknolojileri
AUS'larda kullanılan sensör teknolojileri, toplu taşıma sistemlerinin daha verimli, erişilebilir ve kullanıcı dostu hale gelmesi için önemli bir rol oynamaktadır. Sensörler, toplu taşıma araçlarının ve yolcuların konumlarını, hızlarını, yönlerini ve diğer özelliklerini gerçek zamanlı olarak takip etmek için kullanılır. Bu bilgiler, toplu taşıma sistemlerinin daha etkin bir şekilde yönetilmesine, yolcuların daha iyi bilgilendirilmesine ve seyahat planlamasının kolaylaştırılmasına yardımcı olur.

I. Akıllı Ulaşım Sistemlerinde Kullanılan Sensör Teknolojileri

AUS kullanılan sensör teknolojileri, çeşitli amaçlar için tasarlanmış çeşitli sensörleri içerir. Bu sensörler, çevresel koşulları izlemek, veri toplamak, yolcuları ve araçları izlemek ve bir dizi diğer görevi yerine getirmek için kullanılır.

GPS (Küresel Konum Belirleme Sistemi) Sensörleri: GPS sensörleri, araçların ve yolcuların konumunu belirlemek için kullanılır. Bu sensörler, araçların gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlar ve navigasyon sistemlerine yol tarifi için konum bilgileri sağlar.

Hız ve Hareket Sensörleri: Hız ve hareket sensörleri, araçların hızını ve hareketini ölçmek için kullanılır. Bu sensörler, araçların hızını ve ivmesini izleyerek trafik akışını analiz etmeye ve trafik sıkışıklığını tahmin etmeye yardımcı olur.

Yolcu Sayma Sensörleri: Yolcu sayma sensörleri, toplu taşıma araçlarına entegre edilerek yolcuların sayılmasını sağlar. Bu sensörler, yolcuların araca binme ve araçtan inme zamanlarını algılar ve yolcu yoğunluğunu belirlemek için kullanılır.

Çevresel Sensörler: Çevresel sensörler, hava kalitesi, sıcaklık, nem ve diğer çevresel koşulları ölçmek için kullanılır. Bu sensörler, hava kirliliği seviyelerini izlemek ve yolcuların sağlığını ve konforunu korumak için kullanılır.

Görüntüleme Sensörleri: Görüntüleme sensörleri, araçların çevresini görsel olarak izlemek için kullanılır. Bu sensörler, araçların etrafındaki nesneleri algılar ve çarpışma önleme sistemleri ve otomatik park yardımı gibi güvenlik ve yardımcı sürüş sistemlerinin çalışmasına yardımcı olur.

Ses Algılama Sensörleri: Ses algılama sensörleri, araç içindeki veya çevresindeki sesleri algılamak için kullanılır. Bu sensörler, acil durumlar veya tehlikeli koşullar gibi durumlarda uyarılar veya bildirimler göndermek için kullanılabilir.

Bu sensör teknolojileri, AUS daha etkin ve güvenli bir şekilde çalışmasını sağlar. Bu sensörlerin entegrasyonu, toplu taşıma hizmetlerinin kalitesini artırırken aynı zamanda şehirlerin ulaşım altyapısının daha akıllı ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine katkı sağlar.

II. Akıllı Ulaşım Sistemlerinde Sensör Teknolojilerinin Faydaları

AUS'da kullanılan sensör teknolojileri, toplu taşıma sistemlerine aşağıdaki faydaları sağlar:

Verimlilik artışı: Sensör teknolojileri, toplu taşıma araçlarının verimli bir şekilde kullanılmasını sağlar. Örneğin, GPS sensörleri, toplu taşıma araçlarının rotalarını optimize etmek için kullanılabilir. Optimize edilen seferler sayesinde toplu ulaşımın hizmet kalitesi ve yönetsel verimlilik artışı yolcuların memnuniyeti takip eder.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi İETT ve İzmir Büyükşehir Otobüs Filo Sistemlerinde farklı yapılarda ancak benzer amaçla, araç seferlerinin takip edildiği ve buna göre otomatik manuel / optimizasyon yapan araç takip sistemleriyle (ORER ve benzeri) entegre sefer düzenleme yazılımlarını kullandığı bilinmektedir.

Erişilebilirlik artışı: Sensör teknolojileri, toplu taşıma sistemlerini daha erişilebilir hale getirir. Örneğin, kamera sensörleri, görme engelli yolcuların durakları ve araçları daha kolay bulmasına yardımcı olabilir.

Kullanıcı dostu tasarım: Sensör teknolojileri, toplu taşıma sistemlerini daha kullanıcı dostu hale getirir. Örneğin, mobil uygulamalar, yolcuların seyahat planlamasını daha kolay ve hızlı hale getirmek için kullanılabilir.

AUS sensör teknolojilerinin kullanımı, gelecekte daha da artacaktır. Sensör teknolojilerinin gelişimi, toplu taşıma sistemlerinin daha verimli, erişilebilir ve kullanıcı dostu hale gelmesine yardımcı olacaktır. Toplu taşımayı daha yaşanabilir ve sürdürülebilir hale getirme potansiyeline sahiptir. Sensör teknolojileri, AUS önemli bir bileşenidir ve bu sistemlere önemli faydalar sağlamaktadır.

III. Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin Akıllı Ulaşım Sistemlerinde Kullanımı

Toplu taşıma sistemlerinin yönetiminde: Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT)'ler, toplu taşıma araçlarının ve yolcuların konumlarını takip etmek, trafik koşullarını izlemek ve rota planlamasını yapmak için kullanılır. Bu bilgiler, toplu taşıma sistemlerinin daha verimli ve etkili bir şekilde yönetilmesine yardımcı olur.

Yolcuların bilgilendirilmesinde: BİT'ler, yolculara toplu taşıma araçlarının ve durakların konumlarını, trafik koşullarını ve hava durumunu bildirmek için kullanılır. Bu bilgiler, yolcuların seyahatlerini daha iyi planlamalarına yardımcı olur.

IV. Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin Akıllı Ulaşım Sistemlerine Faydaları

Verimlilik: BİT'ler, toplu taşıma sistemlerinin daha verimli bir şekilde çalışmasını sağlar. Örneğin, trafik koşullarını takip eden BİT'ler, toplu taşıma araçlarının rotalarını optimize etmek için kullanılabilir. Bu, yolcuların bekleme sürelerini azaltır ve toplu taşıma sistemlerinin performansını artırır.

Erişilebilirlik: BİT'ler, toplu taşıma sistemlerinin daha erişilebilir hale gelmesine yardımcı olur. Örneğin, akıllı duraklar, görme engellilere ve işitme engellilere yönelik bilgilendirme sistemleri sunar. Bu, engelli yolcuların toplu taşımayı daha kolay kullanmasına yardımcı olur.

Kullanıcı dostu tasarım: BİT'ler, toplu taşıma sistemlerinin daha kullanıcı dostu bir tasarıma sahip olmasını sağlar. Örneğin, mobil uygulamalar, yolcuların seyahat planlamasını kolaylaştırır ve toplu taşıma sistemleriyle etkileşimlerini iyileştirir.

BİT'ler, AUS'ların gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bu teknolojilerin gelişimi, toplu taşıma sistemlerinin daha verimli, erişilebilir ve kullanıcı dostu hale gelmesine yardımcı olmaktadır.

Elektronik bilet sistemleri: Bu sistemler, toplu taşıma araçlarında bilet satışı ve tahsilatını daha kolay ve güvenli hale getirir. Akıllı kartlar, mobil ödeme ve çevrimiçi bilet satışı bu sistemlere örnek olarak verilebilir.

AUS toplu taşıma araçlarının ve yolcuların konumlarını gerçek zamanlı olarak takip ederek, seyahat planlamasını ve koordinasyonunu kolaylaştırır. Sensörler, GPS, bulut bilişim ve veri analitiği bu sistemlerde kullanılan BİT teknolojilerdendir.



Şekil 3-1: AUS Teknolojileri ve BİT

Kaynak: (www.istanbul.edu.tr)

Otonom ulaşım teknolojileri: İletişim altyapısı, otonom araçların birbirleriyle ve çevreleriyle iletişim kurmasına olanak tanırken, veri analitiği ve yapay zekâ gibi BİT araçları, araçların çevrelerini daha iyi anlamasına ve daha güvenli bir şekilde sürüş yapmasına yardımcı olur. Bu entegrasyon, toplu taşıma sistemlerinin daha akıllı, güvenli ve sürdürülebilir hale gelmesine katkı sağlar. Bu teknolojiler, toplu taşıma araçlarının insan müdahalesi olmadan hareket etmesini sağlar. Yapay zekâ, sensörler ve radarlar bu teknolojilerdendir.

3.3.2. Yerli ve Milli Akıllı Ulaşım Sistem Teknolojileri

Dünya devletlerinde ve Türkiye'de geliştirilen yerli ve milli AUS, teknolojik olarak sürdürülebilir ve etkili ulaşım çözümleri sunma amacını taşır. Bu sistemler, trafik yönetimi, güvenlik, enerji verimliliği ve çevre sürdürülebilirliği gibi alanlarda yenilikçi çözümler sunar. İşte Türkiye'de geliştirilen bazı yerli ve milli AUS ve örnekleri:

- Akıllı Trafik Yönetimi ve Sinyal Kontrol Sistemleri

Türk mühendislik firmaları tarafından geliştirilen yerli trafik yönetimi sistemleri, trafik akışını optimize etmek ve sinyal kontrolünü akıllı bir şekilde yönetmek için kullanılır. Bu sistemler, trafik yoğunluğunu ve seyahat sürelerini azaltmaya yönelik çözümler sunar.

Örneğin, Türk Elektronik ve Matematik Derneği (TEMA) tarafından Türkiye'de yerli olarak geliştirilen bir trafik kontrol sistemi olarak öne çıkmaktadır. Bu sistem, trafik ışıklarını ve sinyal kontrollerini akıllı bir şekilde yönetir. Araç ve yaya trafiğini analiz ederek sinyal zamanlamalarını optimize eder, böylece trafik akışını daha verimli hale getirir.

- Milli Akıllı Şehir Operasyon Merkezi (AKOM)

İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından oluşturulan AKOM, kentin çeşitli bölgelerinden gelen verileri izleyen ve analiz eden bir akıllı şehir operasyon merkezidir. AKOM, trafik, hava kalitesi, şehir içi yolların kar durumu, su seviyeleri gibi çeşitli parametreleri takip ederek özellikle acil durum ve afetlerde kent yönetimine veri sağlar (Tektaş ve Tektaş, 2022).



Şekil 3-2: İBB Afet Koordinasyon Merkezi

- Milli Akıllı Otobüs Durakları

Türkiye'de geliştirilen yerli akıllı otobüs durakları, yolculara gerçek zamanlı otobüs hareket bilgilerini ve diğer önemli bilgileri sunar. Bu duraklar, kullanıcılara daha etkili ve konforlu bir toplu taşıma deneyimi sunmayı hedefler (Tektaş ve Tektaş, 2022).

İBBveİSBK tarafından geliştirilen Güneş enerjili akıllı durak İstanbul' da İETT duraklarında kullanılmaya başlanmış olup, ilk örneği Yıldız Teknik Üniversitesi Kampüsüne kurulmuştur.



Şekil 3-3: Akıllı Durak Örnek Uygulaması

- Milli Akıllı Park Yönetimi Sistemleri

Türkiye'de geliştirilen yerli akıllı park yönetimi sistemleri, şehir içindeki park alanlarını daha etkili bir şekilde yönetmek amacıyla kullanılır. Bu sistemler, sürücülere boş park alanlarını göstererek park etme sürecini kolaylaştırır.

İSBAK tarafından geliştirilen İSPARK Otopark yazılımları bulunmakta olup, çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

- Milli Akıllı Elektrikli Araç Şarj İstasyonları

Yerli şirketler tarafından geliştirilen akıllı şarj istasyonları, elektrikli araçların şarj süreçlerini optimize etmek, enerji verimliliğini artırmak ve kullanıcı deneyimini iyileştirmek amacıyla tasarlanmakta ve üretilmektedir. Bu istasyonlar, ileri teknolojik altyapıları sayesinde şarj süreçlerini daha etkin yönetmekte, enerji kullanımını optimize etmekte ve kullanıcı dostu arayüzleri ile yüksek memnuniyet sağlamaktadır. Akıllı şarj istasyonlarının yaygınlaştırılması, sürdürülebilir ulaşım sistemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunurken, enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasını da sağlamaktadır. Yerli teknolojiye yapılan yatırımlar ve milli imkanlarla geliştirilen şarj istasyonları, Türkiye'nin enerji güvenliğine katkı sağlamakta ve çevresel etkileri azalacaktır (Tektaş ve Tektaş, 2022).

Milli akıllı şarj istasyonlarının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması amacıyla Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yürütülen "Elektrikli Araçlar İçin Hızlı Şarj İstasyonları Altyapısının Geliştirilmesi Projesi"dir. Bu projede Türkiye'nin 81 ilinde toplam 1.000 adet hızlı şarj istasyonu kurulması planlanmakta ve bu istasyonlardan 100 tanesinin milli imkanlarla geliştirilmesi olup, yerli teknoloji ve kaynakların kullanımını teşvik etmektedir. Proje, elektrikli araç şarj altyapısının ülke genelinde yaygınlaştırılmasına ve sürdürülebilir bir ulaşım sisteminin oluşturulmasına önemli katkılar sağlanmasını hedeflemektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023).

GERSAN Elektrik, milli imkanlarla geliştirdiği "G-Charge" şarj istasyonlarını yurtiçinde ve yurtdışında satış ve kurulumunu yapmaktadır. Hızlı ve güvenli şarj edebilme, uzaktan kontrol edilebilme ve yönetilebilme kapasitesine sahiptir. Bu özellik sayesinde, şarj istasyonlarının performansı ve güvenliği sürekli olarak izlenebilmekte ve optimize edilebilmektedir. GERSAN Elektrik'in bu yenilikçi çözümleri, elektrikli araç şarj altyapısının etkinliğini ve güvenilirliğini artırmakta önemli bir rol oynamaktadır (GERSAN Elektrik, 2023).



Şekil 3-4: G-Charge şarj istasyonu (www.g-charge.com.tr)

ASELSAN'ın milli imkanlarla geliştirdiği "ASELSAN Şarj İstasyonları", hızlı ve etkili şarj özellikleriyle enerji verimliliğininde maksimize etmektedir. Üretilen istasyonların modüler yapısı, farklı araç modellerine esnek bir şekilde uyum sağlayabilmelerine imkan sağlamaktadır. Bu istasyonlar uzaktan kontrol ve yönetim özellikleriyle donatılmıştır, bu sayede performans ve güvenlik sürekli olarak izlenebilmektedir.

ASELSAN, elektrikli araç şarj istasyonu teknolojisinde yerli ve milli üretim kapasitesiyle sürdürülebilir bir ulaşım altyapısına katkıda bulunmakta, bu alandaki yenilikçi yaklaşımları, elektrikli araç kullanıcılarına yüksek kaliteli, güvenli ve verimli şarj hizmetleri sunmayı amaçlamaktadır (ASELSAN, 2023).



Şekil 3-5: ASELSAN şarj istasyonu (ASELSAN, 2023)

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) tarafından elektrikli araç şarj istasyonu alanında geliştirilen "Smart Charge" şarj istasyonları, kullanıcılara şarj durumu, enerji tüketimi ve şarj maliyetleri gibi bilgileri anlık olarak sunar. Ayrıca istasyonların performansı ve güvenliği sürekli olarak izlenmekte ve gerektiğinde uzaktan müdahale edilebilmektedir. Bu özellikler, şarj

istasyonlarının kesintisiz ve güvenli bir şekilde hizmet vermesini sağlamaktadır. (TÜBİTAK MAM, 2023).

Vestel, milli imkanlarla geliştirdiği "Vestel EVC04" şarj istasyonları yüksek performans ve güvenilirlik standartlarına sahiptir. Kullanıcı dostu arayüzüne sahip olması ve çeşitli elektrikli araç modelleri ile uyumlu çalışması ve esnek kullanıma sahip olması özelliklerine sahiptir. Ayrıca EVC04, enerji tüketimi ve şarj süreleri hakkında anlık bilgi vermesi kullanıcıların süreçlerini daha verimli yönetmelerine de yardımcı olmaktadır (Vestel, 2023).



Şekil 3-6: Vestel Araç Şarj İstasyonu Ünitesi (Vestel, 2023)

Türkiye'deki milli akıllı şarj istasyonları, elektrikli araç kullanımının yaygınlaştırılması ve sürdürülebilir bir ulaşım altyapısı oluşturulması için önemlidir. Milli akıllı şarj istasyonların yaygınlaştırılmasıyla, elektrikli araç sahipleri, daha kolay ve güvenilir bir şekilde şarj imkânı bulabileceklerdir.

- Milli Otonom Araç Teknolojileri

Türk mühendislik firmaları, otonom araç teknolojileri konusunda çalışmalar yürüterek yerli ve milli otonom araçlar geliştirmektedir. Bu teknolojiler, gelecekteki sürücüsüz ulaşım sistemlerine yönelik bir adım olarak ön plana çıkmaktadır (TektaşveTektaş, 2022).

Şehir içi ulaşımın iyileştirilmesi ve trafiğin azaltılması amacıyla otonom minibüsler, otonom trenler ve akıllı otobüsler gibi sivil altyapıya yönelik otonom araçlar üzerine çalışmalar yürütülmektedir. KARSAN firması tarafından geliştirilen midibüs ve otobüs konseptinde üretilen otonom araçları, güçlü elektrik motorları ve yüksek yolcu kapasitesine sahiptir (KARSAN, 2023).

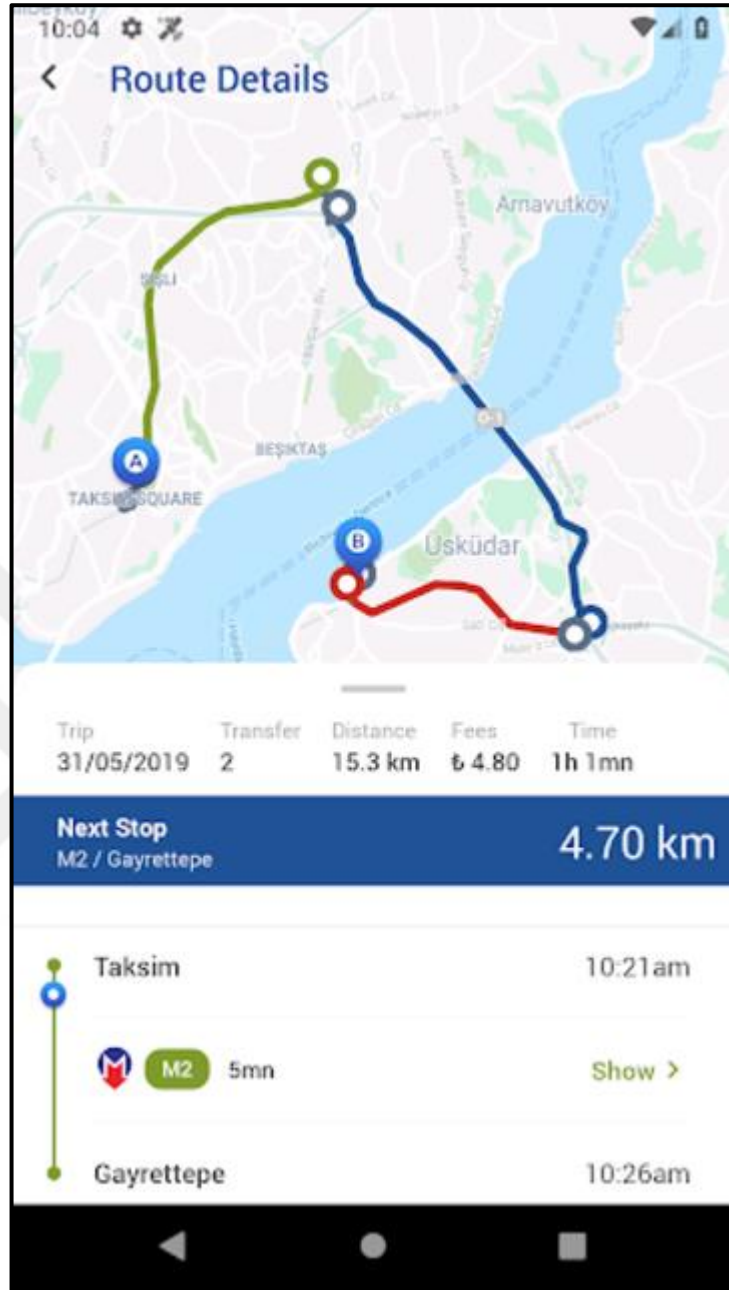


Şekil 3-7: Karsan Otonom Araç (KARSAN, 2023)

- Milli Akıllı Ulaşım Platformları

Türkiye'de geliştirilen yerli akıllı ulaşım platformları, farklı ulaşım modlarını entegre ederek trafik yönetimini optimize etmeyi amaçlar. Bu platformlar, gerçek zamanlı veri analizi yaparak ulaşımın daha etkili bir şekilde yönetilmesine olanak tanır.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi iştirak şirketleri ve İSBAK tarafından geliştirilen entegre ulaşım platformu Ulaşım Asistanı ile en kısa sürede veya konforlu veya gezerek iki nokta arasında istediğiniz ulaşım metotlarını kullanarak erişim sağlayabiliyorsunuz (Tektaş ve Tektaş, 2022).



Şekil 3-8 İBB Ulaşım Asistanı Arayüzü Görüntüsü

HAVELSAN tarafından denizlerdeki gemi trafiğini yönetmek üzere geliştirilmiş olan HAVELSAN VTS, Kent Güvenlik Yönetim Sistemi ile ülke genelinde mobese sistemlerinde kullanılmaktadır ve TCDD Taşımacılık için geliştirilen Vagon Takip Sistemi Türkiye’ nin yerli ve milli akıllı ulaşım uygulamalarına örnekler olduğu görülmektedir (HAVELSAN, 2021).



Şekil 3-9. HAVELSAN VTS (deniz trafiği yönetim) sistemine ait yönetim konsolu ekran görüntüsü (HAVELSAN, 2021)

Bu örnekler, Türkiye'nin akıllı ulaşım alanında yerli ve milli çözümler üretme çabalarını yansıtmaktadır. Türkiye, teknoloji ve inovasyon alanlarında gelişen bir ülke olarak, AUS konusunda da önemli adımlar atmaktadır.

3.4. Toplu Ulaşım Denetim ve Yönetim Merkezi

Toplu Ulaşım Denetim ve Yönetim Merkezi (TUDYM), şehirlerdeki toplu taşıma sistemlerinin verimli bir şekilde yönetilmesini ve denetlenmesini sağlayan kritik bir altyapı unsuru olarak önemlidir. Bu merkezler genellikle birkaç önemli bileşeni içerir:

Sistem İzleme ve Kontrol: TUDYM'ler, şehirdeki toplu taşıma ağının gerçek zamanlı olarak izlenmesini ve kontrol edilmesini sağlar. GPS ve diğer sensör teknolojileriyle entegre edilen sistemler, tüm araçların konumunu ve hareketlerini izler, seferlerin güvenli ve zamanında yapılmasını sağlar.

Trafik Yönetimi: TUDYM'ler, şehirdeki trafik durumunu izler ve trafik sıkışıklığını azaltmak için gerekli önlemleri alır. Bu, trafik ışıklarının senkronize edilmesi, yol yapım çalışmalarının planlanması ve alternatif rota önerileri gibi çeşitli yöntemleri içerebilir.

Güvenlik ve Acil Durum Müdahalesi: TUDYM'ler, toplu taşıma sistemlerinin güvenliğini ve acil durum müdahalesini sağlar. Güvenlik kameraları, alarm sistemleri ve diğer güvenlik önlemleri, merkezden izlenir ve gerektiğinde müdahale edilir.

Yolcu Bilgilendirme: TUDYM'ler, yolculara seyahatleri hakkında önemli bilgiler sağlar. Bu, beklenen varış süreleri, servis durumları, trafik sıkışıklığı bilgileri ve diğer güncellemeleri içerebilir. Bu bilgiler, web siteleri, mobil uygulamalar, elektronik panolar ve anonslar aracılığıyla yayılır (TUHİM, 2024).

Servis Planlama ve Optimizasyon: TUDYM'ler, toplu taşıma servislerinin planlanması ve optimize edilmesinde önemli bir rol oynar. Yolcu talebi verileri ve trafik durumu analizleri kullanılarak, sefer sıklığı, rota düzenlemeleri ve araç dağıtımı gibi faktörler belirlenir.

Veri Analizi ve Raporlama: TUDYM'ler, toplu taşıma sistemleriyle ilgili verileri toplar, analiz eder ve raporlar. Bu, operasyonel verimliliği izlemek, hizmet kalitesini değerlendirmek ve gelecekteki iyileştirmeler için veri odaklı kararlar almak için önemlidir.

Toplu Ulaşım Denetim ve Yönetim Merkezi, modern şehirlerdeki toplu taşıma hizmetlerinin etkin bir şekilde yönetilmesini sağlayan merkezi bir bileşendir. Bu merkezler, şehirlerin ulaşım altyapısının daha akıllı, güvenli ve sürdürülebilir hale gelmesine katkı sağlar.

Türkiye'nin akıllı ulaşım alanında yerli ve milli çözümler üretme çabalarını yansıtmaktadır. Türkiye, teknoloji ve inovasyon alanlarında gelişen bir ülke olarak, AUS konusunda da önemli adımlar atmaktadır. Bunlardan biri de İstanbul Büyükşehir Belediyesinin hayata geçirdiği Toplu Ulaşım Denetim Merkezleri olup, şu an minibüs ve taksiler bu merkezden kontrol edilmektedirler (TUHİM, 2024).



Şekil 3-60: İBB Toplu Ulaşım Denetim ve Yönetim Merkezi (TUHİM, 2024)

Toplu Ulaşım Denetim ve Kontrol Sistemi, temelinde araç içi kamera sistemi ve bunun üzerinde koştuğu ileri seviye araç bilgisayarı ve buna bağlı sensörlerden oluşan bir sistemdir.

4. SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMLERİ

Sürücü tanıma sistemleri, genellikle çeşitli algılama ve analiz tekniklerini kullanarak sürücülerin kimliklerini belirlemek veya sürücü davranışlarını izlemek için tasarlanmıştır. Bu sistemler, sürücülerin yorgunluk seviyelerini, dikkat dağınıklıklarını, sürüş tarzlarını ve hatta duygusal durumlarını belirlemek için kullanılabilir.



Şekil 4-1: Sürücü Tanıma Sistemleri

Sürücü tanıma sistemi, genellikle sürücünün yüz, göz, dudak hareketleri veya biyometrik özellikleri gibi belirli fiziksel veya davranışsal özellikleri kullanarak sürücüyü tanımlar. Sürücü tanıma sistemleri, araç içi güvenlik, konfor ve kişiselleştirilmiş sürücü deneyimi gibi amaçlarla kullanılmaktadır.

4.1. Sürücü Tanıma Sistemlerinde Kullanılan Teknolojiler

Sürücü tanıma sistemlerinde kullanılan teknolojiler ve bunlara bağlı temel özellikler incelenerek İstanbul örneği irdelenmiştir. Bu sayede İstanbul örneğinin artı ve eksi yönleri bu çalışmada ortaya konmuştur.

4.1.1. Yüz tanıma

Sürücü tanıma sistemlerinin temel bir unsuru olarak sürücüyü doğru bir şekilde tanımlamak ve araç güvenliğini artırmak için kullanılan önemli bir teknolojidir. Bu sistemler, genellikle araç içindeki kameralar veya sensörler aracılığıyla sürücünün yüzünü algılar ve benzersiz yüz özelliklerini tanımlamak için bir dizi algoritma kullanır (Li, Wang, Lv ve Hu, 2018).

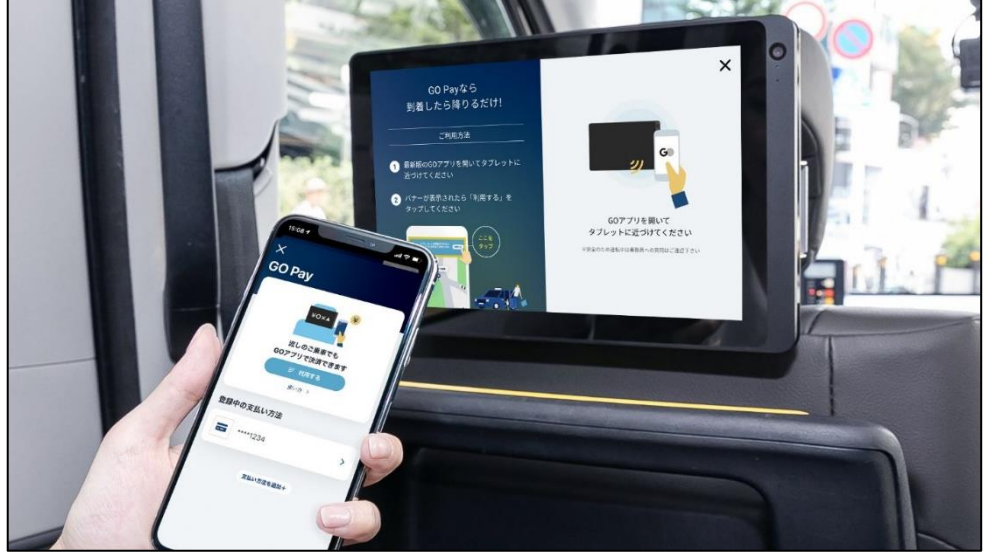
Yüz tanıma teknolojisi, sürücüyü doğru bir şekilde tanımlayarak araç erişimini kontrol etmede önemli bir rol oynar (Chen, Zhu ve Yu, 2020). Yetkisiz kullanıcılar araçlara erişim sağlamak için tanınmazken, yetkilendirilmiş sürücüler araçlarını kolayca kullanabilirler. Bu, araç hırsızlığını önlemede etkili bir önlemdir ve araç güvenliğini artırır. Ayrıca, yüz tanıma sistemleri sürücünün kişisel tercihlerini tanıyarak araç içi deneyimi kişiselleştirmeye olanak tanır. Sürücünün tanındığı anda, araç otomatik olarak sürücünün tercihlerine göre koltuk pozisyonunu, ayna ayarlarını, klima kontrolünü ve eğlence sistemlerini ayarlayabilir. Bu, sürücünün konforunu artırır ve sürüş deneyimini daha keyifli hale getirir (Li, Wang, Lv ve Hu, 2018).

Güvenlik açısından, yüz tanıma sistemleri sürücünün sürekli olarak izlenmesine olanak tanır ve potansiyel tehditleri tespit etmede yardımcı olur. Örneğin, sistem, sürücünün dikkatini dağıttığını veya uykuya daldığını algılayarsa, sürücüyü uyarmak veya gerekli önlemleri almak için acil durum protokolleri uygulayabilir.

Yüz tanıma teknolojisi sürücü tanıma sistemlerindeki önemli bir bileşen olarak sürücü güvenliği ve konforunu artırmak için kritik bir role sahiptir (Li, Wang, Lv ve Hu, 2018). Sürücünün doğru bir şekilde tanımlanması, araç güvenliğini artırırken, kişisel tercihlerin tanınması da sürücünün konforunu artırır ve sürüş deneyimini daha keyifli hale getirir (Chen, Zhu ve Yu, 2020). Bu nedenle, yüz tanıma teknolojisinin otomotiv endüstrisindeki önemi giderek artmaktadır.

Yüz tanıma teknolojisi, sürücü tanıma sistemlerinin önemli bir parçası olarak araç güvenliği ve sürücü deneyimini geliştirmeye yardımcı olur. Bu teknolojinin kullanımı, sürücülerin daha güvenli ve konforlu bir sürüş deneyimi yaşamasını sağlayarak otomotiv endüstrisindeki ilerlemelere katkıda bulunur.

Yüz tanıma teknolojisi genellikle toplu ulaşım sistemlerinde veya güvenlik kontrollerinde yaygın olarak kullanılır. Ancak, teknolojik gelişmeler ve uygulamalardaki değişiklikler nedeniyle, belirli şehirler veya ülkelerde bu tür sistemlerin kullanılabilir hale gelip gelmediği değişebilir. Bazı şehirler ve ülkeler, toplu ulaşım araçlarında güvenlik ve kimlik doğrulama amacıyla yüz tanıma teknolojilerini test etmiş veya uygulamış olabilir. Ancak, taksilerin bireysel olarak bu teknolojiyi benimsemesi ve kullanması henüz yaygın değildir.



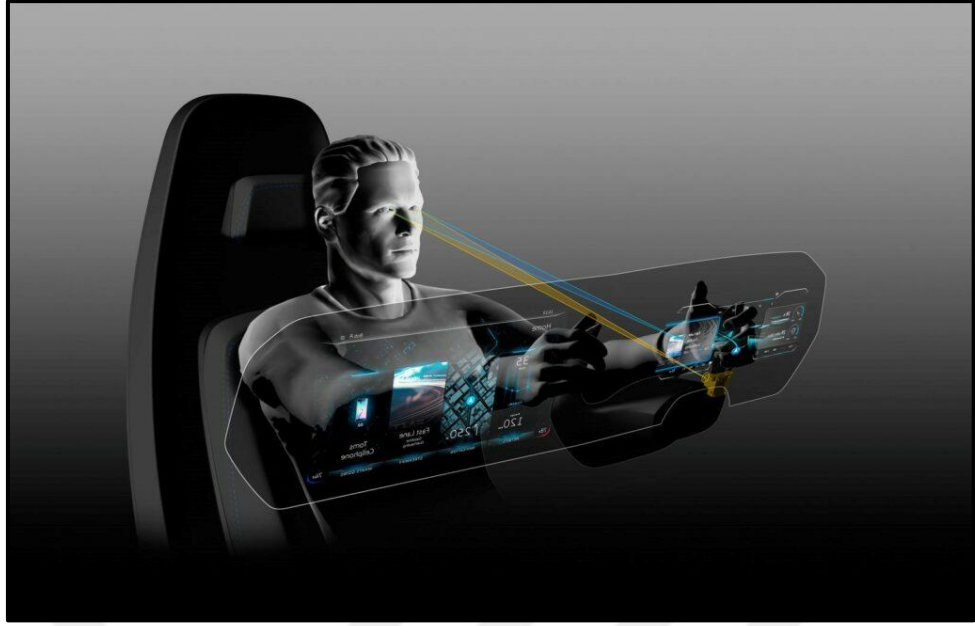
Şekil 4-2: Tokyo’ da kullanılan Sürücü Tanıma Sistemi Cihazı (Tokyo Century News, 2020)

Yüz tanıma sistemlerinin uygulanması, genellikle kişisel gizlilik ve veri güvenliği gibi konular nedeniyle dikkatlice değerlendirilmelidir (Chen, Zhu ve Yu, 2020). Bu teknolojinin kullanılmasıyla ilgili yerel düzenlemeler ve yasal çerçeveler de göz önüne alınmalıdır. Örneğin Avrupa Birliği ülkelerinde aracın içerisindeki sürücü ve yolcuları gösterecek şekilde kamera kullanımı yasal olmadığı için bu teknoloji yaygın kullanılamamaktadır.

Yüz tanıma teknolojisinin gelecekte taksilerde daha yaygın hale gelip gelmeyeceği, teknolojik gelişmeler ve düzenleyici yaklaşımların evrimine bağlı olarak değişebilir. Bu konuda güncel bilgilere ulaşmak için yerel otoritelerin ve ilgili sektörlerin duyurularını takip etmek önemlidir.

4.1.2. Göz Takip Sistemi

Sürücünün dikkat durumunu değerlendirmek için kameralar aracılığıyla sürücünün göz hareketleri ve bakış noktaları analiz edilmektedir. Bu analizler, sürücünün dikkatinin yolda olup olmadığını belirlemeye yardımcı olur (Pal, Nunez, Wang ve Bian, 2020).



Şekil 4-3: Göz Takip Sistemi

İnsan gözlerinin hareketlerini takip ederek oluşturulan takip ve denetleme sistemi, teknolojik olarak evrimini tamamlamamış olup, doğruluk yüzdesinin artırılmasına ve stabil yüksek doğruluğa haiz olması beklenmektedir. Testleri ve pilot kullanımları birçok gelişmiş şehirde denetlenmektedir. Ancak günümüzde istenen doğrulukta yeterlilikte olmadığı için sürücü takip sistemlerinde yaygın olarak kullanılamamaktadır (Chu, Li, Zhang ve Yang, 2019).

4.1.3. RFID Kart ve Biyometrik Tanıma

Parmak izi, retina taraması veya el damarları gibi biyometrik özelliklerle sürücü kimliği doğrulanabilir. Bu tür biyometrik veriler, sürücüyü benzersiz bir şekilde tanımlamak için kullanılır (Jain, Ross ve Nandakumar, 2016). RFID kartların kaybolması, kırılması, unutulması ve benzeri sebeplerle tek başına kullanılamamaktadır. Bu nedenle biyometrik sistemlerle beraber kullanılmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Drahansky, Safarik ve Brezinova, 2017).



Şekil 4-4: Parmak İzi ve Biyometrik Tanıma Sistemleri

Biyometrik tanıma sistemlerinin uygulanması ise genellikle kişisel gizlilik ve veri güvenliği gibi konular nedeniyle dikkatlice değerlendirilmelidir. Ancak bu teknolojinin kullanılmasıyla ilgili yerel düzenlemeler ve yasal çerçeveler de göz önüne alınmalıdır (Ratha, Connell ve Bolle, 2001).Kameralı sürücü tespit sistemlerin olduğu gibi; Avrupa Birliği ülkelerinde aracın içerisindeki sürücünün göz bebeği(retina) ve el damarları veya parmak izi gibi kişisel kaydedilmesi ve veya bilgilerinin kullanımı yasal görülmediği için gelişmiş ülkelerde bu teknoloji yaygın olarak kullanılamamaktadır.

4.1.4. Ses Tanıma

Sürücünün ses özellikleri analiz edilerek, sürücünün tanınması mümkündür. Sesli komutları anlama ve sürücünün sesini diğer yolcuların seslerinden ayırt etme gibi özellikler içerebilir.



Şekil 4-5: Ses Tanıma Sistemi

Ses tanıma sisteminde ses dalgaları karşılaştırılarak kimlik tespiti yapılır (Reynolds, Rose ve Quatieri, 2000). Ses tanıma sistemlerinin uygulanması da kişisel gizlilik ve veri güvenliği gibi konular nedeniyle dikkatlice değerlendirilmelidir. Avrupa Birliğine üye ülkelerde kullanımı yasal görülmemektedir. Ancak bu teknolojinin kullanılmasıyla ilgili yerel düzenlemeler ve yasal

çerçeveler de göz önüne alınmalıdır. Kişisel bilgilerinin kullanımı yasal görülmediği için gelişmiş ülkelerde bu teknoloji de yaygın olarak kullanılamamaktadır.

Sürücü tanıma sistemleri, araç içi güvenlik sistemlerini artırmak, otomatik sürüş teknolojilerini desteklemek, sürücüye kişisel tercihlere göre ayarlar sunmak ve sürücü odaklı güvenlik uyarıları sağlamak gibi çeşitli amaçlar için kullanılır (Huang, Xu, Wang, ve Wang, 2018). Bu sistemler, sürücülerin ve yolcuların daha güvenli ve konforlu bir sürüş deneyimi yaşamalarına katkıda bulunabilir. Ancak stabil çalışan, doğruluk oranı yüksek sürücü tanıma sistemleri ile sürdürülebilir ve etkin bir denetim sağlanarak toplu ulaşımında hizmet kalitesi artırılabilceği anlaşılmaktadır. Bu arayışla yola çıkan İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından gerçekleştirilen dijital çözüm birçok yönden ele alınarak, çalışmanın bu kısmında çok yönlü irdelenmiştir.

4.2. SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMLERİ İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu bölümde, yapılan akademik çalışmalar ve uygulamalar incelenerek bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Araçlarda mevcut sistemlerle entegre edilen sürücü tanıma sistemlerinin hizmet kalitesini artırabileceği ve çeşitli avantajlar sağlayabileceği görülmüştür.

Bireysel sürücülerin risklerini anlamak sigortacılar için önemli bir faktördür. Bu amaçla, New York'ta 40.000'den fazla sürücünün bulunduğu 173 milyon taksi yolculuğundan oluşan halka açık bir veri kümesini kullanarak, sürücülerin konum bilgileri, gelirleri ve genel aktivitelerinden riskli taksi sürücülerini tespit etmiştir. Sürücülerin gelirlerini, ipuçlarını ve davranışsal özelliklerinin temsili olarak kullanarak, risk puanlama doğruluğunu elde etmektedir (Stanojevic, 2017).

Zhang ve diğerleri çalışmalarında, GPS gözlemlerinden oluşan zengin bir veri setinde bir Bayesian öğrenme modeli kullanarak, taksi sürücülerinin hizmetlerine olan talebin dağılımını öğrenmelerini sağlamada taksi sürücülerini tarafından gözlemlenebilir veya onlara sunulan bilgilerin etkilerini incelemiştir. Öğrenme davranışında ve sürüş kararlarında yeni ve deneyimli sürücüler arasında önemli farklılıklar olduğunu tespit etmiştir. Yaptıkları çalışmada, sürücünün karar verme davranışını açıklamakta ve taksi şirketlerine genel pazar verimliliğini artırmak için uygulanabilir bir bilgi paylaşım stratejisi sunmuştur (Zhang, Li ve Krishnan, 2020).

Sürücü tanıma sistemleri, sürücünün sürüş tarzını analiz ederek sürücü grubunun değişmesi durumunda yeni sürücünün tarzını öğrenme sürecini hızlandırabileceğini belirleyen Sürücü Tanıma Sistemleri ve Hizmet Kalitesi çalışmasını 2022 yılında yapmışlardır. Halka açık bir sürüş veri kümesine dayanarak yapılan bir dizi eğitim ve test görevi ile birkaç adımda sürücü

tanımlaması için özel olarak tasarlamışlardır. Bu çalışmada, önerilen yöntemin önceki yaklaşımlara göre üstün olduğu gözlenmiştir (Lu ve Xiong, 2022).

Sürücü tanımlama, entegre gelişmiş sürücü destek sistemlerini akıllı araçlara daha da kişiselleştirilmesi, araç çağırma hizmetlerinde güvenilir ve güvenliği sağlanmış olacak şekilde ve aynı zamanda otomobil hırsızlığını önlemeyi içeren bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında sürücü tespit için, her bir bireyle ilişkili gizli temsilleri çıkarmak için DriverRep adında bir derin öğrenme mimarisi geliştirilmiştir. Yapılan değerlendirme sonuçları, DriverRep'in verilerdeki temel özellikleri başarılı bir şekilde yakalayabildiğini ve karşılaştırmalı sürücü tanımlama programlarından daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur (Azadani ve Boukerche, 2022).

Sürücülerin sürüş takip ve sürücüler arası heterojenliği dikkate alan bir sürücü tanımlama yöntemi için ve davranışsal özellik çıkarıcı, sürücü durumları ve sürücü profillerindeki parametrelerin ortaklaşa öğrenilmesine yönelik bir yöntem geliştirilmiştir. Deneyler, önerilen yöntemin doğal araba takip verileri üzerinde sürücü tanımlamadaki performansını göstermektedir (Ding vd., 2022).

Sürücü tanıma modelleri, sürücülerin kimliklerini veya sürüş alışkanlıklarını tanımak amacıyla geliştirilen yapay zekâ ve makine öğrenimi tekniklerini içerir. Bu modeller, sürücü güvenliği, kişiselleştirilmiş sürücü destek sistemleri ve hırsızlık önleme gibi birçok uygulama alanına sahiptir. Sürücünün yorulması, sigara içmesi ve telefonla konuşması nedeniyle oluşan trafik kazalarının önüne geçebilmek için etkili bir yorgunluk tespit algoritmasının tasarlanmasını çalışmışlardır. Bu çalışmada, yurt içi ve yurt dışındaki sürücü yorgunluğu tespit algoritmaları incelenmekte ve mevcut algoritmaların avantaj ve dezavantajları analiz edilmiştir. Sürücülerden elde edilen yüzleri tarayarak özellik çıkarımı ile Facenet ağ modeline girmek ve böylece sürücülerin tanımlanmasını tamamlamak için bir yüz tanıma modülü oluşturulmuş. Sürücülerin sigara içmesi ve telefon görüşmesi yapmasının tespit edilmesi, SSD algoritmasının önceki kutularının boyutunun ve sayısının ayarlanması, oluşturulan ağın iyileştirilmesine eklenerek sürücülerin tanımlanması ve doğrulanması gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak geliştirilmiş ağ modelinin küçük hedefler için daha iyi özellik çıkarma yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir (Ma, Tao, Gong, Cui ve Wang, 2023).

2023 yılında sürüş özelliklerini belirlemede Sürücü Parmak İzi (DF), otomobil paylaşım paradigmalarında sürücü tanımlama, sürücü bazlı sigorta ve araç hırsızlığına karşı koruma gibi çeşitli alanlardaki öne çıkan uygulamaları nedeniyle önemlidir. Bu çalışma, sürücülerin davranış verilerini, yüz videolarını ve Karolinska Uykululuk Ölçeği'ni (KSS) toplamak için sürüş

simülasyonu deneyleri gerçekleştirmiş. Böylelikle sürücü tanıma modellerinde uyumlu olma durumunu dikkate alarak yeni bir model geliştirilmiştir (Sun vd., 2023).

Yüksek riskli sürüş durumlarının belirlenmesinde genellikle çarpışma riski tahmini veya kaza şeklinin tanınması yapılır. Sürücü davranış değişikliklerini tahmin ederek ve değişikliklerin nedenini belirlemek için subjektif risk değerlendirmesini operasyonel hale getirilerek yapılmıştır. Çalışma neden-sonuç problemi olarak formüle edilmiş ve durum farkındalığı ve nedensel çıkarım modellerinden ilham alarak iki aşamalı yeni bir model önerilmiştir (Li, Chan ve Chen, 2023).

Kentsel alanların hızla büyümesiyle birlikte yeni yolcu bulma görevi taksi sürücülerini için hızlı zorlu bir görev haline gelmiştir. Bu amaçla taksi sürücülerinin davranış analizleri ve güvenliği ile ilgili çalışmalardan birisi bir sonraki taksiyi arayan taksi sürücülerine yardımcı olacak bir öneri sistemi geliştirilmiştir. Basit bir Bayesian sınıflandırıcıyı temel alan bir çıkarım yöntemiyle, Lizbon, Portekiz'de toplanan taksi-GPS izleri analiz edilmiş ve taksi hareketlerinin görünen rastlantısallığını ve özelliklerin varyasyonunun sınıflandırıcı üzerindeki etkisini daha iyi anlamak için keşfedici ve tahmine dayalı bir analiz gerçekleştirilmiştir (Veloso, Phithakkitnukoon ve Bento, 2013). Taksi sürücülerinin trafik ihlallerinin sürüş stilleri ve tehlikelere tepki verme süreleriyle yakından ilişkili olduğunu gözlemlemiştir. İhlale karışan sürücüler, tehlikelere tepki verme süresinde ve uyumsuz sürüş tarzlarında önemli ölçüde daha yüksek puanlar alırken, dikkatli sürüş tarzında daha düşük puanlar almıştır (Sun vd. 2021). Minibüs-taksi hizmet saatlerini uzatmak ve bazı durumlarda seferlerin kısaltılmasını teşvik ederek sınırlı mali kaynakları verimli bir şekilde kullanmayı amaçlamıştır (Plano, Behrens ve Zuidgeest, 2019).Taksi sürücülerinden alınan doğrudan gözlemler yoluyla ortaya çıkan tercihlerin ve kişilik özelliklerinin araştırılmasına odaklanmış, bu bilgilerin sürüş sırasındaki davranışlarına ve rota seçimi üzerindeki etkilerine yönelik metodolojiler geliştirmiştir (Álvarez-Valle, Sarmiento-Ordosgoitia ve Jaramillo-Álvarez, 2023). Hu vd.,2023), sürüş verilerinin azlığı nedeniyle derin öğrenme tabanlı sürücü tanımlama yöntemlerinin doğruluğunu artırmak amacıyla, veri artırmayı yönlendirmek için yeni bir model önermiştir.

Geleneksel taksi endüstrisindeki taksi sürücülerinin yolcu alım noktalarını nasıl seçtiklerini anlamaya yönelik bir araştırmada, taksi sürücülerinin bir sonraki yolcu alım yerini seçme problemini bir varış noktası seçim problemi olarak ele almıştır. Bu amaçla, Lizbon, Portekiz'deki bir taksi operatöründen alınan GPS verileri kullanılarak boş taksi yolculukları incelenmiştir. Yapılan analizler, yolcu talebi, nokta konumları, hizmet konumu tercihleri ve ana ulaşım merkezlerinin bir taksi sürücüsünün seçimlerini olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Çalışmanın sonuçları, taksi sürücülerinin seyahat davranışlarının anlaşılmasına ve böylece trafik sıkışıklığı, kirlilik ve kaynak israfının azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Taksi sürücülerinin yolcu

alım bölgesi içerisindeki seçim olasılıklarını açıklayan faktörleri araştırmış ve bu bilgilerle taksi sürücülerinin seyahat davranışlarının daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunmuştur (Demissie vd., 2021).

Şangay ve New York City taksi sürücülerinin aşırı hız yapma davranışlarını karşılaştırmalı olarak inceleyen çalışmada; taksi sürücülerinin sürüş tarzlarını belirlemek, hız yapma sıklığını etkileyen faktörleri incelemek ve yol özellikleri ile çevresel faktörlerin hız yapma oranları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Hız yapan sürücülerin daha kısa çalışma saatlerine sahip olduğunda daha uzun mesafeler kat ettiği, hız ihlallerinin sabah 4:00 ile 7:00 arasında yoğunlaştığı ve sabah 5:00 ile 6:00 arasında en yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma, taksi sürücülerinin hız yapma davranışlarını etkileyen faktörleri ortaya koyarak, trafik güvenliğinin artırılmasına yönelik önemli bilgiler sunmaktadır (Hung, 2018). Alman taksi sürücüleriyile yaptıkları röportajlar sonucunda, taksi sürücülerinin işlerinin geleceğini nasıl gördüklerini analiz etmiş ve gelecekteki taksilerin tasarımında taksi sürücülerinin dikkate alınmasının önemini vurgulamıştır (Pakusch, Boden, Stein ve Stevens, 2021). Taksi sürücülerinin çalışma ve dinlenme sürelerine uyup uymadığının izlenmesiyle ilgili sorunlar araştırıldığında ve bu sorunların karayolu trafik kazalarının sayısında artışa yol açtığını belirlemişlerdir. Bu sorunu çözmek için biyometrik verilere dayalı araç sürücü tanımlamak için çalışma yapmışlardır. Bilgisayarlı görme algoritmaları temelinde çalışan ve sürücünün yüzünü tanıyarak kimliğini tanımlayan sistemlerin kullanılmasının yararlı olacağını savunmuşlardır (Kozin ve Bazanov, 2020).

Otonom taksiler ve gelecek beklentileri ile ilgili yapılan çalışmalar ele alındığında; Y kuşağının yaptığı taksi yolculuklarının özellikle otomatik taksiler için uygun olduğunu göstermiş ve insan sürücü ile etkileşimin öncelikli olmadığı bulunmuştur. Otonom taksilerin daha ucuz olma ihtimalinin yüksek olması, otomatik taksilerin toplu ulaşım için de bir tehdit oluşturabileceği belirtilmiştir (Pakusch, Meurer, Tolmie ve Stevens, 2020).

Taksi hizmeti talebinde bulunan müşterilerin bekleme sürelerinin tahmin edilmesinde araç konumu ve hava durumu gibi faktörlerin dikkate alındığı tahmin araçlarının doğruluğunu artırdığını gözlemlemiştir (Vassallo, Prakash, Garg ve Singh, 2024).

Ülkemizde sürücü tanıma sistemleriyle ilgili çok akademik çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmalara bakılacak olursa, araç donanım teknolojisindeki gelişmeler sayesinde büyük ölçekli araç sürüş verilerinin toplanmasının, kentsel trafik yönetimi ve sürüş destek sistemleri için nasıl önemli bir kaynak oluşturduğu incelenmiştir. Araştırma kapsamında, sürücü kümeleme, sürücü cinsiyet sınıflandırma ve sürücü tanıma ile ilgili deneyler gerçekleştirilmiştir. Sürüş verisinin kişisel veri kapsamında değerlendirilip değerlendirilmeyeceği konusunda yeni bir tartışma ortaya

çıkmiş ve sürüş verisinin hassas kişisel veri olup olmadığının belirlenmesinde önemli bir adım olabileceğı düşünölmektedir (Öztürk ve Erzin, 2012).

Sürücü tanıma sistemleri il ilgili çalışmalardan, görüntü işleme tabanlı bir sürücü yorgunluk tespit sistemi geliştirilmiş ve yorgunluk ile uykusuzluğun neden olduğı trafik kazalarını önlemek amacıyla geliştirilen sistem, farklı aydınlatma seviyelerinde sürücünün göz hareketlerini gerçek zamanlı olarak izleyen ve analiz eden bir kamera kullanarak çalışmaktadır. Sürücüde yorgunluk tespit edildiğinde sistem devreye girmekte ve kablosuz iletişim yoluyla önceden belirlenmiş bir hesaba durum hakkında görüntölü ve yazılı bildirim yapılmaktadır. Bu sistem, sürücünün güvenliğini artırmak ve yorgunluk kaynaklı kazaları önlemek için önemli bir adım olarak değeriendirilmektedir (Acar, Sert ve Karaköse, 2018).

Sürücü yorgunluk tespit sistemlerini belirlemek için yapılan çalışmada sürücüyü izleyerek normal sürüş alışkanlıklarının dışında farklı tutumlar algılandığında, bu durumu yorgunluktan kaynaklandığını belirleyerek, sürücüyü yolculuğa ara vermesi gerektiğı konusunda uyarılmaktadır. Bu sayede sürücünün doğru karar vermesine destek sağlanmaktadır. Çalışmanın amacı, sürücü yorgunluğundan kaynaklanan trafik kazalarını, sürücünün göz hareketlerini gerçek zamanlı analiz ederek ve gerektiğinde uyarı vererek engellemektir. Bu yöntemle daha güvenli bir sürüş sağlanması hedeflenmiştir. Önerilen sistem, sürücünün yorgunluğunu tespit etmek için çeşitli aşamalardan oluşmaktadır. İlk olarak, sürücünün yüz ve göz bölgeleri tespit edilmekte, ardından her kare işlenerek göz kırpma yüzdesi hesaplanmaktadır. Sistemin, sürücü yorgunluğunu belirleyip zamanında uyarı vermesi sayesinde daha güvenli bir sürüş sağlanması amaçlanmaktadır (Şahin, Çil ve İstanbullu, 2020).

Sürüş düzenlerinin tanınması, gelişmiş sürücü destek sistemleri ve elektrikli araçların enerji yönetimi veya filo yönetimi, araç güvenliğı, sigorta poliçeleri, sürüş koşullarını ve sürücü davranışını tespit etmek için araçtan şebekeye geçiş gibi çevrimiçi uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu makalede, enerji tüketiminin sınıflandırılması için yaklaşık 1 km çözünürlüğe izin veren, çevrimdışı veya çevrimiçi uygulamalarda kullanılabilen Hızlı Fourier Dönüşümü kullanılarak bir sürüş düzeni tanıma yöntemi sunulmaktadır. Çalışma kapsamında, Türkiye'deki yol tipleri ve kullanıcıların sürüş tarzına göre şekillenen hızlanma, frenleme, durma veya sabit hızla gitme gibi sürüş olayları göz önünde bulundurularak sürüş deseni kategorileri tanımlanmış olup, bunların ayırt edici özellikleri incelenmektedir. Zaman ve Fourier alanındaki hız verileri. Daha sonra örüntü tanıma algoritmasının performansı farklı sürüş tarzlarını gösteren bir kontrol grubu üzerinde değeriendirilmektedir (Güzel ve Göl, 2021).

Trafik kazalarının dünya genelinde yaygın bir ölüm ve yaralanma sebebi olduğı bilinmektedir ve bu kazaların çoğı sürücü hatalarından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle,

sürücülerin uyum içinde olmalarını sağlamak için yüz ve gözleriyle ilgili ekipmanlarla donatılması önemlidir. Göz yorgunluğu dış etkenlerden de etkilenebildiğinden, görüntü işleme ve yapay zekâ tekniklerinden faydalanılarak, yorgunluk tespiti için modeller incelenmiştir. Görüntü işleme ve yapay zeka uygulamalarıyla yaklaşık modellerin daha etkili olduğu belirtilerek, derin öğrenme yöntemlerine dayalı bir model geliştirilmiştir (Özkan, Ulutaş ve Yetkin, 2022).

Yeni nesil sürücü destek sistemlerinin ticari araçlara uygulanmasını inceleyen çalışmada ticari araçlarda çarpışma önleme, şerit takibi, hız kontrolü ve kör nokta uyarıları gibi sürüş güvenliği işlevleri gerçekleştirme için yapılacaklar araştırılmıştır. Sürücü güvenliği ve ticari taşımacılık sektörü üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendiren çalışma, bu alandaki gelişmeleri ileriye taşımak için önemli bir katkı sağlamayı hedeflemektedir. Çalışmada, gelişmiş sürücü destek sistemlerinin ticari araçlara uygulanması ve yapılan testler ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır (Çalışkan, 2024).

5. TOPLU ULAŞIMDA SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMİ

Toplu ulaşım da sürücü tanıma sistemleri, sürücünün kimliğini ve davranışlarını belirlemek amacıyla kullanılan teknolojik çözümlerdir. Toplu taşıma araçlarından taksiler için geliştirilen sürücü tanıma modeli, yolcu güvenliğini sağlama ve ulaşım da verimliliği artırma açısından önemlidir. Sürücü tanıma sistemi, bileşenleri ve yasal alt yapısı, modelin kurulması bu bölümde ele alınmıştır.

5.1.Sürücü Tanıma Sistemi İstanbul Örneği Bileşenleri ve Yasal Altyapısı

Bu tez çalışmasında, İstanbul’da bulunan sürücü kartı uygulaması detaylı incelenerek, kapsamlı olarak analiz edilmiştir. Çalışmamızın devamında gelişmiş dijital imza teknolojilerinin entegrasyonu, taksimetre entegrasyonu, ulusal ulaşım web portalının oluşturulması, ödeme ve rezervasyon sistemlerini entegre ederek, ileri AUS teknolojiler ile Sürücü Tanıma Sistemi Türkiye modeli geliştirilmiştir. Ayrıca bu çalışmamızda yer alan literatür taramalarında ve sektörel araştırma sonuçlarına göre Türkiye’de ve gelişmiş ülkelerde var olmayan taksi yönetim merkezi yazılımının geliştirilmesine katkı sağlanmıştır. Bu tezde geliştirdiğimiz sürücü tespit yazılımı ile, taksi, minibüs, servis araçları için çalışan web tabanlı merkezi bilgi portal yazılımı, taksi yönetim cihazı içerisinde çalışan mobil işlemci/istemci uygulaması ve merkezi izleme/indirme yazılımları ile uyumlu-entegre çalışan bir yapı oluşturduk.

5.2.TOPLU ULAŞIMDA SÜRÜCÜ TANIMA SİSTEMİ MODELİ

Toplu taşıma sistemleri, kentlerdeki ulaşımın önemli bir parçasını oluştururken, bu sistemlerin verimli ve güvenli bir şekilde işlemesi büyük önem taşımaktadır. Ancak, toplu taşıma araçlarında sürücü davranışlarının izlenmesi ve yönetilmesi, sürücü güvenliği, yolcu memnuniyeti ve operasyonel verimlilik açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, toplu taşıma araçlarında sürücü tanıma sistemleri, sürücülerin davranışlarını izlemek, değerlendirmek ve gerektiğinde müdahale etmek için önemli bir araç haline gelmektedir. Aşağıdaki şekilde görülen tüm büyük şehirlerde kullanılabilecek bir Türkiye Taksi Sürücüsü Tanıma Sistemi Modelimizi burada ele alacağız.



Şekil 5-1: Türkiye Taksii Sürücü Tanıma Modeli Genel Çalışma Prensibi

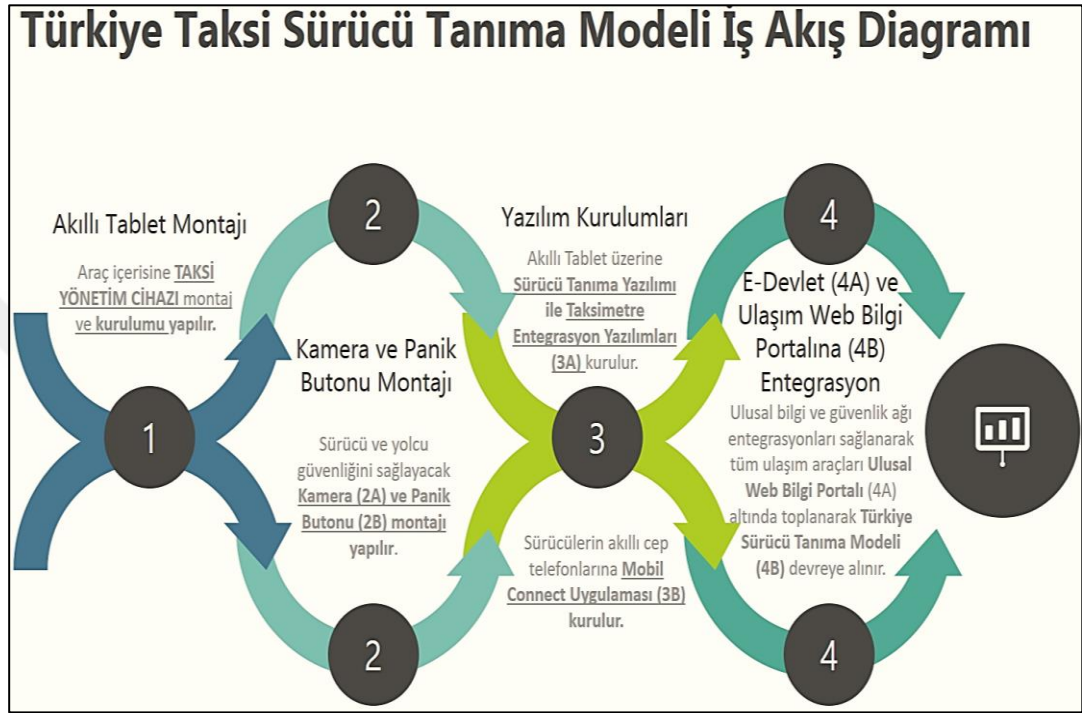
Türkiye Taksii Sürücüsü Tanıma Modelimiz, dünyadaki metropol şehirler ve İstanbul Büyükşehir Belediyesinin uyguladığı sistemler incelenip, geliştirilerek güvenlik teknolojileri ile güçlendirilmiş, IoT sensör teknolojileri donatılan, online ödeme sistemleri ile entegre kolay ve temassız ödemeye haiz, araç üstü akıllı taksii bilgilendirme şapkasıyla toplu ulaşımın hizmet kalitesine olumlu katkı sağlaması için önerilmiştir. Bu model tasarlanırken tüm Türkiye için geçerli uygulanabilir, ütopyalardan uzak, mevcut IoT teknolojilerini kullanabilen sürdürülebilir bir model olmasına dikkat edilmiştir.

Bu çalışmada, Türkiye'de kullanılacak taksii sürücülerini tanıyan bir model önerilmektedir. Geliştirilen sistem, sürücülerini güvenli ve etkili bir şekilde tanımak amacıyla derin öğrenme tekniklerini kullanmaktadır. Model, sürücülerini sınıflandırmak ve kimliklerini belirlemek için öğrenme yeteneklerini kullanarak, toplu ulaşımında taksii güvenliğini, hizmet kalitesinin artırılması ile etkin ve yaygınlaştırılmış Türkiye taksii ulaşım sisteminin yönetim modelini hedeflemektedir. Modelimizi, Türkiye' deki taksii sistemine dair bir sorun ve çözüm önerisi şeklinde modelleyeceğiz. Bu bölümün girişinde verilen genel prensip şemasını dikkate alarak modelin detayları açıklanacaktır.

5.2.1. SİSTEM KURULUMU İŞ AKIŞI

Bu çalışmada, Türkiye'de kullanılacak taksii sürücülerini tanıyan bir model önerilmektedir. Geliştirilen sistem, sürücülerini güvenli ve etkili bir şekilde tanımak amacıyla derin öğrenme tekniklerini kullanmaktadır. Model, sürücülerini sınıflandırmak ve kimliklerini belirlemek için

öğrenme yeteneklerini kullanarak, toplu ulaşımında taksi güvenliğini, hizmet kalitesinin artırılması ile etkin ve yaygınlaştırılmış Türkiye taksi ulaşım sisteminin yönetim modelini hedeflemektedir. Modelimizi, Türkiye’deki taksi sistemine dair bir sorun ve çözüm önerisi şeklinde modelleyeceğiz. Bu bölümün girişinde verilen genel prensip şemasını dikkate alarak modelin detayları aşağıdaki alış diyagramına bağlı olarak açıklanacaktır.



Şekil 5-2: Türkiye Sürücü Tanıma Sistemi İş Akış Diyagramı

5.2.2. TAKSİ YÖNETİM CİHAZI AKILLI TABLETİNİN ARACA MONTAJ VE DEVREYE ALINMASI

İlk olarak, taksi ön konsoluna Taksi Yönetim Cihazı Akıllı Tabletinin montajı yapılır. Akıllı tablet Android 10 ve üzeri işletim sistemine sahip, 2GB RAM ve 16GB ROM belleğe sahiptir. Akıllı tablet dokunmatik ekrana sahip, üzerinde bir adet bütünleşik yapıda ön yol kamerası ile bir adet sürücü ve yolcuları aynı anda görececek geniş lens yapısına sahip, gece görüş özelliğine haiz endüstriyel mobil network kayıt cihazıdır. Mobil Kameralar ve GPS alıcı anteni, Taksi Yönetim Cihazı Akıllı Tabletime bağlanır.



Şekil 5-3: Araç İçi Akıllı Tablet Montajı

Her taksi içerisine akredite olmuş markaların, Türkiye Taksi Yönetim Sistemine entegre olabilen “ARAÇ (TAKSİ) YÖNETİM CİHAZLARININ” kurulması gerekmektedir. Bu sisteme aşağıda ayrıntıları verilecek tüm güvenlik, bankacılık, bilgilendirme ekranları ve IoT sensörlerinin entegre edilmesi sağlanacaktır. Bu çalışmamızda önerdiğimiz model İstanbul’ da ekstra bir cihaz yatırımı gerektirmektedir, ARAÇ (TAKSİ) YÖNETİM CİHAZ’ ına sahip olmayan şehirlerde cihaz yatırımının şehir yönetimleri (Kamu) veya taksi plakası sahipleri tarafından karşılanması gerekmektedir.

5.2.3. KAMERA VE PANİK BUTONU MONTAJI VE DEVREYE ALINMASI

İkinci olarak, taksi ön camına sürücü ve yolcuları görece geniş açılı 1080P Full Hd çözünürlükte gece görüşe haiz kamera takılır. Ön yol kamerası akıllı tablete bütünleşik olduğundan ayrıca montaj gerektirmez. Mobil Kameralar ve GPS alıcı anteni, Taksi Yönetim Cihazı Akıllı Tabletine bağlanır.



Şekil 5-4: Araç İçi Kamera ve GPS Anteni Montajı

Kamera montajının akabinde taksi sürücüsünün kullanımı için tasarlanmış minyatür yapıda “Panik Butonu” montajı yapılarak, kablosu araç içi akıllı tablete bağlanarak devreye alınır.



Şekil 5-5: Panik Butonu Montajı

5.2.3.1. Sürücü Tanıma Yazılımı ve Mobil Connect Uygulaması

Bu aşamada Türkiye’de daha önce var olmayan Türkiye Taksi Yönetim Merkezi yazılımına entegre olan Sürücü Tanıma Yazılımı, Taksi Yönetim Cihazı Akıllı Tabletine yüklenir. Bu yazılım taksi sürücülerinin akıllı cep telefonlarına yükledikleri Mobil Connect adını verdiğimiz bir uygulama ile senkronize çalışmaktadır.

Yalnızca “Veri Tabanında” kayıtlı sürücülerin giriş yapabildiği Mobil Connect uygulaması geliştirilmiştir. İlgili sürücülerin Sürücü Tanıma Yazılımı kapsamında yer alan QR kodunu okutarak sadece kayıtlı oldukları araçta “Ulaşım Denetim Yönetim” Sistemini aktif etmelerini sağlayan entegrasyondur.



Şekil 5-6: Mobil Connect Aktivasyonu Yapılmış Uygulama Ekran Görüntüsü

- Mobil Connect Uygulaması ile Şehir Ulaşım Yönetimi Toplu Ulaşım veri tabanında kayıtlı sürücülerin Sürücü Tanıma Yazılımı uygulaması ile giriş yaparak, sistemde aktif olmalarını sağlar.
- Anlık ve geçmişe yönelik kayıtlı yolculuk verilerinin merkez sunucu bilgisayarlarında çekilerek sürücü mobil telefonunda görüntülenmesini sağlar. Bunlar;
 - Konum,
 - Hasılat,
 - Güzergâh,
 - Ödeme tipi

Ve benzeri veriler anlık görülüp, anlaşmazlıkların ve geçmiş olayların aydınlatılması için geriye dönük raporlama yapabilmektedir.

5.2.3.2. Sürücü Tanıma Sistemi Yazılımının Araca Kurulması ve Fonksiyon Testlerinin Tamamlanması

Sisteme giriş yapan ve kayıtlı yetkili sürücünün bilgileri “Taksi Yönetim Cihazı Tabletine” aşağıdaki şekilde yansımakta olup, bilgilerin doğruluğu hem sürücü hem yolcu hem de denetim personelleri tarafından rahatça yapılabilmesine olanak sağlamaktadır.



Şekil 5-7: Sürücü Tanıma Yazılımı Uygulaması Ekran Görüntüsü

Bu sürücü tespit istemci yazılımı, taksi, minibüs, servis araçları için çalışan web tabanlı merkezi bilgi portal yazılımı, taksi yönetim cihazı içerisinde çalışan mobil işlemci/client uygulaması ve merkezi izleme/indirme yazılımları ile uyumlu-entegre çalışmaktadır.

Yolcu Konforu ve Güvenliği ön planda tutulan bu projede yolcuların filo yönetim cihazı ekranından araç ve sürücü bilgilerini kontrol edebilmesi ve acil durumlarda ekrandaki QR kodunu okutarak şehir toplu ulaşım çözüm merkezlerine yönlendirilebilmesi amaçlanmıştır. Her sürücünün kendine ait uygulama ile araç içi tablet üzerinden sisteme giriş yapması ve araca 150metreden fazla mesafe uzaklaşmaması gerekmektedir. Aksi takdirde kayıtlı sürücü sistemde otomatik olarak düşmektedir. Bu sayede usulsüz kullanımların önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

5.2.3.3. E-Devlet ve Ulaşım Web Portalı Entegrasyonu ile Akıllı Tepe Lambası

E-devlet başvuruları sonrası sürücülerin yaptırmaları gereken bağımlılık ve piskoteknik testleri, adli sicil kayıtları ve ehliyetlerinde aldıkları ceza puanı gibi veriler otomatik Türkiye Sürücü Tanıma Sisteminde gözükecektir. Otomatik olarak incelenecek olup, bu sayede Toplu Ulaşım veri tabanında kayıtlı sürücülerin kayıtlı GSM numaraları ile uygulamaya giriş yaparak sistem aktivasyonu yapmalarını sağlayan entegrasyon sağlanır. Tıpkı bankacılık uygulamalarında olduğu gibi ruhsat sistemine kayıtlı olmayan sürücüler uygulamaya giriş yapamamaktadır. Ancak yolculuk yapan kişilerin bu bilgileri görebileceği bir uygulama ve arayüzü bulunmamaktadır.



Şekil 5-8: Kayıtlı Sürücü Girişi Ekran Görüntüsü

5.2.3.4. E-devlet Entegrasyonu Çok Faktörlü Kimlik Doğrulaması ve Ulaşım Web Portalına Entegrasyon

Sürücü Tanıma Yazılımı merkez sunucuların, E-devlet entegrasyonu yapılması akabinde “Mobil Connect” uygulamasına, veri tabanında kayıtlı olan telefon numaraları ile giriş yapabilmektedirler. Bu giriş işlemi sırasından giriş yapılmaya çalışılan **ruhsat sistemine kayıtlı cep telefon numarasına** SMS gönderilerek çok faktörlü kimlik doğrulaması gerçekleştirilerek dijital imza ile sisteme giriş yapılmaktadır. Aracın tüm sürüş, sefer verileri, güzergâh ve rotaları, sürücü bilgileri, taksimetre ücreti gibi verilerin tamamı Ulaşım Web Portalına entegre olarak, analiz edilip, rapor ve otomatik alarmlar oluşturulabilir.



Şekil 5-9: Çok Faktörlü Kimlik Doğrulaması Ekran Görüntüsü

5.2.3.5. Çalışma Ruhsatı Geçerlilik Takibi

Sürücüler Mobil Connect uygulaması ile çalışma ruhsatının geçerli olup olmadığını takip edebilirler. Çalışma ruhsatı sona eren sürücülere bilgilendirme yapılmaktadır. Aracın, yolculuk yapmak için bekleyen yolculara durumunu gösteren Akıllı Tepe Lambası, sürücü ancak sisteme giriş yaptığında açılıp, devreye girecektir.



Şekil 5-10: Çalışma Ruhsatı Geçerlilik Durumu

5.3. Sistemin Çalışmasının Değerlendirilmesi

Bu tez çalışmasında, Türkiye ve dünyadaki gelişmiş metropollerde taksî, toplu ulaşımının önemli bir bileşeni olması sebebiyle İstanbul ili özelinde toplu ulaşımında taksinin yeri ve önemi incelenmiştir. Çalışmamızın ilerleyen safhalarında İstanbul ilinde bulunan sürücü tanıma sistemi detaylı irdelenerek çeşitli geliştirmeler ve dijital imza entegrasyonları sağlanarak sürdürülebilir ve Türkiye modeline uygun model geliştirilmiştir. Bu çalışma ile geliştirilen Türkiye Taksî Sürücüsü Modeli ile sürücülerin tespiti dijital imza yöntemleri ile yapılırken, görüntü işleme sistemleri ile elektronik ödeme sistemleri entegrasyonu sağlanmış araç içi yolculukların hem sürücü hem de yolcu içi daha güvenli, konforlu ve şehir- ülke yönetimleri için denetlenebilir bir yapı meydana getirilmiştir.



Şekil 5-11: BAUSMER Türkiye Taksi Sürücüsü Tespit ve Denetim Sistemi Faydaları

E-Devlet sistemi ile entegrasyon sağlanarak ulusal bilgi ve güvenlik ağındaki ehliyet, sabıka kaydı ve varsa başka yüz kısaltıcı suçlara sahip kişilerin toplu ulaşım taksi sürücü sistemine otomatik olarak dahil edilmemesini sağlarken, insan hata payını minimuma indirmektedir. Geleneksel, yenilikçi olmayan ve sürdürülebilir olmayan yaklaşımlardan ziyade uygulanabilir ve sürdürülebilir bir Türkiye Taksi Sürücüsü Tanıma Modeli bu tez çalışmasında geliştirilmiştir.

Her taksi içerisine akredite olmuş markaların, Türkiye Taksi Yönetim Sistemine entegre olabilen “**Araç (Taksi) Yönetim Cihazlarının**” kurulması gerekmektedir. Bu sisteme aşağıda ayrıntıları verilecek tüm güvenlik, bankacılık, bilgilendirme ekranları ve IoT sensörlerinin entegre edilmesi sağlanacaktır. Bu çalışmamızda önerdiğimiz model İstanbul’ da ekstra bir cihaz yatırımı gerektirmektedir, **Araç (Taksi) Yönetim Cihaz**’ ına sahip olmayan şehirlerde cihaz yatırımının şehir yönetimleri (Kamu) veya taksi plakası sahipleri tarafından karşılanması gerekmektedir.

Sürücü takip uygulamasına giriş yapmadan taksi sürülemez, bunun için UKOME kararı ve genelge yayınlanarak “**Yasal Düzenlemeler**” yapılacaktır. Sürücü aracı çalıştırdığında taksimetreden yolcu alıp taksimetreyi başlatmak istediği anda “**Araç (Taksi) Yönetim Cihazı**” sesli ve görüntülü olarak” **Lütfen Sürücü Girişi Yapınız-Kayıtsız Yetkisiz Sürücü**” alarm

verecek. Bu alarmin benzeri “**Türkiye Taksi Sürücü Tanıma Sistem Merkezi**” operatör ekranında gösterilerek veri tabanına kaydedilecektir.

E-Devlet Entegrasyonu Sağlanır: Türkiye taksi sürücü tanıma sistemi yazılım altyapısı ve mevcut değilse şehir bazında sürücü kayıt ruhsat sistemi veri tabanı kurulacak. Kurulacak tüm bu sistemler ile e-devlet altyapısına entegre olacak. Emniyet Genel Müdürlüğü sisteminden her kayıtlı sürücünün 5 yıl geriye dönük GBT kayıtlarına otomatik ulaşım kontrol edebilecek, yüz kızartıcı suçlar ve alkollü araç kullanılması benzeri suçlardan hüküm giyenleri otomatik olarak algılayarak sürücü kartının otomatik askıya alınması sağlanmalıdır. Bu sayede sürücü ve yolcu güvenliği ile trafikte yaşanan anlaşılmazlıklar zamanla en aza indirgenecektir.

Tüm bu sistemin asıl amacı bağımlılık testini geçemeyen, sağlık kontrollerini yaptırmamış veya uygun olmayan, yüz kızartıcı suçlardan hüküm giymiş ve adli sicil sınırlamaları devam eden, kurallara uymayan, kayıtsız ve yetkisiz kişilerin araç sürmesinin engellenmesi olacaktır.

Taksi Sistemi Güvenlik Sorunu giderilecek. Araç içerisinde oluşan gasp, hırsızlık, yaralama, gibi acil durumların bildirilmesi ve veya en aza indirgenmesi için caydırıcı amaçlı panik butonlarının yerleştirilmesi. Bu amaçla araç içerisini ve yolu gösteren kamera kayıt sistemine “**Yolcu Panik Butonu**” ve “**Sürücü Panik Butonu**” olmak üzere iki adet panik butonu yerleştirilerek hem taksi sürücüsü hem de yolcu için güvenlik kaygısı giderilecektir. Ülkemizde taksici cinayetlerinin sayısı her gün gittikçe artmakta olup, konu eğitilmiş sürücülerimizin mesleği sahiplenmesi için önem arz etmektedir. Ayrıca Taksi Akıllı Tepe Lambası entegrasyonu ile panik butonuna basıldığında “**Sos Yardım**” ibaresi aracın üzerinde yanıp sönecek ve **Türkiye Taksi Sürücü Tanıma Sistemi Merkez Ekranlarına Yardım Alarmı Olarak Anlık Düşecektir.**

Araçlar kaza yaptığı andaki görüntülerin otomatik korumaya alınması için gerekli sistem altyapısı oluşturulacak. Mevcutta kullanılan kamera kayıt cihazı, dokunmatik ekranlı, android işletim sistemine sahip, bütünleşik olarak kayıt cihazı özelliklerini barındıran, çift kameralı ve G-sensöre haiz olan bir model seçilerek, kayıt cihazı kaza anında sahip olduğu IoT ivme ölçer (G-sensör) sayesinde kaza anının 1 dakika öncesi ve 1 dakika sonrası yol kamerası görüntüsü otomatik olarak sistem merkezine gönderilerek, bu görüntüler kurulacak merkez FTP sunucularda koruma altına alınacaktır. Bu sayede taksi sürücülerinin güvenliği ve taksicilik mesleğine aidiyet duygusu arttırılırken, sürüş kalitesinin dolaylı ve kalıcı arttırılması sağlanacaktır.

Yolcu seçme probleminin giderilmesi modülü: Araç üzerine yerleştirilecek **Akıllı Tepe Lambası ile Taksimetre** arasında “**Araç (Taksi) Yönetim Cihazı**” üzerinde koştan sürücü tanıma yazılımı üzerinden entegrasyon sağlanacak. Sürücü taksimetreyi açtığı anda otomatik olarak **Dolu** yazacak, bunun dışında **Akıllı Taksi Tepe Lambası** üzerinde “**Boş**” ibaresi gözükecektir. Ayrıca sürücünün lavabo ve diğer kişisel ihtiyaçları ile araç değişimlerini yapabilmesi için aynı gün

içerisinde 5 kez “**Servis Dışı**” yazması sağlanacaktır. Bu sayede kısa mesafe yolcu seçimi gibi şikayetler zamanla kalıcı olarak çözülmesi sağlanacaktır.



Şekil 5-12: Akıllı Tepe Lambası Entegrasyonu Sonrası Tepe Lambasının Durum Bilgisinin Otomatik Değişimi

Beni dolaştırdın sorunu için Sürücü tanıma yazılımının üzerinde koştuğu araç takip sistemi ve taksimetre ile entegre olması neticesinde yolculuk boyunca güzergâh ve trafik verileri de kaydedilerek beni dolaştırdın şikayetlerinin de minimuma indirilmesi sağlanacaktır. Ayrıca sürücü için oluşturulan uygulamanın bir benzeri mobil uygulama yolcular için oluşturularak, araç içi kare kodunu okutarak aracın o anki konumu ve gittiği güzergahı yolcu tarafından canlı kontrol edilebilecek ve yakınlarıyla paylaşabilecektir.



Şekil 5-13: Araçların anlık ve geçmişe dönük verileri izlenip raporlanma ekranı

Bankacılık Ödeme Sistemleri Entegrasyonu ile temasız ve sorunsuz ödemeler sağlanacaktır. Bu sayede gasp gibi olayların giderek azalması sağlanırken, ödeme verdim almadım sorunları, yerli yabancı turistlerin kandırılması, esnafa haksız isnatlarda bulunulması, tırnakçılık gibi birçok problemin kökten çözümü sağlanabilecektir.

Adaptif Sürücü Destek Sistemleri ve buna ait sensörlere haiz bir taksi yönetim cihazı seçilerek gün boyunca araç kullanımı ve stres dolayısıyla dikkati azalan taksi sürücülerinin şerit takibi ve öndeki araca fazla yaklaşma alarmları ekrandan sesli ve görsel uyarıyla hatırlatılması birçok kazanın önlenmesine sebep olacaktır. Dolaylı olarak ülke çapında maddi hasarların azaltılması, sigorta maliyetlerinin düşürülmesi ve manevi yaraların açılması engellenecektir.

Sistemde kayıtlı Türkiye çagında yaklaşık 40.000 civarında takside kurulu sürücü tanıma sistemi bileşenleri olan IoT sensör ve donanımlarına ait teknik sağlık bilgilerinin otomatik takip edilip izlendiği ve arızalana sistem aygıtlarının uzaktan otomatik tespit edilir.



Şekil 5-14: İstanbul’ da Bulunan Mevcut Taksiler

Raporlama ve takip sürücü başına yapılabilmektedir. Her araç sürücüsünün hangi tarihlerde, hangi aracı ne kadar süreyle kullandığı raporlanabilen ve canlı olarak takip edilebilen bir sistem olması yönüyle önemlidir.



Şekil 5-15: Sürücü tanıma sistemi ile sürücü takibi

Önerilen modelin doğruluk oranları, farklı sürücülerin güvenilir bir şekilde tanınmasını sağlayacak düzeydedir.

Gerçek dünya koşullarında performansın değerlendirilmesi için güncel ve uygulanan AUS teknolojileri ile model üzerinde geliştirme yapılmıştır. Belirtilen tüm uygulamalara ait bağımsız saha testleri ve global uygulamalar oluşturulmuştur.

Modelin güvenilirliğinin artırılması için çalışmalarda fazla sayıda veri ve optimize edilmiş algoritmalar kullanılmıştır. Bu sayede aşağıda belirttiğimiz faydalar sağlanacaktır.

- Yolcu ve sürücünün taksi içerisinde güvenle biniş-inişlerinin kontrolü
- Minibüs içerisinde hırsızlık, darp, taciz konularının aydınlatılması ve tespiti
- Araç içi hijyen ve gerekliliklerin elektronik ortamda uzaktan kontrolü
- Dış etken sebeplerle taksi sürücüsü ve yolcuların maruz kaldığı adli konuların aydınlatılması sağlanır.

Tüm bu modelin asıl amacı bağımlılık testini geçemeyen, sağlık kontrollerini yaptırmamış veya uygun olmayan, yüz kızartıcı suçlardan hüküm giymiş ve adli sicil sınırlamaları devam eden, kurallara uymayan, kayıtsız ve yetkisiz kişilerin araç sürmesinin engellenmesidir.

Bu sistem modeli ile teknolojik olarak kullanımı oturmuş, stabil çalışan IoT sensör ve cihazları ile AUS güvenlik teknolojilerinin birbirine entegre edildiği bütünleşik ve sürdürülebilir sistem donanım ve yazılımları seçilmiştir.

Sitemde yaklaşık an itibariyle sadece İstanbul için 20000 adet taksi olduğu düşünülürse sistemin altyapısını oluşturan cihazların uzaktan yönetim ve sağlık kontrollerinin yapıldığı gelişmiş yapıda Gömülü Mobil Cihaz Yönetimi (MDM) altyapısının kurulması elzemdir.



Şekil 5-6: Entegrasyonlar Sonrası Sistem Özeti

Ayrıca bu model ile tüm Türkiye şehirlerini kapsayan toplu ulaşım sürücü veri tabanı oluşturulması, bu veri tabanına kayıtlı tüm sürücülerin kullandığı tüm toplu ulaşım modalarındaki araçlar için uygulanması hedeflenmiştir. Bu yaklaşım ile tüm Türkiye’deki toplu ulaşım araçlarında hizmet kalitesini, güvenlik anlayışını ve konfor yapısını geliştireceği göz önünde bulundurulmuştur.

Bu sistemin tüm toplu ulaşım araçlarındaki sürücüler üzerinde uygulanması ile her bir araç üzerinde yalnızca lisanslı sürücüler çalışabilir ve kuralların ihlal edilmesi, haksız kazanç elde edilmesi durumlarında, araçtan ziyade sürücünün cezalandırılmasıyla sonuçlandırılması amaçlanmıştır. Bu sayede hizmet veren araç sayısında ve sefer planlamalarındaki zorlukların önüne geçilebilecektir.



Şekil 5-16: Haksız kazançların engellenmesi için taksi sürücü tanıma sistemine entegre bankacılık ödeme sistemlerine örnekler

Bu modelin uygulanması ile diğ er tüm ulaşım modalarındaki sürücüler için kullanım alanının yaygınlaştırılması sağlanacaktır. Diğ er ulaşım modlarındaki toplu ulaşım sürücülerinin sisteme kaydolup kullanabilecekleri teknolojik altyapılar kurularak tüm ulaşım modlarında kullanımı yaygınlaştırılırken, hizmet kalitesi ve gelişmişlik düzeyi artırılacaktır.

Bu tez çalışmasında üretilen yerli ve milli sürücü tanıma yazılımında önerdiğimiz modelde belirtilen fonksiyonlar geliştirilerek, araç içi mobil kameralar ve sürücü tanıma yazılımı ile taksi sürücüsü tespit edilebilecek, e-devlet entegrasyonu ile otomatik denetlenebilecek ve denetim merkezinde istenen alarmlar oluşturulabilecektir. Bunlar ancak, “Taksi Yönetim Cihaz” ve yazılımlarının doğru seçimi ve birbiri ile tam uyumlu ve stabil entegre edilmesi ile sağlanabilir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, “Türkiye Taksii Sürücüsü Tanıma ve Denetim Sistemi” Ar-Ge çalışması süreci sonunda fiziksel olarak geliştirmiş ve test edilmiştir. Taksii Sürücüsü Tanıma ve Denetim Sistemi, Akıllı Cep Telefonu Yazılımı yardımıyla, Taksii Yönetim Cihazı Akıllı Tabletinin üzerinde oluşturulan değişken dijital imza okutularak sisteme giriş yapmaktadır. Geliştirilen bu sistemin güvenlik, verimlilik, kullanıcı deneyimi ve yerel yönetimler açısından ülkemizde ilk olma özelliğine sahiptir. Literatürde yapılan araştırmalar, kullanılan sistem, yazılım ve teknolojiler bakımından dünyada benzeri olmadığını ortaya koymuştur. Taksimetre, akıllı tepe lambası, kablosuz akıllı panik butonu senaryosu ve elektronik ödeme sistemleri entegrasyonlarıyla bu sistemin literatürdeki bazı uygulamalara fark oluşturduğu görölmüştür.

Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, değişken dijital imza teknolojilerine ile giriş yapılabilen Taksii Sürücüsü Tanıma Akıllı Cep Telefonu Yazılımı ve buna bağlı olarak çalışan Taksii Sürücüsü Tanıma ve Denetim Sistemleri'nin Toplu Ulaşım alanında kullanılacak dijital çağın gereği olarak yeni bir trend oluşturacağı açıktır. Bu sistemler, geleneksel taksii hizmetlerinin sınırlarını aşarak, daha güvenli, daha verimli ve daha kullanıcı dostu bir deneyim sunmaktadır.

Yerel yönetimler açısından değerlendirildiğinde, dijital imza teknolojileri ve teknolojik entegrasyonlarla güçlendirilen Sürücü Tanıma Sistemi ile sürücülerin çalışma süresi içerisinde davranış ve alışkanlıklarının ölçömlenmesi, kontrolö ve hizmet kalitesinin iyileştirilerek, kalabalık şehirlerde daha konforlu, güvenli, sürdürölebilir, pratik ve etkin denetim ve yönetim ulaşım mekanizmalarının oluşturulmasına katkı sağlamaktadır. Özellikle, sürücü destek sistemleri kapsamında duygu analizi teknolojileri ile birleştirildiğinde tüm toplu ulaşım modlarında kullanılabilecek erişilebilir, yönetilebilir, takip edilebilir, sürdürölebilir ve kolay ulaşım imkânı sağlar.

Bu çalışma, güncellenebilir ve geliştirilebilir yönöyle devamında yapılacak diğer toplu ulaşım araçlarını içerecek akademik çalışmalara zemin hazırlaması açısından önemlidir.

Öneriler bölümünde, uygulaması dünyada metropol kentlerde yenilikçi olan bu sistemin yaygınlaştırılması için çeşitli adımlar önermekteyiz. Çalışmamızın bu kısmında bu tezimizin kazandırdıkları üzerinden çeşitli önerilerde bulunacağız.

Teknolojik İyileştirmeler: Mobil alanda kullanılan yazılım ve dijital imza sistemlerinin daha da geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için sürekli olarak araştırma ve geliştirme çalışmalarına devam edilmelidir. Bu, kullanıcı deneyimini artırarak ve güvenlik standartlarını daha da yükselterek, yerel yönetimlerin ulaşım sistemlerindeki denetim etkinliğini artıracaktır.

Kullanıcı Eğitimi ve Farkındalık: Sürücülerin ve yerel yönetimlerin sistemi doğru ve etkili bir şekilde kullanmaları için eğitim ve tanıtım programları düzenlenmeli ve bilinçlendirme faaliyetleri yürütülmelidir. Bu, sistemin yaygınlaşması ve daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşması açısından önemlidir.

Yasal Düzenlemeler ve Standartlar: Bu tür yenilikçi teknolojilerin kullanımıyla ilgili yasal düzenlemelerin oluşturulması ve güncellenmesi gerekmektedir. Ayrıca, standartlar belirlenerek ve denetimler düzenlenerek sistemin güvenliği ve güvenilirliği sağlanmalıdır.

Pazarlama ve Tanıtım: Bu tür gelişmiş yazılım ve sistemlerin daha geniş bir kullanıcı kitlesine tanıtılması ve pazarlanması için etkili pazarlama stratejileri geliştirilmelidir. Bu, sistemin yaygınlaşması ve kabul görmesi açısından önemlidir.

Toplumsal Katkı: Gündemden düşmeyen ve toplumsal vicdanı yaralayan taksici cinayetlerine S.O.S butonu ile azaltması veya bitirmesi açısından çok önemlidir. Buna ilave olarak, Taksi boş mu dolu mu tartışmalarını yine Boş-Dolu butonu yardımıyla sonlandırması açısından önemlidir.

Takip Edilebilirlik ve Güvenlik: Her araç sürücüsünün hangi tarihlerde, hangi aracı ne kadar süreyle kullandığı raporlanabilen ve canlı olarak takip edilebilen bir sistem olması yönüyle önemlidir. Bu asayiş olayları ve aracın bulunduğu konumdaki kaza, darp, suikast ve benzeri adli olayları aydınlatması açısından da önemlidir.

Yaygın Etki: Bu modelin uygulanması ile diğer tüm ulaşım modalarındaki sürücüler için kullanım alanının yaygınlaştırılması sağlanacaktır. Diğer ulaşım modlarındaki toplu ulaşım sürücülerinin sisteme kaydolup kullanabilecekleri teknolojik altyapılar kurularak tüm ulaşım modlarında ve E-Devlet entegrasyonu ile kullanımı yaygınlaştırılırken, hizmet kalitesi ve gelişmişlik düzeyi artırılabilecektir.

Ödeme Sistemi: Bankacılık Ödeme Sistemleri Entegrasyonu ile temasız ve sorunsuz ödemeler sağlanacaktır. Bu sayede, ödeme verdim almadım sorunları, yerli yabancı turistlerin kandırılması, esnafa haksız isnatlarda bulunulması, tırnakçılık gibi birçok problemin kökten çözümü sağlanabilecektir.

Sonuç olarak, QR kod okutularak, dijital imza teknolojisi kullanılarak sisteme giriş yapılabilen Taksi Sürücüsü Tanıma Akıllı Cep Telefonu Yazılımı ve buna bağlı olarak çalışan Taksi Sürücüsü Tanıma ve Denetim Sistem ve Entegre Sensörler ile Donanımları, genelde ulaşım sektöründe özelde Toplu Ulaşımında önemli bir dönüşüm sağlamaktadır. Bu sistem, teknolojik yenilikler ve entegrasyonları sayesinde dünyada başka bir örneğinin bulunmadığı bir seviyeye ulaşmıştır. Önerilen adımların yerel yönetimler tarafından hayata geçirilmesiyle, bu sistemin etkinliği ve kullanımı daha da artırılabilir ve ulaşım sektöründeki gelecekteki rolü güçlendirilebilir.

7. KAYNAKLAR

- Álvarez-Valle, W., Sarmiento-Ordosgoitia, I., ve Jaramillo-Álvarez, P. (2023). Methodology for database collection of Taxi drivers' behavior in real time. *Social Sciences and Humanities Open*, 7(1). <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100414>
- Azadani, M. N., ve Boukerche, A. B. (2022). DriverRep: Driver identification through driving behavior embeddings. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 162, 105–117. https://www.researchgate.net/publication/358083808_DriverRep_Driver_Identification_through_Driving_Behavior_Embeddings
- Acar Vural, R., Sert, M. Y., ve Karaköse, B. (2018). Gerçek Zamanlı Sürücü Yorgunluk Tespit Sistemi. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 30(3), 249-259. <https://doi.org/10.7240/marufbd.417915>
- ASELSAN. (2023). ASELSAN AR-GE inavasyon, Akıllı Şarj İstasyonları. <https://www.aselsan.com.tr>
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport policy*, 15(2), 73-80.
- Ceder, A. (2016). Public transit planning and operation: Modeling, practice and behavior. CRC press.
- Beijing Transport Institute. (2020). Beijing Transportation Overview. <https://transition-china.org/wp-content/uploads/2022/12/%E4%BA%A4%E9%80%9A%E8%8B%B1%E6%96%87TheBeijing-Dialogue1219.pdf>
- Brihanmumbai Electric Supply and Transport (BEST). (2020). BEST Annual Report. <https://www.bestundertaking.com/>
- Chen, H., Zhu, J., ve Yu, N. (2020). Research on Driver Face Recognition System Based on Deep Learning. In 2020 4th International Conference on Robotics, Control and Automation (ICRCA), 369-372. IEEE.
- Chu, C., Li, B., Zhang, Y., ve Yang, X. (2019). Driver Fatigue Detection Using Eye Tracking with Nonlinear Features and SVM Classifier. In 2019 11th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA) 1257-1261. IEEE.
- Çalışkan, O. (2024). Ticari araçlarda genel emniyet regülasyonu kapsamında gelişmiş sürücü destek sistemlerinin incelenmesi (Master's thesis). Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı /
- Çancı, M., Önden, İ., Çakmak, E., Gürel, Ö., ve Tuzla, H. (2015). İstanbul'da Deniz Ulaşımının Geleceğinin Değerlendirilmesi. İstanbul: İSTKA.

- Demissie, M. G., Kattan, L., Phithakkitnukoon, S., Homem De Almeida Correia, G., Veloso, M., ve Bento, C. (2021). Modeling location choice of taxi drivers for passenger pickup using GPS data. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 13(1), 70–90. <https://doi.org/10.1109/MITS.2020.3014099>
- Ding, Z., Xu, D., Tu, C., Zhao, H., Moze, M., Aioun, F., ve Guillemard, F. (2022). Driver Identification Through Heterogeneity Modeling in Car-Following Sequences. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 23(10), 1–14. https://www.researchgate.net/publication/358949400_Driver_Identification_Through_Heterogeneity_Modeling_in_Car-Following_Sequences
- Drahansky, M., Safarik, J., ve Brezinova, E. (2017). Biometric identification using hand geometry. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 518-523.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (2023). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Planı. <https://sp.enerji.gov.tr/dergi/index.html>
- Erden, B. ve Yüzer, M. A. (2021). Lojistik Merkezlerin Yer Seçiminde Ulaşım Bağlantılarının Rolü. *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(20. Bölge Bilimi ve Planlama Kongresi Özel Sayısı), 133-146.
- GERSAN Elektrik Tic. ve San.A.Ş. (2023). <https://gersan.com.tr/tr/content/faaliyet-raporlari>
- Güzel, İ., ve Göl, M. (2021, June). Driving Pattern Recognition Algorithm Using Fast Fourier Transform. In 2021 29th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU) (pp. 1-4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SIU53274.2021.9477701>
- HAVELSAN. (2021). <https://www.havelsan.com.tr/inovasyon/yeni-teknolojiler/teknoloji-yonetimi>
- Hu, H., Liu, J., Chen, G., Zhao, Y., Gao, Z., ve Zheng, R. (2023). Driver Identification Using Deep Generative Model With Limited Data. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 24(5), 5159–5171.
- Huang, X., Xu, Z., Wang, Y., ve 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).
- Hung, B. K. H. (2018). Road safety attitudes, perceptions and behaviours of taxi drivers in Hong Kong. *HKIE Transactions Hong Kong Institution of Engineers*, 25(4), 255–272. <https://doi.org/10.1080/1023697X.2018.1543033>
- Jain, A. K., Ross, A., ve Nandakumar, K. (2016). Handbook of Biometrics (2nd ed.). Springer.

- Kahraman, R. (2010). Kent İçi Trafiğinde Minibüs ve İstanbul Örneği Analizi [Yüksek Lisans]. T.C. Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- KARSAN. (2023). <https://www.karsan.com/tr/genel-bakis-e-atak>
- Kozin, E. S., ve Bazanov, A. V. (2020). Vehicle Driver Identification System Based on Biometric Data. *Intelligence. Innovations. Investment*, 4(4), 133–142. <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2020-4-133>
- Li, C., Chan, S. H., ve Chen, Y.-T. (2023). DROID: Driver-Centric Risk Object Identification. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 45(11), 13683–13698.
- Li, C., Wang, L., Lv, H., ve Hu, H. (2018). Real-time Driver Face Recognition System Based on Convolutional Neural Network. In 2018 4th International Conference on Computing and Artificial Intelligence (ICCAI), 250-253. IEEE.
- Litman, T. (2017). Autonomous vehicle implementation predictions.
- Lu, L., ve Xiong, S. (2022). Few-shot driver identification via meta-learning. *Expert Systems with Applications*, 203. https://www.researchgate.net/publication/360471701_Few-shot_driver_identification_via_meta-learning
- Ma, Y., Tao, Y., Gong, Y., Cui, W., ve Wang, B. (2023). Driver identification and fatigue detection algorithm based on deep learning. *Mathematical Biosciences and Engineering*, 8162(8189). https://www.researchgate.net/publication/368852669_Driver_identification_and_fatigue_detection_algorithm_based_on_deep_learning
- Moscow Department of Transport. (2020). Moscow Transport. <https://www.intelligenttransport.com/organisations/moscow-department-of-transport/>
- New York City Taxi and Limousine Commission. (2020). NYC Taxi Factbook. <https://www.nyc.gov/assets/tlc/downloads/pdf/2020-tlc-factbook.pdf>
- OECD. (2020). Taxi, Ride-Sourcing and Ride-Sharing Services- Paris. <https://www.oecd.org/daf/competition/taxis-and-ride-sharing-services.htm>
- Özer, M. (2010). İstanbul ulaşımında (ticari taksiler, minibüsler ve özel halk otobüslerinde) kayıt dışılık ve çözüm önerisi (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü). İstanbul Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Özkan, N. F., Ulutaş, B. H., ve Yetkin, B. N. (2022). Derin Öğrenme Yöntemleriyle Sürücü Yorgunluk Tespiti: Bir Uygulama. *Ejons International Journal*, 6(21), 212-223
- Öztürk, E., Erzin, E. (2012). Driver Status Identification from Driving Behavior Signals. In: Hansen, J., Boyraz, P., Takeda, K., Abut, H. (eds) *Digital Signal Processing for In-Vehicle Systems and Safety*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9607-7_3

- Pakusch, C., Boden, A., Stein, M., ve Stevens, G. (2021). The Automation of the Taxi Industry – Taxi Drivers’ Expectations and Attitudes Towards the Future of their Work. *Computer Supported Cooperative Work: CSCW: An International Journal*, 30(4), 539–587. <https://doi.org/10.1007/s10606-021-09408-1>
- Pakusch, C., Meurer, J., Tolmie, P., ve Stevens, G. (2020). Traditional taxis vs automated taxis – Does the driver matter for Millennials? *Travel Behaviour and Society*, 21, 214–225. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2020.06.009>
- Pal, S., Nunez, D., Wang, Y., ve Bian, X. (2020). Real-time Eye Tracking for Driver Monitoring. In 2020 IEEE International Conference on Big Data (Big Data). 3448-3456.
- Park, J., Lee, S., Oh, C., ve Choe, B. (2021). A data mining approach to deriving safety policy implications for taxi drivers. *Journal of Safety Research*, 76(1), 238–247. A data mining approach to deriving safety policy implications for taxi drivers
- Plano, C., Behrens, R., ve Zuidgeest, M. (2019). Incentivizing off-peak minibus-taxi feeder service: Driver perspectives on reform approaches. *Conference: Southern African Transport Conference*. <https://www.researchgate.net/publication/334465884>
- Ratha, N. K., Connell, J. H., ve Bolle, R. M. (2001). Enhancing security and privacy in biometrics-based authentication systems. *IBM Systems Journal*, 40(3), 614-634.
- Reynolds, D. A., Rose, R. C., ve Quatieri, T. F. (2000). Speaker verification using adapted Gaussian mixture models. *Digital Signal Processing*, 10(1-3), 19-41.
- Stanojevic, R. (2017). How Safe is Your (Taxi) Driver? *CIKM '17: Proceedings of the 2017 ACM on Conference on Information and Knowledge Management*, 2319–2322. https://www.researchgate.net/publication/320885109_How_Safe_is_Your_Taxi_Driver
- Sun, L., Cheng, L., ve Zhang, Q. (2021). The differences in hazard response time and driving styles of violation-involved and violation-free taxi drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 82(1), 178–186.
- Sun, Y., Wu, C., Zhang, H., Ferreira, S., Tavares, J. P., ve Ding, N. (2023). Understanding Influences of Driving Fatigue on Driver Fingerprinting Identification through Deep Learning. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 99, 1–19.
- Şahin, A., Çil, S., ve İstanbullu, A. (2020). Raspberry Pi 4 ile Sürücü Yorgunluk Tespiti ve Uyarı Sistemi. *Journal of Science, Technology and Engineering Research*, 1(1), 13-18. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3902907>
- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2022). *Yıllara Göre TCDD İstatistik Yıllığı* <https://www.tcdd.gov.tr/kurumsal/istatistikler>

- 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. Milli Teknoloji Hamlesi (s. 356-396). Türkiye Bilimler Akademisi.
- Tokyo Century News. (2020). <https://www.tokyocentury.co.jp/tc-news-en/services/automobility/go-taxi-gx/>
- Transport for London. (2020). Taxi and Private Hire. <https://tfl.gov.uk/info-for/taxis-and-private-hire/>
- TUHİM. (2024). Toplu Ulaşım Denetim ve Yönetim Merkezi. <https://tuhim.ibb.gov.tr/>
- TÜİK. Dış Ticaret İstatistikleri, (Aralık 2021). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Foreign-Trade-Statistics-December-2021-45535>
- Transit System Performance: Capacity, Productivity, Efficiency, and Utilization (2007) (Pages: 149-201)
- Tokyo Metropolitan Government. (2020). Transportation in Tokyo. <https://www.metro.tokyo.lg.jp/english/directory/transportation.html>
- TÜBİTAK MAM. (2023). Smart Charge Şarj İstasyonları. <https://mam.tubitak.gov.tr>
- UTİKAD (2022). Lojistik Sektörü Raporu <https://www.utikad.org.tr/images/HizmetRapor/utikadlojistiksektoruraporu2022-857.pdf>
- Vassallo, V., Prakash, V., Garg, L., ve Singh, P. (2024). Using Historical Trip Information to Determine the Waiting Time Required for Taxi Services. In H. Sharma, A. Chakravorty, S. Hussain, ve R. Kumari (Eds.), *International Conference on Artificial Intelligence on Textile and Apparel* (pp. 139–152). Part of the Lecture Notes in Networks and Systems book series.
- Veloso, M., Phithakkitnukoon, S., ve Bento, C. (2013). *Taxi Driver Assistant-A Proposal for a Recommendation System*. <https://www.researchgate.net/publication/267324979>
- Vestel (2023). EVC04 Şarj İstasyonları. <https://www.vestel.com.tr/content/mobilite>
- Vuchic, V. R. (2007). Urban Transit Systems and Technology. John Wiley ve Sons.
- Yaman, M. A., Erbaş, A. E., ve Alpkökin, P. (2023). COVID-19 sonrası kentlerde ulaşım planlamasında ara toplu taşımanın önemi. *Journal of Awareness*, 8(3), 321-337.
- Zhang, Y., Li, B., ve Krishnan, R. (2020). Learning Individual Behavior Using Sensor Data: The Case of GPS Traces and Taxi Drivers. *Information Systems Research*, 31(4), 1–61. https://www.researchgate.net/publication/346102803_Learning_Individual_Behavior_Using_Sensor_Data_The_Case_of_Global_Positioning_System_Traces_and_Taxi_Drivers
www.istanbul.edu.tr (Erişim Tarihi: 26.07.2023)

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