

Araştırma Makalesi

Toplu Ulaşım Sisteminde Sürücü Tanıma Sistemi:Türkiye Taksi Örneği

Bilal Kartal¹, Mehmet Tektaş², Necla Tektaş^{3*}

¹Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Bandırma, Türkiye

²Ulaştırma Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Bandırma, Türkiye

³Ekonometri, İktisadi ve İdari bilimler Fakültesi, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Bandırma, Türkiye

*Correspondence: ntektas@bandirma.edu.tr

DOI: 10.51513/jitsa.1550015

Özet: Kentsel alanlarda, özellikle büyük metropollerde, toplu ulaşım sistemleri sürdürülebilir kentsel gelişimin ve yaşam kalitesinin temel bileşenlerinden biridir. Dijital çağın getirdiği teknolojik ilerlemeler, bu sistemlerin etkinliğini ve verimliliğini artırmada kritik bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS), kentsel ulaşım ağlarının optimizasyonunda giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Toplu ulaşımın çeşitli modları arasında, taksiler özellikle kısa mesafeli, kapıdan kapıya ve bireyselleştirilmiş seyahat talepleri açısından önemli bir boşluğu doldurmaktadır. Ancak, birçok büyük şehirde taksi hizmetleriyle ilgili çeşitli sorunlar gözlemlenmektedir. Bu sorunlar arasında güvenlik endişeleri, ödeme anlaşmazlıkları ve hizmet kalitesiyle ilgili şikayetler ön plana çıkmaktadır. Sistem tasarımı, fiziksel testlerle doğrulanmış ve bir yüksek lisans tezi kapsamında detaylı olarak incelenmiştir. Geliştirilen sürücü tanıma sistemi, Türkiye'de ilk olma özelliğini taşımakla birlikte, global ölçekte de benzersiz özelliklere sahiptir. Sistemin temel hedefleri arasında sürücü güvenliğinin artırılması, yolcu-sürücü anlaşmazlıklarının minimize edilmesi ve taksi hizmet kalitesinin yükseltilmesi yer almaktadır. Bu amaçlara ulaşmak için, sistem içerisinde acil durum bildirimi, taksi durumunun (boş/dolu/rezerve) dinamik gösterimi gibi yenilikçi özellikler yer almaktadır. Önerilen Türkiye Taksi Sürücü Tanıma Sistemi Modeli hem akademik literatüre katkı sağlamayı hem de sektörel uygulamalara yol göstermeyi hedefleyerek New York, Londra, Tokyo, Paris ve İstanbul gibi büyük hacimli taksiye sahip metropollerin ihtiyaçlarına cevap verebilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu çalışma, toplu ulaşımında akıllı sistemlerin entegrasyonu konusunda yeni bir perspektif sunmakta ve gelecekteki araştırmalar için verimli bir zemin hazırlamaktadır. Ayrıca, önerilen modelin diğer toplu ulaşım araçlarına uyarlanabilirliği, araştırmanın potansiyel etkisini genişletmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı ulaşım sistemleri, toplu ulaşım, sürücü tanıma sistemi, taksi

Driver Recognition System in Urban Transportation: A Case Study on Taxis

Abstract: In urban areas, especially in large metropolises, public transportation systems are one of the fundamental components of sustainable urban development and quality of life. Technological advancements brought by the digital age play a critical role in increasing the effectiveness and efficiency of these systems. In this context, Intelligent Transportation Systems (ITS) are gaining increasing importance in the optimization of urban transportation networks. Among the various modes of public transportation, taxis fill an important gap, particularly in terms of short-distance, door-to-door, and personalized travel demands. However, various problems related to taxi services are observed in many large cities. Among these problems, safety concerns, payment disputes, and complaints about service quality come to the forefront. The system design has been verified through physical tests and examined in detail within the scope of a master's thesis. The developed driver recognition system, while being the first of its kind in Turkey, also possesses unique features on a global scale. The main objectives of the

* Corresponding author.

E-mail address: ntektas@bandirma.edu.tr

ORCID: 0000-0003-1457-7815, 0000-0001-9564-8069, 0000-0002-8190-4532

Received 14.09.2024; Received in revised form 17.09.2024; Accepted 08.10.2024

Peer review under responsibility of Bandırma Onyedi Eylül University. This work is licensed under CC BY 4.0.

system include increasing driver safety, minimizing passenger-driver disputes, and improving taxi service quality. To achieve these goals, the system incorporates innovative features such as emergency notifications and dynamic display of taxi status (vacant/occupied/reserved). The proposed Turkish Taxi Driver Recognition System Model is designed to meet the needs of metropolises with large taxi fleets such as New York, London, Tokyo, Paris, and Istanbul, aiming to contribute to academic literature as well as guide sectoral applications. This study presents a new perspective on the integration of intelligent systems in public transportation and prepares fertile ground for future research. Furthermore, the adaptability of the proposed model to other public transportation vehicles expands the potential impact of the research.

Keywords: Intelligent transportation systems, urban transportation, driver recognition system, taxi

*Bu makale, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı bünyesinde hazırlanan Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

* Corresponding author.

E-mail address: ntektas@bandirma.edu.tr

ORCID: 0000-0003-1457-7815, 0000-0001-9564-8069, 0000-0002-8190-4532

Received 14.09.2024; Received in revised form 17.09.2024; Accepted 08.10.2024

Peer review under responsibility of Bandırma Onyedi Eylül University. This work is licensed under CC BY 4.0.

1. Giriş

Toplu taşıma, çok sayıda insanın aynı araçları kullanarak seyahat etmesini sağlayan, organize bir ulaşım sistemidir (Vuchic, 2017). Geniş bir coğrafi kapsama alanına sahip olan ve genellikle kamu tarafından işletilen bu sistemler, şehir içi ve şehirlerarası hareketliliği kolaylaştırır. Toplu taşıma sistemleri içerisinde taksi hizmetleri, bireysel taşıma ihtiyaçlarına cevap veren esnek bir ulaşım seçeneği olarak önemli bir rol oynar (Shaheen vd., 2018).

Taksi hizmetleri, bireylere hızlı ve esnek bir ulaşım seçeneği sunar (Cervero ve Murakami, 2020). Acil durumlar, beklenmedik toplantılar veya ani plan değişiklikleri gibi durumlarda, taksi kullanmak bireylerin hedeflerine hızlı bir şekilde ulaşmasını sağlar. Toplu taşıma araçlarının aksine belirli güzergâh ve sefer saatlerine bağlı kalmadıkları için zaman açısından daha verimli bir seçenek oluşturur (Litman, 2021). Bu durum, özellikle gece geç saatlerde veya erken sabah saatlerinde ulaşım ihtiyacı olan bireyler için kritik bir öneme sahiptir. Toplu taşıma seçeneklerinin sınırlı olduğu zaman dilimlerinde taksi, ulaşım sürekliliğini sağlayan önemli bir alternatif sunar. Özellikle büyük şehirlerde, taksi hizmetleri toplu taşıma sisteminin vazgeçilmez bir bileşeni haline gelir (Rayle vd., 2016).

Taksi hizmetlerine erişim genellikle kolaydır. Bir telefon çağrısı, mobil uygulama veya sokakta taksi bulma gibi yöntemlerle hızlı bir şekilde taksi çağrılabilir (Jin vd., 2019). Uber ve Lyft gibi platformların son yıllarda yaygınlaşması, akıllı telefonlar üzerinden taksi çağırma sürecini kolaylaştırmıştır (Clewlow ve Zhu, 2019). Taksilere kolay erişim, özellikle toplu taşıma duraklarından uzakta ikamet eden veya hareket kabiliyeti kısıtlı bireyler için önemli bir avantajdır, şehir içi ve şehirlerarası geniş bir kapsama alanına da sahiptir (Yang vd., 2018). Bu, hem şehir içinde hem de şehirler arasında seyahat edenler için uygun ve konforlu bir ulaşım seçeneği olup özellikle toplu taşıma ağının yetersiz olduğu bölgelerde, taksi hizmetleri ulaşım boşluğunu doldurarak hareketliliği artırır.

Taksi kullanımı, bireylerin kendi özel araçlarına ihtiyaç duymadan seyahat etmelerini sağlar (Geurs ve Van Wee, 2004). Özellikle büyük şehirlerde park sorunları ve trafik sıkışıklığı gibi sorunların azaltılmasında taksi hizmetleri etkili bir rol oynar. Toplu taşıma kullanımını teşvik ederek, şehirlerdeki hava kirliliği ve karbon emisyonlarının azaltılmasına da katkıda bulunur (Santos vd., 2019).

Taksi sektörü de, yerel ekonomiye istihdam ve sosyal katkı sağlar (Frenken ve Boschma, 2007). Taksi sürücüleri, yerel işletmeler ve servis sağlayıcıları aracılığıyla şehirlerin ekonomik canlılığına katkıda bulunur. Ayrıca, turistlerin şehir içinde rahatça hareket etmesini sağlayarak turizm gelirlerinin artmasına da yardımcı olurlar. Turistler ve ziyaretçiler için taksi hizmetleri, şehri keşfetmeyi kolaylaştırabilir (Cohen ve Gössling, 2015). Taksi sürücüleri genellikle şehir hakkında bilgi sahibi olduklarından, turistlere rehberlik edebilir ve önemli yerleri gösterebilirler. Bu, şehir tanıtımına ve turizm sektörünün gelişimine olumlu katkı sağlar.

Taksi kullanmak, özellikle gece saatlerinde veya güvenlik endişelerinin olduğu durumlarda bireylerin kişisel güvenliklerini artırabilir (Loukaitou-Sideris ve Banerjee, 2004). Düzenli olarak denetlenen, lisanslı taksi ve sürücüleri ile yolcuların güvenli bir şekilde seyahat etmeleri sağlanabilir. Gelişmiş ülkelerde, taksi sürücülerinin belirli standartları karşılaması ve eğitim alması beklenir (OECD, 2019). Ruhsat aşamasında bağımlılık testi, psikoteknik testler ve benzeri değerlendirmelerden geçmeleri, yolcu güvenliği ve hizmet kalitesi açısından önemlidir. Dijital sistemlerle taksi hizmetlerinin uzaktan kontrolü ve denetimi hem yolcular hem de sürücüler için güvenli ve şeffaf bir ortam yaratılmasına yardımcı olabilir.

Taksi hizmetleri, bireyler için önemli bir ulaşım seçeneği olarak kabul edilir ve birçok durumda pratik ve etkili bir çözüm sunar. Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle birlikte, taksi hizmetleri de dijitalleşmekte ve daha kullanıcı dostu hale gelmektedir. Taksi hizmetlerinin toplu taşıma sistemleri içerisindeki rolü ve önemi göz önünde bulundurulduğunda, bu hizmetlerin düzenlenmesi, geliştirilmesi ve entegre bir şekilde yönetilmesi büyük önem taşır.

2. Toplu ulaşım sisteminde taksinin yeri ve önemi

Şehirlerdeki ulaşımın sürdürülebilirliği, sadece toplu ulaşımına değil, aynı zamanda taksiler, bisikletler, yaya ulaşımı gibi alternatif ulaşım modlarının da entegrasyonuna bağlıdır (Litman, 2021). Özellikle günümüzde Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) teknolojilerinin gelişmesiyle, taksilerin toplu ulaşım sisteminde daha verimli ve entegre bir şekilde dahil edilmesi mümkün hale gelmiştir. Bu bağlamda, İstanbul gibi büyük ve karmaşık şehirlerde taksilerin toplu ulaşım sistemindeki yeri ve önemi daha da belirginleşmektedir.

- **Toplu taşıma sistemini tamamlayıcı rol:** Metro, otobüs, tramvay gibi toplu taşıma sistemleri yoğun olarak kullanıldığı metropollerde, bu sistemlerin kapsama alanlarının sınırlı olduğu veya sefer saatlerinin yetersiz kaldığı durumlarda, taksiler toplu taşıma sistemini tamamlayıcı bir rol üstlenirler (Cervero ve Murakami, 2020). Özellikle gece geç saatlerde veya erken sabah saatlerinde toplu taşıma seçeneklerinin azaldığı zaman dilimlerinde taksiler, ulaşım sürekliliğini sağlamada önemli bir rol oynarlar.
- **Kapıdan kapıya ulaşım imkânı:** Taksi hizmetleri, yolculara kapıdan kapıya ulaşım imkânı sunarak, toplu taşıma duraklarına yürüme mesafesini ve aktarma sürelerini ortadan kaldırır (Bansal vd., 2019). Bu özellik, özellikle hareket kabiliyeti kısıtlı bireyler, yaşlılar ve ağır yük taşıyanlar için büyük bir avantaj sağlar.
- **Esneklik ve hız:** Taksi hizmetleri, toplu taşıma araçlarına göre daha esnek ve hızlı bir ulaşım seçeneği sunar (Jin vd., 2019). Yolcular, taksi kullanarak istedikleri zaman ve istedikleri yere doğrudan ulaşabilirler. Taksi kullanımı, acil durumlar, beklenmedik toplantılar veya ani plan değişiklikleri gibi zaman kısıtlı durumlarda bireylerin hedeflerine hızlı ulaşımını sağlar.
- **AUS teknolojileri ile entegrasyon:** AUS teknolojilerinin gelişmesi, taksi hizmetlerinin daha verimli ve kullanıcı dostu hale gelmesini sağlamıştır (Shaheen vd., 2018). GPS tabanlı navigasyon sistemleri, mobil uygulamalar üzerinden taksi çağırma ve online ödeme gibi özellikler, yolcuların taksi deneyimini iyileştirirken, aynı zamanda taksi işletmelerinin operasyonel verimliliğini de artırmaktadır.
- **Turizm ve ekonomiye katkı:** Taksi hizmetleri turistlerin şehir içinde rahatça hareket etmesini sağlamada önemli bir rol oynar (Cohen ve Gössling, 2015). Ayrıca, taksi sektörü, ekonomiye istihdam ve gelir sağlayarak önemli bir katkı da sunmaktadır (Frenken ve Boschma, 2007).

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 (Tektaş ve Tektaş, 2022). Bu nedenle, İstanbul'da ulaşım stratejileri, taksilerin AUS teknolojilerine entegre olmuş, tüm ulaşım modlarını dengeli bir şekilde entegre etmeye odaklandığı görülmektedir.

Tokyo, New York, Londra, Paris, Pekin, Moskova, Mumbai ve İstanbul gibi dünyanın gelişmiş metropollerinde 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 kentler, yüksek nüfus yoğunlukları ve sürekli hareketlilik nedeniyle yoğun bir taksi talebiyle karşı karşıyadır. Bu talep, doğal olarak taksi sayılarının da yüksek olmasına yol açar. Örneğin, 2020 yılı itibarıyla dünyanın önde gelen metropollerindeki taksi sayıları aşağıdaki gibidir:

- Tokyo, Japonya: Tokyo'da yaklaşık 50.000 taksi hizmet vermektedir (Tokyo Metropolitan Government, 2020).
- New York, ABD: New York şehrinde yaklaşık 13.587 sarı taksi bulunmaktadır (New York City Taxi and Limousine Commission, 2020).
- Londra, Birleşik Krallık: Londra'da yaklaşık 21.000 siyah taksi hizmet vermektedir (Transport for London, 2020).
- Moskova, Rusya: Moskova'da yaklaşık 50.000 taksi bulunmaktadır (Moscow Department of Transport, 2020).

- Mumbai, Hindistan: Mumbai'de yaklaşık 58.000 taksi hizmet vermektedir (Brihanmumbai Electric Supply and Transport, 2020).
- Pekin, Çin: Pekin'de yaklaşık 66.000 taksi bulunmaktadır (Beijing Municipal Commission of Transport, 2020).
- İstanbul, Türkiye: İstanbul'da yaklaşık 17.395 taksi bulunmaktadır (İstanbul Ticaret Odası, 2020).
- Paris, Fransa: Paris'te yaklaşık 17.000 taksi hizmet vermektedir (Préfecture de Police, 2020).

3. Sürücü tanıma sistemleri

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, kimlik doğrulama ve hatta duygusal durumlarını belirlemek için kullanılabilir (Şekil 1).



Şekil 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.

3.1. Sürücü tanıma sistemlerinde kullanılan teknolojiler

Sürücü tanıma sistemlerinde kullanılan teknolojiler ve bunlara bağlı temel özellikler aşağıda yer almaktadır.

3.1.1. Yüz tanıma sistemi

Yüz tanıma teknolojisi, son yıllarda güvenlik, kimlik doğrulama ve erişim kontrolü gibi birçok alanda giderek daha fazla kullanılmaktadır (Zhao vd., 2003). Toplu ulaşım sistemlerinde, özellikle otobüs, metro ve tren gibi toplu taşıma araçlarında, güvenlik ve yolcu takibi amacıyla yüz tanıma sistemlerinin kullanımı yaygınlaşmaktadır (Li ve Jain, 2011).

Yüz tanıma sistemlerinin performansını artırmak için derin öğrenme algoritmaları kullanılmaktadır. Derin öğrenme, yapay sinir ağları kullanılarak büyük veri kümeleri üzerinde eğitilen bir makine öğrenmesi yöntemidir (LeCun vd., 2015). Yüz tanıma sistemlerinde, derin öğrenme algoritmaları, yüz görüntülerindeki özellikleri otomatik olarak öğrenerek yüzleri daha doğru bir şekilde tanımlayabilmektedir (Schroff vd., 2015). Yüz tanıma teknolojisinin doğruluk oranı, kullanılan algoritmalar, veri kümeleri ve çevresel faktörler gibi birçok faktöre bağlıdır. Derin öğrenme algoritmaları sayesinde yüz tanıma sistemlerinin doğruluk oranında önemli bir artış olmuştur (Guo vd.,

2016). Fakat düşük ışık koşulları, yüz ifadeleri ve yüzdeki aksesuarlar gibi faktörler, yüz tanıma sistemlerinin performansının düşüşüne neden olmakta ve kullanımıyla ilgili gizlilik endişeleri de bulunmaktadır. Yüz tanıma sistemleri, bireylerin yüz görüntülerini toplamakta ve bu verileri bir veri tabanında saklamaktadır. Bu verilerin kötüye kullanılması veya yetkisiz kişilerin erişimine açılması, bireylerin gizliliğini tehlikeye sokacağı endişesi de devam etmektedir (Ohm, 2010). Bu nedenle, yüz tanıma sistemlerinin kullanımıyla ilgili yasal düzenlemeler ve etik kuralların düzenlenmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir.

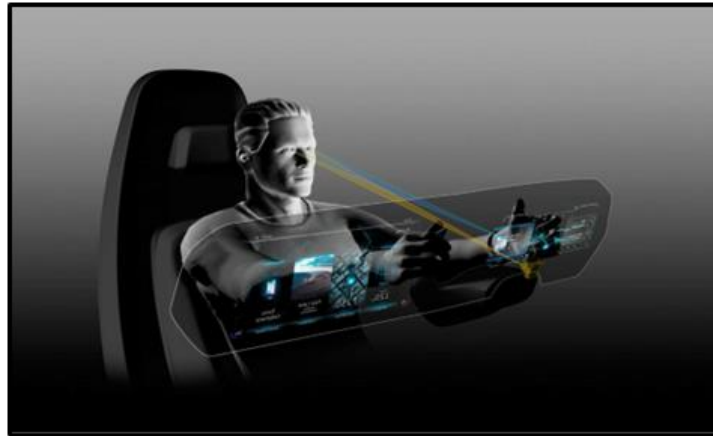
Taksilerde yüz tanıma teknolojisinin kullanımı yaygın olmamakla birlikte pilot çalışması olarak kullanılan yerlerde mevcuttur. Örneğin, Tokyo'da taksi şoförlerinin kimliğini doğrulamak ve güvenliği artırmak için kullanılan sürücü tanıma sistemi, Tokyo Century Corporation tarafından geliştirilmiş ve 2020 yılında Aizu Taxi filosunda kullanıma sunulmuştur. Aizu Taxi'nin yüz tanıma sistemi, Tokyo'da sınırlı sayıda takside kullanılmaktadır (Tokyo Century Corporation, 2020). Ancak, sistemin başarılı olması durumunda diğer taksi şirketleri tarafından da benimsenmesi beklenmektedir. Taksilerin bireysel olarak bu teknolojiyi benimsemesi ve kullanması henüz yaygın olmayıp, uygulamadaki yaşanan sorunlar nedeniyle sürdürülebilir bir teknoloji olarak görülmemektedir.



Şekil 2. Tokyo'da kullanılan sürücü tanıma sistemi cihazı (Tokyo Century News, 2020)

3.1.2. 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 olmaktadır (Pal, Nunez, Wang ve Bian, 2020).



Şekil 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 denenmektedir. Ancak günümüzde istenen doğrulukta yeterlilikte olmadığı için sürücü takip sistemlerinde yaygın olarak kullanılamamaktadır (Chu, Li, Zhang ve Yang, 2019).

3.1.3. RFID kart ve biyometrik tanıma

Parmak izi, retina taraması veya el damarları gibi biyometrik özelliklerle sürücü kimliği doğrulanabilmektedir. Bu tür biyometrik veriler, sürücüyü benzersiz bir şekilde tanımlamak için kullanılmaktadır (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. Parmak izi 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 sistemleri 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.

3.1.4. Ses tanıma

Sürücünün ses özellikleri analiz edilerek tanınması mümkündür. Sesli komutları anlama ve sürücünün sesini diğer yolcuların seslerinden ayırt etme gibi özellikler içerebilir. 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. Bu teknoloji gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılmamaktadır çünkü kişisel bilgilerin kullanımı yasal kabul edilmemektedir.



Şekil 5. Ses tanıma sistemi

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 ulaşımda hizmet kalitesi artırılabilirliği anlaşılmaktadır.

4. Toplu ulaşımda sürücü tanıma sistemleri

Toplu ulaşımda sürücü tanıma sistemleri, sürücünün kimliğini ve davranışlarını belirlemek amacıyla kullanılan teknolojik çözümlerdir. Toplu taşıma araçlarından taksiler için geliştirilen sürücü tanıma sistemi modeli bu çalışmada yer almaktadır. Türkiye Taksi Sürücü Tanıma Sistemi Modeli bileşenleri ve yasal alt yapısı, modelin kurulması aşağıda yer almaktadır.

4.1. Türkiye Taksi Sürücü Tanıma Sistemi Modeli (TTSTSM)

Toplu ulaşım sistemleri, kentlerdeki ulaşımın önemli bir parçasını oluştururken, bu sistemlerin verimli ve güvenli bir şekilde işlemesi büyük önem taşımaktadır. Ancak, toplu ulaşım araçlarında sürücü davranışlarının izlenmesi ve yönetilmesi, sürücü güvenliği, yolcu memnuniyeti ve operasyonel verimlilik açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, toplu ulaşım 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 Sürücü Tanıma Modeli (TTSTSM) modelimiz şematik olarak gösterilmiştir ve devamında detaylı olarak açıklanmıştır.



Şekil 6. Türkiye Taksi Sürücü Tanıma Sistemi Modeli (TTSTSM) genel çalışma prensibi

Geliştirilen (TTSTSM), dünyadaki metropol şehirlerin ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin mevcut taksi sistemlerinin incelenmesi ve karşılaştırılması sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu model, güvenlik, konfor, erişilebilirlik ve entegrasyon gibi temel unsurları göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Modelin özellikleri;

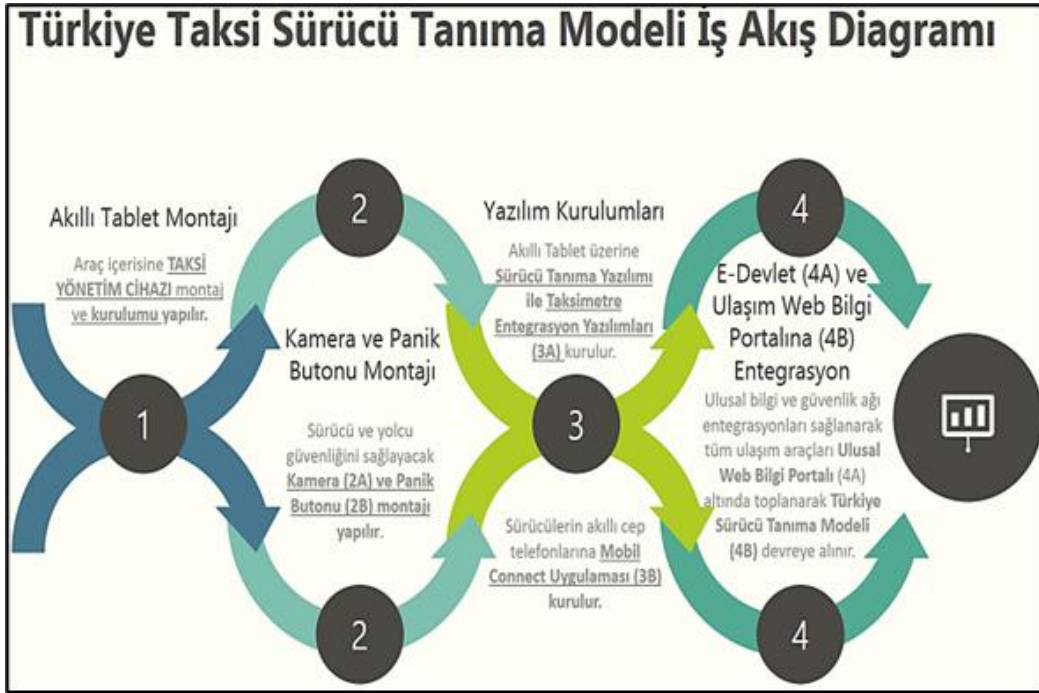
- **Güvenlik teknolojileri:** Geliştirilen model, yolcu ve sürücü güvenliğini artırmak için gelişmiş güvenlik teknolojileriyle donatılmıştır. Bu teknolojiler arasında GPS takip sistemi, acil durum butonu, yolculuk kayıtları ve sürücü kimlik doğrulama sistemleri yer almaktadır.

- **IoT sensör teknolojileri:** Model, Nesnelerin İnterneti (IoT) sensör teknolojileriyle entegre edilerek, gerçek zamanlı veri toplama ve analiz imkânı sunmaktadır. Bu sensörler aracılığıyla trafik yoğunluğu, hava durumu, yol koşulları gibi veriler toplanarak, taksi hizmetlerinin optimizasyonu ve yolculara daha iyi hizmet sunulması hedeflenmektedir.
- **Online ödeme sistemleri:** Akıllı taksi modeli, online ödeme sistemleriyle entegre edilerek, yolculara kolay ve temassız ödeme seçenekleri sunmaktadır. Bu sayede, nakit para taşıma ihtiyacı ortadan kalkmakta ve ödeme işlemleri daha hızlı ve güvenli hale gelmektedir.
- **Araç üstü akıllı taksi bilgilendirme şapkası:** Model, araç üstünde bulunan akıllı bir bilgilendirme şapkası ile donatılmıştır. Bu şapka, taksinin müsaitlik durumunu, güzergâh bilgisini ve tahmini varış süresini yolculara ve trafik yönetim sistemine iletmektedir. Bu sayede, yolcular taksileri daha kolay bulabilirken, trafik yönetimi de taksi hareketlerini daha etkin bir şekilde takip etmelerine olanak sağlamaktadır.
- **Türkiye geneli uygulanabilirlik:** Model, Türkiye'nin farklı şehirlerindeki ihtiyaçları ve mevcut altyapıyı göz önünde bulundurarak tasarlanmıştır. Bu nedenle, ülke genelinde uygulanabilir ve mevcut IoT teknolojileriyle entegre edilebilir.
- **Sürdürülebilirlik:** Modelin tasarımında sürdürülebilirlik ilkeleri göz önünde bulundurulmuştur. Yakıt verimliliği yüksek araçların kullanımı, çevre dostu teknolojilerin entegrasyonu ve akıllı trafik yönetimi sistemleriyle entegrasyon, modelin çevresel etkisini azaltmaya yöneliktir.

4.2. TTSTM kuruluşu

Bu çalışmada, taksi sürücülerinin kimliklerinin belirlenmesi ve sınıflandırılması amacıyla derin öğrenme teknikleri kullanılarak bir model geliştirilmiştir. Toplu ulaşımda taksi güvenliğini artırmak, hizmet kalitesini iyileştirmek ve Türkiye'deki taksi sistemine etkili bir çözüm modeli sunmak amaçlanmıştır. Önerilen model, taksi hizmetleri için güvenli ve sürdürülebilir bir yönetim yapısı sağlamayı hedeflemektedir. Yerel ve ulusal ölçekte uygulanabilir bir çözüm olarak geliştirilen model, sürücü kimlik doğrulaması yoluyla izinsiz araç kullanımını engellemeyi, sürüş güvenliğini artırmayı ve genel müşteri memnuniyetini yükseltmeyi amaçlamaktadır.

Geliştirilen model, Türkiye'deki mevcut taksi sisteminde gözlemlenen temel sorunlar ve bu sorunlara yönelik çözüm önerileri dikkate alınarak tasarlanmıştır. Sürücü kimlik doğrulamasındaki eksiklikler, sürücü güvenliğine yönelik tehditler ve yolcuların güvenlik beklentileri, modelin odaklandığı temel sorun alanlarıdır. Bu doğrultuda, derin öğrenme algoritmalarıyla entegre edilmiş bir sürücü tanıma sistemi kullanılarak hem bireysel hem de genel taksi güvenliğinin sağlanması ve hizmet kalitesinin artırılması hedeflenmiştir. Modelin detayları, bu çalışmanın giriş bölümünde belirtilen genel prensipler çerçevesinde ve aşağıdaki akış diyagramına dayalı olarak açıklanacaktır. Diyagram, sürücü tanıma sürecinin aşamalarını, kullanılan teknolojileri ve veri işleme süreçlerini adım adım göstererek modelin işleyişini ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesini görsel olarak açıklamaktadır.



Şekil 7. Türkiye sürücü tanıma sistemi iş akış diyagramı

4.3. Taksi yönetim cihazı akıllı tabletinin araca montajı ve devreye alınması

İlk aşamada, taksi araçlarının ön konsoluna Taksi Yönetim Cihazı Akıllı Tableti monte edilir. Bu tablet, Android 10 ve üzeri işletim sistemi, 2GB RAM ve 16GB ROM bellek kapasitesi ile donatılmıştır. Dokunmatik ekran özelliği sayesinde kullanıcı dostu bir arayüz sunan tablette, entegre bir ön yol kamerası da bulunmaktadır. Geniş açılı lens yapısıyla sürücü ve yolcuları aynı anda izleyebilen bu kamera, gece görüş özelliği sayesinde düşük ışık koşullarında dahi yüksek kaliteli görüntü kaydı yapabilmektedir. Cihaz ayrıca, mobil ağlar üzerinden görüntü ve veri aktarımını sağlayan endüstriyel bir mobil network kayıt cihazı ile desteklenmektedir. Mobil kameralar ve GPS alıcı anteni, Taksi Yönetim Cihazı Akıllı Tableti entegre edilerek sürüş sırasında aracın konumunun ve hareketlerinin hassas bir şekilde izlenmesini sağlar. Bu sistem, yolculuk güvenliğinin artırılması ve sürücü performansının izlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır.



Şekil 8. Araç içi akıllı tablet montajı

Her taksiye, Türkiye Taksi Yönetim Sistemi'ne entegre olabilen, akredite markalar tarafından üretilen "ARAÇ (TAKSİ) YÖNETİM CİHAZI"nın kurulması gerekmektedir. Bu cihaz, güvenlik, bankacılık, bilgilendirme ekranları ve IoT sensörleri gibi çeşitli bileşenleri entegre ederek sistemin işleyişini sağlar. Önerilen model, İstanbul'da mevcut sistemlere ek olarak bir cihaz yatırımı gerektirmektedir. Araç yönetim cihazına sahip olmayan diğer şehirlerde ise, cihaz yatırımının şehir yönetimleri (kamu otoriteleri) veya taksi plakası sahipleri tarafından karşılanması gerekmektedir.

4.4. Kamera ve panik butonu montajı ve devreye alınması

İkinci aşamada, taksinin ön camına, sürücü ve yolcuları geniş açılı bir perspektifle izleyebilecek şekilde konumlandırılmış, 1080P Full HD çözünürlüğe ve gece görüş özelliğine sahip bir kamera monte edilir. Bu kamera, yüksek çözünürlükte görüntü kaydı yapabilme yeteneğiyle gece ve düşük ışık koşullarında dahi etkin performans sağlar. Taksi Yönetim Cihazı Akıllı Tableti'ne entegre bir ön yol kamerası bulunduğundan, bu kameranın ayrı bir montajı gerekmez. Mobil kameralar ve GPS alıcı anteni, Taksi Yönetim Cihazı Akıllı Tableti'ne bağlanarak araç içi güvenlik ve konum izleme işlevlerinin eksiksiz bir şekilde yerine getirilmesini sağlar.



Şekil 9. Araç içi kamera ve gps anteni montajı

Kamera montajının tamamlanmasının ardından, taksi sürücüsünün kullanımı için tasarlanmış minyatür boyutlu "Panik Butonu" aracın uygun bir yerine monte edilir. Bu panik butonu, sürücü tarafından acil durumlarda kullanılmak üzere geliştirilmiş olup, güvenlik tehditlerine karşı hızlı müdahaleyi sağlamayı amaçlamaktadır. Montaj işleminin ardından, butonun kablosu, araç içindeki Akıllı Tablete bağlanarak devreye alınır. Bu bağlantı, panik butonuna basıldığında ilgili sinyallerin anında merkezi sistemlere iletilmesini ve gerekli güvenlik önlemlerinin hızlı bir şekilde alınmasını sağlar.



Şekil 10. Panik Butonu Montajı

4.5. Sürücü tanıma yazılımı ve mobil connect uygulaması

Bu aşamada, Türkiye'de daha önce mevcut olmayan Türkiye Taksi Yönetim Merkezi yazılımına entegre edilmiş Sürücü Tanıma Yazılımı, Taksi Yönetim Cihazı Akıllı Tableti'ne yüklenir. Sürücü Tanıma Yazılımı, taksi sürücülerinin akıllı cep telefonlarına yükledikleri Mobil Connect adlı uygulama ile senkronize çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Bu uygulama, yalnızca veri tabanında kayıtlı sürücülerin giriş yapabildiği bir güvenlik katmanını sunar. Sürücüler, Mobil Connect uygulaması aracılığıyla Sürücü Tanıma Yazılımı kapsamında bulunan QR kodunu okutarak, yalnızca kayıtlı oldukları araca giriş yapabilir ve "Ulaşım Denetim Yönetim" sistemini aktif hale getirebilirler. Bu entegrasyon, taksi hizmetlerinde sürücü kimlik doğrulamasını güvence altına alarak izinsiz araç kullanımını önler ve sistemin güvenilirliğini artırır.



Şekil 11. Mobil connect aktivasyonu yapılmış uygulama ekran görüntüsü

Mobil Connect Uygulaması, Şehir Ulaşım Yönetimi ve Toplu Ulaşım veri tabanında kayıtlı sürücülerin, Sürücü Tanıma Yazılımı aracılığıyla sisteme giriş yapmalarını ve aktif hale gelmelerini sağlar. Bu uygulama, sürücü kimlik doğrulamasını güvence altına alarak yalnızca yetkili sürücülerin sisteme erişimini mümkün kılar. Ayrıca, uygulama, anlık ve geçmişe yönelik yolculuk verilerinin merkez sunucu bilgisayarlarından çekilerek sürücünün mobil cihazında görüntülenmesini sağlar. Konum, hasılat, güzergâh ve ödeme tipi gibi bilgileri içeren bu veriler, sürücü tarafından anlık olarak izlenebilir ve kontrol edilebilir. Bu özellikler, potansiyel anlaşmazlıkların çözülmesi ve geçmiş olayların aydınlatılması için detaylı geriye dönük raporlama imkânı sunar.

4.6. 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 12. 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.

4.7. E-devlet entegrasyonu, çok faktörlü kimlik doğrulaması ve ulaşım web portalına entegrasyon

Merkez sunucuların E-Devlet entegrasyonu ile uyumlu hale getirilmesinin ardından, sürücüler Sürücü Tanıma Yazılımı'na Mobil Connect uygulaması üzerinden veri tabanında kayıtlı cep telefonu numaralarıyla giriş yapabilirler. Giriş işlemi sırasında, kullanıcının ruhsat sistemine kayıtlı cep telefonu numarasına bir SMS gönderilerek çok faktörlü kimlik doğrulaması gerçekleştirilir. Bu doğrulama süreci, dijital imza teknolojisi ile tamamlanarak sürücünün sisteme güvenli erişimi sağlanır. Sistemin işleyişi kapsamında, aracın tüm sürüş ve sefer verileri, güzergâh ve rota bilgileri, sürücü bilgileri ve taksimetre ücreti gibi veriler Ulaşım Web Portalı'na entegre edilerek analiz edilir. Bu veriler üzerinden detaylı raporlar oluşturulabilir ve belirli kriterler doğrultusunda otomatik alarmlar oluşturulabilir.



Şekil 13. Çok faktörlü kimlik doğrulaması ekran görüntüsü

4.8. Çalışma ruhsatı geçerlilik takibi

Sürücüler, Mobil Connect uygulaması aracılığıyla çalışma ruhsatlarının geçerlilik durumunu takip edebilirler. Çalışma ruhsatı sona eren sürücüler, sistem üzerinden otomatik olarak bilgilendirilir. Aracın yolculuk yapmak için bekleyen yolculara durumunu bildiren Akıllı Tepe Lambası, yalnızca sürücünün sisteme giriş yapması halinde aktif hale gelir. Bu uygulama, sürücülerin çalışma izni olmadan yolculuk yapmasını engelleyerek sistemin güvenliğini ve düzenliliğini sağlar.



Şekil. 14. Çalışma ruhsatı geçerlilik durumu

4.9. Sistemin değerlendirilmesi

Bu çalışmada, Türkiye ve dünya genelindeki gelişmiş metropollerde toplu ulaşımın önemli bir bileşeni olan taksilerin, İstanbul ili özelinde toplu ulaşım sistemindeki rolü ve önemi incelenmiştir. Çalışmanın ilerleyen aşamalarında, İstanbul'da uygulanan mevcut sürücü tanıma sistemi detaylı bir şekilde ele alınmış ve yapılan iyileştirmeler sunulmuştur. Ayrıca, dijital imza entegrasyonu sağlanarak sürdürülebilir ve Türkiye'nin özgün ihtiyaçlarına uygun bir model geliştirilmiştir. Geliştirilen Türkiye Taksi Sürücü Tanıma Modeli, sürücülerin kimliklerinin dijital imza yöntemleriyle doğrulanmasını sağlar. Bu modelde, görüntü işleme teknolojileri ve elektronik ödeme sistemleri entegre edilmiştir. Geliştirilen sistem, sürücü ve yolcu güvenliğini artırmayı, daha konforlu bir seyahat deneyimi sunmayı ve şehir ile ülke yönetimlerinin toplu ulaşımı daha etkin bir şekilde denetleyebilmesini hedeflemektedir. Taksi hizmetlerinde güvenlik, verimlilik ve denetlenebilirliği bir arada sunan bu sistem, sektörde önemli bir yeniliktir.



Şekil 15. BAUSMER Türkiye taksi sürücü tespit ve denetim sistemi faydaları

Bu çalışmada, E-Devlet sistemi ile entegrasyon sağlanarak ulusal bilgi ve güvenlik açısından yararlanılmaktadır. Bu entegrasyon sayesinde, ehliyet, sabıka kaydı ve yüz kızartıcı suçlara sahip kişilerin toplu ulaşım taksi sürücü sistemine dahil edilmemesi güvence altına alınmıştır. Bu mekanizma, insan kaynaklı hata payını en aza indirmekte ve sistemin güvenilirliğini artırmaktadır. Geleneksel, yenilikçi ve sürdürülebilir olmayan yaklaşımlar yerine, bu tez çalışmasında uygulanabilir ve sürdürülebilir bir Türkiye Taksi Sürücü Tanıma Modeli geliştirilmiştir.

Her taksiye, akredite edilmiş markalar tarafından üretilen ve Türkiye Taksi Yönetim Sistemine entegre olabilen “**Araç (Taksi) Yönetim Cihazları**”nın kurulması gerekmektedir. Bu cihazlara, güvenlik, bankacılık, bilgilendirme ekranları ve IoT sensörleri gibi sistemlerin entegre edilmesi sağlanacaktır. İstanbul’da bu modelin uygulanması ekstra bir cihaz yatırımı gerektirmektedir. Bu cihaza sahip olmayan diğer şehirlerde bu yatırımın şehir yönetimleri (kamu) veya taksi plakası sahipleri tarafından karşılanması gerekmektedir.

Modelin temel ilkelerinden biri, sürücü takip uygulamasına giriş yapılmadan taksinin çalıştırılmamasıdır. Bu kapsamda, UKOME kararı ve bir genelge ile yasal düzenlemeler yapılarak sürücülerin, sisteme giriş yapmadan araçları çalıştırmalarının önüne geçilecektir. Sürücü aracı çalıştırmak istediğinde, taksimetreyi başlatmaya çalıştığı anda, Araç (Taksi) Yönetim Cihazı tarafından sesli ve görüntülü bir uyarı verilerek, “**Lütfen Sürücü Girişi Yapınız-Kayıtsız Yetkisiz Sürücü**” alarmı oluşturulacaktır. Bu uyarı, aynı zamanda Türkiye Taksi Sürücü Tanıma Sistem Merkezi operatör ekranında gösterilecek ve veri tabanına kaydedilecektir.

E-Devlet entegrasyonu: Taksi sürücü tanıma sisteminin yazılım altyapısını güçlendiren önemli bir unsurdur. Henüz mevcut olmayan şehirlerde ise sürücü kayıt ve ruhsat sistemleri veri tabanları oluşturularak E-Devlet altyapısına entegre edilmelidir. Bu entegrasyon ile Emniyet Genel Müdürlüğü sistemine erişim sağlanarak, her sürücünün beş yıl geriye dönük Genel Bilgi Toplama (GBT) kayıtları otomatik olarak kontrol edilebilecektir. Yüz kızartıcı suçlar veya alkollü araç kullanımı gibi suçlardan hüküm giymiş sürücüler otomatik olarak tespit edilecek ve sürücü kartlarının askıya alınması sağlanacaktır. Böylece, sürücü ve yolcu güvenliğini tehdit eden durumlar ve trafikte yaşanan anlaşmazlıklar zamanla en aza indirilecektir. Bu sistemin temel amacı, bağımlılık testini geçemeyen, sağlık kontrollerini yaptırmamış, yüz kızartıcı suçlardan hüküm giymiş ve adli sicil sınırlamaları devam eden, kayıtsız ve yetkisiz kişilerin araç sürmesini engellemektir.

Türkiye Taksi Sürücü Tanıma Sistemi, güvenlik sorunlarını minimize etmek amacıyla geliştirilmiş olup, araç içerisinde meydana gelebilecek gasp, hırsızlık, yaralama gibi acil durumların bildirilmesi ve bu tür olayların en aza indirilmesi için caydırıcı önlemler içermektedir. Bu kapsamda, araç içerisine “**Yolcu Panik Butonu**” ve “**Sürücü Panik Butonu**” olmak üzere iki ayrı panik butonu yerleştirilmiştir. Bu butonlar, acil durumlarda sürücü ve yolcuların güvenlik kaygılarını gidermek üzere tasarlanmıştır.

Son yıllarda ülkemizde taksi şoförlerine yönelik cinayet vakalarının artması, bu tür güvenlik önlemlerinin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. “**Taksi Akıllı Tepe Lambası**” entegrasyonu ile panik butonuna basıldığında, aracın üzerinde “**S.O.S Yardım**” ibaresi yanıp sönmeye başlayacak ve bu alarm, anında Türkiye Taksi Sürücü Tanıma Sistemi Merkez Ekranlarına bildirilerek yardım çağrısı olarak kaydedilecektir. Bu sistem, yalnızca güvenliği artırmakla kalmayıp, sürücülerin mesleği daha güvenli bir şekilde icra etmesini ve işlerine olan bağlılıklarını güçlendirmeyi amaçlamaktadır.

Araçların kaza anında elde edilen görüntülerinin güvence altına alınması için gerekli sistem altyapısı oluşturulacaktır. Bu kapsamda, mevcutta kullanılan kamera kayıt cihazları, dokunmatik ekranlı ve Android işletim sistemine sahip olup, entegre kayıt özellikleri barındıran, çift kameralı ve G-sensör (ivmeölçer) özelliğine sahip modeller tercih edilmektedir. Bu cihazlar, kaza anında devreye giren IoT tabanlı G-sensör sayesinde, kazadan 1 dakika önce ve 1 dakika sonra elde edilen yol kamerası görüntülerini otomatik olarak sistem merkezine iletmektedir. Bu görüntüler, güvenlik amacıyla kurulacak merkez FTP sunucularında saklanarak, gerektiğinde inceleme ve analiz yapılabilmesi için koruma altına alınacaktır. Bununla taksi sürücülerinin güvenliği sağlanırken, sürüş sırasında meydana gelebilecek kazalarla ilgili verilerin güvenilir bir şekilde depolanması, sürüş kalitesinin dolaylı olarak iyileştirilmesine ve güvenlik standartlarının yükseltilmesine katkı sağlamaktadır.

Yolcu seçme probleminin çözümü için geliştirilen modül: Aracın üzerine yerleştirilen Akıllı Tepe Lambası, Taksimetre ve Araç (Taksi) Yönetim Cihazı arasındaki entegrasyonla sağlanmaktadır. Bu sistemde, sürücü tanıma yazılımı, taksimetreyi açtığı anda tepe lambasında otomatik olarak **"Dolu"** ibaresinin görünmesini sağlar. Araçta yolcu olmadığı durumlarda ise **"Boş"** ibaresi gösterilecektir. Bu entegrasyon, yolcu seçme ve kısa mesafeden kaçınma gibi yaygın şikayetlerin önüne geçmek amacıyla geliştirilmiştir. Sürücünün kişisel ihtiyaçları veya araç değişimlerini gerçekleştirebilmesi için, aynı gün içerisinde beş kez **"Servis Dışı"** modu kullanmasına olanak tanımıştır. Bu özellik, sürücünün ihtiyacı olduğunda aracın hizmet dışı olduğunu belirtmesini ve sistemin kayıtlarını buna göre güncellemesini sağlar. Bu sayede, kısa mesafe yolcu seçimi gibi sorunların zamanla kalıcı olarak çözülmesi hedeflenmektedir.



Şekil 16. Akıllı tepe lambası entegrasyonu sonrası tepe lambasının durum bilgisinin otomatik değişimi

"Beni dolaştırdın" şikayetlerinin önlenmesi amacıyla, sürücü tanıma yazılımı, araç takip sistemi ve taksimetre ile entegre edilmiştir. Bu entegrasyon sayesinde, yolculuk boyunca aracın takip edilen güzergâhı ve trafik verileri otomatik olarak kaydedilmekte, böylece bu tür şikayetlerin minimuma indirilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca, yolcuların da seyahat esnasındaki konumlarını ve izlenen güzergâhı takip edebilmeleri amacıyla, sürücü için geliştirilen uygulamanın bir benzeri, yolcular için de oluşturulmuştur. Yolcular, araç içindeki kare kodu okutarak aracın o anki konumunu ve izlediği rotayı canlı olarak takip edebilecek ve bu bilgileri yakınlarıyla paylaşabileceklerdir. Bu özellik, yolcu güvenliğini artırırken, hizmet kalitesini de iyileştirmektedir.



Şekil 17. Araçların anlık ve geçmişe dönük verileri izlenip raporlanma ekranı

Bankacılık Ödeme Sistemleri Entegrasyonu ile temassız ve sorunsuz ödeme imkânları sunulacak hem yerli hem de yabancı yolcular için güvenli bir ödeme altyapısı sağlanacaktır. Bu sistem, gasp gibi güvenlik sorunlarının azalmasına katkı sağlayacak olup, "ödeme yaptım, kabul edilmedi" gibi

anlaşmazlıkların önüne geçilmesine yardımcı olacaktır. Ayrıca, turistlerin kandırılması, esnafa yönelik haksız suçlamalar ve tırnakçılık gibi yaygın problemler bu entegrasyon ile kökten çözüme kavuşturulabilecektir.

Adaptif Sürücü Destek Sistemleri (ADAS) ve ilgili sensörlere sahip bir Taksi Yönetim Cihazı seçilerek, taksi sürücülerinin dikkat seviyelerinin düştüğü anlarda onları güvenli sürüşe yönlendiren uyarılar verilecektir. Özellikle uzun çalışma saatleri veya stres nedeniyle dikkati azalan sürücülerin, şerit takibi ve öndeki araca fazla yaklaşma gibi durumlar için sistem tarafından sesli ve görsel uyarılar alması sağlanacaktır. Bu uygulama, kazaların önlenmesine önemli ölçüde katkı sağlayarak, ülke genelinde maddi hasarların azaltılması, sigorta maliyetlerinin düşürülmesi ve manevi yaraların önlenmesi gibi olumlu sonuçlar doğuracaktır.

Geliştirilen sistem, Türkiye genelinde yaklaşık 40.000 takside kurulu olan sürücü tanıma sisteminin IoT sensör ve donanımlarının teknik sağlık bilgilerini otomatik olarak takip edebilmekte ve izleyebilmektedir. Bu sayede, sistemde olası arızalar proaktif bir şekilde tespit edilerek ve önleyici bakım çalışmaları gerçekleştirilerek sistemin kesintisiz ve güvenilir bir şekilde çalışması sağlanabilmektedir.



Şekil 18. İstanbul'da bulunan mevcut taksiler

Raporlama ve takip sistemi, her bir sürücüye özel olarak yapılabilmekte olup, her sürücünün hangi tarihlerde, hangi aracı ne kadar süreyle kullandığına dair bilgiler detaylı bir şekilde raporlanabilmekte ve canlı olarak izlenebilmektedir. Bu özellik, önerilen modelin sürücüler arasında güvenilir bir şekilde kimlik doğrulaması yapabilme kapasitesinin doğruluk oranının artmasını desteklemektedir.



Şekil 19. Sürücü tanıma sistemi ile sürücü takibi

Saha koşullarında modelin performansını değerlendirmek amacıyla, güncel AUS teknolojileri kullanılarak geliştirmeler yapılmıştır. Bu çerçevede, modele entegre edilen tüm uygulamalara yönelik bağımsız saha testleri ve global ölçekli uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Modelin güvenilirliğinin artırılması amacıyla, büyük veri kümeleri ve optimize edilmiş algoritmalar kullanılmıştır. Bu sayede, aşağıdaki faydalar sağlanmaktadır:

- Yolcu ve sürücünün güvenli bir şekilde taksiye binmesi ve inmesi kontrol edilmektedir.
- Taksi içerisinde meydana gelen hırsızlık, darp ve taciz gibi olayların aydınlatılması ve tespit edilmesi sağlanmaktadır.
- Araç içi hijyen ve diğer gereksinimler, elektronik ortamda uzaktan izlenip kontrol edilebilmektedir.
- Taksi sürücüsü ve yolcuların dış etkenler nedeniyle maruz kaldığı adli olayların tespiti ve aydınlatılması kolaylaştırılmaktadır.

Bu modelin temel amacı, bağımlılık testini geçemeyen, sağlık kontrollerini yaptırmamış, yüz kızartıcı suçlardan hüküm giymiş, adli sicil sınırlamaları devam eden, kurallara uymayan ve kayıtsız veya yetkisiz kişilerin araç sürmesini engelleme, yolcu ve sürücü güvenliği sağlayarak toplu taşımada güvenilir bir sistem oluşturmaktır.

Bu sistem modeli, teknolojik olarak güvenilirliği kanıtlanmış ve stabil çalışan IoT sensörleri ile AUS güvenlik teknolojilerini birleştiren, bütünleşik ve sürdürülebilir bir donanım ve yazılım altyapısı içermektedir. İstanbul'da mevcut 20 000'den fazla taksiyi kapsayan bu sistemin sürdürülebilirliği ve etkin yönetimi için Gömülü Mobil Cihaz Yönetimi (MDM) altyapısının kurulması, cihazların uzaktan yönetimi ve sağlık kontrolleri açısından gereklidir.



Şekil 20. Entegrasyonlar sonrası sistem özeti

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada önerilen Türkiye Taksi Sürücü Tanıma Sistemi Modeli, ülke genelindeki toplu ulaşım sistemlerinde sürücü güvenliği, hizmet kalitesi ve yolcu memnuniyetini artırmayı hedefleyen kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır. Modelin nihai amacı, Türkiye genelinde tüm toplu ulaşım sürücüleri için kapsamlı bir veri tabanı oluşturmak ve bu veri tabanına kayıtlı sürücülerin kullandığı tüm toplu ulaşım araçlarında uygulanmasını sağlamaktır. Bu sayede, Türkiye'deki tüm toplu ulaşım araçlarında hizmet kalitesi, güvenlik anlayışı ve konforun artırılması hedeflenmektedir. Modelin tüm toplu ulaşım araçlarında uygulanması, her bir araçta yalnızca lisanslı sürücülerin görev almasını sağlayacak ve kuralların ihlali veya haksız kazanç elde edilmesi durumunda cezai yaptırımların doğrudan araca değil, sorumlu sürücüye uygulanmasını mümkün kılacaktır. Bu yaklaşımın, hizmet veren araç sayısını artırarak sefer planlamalarındaki zorlukların giderilmesine ve toplu taşıma hizmetlerinin daha etkin ve verimli bir şekilde sunulmasına katkı sağlaması beklenmektedir.

Türkiye Taksi Sürücü Tanıma Modelinin etkinliği ve faydaları, modelin yaygınlaştırılması ve diğer toplu ulaşım modlarına entegre edilmesiyle daha da artırılabilir. Modelin sadece taksilerle sınırlı

kalmayıp otobüs, minibüs, metro, tramvay gibi diğer toplu taşıma araçlarında da uygulanması, sistemin sürücüler için kullanım alanını genişletecektir. Bu entegrasyon, diğer toplu ulaşım modlarına uygun teknolojik altyapıların geliştirilmesini ve mevcut sistemlerle uyumlu hale getirilmesini gerektirecektir. Modelin tüm toplu ulaşım sürücülere tarafından kullanılması, hizmet kalitesi ve sektördeki gelişmişlik düzeyini önemli ölçüde artıracaktır.

Bu çalışmada geliştirilen yerli ve milli sürücü tanıma yazılımı, araç içi mobil kameralarla entegre edilerek sürücü kimliğini güvenli bir şekilde doğrulayabilme potansiyeline sahiptir. E-Devlet entegrasyonu sayesinde, sürücülerin otomatik olarak denetlenmesi ve ilgili denetim merkezlerinde gerekli alarmların oluşturulması da mümkün olacaktır. Ancak, bu potansiyelin tam olarak gerçekleştirilebilmesi için Taksi Yönetim Cihazı ve yazılımlarının doğru seçilmesi ve bu sistemlerin birbiriyle tam uyumlu ve stabil bir şekilde entegre edilmesi gerekmektedir. Sistemin başarısı, kullanılan teknolojilerin güvenilirliği, entegrasyonun sorunsuz bir şekilde gerçekleştirilmesi ve ilgili tüm paydaşların (sürücüler, yolcular, yetkililer) sisteme adaptasyonu ile yakından ilişkilidir.

Sonuç olarak, bu çalışmada önerilen ve QR kod okutma ile dijital imza teknolojisi kullanılarak sisteme giriş yapmayı sağlayan Taksi Sürücü Tanıma Akıllı Cep Telefonu Yazılımı, toplu ulaşım sektöründe önemli bir dönüşüm potansiyeli taşımaktadır. Bu yazılıma bağlı olarak çalışan Taksi Sürücü Tanıma ve Denetim Sistemi ve entegre sensörler, yenilikçi teknolojilerin ve ileri düzey entegrasyonların bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. Bu sistem, küresel ölçekte benzeri bulunmayan özgün bir yapıya sahiptir. Geliştirilen model, sadece sürücü ve yolcu güvenliğini artırmakla kalmayıp, kullanıcı deneyimlerini iyileştirerek toplu taşıma hizmetlerinin genel kalitesini de yükseltmeyi hedeflemektedir.

Önerilen adımların yerel yönetimler tarafından uygulanması, sistemin etkinliğini ve kullanımının yaygınlaşmasını sağlayabilir. Bu durum, toplu ulaşım sektöründe güvenlik ve verimlilik açısından önemli bir rol oynayarak, gelecekte ulaşım sistemlerinin dijitalleşme sürecine de katkı sağlayacaktır. Sistemin geniş kapsamlı uygulama alanları ve sağladığı çok yönlü faydalar göz önüne alındığında, toplu ulaşımında sürdürülebilir bir güvenlik ve denetim mekanizmasının oluşturulmasında önemli bir rol oynayacağı öngörülmektedir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarların çalışmadaki katkı oranları eşittir.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Çalışmada herhangi bir destek alınmamıştır. Teşekkür edilecek bir kurum veya kişi bulunmamaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

Bansal, P., Kockelman, K. M., ve Shaheen, S. A. (2019). Ridesourcing's travel impacts: Evidence from the Austin Transportation Survey. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 107, 245-259.

Beijing Municipal Commission of Transport. (2020). *Beijing Statistical Yearbook 2020*. Beijing Municipal Commission of Transport.

Brihanmumbai Electric Supply and Transport. (2020). *BEST Annual Report 2019-20*. Brihanmumbai Electric Supply and Transport.

Cervero, R., ve Murakami, J. (2020). Transit-oriented development and the shaping of sustainable urban mobility in the US and Japan. *Transport Reviews*, 40(1), 19-37.

- Chu, J., Li, P., Zhang, X., ve Yang, L. (2019).** A comprehensive review of driver monitoring systems: Current developments and future perspectives. *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*, 4(3), 363-378.
- Clewlow, R. R., ve Zhu, Z. (2019).** Ride-hailing impacts on vehicle ownership and usage: Evidence from the Austin Transportation Survey. *Transportation*, 46(6), 2229-2252.
- Cohen, S. A., ve Gössling, S. (2015).** A darker side of destination branding: The exploitation of the taxi driver workforce in developing countries. *Journal of Destination Marketing ve Management*, 4(3), 144-150.
- Drahansky, M., Safarik, J., ve Brezinova, E. (2017).** Biometric identification using hand geometry. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 518-523.
- Frenken, K., ve Boschma, R. A. (2007).** A theoretical framework for evolutionary economic geography: Industrial dynamics and urban growth as a branching process. *Journal of Economic Geography*, 7(5), 635-649.
- Geurs, K. T., ve Van Wee, B. (2004).** Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127-140.
- Guo, G., Zhang, N., Mu, G., ve Fang, Y. (2016).** A deep learning based face recognition system for intelligent access control. In 2016 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA) (pp. 2466-2471).
- 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) (pp. 1501-1506).
- İstanbul Ticaret Odası. (2020).** *İstanbul Ekonomik Raporu 2020*. İstanbul Ticaret Odası.
- Jain, A. K., Ross, A., ve Nandakumar, K. (2016).** *Introduction to biometrics*. Springer.
- Jin, Y., Wang, F., Erhardt, G. D., Burns, L. D., ve Newell, G. F. (2019).** Welfare impacts of ride-hailing–taxi competition. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 121, 108-125.
- LeCun, Y., Bengio, Y., ve Hinton, G. (2015).** Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.
- Li, S. Z., ve Jain, A. K. (Eds.). (2011).** *Handbook of face recognition*. Springer.
- Litman, T. (2021).** *Evaluating Transportation Equity*. Victoria Transport Policy Institute.
- Loukaitou-Sideris, A., ve Banerjee, T. (2004).** *Retracking the urban: Public space, urban design, and culture*. Routledge.
- Moscow Department of Transport. (2020).** *Moscow Transport in Figures 2020*. Moscow Department of Transport.
- New York City Taxi and Limousine Commission. (2020).** *2020 TLC Fact Book*. New York City Taxi and Limousine Commission.
- OECD. (2019).** *Taxi regulation in OECD countries*. OECD Publishing.

Ohm, P. (2010). Broken promises of privacy: Responding to the surprising failure of anonymization. *UCLA Law Review*, 57, 1701.

Pal, S., Nunez, J. C., Wang, Y., ve Bian, Z. (2020). Driver attention monitoring system using computer vision and machine learning. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 21(6), 2450-2462.

Préfecture de Police. (2020). *Les taxis parisiens*. Préfecture de Police. Retrieved from <https://www.prefecturedepolice.interieur.gouv.fr/Demarches-et-documents/Professionnels/Taxis/Les-taxis-parisiens>

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.

Rayle, L., Shaheen, S., Chan, N. D., Dai, D., ve Cervero, R. (2016). App-based, on-demand ride services: Comparing taxi and ridesourcing trips and user characteristics in San Francisco. *Transportation Research Record*, 2593(1), 118-126.

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.

Santos, G., Behrendt, H., Maconi, L., Teytelboym, A., ve Rich, J. (2019). The geography of ride-hailing: Demand, regulation and the organization of work in the taxi industry. *Journal of Transport Geography*, 74, 225-236.

Schroff, F., Kalenichenko, D., ve Philbin, J. (2015). Facenet: A unified embedding for face recognition and clustering. *In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 815-823.

Shaheen, S. A., Chan, N. D., Bansal, P., ve Cohen, A. P. (2018). Shared mobility: Current practices and guiding principles. *International Transport Forum Discussion Paper*, No. 2018/17, OECD Publishing.

Tektaş, N. ve Tektaş, M. (2022). Milli Teknoloji Hamlesi. *Ulaşımda Milli Teknoloji Hamlesi: Akıllı Ulaşım Sistemleri*. Kacı, M. F., Şeker, M., Doğrul, M. <https://tuba.gov.tr/tr/yayinlar/suresiz-yayinlar/bilim-ve-dusunce/mill-teknoloji-hamlesi/ulasimda-milli-teknoloji-hamlesi-akilli-ulasim-sistemleri>

Tokyo Metropolitan Government. (2020). *Tokyo Statistical Yearbook 2020*. Tokyo Metropolitan Government.

Tokyo Century Corporation. (2020). Anzen Enshin Taxi System. <https://www.tokyocentury.co.jp/>

Transport for London. (2020). *Taxi and private hire vehicle statistics*. Transport for London.

Vuchic, V. R. (2017). *Urban transit: Operations, planning, and economics*. John Wiley ve Sons.

Yang, H., Ye, J., ve Ma, T. (2018). Taxi service system: A comprehensive review and prospects. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 95, 589-612.

Zhao, W., Chellappa, R., Phillips, P. J., ve Rosenfeld, A. (2003). Face recognition: A literature survey. *ACM computing surveys (CSUR)*, 35(4), 399-458.