



**BANDIRMA
ONYEDİ EYLÜL
ÜNİVERSİTESİ**



JITSA

**Journal of Intelligent Transportation
Systems and Applications**

Cilt / Volume: 5

Sayı / Issue: 1

Yıl / Year: 2022



Sahibi
Prof. Dr. Süleyman ÖZDEMİR

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Prof. Dr. Mehmet TEKTAŞ

Dergi Yöneticisi Editör
Prof. Dr. Mehmet TEKTAŞ

Editörler
Prof. Dr. Mehmet TEKTAŞ
Prof. Dr. Hediye Tüydes YAMAN
Doç. Dr. Nevzat ONAT
Doç. Dr. Ufuk CELİK
Dr. Öğr. Üyesi Muhammed ARUCU

Alan Editörleri
Prof. Dr. Serap İNCAZ
Prof. Dr. Yasin ARSLANOĞLU
Prof. Dr. Bülent AKINOĞLU
Doç. Dr. Necla TEKTAŞ
Doç. Dr. İlgin GÖKASAR
Doç. Dr. Abdullah YESİL
Doç. Dr. Adem DALCALI
Doç. Dr. Hamit ÖZBAY
Doç. Dr. Ufuk CELİK
Dr. Öğr. Üyesi Taylan ENGİN
Dr. Öğr. Üyesi Cemil KOZKURT
Dr. Öğr. Üyesi Öğr. A.TİK
Dr. Öğr. Üyesi Hasan SAHİN
Dr. Öğr. Üyesi İlyas ÖZER
Dr. Öğr. Üyesi Melih Naci AĞAOĞLU
Öğr. Gör. Abdullah ELEN
Öğr. Gör. Ömer İNAN

Yayın ve Danışma Kurulu
Prof. Dr. Süleyman ÖZDEMİR (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi)
Prof. Dr. Alpaslan TEKİN (Gaziosmanpaşa Üniversitesi)
Prof. Dr. Feyzullah TEMURTAŞ (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi)
Prof. Dr. A. Fevzi BABA (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Abdulsamet HAŞILOĞLU (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Erdoğan KÖSE (İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. Ergin Sait YAROL (İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. Fatih KACAR (İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan ERDAL (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Mehmet TEKİN (Gaziosmanpaşa Üniversitesi)
Prof. Dr. Mehmet BEKDEMİR (Erzincan Üniversitesi)
Prof. Dr. Orhan Behiç ALANKUŞ (Okan Üniversitesi)
Prof. Dr. Rafet BOZDOĞAN (Yalova Üniversitesi)
Prof. Dr. Serap İNCAZ (Nişantaşı Üniversitesi)
Prof. Dr. Şerif KILIÇ (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Bülent AKINOĞLU (ODTÜ) (Türkiye)
Prof. Dr. Mustafa İLICALI (İstanbul Ticaret Üniversitesi) (Türkiye)
Prof. Dr. Serdal TERZİ (Süleyman Demirel Üniversitesi) (Türkiye)
Prof. Dr. Yüksel TAŞDEMİR (Yozgat Bozok Üniversitesi) (Türkiye)
Prof. Dr. Hediye Tüydes YAMAN (ODTÜ)
Doç. Dr. Ersoy ÖZ (Yıldız Teknik Üniversitesi) (Türkiye)
Doç. Dr. Mujdat SOYTÜRK (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Nevzat ONAT (Marmara Celal Bayar Üniversitesi)
Doç. Dr. Turan ARSLAN (Bursa Uludağ Üniversitesi) (Türkiye)
Doç. Dr. Abdullah YESİL (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi) (Türkiye)
Doç. Dr. Gültekin HASMAÇI (Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi) (Türkiye)
Doç. Dr. İlgin GÖKASAR (Boğaziçi Üniversitesi) (Türkiye)
Doç. Dr. Meseret NALÇAKAN (Eskişehir Teknik Üniversitesi) (Türkiye)
Doç. Dr. Murat ERGÜN (İTÜ) (Türkiye)
Doç. Dr. Necla TEKTAŞ (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi) (Türkiye)
Doç. Dr. Ufuk CELİK (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi) (Türkiye)
Doç. Dr. Metin Murat AYDIN (Onokuz Mayıs Üniversitesi) (Türkiye)
Doç. Dr. Adem DALCALI (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi) (Türkiye)
Assoc. Prof. Dr. Viktor HACKER (Graz University of Technology) (Avusturya)
Dr. Öğr. Üyesi Aslan ÇOBAN (Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DEMİR (Antalya Bilim Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Öğr. Üyesi Erhan ÇİLOĞLU (Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Öğr. Üyesi Fatih YONAR (Canakkale Onsekiz Mart Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Öğr. Üyesi Ferit YAKAR (Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Öğr. Üyesi Gülten KARA (Kandemir Teknik Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Öğr. Üyesi İbrahim AKBEN (Hasan Kalyoncu Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Öğr. Üyesi Melih Naci AĞAOĞLU (Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Öğr. Üyesi Melis ALMULA KARADAYI (İstanbul Medipol Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Öğr. Üyesi Mithat Simsek (Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Öğr. Üyesi Muhammed ARUCU (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Öğr. Üyesi Murat AY (Yozgat Bozok Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Öğr. Üyesi Murat Eray KORKMAZ (Samsun Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Öğr. Üyesi Mümin İPEK (Sakarya Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Öğr. Üyesi Öğr. A.TİK (Dokuz Eylül Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Öğr. Üyesi Onursal ÇETİN (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Öğr. Üyesi Selahattin KOSUNALP (Bayburt Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Selçuk ATİŞ (Marmara Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Süreyya KOCABEY (Sağlık Bilimleri Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Şerif DİLEK (Kırklareli Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Öğr. Üyesi Yasin SARIKAVAK (Yıldırım Beyazıt Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Taylan ENGİN (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi)
Öğr. Gör. Dr. Cemil OCAK (Gazi Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Lee Young Kyun (Director of ITS Korea) (Kore)
Dr. Evangelos Mitsakis (Hellenic Institute of Transport) (Yunanistan)
Dr. Ziya ÇAKICI (Bayburt Üniversitesi) (Türkiye)
Dr. Ahmet BAĞIŞ (İETT)
Dr. A. Önder TÜRKÖĞLU (İETT)
Dr. Kadir KORKMAZ (TUBİTAK-BİLGEM)
Uzman Hasan TUFAN (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı) (Türkiye)
Ausder Bşk. Erol YAKAR (AUİSDEP) (Türkiye)
Öğr. Gör. İhsan AKTAŞ (Kırklareli Üniversitesi) (Türkiye)
Öğr. Gör. Tufan Volkan KÜÇÜK (Bilecik Sevh Edebalı Üniversitesi) (Türkiye)
Öğr. Gör. Yusuf AVŞAR (Trakya Üniversitesi) (Türkiye)

Teknik Editör
Arş. Gör. Umur AYDIN (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi)
Arş. Gör. Caner PENSE (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi)

Dergi Sekreteryası
Arş. Gör. Umur AYDIN (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi)
Arş. Gör. Şerife Gülsüm TAÇ (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi)

Mizanaj
Arş. Gör. Üstün ATAÇ (Bandırma Onyedi Eylül Üni.)
Arş. Gör. Fatih ERGEZER (Bandırma Onyedi Eylül Üni.)

Ön Kontrol
Arş. Gör. Caner PENSE (Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi)

Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi (AUSUD) Editörlüğü, 10200, Bandırma/
BALIKESİR
Web: <http://dergipark.gov.tr/jitsa>
Telefon: +90 266 717 01 17
Fax: +90 266 717 00 30
E-posta: jitsa@bandirma.edu.tr

Akıllı Ulaşım Sistemleri disiplinler arası bir konu ve uygulamaları sektörler arası olduğundan derginin ismine “Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları” dergisi olarak karar verilmiştir. Dergimiz Mühendislik, Teknik Bilimler, Temel Bilimler ve Sosyal Bilimlerin lojistik, ulaşım, haberleşme ve bilişim alanlarını ilgilendiren yapısıyla bilim dünyasına önemli katkı sağlayacaktır.

Dergide, Türkçe ve İngilizce dillerinde makaleler yayımlanmaktadır. Derginin içerdiği konular sayfanın sağ tarafında Konu Başlıkları–Journal Topics sekmesinde verilmiştir. Değerlendirilmek üzere dergimize gönderilen metinlerin, daha önce yayımlanmamış, yayımlanmak üzere kabul edilmemiş ve yayımlanmak için değerlendirilme sürecinde olmaması gerekir. Değerlendirme sürecinde olan ve yayımlanan eserlerin sorumluluğu tümüyle yazar(lar)a aittir. Sayılarımız elektronik olarak yayımlanır. Yayımlanan eserlerin telif hakları Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi’ne aittir. Yayımlanması istenilen çalışmalar dergi yazım kuralları ve yayın ilkelerinde belirtilen koşullara uygun şekilde hazırlanıp gönderilmelidir. Dergiye sunulan makaleler öncelikle şekil ve içerik yönünden ön incelemeye tabi tutulmaktadır. Şekil ve içerik olarak uygun bulunan makaleler hakem tayin edilmek üzere yayın kuruluna sunulmaktadır.

Değerlendirme sürecine geçildikten sonra hakemlik süreci ortalama 3 ile 5 hafta arası sürmektedir. Yayın Kurulu tarafından incelenen makalelere uygun bulunduğu takdirde en az iki hakem atanmaktadır. Hakemlerden gelen raporlar doğrultusunda, makalenin yayımlanmasına, rapor çerçevesinde yazar(lar)dan düzeltme, ek bilgi ve kısaltma istenmesine veya yayımlanmamasına karar verilmektedir. Hakemlerden bir olumlu ve bir olumsuz rapor verilmesi halinde ilgili çalışma Dergi Editörlüğü tarafından uygun görülmesi halinde üçüncü bir hakeme de gönderilmektedir.

Bu Sayının Hakemleri / Referee Board

- Doç. Dr. Selçuk ALP (Yıldız Teknik Üniversitesi)
- Dr. Öğr. Üyesi Emre DEMİR (Antalya Bilim Üniversitesi)
- Doç. Dr. Emre AVUÇLU (Aksaray Üniversitesi)
- Dr. Öğr. Üyesi Eftal ŞEHİRLİ (Karabük Üniversitesi)
- Dr. Öğr. Üyesi Fatih YONAR (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
- Doç. Dr. Necla TEKTAŞ (Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi)
- Arş. Gör. Gizem KAYA AYDIN (İstanbul Teknik Üniversitesi)
- Öğr. Gör. Ayberk TUTKUN (İstanbul Rumeli Üniversitesi)
- Dr. Öğr. Üyesi Harun YILMAZ (İskenderun Teknik Üniversitesi)
- Dr. Öğr. Üyesi Cengiz Mesut BÜKEÇ (Bahçeşehir Üniversitesi)
- Dr. Öğr. Üyesi Hasan ŞAHİN (Bursa Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ebru Vesile ÖCALIR (Gazi Üniversitesi)
- Dr. Öğr. Üyesi Burak ZİNCİR (İstanbul Teknik Üniversitesi)
- Doç. Dr. Emre AKYÜZ (İstanbul Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Hasan ERDAL (Marmara Üniversitesi)
- Doç. Dr. Gültekin BASMACI (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)
- Prof. Dr. Cem GAZİOĞLU (İstanbul Üniversitesi)
- Dr. Öğr. Gör. Osman ARSLAN (Kocaeli Üniversitesi)

TRDİZİN

INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

EBSCO

DergiPark
AKADEMİK
ev sahipliğinde

idealonline

BASE
Bielefeld Academic Search Engine

CiteFactor
Academic Scientific Journals

RESEARCHBIB
ACADEMIC RESOURCE INDEX

OJOP
Journal Platform and
Indexing Association
<https://www.ojop.org> | Mail: info@ojop.org

ASOS
indeks

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

- Akıllı ulaşım uygulamaları özelinde Manisa ili incelemesi** 1-21
A research of Manisa province in terms of smart transportation applications
Tuğberk Özmen, Ece Özmen, Sezai Taşkın, Serdinç Bulut
Araştırma makalesi
- Akıllı ulaşım araçlarında siber güvenlik ve çok katmanlı güvenlik önlemi**..... 22-35
Cyber security and multi-layered security measures in smart transportation vehicles
İsa Avcı, Cevat Özarpa, Muammer Özdemir, Bahadır Furkan Kınacı, Seyit Ali Kara
Araştırma makalesi
- İstanbul ticari taksi hizmeti üzerine ulaşım politikası çözümleri** 36-44
Transportation policy solutions on Istanbul commercial taxi service
Taylan Engin
Araştırma Makalesi
- Covid-19 Pandemisinin Esenboğa Havalimanı hava trafiğine ve uçak emisyonlarına etkisi** 45-59
Effect of Covid-19 Pandemic on Esenboğa Airport air traffic and aircraft emissions
Erdem Öz, Özge Yalçiner Erçoşkun
Araştırma makalesi
- The effect of measures taken in the scope of Covid-19 on flight delays: The case of Istanbul Airport**..... 60-69
Covid-19 kapsamında alınan önlemlerin uçak gecikmelerine etkileri: İstanbul Havalimanı örneği
Ayberk Tutkun, Savaş Selahattin Ateş
Araştırma makalesi
- Adoption of crowdsourced delivery: An online focus group interview** 70-85
Kitle kaynaklı teslimatın benimsenmesi: Bir çevrimiçi odak grup görüşmesi
Halil Karlı, Sinem Savaş, Mehmet Tanyaş
Araştırma makalesi

Using the hierarchy of controls to improve maritime safety: Case of hot work on board ships 86-93

Deniz emniyetini arttırmak için kontrol hiyerarşisinin kullanılması: Gemilerde sıcak çalışma örneği

Ömer Söner, Çağatay Kandemir

Araştırma makalesi

The effect of world ITS congresses on ITS awareness and dissemination94-108

AUS farkındalığı ve yaygınlaşmasında dünya AUS kongrelerinin etkisi

Sinem Akkaya, Necla Tektaş

Derleme makale

Analysis of container terminal accidents using fuzzy c-means109-115

Bulanık c-ortalama kümeleme algoritması ile konteyner terminali kaza analizi

Üstün Atak

Araştırma makalesi

The effect of the developing and changing electronic bridge equipment and electronic navigation charts on intelligent maritime transportation systems116-125

Gelişen ve değişen elektronik köprüüstü ekipmanları ve elektronik seyir haritalarının akıllı deniz ulaşım sistemlerine etkisi

Hasan Bora Usluer

Araştırma makalesi

Araştırma Makalesi

Akıllı ulaşım uygulamaları özelinde Manisa ili incelemesi

Tuğberk Özmen^{1,*}, Ece Özmen², Sezai Taşkın³, Serdinç Bulut⁴

¹Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Manisa, Türkiye

²Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Salihli Meslek Yüksekokulu, Manisa, Türkiye

³Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Manisa, Türkiye

⁴Manisa Büyükşehir Belediyesi, Yol Yapım, Bakım ve Onarım Dairesi Başkanlığı, Manisa, Türkiye

*Correspondence: tugberk.ozmen@cbu.edu.tr

DOI: 10.51513/jitsa.1028202

Özet: Sanayi devriminden beri dünya genelinde hızla artan kentleşme, kentlerdeki nüfusun ihtiyacının karşılanması için gerekli adımların atılması için merkezi hükümet ve yerel yönetimler üzerinde sürekli baskı olmaktadır. Yapılan çalışmalarda özellikle kentsel nüfusun artmaya devam edeceği öngörülerini kentlerin hazır hale gelmesi için yönetimleri teşvik etmektedir. Çözüm yollarından biri olarak gelişen teknoloji ile entegre edilmiş, daha yaşanabilir, sürdürülebilir şehirler inşa etmek için akıllı şehir stratejilerinin kentlere uygulanması görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, Manisa ili için akıllı şehir bileşenlerinden biri olan akıllı ulaşım sistemlerine yönelik çözümlere dayalı öneri uygulamalar ve eylemlerin sunulmasıdır. Çalışma kapsamında, Manisa Büyükşehir Belediyesi (Manisa BB) ulaşım planları ile uluslararası göstergeler ve ulusal mevzuatlar incelenmiştir. Elde edilen veriler analiz edilerek öneri uygulama ve eylemler tanımlanmış olup, bunların uluslararası standartlar ve ulusal mevzuat ile uyumluluğu kıyaslanmıştır. Manisa kent merkezindeki ulaşım sorunlarının akıllı ulaşım yöntemleriyle çözülebilmeye yönelik bu çalışmada önerilen uygulama ve eylemlerin 11. Kalkınma Planı'nı ve Manisa BB Stratejik Planı'nı tümüyle desteklediği, aynı zamanda ISO 37122 standardında yer alan akıllı şehirler için on dört akıllı ulaşım göstergesinden yedisini sağladığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada yer alan gösterge ve ilkelerin diğer yerel yönetimlerce de takip edilmesi hedeflenmektedir. Manisa iline ait mevcut durum ve öneriler bu çalışmanın genel çerçevesini oluştursa da çalışmadaki tespitlerin ve önerilerin halihazırda benzer durumda olan yerleşim yerleri için de uygulanabilir nitelikte sunulması, bu çalışmanın literatüre temel katkısı olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı şehirler, akıllı ulaşım sistemleri, entegre ödeme sistemi, Manisa, park et devam et, yolcu bilgilendirme

A research of Manisa province in terms of smart transportation applications

Abstract: Urbanization which has increased rapidly around the world since the industrial revolution, there is pressure on the central government and local governments to take the necessary steps to meet the needs of the population in the cities. The predictions in the studies that the urban population will continue to increase encourage the administrations to prepare the cities for this. As one of the solutions, it is seen that smart city strategies are applied to cities in order to build more livable and sustainable cities integrated with developing technology. The aim of this study is to present suggestions based on solutions and actions for smart transportation systems, which is one of the smart city components for the province of Manisa. In the study, the transportation plans of Manisa Metropolitan Municipality (Manisa BB), international indicators and national regulations were examined. By analyzing the data obtained, recommendations, practices and actions were defined and their compatibility with international standards and national plans was compared. It has been concluded that the practices and actions proposed in this study, fully support the 11th Development Plan and the Manisa BB Strategic Plan, while providing seven of the fourteen smart transportation indicators for smart cities in the ISO 37122 standard. It is aimed to follow the indicators and principles in this study by other local governments. Although the current situation and recommendations of the province of Manisa constitute the general framework of this study, presenting the findings and recommendations as applicable for

* Corresponding author. Tuğberk Özmen

E-mail address: tugberk.ozmen@cbu.edu.tr

ORCID: ¹0000-0002-8636-6091, ²0000-0003-0769-9777, ³0000-0002-2763-1625, ⁴0000-0002-0174-5800

Received 25.11.2021; accepted 22.02.2022

Peer review under responsibility of Bandirma Onyedi Eylül University.

settlements that are currently in a similar situation is considered as the main contribution of this study to the literature.

Key words: Smart cities, smart transportation systems, integrated payment system, Manisa, park and continue, passenger information

* Corresponding author. Tuğberk Özmen

E-mail address: tugberk.ozmen@cbu.edu.tr

ORCID: ¹0000-0002-8636-6091, ²0000-0003-0769-9777, ³0000-0002-2763-1625, ⁴0000-0002-0174-5800

Received 25.11.2021; accepted 22.02.2022

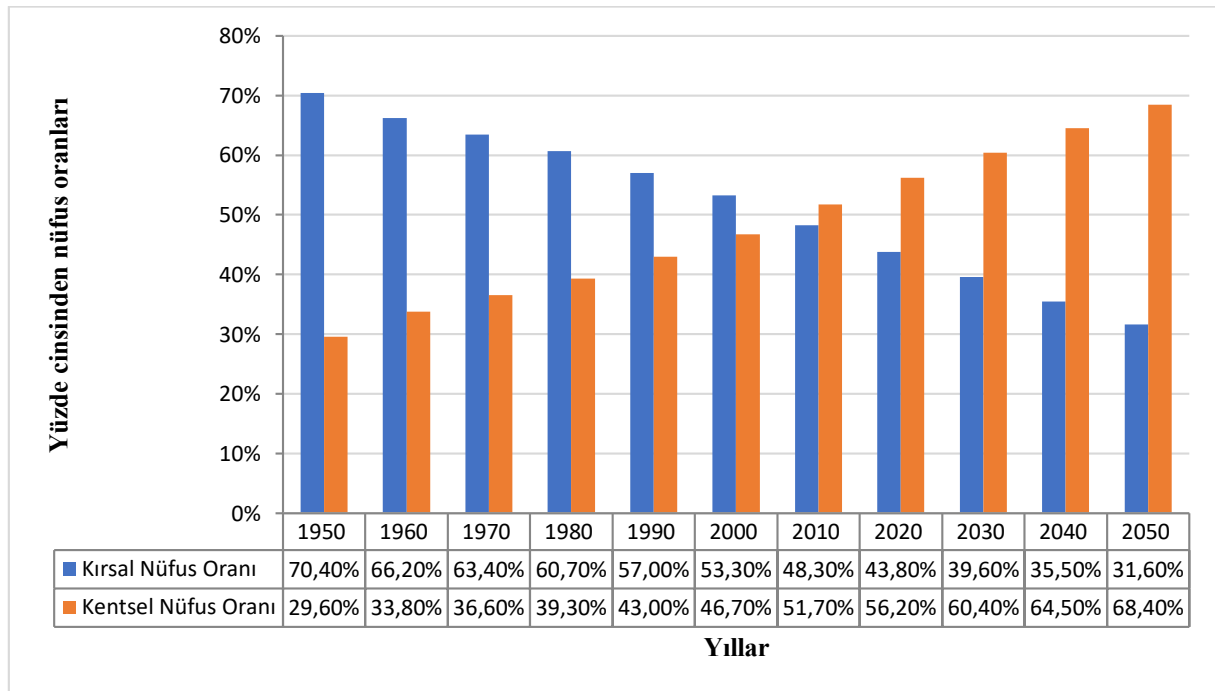
Peer review under responsibility of Bandirma Onyedi Eylul University.

1. Giriş

Sanayileşme, küreselleşme ve kentlerdeki imkanların fazla olması gibi nedenler ile dünya genelinde kentte yaşayan nüfus hızla artmıştır. Hızlı kentleşmenin yarattığı hava kirliliği, atık yönetiminde yaşanan zorluklar, kaynakların kıtlığı, yetersiz altyapılar, trafik sıkışıklığı gibi sorunlar ise kentlerin yaşanabilir mekanlar olmasına imkan veren temel işlevlerinin kaybolduğunu kanıtlamaktadır (Pınarcıoğlu ve Kanbak, 2020). Artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak için kaynakların verimli ve etkin kullanımı, küresel ısınmanın karşısında kentlerin durumu ve gelecekte oluşabilecek sorunlara çözüm arayışında olan bilim insanları, uluslararası örgütler, hükümetler ve yerel yönetimler daha sürdürülebilir kentler için farklı birçok model ortaya koymaktadır. Bu modellerden biri olan akıllı şehirler, sosyal bileşenler ve teknolojinin kesişimi ile oluşan, verimli, yaşam kalitesini arttıran, sürdürülebilir, çok paydaşlı bir kentsel çözümdür (OECD, 2020). Çözümlerini su, hava, katı atık, altyapı, enerji, trafik ve toplu taşıma hakkındaki bilgileri toplamak, değerlendirmek ve paylaşmak için daha ucuz ve daha etkili teknolojiler ile sunan akıllı şehirler, her geçen gün daha fazla ilgi çekmektedir (Yang, vd.,

2021). Hükümetler ve yerel yönetimler, akıllı şehirler inşa etmek adına girişimlerde bulunmakta ve yatırımlar yapmaktadırlar. Akıllı şehirlere yönelik oluşan bu küresel talep, 2017'de 622 milyar ABD doları iken 2019'da yaklaşık yüzde 19'luk artışla 1 trilyon ABD dolarına yükselmiştir. Bu artış eğiliminin devam etmesi ve 2026 yılına kadar 3,48 trilyon ABD dolarına ulaşması beklenmektedir (UN-Habitat, 2020).

Akıllı şehirlere olan yatırımlar sürerken dünya genelinde kentlere olan nüfus hareketliliği de artış göstermeye devam etmektedir. Birleşmiş Milletlerin yayınladığı verilere göre hazırlanan Şekil 1'de, dünya genelindeki şehirlerde yaşayanların oluşturduğu kentsel nüfus oranının 2010 yılından sonra kırsal alanda yaşayanların nüfus oranını geçtiği görülmektedir. Yapılan nüfus projeksiyonuna göre 2050 yılına gelindiğinde ise, 1950 yılının tam tersi olarak nüfusun neredeyse %70'inin kentlerde yaşaması beklenmektedir (United Nations, 2019). Bu durum, dünya kentlerinin ihtiyaçlarının nüfusa bağlı olarak artacağını ve sürdürülebilirlik yönünden akıllı şehir yaklaşımının daha fazla önem kazanacağını göstermektedir.



Şekil 1. Dünya genelindeki kırsal ve kentsel nüfus oranları.

Birleşmiş Milletlerin, OECD ülkelerinin ve Avrupa Birliğinin akıllı şehirlere yönelik

çalışmaları bulunmaktadır (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019). Uluslararası

düzeyde etkisi bulunan bu çalışmalara ek olarak, ülkelerin dikkate aldığı Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) tarafından akıllı şehirlerin tanımı ve göstergeleri üzerine yayınlanan standartlar bulunmaktadır. Ülkemizde ise akıllı şehirlere yönelik olarak Ulusal Akıllı Şehir Stratejisi ve Eylem Planı hazırlanmıştır. (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019). Bu sayede, Türkiye’de şehirlerin akıllı şehirler haline getirilmesinin desteklenmesi amaçlanmıştır.

Gerek uluslararası alanda gerekse ulusal anlamda desteklenen akıllı şehir girişimleri ülkemizde de birçok şehir tarafından uygulanmaya başlanmıştır. Büyükşehir Belediyesi’nin stratejik planlarında olmasına rağmen, akıllı şehir uygulamalarına yönelik çalışmalar Manisa’da henüz başlamamıştır. Manisa, gelişmiş sanayisi ve sahip olduğu kentsel dinamikler sayesinde Ege bölgesi içerisinde çekim merkezi haline gelmiştir (Özmen ve Özmen, 2019). Bununla birlikte nüfustaki, otomobil sahipliğindeki ve yaşanan trafik problemlerindeki artış Manisa ili için hem bir akıllı şehir çözümlerini gerekli hale getirmektedir. Bu çalışmada Manisa ili için akıllı şehir bileşenlerden biri olan akıllı ulaşım sistemlerine yönelik öneri uygulama ve eylemler sunulmuştur. Çalışma dört bölüme ayrılmıştır. Giriş takip eden ikinci bölümde literatürde yer alan akıllı şehir kavramı ve bileşenleri, uluslararası standartlar ulusal ve yerel düzeyde belirlenen stratejiler ile dünyada ve ülkemizdeki akıllı ulaşım sistemlerine yönelik yapılan çalışmalar incelenmiştir. Yöntem bölümünde çalışmanın ele alınış biçimi ve kurgusu açıklanmıştır. Bulgular bölümünde Manisa için önerilen yolcu bilgilendirme sistemleri, park et devam et sistemi, trafik bilgilendirme sistemi ve entegre ödeme sistemini içeren bu çalışma kapsamında üretilmiş özgün bir model olarak akıllı ulaşım sistemi uygulamalarına yönelik eylemler tanımlanmıştır. Ayrıca önerilen eylemlerin ulusal ve yerel yönetimlerin hedefleri ve uluslararası standartlar ile tutarlılığı gösterilmiştir. Sonuç ve değerlendirme bölümünde ise çalışmadan elde edilen veriler değerlendirilmiş ve bu çalışmadan geleceğe yönelik beklentilere yer verilmiştir. Bu çalışma Manisa ili özelinde ele alınmış olmasına rağmen, uygulanabilir akıllı ulaşım sistem şeması ile diğer yerel yönetimlerin de uygulayabilmesi için bir imkan sunmaktadır.

Yerel yönetimler bu çalışma kapsamında üretilen eylemler sayesinde hem uluslararası standartlar hem de ulusal mevzuata uyumlu bir akıllı ulaşım model işleyişine sahip olabileceklerdir.

2. Literatür

Ülkeler dijital çağı yakalamak, teknolojik gelişmelere ve bilgi çağına ayak uydurmak için çeşitli yatırımlar yapmaktadır (OECD, 2020). Yapılan araştırmalar dünya nüfusunun üçte ikisinde mobil cihaz bulunduğunu, yüzde 50’inden fazlasının internete erişebildiğini göstermektedir (UN-Habitat, 2020). Yapay zeka, nesnelerin interneti (IoT), otonom araçlar, 3 boyutlu baskı, biyoteknoloji, enerji depolama ve kuantum hesaplama gibi alanlarda yaşanan teknolojik gelişmeler tüm dünyaya dolayısıyla hareketin ve yaşamın merkezi olan şehirlere yansımaktadır (UN-Habitat, 2020).

Yaşanan bütün bu teknolojik gelişmeler ve dijitalleşme, akıllı şehirler konseptinin merkezinde yer almaktadır. Akıllı şehir teknolojileri olarak gösterilen akıllı telefon uygulamaları, şehir verileri gösterge panoları, kamusal alanlardaki bilgi ekranları, akıllı operasyon merkezleri ve kritik bilgi ve geri bildirim mekanizmalarına sahip halka açık web siteleri akıllı şehirlerin bir parçası haline gelmiştir. Sokak lambalarından şikâyet sistemlerine kadar çeşitli belediye hizmetlerinin; büyük veri analizi, gerçek zamanlı izleme ve otomasyonu, şehir planlaması ve hizmetlerin sunumu için son derece yararlıdır (UN-Habitat, 2020).

Dijitalleşme ve teknolojik gelişmelerinin hayat bulduğu akıllı şehir kavramının tanımı yıllara göre değişim ve gelişim göstermiştir. Akıllı şehirler, ilk olarak özel sektörün yeni ekonomik fırsatlar yaratmak, hizmet sunumunu iyileştirmek ve dijital inovasyon için liderlik yapmak üzerine kurguladığı büyük ölçüde arz yönlü ve bilişim sektörünün gelişimine dayandırıldığı bir kavram olarak ele alınmıştır (OECD, 2020). 2014 yılında Avrupa Birliği, akıllı şehirleri, sakinlerinin ve işletmelerin yararına dijital ve telekomünikasyon teknolojilerinin kullanımıyla geleneksel ağların ve hizmetlerin daha verimli hale getirildiği yerler olarak tanımlamıştır (OECD, 2019). 2016 yılında Birleşmiş Milletler, akıllı şehir yaklaşımını, dijitalleşme, temiz enerji, yenilikçi ulaşım teknolojileri ile oluşan fırsatlardan yararlanma üzerinden tanımlamıştır. Böylece

şehir sakinlerinin daha çevre dostu seçimler yapmasını sağlayan, sürdürülebilir ekonomik büyümeyi destekleyen ve şehirlerin hizmet sunumunu iyileştiren bir yaklaşım olarak görülmüştür (UN-Habitat, 2016).

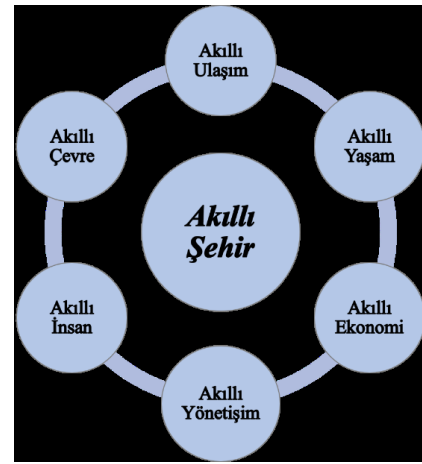
2018 yılında ise OECD tarafından akıllı şehir kavramı, “vatandaşların refahını arttıran ve iş birliğine dayalı, çok paydaşlı bir sürecin parçası olarak daha verimli, sürdürülebilir ve kapsayıcı kentsel hizmetler ve ortamlar sunmak için dijitalleşmeyi etkin bir şekilde kullanan girişimler veya yaklaşımlar” olarak tanımlanmıştır (OECD, 2019). Günümüzde, akıllı şehirleri sürdürülebilir bir yaşam ve kentleşme için kentsel altyapıya bilgi ve iletişim teknolojilerinin entegre edildiği, yaşam kalitesini yükselten akıllı teknolojik çözümlerin sunulduğu, toplumun tümünü kapsayan ve toplumun yararı için geliştirilen kent modeli olarak tanımlamak mümkündür.

Akıllı şehirleri oluşturan 6 farklı bileşen bulunmaktadır (Elvan, 2017). Bunlar; akıllı yaşam, akıllı ekonomi, akıllı yönetim, akıllı insan, akıllı çevre ve akıllı ulaşımdır (Şekil 2). Akıllı yaşam bileşeni, insanların kendi yaşam alanlarını daha kolay kontrol etmesi ve çevreleri ile daha iyi bir etkileşim kurmasını amaçlayan sağlık, konut, güvenlik gibi sosyal bütünlüğü amaçlayan uygulamaları içermektedir (Pınarcıoğlu ve Kanbak, 2020). Akıllı ekonomi kavramı, melek yatırımcılar, destek ve teşvik edilen küçük işletmeler, eğitim görmüş işgücü ve yerel ticari markalar gibi uygulamaların teknolojiyle ve birbirleriyle entegre edilip eş güdüm içinde çalışması sayesinde şehirlerin sahip olduğu kaynakların daha verimli kullanılmasını kapsamaktadır (Özdi, 2017).

Şehirlerin akıllı yönetilmesinde bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanılması, e-belediye uygulamaları, bilgilerin kamu ile açık ve şeffaf olarak güncel şekilde paylaşılması önem arz etmektedir (Laleoğlu, 2021). Akıllı şehir uygulamalarının merkezinde yer alan bireylerin kent yönetimine aktif olarak katılması ve tecrübelerini paylaşması büyük önem taşımaktadır. Bunun için yapılacak sosyal medya uygulamaları ve söyleşiler ile bireylerin talep ve fikirleri gerçek zamanlı olarak toplanabilmektedir. Bu uygulamalar akıllı insan bileşeni olarak ortaya çıkmaktadır. Akıllı çevre uygulamalarında yer alan sensör, mobil uygulamalar, bulut bilişim gibi unsurlar sayesinde çevrenin korunması,

sürdürülebilirliğin sağlanması, enerji kaynaklarının etkin kullanılması sağlanmaktadır (Kayapınar, 2017).

Akıllı şehir bileşenlerinden bir diğeri ise akıllı ulaşımdır. Akıllı ulaşım yaklaşımlarında, ulaşım ile ilgili yolcu, sürücü, araç gibi tüm unsurlara ilişkin veriler anlık olarak takip edilebilmekte ve kontrol edilebilmektedir. Akıllı trafik lambaları, akıllı park sistemleri, yönlendirme işaretleri, ödeme sistemleri gibi uygulamalar ile daha kaliteli bir trafik hareketliliği sağlanmaktadır.



Şekil 2. Akıllı şehir bileşenleri

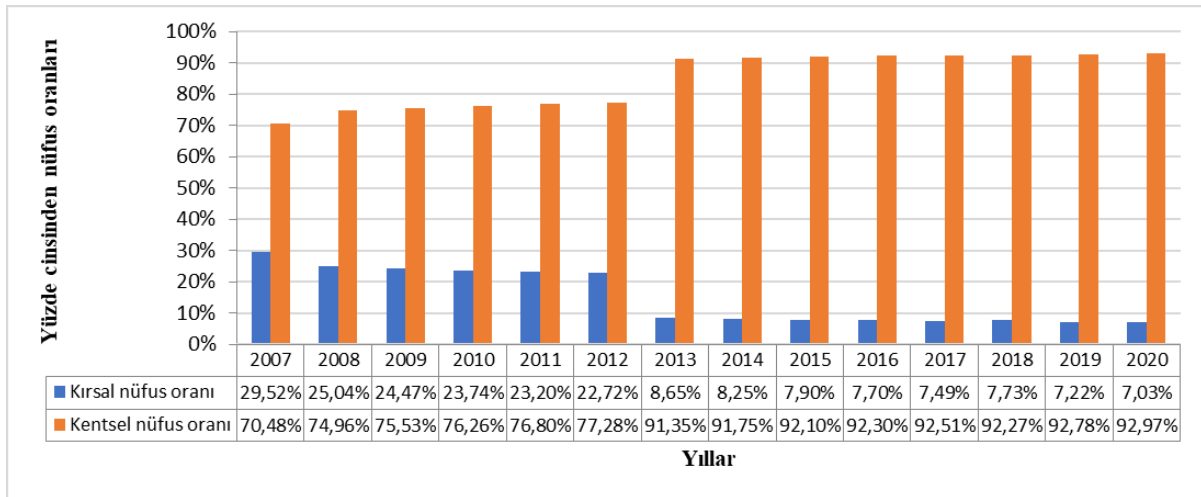
Şekil 2’de verilen akıllı şehir bileşenleri ile akıllı şehirlere yönelik standartların ve politikaların belirlenmesi, şehirlerin akıllı şehir haline gelmesinde yardımcı bir rehber niteliği taşıması yönüyle önemlidir. Bu anlamda, akıllı şehirler için politikaların belirlenmesi ve programların hazırlanması için Uluslararası Standartlar Kuruluşu (ISO) tarafından yayınlanan standartlar bulunmaktadır. ISO 37122 olarak yayınlanan bu standartta akıllı şehirlerin tanımı ve bu çalışmanın odak noktası olan akıllı ulaşım ile ilgili göstergeler bulunmaktadır. Bu standartta trafik durumunun gerçek zamanlı izlenebilmesi, toplu taşıma ve bisiklet kullanan nüfusun oranı, elektronik ödeme sistemleri, trafik ışıklarının kontrolü ve boş otopark alanlarının tespiti gibi on dört farklı gösterge akıllı ulaşımın altında tanımlanmıştır. (British Standards Institution, 2019).

Dünyanın pek çok kentinde akıllı ulaşım sistemlerine yönelik çeşitli uygulamalar bulunmaktadır. Örneğin, Hollanda’nın Oss kentinde yol çizgileri özel bir boya ile çizilmekte ve gün boyu güneş enerjisi sayesinde

enerji depolanmaktadır. Depolanan enerji ile gece saatlerinde sürücülere görüş kolaylığı sunulmaktadır. Bir başka uygulaması ise ulaşım yoğunluğunun yaşandığı kentlerin başında gelen Hong Kong kentinde, trafik bilgilendirme servisleri ile rota bulma uygulamaları ve akıllı yollar akıllı ulaşım çözümü olarak uygulanmaktadır. İspanya'nın Barcelona kentinde toplu taşıma araçları trafik ışıklarına yaklaştığında, ışıklar yeşile döndürülerek trafikte harcanan sürelerin kısaltılması amaçlanmaktadır (Url-3).

Dünya'da olduğu gibi Türkiye'de de şehirlerde yaşayan nüfusun toplam nüfus içindeki payı yıllar içinde artarak değişmiştir. Şekil 3'de

verildiği gibi 2020 yılı itibarıyla şehir nüfusunun oranı %92,97'dir (TÜİK, 2021a). 2012 yılında çıkarılan 6360 sayılı kanun ile Türkiye'deki büyükşehir belediyelerinin sayısı 16'dan 30'a çıkarılmış ve bu şehirlerdeki köy statüsü değişmiştir. Bu nedenle 2013 yılından sonra şehir nüfus oranında bir artış meydana gelmiştir. Ülkemizdeki kentsel nüfus oranındaki artış ile beraber kaynakların daha verimli ve etkin kullanılmasına ve sürdürülebilirliğin ön plana çıkarılmasına yönelik uygulamalar merkezi hükümet ve yerel yönetimler tarafından benimsenmeye başlanmıştır. Ayrıca son yıllarda yapılan bütün çalışmalarda akıllı şehir yatırımlarının artırılması desteklenmektedir.



Şekil 3. Türkiye'deki kırsal ve kentsel nüfus oranları (TÜİK, 2021a)

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından hazırlanan 11. Kalkınma Planı'nda Türkiye'deki yerel yönetimlerin akıllı şehir yaklaşımları konusunda atacakları adımların teşvik edilip destekleneceği vurgulanmaktadır (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019). Bu konuda, Ulusal Akıllı Şehir Stratejisi ve Eylem Planı'nın esas alınabileceği belirtilmiştir. Kalkınma Planı'nda akıllı şehir oluşturma kapsamında katkı sunabilecek tüm paydaşların dijital platformlar aracılığıyla buluşturulması önerilmektedir.

11. Kalkınma Planı'nda bulunan hedefler arasında ulaşım ile ilgili maddeler de bulunmaktadır. Bu plana göre özel araçlar yerine toplu taşıma sistemlerinin özendirilmesi, otoparkların fiyatlandırmasının dinamik olması, park et bin gibi uygulamaların yaygınlaştırılması, şehirlerdeki motorsuz

ulaşımın yaygınlaşması, yaya yolu ve kaldırımlarla ilgili standartların belirlenmesi, şehirlerin belli bölgelerinde taşıttan arındırılmış bölgelerin oluşturulması, bisiklet kullanımının teşvik edilmesi ve bunun için yeni bisiklet yollarının şehirlere kazandırılması, bisiklet paylaşım sistemlerinin yaygınlaşması ve yolcu, sürücü ve yayaların bilgilendirilmelerini sağlayacak sistemlerin kullanılması önerilmektedir (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019). Bu hedeflerle ilişkili olarak enerji alanında önerilen maddeler enerjinin verimli kullanılması, karbon salınımının azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımı yönündedir.

Ülkemizde akıllı şehirlerle ilgili yapılan çalışmalardan birisi 2019 yılında T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı'dır. Hazırlanan bu planda etkin

akıllı şehir ekosistemi oluşturulması, akıllı şehir dönüşüm kapasitesinin artırılması, akıllı şehir dönüşümünde kolaylaştırıcı ve yönlendirici ortam oluşturulması ve şehircilik hizmetlerinde akıllı şehir dönüşümünün sağlanması şeklinde 4 stratejik amaç ortaya konulmuştur (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019).

Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı'nda ulaşım ile ilgili olarak akıllı ulaşım bileşeninin olgunluğunun artırılması yönünde bir eylem tanımlanmıştır. Bu doğrultuda yapılacak uygulamalar neticesinde ulaşım sistemlerinin verimli ve çevreye duyarlı kullanılmasının sağlanması, kullanılacak yerli teknolojiler ve düşük yakıt tüketiminin sağlanması ile ülke ekonomisine katkı sağlanması, acil durumlarda ulaşımın aksamamasının sağlanması ve özellikle engelli bireyler olmak üzere tüm yayalar için güvenli bir ulaşımın temin edilmesi beklenen faydalardandır (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019).

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Haberleşme Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı'nda akıllı ulaşım sistemleri (AUS) üzerine stratejik amaçlar belirtilmiştir. Bu amaçlar, AUS altyapısının geliştirilmesi, sürdürülebilir akıllı hareketliliğin sağlanması, yol ve sürüş güvenliğinin sağlanması, yaşanabilir çevre ve toplum oluşturma veri paylaşımı ve güvenliğinin sağlanmasıdır. Bu eylem planında akıllı ulaşım sistemleri, akıllı araçlar, akıllı yollar, akıllı şehirler, ekonomi ve çevre, entegrasyon sistemleri ve bilişim ile güvenlik başlıkları altında ele alınmıştır. Akıllı ulaşım ile ilgili uygulamalar başta ulaştırma ve otomotiv olmak üzere enerji, sağlık, eğitim, sanayi ve bilişim gibi birçok farklı sektörü etkilemektedir. Bu nedenle, toplumun büyük bir kesimine etkisinden dolayı akıllı şehirleşme yolunda akıllı ulaşım sistemleri büyük bir öneme sahiptir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2020).

Akıllı şehir yaklaşımlarında yerel ve merkezi idarenin birlikte hareket etmesi çok büyük önem taşımaktadır. 11. Kalkınma Planında da birçok maddede yerel yönetimlerin sürece dahil edilmesi ve desteklenmesi vurgulanmaktadır. Bu sürecin yürütülmesi için ülkemizde Türkiye Belediyeler Birliği görev yapmaktadır. Ülkemizdeki akıllı şehirlerin ortak göstergeler

üzerinden değerlendirilebilmesi ve akıllı şehir olgunluk seviyesinin belirlenebilmesi için Akıllı Şehir Olgunluk Değerlendirme Modeli oluşturulmuştur. Bu model, ülke politikalarına ve dinamiklerine uygun olarak belirlenirken aynı zamanda diğer ülkelerdeki örneklerden yararlanılmıştır. Akıllı Şehir Olgunluk Değerlendirme Modeli sayesinde şehirlerin olgunluk seviyelerinin karşılaştırılması ve etkileşimin artırılması amaçlanmaktadır (Türkiye Belediyeler Birliği, 2020).

Ülkemizde, ulusal düzeyde yapılan yasal düzenlemeler doğrultusunda belediyeler tarafından akıllı ulaşım sistemlerine yönelik olarak çeşitli adımlar atılmaktadır. Ankara, İstanbul, Bursa, Gaziantep, Konya ve Kayseri Büyükşehir Belediyeleri başta olmak üzere akıllı ulaşım sistemlerine yönelik yerel düzeyde yapılan birçok proje bulunmaktadır (Türkiye Belediyeler Birliği, 2020). Ankara Büyükşehir Belediyesi, şehrin önemli ulaşım noktalarına yerleştirdiği kameralar ile trafiği takip etmekte ve ana bulvarlar üzerindeki sensörler ile çeşitli periyotlarda trafik yoğunluğunu incelemektedir (Kesgin ve diğerleri, 2014). Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından akıllı kavşak uygulaması ve trafik akışını takip eden şehir ve trafik kameraları uygulaması hayata geçirilmiştir. Gaziantep Büyükşehir Belediyesinin ise akıllı ulaşım sistemlerine yönelik olarak akıllı durak ve trafik sinyalizasyon projeleri mevcuttur. Ülkemizin en kalabalık şehri olan İstanbul'da, büyükşehir belediyesi tarafından trafik sinyalizasyonu, akıllı park yönetimi, akıllı ödeme sistemleri projeleri mevcuttur. Konya Büyükşehir Belediyesi'nin merkezi trafik işletim sistemi, akıllı bisiklet sistemi ile Kayseri Büyükşehir Belediyesi'nin akıllı otopark ve QR kodlu otobüs durağı uygulamaları ülkemizdeki akıllı ulaşım sistemine yönelik olarak belediyelerin yaptığı uygulamalara bazı örneklerdir (Türkiye Belediyeler Birliği, 2020)

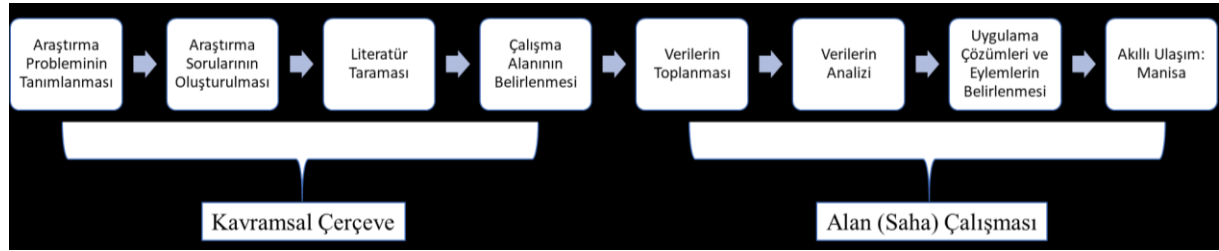
Literatür bölümünde görüldüğü gibi gerek dünyada gerekse ülkemizde akıllı şehirlerin bileşeni olan akıllı ulaşım için birçok çalışma yer almaktadır. Bu çalışmaların daha da artması beklenmektedir. Manisa büyükşehir belediyesinin bu konuda ulaşım yönüyle hazırladığı ulaşım ana planı ve raporu bulunmaktadır. Bu çalışma ile, Manisa büyükşehir belediyesinin ortaya koyduğu planlara uygun olarak akıllı ulaşım kapsamında uygulamalar ve eylemler önerilerek hem literatüre katkı sağlanması hem de henüz akıllı

ulaşım çözümleri olmayan yerel yönetimlere bir katkı sağlaması hedeflenmiştir.

3. Yöntem

Sürekli artan nüfus, ulaşım ve trafik sorunları, küresel yaklaşımlar ve çağa ayak uydurma gereksinimi son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler ile birlikte şehirler için alternatif bir çözüm aracı olarak akıllı şehir yaklaşımını sunmaktadır. Bu çalışmada, akıllı şehirlerin bir bileşeni olan akıllı ulaşım uygulamalarının Manisa ilinin gereksinimlerini karşılamak için bir çözüm olması amacını benimsenmiştir. Çalışma, “Akıllı şehir oluşturabilmek ve kentsel altyapıya entegre edilmiş teknoloji ile ulaşımın dair sorunları çözmek için yerel yönetimlerin

akıllı ulaşım uygulamalarına ve eylemlerine ihtiyacı vardır.” düşüncesini desteklemek üzerine kurgulanmıştır. Şekil 4’te şematize edilen çalışma kurgusunda kavramsal çerçeve ve alan (saha) çalışması olmak üzere iki temel çerçeve bulunmaktadır. İlk olarak araştırma probleminin tanımlanması, araştırma sorularının oluşturulması, literatür taraması ve çalışma alanının belirlenmesi basamaklarından oluşan kavramsal çerçeve oluşturulmuştur. Çalışma alanı olarak belirlenen Manisa iline ait verilerin toplanması, verilerin analizi, uygulama çözümleri ve eylemlerin belirlenmesi ve akıllı ulaşım Manisa modelinin uyumluluk sonuçlarının ele alındığı alan çalışması ile çalışma tamamlanmıştır.



Şekil 4. Çalışma kurgusu

Kavramsal çerçeve oluşturulurken ilk adım olarak günümüzde artan kentleşme ile birlikte artan ihtiyaçların karşılanması, kaynakların bilinçsiz ve verimsiz tüketimi, kentsel alanlarda oluşan aşırı insan ve trafik yoğunluğu gibi araştırma problemleri tanımlanmıştır. Devamında aşağıda verilen dört farklı araştırma sorusuna yanıt aranmıştır:

- Manisa’da artan kentsel nüfusa ve araç sahipliliğine bağlı oluşan trafik yoğunluğunun giderilmesi, akıllı şehir bileşenlerinden biri olan akıllı ulaşım çözümleri ile mümkün olabilir mi?
- Akıllı ulaşım uygulama ve eylemleri büyükşehirlerde ulaşım sorunlarını çözmekte bir araç olarak kullanılırken Manisa ili için uygulanabilirliği mümkün müdür?
- Manisa kent merkezi için uluslararası standartlar ve ulusal planlar göz önünde bulundurularak yeni, uygulanabilir çözümler ve eylemler belirlenebilir mi?
- Manisa için belirlenen ve önerilen uygulama ve eylemler diğer yerel yönetimler için örnek oluşturabilir mi?

Literatür taraması yapılırken, Dünya’da kentleşme dinamiği, sorunlara bir çözüm olarak gösterilen akıllı şehir yaklaşımı, dijitalleşmenin

şehirlerde yansımaları ile akıllı ulaşım çözümlerinin Dünya’da ve Türkiye’de ele alınışına yönelik bilgiler derlenmiş ve değerlendirilmiştir. Özellikle akıllı şehirler için göstergeler sunan dünyaca geçerliliği kabul edilen ISO 37122 ile Türkiye’de hazırlanacak strateji ve eylemlere yönelik başvuru olan 11. Kalkınma Planı, 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı ile Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi temel kaynaklar olarak incelenmiştir. Manisa, Türkiye ile benzer kentleşme dinamikleri ve otomobil sahipliliği oranları göstermesinin yanı sıra büyükşehir olarak yapılanmasını sürdürmekte ve kent merkezinde oluşan trafik sorunlarının çözümü için akıllı ulaşım yaklaşımına ihtiyaç duymakta olduğu için çalışma alanı olarak seçilmiştir.

Çalışma kurgusunun ikinci etabı olan saha çalışması yapılırken, Manisa’ya yönelik veriler toplanmış, Manisa Büyükşehir Belediyesi yetkilileri ile görüşülmüştür. Manisa için hazırlanan Ulaşım Ana Planı ve Raporu ile Manisa Büyükşehir Belediyesi Stratejik Planları temin edilmiştir. Ayrıca TÜİK’ten Manisa’ya yönelik ihtiyaç duyulan veriler temin edilmiş, elde edilen verilerin tamamı

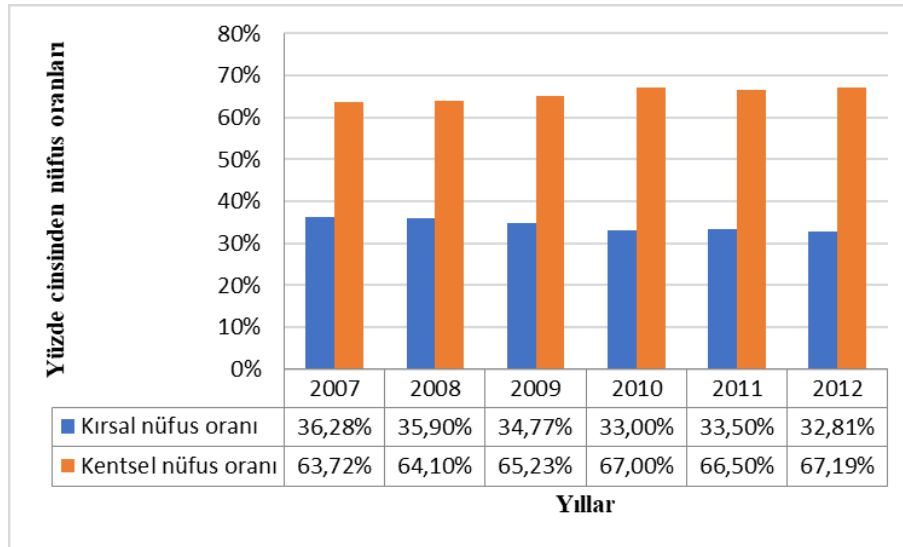
analiz edilmiştir. Bu çalışmada yararlanılan yöntemle ilgili karşılaşılan zorluk saha verilerinin 2015 yılına ait olup henüz güncellenmemesidir. Bu veriler ile güncel stratejik planlar beraber ele alınarak bu zorluğun üstesinden gelinmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre, Manisa'nın kent merkezi için ihtiyaç duyduğu akıllı ulaşım çözümleri, dört farklı uygulama ve bu uygulamaların altında yer alan toplam on dört eylem önerisi olarak sunulmuştur. Önerilen eylemlerin, ISO 37122 göstergelerini ve Türkiye'de ortaya konulan plan ve stratejileri karşılayabilirliği değerlendirilmiş ve Manisa'nın Strateji Eylem Planı ile uyumluluğu irdelenmiştir.

4. Bulgular

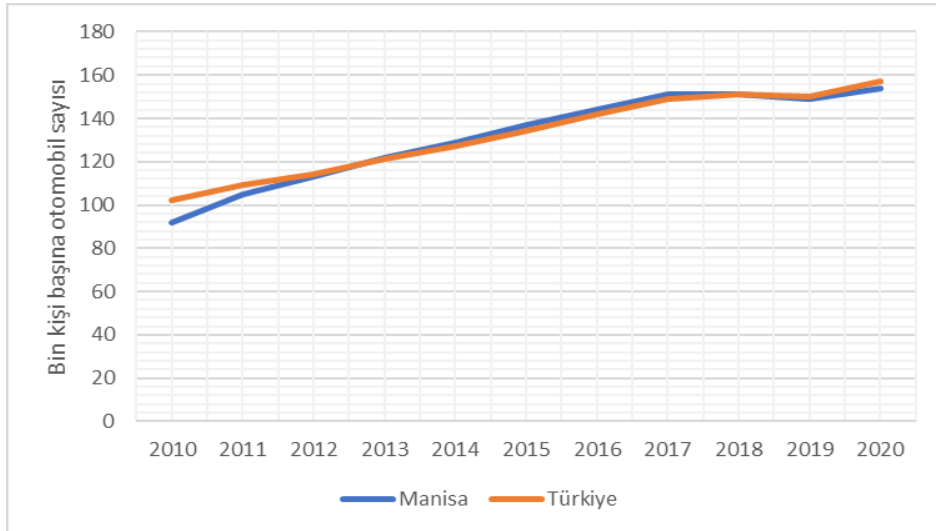
Günümüz akıllı şehirlerinde trafikte güvenliğin sağlanması, trafikte harcanan sürenin azaltılması, kaynakların daha verimli kullanılması, ulaşım sistemlerinden kaynaklı olarak çevreye verilen zararın en aza indirilmesi ve kişilerin memnuniyetini üst seviyeye taşımak temel hedeflerdendir. Bu hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için, ulaşım merkezleri, alt yapı, araçlar ve araç kullanıcıları arasında çift yönlü veri alışverişinin sensörler, güçlü bilgisayar sistemleri, haberleşme ve donanımsal bileşenler kullanılarak sağlanması gerekir. Bu yapı, akıllı ulaşım sistemleri yaklaşımının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Akıllı ulaşım

sistemlerinde küresel seyrüsefer uydu sistemi (GNSS), radyo frekansıyla tanımlama (RFID), tahsis edilmiş kısa mesafeli haberleşme (DSRC), yakın alan haberleşme (NFC), radyo veri sistemleri (RDS), düşük güç geniş alan ağı (LPWAN) gibi haberleşme sistemleri kullanılmaktadır. Bu teknolojilerden, konum belirleme, rota oluşturma, ücret ödeme, güvenlik ve bilgilendirme gibi uygulamalarda faydalanılmaktadır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2020).

Manisa 6360 sayılı kanun ile büyükşehir belediyesi özelliği kazanan şehirlerden birisidir. 2013 yılına kadar Manisa'daki kırsal ve kentsel nüfus oranları Şekil 5'te verilmiştir (TÜİK, 2021a). Şehirde yaşayan nüfus oranı Türkiye ortalamasının altında olsa da bu oranın yıllar içinde arttığı görülmektedir. Refah seviyesindeki yükselme ve otomobile sahip olma düzeyinin artmasına karşın toplu taşıma hizmetlerinin özel araç kullanımıyla rekabet edemeyişinden dolayı ortaya çıkan çevre kirliliği sürdürülebilir kentleşmeyi tehdit eden bir sorun olmaktadır. Şekil 6'da TÜİK verilerine göre Türkiye genelindeki ve Manisa ilindeki 2010-2020 yılları arasındaki bin kişi başına otomobil sayısı değişimi verilmiştir. Bu grafikte, Manisa'daki bin kişi başına otomobil sayısındaki eğilimin Türkiye ortalamasında olduğu görülmektedir (TÜİK, 2021b).



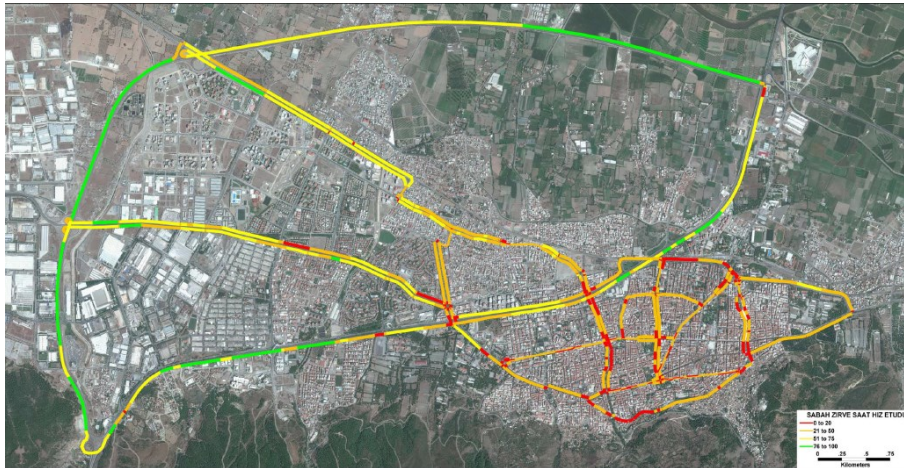
Şekil 5. Manisa'daki kırsal ve kentsel nüfus oranları (TÜİK, 2021a)



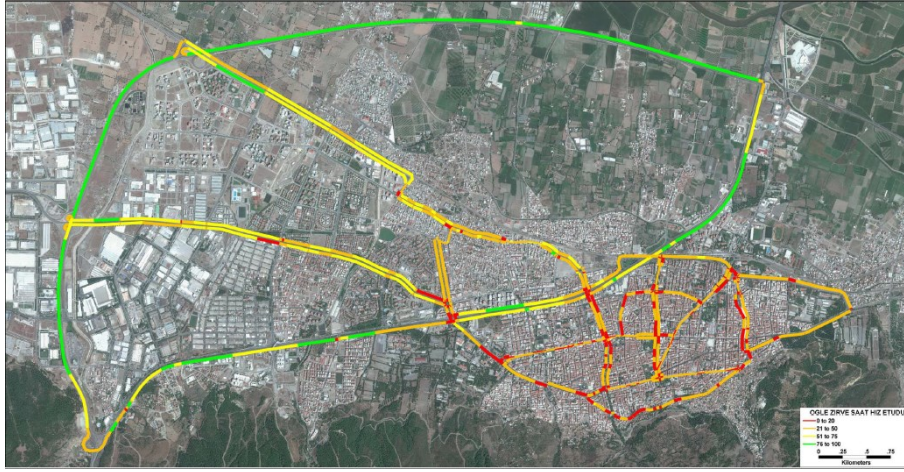
Şekil 6. Manisa ve Türkiye genelindeki bin kişi başına otomobil sayısı (TÜİK, 2021b)

Manisa'daki araç sahiplilik değerlerinin yüksek olması günün belli zamanlarında ve kentin bazı bölgelerinde trafik yoğunluğu yaşanmasına sebep olmaktadır. Bunu ölçümlemek için Manisa Büyükşehir Belediyesi tarafından hız etüt çalışması yapılmıştır. 07:00-10:00 saatleri arası sabah, 12:00-14:00 saatleri arası öğle ve 16:00-19:00 saatleri arası trafik yoğunluğu açısından zirve saatler olarak tespit edilip, belirlenen güzergahlarda ortalama tur sürelerine bağlı olarak hız etüdü yapılmıştır. Sabah zirve saatleri için maksimum tur süresi 19 dk., öğle

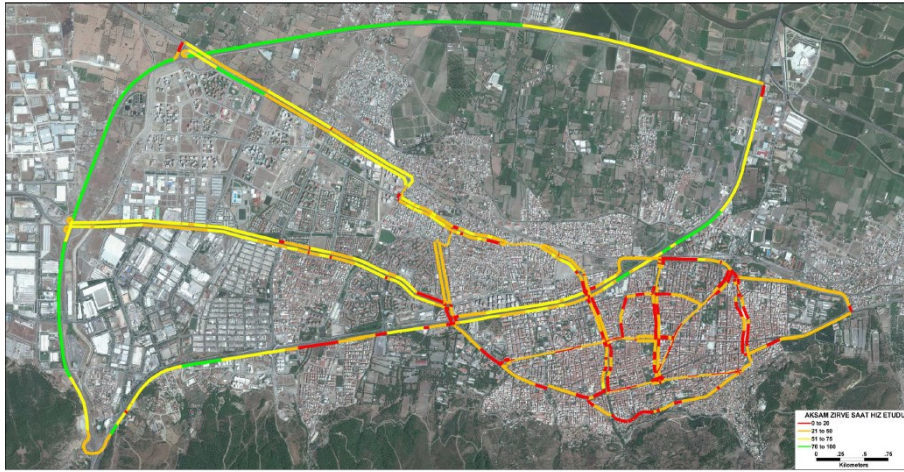
zirve saatleri için 16 dk. ve akşam zirve saatleri için tur süresi 20 dk. olarak belirlenmiştir (Manisa Ulaşım Ana Planı Raporu, 2015). Bu üç haritadan görüldüğü üzere sabah, öğle ve akşam zirve saatlerinin tamamında kentin merkezi alanında hızlar en düşük seviyede olmakta ve bu durum akıllı ulaşım sistem uygulamalarının gerekliliğini göstermektedir. Manisa Büyükşehir Belediyesi'nin yapmış olduğu hız etüdü çalışmasının sonuçları Şekil 7'deki haritalarda gösterilmiştir.



(a)



(b)



(c)

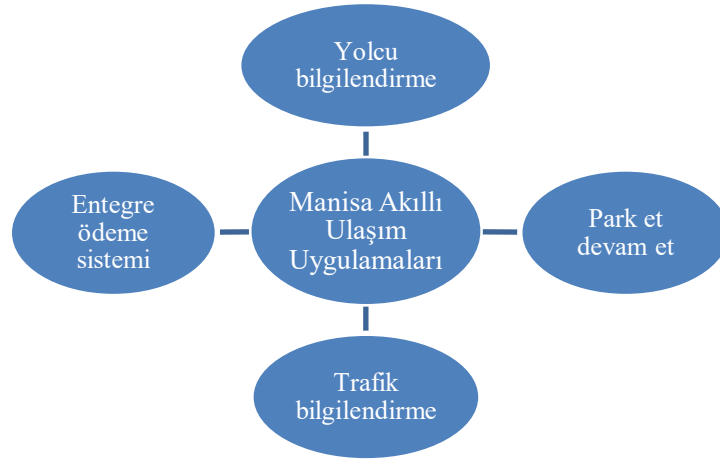
Şekil 7. (a) Sabah (b) Öğle ve (c) Akşam zirve saatleri için tur süresi haritaları

Manisa Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan ve 2020-2024 yılları arasında kapsayan strateji eylem planındaki üçüncü amaç kent içi ulaşım üzerinedir. Bu planda, trafik güvenliğini ve akıcılığını arttırmak ve modern, çağdaş, çevreci ulaşım yapılarını oluşturmak için;

- 2021 yılında %27 olan toplu taşıma araçlarını kullanan yolcu oranının 2024'te %30'a çıkarılması,
- 2021 yılında 4.500.000 kişi olan hizmet alan yolcu sayısının 2024 yılında 5.000.000 kişiye çıkarılması,
- Yatay ve dikey işaretleme sayısının 2024 yılında bugüne göre 5560'tan 13475'e çıkarılması,
- Ortalama toplu taşıma süresinin bugüne göre 27 dakikadan 23 dakikaya düşürülmesi,

- Yeni yapılacak otopark sayısının 2021 yılında 2, 2022 yılında 3, 2023 yılında 4 ve 2024 yılında 5 olması hedeflenmektedir (Manisa Büyükşehir Belediyesi, 2020).

Manisa nüfusunun ve otomobil sahiplilik oranının artıyor olması ve trafikte sabah, öğle ve akşam zirve saatlerde yaşanan yoğunluk nedeniyle ve Manisa büyükşehir belediyesinin projekte ettiği hedefler doğrultusunda Manisa il merkezi için akıllı ulaşımaya yönelik strateji ve eylemlerin belirlenmesi gerekliliği bulunmaktadır. Bu eylemlerin belirlenmesinde ulusal ve yerel düzeydeki stratejilere ek olarak, literatür kısmında bahsedilen ISO-37122'de yer alan ulaşımaya yönelik göstergeler göz önünde bulundurulmuştur. Bu çalışmada Manisa'nın akıllı ulaşım yönetimi için yolcu bilgilendirme sistemlerini, park et devam et uygulamalarını, trafik bilgilendirme sistemlerini ve entegre ödeme yöntemlerini içeren uygulamalar önerilmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Manisa ili için önerilen akıllı ulaşım sistem uygulamaları

4.1. Yolcu bilgilendirme sistemleri

Manisa kent merkezindeki toplu taşıma sisteminin daha etkili ve çevre dostu olması ve toplu taşımayı kullananların daha konforlu ve güvenli şekilde seyahat etmesi için yolcu bilgilendirme ekranları önem arz etmektedir. Yolcu bilgilendirme ekranlarının hem toplu taşıma aracı içine hem de duraklara yerleştirilmesi ile toplu taşıma kullananların bilgilendirilmesi amaçlanır. Toplu taşıma araçlarının konumlarının ve güzergahındaki yoğunluğun belirlenmesi ile araç bilgilendirme ekranlarında bu bilgiler kullanıcılar ile paylaşılmaktadır.

Manisa kent merkezindeki toplu taşıma araçlarının içine yerleştirilecek olan araç içi yolcu bilgilendirme ekranlarında;

- Aracın güzergahındaki durak isimlerinin,
- Bu duraklara tahmini varış zamanının,
- Eğer varsa duraklarda aktarma yapılabilecek diğer hat numaralarının

bulunması önerilebilir. Bu bilgiler sayesinde, yolculuk boyunca yolcuların kendilerini daha rahat hissetmeleri ve toplu taşıma araçlarına olan ilginin artırılması da sağlanabilecek faydalar arasındadır.

Diğer taraftan, otobüs duraklarına yerleştirilecek yolcu bilgilendirme ekranlarında;

- Gelen otobüslerin durağa geliş zamanının,
- Otobüslerin doluluk oranının,
- Duraktan geçen tüm hat numaralarının,
- Kent merkezinde hizmet veren hatların güzergahlarını içeren haritaların

yer alması önerilebilir. Bu bilgiler ışığında, yolcuların beklediği araçların yoğun olması veya durağa uzun bir süre sonra gelecek olması gibi durumlara karşı, yolcuların alternatif hatları tercih etmesi sağlanabilecektir. Şekil 9'da yolcu bilgilendirme ekranı ve kart dolun makinası içeren akıllı durak uygulamasına ilişkin örnek bir görsel bulunmaktadır (Url-1).



Şekil 9. Akıllı durak örneği (Url-2)

Yolcu bilgilendirme sistemleri için önerilen bir diğer uygulama olan akıllı kart dolun istasyonları ile yolcuların,

- Ulaşım kartlarının durumunu sorgulayabilmeleri,
- Ulaşım kartlarına bakiye yükleyebilmeleri,
- Ulaşım kartlarının güncelleme işlemlerini yapabilmeleri,
- Ulaşım bileti satın alabilmeleri

sağlanacaktır. Bu sayede hem Manisa’da yaşayan halkın hem de Manisa’ya turist olarak gelen insanların daha kolay ve hızlı bir şekilde bu hizmetlerden yararlanması olanağı sunulmuş olacaktır.

Şekil 10’da Manisa kent merkezinde yer alan odak noktaları (organize sanayi bölgesi, otogar, kent parkı, hastaneler ve merkezi iş alanı) ve hizmet veren toplu taşıma hatlarının

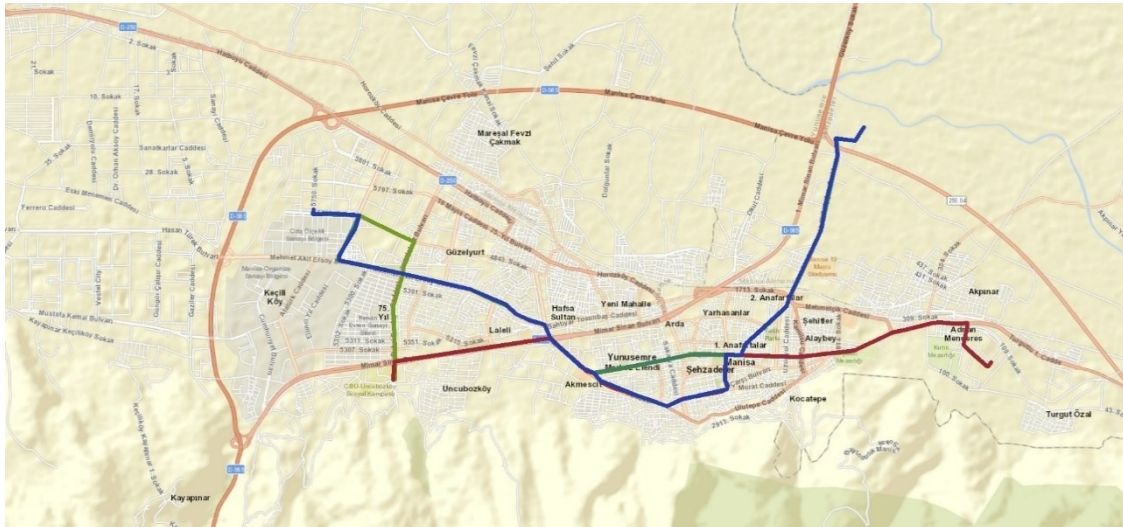
güzergahlarını içeren harita verilmiştir. Haritada görüldüğü üzere, merkezi iş alanında toplu taşıma hatları yoğunlaşmaktadır. Şekil 7’de verilen zirve saatlerinde trafiğin yoğunlaştığı noktalar ile Şekil 10’da verilen toplu taşıma hatlarının yoğunlaştığı bölgenin merkezi iş alanlarının olduğu bölgede çakıştığı görülmektedir. Bu nedenle merkezi iş alanlarında akıllı ulaşım uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle iş giriş ve çıkış saatleri ile zirve saatlerde ve salgın hastalıkların görüldüğü süreçlerde toplu taşıma sistemini kullanan yolcuların alternatif hatlara yönlendirilebilmesi araç yoğunluklarının önüne geçmek ve yolcuların zaman tasarrufu sağlayabilmeleri açısından önemlidir. Bu nedenle araç içi yoğunlukların durak bilgilendirme ekranlarında bulunması ve hat haritalarının duraklarda yer alması Manisa’nın akıllı ulaşımına yönelik bu çalışmada önerilen hususlar arasında yer almaktadır.



Şekil 12. Manisa kent merkezindeki toplu taşıma güzergahları ve mevcut otoparklar

Şekil 13'deki haritada Manisa kent merkezinde hizmet veren elektrikli otobüslerin güzergahları verilmiştir. Yeni yapılacak otoparklar ile mevcut hatların veya elektrikli araçların çalıştığı hatların entegre hale getirilmesi, park et devam et uygulamasının etkisini daha da arttıracaktır. Manisa kent merkezinde toplu taşıma sadece otobüsler ile sağlandığı için park et devam et uygulamalarının otobüs ve yeni oluşturulacak servis hatlarıyla entegrasyonu dışında, bisikletli ulaşımın önerilmektedir. Manisa Ulaşım Ana Planı Raporu'nda bisiklet yollarının yetersizliği vurgulanmış ve seçilen 241 bisikletliyle yapılan memnuniyet anketinde

katılımcıların en büyük sorunu, %46 oranında bisiklet yolunun olmaması veya az olması şeklinde tespit edilmiştir. Ayrıca ankete katılanlar trafik kurallarına uyulmamasından, park sorunundan, kaldırımların dar ve yolların sorunlu olmasından şikayet etmişlerdir. Bu doğrultuda, Manisa'da yeni otoparkların yapılması, bisiklet yollarının artırılması, otoparklar ile bu bisiklet yollarının entegre hale getirilmesinin ve kentin çeşitli noktalarına bisiklet parklarının ve kiralama noktalarının oluşturulması akıllı ulaşım hedefi için alternatif çözümler olacaktır.



Şekil 13. Manisa kent merkezinde hizmet veren elektrikli toplu taşıma hatlarının güzergahları

4.3. Trafik bilgilendirme sistemleri

Toplu taşıma kullanıcılarının araç içi ve araçlardaki ekranlar üzerinden bilgilendirilmesi kadar sürücülerin de anlık olarak trafikteki

unsurlar hakkında bilgi sahibi olması daha güvenli ve konforlu bir sürüş sağlayacaktır. Bu amaçla, trafik yoğunluk, kaza, yol çalışması gibi anlık verilerin toplanıp, bu verilerin

bilgilendirme ekranlarına yansıtılması ve bu trafik bilgilendirme ekranlarının da kentin trafik akışına göre uygun noktalara yerleştirilmesi önerilmektedir.

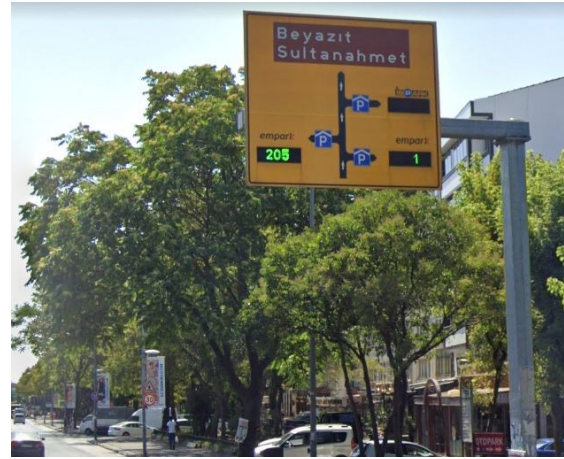
Bir merkez üzerinden kontrol edilmesi önerilen bu sistem sayesinde trafik yoğunluğu, hava durumu, saat ve yol durumu bilgileri sürücüler ile paylaşılabilir. Bu bilgilere göre sürücülerin alternatif yollara yönlendirilmesi ve trafik akışının kontrolü sağlanabilir. Şehirde belirlenen bazı pilot noktalar üzerinden alternatif güzergahlar ile bu noktalara varış süreleri de bu dinamik bilgilendirme ekranlarında sürücüler ile paylaşılabilir. İstanbul'daki E-5 yolu üzerinde bulunan ve ana

arterlerdeki trafik yoğunluklarının gösterildiği bilgilendirme ekranı Şekil 14 (a)'da verilmiştir.

Trafik bilgilendirme ekranları üzerinden paylaşılması önerilen bir diğer bilgi ise, öncelikle o noktaya en yakın konumda bulunan otoparklardan başlayacak şekilde, otoparkların doluluk durumlarıdır. Bu bilgi sayesinde sürücülerin zaman ve yakıt tüketimi açısından daha ekonomik bir şekilde otoparklara yönlendirilmesi sağlanabilir. Şekil 14 (b)'de İstanbul'un Fatih ilçesindeki Vatan Caddesi üzerinde bulunan otoparkların doluluk durumlarının paylaşıldığı bilgi ekranı gösterilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 14. (a) Trafik yoğunluklarının gösterildiği bilgilendirme ekranı (b) otoparkların doluluk durumlarının paylaşıldığı bilgi ekranı (Url-3)

Şehir içindeki ulaşım ve “park et devam et” sistemine entegre edilmesi önerilen bisiklet paylaşım sisteminde, bisiklet paylaşım noktalarındaki kullanılabilir bisiklet sayısının da bilgilendirme ekranları üzerinden kullanıcılar ile paylaşılması önerilmektedir. Yaya, sürücü ve yolcuların Manisa kent merkezindeki otoparklar, bisiklet paylaşım noktaları ve trafik hakkındaki bilgilere bilgilendirme ekranlarının yanı sıra hazırlanacak bir yazılım üzerinden de erişmesi önerilmektedir. Trafik durumu hakkında toplanan verilerin anlık olarak aktarılacağı bir mobil uygulama sayesinde bilgilendirmenin sadece şehrin belirli noktalarındaki dinamik ekranlarla sınırlı kalmayıp daha yaygın bir şekilde yapılması sağlanacaktır.

4.4. Entegre ödeme sistemi

Akıllı şehir yaklaşımlarındaki temel amaçlardan birisi kentte yaşayanların konforlu ve güvenli olarak akıllı şehir bileşenlerine dahil olmasını sağlamaktır. Bu amaçla Manisa için önerilen akıllı ulaşım sisteminde otopark, toplu taşıma ve bisikletler için ödeme işlemlerinin tek bir ödeme sistemi üzerinden yapılması bu hizmetlerden yararlananlara kolaylık sağlayacaktır. Bu sistemdeki ödeme işlemleri için banka kartlarının ve entegre ödeme sistemi ile ilişkilendirilen kent kartlarının kullanılması yararlı olacaktır. Ayrıca, kent kartların bakiye sorgulama, bakiye yükleme ve gerekli güncelleme gibi işlemleri bu mobil uygulama üzerinden kontrol edilebilmelidir.

4.5. Değerlendirme

Manisa kent merkezi için önerilen uygulamalar yolcu bilgilendirme, park et devam et, trafik bilgilendirme ve entegre ödeme sistemi olarak

dört başlıkta ele alınmıştır. Her bir uygulama altında, Manisa kent merkezinin ihtiyaçları doğrultusunda eylemler önerilmiştir. Manisa Büyükşehir Belediyesi, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Manulaş, toplu taşıma araçları, yolcular, sürücüler ve yayalardan oluşan

paydaşlar arasında sağlanacak iş birliği sayesinde akıllı ulaşım modelinin oluşturulması ve bu modelin sürdürülebilir hale getirilmesi hedeflenmektedir. Manisa kent merkezi için önerilen bu uygulama ve eylemler ile ön görülen paydaşlar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Manisa’nın akıllı ulaşım modeli kapsamında önerilen uygulamalar, eylemler ve paydaşlar

| Önerilen Uygulamalar | Önerilen Eylemler | Paydaşlar |
|-----------------------------------|--|---|
| (1) Yolcu bilgilendirme sistemi | (1.1) Araç içi bilgilendirme ekranlarının toplu taşıma araçlarına yerleştirilmesi | Manulaş, Manisa Büyükşehir Belediyesi, toplu taşıma araçları, yolcular |
| | (1.2) Akıllı otobüs duraklarına bilgi ekranı yerleştirilmesi | |
| | (1.3) Akıllı kart dolun istasyonlarının planlanması | |
| (2) Park et devam et uygulamaları | (2.1) Kent merkezi dışında, toplu taşıma araçları ile entegre otoparkların inşa edilmesi | Manulaş, Manisa Büyükşehir Belediyesi, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, toplu taşıma araçları, sürücüler |
| | (2.2) Mevcut veya yeni elektrikli otobüs veya servislerin otoparklar ile ilişkilendirilmesi | |
| | (2.3) Otoparkların, bisiklet ulaşım ve yaya yolları ile desteklenmesi | |
| | (2.4) Otoparklara yakın noktalarda bisiklet paylaşım noktalarının oluşturulması | |
| Akıllı Ulaşım Manisa | (3.1) Trafik bilgilendirme ekranlarının uygun yerlere yerleştirilmesi | Manulaş, Manisa Büyükşehir Belediyesi, toplu taşıma araçları, sürücüler, yayalar |
| | (3.2) Trafik yoğunluğu ve yol durumu gibi verilerin gerçek zamanlı olarak sürücüler ile paylaşılması | |
| | (3.3) Otopark doluluk durumlarının anlık olarak paylaşılması | |
| | (3.4) Bisiklet paylaşım noktalarındaki kullanılabilir bisiklet sayısının yansıtılması | |
| | (3.5) Bilgilendirme ekranındaki verilerin aynı zamanda bir mobil uygulama üzerinden paylaşılması | |
| (4) Entegre ödeme sistemi | (4.1) Tüm ulaşım türleri için tek bir kartla ödeme sisteminin kurgulanması | Manulaş, Manisa Büyükşehir Belediyesi, toplu taşıma araçları, sürücüler, yolcular |
| | (4.2) Mobil uygulama üzerinden kent kartların kontrolünün sağlanması | |

Manisa’nın akıllı ulaşım modeline yönelik Tablo 1’de özetlenen eylemler ile ISO-37122 standardı, Manisa Büyükşehir Belediyesi 2020-2024 Strateji Eylem Planı, 11. Kalkınma Planı ve Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı arasındaki ilişki Tablo 2’de verilmiştir. Manisa’nın akıllı ulaşım modeline yönelik park et devam et uygulamasına ilişkin önerilen ve Tablo-1’de verilen kent merkezi dışında, toplu taşıma araçları ile entegre otoparkların inşa edilmesi,

mevcut veya yeni elektrikli otobüs veya servislerin otoparklar ile ilişkilendirilmesi, otoparkların, bisiklet ulaşım ve yaya yolları ile desteklenmesi ve otoparklara yakın noktalarda bisiklet paylaşım noktalarının oluşturulması gibi eylemler 11. Kalkınma Planı’nda bulunan “Park et bin gibi uygulamalarının yaygınlaşması” eylemini karşılamaktadır. Benzer şekilde yolcu bilgilendirme sistemi içinde önerilen araç içi bilgilendirme ekranlarının toplu taşıma araçlarına

yerleştirilmesi eylemi ISO 37122 standardındaki “gerçek zamanlı paylaşım olduğu toplu taşıma hatlarının oranı” göstergesine yöneliktir. Buna göre, ISO-37122 standardında yer alan on dört göstergeden yedisi, Manisa Büyükşehir Belediyesi 2020-2024 Strateji Eylem Planındaki ulaşımaya yönelik

hedeflerin tamamı Manisa kent merkezi için önerilen eylemler ile desteklenmektedir. Ayrıca, 11. Kalkınma Planında ve Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planında yer alan eylemler ile Manisa kent merkezi için önerilen eylemler örtüşmektedir.

Tablo 2. Akıllı ulaşımaya yönelik uluslararası göstergeler ile ulusal ve yerel düzeyde eylemlerin, önerilen model kapsamındaki eylemler ile ilişkisi

| Akıllı Ulaşımaya Yönelik Uluslararası Göstergeler ile Ulusal ve Yerel Düzeyde Eylemler | Manisa için Önerilen Eylemler | |
|--|--|---|
| ISO 37122 göstergeleri | Gerçek zamanlı olarak trafik uyarılarının ve bilgilerinin paylaşıldığı cadde ve sokak yüzdesi | (3.1)-(3.2)-(3.5) |
| | Şehirdeki düşük karbon emisyonuna sahip kayıtlı araçların oranı | (2.2) |
| | Belediye tarafından sağlanan bisiklet paylaşım hizmeti verilen yüz bin kişi başına bisiklet sayısı | (2.3)-(2.4) |
| | Gerçek zamanlı paylaşım olduğu toplu taşıma hatlarının oranı | (1.1) |
| | Şehirdeki toplu taşıma hizmetlerinin birleşik bir ödeme sistemi kapsamındaki yüzdesi | (4.1)-(4.2) |
| | Elektronik ödeme sistemleriyle donatılmış halka açık parkların yüzdesi | (1.3)-(4.1)-(4.2) |
| | Doluluk oranının gerçek zamanlı olarak paylaşıldığı otopark alanlarının yüzdesi | (3.3) |
| Manisa Büyükşehir Belediyesi 2020-2024 Strateji Eylem Planı | 2021 yılında %27 olan toplu taşıma araçlarını kullanan yolcu oranının 2024'te %30'a çıkarılması | (1.1)-(1.2)-(2.1)-(2.2) |
| | 2021 yılında 4.500.000 kişi olan hizmet alan yolcu sayısının 2024 yılında 5.000.000 kişiye çıkarılması | (1.1)-(1.2)-(2.1)-(2.2) |
| | Yatay ve düşey işaretleme sayısının 2024 yılında 2021'e göre 5560'tan 13475'e çıkarılması | (3.1)-(3.2)-(3.3)-(3.4) |
| | 2024 yılında ortalama toplu taşıma süresinin 2021'e göre 27 dakikadan 23 dakikaya düşürülmesi | (2.1)-(2.2)-(2.3)-(2.4) |
| | Yeni yapılacak otopark sayısının 2021 yılında 2, 2022 yılında 3, 2023 yılında 4 ve 2024 yılında 5 olması | (2.1) |
| | Özel araçlar yerine toplu taşıma sistemlerinin özendirilmesi | (2.1)-(2.2)-(2.3)-(2.4) |
| | Park et bin gibi uygulamalarının yaygınlaşması | (2.1)-(2.2)-(2.3)-(2.4) |
| 11. Kalkınma Planı | Şehirlerdeki motorsuz ulaşımın yaygınlaşması | (2.3)-(2.4) |
| | Bisiklet kullanımının teşvik edilmesi ve bunun için yeni bisiklet yollarının şehirlere kazandırılması | (2.3)-(2.4)-(3.4)-(3.5) |
| | Bisiklet paylaşım sistemlerinin yaygınlaşması | (2.4)-(3.4) |
| | Yolcu, sürücü ve yayaların bilgilendirilmelerini sağlayacak sistemlerin kullanılması önerilmektedir | (1.1)-(1.2)-(3.1)-(3.2)-(3.3)-(3.4)-(3.5) |
| | Otoparklardaki boş-dolu park alanı sayısının çevrimiçi (online) olarak izlenmesine olanak verecek altyapının kurulması | (3.3)-(3.5) |
| | Ana arterlerde trafik akış verisi için sensör altyapısının kurulması | (3.1)-(3.2) |
| | Toplu taşıma duraklarında ve araç içlerinde, hareket kısıtlılığı olan kişileri de dikkate alarak, toplu taşıma araçları ile entegre yolcu bilgilendirme ekranlarının kurulması | (1.1)-(1.2)-(1.3) |
| Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı | Ortak elektronik ücret toplama sisteminin tasarlanması | (4.1)-(4.2) |
| | Toplu taşıma ve hizmet araçlarında elektrikli araçlara yer verilmesi | (2.2) |

| | |
|---|-----------------------------|
| Toplu taşıma araçlarının kullanımının yaygınlaştırılması | (1.1)-(1.2)- (2.1)-(2.2) |
| Bisiklet kullanımını yaygınlaştırmak için uygun altyapının oluşturulması | (2.3)-(2.4)- (3.4)-(3.5) |
| Elektrikli taşıt altyapılarının yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalar yapılması | (2.2) |

5. Sonuç ve Değerlendirme

Bugün olduğu gibi gelecekte de artması beklenen kentsel nüfusun ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik şehirlerde hazırlıklar yapan hükümetler, yerel yönetimler hatta uluslararası kuruluşlar; küresel iklim krizi, kaynakların verimli ve etkin kullanımı gibi konular ile yaşam kalitesi yüksek sürdürülebilir şehirler için çalışmalar yapmaktadır. Özellikle teknolojik gelişmelerin ve altyapının kentlere entegre edilmesi anlayışına sahip, sürdürülebilir bir kentsel model olarak görülen akıllı şehir yaklaşımı dünya genelinde kendisine uygulama alanı bulmaktadır. Bu anlamda yapılan yatırımlar her geçen gün artmakla birlikte gelecekte akıllı şehir çözümlerinin daha da önem kazanacağı beklenmektedir. Çok paydaşlı ve boyutlu olan akıllı şehirler; ulaşım, yaşam, ekonomi, yönetim, insan ve çevre bileşenlerinden oluşan dijitalleşme tabanlı sürdürülebilir bir kent modelidir. Her bir bileşenin altında farklı birçok disiplinin akıllı şehirlere yönelik çalışmaları bulunmaktadır. Toplum yararını gözeten, akıllı teknolojik çözümler sunan, yaşam kalitesini yükselten sistemlerin entegre edildiği bir model olarak akıllı şehir uygulamaları dünyada olduğu gibi ülkemizde de merkezi hükümet ve yerel yönetimler tarafından desteklenmektedir.

Ege bölgesinde, İzmir'in ardından sanayinin sürekli yeni yatırımlar ile desteklediği Manisa ili bölgede bir çekim merkezi haline gelmektedir. Bu durum nüfus artışına, yoğunlaşan trafik ile ulaşım sorunlarına, trafikte geçirilen zamanın artmasına ve daha fazla hava kirliliğine neden olmaktadır. Manisa Büyükşehir Belediyesi'nin ulaşım sorunlarına yönelik ortaya koyduğu planlar ve uygulamalar bulunmaktadır. Ancak bu planlarda akıllı ulaşım uygulamalarına yönelik bir önerme bulunmamaktadır. Kent merkezindeki trafik yoğunluğunun çözümü, alternatif ulaşım araçlarının yaygınlaştırılması, ulaşım katılan tüm paydaşların bilgilendirilmesi için teknolojik sistemlerin entegrasyonu akıllı ulaşım

çözümlerini gerekli ve cazip kılmaktadır. Bu çalışma, Manisa ilinin ulaşım sorunlarını tespit ederek kent merkezi için uygulanabilir, uluslararası ve ulusal anlamda yönlendirici adımların öncülüğünde oluşturulan alternatif akıllı ulaşım uygulama ve eylemleri önermiştir. Yolcu bilgilendirme, park et devam et, trafik bilgilendirme ve entegre ödeme sistemi uygulamaları olarak belirlenen dört temel uygulama sayesinde hem trafik sorununun aşılması hem de akıllı ulaşım çözümlerinin kente entegre edilmesi hedeflenmiştir. Böylece kentte yaşayan insanların konforlu ve güvenli bir şekilde, kaynakları ve zamanı verimli kullanarak, yaşama katılmaları mümkün olacaktır.

Yolcu bilgilendirme sistemi uygulaması altında önerilen eylemler sayesinde toplu taşıma kullanan kişiler araç yoğunluklarına ve araçların geliş-gidiş sürelerine bağlı olarak alternatif hatlara yönlenebilecek ve böylece zamanı verimli kullanabileceklerdir. Ayrıca bu eylemler sayesinde, kentte yaşayan insanların toplu taşıma sistemine daha yüksek oranda katılmaları sağlanabilecektir. Park et devam et uygulaması sayesinde trafikteki aktif araç sayısı ve dolayısıyla karbon salınımı azaltılabilecektir. Bisikletli ulaşım ve elektrikli toplu taşıma ve servis araçlarının park et devam et sistemine entegre edilmesi sayesinde kentteki sürdürülebilirlik yaklaşımına katkı sağlanacaktır. Trafik bilgilendirme uygulaması dahilinde, trafikteki araçlar için dinamik yol ve otopark bilgisi sunularak, trafikte geçirecekleri zamanın ve dolayısıyla karbon emisyonunun azaltılmasına destek olunacaktır. Entegre ödeme sistemi sayesinde kentte yaşayanların ulaşım bileşenlerinden faydalanması daha kolay ve konforlu hale getirilecektir.

Akıllı ulaşımaya yönelik yapılan birçok çalışmada, uluslararası çalışmalara ve ulusal mevzuatlara atıf yapılmakta fakat sunulan öneriler ile mevzuat ve standartların uyumluluğu ve karşılanabilirliği yönü ele alınmamaktadır. Bu çalışmayı diğer çalışmalardan farklı kılan önerilen eylemler ile

akıllı ulaşımaya yönelik yeni bir model oluşturulması ve aynı zamanda hem uluslararası göstergelerin hem de ulusal mevzuatın karşılanmasıdır. Bu çalışma kapsamında önerilen uygulamalar ve bu uygulamalar altında tanımlanan eylemler, ISO 37122 standardında yer alan on dört akıllı ulaşım göstergesinden yedisini karşılamaktadır. Ayrıca bu çalışmadaki öneriler, Manisa Büyükşehir Belediyesi'nin strateji eylem planlarıyla uyumlu olup, ülkemizdeki 11. Kalkınma Planı ve Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı'ndaki hedeflerin tamamını karşılamaktadır. Sonuçta, şehrin şu anki altyapısı ve olanakları doğrultusunda ortaya konulan öneriler; yerel ve ulusal düzeydeki planlarla örtüşmekte ve uluslararası standartları büyük ölçüde karşılamaktadır.

Her şehrin kendine özgü kültürü, yerleşimi ve yaşam kültürü bulunmaktadır. İyi akıllı şehir uygulamaları bakımından genel olarak değerlendirildiğinde Manisa iline ait mevcut durum ve öneriler bu çalışmanın genel çerçevesini oluşturmaktadır. Manisa ili gibi ülkemizde akıllı şehir girişimleri henüz başlamamış yerel yönetimler için bir rehber olabileceği düşünülen bu çalışmanın, akıllı ulaşım konusunda atılacak adımlarda izlenmesi gereken yol için uygulama ve eylemler yönüyle fikir sunacağı düşünülmektedir. Güncel teknolojik gelişmelerle desteklenecek uluslararası standartların tam olarak karşılandığı akıllı ulaşım modellerine yönelik çalışmalar araştırmacılar için potansiyel bir araştırma alanı olarak ön görülmektedir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarların çalışmadaki katkı oranları eşittir.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Çalışmada kullanılmak üzere veri paylaşımı sağlayan Manisa Büyükşehir Belediyesine desteğinden dolayı teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı

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

Kaynakça

British Standards Institution. (2019). *BS ISO 37123: 2019 BSI Standards Publication Sustainable cities and communities — Indicators for resilient cities.*

Elvan, L. (2017). Akıllı Şehirler: Lüks Değil İhtiyaç. *İTÜ Vakfı Dergisi*, 77, 6-10.

Kayapınar, Y. E. (2017). Akıllı Şehirler ve Uygulama Örnekleri. *İTÜ Vakfı Dergisi*, 77, 14-19.

Kesgin, İ., Aydemir, Y., Dolaner, R. R. (2014). Akıllı Şehirler-Ankara Akıllı Ulaşım Sistemleri. *31. Ulusal Bilişim Kurultayı*, Ankara, 6-9 Kasım.

Laleoğlu, B. (2021) Akıllı Şehirler, Değişen Şehir Yönetimi ve Türkiye. SETA.

Manisa Büyükşehir Belediyesi. (2015). *Manisa Ulaşım Ana Planı Raporu.*

Manisa Büyükşehir Belediyesi. (2020). *2020-2024 Manisa Büyükşehir Belediyesi Stratejik Planı.*

OECD. (2019). *Enhancing the Contribution of Digitalisation to the Smart Cities of the Future*, OECD Publishing.

OECD. (2020). *Building on the outcomes of the 1st OECD Roundtable on Smart Cities and Inclusive Growth*, OECD Publishing.

Özdil, S. (2017). Şehirlerimiz Nasıl Akıllanır? *İTÜ Vakfı Dergisi*, 77, 20-22.

Özmen, T. ve Özmen, E. (2019). Farklı Nüfus Yoğunluklu Yapı Adalarında Çatı Tipi Güneş Enerji Santrali İncelemesi: Manisa Örneği. *10. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*, Antalya, Türkiye, 12-14 Aralık.

Pınarcıoğlu, N. Ş., ve Kanbak, A. (2020). *Sürdürülebilir Kent Modelleri*. IJOPEC PUBLICATION.

Türkiye Belediyeler Birliği. (2020). *İller ve Belediyeler, Akıllı Şehirler ve Belediyeler, Türkiye Belediyeler Birliği Dergisi*, 861, 4-7. ISSN 1308-6707

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2019). *Türkiye Cumhuriyeti 11. Kalkınma Planı (2019-2023).*

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2010). *Bütünleşik Kentsel Gelişme Stratejisi ve Eylem Planı.*

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2019). *2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı.*

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2020). *Nesnelere İnterneti-Akıllı Şehirler Kapasite Geliştirme ve Rehberlik Projesi.*

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2020). *Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı.*

TÜİK. (2021a). *Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi.* Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1>

TÜİK. (2021b). *Ulaştırma istatistikleri.* Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=ulastirma-ve-haberlesme-112&dil=1>

UN-Habitat. (2016). *Urbanization and Development Emerging Futures: World Cities Report 2016,* UN-Habitat, Nairobi.

UN-Habitat. (2020). *World Cities Report 2020: The value of sustainable urbanization,* UN-Habitat, Nairobi.

United Nations. (2019). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision.* United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York, USA.

Yang, J., Kwon, Y., Kim, D. (2021). Regional Smart City Development Focus: The South Korean National Strategic Smart City Program. *IEEE Access*, 9, 7193-7210. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3047139.

Url-1 < <https://www.ebelediye.info/dosya/akilli-schir-cozumlerinde-dunya-ornekleri>. >, erişim tarihi 19.06.2021

Url-2 < <https://ekotam.ieu.edu.tr/?page id=907>. >, erişim tarihi 19.06.2021.

Url-3 < <https://www.google.com/maps>. >, erişim tarihi 19.06.2021.

Araştırma Makalesi

Akıllı ulaşım araçlarında siber güvenlik ve çok katmanlı güvenlik önemi

İsa Avcı^{1,*}, Cevat Özarpa², Muammer Özdemir¹, Bahadır Furkan Kınacı³, Seyit Ali Kara²

¹Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Karabük, Türkiye

²Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Karabük, Türkiye

³Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Raylı Sistemler Mühendisliği, Karabük, Türkiye

*Correspondence: isaavci@karabuk.edu.tr

DOI: 10.51513/jitsa.1034370

Özet: Teknolojide yaşanan hızlı gelişmelerle günümüzde kullanımı hızlı artan akıllı ulaşım araçları, artan talep ve sağladıkları kolaylıklar sebebiyle kısa zamanda dünya çapında önemli bir yere sahip olacaktır. Akıllı ve otonom ulaşım araçları alanındaki teknolojik gelişmeler söz konusu olduğunda hızlı bir ivme kazanıldığı göz ardı edilemez. Gelişmiş makine öğrenimi ve yapay zekâ tekniklerinden yararlanan yarı otonom ve otonom arabaların ortaya çıkmasıyla birlikte potansiyel riskler ve siber güvenlik zorlukları artmaktadır. Dahası, akıllı ulaşım sistemlerinin ve otonom araçların konuşlandırılması için gerekli Araçtan Araca (V2V) ve Araçtan Altyapıya (V2I) ara yüzler, potansiyel saldırı yüzeyini ve saldırı vektörlerini büyük ölçüde genişlettikleri için güvenlik risklerini daha da artırmaktadır. Yapay zekâ ve yazılımla çalışan bu araçlar her ne kadar sürücü güvenliği ve konforunu artırsa da dışarıdan gelebilecek siber saldırılardan dolayı büyük ölçekte can ve mal kaybına da sebep olabilmektedir. Bu nedenle, akıllı ulaşım araçları ile ilgili tehditleri ve siber güvenlik risklerini analiz etmek ve bu son derece karmaşık, heterojen ve değişken ortamın özelliklerini dikkate alarak bu riskleri ele almak için güvenlik önlemleri ortaya koymak son derece önemli hale gelmektedir. Bu çalışmada akıllı ulaşım araçlarına yapılan siber güvenlik saldırıları, doğabilecek sonuçlar ve alınabilecek güvenlik önlemleri açıklanmaya ve analiz edilmeye çalışılacaktır. Ayrıca bu sistemlerde kullanılan çok katmanlı savunma sistemi incelenerek değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı ulaşım araçları, Siber saldırı, Siber güvenlik önlemleri, Çok katmanlı savunma teknolojisi

Cyber security and multi-layered security measures in smart transportation vehicles

Abstract: Smart transportation vehicles are increasing rapidly today with the rapid developments in technology. It will soon have an important place in the world due to the increasing demand and the convenience they provide. When it comes to technological developments in the field of smart and autonomous vehicles, it cannot be ignored that rapid acceleration has been gained. With the advent of semi-autonomous and autonomous cars that leverage advanced machine learning and artificial intelligence techniques, the potential risks and cybersecurity challenges are increasing. Moreover, the Vehicle-to-Vehicle (V2V) and Vehicle-to-Infrastructure (V2I) interfaces required for the deployment of intelligent transportation systems and autonomous vehicles further increase security risks as they greatly expand the potential attack surface and attack vectors. Although these vehicles, working with artificial intelligence and software, increase driver safety and comfort, they can also cause large-scale loss of life and property due to cyber attacks that may come from outside. Therefore, it becomes extremely important to analyze the threats and cybersecurity risks related to smart vehicles and to put forward security measures to address these risks by taking into account the characteristics of this highly complex, heterogeneous, and variable environment. In this study, cyber security attacks against smart vehicles and the consequences that may arise are examined. In addition, the security measures that can be taken are explained and analyzed. The Multi-Layer Defense System used in these systems was examined and evaluated in detail.

Keywords: Intelligent vehicles, Cyber-attack, Cybersecurity measures, Multi-Layer defense technology

* Corresponding author. İsa Avcı

E-mail address: isaavci@karabuk.edu.tr

ORCID: 0000-0001-7032-8018¹, 0000-0002-1195-2344², 0000-0002-3866-7041³, 0000-0001-6872-2630⁴, 0000-0003-1275-1242⁵

Received 08.12.2021; accepted 10.01.2022

Peer review under responsibility of Bandirma Onyedi Eylül University.

1. Giriş

İlk Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) çalışmaları 1960'ların sonu 1970'lerin başında Japonya'da CACS (Comprehensive Automobile Traffic Control Systems-Kapsamlı Otomobil Trafik Kontrol Sistemleri), ABD'de ve Almanya'da ERGS (Electronic Route Guidance System - Elektronik Rota Kılavuzluk Sistemi) ile başlamıştır. 1980'lerin ortasından itibaren haberleşme teknolojilerinde yaşanan gelişmeler AUS uygulamalarına ivme kazandırmıştır. Devlet ve sanayi ortaklığı ile büyük projeler başlatılmış, bu projelerle 90'lı yıllarda elektronik ücret toplama sistemleri, akıllı kavşak kontrol sistemleri, yolcu ve sürücü bilgilendirme sistemleri ve trafik kontrol merkezleri gibi uygulamalarla genişleyen AUS, ayrı bir disiplin olarak kabul görmeye başlamıştır. İlk olarak AUS kongresi 1994 yılında Paris'te düzenlenmiş ve her yıl düzenli olarak farklı ülkelerde yapılmaya devam etmiştir. Bu yapılan kongreler ile birlikte AUS organizasyonlarını kurulumuştur. Ulusal ölçekte kurulan organizasyonların yanısıra ERTICO, Akıllı Ulaşım Topluluğu (ITS) Amerika, ITS Asya Pasifik gibi bölgesel yapılanmalar da bulunmaktadır (AUS Eylem Planı, 2020).

Günümüzde akıllı ulaşım araçlarının sayısı hızla artmakta ve yaşamımızda önemli bir yer edinmeye başlamıştır. Akıllı ulaşım araçları konfor ve güvenlik alanında önemli ölçüde etkisini göstermektedir. Bu araçlar, Wi-Fi erişim noktaları ve Bluetooth cihazlarıyla güvenli ve keyifli bağlantılı sürüşü hâlihazırda bizlere sunuyor. Bu avantajları ile beraber kullanımı daha da artan akıllı ulaşım araçları kötü amaçlı saldırganlar tarafından birer hedef haline gelmektedir. Araçlarda artan özerklik ve bağlanabilirlik, işlevsellik ve rahatlık açısından birçok iyileştirmeyi beraberinde getirirken, beraberinde yeni bir siber tehdidi de getiriyor (Eiza ve Ni, 2017). Akıllı ulaşım araçlarını hedef alan saldırılar, aracın hareketsiz kalmasına, yol kazalarına, mali kayıplara, hassas ve / veya kişisel verilerin ifşasına yol açabilir ve hatta otoyoldaki kullanıcıların güvenliğini tehlikeye atabilir.

Akıllı araçların gelişimi ve üretimi ülkeler açısından stratejik bir konu haline gelmiştir. Özellikle son yıllarda ülkemizde üretilmesi planlanan akıllı araçların bir çok ülke tarafından gelişmeler takip edilmektedir. Bir ürün geliştirmek sadece onu üretmekle değil onun

lojistiği ve ihracatı aynı derece öneme sahip olmaktadır. Akıllı araçlar açısından üretim sonrası onların sahip oldukları akıllı teknolojilerin güvenliğide dikkate alınmalıdır. Teknoloji üretmek aynı zamanda ona ait olan güvenlik unsurlarının korunmasını sağlamakla mümkündür. Güvenlik kavramı donanımsal ve yazılımsal olarak ele alınarak bir bütün olarak çözümler üretilmelidir. Özellikle bu çalışmada veri iletişimde kullanmak güvenlik katmanlar ele alınmıştır ve güvenli bir iletişimi yöntemleri önerilmiştir. Ayrıca bu çalışmada siber güvenlik açısından yaşanabilecek saldırılar açıklanarak bu saldırılara karşı alınabilecek savunma metatları verilmiştir.

Bu çalışmada, akıllı ulaşım araçlarından kısaca bahsedilmiş, ikinci bölümde akıllı ulaşım ve akıllı ulaşım araçlarının yapısı anlatılmış ve yapılan siber saldırılar türlerinden örnekler verilmiştir. Yine ikinci bölümde siber saldırılara karşı tasarlanan çok katmanlı güvenlik modeli tanıtılmış ve son bölümde akıllı ulaşım araçlarında siber saldırıların sonuçları ve önerilere yer verilmiştir.

2. Literature Review

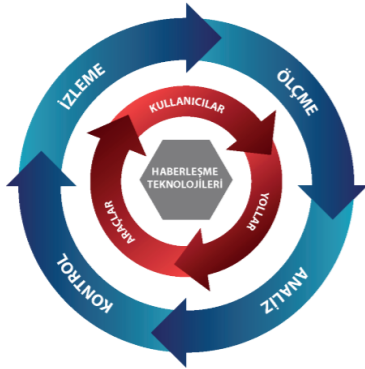
Son yıllarda akıllı ulaşım araçlarına yapılan siber saldırılar ve önlemleri konusunda hazırlanan çalışmalarda akıllı ulaşım araçlarının genel yapısı ele alınmış ve çeşitli saldırı önleme yöntemleri önerilmiştir. Eiza ve Ni 2017 yılında yayınlanan "Köpek Balıkları ile Sürüş" adlı makalelerinde karşılaşılan siber tehditler ve OTA (Over The Air), Bulut Tabanlı Çözüm, Tek Katmanlı Çözüm gibi saldırı önleme yöntemleri önermişlerdir (Eiza ve Ni, 2017).

Limbasiya ve Das, bir araç kullanıcısı ile bir RSU arasında yol kenarı ve diğer ilgili verileri yer değiştirmek için EC konseptini ve tek yönlü karma işlevini kullanan bir V2R veri iletim protokolü önermektedir (Limbasiya ve ark., 2019). Astarita ve ark. tarafından blockchain teknolojisinin hala erken bir aşamada olduğunu, ancak gıda takibi ve mevzuata uygunluğu, akıllı araçların güvenliği ve arz-talep eşleşmesi gibi birçok alanda yapılan çalışmalar son derece umut verici olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca, bu teknolojinin gıda israfını sınırlamak, egzoz gazı emisyonlarını azaltmak, doğru kentsel gelişmeyi desteklemek ve genel olarak yaşam kalitesini iyileştirmek için tetikleyici olabileceğini gösteren blok zinciri sürdürülebilirlik bağlantısı araştırılmıştır (Astarita ve ark., 2020). Gupta ve arkadaşları da

2020 yılında yayınladıkları çalışmada; doğrudan uçtan uca iletişim yerine ayrırt altyapıları kullanarak güvenli ve güvenilir bir V2V ve V2I iletişim yaklaşımı sunuyor (Gupta ve ark., 2020). Mollah ve arkadaşları tarafından hazırlanan başka bir makalede; heterojen bir Akıllı Ulaşım Sistemi ağı için blok zincir destekli bir güvenlik çerçevesi önerilmiştir (Mollah et al. 2021). Chen yapmış olduğu çalışmada iki kritik modüle odaklanmaktadır. Bunlardan birincisi sensör ve yerleştirme, ikincisi ise engellere çarpma veya araçtan inme gibi uçtan uca güvenlik etkilerine neden olabilecek yeni ve pratik sensör/fiziksel dünya saldırılarını nasıl tespit edilebileceğine odaklanmıştır (Chen, 2021).

3. Akıllı Ulaşım

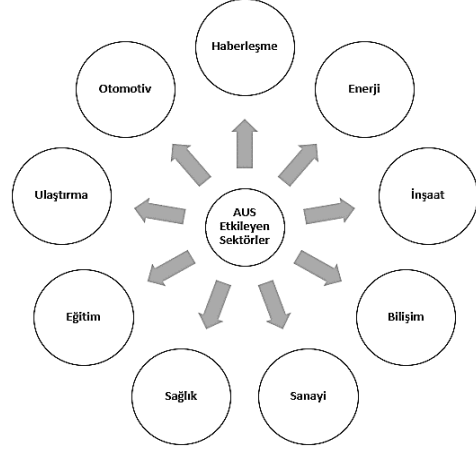
Akıllı ulaşım, Bilgi ve İletişim Teknolojileri destekli ve entegre ulaşım sistemleridir. Bir noktadan bir noktaya gitmeye çalışan insanların 360 derece tüm ihtiyaçlarını gideren daha kolay, daha verimli, daha konforlu ulaşımını sağlayan her türlü alt yapının bütününe akıllı ulaşım diyebiliriz. Seyahat sürelerinin azaltılması, trafik güvenliğinin artırılması, mevcut yol kapasitelerinin optimum kullanımı, mobilitenin artırılması, enerji verimliliği sağlanarak ülke ekonomisine katkısı ve çevreye verilen zararın azaltılması gibi amaçlar doğrultusunda geliştirilen, kullanıcı, araç, altyapı ve yolcu arasında çok yönlü veri alışverişi ile, izleme, ölçme, analiz ve kontrol içeren sistemler olarak tanımlanan Akıllı Ulaşım Araçları otomotiv sektöründen ulaştırma sektörüne, sağlıktan çevreye ve haberleşmeden bilişim, yazılım sektörüne dek pek çok sektörü ilgilendiren ve bu sektör ya da sektörler katkısı sağlayan yapısıyla disiplinler arası bir kavram olarak karşımıza çıkıyor (Tektaş ve Tektaş, 2019).



Şekil 1. Akıllı ulaşım sistemi tanımı (AUS Eylem Planı, 2020).

3.1. Akıllı Ulaşımın Etkilenen Sektörler

Akıllı ulaşım sistemleri gelişirken etkilenen sektörlerde birlikte etkilenmektedir. Bu sektörlerin gelişimi ulaşımına bağlı olarak ekonomik büyümeye, insan kaynağına, üretime ve teknolojik olarak gelişmektedir.



Şekil 2. Akıllı ulaşım sisteminden etkilenen sektörler (AUS Eylem Planı, 2020).

3.2. Akıllı Ulaşım Araçlarını Tanımı ve Çeşitleri

İnternet ile bir şekilde iletişim kuran ve veri alışverişi yapan, yapay zeka ile görüntü tanımlama yapan, diğer araç veya nesnelere iletişim kuran bağlantılı araçlara akıllı ulaşım aracı diyebiliriz.

Akıllı Ulaşım Araçlarını; Araçtan Araca Bağlantı (V2V), Araçtan Altyapıya (V2I), Araçtan Her Şeye (V2X), Araçtan Ağa (V2N), Araçtan Şebekeye (V2G) ve Platooning (Konvoylama) sınıflarına ayrılmaktadır.

3.2.1. Araçtan Araca Bağlantı (V2V)

Araçtan araca iletişim teknolojisi genellikle V2V olarak tanımlanır. Araç verilerinin bir araçtan diğerine değiş tokuşunu sağlayan akıllı bir teknolojidir. V2V teknolojisi için iletişim, özel kısa menzilli iletişimle (DSRC) dayanmaktadır. Bu tam olarak yeni bir teknoloji değil, onlarca yıl önce de bulunmaktadır. Ancak V2V sistemleri yaygın olarak kullanıldığında, araç güvenliği uygulamaları üzerinde en büyük etkiye sahip olacaktır. Örneğin çarpışmadan kaçınma uygulamalarını iletirmek gibi çalışmalardır. V2V iletişimi, motorlu araçların Wi-Fi'ye benzer bir kablosuz iletişim protokolü kullanarak çevresindeki diğer V2V özellikli araçların hızı ve konumu hakkındaki bilgilere

erişmesini sağlar. Bu veriler daha sonra sürücülerini olası tehlikelere karşı uyararak için kullanılır.

Kazaların ve trafik sıkışıklığının azaltılmasına yardımcı olmaktadır. V2V, tehlikeli trafik ve yol koşullarını, arazi sorunlarını ve hava muhalefetlerini 300 metrelik bir mesafede algılayabilir. V2V, sürüşü yoldaki herkes için daha öngörülebilir ve güvenli bir aktivite haline getirme imkanı sunmaktadır.

3.2.2. Araçtan Altyapıya Bağlantı (V2I)

V2I veya araç-altyapı teknolojisi, trafik sıkışıklığı, hava durumu uyarıları, köprü açıklık seviyeleri, trafik ışıklarının durumu gibi verileri yakalar ve ardından sürücülerin güvenli ve hızlı sürüş gerçekleştirmeleri için koşullar hakkında bilgilendirmeyi kablosuz olarak iletir. V2I tarafından desteklenen akıllı trafik sinyalleri, sürücülerin trafik koşullarını daha iyi anlamalarına yardımcı olarak, sürücüler ve toplu ulaşım aracı kullanan insanlar arasındaki iletişimi iyileştirebilecek doğru varış sürelerini de tahmin etmeye yardımcı olur.

3.2.3. Araçtan Her Şeye Bağlantı(V2X)

Araçtan her şeye olarak da bilinen V2X, hem V2V hem de V2I teknolojisini kapsar. V2X teknolojisi, diğer arabalar ve altyapı dahil olmak üzere trafik sistemiyle “iletişim kurma” gücü vererek yoldaki her otomobili daha akıllı ve daha güvenli hale getirir. V2X, sürücülerini tehlikeli hava koşulları, yakınlardaki kazalar ve trafik sıkışıklığı ve yakın mesafede meydana gelen diğer tehlikeli davranışlar hakkında bilgilendirebilir. V2X, kullanıcı olarak bizim için mevcut olan birçok bilgiyi doğrudan arabaya veya araca sağlar ve sürücünün yanıt vermesi için gereken tepki süresini azaltır.

V2X ayrıca geçiş ücretleri ve park etme ödemelerini otomatikleştirerek sürüş sürecini kolaylaştırır. V2X iletişimi, otonom sürüşün geleceği olarak görülmekte, ancak V2X pazarının hala uzun bir yolu bulunuyor. V2I ve V2V teknolojisine benzer şekilde, her kamyon, otobüs, araba, motosiklet ve hatta bisikletin bu bağlantılı araç teknolojisiyle beraber bir standart olarak gelmesi halinde V2X bu alanda en etkili teknoloji olacaktır.

3.2.4. Araçtan Ağa Bağlantı (V2N)

Araçtan Ağa (V2N) - LTE gibi kablosuz ağlar üzerinden araçtan araca iletişimi sağlamaktadır. V2N araçlar ile V2X yönetim sistemi ve ayrıca

V2X AS (Uygulama Sunucusu) arasında hem yayın hem de tek noktaya yayın iletişiminin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Bu, LTE ağ altyapısından ve E-UTRA'dan yararlanılarak elde edilir. Araçlar, yolun ilerisindeki kazalarla ilgili yayınlanmış uyarıları veya planlanan rotadaki tıkanıklık veya kuyruk uyarılarını alabilmektedir.

3.2.5. Araçtan Şebekeye Bağlantı(V2G)

V2G teknolojisi hala geliştirilmektedir, elektrikli otomobillerde ve kamyonlarda akülerin (pillerin), güç için gerçek zamanlı taleplere dayalı elektrik şebekelerinde, bir güç kaynağı olarak kullanılması fikrine odaklanmaktadır.

3.2.6. Platooning (Konvoylama)

Bir konvoy, birlikte güvenli bir şekilde seyahat eden bir grup araçtır. Her araç en az iki şerit içi araçla iletişim kurabilir ve takımındaki araçlardan biri lider olarak hareket eder ve takımın hızını ve yönünü kontrol eder. Konvoy fikri, katılan araçların uyumlu olduğu alt sistemler aracılığıyla bir kooperatif sistemi oluşturmaktır. Bağlı araçların takım oluşturması, trafik akış verimliliğini artırabilir ve diğerlerinin yanı sıra daha güvenli sürüşe, gelişmiş otoyol kullanımına ve verimli yakıt tüketimine katkıda bulunabilir (Zeadally, Guerrero, and Contreras 2020).

3.3. Akıllı Ulaşım Araçlarının Yapısı

Akıllı ulaşım araçları, iletişimin sürekli kontrol altında olması ve iletişimin bağlı olması gereken akıllı araçlardır. Bu sebeple, birden fazla yöntemle bağlantı noktası oluşturabilirler. Akıllı ulaşım araçları, içerik akışından konum tabanlı yardıma ve akıllı acil durum desteğinden elektronik kontrol birimlerinin (ECU'lar) uzaktan yazılım güncellemelerine kadar uzanan bağlantılı hizmetlerini kullanırlar. Her ne kadar sadece kullanıcısı ile etkileşim halinde olduğu düşünülse de trafikte olan diğer bütün akıllı ulaşım araçları ile de iletişim halindedirler.

Akıllı ulaşım araçlarına ait istatistiklerde yer alan bir bilgide, küçük işletmelerin %55'inin önümüzdeki yirmi yıl içinde tamamen otonom bir filoya sahip olacağına inanıyor (Alex, 2021). Bu açıdan gelecekte saldırıya açık daha fazla akıllı aracın olacağı anlamına da geliyor. Ticari açıdan bakıldığında, bir filoya yapılan saldırının maddi olarak kayıplarının fazla olması kaçınılmazdır.

Bir akıllı aracın kullandığı servisler ve genel IoT (Internet of Things) yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir. Akıllı araçların sayıları arttıkça, ağda olan otomobiller, siber saldırganların genişleyen isabet listesine potansiyel hedef olarak eklenebilir (Okul, 2018).

Akıllı araçlar nesnelerin internet açısından güvenliği değerlendirildiğinde ele geçirecek verinin önemi önemli hale gelmektedir. Güvenlik açısından sistemsel olarak bulutta bulundurulmuş veya yerli olmayan bağlantı yazılımları kullanılmaktan kaçınılmalıdır. Verilerin kişisel ve özel veriler olması gizlilik ve ifşası açısından dikkat edilmesi bir konudur. Bu verilerin çalınması maddi ve itibar açısından çok boyutlu sorunlar ortaya çıkaracaktır.



Şekil 3. Akıllı araç genel IoT yapısı

3.4. Akıllı Araçlarda Siber Saldırı Türleri

Bir saldırgan, kablosuz arabirimlerdeki zayıflığından yararlanarak çarpışma veya kontrol kaybına neden olarak bir otomobilin ECU'larına saldırabilir. Gizlilik istilasına neden olan Telematik Kontrol Birimindeki (TCU) güvenlik açıklarını sömürerek bir arabanın özel görüşmelerini engelliyor olabilir. Çoğunlukla sürücülerini yönlendirmek ve yönetmek için kullanılan ve gizlilik ihlallerine neden olan GPS navigasyon sisteminden istifade ederek bir arabayı izleyebilir. Bir saldırgan, düşman başka bir ülke tarafından da büyük çaplı çarpışmalara ve kritik yaralanmalara neden olan tam uzaktan kumandayla zayıf otomobillerden ödün vermek suretiyle ulusal ulaşım yollarına ve

banliyölerine karşı bir siber savaş başlatabilir (Eisenbarth ve ark., 2009).

Bir arabaya başarılı bir şekilde saldırmak için bir saldırganın dahili ağa fiziksel olarak, OBD-II bağlantı noktası, medya oynatıcısı veya USB bağlantı noktaları yoluyla veya kablosuz olarak Bluetooth veya hücreli arabirimler aracılığıyla erişmesi gerekir. Bir saldırganın aracın dahili ağa girmesi saldırı için gerekli imkân verecektir. Araçları etkileyen saldırıların sınıflandırılması örnekler ile aşağıda açıklanmaktadır.

3.4.1. DoS Saldırısı

Aracın V2V (Vehicle To Vehicle) bağlantısı aracılığıyla diğer araçlara iletişim halinde bulunması saldırganın bu araca çok sayıda veri ve istek göndererek aracın cevap verebilirliğini engelleyerek, diğer araçlar ile olan iletişimin aksamamasına sebep olacak kesintiyi sağlamasıdır (Abdollahi ve ark., 2018). Ayrıca aracın gerekli hız limitlerine uyamamasından kaynaklı can ve mal kayıplarına sebep olabilmektedir. Flooding saldırıları ise, bant genişliği, CPU, güç ve diğer benzer araçlar gibi ağ kaynaklarını tüketmek için trafik oluşturur. Flooding saldırıları iki gruba ayrılabilir; veri taşması ve yönlendirme kontrol paketlerinin taşması (Sakiz ve Sen, 2017).

3.4.2. Yalancı Veri Enjeksiyonu (FDI)

Bir FDI saldırısında, saldırgan, kapalı döngü kontrol sistemini tehlikeye atmak için normal sensör çıktılarını değiştirmek için kötü niyetli ölçümler enjekte eder. Otonom sürüş uygulamalarında, konum ölçümü, FDI enjekte edilmiş veriler tarafından başka bir şeride yönlendirilebilir (Wang ve ark., 2021). Bu saldırının bir örneği hız göstergesinde hatalı bir hız göstermek olabilir. Bir saldırgan ilk önce akıllı araca gönderilen gerçek hız güncelleme paketini kesip sonra sahte hız sahip olan değiştirilmiş bir paket gönderebilir. Buna ek olarak, bir saldırgan hava yastığı sisteminin gerçek durumunu, hava yastığı arızalı veya çıkarılmış olsa bile sorunsuz görünmesi için veriyi değiştirebilir.

3.4.3. Gizlilik İstilas

Saldırgan, TCU'daki hücreli ara yüze erişilerek araç içerisi dinlenebilir veya gönderilen ve alınan verileri kopyalayabilir. Saldırgan, seçilen kurban düğümlerinden gelen ve bu düğümlere giden trafiği ele geçirmek için

yönlendirme bilgilerini değiştirir. Bu, trafik analizi yapmak için kullanılabilir ve paketlerin seçici filtrelenmesiyle birleştirilebilir ve bu da, seçilen yönlendiricilerin "kaybolmasını" sağlamak için kullanılabilir (Jakobsson ve ark., 2003).

3.4.4. Bluetooth Üzerinden Zararlı Yazılım Enjeksiyonu

Saldırgan, aracın Bluetooth ağına zararlı truva atı göndererek aracın sistemini ele geçirebilir. Ele geçirilen araçta ABS sistemi gibi güvenlik açısından kritik ECU'lar ile iletişim kurabilir. Araştırmacılar, Bluetooth kontrol kodunun, eşleştirilmiş herhangi bir Bluetooth cihazından kodun yürütülmesine izin veren potansiyel bir bellek istismarı içerdiğini belirlediler (Parkinson ve ark., 2017).

3.4.5. CAN Bus Protokolüne Erişme ve Bu Protokolden Yararlanma

Bir otomobildeki CAN (Controller Area Network) veri yolu, aracın sensörleri ile çeşitli elektronik kontrol üniteleri (ECU'lar) arasındaki iletişimi sağlayan ağdır. Modern araçlar, motoru, hava yastıklarını, kilitlenme önleyici fren sistemini, arka lambaları, eğlence sistemini ve daha fazlasını kontrol eden 70 veya daha fazla ECU'ya sahip olabilir (Payne, 2019). CAN'ın kendisi, çok uluslu elektronik ve mühendislik şirketi Bosch tarafından 1991'de CAN spesifikasyonu 2.0 olarak standartlaştırılan mesaj tabanlı bir protokoldür. Araçlar, dahili veri yolu üzerinde güvensiz bir şekilde iletişim kuran bir bilgisayar ağına benzer. Bu, bilgisayar korsanlarının CAN veri yolu üzerinde çok sayıda denetleyici alan ağı paketini (hem normal paketler hem de tanılama paketleri) dahili bileşenlere göndererek bir aracı ele geçirebileceği anlamına gelir. Kötü niyetli paketler olağan paketlerden önce ECU'lara ulaşırsa, bu bileşenler onları geçerli kabul eder. Saldırgan kabul edilen bu paketlerle araç ağına sızmış olur.

3.4.6. Tersine Mühendislik Saldırısı

Bir tersine Mühendislik saldırısında, saldırganlar yeniden yürütme ve aktarma saldırıları gibi gelecekteki saldırıları gerçekleştirmek için güvenlik açıklarını bulmak için araç sistemlerini bozabilir ve araç donanım yazılımını çıkarma ve değiştirme yoluyla tersine mühendislik yapabilir (El-Rewini ve ark., 2020).

3.4.7. Jamming (Karıştırma) Saldırısı

Bu saldırı türü, lazerle aynı frekans bandını kullanan araçtaki tarayıcı ünitesine doğrudan ışık yayar. Bir aracın LiDAR sensörünü sıkıştırmak için bir Raspberry Pi ve düşük güçlü bir lazere sahip düşük maliyetli, kullanıma hazır bir sistem kullanabilir saldırgan. En sık kullanılan sensörlerin (hız, sıcaklık, vites konum bilgileri, hız sabitleyici ayarı ve pil durumu) Elektronik Kontrol Ünitesi (ECU) ile iletişim kurmasını ve ayrıca EV (Electric Vehicle) araçlarında da bu bilgileri sunucuya göndermesini önlemek için karıştırma saldırısı başlatılabilir (Fraiji ve ark., 2018). Saldırı ile sürücü araç koşullarını tahmin edemeyecek ve araç sürücünün kontrolünden çıkacaktır.

3.4.8. Sybil Saldırısı

Sybil saldırısı, araç ağlarındaki en tehlikeli saldırılardan biri olarak sınıflandırılıyor. Saldırı, ağı normal işleyişini bozmak için aracın/kullanıcının kimliğinin tahrif edilmesini içerir (Nanda ve ark., 2019). Saldırı, ya yanlış bilgi sağlamak için birden fazla kimliği kullanır ve bilginin birden fazla cihazdan geliyormuş gibi görünmesini sağlayarak ya da başkasının kimliğini taklit ederek ve yanlış bilgi vererek iki şekilde gerçekleştirilebilir. Saldırı, ağı sürekli değişen topolojisinden ve hareketliliğinden yararlanır ve aracın konumu hakkında yanlış bilgi sağlayabilir; bunu kullanarak, bu konumlardaki olaylar hakkında da yanlış bilgi verebilir.

3.4.9. Tekrar Saldırısı

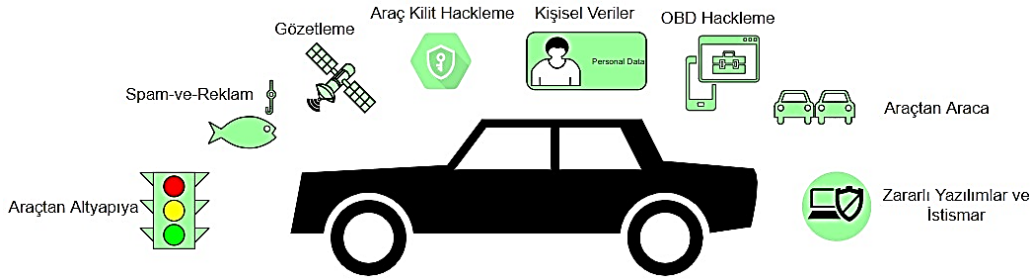
Saldırgan, önceki bir mesajı yeniden yayımlayabilir ve tekrar saldırısında bir olay ortaya çıkarabilir. Bu tepki, saldırganın bilgi sistemini savunmasız bir duruma (örneğin, bir sistem sıfırlaması) zorlamasına veya daha fazla saldırıya izin vermek için bilgi toplamasına (şifreli paketler gibi) izin verebilir. Tekrarlar en başta bütünlükten taviz verir, ancak kimlik doğrulama, erişim kontrolü ve inkar edilemezliği de tehlikeye atabilirler (Yağdereli, Gemci ve Aktaş, 2015). Seçilen tekrar saldırıları ayrıca kullanılabilirliği ve gizliliği de etkileyebilir.

3.4.10. Anahtarlıkla ve Anahtarsız Aracı Ele Geçirme

Araca girmek için, anahtarlıkla veya anahtarsız giriş olmak üzere iki yol vardır. Saldırgan, sürücü aracını kilitlemeye çalıştığında

anahtarlığın sinyallerini engelleyebilir. Bu cihazlar çalılıklara gizlendikten ve uzun süreler boyunca etkin kaldıktan sonra, anahtarlığın sinyalleri otoparkların veya caddelerin tüm alanlarında engellenecektir. Saldırgan, anahtarsız girişe sahip bir aracın sinyalini engelleyemez. Fakat bu değişmeyen sinyal, bir araca erişmek için yakalanabilir ve çoğaltılabilir. Araçların çalıştırılmasına ve çalınmasına izin vermek için alarm ve immobilizer devre dışı bırakılabilir (Sun ve ark., 2021).

3.4.11. Fiziksel Müdahale



Şekil 4. Akıllı araç saldırı türleri (Processors tackle cybersecurity in connected cars - Electronic Products n.d.)

3.5. Akıllı Araçlarda Siber Saldırlara Karşı Alınacak Önlemler

Araçların güvenli ve başarılı bir şekilde sürüşe devam edebilmesi için dinamik ve tehditlere duyarlı olması gerekir. Güvenliğe yönelik tehditler mümkün olduğu kadar savunulabilir olmalıdır; başka bir deyişle, tehditlere karşı erken önlem alan bir yaklaşım, karşılanması gereken temel bir gereklilik olmalıdır. Bununla birlikte, ağa yönelik tüm olası tehditleri tahmin etmek imkansız olduğundan, cevap veren yaklaşımlar etkili olmalı ve hızlı ve verimli bir şekilde devreye alınmalıdır. Kullanıcıların bir saldırı sonucunda olabildiğince az kesinti yaşamaları önemlidir (Dibaei ve ark., 2019).

İşbirlikçi teknoloji V2X, konum, hız ve yön gibi bilgileri ortaya çıkaran işaretlerin yayınlanmasına olanak sağladığından, doğası gereği kısa vadeli konum takibine olanak tanır. Yolcuların uzun vadeli mahremiyetini korumak için, bir takma ad yönetim sistemi uygulamak, saldırıyı hafifletme tekniğidir. Bu nedenle araç, yeterli düzeyde güvenlik ve mahremiyet sağlayan gizlilik politikalarına göre takma adları değiştirecektir. Otonom sürüş görevi üzerinde doğrudan bir sonuç olmadığı için bu, otomasyon sistemini kendi başına etkilemez. Bu nedenle, bu tehdit ortalama bir saldırı olarak

Başka bir saldırı türü, üretim düzeyinde kötü niyetli içeriden veya gözetimsiz bir araçta dışarıdan biri tarafından (örneğin, belirli araç sensörlerini başka sensör ile değiştirerek veya bozarak) araç donanımı veya yazılımı ile oynamadır (Amoozadeh ve ark., 2015).

İletişim kanalı güvenli olsa ve CAV'da son teknoloji güvenlik mimarisi kullanılmış olsa bile, yerleşik donanım/yazılım kurulanmış veya hatalıysa, sisteme giriş bilgileri doğru olmayacaktır.

kabul edilir, ancak yine de kullanıcının dikkatini çekmek için ele alınmalıdır (Petit ve Shladover, 2015).

Araç içi ağ saldırılarını savunmak için bu saldırıların türlerine göre farklı stratejiler vardır; Uzaktan sensör saldırılarını savunmak için, kimlik doğrulama, tutarlılık kontrolü, sensör birleştirme ve Mekân-zamansal sorgulama-tepki dahil olmak üzere birkaç etkili çözüm vardır. Ultrasonik sensörlerin güvenliğini artırmak için, Xu, fiziksel düzeyde sinyalleri doğrulamak için kullanılan tek sensör tabanlı fiziksel kaydırma doğrulaması ve sistem düzeyinde sinyalleri doğrulamak için birden çok sensörün kullanıldığı çoklu sensör tutarlılık kontrolleri olmak üzere iki savunma stratejisi önerdi (Xu ve ark., 2018). GPS yanıltma saldırılarını savunmak için, önyargı tahmini menzil kontrolü, hızlar tutarlılık kontrolü, istatistiksel test, en az mutlak küçülme ve seçim operatörü ve küresel navigasyon uydu sistemi büyütme dahil olmak üzere çeşitli stratejiler vardır. Konum izleme saldırılarını savunmak için k-anonymity, mix-zone, yazılım tanımlı ağlar, lokasyon perturbation ve perturbation-hidden yöntemleri bulunuyor. En yakın güvenlik açıklarını savunmak için, şifreleme ve kriptografik sağlama toplamı dahil olmak üzere

çeşitli stratejiler vardır. Bluetooth için; kriptografik tekniklerle birkaç güvenli Bluetooth protokolü geliştirilmiştir. Ancak, çoğu ticari ürün, kullanılabilirlik üzerinde olumsuz etkileri olan bu güvenli protokolleri benimsememektedir. Bu güvenlik protokolleri, güven oluşturmak için kriptografik algoritmayı kullanır. Bluesniff gibi bazı açık kaynaklı araçları kullanarak saldırı savunulmaktadır. Ne yazık ki, kötü niyetli düğümlerin bellek istismarı ile yürütülmesini önlemek için önlem almamakta. Lastik Basıncı İzleme Sistemi için; TPMS'nin güvenilirliğini ve güvenliğini artırabilecek birkaç yöntem vardır. İlk olarak, TPMS üzerinde çalışan yazılım, temel güvenilir tasarım ilkelerine uymalıdır. İkinci olarak, TPMS paketleri basit bir kriptografik algoritma ile şifrelenmelidir. Ayrıca paketin güncelliğini sağlamak için pakete fazladan bir sıra numarası alanı eklenmelidir. Ayrıca, mesaj sahteciliğini önlemek için, Döngüsel Artıklık Kontrolü sağlama toplamından önce ekstra bir şifreleme sağlama toplamı eklenmelidir.

Anahtar ve Anahtarsız ele geçirmeler için; anahtarlık etkinleştirildiğinde, sürücünün aracın sinyali aldığını gösteren ışıkların yanıp söndüğünden emin olması gerekir. Ardından sürücü, bir kapı kolunu kaldırarak aracın kilitli olup olmadığını kontrol eder. Premium Audi RS4 araçlarında, saldırgan araçlara fiziksel erişim sağlarsa sisteme yeni bir anahtar eklenebilmektedir. Ağ Bölümlenmesi, CAN veri yolu için güvenlik sağlamanın kolay bir yoludur. Daha sonra kritik ve kritik olmayan ECU'lar ayrılır. Düşman kritik ECU'lara kolayca erişemez. Ağlar arasındaki bağlantı, bir ağ geçidi ECU'suna dayanır. Ancak, ağ geçidi ECU'su manipüle edilebilir. Ağ geçidi ECU'su ilgili kimlikleri alt ağa iletmek üzere programlanmışsa, alt ağa ait bir düğümün kimliğine sahip kötü niyetli bir CAN çerçevesi geçirilerek kandırılabilir. Dezavantaj ise, ağ bölümlenmesinde bakım zorluğu artmasıdır.

DoS saldırılarının tespit edilebilmesine rağmen düzeltilmesi zordur. Erken tespit, saldırıları önlemeye veya sürücüyü bazı etkili önlemler alması için uyarmaya yardımcı olacaktır. DoS saldırılarına karşı koymak için, kayan mod ve uyarlanabilir tahmin, bant genişliği ve entropi ve kayan pencerelerin benzerliği dahil olmak üzere bazı stratejiler vardır. Ohira ve arkadaşları, DoS saldırılarını önlemek için kullanılabilir bir paket algılama algoritması önerdiler. Sürgülü pencerelerin benzerliğine

dayalı olarak, her bir DoS saldırısını tespit etmek için geliştirilmiş bir DoS saldırı tespit stratejisi tasarlanmıştır (Ohira ve ark., 2020).

Khateeb, Bayes tahmin teknikleri aracılığıyla davranış analizi kavramlarını kullanarak siber tehdit önleme için proaktif anomali tespiti için bir yaklaşım sunmuş, bu çalışma esnekliğin önemli ölçüde arttığını ve yeni kötü niyetli amaçları tahmin etmek için denetimli makine öğreniminin gerektirdiği zaman maliyetini azalttığını göstermiştir (Al-Khateeb ve ark., 2018).

Altyapı saldırılarını savunmak için ise; siber güvenlik mimarisi, güvenli toplama, yazılım tanımlı güvenlik ve kimlik doğrulama dahil olmak üzere birkaç strateji vardır. Bulut tabanlı yöntem, CAV (Connected and Autonomous Vehicles)'lerin altyapısındaki siber saldırıları tespit etmek ve azaltmak için kullanılır. İslam, araçtan altyapıya uygulamalara yönelik siber saldırıları tespit edip önleyebilen yeni bir araçtan altyapıya siber güvenlik mimarisi tasarladı (Islam ve ark., 2018). CAV'lerin altyapısı için yeterli düzeyde koruma sağlamak için, güvenlik mekanizmalarını donanım katmanından bir yazılım katmanına soyutlayarak yazılım tanımlı güvenlik kullanılabilir.

Kritik birimler de dahil olmak üzere ağın geri kalanına erişmek için bir bileşendeki güvenlik açıklarından yararlanan tehdit aktörlerinden kaçınmak için ağ bölümlendirilmesi uygulanabilir. CAN veri yolu aracılığıyla bağlanan herhangi bir bileşen için kimlik doğrulama veya yetkilendirme uygulanmalıdır.

CAN veri yolundaki trafiğin şifrenmesi büyük önem arz etmektedir. Güvenlik çalışmaları ayrıca siber saldırıları önlemek için anormallik algılama mekanizmalarının uygulanmasını önermektedir. Bir anormallik algılama mekanizması, araçtaki herhangi bir bileşen için "normal" davranış kalıplarından yararlanabilir. Bu taban çizgisinden herhangi bir sapma analiz edilmeli ve karşı önlemler potansiyel olarak etkinleştirilebilir.

Antivirüs yazılımı, kötü amaçlı yazılımları tespit etmek, engellemek ve sistemden kaldırmak için dosyaları tarayan bir güvenlik çözümüdür. Kötü amaçlı yazılımdan koruma, bilinen ve bilinmeyen kötü amaçlı yazılımları algılamak için buluşsal yöntemler, genel ve özel imzalar kullanır (Huq ve ark., 2020).

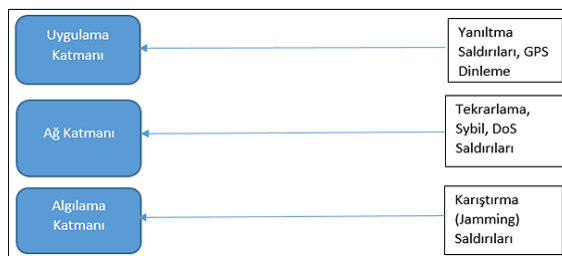
Kaspersky firmasının sadece bağlı akıllı araçlar için ürettiği güvenlik çözümleri; güvenli yazılımın yürütülmesini sağlar ve siber saldırı ile kötü amaçlı yazılımın yanı sıra rastgele yazılım hatalarına karşı koruma sağlamakta ayrıca araçlara ilişkin siber güvenlikle ilgili eksiklikleri ortaya çıkarmaya, analiz etmeye ve gidermeye yardımcı olmaktadır. Ancak antivirüs benzeri yazılımlar genel olarak güvenlik açısından hiçbir zaman yüzde yüz güvenlik sağlamazlar.

3.6. Çok Katmanlı Savunma Sistemi

Bağlantılı araç ve bilgisayar korsanlarının varlığı artık hayatın bir parçası bu nedenle güvenlik, akıllı araç tasarımının ayrılmaz bir parçası olmaktadır. Araç güvenliği büyük bir konu ve bunu yönetilebilir parçalara (zaman ve elektrik ekseninde) ayırabiliriz (Birnie ve Van Roermund, 2016). Çok katmanlı yapıya sahip olan savunma sistemi, farklı katmanlarda güvenlik sağlayarak asla aracın sürüş kontrolünün elde edilememesini ve sürekli kimliklendirme ve farklı katmansal korumalarla tam güvenliği hedefliyor. Günümüzde bu sistemin en önemli görevi, her koruma katmanının etkin olup olmadığını iki kez kontrol etmek olacaktır (Denman, 2012).

3.6.1. Çok Katmanlı Savunma Sisteminin Yapısı

Akıllı Ulaşım Araç ağları, temel olarak, veri toplamak için çeşitli sensörlerle birlikte araçlar arası iletişim sistemlerinden oluşur. Herhangi bir ağda olduğu gibi, araç ağları da katmanlı bir mimariye sahiptir; ancak geleneksel ağ katmanlı yapıdan farklıdır. Birlikte çalışabilirlik, ölçeklenebilirlik, güvenilirlik ve modülerlik gibi özellikleri ele almak için açık ve esnek katmanlı bir yapıya ihtiyaç vardır. Çok Katmanlı Savunma Sistemi, üç katmandan oluşmaktadır; Algılama Katmanı, Ağ Katmanı ve Uygulama Katmanı.



Şekil 5. Çok katmanlı savunma sisteminde katmanlara göre saldırılar

3.6.1.1. Algılama Katmanı

Algılama katmanı, üç katmanlı mimaride en alttaki katmandır. Bu sistemde, fiziksel ve veri bağlantı katmanları birlikte algılama katmanını oluşturur. Bu katman, mevcut sensörler aracılığıyla çevre hakkında bilgi toplamaktan sorumludur. Toplanan veriler sürüş düzenleri, çevre koşulları, araç durumları ve çok daha fazlasıyla ilgili olabilir. Bu katman, RFID etiketleri, kablosuz sensör ağları (WSN'ler) ve NFC gibi çok sayıda algılama teknolojisinden oluşur. Bu katmanda gerçekleştirilen ana görevler:

- Nesnelere hakkında veri toplayarak çevredeki fiziksel nesnelere akıllı aracın bir parçası olarak benzersiz şekilde tanımlama.
- Algılanan verilerin dijital sinyallere dönüştürülmesi.
- Çevredeki nesnelere toplanan verilerin ağ iletimi ve işlenmesi için üst katmanlara gönderilmesidir.

3.6.1.2. Ağ Katmanı

Alt katmandan alınan veriler işlenir ve uygulama katmanına iletilir. Bol miktarda veri, LAN, kablosuz/kablolu ağlar ve Wi-Fi, Bluetooth veya Zigbee gibi bir iletim ortamı gibi ağ teknolojileri kullanılarak işlenir. Bu katman, bağlantıyı sağlamaktan sorumlu olduğu için uygun bir şekilde iletişim katmanı olarak adlandırılır. Bu katman, araçtan diğer araçlara (V2V), altyapıya (V2I), yayaya (V2P) ve diğer sensörlere (V2S) kadar tüm iletişimi yönetir. Bu katman tarafından kullanılan iletişim ortamı, kesintisiz bağlantı sağlamak için Wi-Fi, Bluetooth, GSM, LTE vb. içerebilir. Bu katmanın görevleri:

- Algılama katmanı bilgileri ağ desteği tarafından işlenir.
- İşlenen sensör verileri alınır/üst katmana iletilir.
- Güvenli veri iletimi, fiziksel nesnelere IPV6 adreslemesi atar.

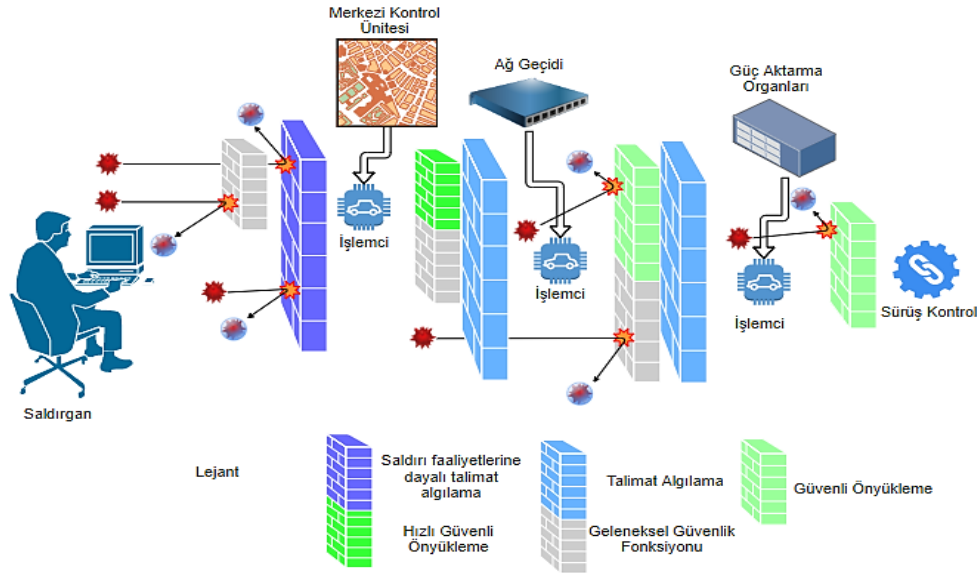
3.6.1.3 Uygulama Katmanı

Uygulama katmanı, veriler için hem depolama hem de işlemlere kaynak sağlayan güç merkezidir. Ana sorumluluklar veri yönetimi, depolama, işleme ve hatta karar vermeyi içerir. Katman ayrıca büyük veri analizi, WSN'ler, bulut bilişim vb. için destek sağlar. Bu katman ayrıca uygulama katmanı ve iş katmanına

bölünebilir. Bu katman, tüm akıllı ulaşım araç platformu için bir ön uç görevi görür. Bu katmanın ana işlevi, farklı uygulamaların yönetimini kolaylaştırmaktır. Taşıt uygulaması dağıtım platformları, ulaşım, sağlık ve bankacılık gibi çeşitli uygulamalar arasında ayırım yapmak için kullanılır. Ayrıca, iş alt katmanı, son verileri yönetir ve veri güvenliği ile ilgilenmektedir.

3.7. Çok Katmanlı Güvenlik Sisteminin İncelenmesi

Çok katmanlı savunma sistemi, otomotiv ana ünitesini ve bu ünitenin araç üzerinde tam kontrole sahip olup olmadığını izleyerek siber saldırıları tespit ediyor. Öncelikle, otomotiv ana



Şekil 6. Çok katmanlı savunma sistemi görseli

Çok katmanlı savunma teknolojisi, halihazırda mevcut olan güvenlik işlevlerini güçlendirerek bağlantılı araçlar için güvenlik önlemlerini artırmayı amaçlıyor. Daha önce geliştirilen endüstriyel teknolojilerden uyarlanan sistemin dikkat çeken özellikleri ise aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Aracın kontrolünü ve konsolunu ele geçirme odaklı siber saldırıları tespit ediyor ve bunu sisteme mümkün olduğunca az yük bindirerek yapmayı amaçlar.
- Standart bir başlama (boot) sürecine sadece %10'dan az bir süre ekleyerek sistem çalışmaya başlıyor. Sistem açılışına etkisinin kısa olması teknolojiyi kullanılabilir yapan detaylardan belki de en önemlisi.

ünitesi, aracın internete olan ana bağlantısıdır. Buna dikkat etmek, aracı siber saldırılardan korumanın anahtarıdır. Ayrıca, arka planda sürekli çalışan bilgisayar güvenlik programlarının aksine, bu teknoloji yalnızca kötü niyetli siber saldırı mevcut olduğunda aktif hale gelerek sistem işlem yükünü azaltır. Ayrıca, Fast Secure Boot teknolojisi sayesinde sistem yüzde 90 daha hızlı açılıyor ve otomobilin otomotiv ana ünitesine gömülü yazılımının bütünlüğünü doğrulamak için daha hızlı ve daha güvenli önyüklemelere izin veriyor.

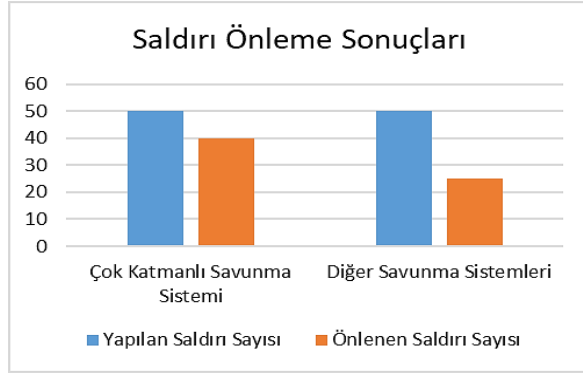
- Aracın internet ve diğer bağlantılarını da kontrol ederek olası bir atağı başlamadan engellemeyi amaçlar.
- Çok katmanlı savunma teknolojisi, aracın internet ile ana bağlantısı olan otomotiv ana ünitesinin güvenlik işlevlerini güçlendirerek aracın güvenliğinin artırılmasını sağlar. Geliştirilen teknoloji, sınırlı makine kaynaklarına ihtiyaç duyan elektrik gücü, doğalgaz, su, kimyasallar ve petrol sistemleri gibi kritik altyapılar için geliştirilmiş çok katmanlı savunma teknolojilerinden ilham alınarak uyarlanmıştır.

Bu sistemde her katmanda gerçekleştirilen saldırı tespit edildiği anda katman olarak veya sistem kendini yeniden başlatma sürecine girer.

Çok katmanlı savunma teknolojisinde katmanın yeniden başlaması bütün sistemin başlatılması engellenerek daha hızlı bir başlatma gerçekleştirilir.

4. Bulgular ve Değerlendirme

Çok Katmanlı Savunma Teknolojisi, güvenli önyükleme özelliği, önyükleme işlemi sırasında yazılımın bütünlüğünün doğrulanmasını sağlamaktadır. Geleneksel bir güvenli önyükleme, işlem için nispeten zaman dezavantajına sahiptir, çünkü tüm yazılımların yüklenmesi ve doğrulanması gerekir. Çok katmanlı savunma sistemi, sorunu çözmek için yazılımın temel parçalarına odaklanarak doğrulama gerektiren veri miktarını azaltmaktadır. Çok katmanlı mimari sistemlerde verilerin iletimi ve korunması katmanlar arasındaki donanımsal ve yazılımsal uygulamalara bağlı olarak değişmektedir.



Şekil 7. Çok katmanlı savunma sistemi ve diğer savunma sistemlerinin grafiği

Bu yeni teknoloji, normal bir önyükleme dizisi için zamanın %10'undan daha azına ihtiyaç duymaktadır. Çok katmanlı Savunma Sistemini kullanan 50 adet akıllı ve bağlantılı araca gerçekleştirilen saldırıların %80'ni başarılı şekilde önlediği gözlemlendi farklı siber saldırı önleme sistemine sahip araçlara yapılan saldırıların ancak %50'si önlenebilmiştir.

5. Sonuç

Akıllı ulaşım araçlarında son yıllarda gelişen teknolojilere bağlı olarak güvenlik sorunları ön plana çıktığı tespit edilmiştir. Bu araçlarda güvenlik sağlanmadığı durumlarda ortaya can ve mal güvenliği sorunları beraberinde gelmektedir. Akıllı ulaşım sistemlerinin ve otonom araçların konuşlandırılması için gerekli Araçtan Araca (V2V) ve Araçtan Altyapıya (V2I) ara yüzler, potansiyel saldırı yüzeyini ve saldırı vektörlerini büyük ölçüde genişlettikleri

için güvenlik risklerini daha da artırmaktadır. Sonuç olarak, çok katmanlı savunma sistemi her ne kadar yeniden başlatma ile %10'luk bir zaman maliyetine sahip olsa da yapılan siber saldırıları önleme konusunda diğer savunma sistemleri veya siber saldırı önleme teknolojilerinden daha başarılı sonuçlar elde etmiştir. Bu kapsamda, gelişmekte olan akıllı ve bağlantılı ulaşım araçlarında bu yeni siber saldırı önleme teknolojisinin araştırılması ve geliştirilmesi için daha fazla bütçe ayrılması planlanmakta ve yapılan saldırılardan doğabilecek her türlü zararın da minimum seviyeye çekilmesi hedeflenmektedir. Artan akıllı ulaşım aracı pazarı ile birçok araç üretici firma bu konu üzerinde AR-GE çalışmaları yapmakta ve büyük ölçekli bütçeler ayırmaktadır. Son olarak bu araç üretici firmalarının güvenliğinin sağlanması amacı ile AR-GE çalışmalarında ayıracakları yatırım bütçeleri yıl bazında arttırılması gerekmektedir. Bu artışlara ilave olarak bu alanda yetkin personellerin sayısının arttırılması ayrıca önem kazanmış durumdadır ve bu konuda yapılacak yatırımlar için devlet politikaları mutlaka desteklemelidir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarların çalışmadaki katkı oranları eşittir.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Çalışma herhangi bir destek almamıştır. Teşekkür edilecek bir kurum veya kişi bulunmamaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

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

Kaynakça

Abdollahi, B., Zoleikha, S. D., and Pierluigi, P., (2018). "Real-Time Detection and Estimation of Denial of Service Attack in Connected Vehicle Systems." *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 19(12): 3893–3902.

Al-Khateeb, H. et al., (2018). "Proactive Threat Detection for Connected Cars Using

Recursive Bayesian Estimation.” *IEEE Sensors Journal*, 18(12): 4822–31.

Alex, K., (2021). “Self Driving Car Statistics for 2021| Policy Advice.” Erişim: 04 Nisan 2021, <https://policyadvice.net/insurance/insight/s/self-driving-car-statistics/>.

Amoozadeh, M. et al., (2015). “Security Vulnerabilities of Connected Vehicle Streams and Their Impact on Cooperative Driving.” *IEEE Communications Magazine*, 53(6): 126–32.

Astarita, V., Giofrè, V. P., Mirabelli, G., & Solina, V. (2020). A review of blockchain-based systems in transportation. *Information*, 11(1): 21. <https://doi.org/10.3390/info11010021>

AUS, Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi 2020, <https://www.utikad.org.tr/Images/Duyuru/05082020ulusalakilulasilimsistemleristratejibeltgesive20202023eylemplanil610274.pdf>, 08.01.2022.

Birnie, A., and Timo, V. R., (2016). “A Multi-Layer Vehicle Security Framework.” *NXP White Paper*: 1–18.

Chen, A. Q. (2021). Towards Secure and Robust Autonomy Software in Autonomous Driving and Smart Transportation. *Association for Computing Machinery*, New York, NY, USA:1. <https://doi=10.1145/3457339.3457978>,

Denman, S., (2012). “Why Multi-Layered Security Is Still the Best Defence.” *Network Security 2012*, (3): 5–7.

Dibaei, M. et al., (2019). “An Overview of Attacks and Defences on Intelligent Connected Vehicles.” *arXiv* (July).

Eisenbarth, T., Kasper, T., Moradi, A. and Paar, C., (2009). 5677 On the Power of Power Analysis in the Real World: A Complete Break of the KeeLoq Code Hopping Scheme. ed. Shai Halevi. Berlin, Heidelberg: *Springer Berlin Heidelberg*.

Eiza, M. H., and Ni, Q., (2017). “Driving with Sharks: Rethinking Connected Vehicles with Vehicle Cybersecurity.” *IEEE Vehicular Technology Magazine*, 12(2): 45–51.

El-Rewini, Z. et al., (2020). “Cybersecurity Attacks in Vehicular Sensors.” *IEEE Sensors Journal*, 20(22): 13752–67.

Fraiji, Y., Lamia Ben Azzouz, L. B., Trojet, W., and Azouz, S. L., (2018). “Cyber Security

Issues of Internet of Electric Vehicles.” *IEEE Wireless Communications and Networking Conference*, WCNC 2018-April: 1–6.

Gupta, M., Benson, J., Patwa, F., and Sandhu, R., (2020). “Secure V2V and V2I Communication in Intelligent Transportation Using Cloudlets.” *IEEE Transactions on Services Computing*, 1374(c): 1–1.

Huq, N., Gibson, C., and Rainer Vosseler, R., (2020). “Driving Security Into Connected Cars: Threat Model and Recommendations.” *Trend Micro*.

Limbasiya, T., & Das, D., Sahay, S. K. (2019). Secure communication protocol for smart transportation based on vehicular cloud. *In Adjunct Proceedings of the 2019 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2019 ACM International Symposium on Wearable Computers*: 372-376.

Mhafuzul, I, Chowdhury, M., Hongda Li, H., and Hu, H., (2018). “Cybersecurity Attacks in Vehicle-to-Infrastructure Applications and Their Prevention.” *Transportation Research Record*, 2672(19): 66–78.

Jakobsson, M., Wetzel, S., and Yener, B., (2003). “Stealth Attacks on Ad-Hoc Wireless Networks.” *IEEE Vehicular Technology Conference*, 58(3): 2103–11.

Mollah, M. B. et al., (2021). “Blockchain for the Internet of Vehicles towards Intelligent Transportation Systems: A Survey.” *IEEE Internet of Things Journal*, 8(6): 4157–85.

Nanda, A., Puthal, D., Joel J.P.C. Rodrigues, and Kozlov, S. A., (2019). “Internet of Autonomous Vehicles Communications Security: Overview, Issues, and Directions.” *IEEE Wireless Communications*, 26(4): 60–65.

Ohira, S. et al., (2020). “Normal and Malicious Sliding Windows Similarity Analysis Method for Fast and Accurate IDS against DoS Attacks on In-Vehicle Networks.” *IEEE Access*, 8: 42422–35.

Okul, Ş., (2018). “Akıllı Araçlarda Güvenlik Ataklarının Analizi.” İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*.

Parkinson, S., Ward, P. Wilson, K., and Miller, J., (2017). “Cyber Threats Facing Autonomous and Connected Vehicles: Future

Challenges.” *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 18(11): 2898–2915.

Payne, B. R., (2019). “Car Hacking : Accessing and Exploiting the CAN Bus Protocol Car Hacking : Accessing and Exploiting the CAN Bus Protocol.” *Journal of Cybersecurity Education, Research and Practice*, 2019(1): 5.

Petit, J., and Shladover, S. E., (2015). “Potential Cyberattacks on Automated Vehicles.” *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 16(2): 546–56.

“Processors Tackle Cybersecurity in Connected Cars - Electronic Products.”
Erişim: 03 Nisan 2021,
<https://www.electronicproducts.com/processor-s-tackle-cybersecurity-in-connected-cars/#>

Sakız, F., and Şen, S., (2017). “A Survey of Attacks and Detection Mechanisms on Intelligent Transportation Systems: VANETs and IoV.” *Ad Hoc Networks*, 61(March): 33–50.

Sun, X., Yu, F. R., and Peng Zhang, P., (2021). “A Survey on Cyber-Security of Connected and Autonomous Vehicles (CAVs).”: 1–20.

Tektaş, M., and Tektaş, N., (2019). “Akıllı Ulaşım Sistemleri(AUS) Uygulamalarının Sektörlere Göre Dağılımı.” *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 2(1): 2.

Wang, Y. et al. (2021). “Detection and Isolation of Sensor Attacks for Autonomous Vehicles: Framework, Algorithms, and Validation.” *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 1–13.

Xu, W. et al. (2018). “Analyzing and Enhancing the Security of Ultrasonic Sensors for Autonomous Vehicles.” *IEEE Internet of Things Journal*, 5(6): 5015–29.

Yağdereli, E., Gemci, C., and Aktaş, A. Z., (2015). “A Study on Cyber-Security of Autonomous and Unmanned Vehicles.” *Journal of Defense Modeling and Simulation*,12(4): 369–81.

Zeadally, S., Guerrero, J. and Contreras, J., (2020). “A Tutorial Survey on Vehicle-to-Vehicle Communications.” *Telecommunication Systems*, 73(3): 469–89.

Araştırma Makalesi

İstanbul ticari taksi hizmeti üzerine ulaşım politikası çözümleri

Taylan Engin^{1,*}

¹ Department of Transportation Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Bandırma Onyedi Eylül University, Bandırma, Turkey

*Correspondence: tengin@bandirma.edu.tr

DOI: 10.51513/jitsa.1066953

Özet: Türkiye'nin en büyük metropolü olan İstanbul'da trafik ve toplu taşıma sistemi kent sakinlerinin hayatında çok önemli bir yer tutmaktadır. Ticari taksiler kentiçi ulaşımın önemli bir paydaşı olarak yolcu taşıma sektörü içinde varlığını sürdürmektedirler. Zaman zaman özel ulaşım aracı olarak da değerlendirilen taksi taşımacılığı, esas itibarı ile kentiçi yolcu taşımacılığının vazgeçilmez bir parçasını oluşturmaktadır. Kentiçi taşımacılıkta önemli bir yer tutan ticari taksilerin çalışma düzeni, sorunları ve İstanbul'da yaşanan taksi sorununun incelenmesi ve değerlendirilerek doğru bir karar süreci işletilmesine katkı sunulması, yerel yönetimler için hayati önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: İstanbul, Taksi, Ulaşım Yönetimi, Trafik, Mevzuat, Ulaştırma Politikası

Transportation policy solutions on istanbul commercial taxi service

Abstract: In Istanbul, Turkey's largest metropolis, the traffic and public transportation system have a very important place in the lives of the city's residents. Commercial taxis continue to exist in the passenger transportation sector as an important stakeholder of urban transportation. Taxi transportation, which is also considered as a private transportation vehicle from time to time, essentially constitutes an indispensable part of urban passenger transportation. It is vital for local governments to examine and evaluate the working order and problems of commercial taxis, which have an important place in urban transportation, and the taxi problem in Istanbul, and to contribute to the operation of a correct decision process.

Key words: Istanbul, Taxi, Transportation Management, Traffic, Regulations, Transportation Policy

* Corresponding author. Taylan Engin

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

ORCID: 0000-0001-6981-0683

Received 02.02.2022; accepted 22.03.2022

Peer review under responsibility of Bandırma Onyedi Eylül University.

1. Giriş

Günümüzde yaşanan hızlı nüfus artışının etkisiyle daha da kalabalık hale gelen kent nüfusu 3 milyarı geçerek ve toplam nüfusa oranı %47'ye kadar gelmiştir. Bu rakam, Türkiye'de %65'ler civarında iken Batı Avrupa ülkelerinde %80'lere kadar yükselmektedir. (Ateş ve Önder, 2019). Kent merkezlerinde yoğunlaşan bu nüfus, kentlerin ulaşım ve altyapı gibi konularda birçok sorunu da beraberinde getirmiştir. Kent yaşamının küresel sorunları arasında yer alan konuların başında ulaşım, yönetim, su, atık, kirlilik, arazi kullanımı gibi konular yer almaktadır. Kentsel sistemlerin çevre ve insan sağlığına olumsuz etkileri, kent yaşamını farklı bir açıdan tartışılır duruma getirmiştir (Kocakaya ve Engin, 2020).

Kalabalıklaşan kentlerde yolcular için mevcut sistemlerin hareketliliği, özellikle başarılı bir optimizasyonun olduğu kentsel sistemlerde organize bir altyapıya ihtiyaç duyulmaktadır. Artan talebin karşılanabilmesi için büyük altyapı yatırımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Pandemi dönemine kadar yolcu eğilimleri ise yolculukların özel araçlardan toplu taşıma araçlarına geçiş yönünde olur iken, idareler de toplu taşıma payını önemli ölçüde artırmak üzere yatırım yapmaya yönelmişlerdir. En çok kullanılan toplu taşıma türleri ise metro, tramvay veya otobüs gibi taşıtlardan oluşmaktadır. Bu tür ulaşım, genellikle merkezi bir hizmetin optimum şekilde çalışmasını sağlamak için son yıllarda geliştirilen akıllı ulaşım sistemleri teknolojilerini kullanan bir yönetim ile mümkündür. Ne yazık ki, Toplu Taşıma sistemlerinin esnek olmaması, toplam seyahat süresinin uzun olması ve yetersiz hizmet kapsamı gibi nedenler ile çoğu metropolde, bazı yolcular için daha düşük kullanım oranlarına doğru ilerlemektedir. Bu yolculuk talebi için toplu taşımanın tam tersine, ticari taksi taşımacılığı daha uygun bir mod olarak öne çıkmaktadır (Salanova vd., 2011).

Ticari taksilerin tanımına ilişkin pek çok farklı kaynaktan bilgi alınabilir. Bunlar içinden en güvenilir olanı devlet dili ile yapılmış olan tanımlamalardır. 28.11.1980 tarihli resmi gazetede yayımlanan 2343 sayılı kanunda Taksi tanımı şu şekilde yapılmıştır; “Taksimetre, tarife, pazarlık veya sair şekillerde tespit olunan ücretle yolcu taşıyan otomobil, kaptıkaçtı, panel ve arazi taşıtıdır.” Bu tanıma göre taksi için belirlenmiş bir tarife ile yolcu taşıma işi yapan belirli araç türleri işaret edilmiştir. Bir başka

tanımlama ise İBB “Ticari Taksi ve Taksi Dolmuş Yönergesi” içinde yer almaktadır. Bu yönergede Taksi için; “Yapısı itibarıyla şoförü dâhil en fazla 9 (dokuz) oturma yeri olan, insan taşımak için imal edilmiş bulunan ve taksimetre ile yolcu taşıyan ticari motorlu aracı” tanımlaması yapılmıştır.

Ticari Taksi taşımacılığında noktadan noktaya taşıma vardır ve 24 saat esaslı hizmet verilmektedir. Taksi yolcu taşımacılığı esnekliği yüksek bir toplu taşıma sistemi olarak da tanımlanabilir. Trafik yoğunluğu veya beklenmedik bir duruma karşı dinamik olarak rotalama yapabilir. Bu özellikleri ile kalabalık kentlerde yolcular tarafından tercih edilen bir ulaşım aracıdır (Bausmer, 2021).

2. İstanbul Ticari Taksi Yapısı

İstanbul Büyükşehir Belediyesi sınırlarında resmi olarak 17395 taksi bulunmaktadır. Ağustos 2021'de geçen İBB UKOME kurulu kararı ile minibüs ve taksi dolmuş dönüşüm kararı ile sisteme 1000 taksi daha katılması kararlaştırılmıştır. Bu karar da dikkate alındığında İstanbul için 18395 adet taksi çalışır durumda olacaktır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi ticari taksi ve taksi dolmuş yönergesi kapsamında çalışan bu taksiler, her yıl ruhsat düzenleme usulü ile çalışmalarına devam etmektedir. Çalışma usul ve esasları, araç ve şoför nitelikleri, durak yerleri, denetim ve yaptırım maddeleri ile tüm çalışma sistemi belediye tarafından belirlenmektedir. Bu açıdan bakıldığında özetle İstanbul'da çalışan tüm taksiler İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nce belirlenen kurallar kapsamında çalışabilmektedir.

İstanbul'da hali hazırda var olan taksi yapısının yetersizliği, İstanbullular tarafından belediyeye bildirilen şikayetler, yerel yönetim erkinin sisteme yeni taksi ilave etme talebinin doğmasına neden olmuştur. Bu talep sonucunda İstanbul genelinde 5000 adet taksinin sisteme dahil edilmesi yönünde bir talep UKOME kuruluna iletilmiştir.

Bu talep amacı ve yaşanan sorunlar dahilinde değerlendirildiğinde, İstanbul'un daha fazla sayıda, nitelikli ve organize olmuş bir taksi sistemine ihtiyacı olduğu bilinmektedir. Yerleşik nüfusu 16 milyona ulaşan İstanbul'da yerli ve yabancı hareketliliği de dikkate alındığında 17.395 adet taksinin İstanbul için yeterli olmayacağı açıktır. Ancak sorunu taksi sayısı ile sınırlandırıp, düz bir mantık ile yaklaşmak da

eksik bir değerlendirmeye neden olur. Taksi sayısının artması, işletmenin belediye tarafından yapılması, düzen sağlanmaya çalışılması gibi pek çok gerekçe ile taksi sisteminin iyileştirilmesinin istenmesi önemli ve kabul edilebilir bir hedeftir. Hedefe ulaşmak için de öncelikle mevcut sistemin iyileştirilmesi, çalışmakta olan taksiler için Belediyenin görev ve yetkileri arasında bulunan konularda düzeni sağlaması gerekli olacaktır.

2.1. İstanbul Taksi Sistemi Sorunları

İstanbul'un en önemli taksi taşımacılığı sorunu korsan taksi şeklinde isimlendirilen yasal olmayan taksi hizmetinin yoğunluğudur. Geçmiş senelerde uluslararası bir taşımacılık şirketi olan Uber sistemi ile mücadele eden taksi esnafı, son yıllarda korsan taksi ile mücadele etmek durumunda kalmıştır. İstanbul genelinde durak kuran, çağrı merkezi gibi sistemli yapılar kuran korsan taksicilik, İstanbul'da taksi esnafının nitelikli bir hizmet vermesini ve adaletli bir sistemin oluşmasını engeller iken haksız rekabete de yol açmaktadır. Bu durum korsan taksiciliğin varlığını olağan bir durum olarak algılanacak şekilde yaygınlaşmış durumdadır. 2011 yılına gelindiğinde korsan taksi konusu ülke gündemine oturmuş ve "Korsan taksi yasası" adı ile bilinen uygulama, 2011 seçiminden yaklaşık bir yıl sonra yürürlüğe girmiştir. Yasanın yürürlüğe girmesinden önce İstanbul'da 60 bin korsan taksi olduğu tahmin edilir iken yasa çalışması sonrasında ise bu sayının 30 binler civarına düşmüş olduğu iddia edilmektedir. İstanbul'da mevcut yasal statülü ticari taksi sayısının 17.395 olduğu düşünüldüğünde, korsan taksi sayısının kabul edilemez boyutlarda olduğu ortadadır (Aydınoat, 2013).

İkinci sıraya konabilecek bir diğer sorun ise İstanbul'da oldukça yaygın bir şekilde uygulanan galeri kiralama yapısıdır. Bu sistem içindeki plaka sahiplerinin önemli bir kesimi aracını veya plakasını galeriye kiralamakta, galeriden belirli bir kira bedelini sabit ve garantili olarak almaktadır. Kiralama işlemini gerçekleştiren galeriler ise bu plakaları piyasada kiraya vermekte, kiraya verdiklerinden de belirli bir bedel dahilinde pay almaktadırlar. Galeri kiralama sisteminin yapmış olduğu bu işlem en net tanımını ile komisyonculuk olup kendisini de sistemin en karlı oyuncusu olarak konumlandırmaktadır. İstanbul'da en son 1998

yılında taksi taşımacılığı ihalesi yapılır iken bugüne kadar taksi plakası sayısı 17,395 olarak sabit kalmıştır. Ülke genelinde 76,150 taksi plakası olduğu bilinmektedir. Bu plakalara kaç kişinin sahip olduğu bilinmemekle birlikte "bijon hisse" denilen ve plakanın %6.25'ine tekabül eden hisse paylarının bile var olduğu bilgisine sahip durumdayız. Bu piyasaya ise plaka kiralayan galericilerin yön verdiği de bilinmektedir (İnci, 2018). Kiralama işlemlerinde, aynı plakanın hem Anadolu hem de Avrupa yakasında kiraya verildiği gibi pek çok yasa dışı uygulamanın gerçekleştirildiği de kamuoyunda yer alan haberlere yansımaktadır. (Url-1, 2022). Bunun denetimi ve önlenmesi ise İBB ulaşım yönetimi sorumluluğundadır. Kaldı ki galeri yapısının aracı pozisyonunun kaldırılması ve engellenmesi de İBB tarafından yapılacak düzenleme ve denetimler ile ortadan kaldırılabilir.

Önemli sorun olarak nitelendirebileceğimiz üçüncü konu ise turizm taşımacılık belgeli (9+1 kapasiteli) araçlardır. Şekil 1'de yer alan özellikle büyük otellerin önünde bekleyen bu geniş otomobil tarzı lüks araçlardan bir kısmı oteller ile anlaşarak taksi gibi çalışmakta, haksız bir rekabet oluşturmaktadır. İBB tarafından belgelendirilen bu araçların bir kesimi de İstanbul taksi sisteminin kural dışı taşımacılık sektörünü oluşturmaktadır.



Şekil 1. Turizm Servis Taşımacılığı Aracı, (Url-2, 2022)

Geçmiş yıllarda büyük tartışmalar yaratan Uber sorunu da bu durumun bir benzeridir.

Yukarıda anlatılan üç önemli sorun dışında İstanbul taksi sisteminin bilinen ve sıkça dile getirilen diğer sorunları ise şöyle sıralanabilir;

Trafik kurallarına uymama ve tehlikeli araç kullanma.

Yakın mesafeye müşteri götürmek istememesi.

Taksimetrelerini hileli şekilde kullanması.

Taksimetreyi açmayarak müşterileriyle pazarlık etmesi.

Müşterilerine karşı saygısız davranması.

Araçlarda sigara içmesi.

Araçların bakımsız veya eski olması.

Araçların pis ve kirli olması.

Müşterilerinin para vermediklerini ve ya eksik verdiklerini iddia ederek ikinci defa ücret almaya çalışması (Aydınolat, 2013).

Yukarıda özetlenen genel sistem sorunları çözülmeden veya çözümü için adım atılmadan İstanbul taksii sistemi sorununun çözümü olası görünmemektedir. Mevcut hali ile sisteme 15.000 taksii dahi eklense trafik yoğunluğu ve boş gezen taksiler dışında İstanbul için çözüm olmayacaktır. Mevcut durumda çalışan 17.395 taksiiye erişim imkanı sınırlı iken belediye tarafından işletilmesi planlanan 1000 adet taksiiye erişmek İstanbul gibi büyük bir metropolde çok büyük bir anlam taşımamakla birlikte sistemde bir rahatlık ve düzen oluşturmayacaktır.

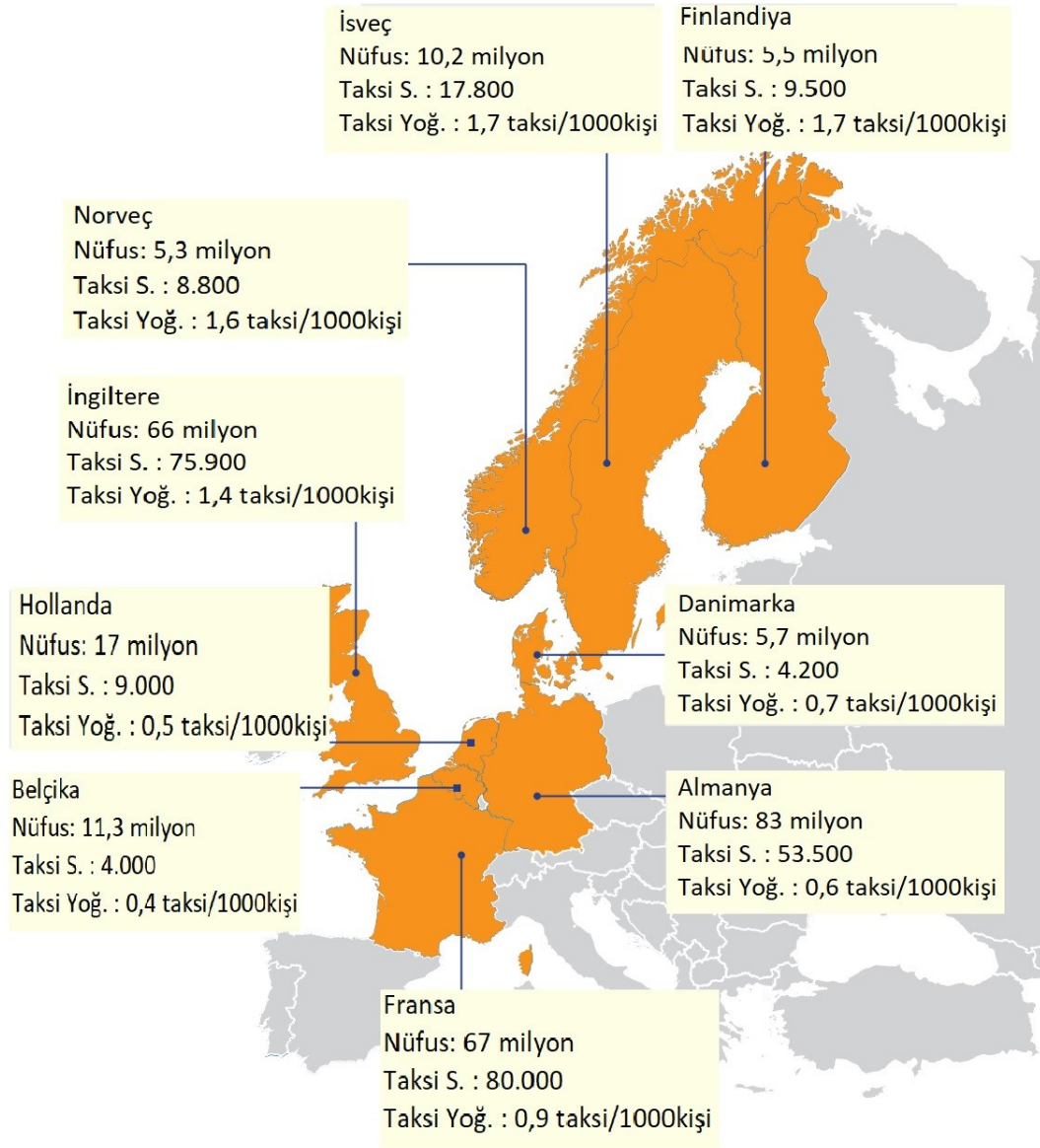
2.2. Dünyada Ticari Taksii Sistemi

Dünya genelinde taksii hizmeti konusunda farklı uygulamalar mevcuttur. Uygulama farklılıkları işletme yapısı ve türüne göre farklılık göstermektedir. Bu farklılıkları uygulama detayı olarak kabul ettiğimizde, ticari taksii sistemini genel olarak iki kategoride değerlendirmek mümkün olacaktır. Bu kategorilerden ilki İstanbul'da da olduğu gibi sınırlı taksii sayısı ile hizmet veren kentlerdir. Ülkemizde tahdit olarak bilinen bu modelde kamu otoritesi çalışacak taksii sayısını kendi yönetmelik ve yasalarına göre sınırlandırmaktadır. Londra ve Newyork gibi kentlerde taksii sayıları İstanbul'da olduğu gibi kamu otoritesi tarafından sınırlandırılmıştır.

İkinci kategoride ise taksii sayısını sınırlandırmayan kentler bulunmaktadır. Serbest piyasa koşulları hakim olan bu sistemde lisanslı

şirketler ihtiyaca göre taksii sayısını artırmakta veya azaltmaktadır.

Avrupa geneline baktığımızda Kuzey ve Batı Avrupa'da yoğunlukla şirketler taksii işletmeciliği yapar iken Doğu ve Güney Avrupa'da şahıslar tarafından işletme yapılan taksii hizmeti olduğu gözlemlenmektedir (Yıldızgöz, 2018).



Şekil 2. Avrupa Ülkelerinde Taksi ve Nüfus Oranları (Skubla, 2018).

Şekil 2’ de görsel olarak sunulan Avrupa ülkelerinde taksi ve nüfus sayıları ile taksi yoğunlukları yer almaktadır. Avrupa’da refah düzeyinin ve turizm hareketliliğinin yüksek olduğu seçilen ülkelerde taksi yoğunlukları 1,7 ile 0,4 olarak değişmektedir. İstanbul özelinde bakıldığında ise yoğunluk değeri 1,12 olduğu bilinmektedir. Türkiye geneline bakıldığında ise bu konuda net bilgiler içeren bir çalışma olmamasına karşın ülke genelinde yaklaşık 97.000 taksi olduğu ve yoğunluk değerinin de yaklaşık 1,15 olduğu tahmin edilmektedir (Url-3).

Taksiler, kent içi ulaşım sistemi içinde özgün taşıma yapısı nedeniyle kolaylıkla toplu taşımanın bilinen formundan ayrılmaktadır. Daha eski bir yolcu taşımacılık sistemi olan taksi hizmeti, İngiltere’de 1847 yılından beri yasal olarak tanımlanmış, lisanslı bir şekilde çalışır iken ABD’de ise 20.yüzyılın başlarından itibaren varlığını sürdürmektedir (Cooper, Mundy, & Nelson, 2010, s. 15-17).

Taksi sistemi için yapılmış yasal düzenlemeler, doğrudan hizmet sunum şekillerini etkiler iken özellikle lisanslama ve sektördeki araç sayısı sınırlaması, sistemin en çok eleştirilen tarafını oluşturmaktadır. Taksi sayısının kamu otoritesi

tarafından sınırlandırılması, sektörde tekelleşmeye neden olmakta, hizmet kalitesini de düşürmektedir (Çetin & Eryiğit, 2011, s. 478).

3. İstanbul Taksi Sistemi İyileştirme Çalışmaları

İstanbul'da taksi hizmet kalitesinin artırılması amacı ile bazı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Taksi hizmet kalitesinin yükseltilmesi amacı ile taksilerde kullanılan araçlar farklı segmentlere ayrılmış, şoförlere bazı standartlar ve eğitim şartı getirilmiş, daha konforlu ve nispeten lüks sayılabilecek araçlar ile taksicilik yapanlar için tarife farkı oluşturulmuş ve İstanbullular için daha nitelikli bir taksi yapısının planlandığı bilinmektedir (Url-4, 2022). 2016 yılında ilk çalışması yapılan taksi segment çalışmasının sonuçları da arzu edildiği gibi hizmet kalitesini artırıcı yönde olmadı.

Yine geçmiş dönemlerde yapılan bir başka çalışma da İstanbul'a özel bir taksi modeli oluşturma çalışmasıdır. 2011 yılında İBB tarafından kamuoyuna sunulan "İstanbul için Ticari Taksi Model Tasarımı Proje Yarışması" ile İstanbul'da yeni bir taksi modeli seçilmiştir. 340 bin kişinin oy kullandığı yarışmada Şekil 3'de yer alan B tipi taksi tasarımı %42,1 oy alarak birinci seçilmiştir.



Şekil 3. İstanbul için Ticari Taksi Model Tasarımı Proje Yarışması birinci seçilen tasarım (Url-5, 2022)

Ticari taksi hizmetinin niteliğini artırmaya yönelik bu yarışmada farklı kategorilerde birinci seçilen araçlar bulunmasına rağmen iyi niyetli bu çalışma da sonuca ulaşmamıştır.

İstanbul'un bu alanda yaptığı bir başka çalışma da yeni nesil teknolojilerin kullanımı ile ticari taksilerde kalite, denetim ve müşteri memnuniyetini artırmaya yönelik hazırlanan

"itaksi" uygulaması olmuştur. Kamuoyuna "itaksi" ismi ile aktarılan bu çalışma ile taksiler merkezi bir yazılıma bağlı olacak, çağrı yönlendirme mobil uygulama ile yapılacak ve taksilerin içine yerleştirilecek ekran ve kamera sayesinde hem müşteriyi hem de taksi kullanıcılarını güvence altına almayı hedeflemişti. İstanbul için önemli bir akıllı kent uygulaması olarak sunulan itaksi uygulaması ile zaman ve enerji tasarrufu sağlanacak, yolda boş gezen taksi sayısı da azalacaktı. Kısmen uygulaması tamamlanan bu çalışma da kent genelindeki tüm taksilere yaygınlaştırılmaması nedeni ile amacına ulaşmamıştır.

3.1. İstanbul'da Ticari Taksi Hizmetinin Mevzuat Altyapısı

İstanbul'da hizmet veren 17395 ticari taksinin çalışma usul ve yöntemlerinin belirlenmesinde yetki İBB UKOME kurulundadır. UKOME kurulu kendisine verilen görev ve sorumluluklar kapsamında taksiler ve diğer toplu taşıma araçları için çalışma usul ve yöntemlerini belirleyen yönergeleri hazırlamakta ve mevzuata uygun hale getirerek uygulamaya sokmaktadır. İstanbul'da ticari taksilerin çalışma usulüne ilişkin en net bilgiyi, "İstanbul Ticari Taksi ve Taksi Dolmuş Yönergesi" bize vermektedir. Taksilerin çalışma usul ve esasları ile Belediyenin görev, yetki ve sorumluluklarını tanımlayan bu yönergede bir taksinin ne şekilde çalışabileceği açıkça tanımlanmış ve yayımlanmıştır. Bu yönergeye göre; Taksiler için her yıl İBB tarafından çalışma ruhsatı düzenlenmekte, takip sistemi kullanımı zorunlu kılınmakta, korsan taşımacılığa karşı yaptırımlar belirtilmekte, şoförlerin eğitim koşulları ve buna bağlı olarak şoför kartı ile çalışma zorunlulukları tanımlanmıştır. Aynı yönergede tanımlanan tüm bu konular için uyulmaması halinde araç bağlamadan, para cezasına ve hatta ruhsat iptaline gidebilecek yaptırımlar da açıkça belirtilmiştir. İstanbul'da taksi çalışma sistemi ile ilgili genel kabul görmüş ve tüm tarafların altına imza atmış olduğu bu yönerge var iken öncelik, ulaşım yönetiminin yönergeden gelen yetkiyi kullanmak, görev ve sorumluluklarını yerine getirerek denetimleri ve yaptırımları uygulamak yönünde olmalıdır. Bunun ardı sıra İstanbul'un ihtiyaç duyduğu yeni hizmet talebinin değerlendirilmesi yine aynı yönerge ve UKOME kurulu onayı ile gerçekleşebilecektir.

Konuya ilişkin bir başka mevzuat içeriği ise taksilerin verililiş ve işletme düzeni üzerinedir. Ticari taksiler ülkemizde 10553 sayılı “Ticari Plakaların Verilmesinde Uyulacak Usul ve Esaslar Hakkında Karar” ismi ile anılan Bakanlar kurulu kararına göre tesis edilmektedir. Büyükşehir yasası ile çakışan noktaları olsa da ilgili karar hala yürürlükte ve pek çok ticari plakanın da temel hakkını oluşturmaktadır. İBB “İstanbul Ticari Taksi ve Taksi Dolmuş Yönergesi” Madde 5, 1 bendinde Ticari Araç Tahsis Belgesi’ni tanımlarken 10553 sayılı Bakanlar Kurulu Kararına atıf yaparak bu karara uygun bir yönerge ile çalışıldığını kabul etmektedir. 10553 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı amaç olarak;

“...vatandaşın ulaşım ihtiyacını karşılamak üzere toplu taşımacılığın geliştirilmesi ve disiplin altına alınması, korsan taşımacılığın önlenmesi ve fiilen çalışmakta olan şoför esnafının haklarının korunması maksadıyla taksi, dolmuş, minibüs ve umum servis araçlarına verilecek ticari plakaların sayısı, verilme usul ve esaslarını tespit etmektir.” ifadesi yer almaktadır.

Yine aynı bakanlar kurulu kararında madde 3’de ticari plaka verilebilmesi için;

“Taksi, dolmuş ve minibüslerde; şoförlük mesleğini geçim kaynağı olarak seçmiş olduğunu ve sürekli olarak icra ettiğini beyan etmiş ve ilgili meslek odasına, ilgili meslek odasının bulunmadığı yerlerde ise şoförler odasına üye olmak” şartı konulmuştur. Bu gözden bakıldığında İBB ticari taksi yönergesinde de atıf yapılan Bakanlar Kurulu kararına göre ticari taksi işletmecisinin 10553 sayılı bakanlar kurulu kararına göre yapılacağı İBB tarafından da kabul edilmekte ve yayımlanmakta olduğu ticari taksi yönergesi ile de ilan edilmektedir.

4. Öneriler

Yukarıda anlatılan sorunlar, mevcut durum, yurtdışındaki ticari taksi hizmeti ve mevzuata ilişkin yapı ile birlikte değerlendirildiğinde İstanbul için ticari taksi hizmetinin düzenli, güvenli ve yeterli seviyeye ulaşması için bazı öneriler sunmak mümkündür.

İstanbul gibi büyük bir metropolde en önemli sorunun trafik yoğunluğu olduğu bir gerçektir. Bir ulaşım aracı olan taksi hizmeti maddi

tüketimi kadar zaman da tüketir. Bu temel gerçek, düzensiz müşteri hareketlerini ve seyahat sürelerini tahmin etme zorluğu, planlama ve denetim açısından özel bir ilgi ve analiz çalışması getirmektedir. Kent trafiğini doğrudan etkileyen taksi sistemi, özel araç kullanım oranını dolaylı olarak etkiler. (Manski and Wright, 1967). Bu durumda açıkça ortaya koymaktadır ki trafik yoğunluğu ve taksi erişimi arasında özel bir ilişki mevcuttur. Trafik yoğunluğunun üst seviyelerde olduğu, gecikme ve bekleme sürelerinin uzadığı kentte taksi veya diğer toplu ulaşım araçlarına erişme imkanı her zamanı sıkıntılı olacaktır. Kent trafik yönetiminde acil çözüm adımlarının atılması, yolcuların ulaşım araçlarına erişimine en büyük katkıyı sunacaktır.

Öncelikle İstanbul’da “Korsan Taksi” ile mücadele sorununun çözüme kavuşması gerekmektedir. İBB ulaşım yönetimince “korsan taksi ile mücadele planını” hazırlanarak yetkili kurula getirilmesi ve kurulun da desteğini alması, sorunun çözümü için atılabilecek ilk ve en önemli adım olacaktır. Böyle bir adım ile mevcut yasal ticari taksi işletmesinin haklarının korunması ve yasal olmayan yapıların tehdidi altında çalışmalarını engellemek mümkün olacaktır.

Bir diğer çözüm adımı ise ticari taksi plakalarının galeri üzerinden kiralanmasına karşı yasal hakları kullanmak olacaktır. 5393 sayılı Belediye Kanunu ve 5216 sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu’nun vermiş olduğu yetki ve sorumluluklar dahilinde 10553 sayılı Bakanlar Kurulu’nun da işletmeci tarifi gerekçe gösterilerek galeri üzerinden ticari plaka kiralamalarına karşı mücadele etme imkanı bulunmaktadır. İlgili mevzuata rağmen farklı bir işletme yapısının zorlanması ise çok daha sakıncalı sonuçlar doğuracaktır. Mevzuatta belirlenmiş olan işletmeci ve plaka verililiş usullerinin dolaylı yollar ile bozulması, sadece taksicilerin değil, tüm “müktesep” hakka sahip taşımacıların özlük hakları üzerinde geri dönülmez bir süreç başlatacaktır. 10553 sayılı bakanlar kurulu kararı yürürlükte iken yerel yönetim tarafından taksi işletilmesi, tüm ulaşım sektörü esnafı açısından huzursuzluk yaratan bir kapı açacaktır. Bu alanda hata yapılmaması adına konuyu bilen ve bu alanda uzman olan ulaştırma mühendislerinden yardım alınması faydalı olacaktır.

İstanbul'da yolcuların konfor ve güvenliği ile özel taşımacıların huzurlu bir ortamda çalışması için yerel yönetim ve merkezi yönetimin birlikte hareket edebilmesi, ticari taksi emekçilerinin ve yolcuların haklarını korumak konusunda atılacak önemli adımların ikincisini oluşturmaktadır. Kent genelinde ulaşım yönetiminin sorumluluğuna ve yetkisine sahip olan İBB tarafından bu alanda gerekli adımların atılması, ticari taksi emekçilerinin de alın terini gerçek anlamda kazanmasına büyük katkı sunacaktır.

Çözüm için üçüncü adım olarak turizm taşımacılığının kendi işini yapmasını sağlamak olacaktır. Kente gelen turistlerin grup hareketlerini bir noktadan bir noktaya yapmaları konusunda hizmet verme yetkisi bulunan turizm taşımacılarının, asli işlerini yapmaları sağlanmalı ve taksi gibi çalışan turizm araçları denetleme ve takip yöntemi ile ayıklanmalıdır. Bu adım ile turizm taşımacılığı ile ticari taksi taşımacılığı da net bir çizgi ile ayrılacak, sektörler arası önemli bir tartışma da son bulacaktır.

Yukarıda sunulan üç adımlık çözüm planı, projelendirme ve uygulama süreci açısından iki aylık bir sürede sahada etkileri fark edilebilecek uygulamalardır. Bu adımların uygulaması ile İstanbul'daki gerçek ticari taksi ihtiyacı ortaya çıkacak, kentin ulaşım otoritesi konumunda bulunan UKOME kurulunca bu ihtiyaç karşılanacaktır. Kurulda, bu ihtiyacın varlığını göstermek için taşıma sektöründeki izinsiz ve yasal olmayan ulaşım fonksiyonlarına karşı etkin bir mücadele sağlanmalı, her taşımacı grubun kendi işini yapması sağlanmalıdır. Yerel yönetimin ilgili kanun ve yönergelerinden almış olduğu yetkiyi kullanarak öncelikle sorunlu alanları çözmek ve ulaşım yönetimine görev olarak verilen sorumlulukları yerine getirmek sektörün ve diğer tüm ulaşım paydaşlarının daha nitelikli ve kurallara uyan bir yapı içerisine girmelerine neden olacaktır. İlk adımın İBB ulaşım yönetimi tarafından atılması, kanun ve yönergelerden gelen yetki ve sorumluluklarının gereğini yaptığını gösterebilmesi yeterlidir.

Sorunun çözümüne yönelik bir başka öneri ise kentiçi ulaştırma yasasının çıkartılmasıdır. Yerel yönetim, merkezi yönetim, yönerge, yönetmelik ve farklı kanunlar ile karmaşık bir düzenleme yapısına sahip kentiçi ulaşım alanında, konunun tamamını kapsayan ve düzenleyen bir kentiçi

ulaşım yasasına ihtiyaç duyulmaktadır. Son yedi senedir farklı nedenler ile gündeme gelen kentiçi ulaşım yasası konusunda yerel yönetimler ve merkezi yönetim temsilcilerinin, sivil toplum kuruluşları, ulaşım alanında çalışan akademisyenler, profesyoneller ile sektör temsilcilerinin birlikte oluşturacağı platform ile kentiçi ulaşım yasası çalışmalarının sonlandırılması ve mevcut kaos ortamına son verilmesi ülkemizin ulaşım sektöründe yaşanan pek çok sorunun çözümüne büyük katkı sunacaktır. Yetki, sorumluluk, işletmeci, denetim ve yolcu hakları konularında görev, yetki ve sorumlulukları net bir şekilde tanımlayacak kentiçi ulaşım yasası, sektörün tüm bileşenlerinin huzur ve güven içinde çalışmasını sağlayacaktır.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Çalışma herhangi bir destek almamıştır. Teşekkür edilecek bir kurum veya kişi bulunmamaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır

Kaynakça

- Ateş, M., ve Önder, D.E.** (2019). Akıllı Şehir Kavramı ve Dönüşen Anlamı Bağlamında Eleştiriler. Megaron YTÜ Mimarlık Fak. E-dergisi, 14(1), 41–50
- Aydınonat, N. E.** (2013). Korsanla Mücadele ve Devletin İstanbul Taksi Piyasası ile İmtihanı, Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı Değerlendirme Notu, 22s.
- Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi Akıllı Ulaşım Sistemleri Araştırma Merkezi (Bausmer).** (2021). “İstanbul Kentiçi Minibüs Taşımacılığı Analiz Raporu”
- Manski, C. F. and Wright, J. D.** (1967). Nature of Equilibrium in the Market for Taxi Services, TRB Transportation Research Record, 619, 11-15
- Cooper, J., Mundy, R., Nelson, J.** (2010). Taxi! Urban Economies and the Social and Transport Impacts of the Taxicab, Ashgate Publishing, 183 s.
- Çetin, T.,Eryiğit, K.** (2013). The Effects of

Economic Regulation: Evidence from the Istanbul and New York Taxicab Markets, Annual Meeting of the International Society for New Institutional Economics, June 20-22.

İnci, E., 2018. “Sarı Taksiler ve Gri Sulardaki Uber”, İktisat ve Toplum Dergisi, 90, 33-90

Karakışhoğlu C. (2021). Toplu Ulaşım Sistemi Hizmet Kalitesi Değerlendirmesi. İBB Ulaşım Daire Başkanlığı Sunumu, 20s.

İBB Ticari Taksi ve Taksi Dolmuş Yönergesi, (2016)

Kocakaya, K. & Engin, T. (2020). 22@Barcelona Projesi Analizi; Bandırma Ölçeğinde Uygulanabilirliği. Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi , 3 (1), 71-84,

Salanova J.M., Estrada, M., Aifadopoulou, G., Mitsakis, E. (2011). A review of the modeling of taxi services, Procedia Social and Behavioral Sciences, 20 (2011) 150–161

Skubla C. (2018). “Taxi Situation in Europe”, Svenska Taxiförbundet.

Url-1.(2022). Taksidede Sahte Plakayla Kiralama Vurgunu. <https://www.memurlar.net/haber/590218/>

Url-2.(2022). Vip Transport. <http://www.vip-transport.com.pl/#portfolio>

Url-3. (2022). Türkiye’de Kaç Adet Taksi Duracağı Var. http://www.taksiduraklari.net/taksi_haberleri.asp?taksihaber=117

Url-4. (2022). Taksi Segment Kararı. <https://tuhim.ibb.gov.tr/media/2183/taksi-segmentleri.pdf>

Url-5. (2022). İstanbul için Ticari Taksi Model Tasarımı Proje Yarışması. <https://slideplayer.biz.tr/slide/2031193/>

Yıldızgöz K. (2018). Dijitalleşme Çağında Taksiler Kitabı, Marmara Belediyeler Birliği Kültür Yayınevi, 181 s.

Araştırma Makalesi

Covid-19 Pandemisinin Esenboğa Havalimanı hava trafiğine ve uçak emisyonlarına etkisi

Erdem Öz ^{1*}, Özge Yalçın Erçoşkun,²

¹Department of Traffic Planning and Implementation, Gazi University, Ankara, Turkey

²Department of City and Regional Planning, Faculty of Architecture, Gazi University, Ankara, Turkey

*Correspondence: erdemoz13@hotmail.com

DOI: 10.51513/jitsa.1069097

Özet: Havacılık sektörünün son yıllarda gösterdiği gelişme ve büyüme sonucunda uçuş sayıları önemli ölçüde artmıştır. Uçuşlarda yakıtın yanmasıyla meydana gelen maddeler çevre için tehdit oluşturmaktadır. Artan hava trafiği ile çevreye verilecek zararın artışı kaçınılmaz olmasına rağmen olumsuz etkilerin azaltılması için çalışmalar ve düzenlemeler yapılmalıdır. Uçuş kaynaklı emisyonların hesaplanması, çevreyi koruyacak adımların planlanmasına ve uygulanmasına yardımcı olacaktır. Bu çalışmada, Covid-19 pandemisinin Esenboğa Havalimanı 2019 ve 2020 yılları uçuş sayılarına ve iniş kalkış(LTO-Landing and Take-off Cycle) aşamasındaki emisyon değerlerine etkisi araştırılmıştır. Emisyon hesaplamalarında IPCC' nin (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) önerdiği Tier yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmanın verileri Esenboğa havalimanına iniş ve kalkış yapan uçak sayıları ve tipleri DHMİ' den (Devlet Hava Meydanları İşletmesi) alınan 2019 ve 2020 yılı uçuş istatistikleri kullanılarak elde edilmiştir. Esenboğa Havalimanı toplam uçuş sayısının 2020 yılında, 2019 yılına göre %49,2 oranında azaldığı tespit edilmiştir. 4 farklı uçak tipinin, 2019 yılında CO₂ emisyon değerinin %86,05'ini, 2020 yılında ise CO₂ emisyonunun % 87,18'ini oluşturduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tier emisyon hesaplamaları, Esenboğa Havalimanı, emisyon, IPCC

Effect of Covid-19 Pandemic on Esenboğa Airport air traffic and aircraft emissions

Abstract: As a result of the development and growth of the aviation industry in recent years, the number of flights has increased significantly. Substances produced by the combustion of fuel in flights pose a threat to the environment. Although the increase in damage to the environment is inevitable with the increasing air traffic, studies and arrangements can be made to reduce the negative effects. In this study, the effect of the Covid-19 pandemic on the number of flights at Esenboğa Airport in 2019 and 2020 and the emission values during the landing and take-off cycle (LTO-Landing and Take-off Cycle) were investigated. The Tier approach recommended by the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) was used in emission calculations. The number and types of aircraft landing and taking off at Esenboğa Airport were obtained using the flight statistics for 2019 and 2020 obtained from DHMI (General Directorate of State Airports Authority). It has been determined that the total number of flights to Esenboğa Airport in 2020 decreased by 49.2% compared to 2019. It has been determined that 4 different aircraft types accounted for 86.05% of the total CO₂ emission in 2019 and 87.18% of the total CO₂ emission in 2020.

Key Words: Tier emission calculation, Esenboğa Airport, emission, IPCC

* Corresponding author. Erdem Öz

E-mail address: erdemoz13@hotmail.com

ORCID: 0000-0002-9625-6291¹, 0000-0003-2734-0374²

Received 07.02.2022; accepted 31.03.2022

Peer review under responsibility of Bandirma Onyedi Eylul University.

1. Giriş

Atmosferdeki sera gazları yeryüzünden yansıyan güneş ışınlarının tutulumunu sağlayarak canlı yaşamına için olanak vermektedir. Ancak bu gazların kontrolsüz bir şekilde artışı yeryüzünün aşırı ısınmasına ve sera etkisine neden olmaktadır (Dündar ve Kolay, 2021). EASA (European Aviation Safety Agency/ Avrupa Havacılık Emniyeti Ajansı) 2019 yılı havacılık çevre raporuna göre, 2016 yılında havacılık sektörünün Avrupa Birliği ülkelerinin ürettiği toplam sera gazı emisyonunun %3,6'sı ve ulaşım sektörü içindeki emisyon payı ise %13,4'tür. Rapor, Avrupa'da bulunan yıllık hava trafik sayısı 50.000 üzerindeki büyük havalimanlarının 2017 yılında 82 olduğunu, 2040 yılında ise 110'a yükselmesi beklendiği ve bu durumun neden olacağı havacılık kaynaklı gürültü kirliliğinin insanoğlunu etkileyebileceğini belirtmektedir. (EASA, 2019). Uçak motoru emisyonlarının yaklaşık %70'ini CO₂ (karbondioksit) oluşturmaktadır. %30 dan az bir kısmı H₂O (su buharı), %1'den az kısmı ise NO_x (Azot oksitler), CO (karbonmonoksit), SO₂ (kükürt dioksit), NMVOC(Non-methane volatile organic compound /Metan olmayan uçucu organik bileşenler), partiküller ve tehlikeli hava kirleticileri içeren iz bileşenlerden meydana gelmektedir (IPCC, 2006). Lund vd. (2017), havacılık kaynaklı meydana gelen ozon (O₃), metan (CH₄), aerosol, NO_x emisyonlarının Dünya'nın farklı bölgelerinde sıcaklık ve iklim değişikliği üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Uçak motorlarının yanma aktivitesi sonucu gökyüzünde bıraktığı izlerin bazı bölgelerde 100 yıllık süre boyunca kalabildiği ve küresel ısınmaya sebep olduğunu belirtmişlerdir. Aydın ve Aydın (2021), bir Alman kuruluşu olan Atmosfair'in verilerini kullanarak 2011 ve 2018 yılları arasında havayolu şirketlerinin CO₂ verimliliklerini araştırmışlardır. Sonuç olarak 100'den fazla havayolu şirketinin CO₂ verimliliğinde 2018 yılı itibariyle olumlu bir değişim olmadığı belirtilmiş ve havayolu şirketlerinin CO₂ verimliliğini artırmak için önerilerde bulunmuşlardır. Kuzu (2018), uçak emisyonlarının özellikle kentsel bölgelerde hava kalitesi üzerinde olumsuz etkilerinin olduğunu ve insan sağlığına, bitki örtüsüne, biyosfere etki ettiğini belirtmiştir. ATAG

(2021), hazırladığı havacılık raporunda 2050 yılı itibariyle her yıl 10 milyar yolcunun

havayolu seyahati gerçekleştireceğini ve bu durumun teknoloji, yakıt ve havacılık operasyonlarında gelişme olmaması halinde 2000 megatona yakın CO₂ emisyonuna sebep olacağını beklemektedir. Bu beklentiler havacılık sektörünün büyürken sürdürülebilir bir altyapıya ihtiyacı olduğunu göstermektedir. Uçuşların neden olduğu emisyonların hesaplanması ve emisyonların çevreye etkileri üzerine yapılan çalışmalar Tablo 1'de görülmektedir. Bu çalışmalardan bazıları: Pecorari vd. (2016), Marco Polo Havalimanı için çeşitli modeller kullanılarak uçak emisyonlarının çevreye dağılımı ve havalimanı yakınındaki yerleşim yerlerini nasıl etkilediğini ortaya koymuştur. Ayrıca emisyonların havalimanı içindeki etkilerinin de incelenmesi gerektiğini vurgulamıştır. Gelecek yıllarda artması beklenen hava trafiğinin ve havalimanı sayısının hava kalitesini etkileyebileceğini belirtmiştir. Schürmann vd. (2007), Zürih havalimanında yapılan çalışmalarda taksi yolları üzerindeki uçak operasyonları ve rüzgârın, kirletici konsantrasyonlarına etkisi incelemiştir. Alınan hava örneklerindeki VOC (Volatile Organic Compounds) uçucu organik bileşikler karışım oranları araştırmıştır. Terminal sahasındaki yüksek CO oranının uçaklardan kaynaklandığı belirtmiştir. Yapılan bu çalışmalar uçuşlar kaynaklı emisyonların sadece havalimanı operasyon bölgesini değil aynı zamanda havalimanı yakındaki yerleşim yerlerini ve havalimanı terminallerin iç kısımlarını da etkilediğini ortaya koymuştur. Ashworth vd. (2020), seyir aşamasında yapılan bir emisyon ölçüm yöntemiyle BAe146 tipi atmosferik araştırma uçağının Londra şehri için 3 farklı uçuşla elde ettiği verilerden hava kalitesi ve kirleticileri oranları araştırmışlardır. Londra'nın dış bölgeleri ve banliyölerdeki VOCs, NO_x ve O₃ karışım oranlarının iç bölgelere göre genellikle daha az olmasına rağmen dış kesimlerdeki yüksek NO_x seviyelerine Heathrow Havalimanı uçak trafiğinin neden olduğunu belirtmişlerdir. Covid 19 pandemisinin havacılık sektörüne etkisine bakıldığında ise devletlerin salgın nedeniyle aldıkları uçuş kısıtlamaları ya da durdurma kararları sonrası yolcu ve sefer sayıları etkilenmiştir. Havacılık ve Covid 19

pandemisi ilişkisini ortaya koyan çalışmalar yapılmıştır. Akca (2020), pandemi önlemleri sonrası havacılık sektörü bileşenlerinin ekonomik olarak salgından ne şekilde etkilendikleri ortaya koymuştur. Türk havacılık sektörünün salgın dönemi politik durumunu araştırmıştır. IATA (Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği/ International Air Transport Association) 2020 raporuna göre havacılık endüstrisi Covid 19 salgını nedeniyle ikinci Dünya Savaşı sonrası en büyük düşüşü yaşamıştır. Küresel bazda kilometre başına yolcu geliri %66 oranında azalmıştır (IATA, 2020). Saban ve Trabzon (2021), Türk Hava Yolları'nın sefer sayılarının, pandeminin havacılıkta etkisini gösterdiği 2020 yılında, 2019 yılı pandemi dönemi öncesine göre %57 oranında düştüğünü tespit etmiştir. ICAO (International Civil Aviation Organization / Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü) tarafından hazırlanan raporda pandemi kaynaklı havacılıkta kısıtlamaları nedeniyle Nisan 2020 itibarıyla toplam yolcu sayısının 2019 yılına göre %92 oranında azaldığını belirtilmiştir (Url-1). Havacılık sektöründe emisyonlar kaynaklı çevreye verilen zararın azaltılması amacıyla havalimanlarında ve uçuş operasyonlarının organizasyonunda çeşitli projeler, düzenlemeler ve teknolojiler uygulanmaktadır. Uçuşlar kaynaklı emisyonların düşürülmesini hedefleyen regülasyonlardan biri ICAO tarafından yürürlüğe konulan CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation/ Uluslararası Havacılığa Yönelik Karbon Denkleştirme ve Azaltma Şeması) regülasyonudur. Bu regülasyon devletlerin uluslararası havacılık faaliyetlerinden kaynaklanan CO₂ emisyonlarını düşürmeyi hedeflemektedir (Url-2). Türkiye' de CORSIA regülasyonu için uçak şirketlerinin yerine getirmesi gereken kriterler SHGM'nin (Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü) hazırladığı uygulama talimatında belirtilmiştir (SHGM, 2018). Türk Hava Yolları, 2022 şubat itibarıyla İstanbul Paris seferinde sürdürülebilir havacılık yakıtı kullanmaya başlayacağını açıklamıştır (Url-3). Sürdürülebilir havacılık yakıtının, kullanılan geleneksel jet yakıtına oranla tüm yaşam döngüleri boyunca karbon ayak izini %80 oranında azalttığı belirtilmiştir (Url-4). Türkiye'de havacılık kaynaklı emisyonları

azaltmayı hedefleyen diğer proje ve uygulamalarda mevcuttur. SHGM, DHMİ ve askeri havacılık otoritelerinin yaptığı ortak çalışmalar neticesinde, SHGM tarafından hava sahası esnek kullanım yönetmeliği hazırlanarak bazı uçuş rotaları kısaltılmış, zaman ve yakıttan tasarruf sağlanarak çevreye verilen zararın azaltılması sağlanmıştır (SHGM, 2014). Havacılık operasyonlarının kara tarafında emisyon ve atıkları azaltmaya yönelik yapılan proje ve uygulamalar bulunmaktadır. SHGM, tarafından başlatılan yeşil havalimanı projesine birçok havalimanı ve havacılık kuruluşu tarafından katılım sağlanmıştır. Projenin amacı kuruluşların çevreye verdikleri zararı en aza indirmek ve mümkün derecede sıfır çevre etkisi oluşturmaktır (Url-5). DHMİ, Uluslararası Havalimanları Konseyi'nin (ACI-Airports Council International) sürdürdüğü Havalimanı Karbon Akreditasyonu programı kapsamında 12 havalimanını sertifikalandırıp, karbonsuz havalimanı olarak ilan etmiştir. Proje kapsamında havalimanlarının atık ve karbon emisyonlarının azaltılması hedeflenmektedir. Ek olarak havalimanlarının gürültü haritaları güncellenerek gürültü kirliliğine karşı önlemler alınmaktadır (Url-6). Uçuş operasyonlarının organize edilmesi ve emisyon ilişkisi incelenirken slot kavramı karşımıza çıkmaktadır. Slot, havayolu şirketlerinin bir havalimanını belirlenen süre içinde iniş kalkış ve havalimanının altyapı hizmetlerini kullanma hakkını ifade eder. Belirlenmiş olan slot zamanlarında gerçekleştirilmeyen uçuşlar havayolu şirketlerinin slotlarını kaybetmesine neden olmaktadır (IATA, 2014; İnan, 2020). Slot haklarını kaybetmek istemeyen havayolu şirketleri düşük yolcu sayısı ile mecburi uçuşlar gerçekleştirmek zorunda kalmaktadır (Url-7). Bu durum emisyonların artmasına neden olmaktadır. Büyüyen havacılık sektöründe Covid 19 pandemisi uçuş sayılarının azalmasına ve emisyon değerlerinin düşmesine sebep olmuştur. Eurocontrol tarafından kalkış meydanı Türkiye'deki havalimanları olan uçuşlar baz alınarak yapılan hesaplamalarda ülkemiz 2020 yılı CO₂ emisyonu 2019 yılına göre %53,8 azalmıştır. (EUROCONTROL, 2021). Pandemi sonrası eski günlerine dönmesi beklenen sektörün emisyonları düşürme noktasında yeniliklere ve düzenlemelere ihtiyacı olduğu açıktır. Bu

çalışmada, uçuş sayıları ve emisyon değerleri elde edilen Ankara-Esenboğa Havalimanı özelinde havacılık sektörü emisyonlarını ve

çevresel etkileri azaltmak için bulgular ve öneriler ortaya konulmaktadır.

Tablo 1. Uçakların neden olduğu emisyonlar ve çevreye etkilerini inceleyen çalışmalar

| Yazar/Literatür | Çalışma Alanı | Çalışma konusu |
|---------------------------|--|---|
| Schürmann vd. (2007) | Zürih Havalimanı | NO _x , VOC, CO emisyonlarının havalimanı hava kalitesi üzerindeki etkisinin incelenmesi |
| Çağatan (2011) | İstanbul Atatürk Havalimanı | LTO safhasında emisyonların hesaplanması |
| Song ve Shon (2012) | Güney Kore'deki 4 havalimanı:Incheon, Gimpo Gimhae, Jeju . | LTO safhasında hava kirleticileri ve sera gazları hesaplanması |
| Sarı vd. (2013) | Antalya ve Van Ferit Melen Havalimanları | Havalimanları gürültü haritalama çalışmaları |
| Ünal (2014) | Nevşehir Havalimanı | Nevşehir Havalimanı gürültü ve emisyonlarının araştırılması |
| Pecorari vd. (2016) | Marco Polo Havalimanı | Uçuşlar kaynaklı emisyonların farklı metodolojiler ile hesaplanması ve karşılaştırılması |
| Canarslanlar (2017) | Türkiye'deki 30 havalimanı | LTO safha sürelerinin gerçek zamanlı uçuş verileriyle belirlenmesi |
| Yılmaz (2017) | Kayseri Havalimanı | LTO safhasında hava kirleticileri (HC, CO, NO _x) hesaplanması |
| Kuzu (2018) | İstanbul Atatürk Havalimanı | LTO emisyonlarının hesaplanması ve çevreye dağılımının modellenmesi |
| Kumaş vd. (2019) | Dalaman Havalimanı | LTO safhasında karbon ayak izinin belirlenmesi |
| Ekici ve Şöhret (2020) | Süleyman Demirel Havalimanı | Uçuşların neden olduğu emisyonların çevresel ve ekonomik olarak incelenmesi |
| Kito vd. (2020) | Japonya'daki iki havayolu Şirketi | Japon ve All Nippon Havayollarının 2005-2015 yılları arasındaki CO ₂ emisyonlarının hesaplanması |
| Aydin ve Aydin (2021) | Havayolu şirketleri | Havayolu şirketlerinin 2011-2018 yılları arasındaki CO ₂ verimliliğinin incelenmesi |
| Keskin ve Ercoşkun (2021) | Adnan Menderes Havalimanı | LTO safhasında emisyonların çevreye etkisinin incelenmesi |
| Domogolla vd. (2022) | Orta menzilli uçaklar | Çevre etkisi azaltılmış düşük gürültülü uçak tasarımı |

2. LTO döngüsünde emisyonlar

Hava araçlarının uçuşun LTO safhasında meydana getirdikleri emisyonların hesaplandığı, ulusal ve uluslararası çalışmalar bulunmaktadır. Yılmaz (2017), DHMİ'den elde ettiği verilerle 2010 yılı Kayseri Havalimanı için yolcu uçaklarının yarattığı emisyon değerlerini hesaplamış ve LTO döngüsündeki %25'lik artışın emisyon değerlerinde %11'lik artışa sebep olduğunu ortaya koymuştur. Canarlanlar (2017), Türkiye'de bulunan havalimanlarının LTO döngüsünün safha sürelerini gerçek uçuş verileri kullanarak hesaplamıştır. Esenboğa Havalimanı için bu değerler taksi için 15,2 dakika, yaklaşma için 3,6 dakika, kalkış için 0,6 dakika, tırmanma için 1,1 dakika olmuştur. Daha sonraki çalışmalarda emisyon hesaplaması için LTO safha sürelerinin kullanılacağını belirtmiştir. Çağatan (2011), İstanbul Atatürk Havalimanı LTO döngüsündeki emisyon değerlerini hesaplamış ve havalimanı kaynaklı hava kirleticilerinin rüzgar etkisiyle taşınımı üzerine analizler yapmıştır. Emisyonların çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yarattığını bu yüzden emisyonların türleri haricinde miktarlarının da hesaplanmasının önemli olduğunu belirtmiştir. Lu vd. (2018) Shuangliu Havalimanı LTO döngüsündeki uçakların yarattığı emisyonları farklı analiz metotları kullanarak hesaplamış ve sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Song ve Shon (2012), Güney Kore'de bulunan dört ayrı havalimanı için LTO hesaplamalarını uçak serilerini tek bir uçak tipi ve motoru olacak şekilde kabul ederek yapmışlardır. Örneğin; Boeing uçak üreticisinin, B737, B738, B735 serisindeki uçakların emisyonlarını B737 uçak tipinin emisyon faktörü ve CFM56-7B22/2 motor tipi için hesaplamışlardır. Tırmanış aşamasındaki en büyük emisyon değerinin NOx'den kaynaklandığını tespit etmişlerdir. Keskin ve Ercoşkun (2021), Adnan Menderes Havalimanı için LTO emisyonlarını Tier analiz yöntemini kullanarak hesaplamışlardır. Hesaplama 2019 ve 2020 yılları için belirledikleri günün emisyon değerlerini karşılaştırmışlardır. Adnan Menderes Havalimanını en çok tercih eden uçak tipinin B738 olduğunu belirlemişlerdir. Tablo 1'de LTO aşamasında yapılan diğer emisyon çalışmaları bulunmaktadır.

3. Esenboğa Havalimanı (Çalışma Alanı)

IATA: ESB ve ICAO: LTAC kodlu Esenboğa Havalimanı iç ve dış hatlar olarak Ekim 2006 dan itibaren hizmet vermekte olup sivil havalimanı statüsündedir. Terminal alanı 182.000 m²'dir. Coğrafi koordinatları ise 40°07'41"N, 032°59'42"E'dir. Esenboğa Havalimanının 3752x60 ve 3750x45 metre boyutlarında iki adet pisti bulunmaktadır (Şekil 1). Hava araçları için 4 apronda 50 adet park yeri mevcuttur. İç ve dış hatlarda yıllık 20 milyon yolcu kapasitesi bulunmaktadır (Url-8). DHMİ 2020 yılı faaliyet raporuna göre Esenboğa Havalimanının Türkiye'deki havalimanları arasındaki iç hat yolcu trafiği payı %9 iken, dış hatlarda %2 olarak gerçekleşmiştir (DHMİ, 2020). Esenboğa Havalimanı bu değerlerle yurtiçi yolcu sıralamasında üçüncü, dış hat yolcu sıralamasında ise beşinci sıradadır. Hava trafiği oldukça yoğun olan bir havalimanının Covid 19 pandemisi nedeniyle uçuş sayılarındaki ve emisyon değerlerindeki değişimin araştırması çalışma alanı olarak Esenboğa Havalimanının seçilmesine neden olmuştur. Ayrıca Esenboğa Havalimanını kullanan uçak ve helikopter tiplerinin çeşitliliğinin fazla oluşu, hava ulaşımının 2019 ve 2020 yılları arasındaki durumunun daha iyi ortaya konabilmesi için Esenboğa Havalimanının seçimi noktasında diğer bir kriter olmuştur.



Şekil 1. Esenboğa Havalimanı (Url-9)

4. Metodoloji

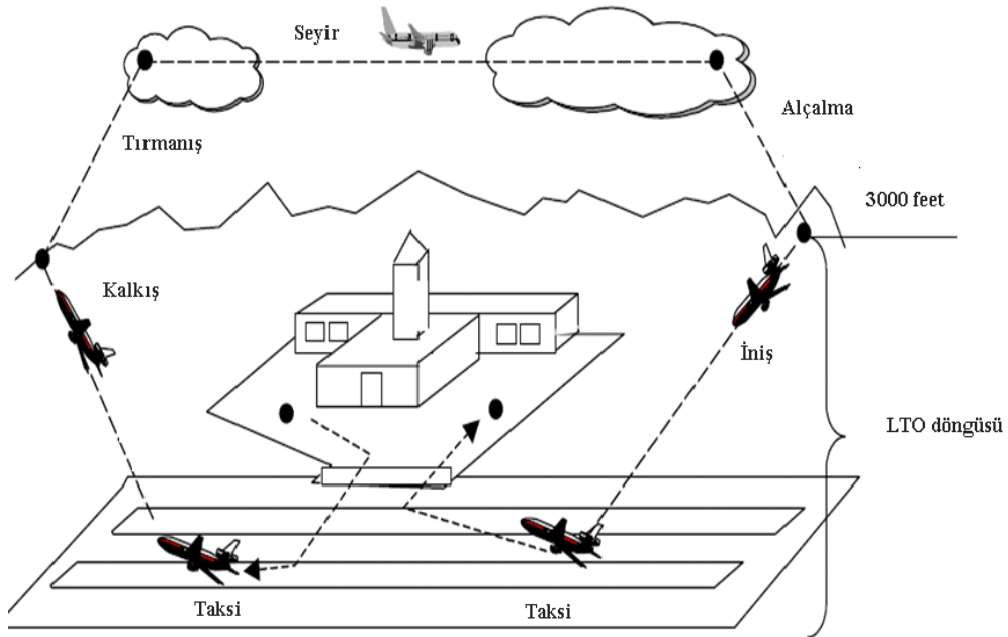
Standart uçuş döngüsü tanımı, ICAO tarafından seyir safhası (cruise) ve iniş-kalkış safhası (LTO, landing-take off cycle) olarak iki kısımda yapılmıştır. LTO safhası, 3000 feet

altında gerçekleşen yaklaşma, kalkış, tırmanış ve taksi aşamalarını içermektedir. Seyir safhası ise 3000 feet üzerindeki uçuş aktivitelerini ifade eder. Şekil 2’de IPCC standart uçuş döngüsü görülmektedir (IPCC, 2006). IPCC, LTO döngüsündeki emisyon değerlerini ve yakıt tüketimini hesaplamak için Tier 1 ve Tier 2 analizini önermiştir. Tier 2 analizi ile jet yakıtı kullanan uçaklar için emisyon hesaplaması yapılmaktadır. Tier 2 analizinde LTO döngüsü emisyon hesaplaması yapılırken 1 nolu denklem kullanılmaktadır. Denklem havalimanında gerçekleştirilen LTO sayısı ve uçak tipi için belirlenen emisyon faktörü ile çarpımını ifade etmektedir. Tier 1 analizi ile emisyon miktarı hesaplanırken denklem 2 kullanılır. Denklem 2 yakıt tüketim değerinin emisyon faktörü ile çarpılmasını ifade eder. Tier 1 analizine kıyasla ayrıntılı kriterler içerdiği için Tier 2 analizi daha hassas emisyon sonuçları vermektedir. Hesaplama formülleri denklem 1 ve denklem 2’de görülmektedir. Bu çalışmada Esenboğa Havalimanı için emisyon değerleri hesaplanırken Tier 2 analiz yöntemi kullanılmıştır (IPCC, 2006).

- (Denklem 1)
İniş kalkış döngüsü(LTO)
Emisyonu = LTO sayısı × LTO
Emisyon Faktörü

- (Denklem 2) Emisyon Miktarı =
Emisyon faktörü × Yakıt tüketimi

IPCC dokümanı, uçuşun LTO safhası için CO₂, CO, SO₂, CH₄, NMVOC, NO_x, N₂O emisyonlarını hesaplamak amacıyla, uçak tiplerine özel standart emisyon faktörleri sunmaktadır. Uçakların LTO emisyon faktörleri, IPCC emisyon faktör veritabanında bulunan sırasıyla enerji, yakıt yanma aktiviteleri, ulaşım, sivil havacılık başlıkları altındaki bölümden elde edilmiştir (IPCC 2006). IPCC dokümanı tüm uçak tipleri için emisyon faktörlerini göstermemektedir. Bu yüzden DHMİ den alınan uçuş istatistikleri incelenmiş, Esenboğa Havalimanını kullanan bütün uçak tipleri içerisinde IPCC dokümanında emisyon faktörleri mevcut olan 29 uçak tipi belirlenmiş ve bu uçaklara ait emisyon faktör değerleri Tablo 2’de gösterilmiştir. Çalışmanın devamında oluşturulan diğer tablo ve şekiller Tablo 2’deki uçak tipleri esas alınarak yapılan hesaplamalar ile hazırlanmıştır. Esenboğa Havalimanı uçuş istatistikleri, DHMİ web sitesi üzerinden, iletişim merkezi mail adresine yapılan başvuru sonucu kurum tarafından sağlanmıştır.



Şekil 2. Standart uçuş döngüsü (IPCC, 1997)

Tablo 2. IPCC uçak tipleri için emisyon faktörleri (IPCC,2006)

| UÇAK TİPİ | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | NO _x | CO | NMVO | | YAKIT TÜKETİMİ |
|-------------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-------|-------|-----------------|-------------------|
| | | | | | | C | SO ₂ | |
| A320 | 2440 | 0,06 | 0,1 | 9,01 | 6,19 | 0,51 | 0,77 | 770 |
| A321 | 3020 | 0,14 | 0,1 | 16,72 | 7,55 | 1,27 | 0,96 | 960 |
| A300 | 5450 | 0,12 | 0,2 | 25,86 | 14,8 | 1,12 | 1,72 | 1720 |
| A310 | 4760 | 0,63 | 0,2 | 19,46 | 28,3 | 5,67 | 1,51 | 1510 |
| A319 | 2310 | 0,06 | 0,1 | 8,73 | 6,35 | 0,54 | 0,73 | 730 |
| A330-A332-A333 | 7050 | 0,13 | 0,2 | 35,57 | 16,2 | 1,15 | 2,23 | 2230 |
| A342 | 5890 | 0,42 | 0,2 | 28,31 | 26,19 | 3,78 | 1,86 | 1860 |
| A343 | 6380 | 0,39 | 0,2 | 34,81 | 25,23 | 3,51 | 2,02 | 2020 |
| A345 -A346 | 10660 | 0,01 | 0,3 | 64,45 | 15,31 | 0,13 | 3,37 | 3370 |
| BE20-B350-BE40- BE9L | 230 | 0,06 | 0,01 | 0,3 | 2,97 | 0,58 | 0,07 | 70 |
| BAe146 | 1800 | 0,14 | 0,1 | 4,07 | 11,18 | 1,27 | 0,57 | 570 |
| B737 | 2740 | 0,45 | 0,1 | 6,74 | 16,04 | 4,06 | 0,87 | 870 |
| B738-739 | 2780 | 0,07 | 0,1 | 12,3 | 7,07 | 0,65 | 0,88 | 880 |
| B743 | 11080 | 0,27 | 0,4 | 65 | 17,84 | 2,46 | 3,51 | 3510 |
| B744 | 10240 | 0,22 | 0,3 | 42,88 | 26,72 | 2,02 | 3,24 | 3240 |
| B752 | 4320 | 0,02 | 0,1 | 23,43 | 8,08 | 0,2 | 1,37 | 1370 |
| B762 | 4620 | 0,33 | 0,1 | 23,76 | 14,8 | 2,99 | 1,46 | 1460 |
| B763 | 5610 | 0,12 | 0,2 | 28,19 | 14,47 | 1,07 | 1,77 | 1780 |
| B772-B773 | 8100 | 0,07 | 0,3 | 52,81 | 12,76 | 0,59 | 2,56 | 2560 |
| C525-C560 | 1070 | 0,33 | 0,03 | 0,74 | 34,07 | 3,01 | 0, | 340 |
| GLF 4 | 2160 | 0,14 | 0,1 | 5,63 | 8,88 | 1,23 | 0,68 | 680 |
| GLF 5 | 1890 | 0,03 | 0,1 | 5,58 | 8,42 | 0,28 | 0,6 | 600 |
| RJ85 | 1910 | 0,13 | 0,1 | 4,34 | 11,21 | 1,21 | 0,6 | 600 |
| TU-134 | 2930 | 1,8 | 0,1 | 8,68 | 27,98 | 16,19 | 0,93 | 930 |
| J328 | 870 | 0,06 | 0,03 | 2,99 | 5,35 | 0,52 | 0,27 | 280 |
| B733-734-735 | 2480 | 0,08 | 0,1 | 7,19 | 13,03 | 0,75 | 0,78 | 780 |
| B742 | 11370 | 1,82 | 0,4 | 49,52 | 79,78 | 16,41 | 3,6 | 3600 |
| B722 | 4610 | 0,81 | 0,1 | 11,97 | 27,16 | 7,32 | 1,46 | 1460 |
| F100 | 2390 | 0,14 | 0,1 | 5,75 | 13,84 | 1,29 | 0,76 | 760 |

29 farklı uçak tipinin Esenboğa Havalimanına 2019 ve 2020 yıllarında gerçekleştirdiği iniş ve kalkış sayıları Tablo 3' te gösterilmiştir. Tablo 3, DHMİ'den elde edilen veriler kullanılarak hazırlanmıştır. Çalışmada ICAO uçak tanıtımları kullanılan uçak tiplerinden A320, A321, A300, A310, A319, A330, A332, A333, A342, A343, A345-346 gösterimli uçaklar Airbus uçak üreticisinin modelleridir. B737,

B738, B739, B743, B744, B752, B762, B763, B772, B773, B733, B734, B735, B742, B722 Boeing üreticisinin uçak modelleridir. GLF4 ve GLF5, Gulfstream uçak şirketi üretimidir. TU-134 Tupolev, J328 Dornier, RJ85 ve BAe 146, British Aerospace, F100 Fokker, BE20-B350-BE40-BE9L ise Beechcraft uçak üreticilerinin modellerini ifade etmektedir.

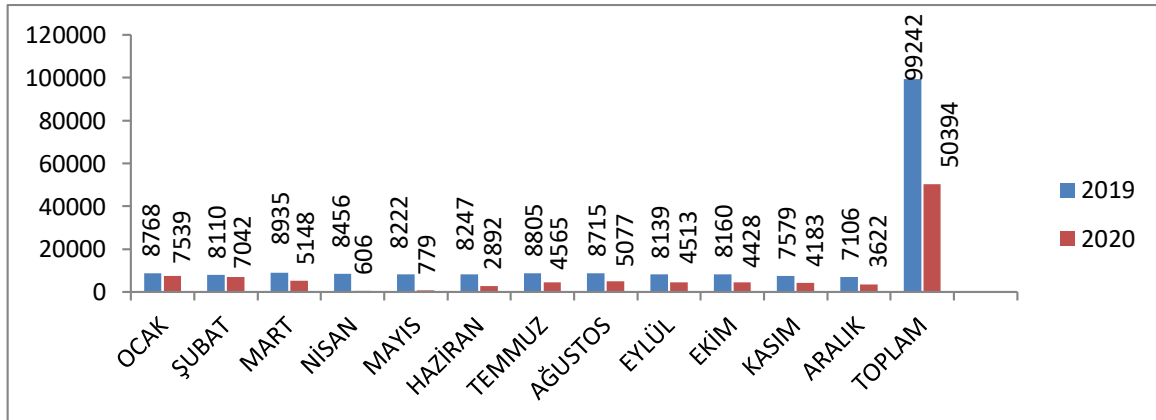
Tablo 3. 2019 ve 2020 yılı Esenboğa Havalimanı uçak tipine göre gerçekleştirilen LTO sayıları

| UÇAK TİPİ | 2019 | 2020 | UÇAK TİPİ | 2019 | 2020 |
|---------------------|-------|-------|----------------|------|------|
| A320 | 10284 | 5321 | B752 | 36 | 5 |
| A321 | 5137 | 1757 | B762 | 24 | 8 |
| A300 | 214 | 33 | B763 | 20 | 14 |
| A310 | 506 | 138 | B772-B773 | 1706 | 587 |
| A319 | 919 | 759 | C525- C560 | 637 | 799 |
| A330-A332- A333 | 1697 | 565 | GLF4 | 344 | 325 |
| A342 | 2 | 3 | GLF5 | 164 | 182 |
| A343 | 153 | 28 | RJ85 | 4 | 3 |
| A345 -A346 | 26 | 43 | TU-134 | 11 | 12 |
| BE20-B350-BE40-BE9L | 576 | 674 | J328 | 10 | 6 |
| BAe146 | 0 | 12 | B733-B734-B735 | 178 | 258 |
| B737 | 766 | 119 | B742 | 0 | 4 |
| B738-B739 | 69595 | 31044 | B722 | 0 | 2 |
| B743 | 6 | 2 | F100 | 2 | 4 |
| B744 | 26 | 8 | | | |

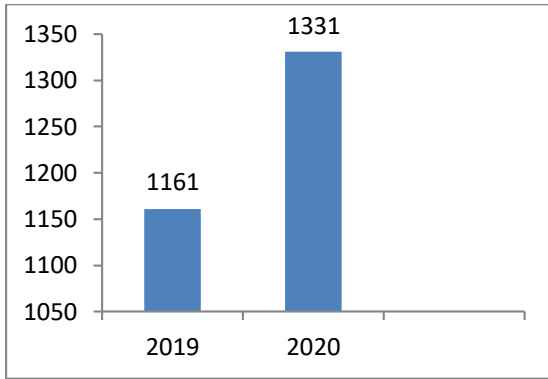
5. Bulgular

2019 ve 2020 yılı Esenboğa Havalimanı iniş kalkış sayılarının aylara göre dağılımı, DHMİ uçuş veri istatistikleri kullanılarak hazırlanan Şekil 3'te gösterilmiştir. Şekil 3'teki uçuş verileri incelendiğinde; Türkiye'de Covid 19 kaynaklı havayolu seyahat kısıtlamalarının uygulamaya girmesiyle beraber 2020 yılı Nisan ayı itibarıyla Esenboğa Havalimanına gerçekleştirilen uçuş sayısında ciddi bir azalma gerçekleştiği görülmektedir.

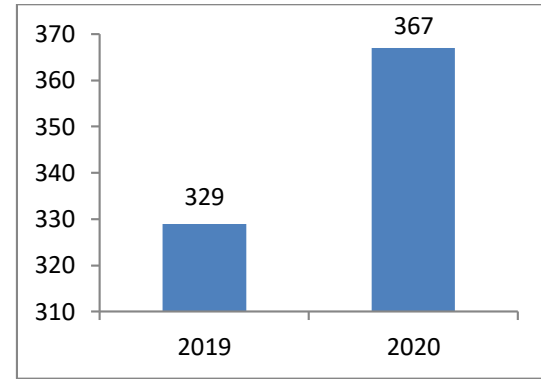
Temmuz ve Aralık ayları arasında seyahat düzenlemeleri etkisinde aylık uçuş sayısı 4000 üzerinde olmuştur. Covid 19 pandemisi nedeniyle 2020 yılında Esenboğa Havalimanı toplam uçuş sayısı 2019 yılına göre %49,2 oranında azalmıştır.

**Şekil 3.** 2019 ve 2020 yılı Esenboğa Havalimanı iniş kalkış sayılarının aylara göre dağılımı

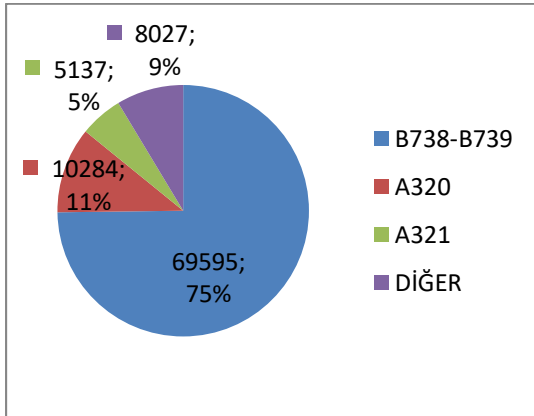
Hesaplama kullanılan jet uçakları Fokker 100, RJ85, Bae146, C525-C560, GLF 4, GLF5, J328 tipte uçaklar 2019 da toplam 1161 uçuş gerçekleştirmişlerdir (Şekil 4). Bu sayı 2020 yılında 1331 olmuştur. Helikopter iniş kalkış sayısı 2019 yılında 329, 2020 yılında 367 olmuştur (Şekil 5). Hesaplaması yapılan uçuşlar için 2020 yılında 2019 yılına kıyasla toplamda %54,09 oranında azalma görülürken, bölgesel jet uçaklarında %14,64 ve helikopter uçuş sayılarında %11,55 oranında artış olduğu tespit edilmiştir.



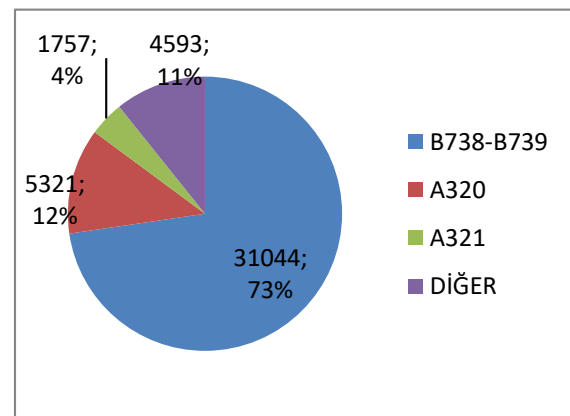
Şekil 4. Yıllık jet uçakları uçuş sayıları



Şekil 5. Yıllık helikopter uçuş sayıları



Şekil 6. 2019 yılı hesaplanan uçak tipine göre uçuş sayısı ve yüzdeleri



Şekil 7. 2020 yılı hesaplanan uçak tipine göre uçuş sayısı ve yüzdeleri

Esenboğa Havalimanı LTO safhası emisyon değerleri Tier 2 analizi yaklaşımıyla, Tablo 2’deki emisyon faktörleri ile Tablo 3’teki LTO

sayıları kullanılarak hesaplanmıştır. Emisyon sonuçları ve yakıt tüketimi değerleri Tablo 4 ve Tablo 5’te görülmektedir.

Tablo 4. 2019 yılı uçak tiplerine göre LTO emisyon sonuçları(kg) (IPCC,2006)

| UÇAK TİPİ | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | NO _x | CO | NM VOC | SO ₂ | YAKIT TÜKETİMİ |
|-----------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------|---------|-----------------|----------------|
| A320 | 25092960 | 617,04 | 1028,4 | 92658,84 | 63657,96 | 5244,84 | 7918,6 | 7918680 |
| A321 | 15513740 | 719,18 | 513,7 | 85890,64 | 38784,35 | 6523,99 | 4931,52 | 4931520 |
| A300 | 1166300 | 25,68 | 42,8 | 5534,04 | 3167,2 | 239,68 | 368,08 | 368080 |

| | | | | | | | | |
|---------------------|-----------|---------|--------|----------|----------|----------|---------|----------|
| A310 | 2408560 | 318,78 | 101,2 | 9846,76 | 14319,8 | 2869,02 | 764,06 | 764060 |
| A319 | 2122890 | 55,14 | 91,9 | 8022,87 | 5835,65 | 496,26 | 670,87 | 670870 |
| A330- A332-A333 | 11963850 | 220,61 | 339,4 | 60362,29 | 27491,4 | 1951,55 | 3784,31 | 3784310 |
| A342 | 11780 | 0,84 | 0,4 | 56,62 | 52,38 | 7,56 | 3,72 | 3720 |
| A343 | 976140 | 59,67 | 30,6 | 5325,93 | 3860,19 | 537,03 | 309,06 | 309060 |
| A345-A346 | 277160 | 0,26 | 7,8 | 1675,7 | 398,06 | 3,38 | 87,62 | 87620 |
| BE20-B350-BE40-BE9L | 132480 | 34,56 | 5,76 | 172,8 | 1710,72 | 334,08 | 40,32 | 40320 |
| BAe146 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B737 | 2098840 | 344,7 | 76,6 | 5162,84 | 12286,64 | 3109,96 | 666,42 | 666420 |
| B738-B739 | 193474100 | 4871,65 | 6959,5 | 856018,5 | 492036,7 | 45236,75 | 61243,6 | 61243600 |
| B743 | 66480 | 1,62 | 2,4 | 390 | 107,04 | 14,76 | 21,06 | 21060 |
| B744 | 266240 | 5,72 | 7,8 | 1114,88 | 694,72 | 52,52 | 84,24 | 84240 |
| B752 | 155520 | 0,72 | 3,6 | 843,48 | 290,88 | 7,2 | 49,32 | 49320 |
| B762 | 110880 | 7,92 | 2,4 | 570,24 | 355,2 | 71,76 | 35,04 | 35040 |
| B763 | 112200 | 2,4 | 4 | 563,8 | 289,4 | 21,4 | 35,4 | 35600 |
| B772-B773 | 13818600 | 119,42 | 511,8 | 90093,86 | 21768,56 | 1006,54 | 4367,36 | 4367360 |
| C525-C560 | 681590 | 210,21 | 19,11 | 471,38 | 21702,59 | 1917,37 | 216,58 | 216580 |
| GLF4 | 743040 | 48,16 | 34,4 | 1936,72 | 3054,72 | 423,12 | 233,92 | 233920 |
| GLF 5 | 309960 | 4,92 | 16,4 | 915,12 | 1380,88 | 45,92 | 98,4 | 98400 |
| RJ85 | 7640 | 0,52 | 0,4 | 17,36 | 44,84 | 4,84 | 2,4 | 2400 |
| TU-134 | 32230 | 19,8 | 1,1 | 95,48 | 307,78 | 178,09 | 10,23 | 10230 |
| J328 | 8700 | 0,6 | 0,3 | 29,9 | 53,5 | 5,2 | 2,7 | 2800 |
| B733-B734-B735 | 441440 | 14,24 | 17,8 | 1279,82 | 2319,34 | 133,5 | 138,84 | 138840 |
| B742 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B722 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F100 | 4780 | 0,28 | 0,2 | 11,5 | 27,68 | 2,58 | 1,52 | 1520 |

Tablo 5. 2020 yılı uçak tiplerine göre LTO emisyon sonuçları(kg) (IPCC,2006)

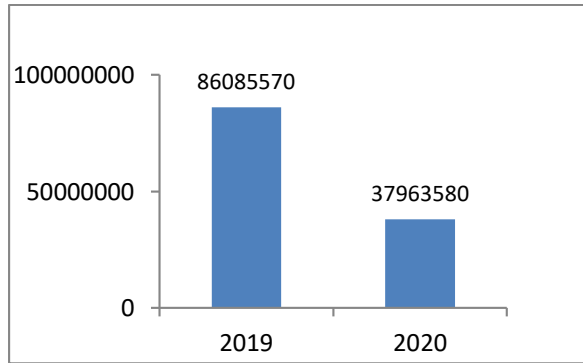
| UÇAK TİPİ | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | NO _x | CO | NM VOC | SO ₂ | YAKIT TÜKETİMİ |
|---------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------|--------|-----------------|----------------|
| A320 | 12983240 | 319,26 | 532,1 | 47942,21 | 32936,99 | 1,02 | 4097,17 | 4097170 |
| A321 | 5306140 | 245,98 | 175,7 | 29377,04 | 13265,35 | 2,54 | 1686,72 | 1686720 |
| A300 | 179850 | 3,96 | 6,6 | 853,38 | 488,4 | 2,24 | 56,76 | 56760 |
| A310 | 656880 | 86,94 | 27,6 | 2685,48 | 3905,4 | 11,34 | 208,38 | 208380 |
| A319 | 1753290 | 45,54 | 75,9 | 6626,07 | 4819,65 | 1,08 | 554,07 | 554070 |
| A330-A332-A333 | 3983250 | 73,45 | 113 | 20097,05 | 9153 | 2,3 | 1259,95 | 1259950 |
| A342 | 17670 | 1,26 | 0,6 | 84,93 | 78,57 | 7,56 | 5,58 | 5580 |
| A343 | 178640 | 10,92 | 5,6 | 974,68 | 706,44 | 7,02 | 56,56 | 56560 |
| A345-A346 | 458380 | 0,43 | 12,9 | 2771,35 | 658,33 | 0,26 | 144,91 | 144910 |
| BE20-B350-BE40-BE9L | 155020 | 40,44 | 6,74 | 202,2 | 2001,78 | 1,16 | 47,18 | 47180 |
| BAe146 | 21600 | 1,68 | 1,2 | 48,84 | 134,16 | 2,54 | 6,84 | 6840 |
| B737 | 326060 | 53,55 | 11,9 | 802,06 | 1908,76 | 8,12 | 103,53 | 103530 |
| B738-B739 | 86302320 | 2173,08 | 3104,4 | 381841,2 | 219481,1 | 1,3 | 27318,72 | 27318720 |

| | | | | | | | | |
|-----------------|---------|--------|-------|----------|----------|-------|---------|---------|
| B743 | 22160 | 0,54 | 0,8 | 130 | 35,68 | 4,92 | 7,02 | 7020 |
| B744 | 81920 | 1,76 | 2,4 | 343,04 | 213,76 | 4,04 | 25,92 | 25920 |
| B752 | 21600 | 0,1 | 0,5 | 117,15 | 40,4 | 0,4 | 6,85 | 6850 |
| B762 | 36960 | 2,64 | 0,8 | 190,08 | 118,4 | 5,98 | 11,68 | 11680 |
| B763 | 78540 | 1,68 | 2,8 | 394,66 | 202,58 | 2,14 | 24,78 | 24920 |
| B772-B773 | 4754700 | 41,09 | 176,1 | 30999,47 | 7490,12 | 1,18 | 1502,72 | 1502720 |
| C525-C560 | 854930 | 263,67 | 23,97 | 591,26 | 27221,93 | 6,02 | 271,66 | 271660 |
| GLF 4 | 702000 | 45,5 | 32,5 | 1829,75 | 2886 | 2,46 | 221 | 221000 |
| GLF 5 | 343980 | 5,46 | 18,2 | 1015,56 | 1532,44 | 0,56 | 109,2 | 109200 |
| RJ85 | 5730 | 0,39 | 0,3 | 13,02 | 33,63 | 2,42 | 1,8 | 1800 |
| TU-134 | 35160 | 21,6 | 1,2 | 104,16 | 335,76 | 32,38 | 11,16 | 11160 |
| J328 | 5220 | 0,36 | 0,18 | 17,94 | 32,1 | 1,04 | 1,62 | 1680 |
| B733-B734 -B735 | 639840 | 20,64 | 25,8 | 1855,02 | 3361,74 | 1,5 | 201,24 | 201240 |
| B742 | 45480 | 7,28 | 1,6 | 198,08 | 319,12 | 32,82 | 14,4 | 14400 |
| B722 | 9220 | 1,62 | 0,2 | 23,94 | 54,32 | 14,64 | 2,92 | 2920 |
| F100 | 9560 | 0,56 | 0,4 | 23 | 55,36 | 2,58 | 3,04 | 3040 |

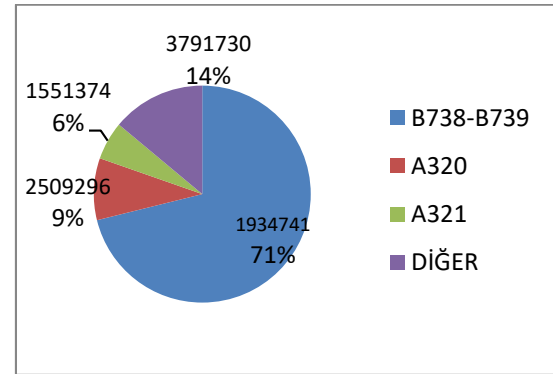
2019 ve 2020 yılları için hesaplama sonuçları karşılaştırıldığında; 2019 yılında 86 bin ton üzerinde olan toplam yakıt tüketimi 2020 yılında yaklaşık 38 bin ton olarak gerçekleşmiştir (Şekil 8). Uçak tiplerine göre yakıt tüketiminde her iki yıl için de ilk sırada B738 ve B739 tipi uçakların olduğu belirlenmiştir. Hesaplama kullanılan 29

farklı uçak tipinin yakıt tüketim ortalaması alındığında bir LTO için 1431 kg çıkmaktadır. B738-B739 uçak tipleri bir LTO için yakıt tüketimi 880 kg'dır. Bu değer ortalama değer altında olmasına rağmen gerçekleştirilen LTO sayısının fazla oluşu bu uçak tiplerinin yakıt tüketiminin fazla olmasına sebep olmuştur.

CO₂'nin 2019 da %86,05'ini 2020 yılında %87,18'ini oluşturduğu saptanmıştır.

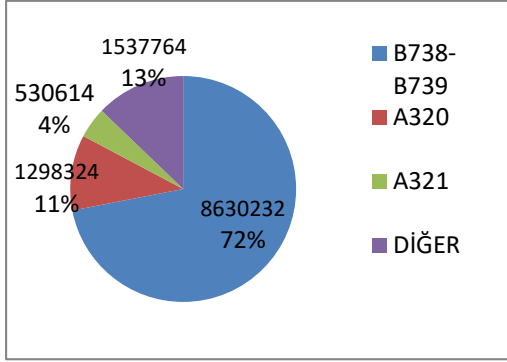


Şekil 8. Yıllık toplam yakıt tüketim değerleri(kg)



Şekil 9. 2019 yılı CO₂ emisyonunun uçak tiplerine göre miktar(kg) ve yüzdeleri

Şekil 9 ve 10'da görüldüğü üzere 2019 yılında en çok CO₂ emisyonu gerçekleştiren uçak tipleri sırasıyla B738-B739, A320 ve A321 olmuştur. B738 ve B739, 2019 yılı toplam CO₂ emisyonunun %71'ini oluşturmaktadır. 2019 ve 2020 yılında A320 ve A321 uçak tipleri toplam CO₂ emisyonunun %15'ini oluşturmuştur. Bu dört uçağın toplam salınan



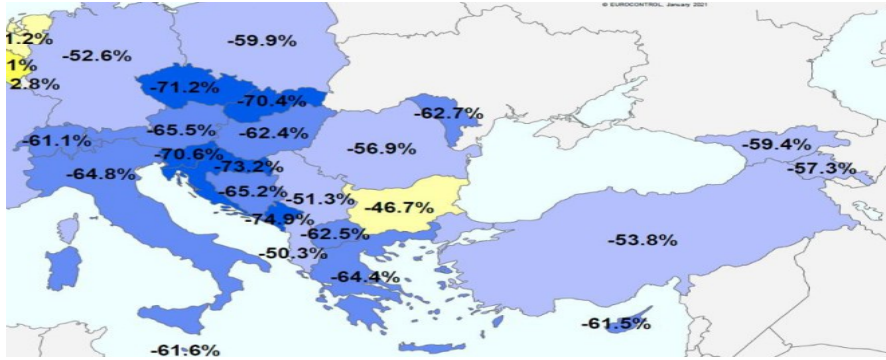
Şekil 10. 2020 yılı CO₂ emisyonunun uçak tiplerine göre miktar(kg) ve yüzdeleri

2019 yılı ve 2020 yılı hava kirleticilerinin toplam emisyon değerlerinin yüzdesel olarak değişimi Tablo 6'da gösterilmiştir. Tablo 6'daki Esenboğa Havalimanı CO₂ emisyon değişim yüzdesi %55,89 Eurocontrol havacılık teşkilatının Türkiye için belirlediği %53,8'lik

değişim yüzdesine benzerlik göstermektedir (Şekil 11). Tüm kirleticilerin emisyonları uçuş sayılarının düşmesiyle yarıdan fazla oranda azalmıştır.

Tablo 6. Sera gazları ve hava kirleticilerin yüzdeleri

| Sera gazı ve kirleticiler | 2019 -2020 değişim yüzdesi |
|---------------------------|----------------------------|
| CO ₂ | %55,89 azalma |
| CH ₄ | %54,94 azalma |
| N ₂ O | %55,57 azalma |
| NO _x | %56,70 azalma |
| CO | %53,42 azalma |
| NM VOC | %54,92 azalma |
| SO ₂ | %55,92 azalma |



Şekil 11. Avrupa ülkeleri 2019-2020 yılları CO₂ emisyon değişim yüzdeleri (EUROCONTROL, 2021)

6. Sonuç ve öneriler

Çalışma sonucunda Esenboğa Havalimanı uçuş sayıları ve emisyon değerleri 2019 ve 2020 yılları için tespit edilmiştir. 2020 yılında ulusal ve uluslararası havacılıkta uygulanan uçuşların durdurulması ve kısıtlanması kararları sonucu Esenboğa Havalimanında uçuş sayılarında düşüş yaşanmıştır.

2019 Yılı uçuş sayısı yüz bine yaklaşan Esenboğa Havalimanı için 29 farklı uçak tipinin, emisyon değerlerine etkisi araştırılmıştır. B738-B739 tipi uçaklar iniş kalkış ve emisyon değerleri sıralamasında ilk sırada yer almıştır. B742 ve A345 gibi yüksek emisyon ve yakıt tüketim faktörleri bulunan

uçakların iniş kalkış sayılarının az oluşu Esenboğa Havalimanı için hesaplamalarda paylarının düşük kalmasını sağlamıştır.

Çalışmada, IPCC kılavuzunda emisyon faktörleri olmayan %6'lık bir uçak ve helikopter yüzdesi hesaplanamamıştır. Emisyon hesabı için farklı uçak tiplerine ait emisyon faktörlerinin de erişilebilir olması yapılan hesaplamaları daha doğru ve hassas yapacaktır.

Esenboğa Havalimanında, jet uçakları ve helikopter uçuş sayılarında 2020 yılında az da olsa artış gerçekleşmiştir. Pandemi döneminde azalan uçuş sayıları içerisinde jet uçakları ve

helikopter uçuş sayılarının artış göstermiş olması dikkat çekmektedir.

Çalışmada uçuş sayılarının azalışının emisyon değerlerinde azalmaya neden olduğu görülmüştür. Ancak, 2050 yılı itibarıyla Dünya genelinde yıllık 10 milyar havayolu yolcu sayısına ulaşılması beklenmektedir. Havacılığa olan talebin artışı, emisyon azaltımı için yeni teknoloji ve gelişmelere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Havacılık sektöründe emisyonların azaltılması için şu adımların atılması fayda sağlayabilir;

- Mevcut uçuş rotalarının kısaltılması ve güncellenmesini içeren proje ve uygulamaların artışı ile tüketilen yakıt azalacak ve çevreye zarar veren emisyon miktarı düşecektir.
- Havayolu şirketlerinin slot haklarını kaybetmemek için düşük yolcu sayısı ile gerçekleştirdikleri zorunlu uçuşlarla ilgili yapılacak düzenlemelerle uçuş sayısında ve emisyonlarda azalma gerçekleştirilecektir.
- Yeni ve daha çevreci olan sürdürülebilir havacılık yakıt üretiminin ve kullanımının yaygınlaştırılması emisyon değerlerinin azalmasını sağlayacaktır. Ayrıca yerli imkanlarla sürdürülebilir havacılık yakıtı üretimi yapılması için çalışmalar yapılmalıdır. Yerli sürdürülebilir yakıtın kullanılabilmesi ülke ekonomisi için olumlu etkiler yaratacaktır.
- Havalimanı apron hizmetlerinde elektrikli araçların kullanımı emisyon değerlerinin azalmasını sağlayacaktır.
- SHGM'nin gerçekleştirdiği yeşil havalimanı projesi ve DHMİ'nin yürüttüğü karbonsuz havalimanı projesi benzeri çevreci projelerin terminal ve çevresinde yaygınlaşması emisyonları azaltacaktır.
- Uçakların pas geçme sayılarının azaltılması LTO döngüsündeki emisyon artışının önüne geçecektir.
- Havayolu şirketleri emisyon verimliliği yüksek, gürültü değeri düşük, aerodinamik açıdan gelişmiş yeni nesil uçaklarla filolarını gençleştirerek CORSIA regülasyonun gerekliliklerini yerine getirmelidir.

Hesaplamalar sonucu elde edilen bulgular ışığında Esenboğa Havalimanı düzeyinde yoğun bir havalimanında Covid 19 pandemisi

etkisiyle uçuş sayılarının ve uçuşlar kaynaklı emisyonların ciddi oranda azaldığı ortaya konmuştur. Sektörün neden olduğu emisyonların hem hava tarafı hem de kara tarafında azaltılmasını sağlayabilecek öneri ve görüşler sunulmuştur. Sonuç olarak havacılık sektörünün tüm paydaşlarının aldıkları kararlarda çevre koruma bilinciyle hareket etmesi, gelişen ve büyüyen sektörün iklim değişikliğine karşı olumsuz etkilerini azaltacağı anlaşılmaktadır.

Araştırmacıların katkı oranı beyanı

Yazarların çalışmadaki katkı oranları eşittir.

Destek ve teşekkür beyanı

DHMİ'ye veri temini sağladığı için teşekkür ederiz.

Çıkar çatışması beyanı

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

Kaynakça

Ali Ozan Canarlanlar. (2017) İniş Kalkış Döngüsündeki Safha Sürelerinin Gerçek Uçuş Verileri Kullanılarak Değerlendirilmesi. *Sürdürülebilir Havacılık Araştırmaları Dergisi* , Cilt 2 sayı 1, DOI: 10.23890/SUHAD.2017.0105

Ashworth, K., Bucci, S., Gallimore, P. J., Lee, J., Nelson, B. S., Sanchez-Marroquín, A., ... & McQuaid, J. B. (2020). Megacity and local contributions to regional air pollution: an aircraft case study over London. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20(12), 7193-7216.

ATAG. (2021). WAYPOINT 2050. Erişim adresi https://aviationbenefits.org/media/167418/w2050_v2021_27sept_summary.pdf

DHMİ. (2020). DHMİ 2020 Havayolu Sektör Raporu. Erişim adresi https://www.dhmi.gov.tr/Lists/HavaYoluSektorRaporlari/Attachments/14/2020_Havayolu_Sektor_raporu.pdf

Domogalla, V., Bertsch, L., Plohr, M., Stumpf, E., & Spakovszky, Z. S. (2022). Low-Noise Design of Medium-Range Aircraft

for Energy Efficient Aviation. *Aerospace*, 9(1), 3.

Dündar, A. O., & Kolay, A. (2021). Karayolu yük ve yolcu taşımacılığının çevresel sürdürülebilirlik bakımından değerlendirilmesi ve Konya ili sera gazı emisyonunun hesaplanması. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(1), 317-334.

EASA. (2019). European Aviation Environmental Report 2019. Erişim adresi: https://www.easa.europa.eu/eaer/system/files/ua_uploaded/219473_EASA_EAER_2019_WEB_HI-RES_190311.pdf

EUROCONTROL. (2021). EUROCONTROL Data Snapshot. Erişim Adresi <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2021-01/eurocontrol-data-snapshot-co2-emissions-2020.pdf>

Lu, C., Liu, H., Song, D., Yang, X., Tan, Q., Hu, X., & Kang, X. (2018). The establishment of LTO emission inventory of civil aviation airports based on big data. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 128, No. 1, p. 012069). IOP Publishing.

IATA. (2014). The Worldwide Airport Slot Guidelines. Erişim adresi <https://www.iata.org/contentassets/4ede2aabfc14a55919e468054d714fe/wasg-edition-1-english-version.pdf>

IATA. (2020). Annual review 2020. Erişim adresi <https://www.iata.org/contentassets/c81222d96c9a4e0bb4ff6ced0126f0bb/iata-annual-review-2020.pdf>

Inan, T. T. (2020). Slot Kavramının Havalimanları ve Havayolları Açısından İncelenmesi. *International Journal of Management and Social Research*, 7(13), 46-55.

IPCC. (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Erişim adresi <https://www.ipccggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

İlker Yılmaz. (2017). Emissions from passenger aircraft at Kayseri Airport, Turkey. *Journal of Air Transport Management* 58 (2017) 176-182, <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2016.11.001>

Kaya Aydın, G., & Aydın, U. (2021). Is there any convergence in the CO2 emission efficiency of airlines?. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-10.

Kazım Çağatan. (2011) İstanbul Atatürk Havalimanı İçin Uçak Emisyonlarının Belirlenmesi ve Çevresel Etkileri İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek lisans tezi <http://hdl.handle.net/11527/7135>

Keskin, B. N., & Ercoşkun, Ö. Y. (2021). Covid-19'un havacılık sektörüne çevresel etkisi: Adnan Menderes Havalimanı örneği. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 4(1), 74-86.

Kito, M., Nagashima, F., Kagawa, S., & Nansai, K. (2020). Drivers of CO2 emissions in international aviation: the case of Japan. *Environmental Research Letters*, 15(10), 104036.

Kumaş, K., İnan, O., Akyüz, A., & Güngör, A. (2019). Muğla Dalaman Havalimanı Uçaklardan Kaynaklanan Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 7(2), 291-297.

Kuzu, S. L. (2018). Estimation and dispersion modeling of landing and take-off (LTO) cycle emissions from Atatürk International Airport. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 11(2), 153-161.

Lund, M. T., Aamaas, B., Berntsen, T., Bock, L., Burkhardt, U., Fuglestedt, J. S., & Shine, K. P. (2017). Emission metrics for quantifying regional climate impacts of aviation. *Earth System Dynamics*, 8(3), 547-563.

Meltem Akça. (2020). COVID-19'UN HAVACILIK SEKTÖRÜNE ETKİSİ. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7(4), 45-64.

Pecorari, E., Mantovani, A., Franceschini, C., Bassano, D., Palmeri, L., & Rampazzo, G. (2016). Analysis of the effects of meteorology on aircraft exhaust dispersion and deposition using a Lagrangian particle model. *Science of the Total Environment*, 541, 839-856.

Saban, M., & Trabzon, O. (2021) Covid-19 Salgınının Havacılık Sektöründeki Şirket Performansları Üzerindeki Etkileri: Türk Havayolları Örneği. *International Review of Economics and Management*, 9(1), 64-79.

Sarı, D., Hamamcı, S. F., Akdağ, A., Kütükoğlu, M., Özkurt, N., & Şti, H. M. M. T. L. (2013). Havalimanlarında Gürültü Haritalama Çalışmaları-Türkiye'den Örnekler.

Song, S. K., & Shon, Z. H. (2012). Emissions of greenhouse gases and air pollutants from commercial aircraft at international airports in Korea. *Atmospheric Environment*, 61, 148-158.

Schürmann, G., Schäfer, K., Jahn, C., Hoffmann, H., Bauerfeind, M., Fleuti, E., & Rappenglück, B. (2007). The impact of NO_x, CO and VOC emissions on the air quality of Zurich airport. *Atmospheric Environment*, 41(1), 103-118.

SHGM. (2014). Hava Sahasının Esnek Kullanımı Yönetmeliği (SHY FUA). Erişim adresi <https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/mevzuat/sektorel/yonetmelikler/SHY-FUA.pdf>

SHGM. (2018). Uluslararası Havacılığa Yönelik Karbon Denkliği Azaltma Şeması Uygulama Talimatı (SHT-CORSIA). Erişim adresi <https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/mevzuat/sektorel/talimatlar/2020/SHT-CORSIA.PDF>

Ünal, İ., Türkoğlu, F., & Doğan, B. (2014). Nevşehir Kapadokya Havalimanının Emisyon ve Gürültü Açısından

Değerlendirilmesi. *Engineer & the Machinery Magazine*, (654).

Url-1

<<https://www.icao.int/Newsroom/Pages/2020-passenger-totals-drop-60-percent-as-COVID19-assault-on-international-mobility-continues.aspx>>, erişim tarihi 15.01.2022.

Url-2 <<https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/default.aspx>>, erişim tarihi 09.03.2022.

Url-3

<<https://blog.turkishairlines.com/tr/yepyeni-bir-proje-parise-surdurulebilir-havacilik-yakitiyla-ucuyoruz/>>, erişim tarihi 06.03.2022.

Url-4

<https://www.atag.org/component/factfigures/?Itemid=>, erişim tarihi 10.03.2022.

Url-5 <<https://web.shgm.gov.tr/tr/s/194-yesil-havaalani-green-airport-projesi>>, erişim tarihi 25.12.2021.

Url-

6<<https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/Havalimani/Yenisehir/karbonsuzHavalimaniProjesi.aspx>>, erişim tarihi 10.01.2022.

Url-7

<<https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2021-07-23-01/>>, erişim tarihi 10.01.2022.

Url-8

<<https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/Havalimani/Esenboga/GenelBilgiler.aspx>>, erişim tarihi 15.01.2022.

Url-9

<https://www.airporthaber.com/havacilik-haberleri/esenbogada-yeni-pist-heyecani.html>, erişim tarihi 12.03.2022.

Research Article

The effect of measures taken in the scope of Covid-19 on flight delays: The case of Istanbul Airport

Ayberk TUTKUN^{1*}, Savaş Selahattin ATEŞ²

¹Transportation Services, Vocational School, İstanbul Rumeli University, İstanbul, Turkey

²Department of Transportation Engineering, Faculty of Aviation and Astronautics Aviation Management, Eskisehir Technical University, Eskisehir, Turkey

*Correspondence: ayberk.tutkun@rumeli.edu.tr

DOI: 10.51513/jitsa.1076884

Abstract: Baggage handling services make up a significant portion of the airline passenger transportation system's services. Air passenger transportation, unlike other modes of transportation, allows passengers to save time. It's one of the things passengers think about when making choices. The time it takes to travel is directly affected by delays in baggage delivery or flow. This could eliminate the time savings that air transportation has provided to its passengers. Some rules have changed as a result of the coronavirus pandemic. One of them was discovered as a result of the pandemic circular. It is forbidden to take cabin baggage with passengers, and it is requested that the baggage be sent under the plane, according to the circular. This change also exposed a condition that could cause problems with baggage flow. Problems with baggage flow may have an impact on the time benefit. Due to the drop in flight frequency at several airports during the pandemic period, this study was scheduled to be conducted at Istanbul Airport, and it was conducted on international lines due to the interruptions experienced on domestic lines and the decreased number of passengers. In this study, international baggage transactions at Istanbul Airport were simulated using the Arena Trial program using data obtained through the interview method. As a result, during the Airport Pandemic Measures and Certification Circular, there was an increase in the time it took for bags to get to aircraft.

Key words: Air transport, Baggage handling system, Covid-19, Passenger baggage, Simulation

Covid-19 kapsamında alınan önlemlerin uçak gecikmelerine etkileri: İstanbul Havalimanı örneği

Özet: Bagaj elleçleme işlemleri havayolu yolcu taşımacılık sisteminde gerçekleşen işlemlerin önemli bir kısmını içermektedir. Havayolu yolcu taşımacılığı diğer ulaşım araçlarından farklı olarak yolculara zaman faydası sağlamaktadır. Yolcuların tercihlerini yaparken dikkate aldıkları faktörler arasında yer almaktadır. Bagaj tesliminde ya da akışında yaşanacak aksaklıklar ise direkt olarak seyahat süresini etkilemektedir. Bu durum havayolu taşımacılığının yolcularını sunmuş olduğu zaman faydasını ortadan kaldıracaktır. Koronavirüs salgınıyla birlikte bazı kurallarda değişiklik yaşanmıştır. Bunlardan bir tanesi de salgınla birlikte yayınlanan genelge sonucunda gerçekleşmiştir. Genelge kapsamında kabin bagajları yolcuların yanına alması yasaklanmış, bagajların uçak altına göndermesi istenmiştir. Bu değişiklik de bagaj akış sürecini aksatabilecek bir durumu ortaya çıkarmıştır. Bagaj akışında meydana gelebilecek aksaklıklar da zaman faydasını etkileyebilecektir. Bu çalışma, pandemi döneminde birçok havalimanında gerçekleşen uçuşların sıklıklarının düşmesi sebebi ile İstanbul Havalimanında yapılması planlanmış, iç hatlarda yaşanan aksaklıklar ve yolcu sayılarının daha az olması sebebiyle de dış hatlarda yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada İstanbul havalimanı dış hatlar bagaj işlemleri görüşme yöntemiyle alınan veriler ışığında Arena Trial programı ile simüle edilmiştir. Bunun sonucunda Havaalanı Pandemi Tedbirleri ve Sertifikasyonu Genelgesi döneminde bagajların uçaklara ulaşma sürelerinde artış yaşandığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Hava taşımacılığı, Bagaj taşıma sistemi, Covid-19, Yolcu bagajı, Simülasyon

* Corresponding author. Ayberk Tutkun

E-mail address: ayberk.tutkun@rumeli.edu.tr

ORCID: 0000-0002-0199-8373¹, 0000-0003-2462-0039²

Received 21.02.2022; accepted 08.04.2022

Peer review under responsibility of Bandirma Onyedi Eylul University.

1. Introduction

The ability to quickly transport passengers from one point to another is the most critical characteristic that distinguishes air passenger transportation from other modes of transportation. Air transportation is crucial because of this time benefit (Kiracı, 2018). The quality of service provided to passengers in air transport is determined by a variety of factors (Gerede, 2015). Check-in and baggage processing are two of the most crucial steps in terms of saving time. The benefit of the time granted by the airline may be lost if the baggage flow is disrupted. At this point, it is expected that, as a result of the circular issued during the pandemic, the number of bags travelling under the plane will increase, causing some disturbances in the luggage flow, which could result in flight delays. Due to the cancellation of flights at several stations due to limitations and passenger anxieties during the pandemic time, the low number of passengers, and the decrease in frequencies, it was felt that conducting the study at Istanbul Airport International Flights would be more appropriate.

A worldwide pandemic was declared in March 2020 due to the Covid-19, which first appeared in Wuhan, China, and then spread throughout the whole of China and the world shortly after. Governments started to take measures, and some of them closed their borders to prevent the spread of the virus. As a result, the air transport industry was deeply affected by all these developments (Zhuang et al., 2020; Akca, 2020).

Since international travel is associated with the spread of the virus, flight restrictions have been applied, and most of the countries have reduced or even stopped their flights to the countries where the number of the Covid-19 cases is high. According to Eurocontrol data, the number of flights in Europe in May 2020 decreased by 90 % compared to the previous year (Eurocontrol, 2020). According to the report published in November 2020, flight loss in Turkey is 0.49M (-64%) and passenger loss is 99M (-74%) since March 1 compared to 2019. However, cargo transportation increased by nearly 40% in May-June (Eurocontrol Briefing). World Health

Organization (WHO) has issued many measures as the rate of spread of the virus increases. Some of those warnings include washing hands regularly, applying social distance with people who have symptoms, and avoiding crowds and unessential travel (WHO, 2020). Meanwhile, the Directorate General of Civil Aviation (DGCA) has also taken measures to prevent virus spread in Turkey. One of those measures is the restriction of cabin baggage in aircraft (SHGM, 2020).

Cabin baggage limitation inherently increased the number of baggage in the aircraft cargo hold, and as a result, baggage loading times soared, which triggered flight delays. This study examines the relationship between baggage number increase in the cargo hold because of cabin restriction and the flight delays.

The remainder of this paper proceeds as follows. A literature evaluation of the effect of Covid-19 on the aviation industry and the measures taken was conducted in the second section. The approach utilized is explained in the third chapter, as are the assumptions. While the analysis and conclusions are discussed in the fourth chapter, the results are discussed in the fifth part.

2. Literature Review

The Covid-19 is highly contagious and transmitted by saliva or droplets when an infected person coughs or sneezes. For this reason, the risk of infection increases in crowds (WHO, 2020). As a result of these reasons, countries have imposed certain restrictions on passenger transportation by air. In this context, Turkey limited its flight to England, Switzerland, Saudi Arabia, Egypt, Ireland and the UAE for the first time on March 16. International air transportation have been limited as a result of increases in the number of cases the second half of March (SHGM, 2020). While all of this is going on, numerous actions have been made around the world to combat the Covid-19 virus. One of them is to avoid making unnecessary contacts in the airline passenger transportation sector. (WHO, 2020). The Directorate General of Civil Aviation has also published some measures under the name of "Airport Pandemic Measures and Certification Circular". The following are the changes that have occurred as a result of this circular:

Cabin baggage was accepted into the aircraft before to Covid-19; however, restrictions were placed on the items that would be accepted as cabin baggage during the duration of the circular. During the pre-Covid-19 time, there were no limitations on baggage delivery; however, during the circular period, it has become the standard for passengers to wait at the baggage claim area, in the area where the conveyors are placed, in line with the social distance rules. Laptops, handbags, briefcases, and baby items are the only items that qualify as cabin baggage. All additional products are handed to the luggage during check-in, according to this circular (SHGM, 2020). Airline passenger transportation is a service industry. The goal of airlines is to provide a wide range of high-quality services to their passengers. Baggage handling services are one of these services. Baggage handling services are very important for customer satisfaction, as customer satisfaction largely depends on baggage handling services. Disruptions in baggage handling services can cause delays in baggage, damaged or to be lost, which may lead to consumer dissatisfaction (Cavada, Cortes and Rey, 2017). Additionally, flight congestion may arise as a result of baggage system overload and airport population. (Savrasovs, Medvedev and Sincova, 2009).

The importance of baggage handling systems for airlines has been shown by the research in Table 1. It has been observed that a problem with the handling process has an impact on the operation's efficiency. The importance of the process is taken into account because one of the most important benefits of air transport is the time savings. The changing rules during the Covid-19 period had a negative impact on operation times, according to the findings presented in Table 1. Studies have demonstrated that using the simulation method, it is better to improve the system. The purpose of this research is to see if changes in the Covid-19 period have an impact on flight delays utilizing simulation management.

Due to the Covid-19 pandemic, it is critical to take precautions to avoid contact with passengers and to follow social distancing norms. However, as a result of these precautions, the number of pieces of luggage going under the plane increased. This resulted

in a backlog at check-in counters as well as problems in luggage systems, resulting in flight delays. In this study, a simulation was used to account for the changes that occurred within the scope of the circular. The challenges that will arise as the number of pieces of luggage increases were modelled and the results were analyzed.

Table 1. *Baggage studies with simulation method*

| Study Name | Author | Date | Purpose | Conclusion | Reference |
|---|---|------|---|---|--|
| Simulation-based Input Loading Condition Optimization of Airport Baggage Handling Systems | Le, Creighton, Nahavandi and Member | 2007 | Avoiding baggage blockages due to busy check-in process | Both operation and transfer speed increased when baggage travel time decreased | Le, V. T., Creighton, D. and Nahavandi, S. (2007) |
| New Developments in Airport Baggage Handling Systems | Rijsenbrij and Ottjes | 2007 | Preventing baggage handling system failures in narrow-body aircraft | The number of lost and damaged bags has decreased. Operational costs have been reduced by 50%. Improved aircraft turnaround time Baggage monitoring has significantly improved of this technique, which has increased security. | Rijsenbrij, J. C., & Ottjes, J. A. (2007) |
| Riga Airport Baggage Handling System Simulation | Savrasovs, Medvedev and Sincova | 2009 | Process improvement | Faster delivery & acceptance of luggage | Savrasovs, M. Medvedev, A. and Sincova, E. (2009) |
| A Generalised Data Analysis Approach for Baggage Handling Systems Simulation | Le, Zhang, Johnstone, Nahavandi and Creighton | 2012 | The expected performance of the baggage handling system was evaluated. | Presented the baggage handling system's working features. | Le, V. T., Zhang, J., Johnstone, M., Nahavandi, S., and Creighton, D. (2012) |
| A Simulation Approach to Modelling Baggage Handling Systems at an International Airport | Cavada, Corets and Rey | 2017 | Improving baggage processes during periods of congestive flights | Answered questions such as how much baggage systems can handle the load; how much additional demand can be removed with these systems | Cavada, J. P., Cortés, C. E. and Rey, P. A. (2017) |
| Antalya Uluslararası Havalimanı Simülasyon Modeli ile Bir Kuyruk Problemi | Öz | 2017 | Estimating hazardous emissions into the environment from aircraft operations and understanding the standby status of runway use | The time the aircraft waited on the runway, it is understood, did not create any delays. The passenger boarding-deboarding process causes delays. Because the engines were not functioning during the operation, there was no connection between pollutant emissions and the operation. | Öz, Y. (2017) |

Table 1. *Baggage studies with simulation method*

| Study Name | Author | Date | Purpose | Conclusion | Reference |
|---|--|------|--|--|---|
| Modeling and Simulation of Air France Baggage Handling System with Colored Petri Nets | Hafilah, Cakravastia, Lafdail and Rakoto | 2019 | The most crucial responsibility of the baggage handling system is to ensure that the cargo arrives at its destination on schedule. The reason of the problems has been simulated in this case. | Misreading of barcodes in manual scanning was shown to be the cause of the issues. | Hafilah, D. L., Cakravastia, A., Lafdail, Y., & Rakoto, N. (2019) |
| Uçak Çevrim Süresinin Covid-19 Öncesi ve Sonrası Simülasyon Analizi | Öztürk and Ates | 2021 | Its goal is to see if the changes in aircraft turnaround time are comparable to the pre-Covid-19 and Covid-19 periods. | The turnaround time has risen by roughly 9 minutes as a result of the steps implemented during the Covid-19 phase. The cleaning crews' workload has increased. | Öztürk, A. and Ateş, S. S. (2021) |

3. Methodology

The process of developing a model that can show the system is known as simulation. Due to simulation modeling, procedures that could be very costly can be completed for a low cost and in a short amount of time (Ersoz, 2019). A simulated system can be observed in various iterations, as well as the outputs and diagnostics in various scenarios (Özçift, 2010).

The qualitative research method's interview approach was utilized to obtain data on the airport baggage handling service. In qualitative research, the interviews method is the most commonly used data collection methodology. (Yildirim and Simsek, 2011).

The research is based on an Istanbul Airport ground services company. Due to ethical laws, the company name will not be disclosed. Data on baggage handling service processes were acquired throughout the Covid-19 period and during peak hours as a result of interviews with a ground handling employee who has worked at Istanbul Airport since 2019. Face-to-face interviews were performed. Transfer to the Arena Trial simulation application and simulate

based on the airport information provided by the participant.

The Arena Trial simulation program was used to model the intensity at the airport during the circular period in this investigation. During the circular period, the impacts of an increase in the number of bags carried under the plane and the duration the plane spends on the ground were simulated. Discrete event simulation was used in this research. Variables in a discrete system change only at certain sites and at specific times (Ersoz, 2019). Here are a few examples of discrete systems: Arriving at the airport, bags arriving at the distribution area, and passengers waiting at the airport check-in line.

3.1. Assumptions

The application was carried out in this study based on an increase in the number of bags given under the plane by passengers flying internationally through Istanbul Airport during peak hours in a single day. The Arena Trial simulation tool was used to model the data collected from the interview. Figure 1 depicts the technique in question.

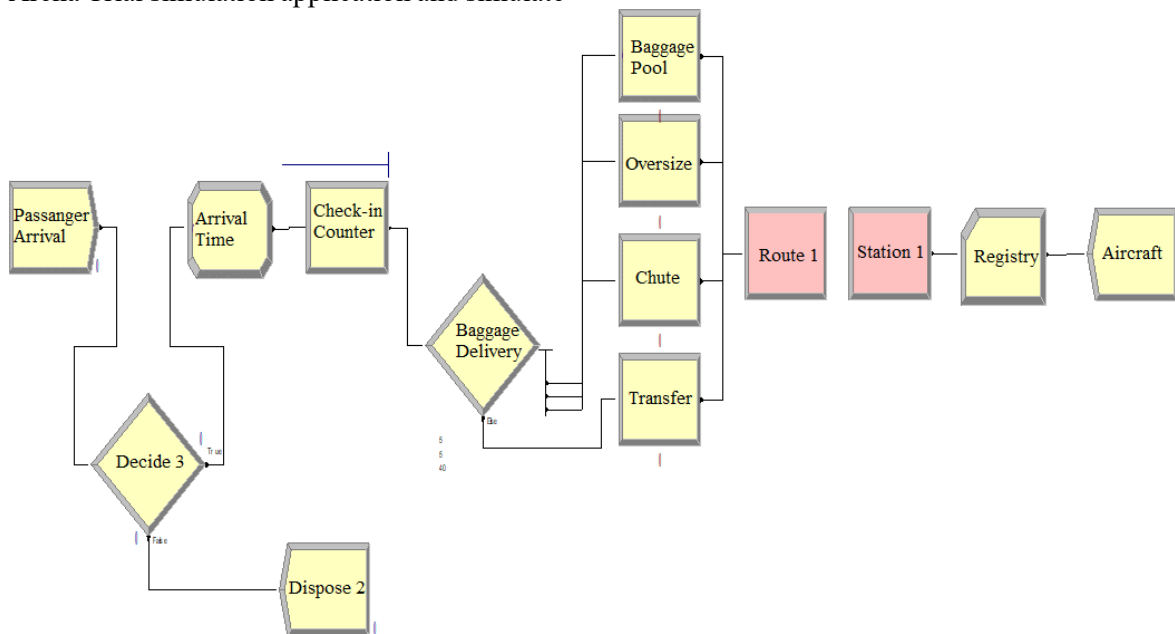


Figure 1. Baggage Delivery Process

Due to an increase in the number of bags moving under the plane, the baggage delivery process, which is part of the check-in process, has been simulated in line with the circular that came before Covid -19 and within the scope of Covid-19 measures. The scenario prior to Covid-19 was referred to as the first situation,

whereas the current situation as a result of the Covid-19 circular is referred to as the second situation.

H1: The circular, which came under the ban, increased the time it takes for planes to stay on the ground.

H2: There have been disruptions in baggage flow due to density.

4. Analysis and Findings

When looking at Istanbul Airport's air traffic statistics as of the end of December 2020, it was discovered that it served a total of 185,424 aircraft, including 59,572 domestic and 125,672 international flights. In terms of passenger traffic, a total of 23,410,380 individuals were served by 7,473,875 domestic lines and 15,936,505 foreign lines (DHMI Annual Report, 2021). Istanbul Airport is a big facility. On special days, the airport, which is packed at all times, becomes even busier. However, as a result of Covid-19, the number of flights has fallen and the number of flights has decreased. Following the conference, the following statements about the circular period were made: "There is a general congestion at the new airport in summer and winter months. However, this intensity decreased slightly due to the pandemic effect. Despite this, flights to USA began in June and the planes flew at a 98% occupancy rate."

Interviewer, 50% of the luggage was transfer baggage, 5% was oversized baggage, and 5% of the luggage on flights fell into the communal pool because it could not be read," he said. "In addition, there has been an average increase of 50% of baggage coming under the aircraft."

In addition, it was stated that no additional counters were opened for VIP and CIP and that

all check-in and baggage transactions were made jointly (common check-in). It is stated that the counters are always open and that on international flights, an average of 3 hours 15mins in advance, passenger intake has started.

All data received by the interview method were evaluated as average data. The scenarios created to be implemented in the simulation program are as follows;

Scenario 1: Current working conditions before the Covid-19 period will be simulated.

Scenario 2: It will be simulated during the Covid-19 period, especially when the circular is in effect. In this process, the staff was reduced due to flexible working and this variable were added to the simulation according to the data obtained from the interview. In this context, the results and comparisons obtained will be evaluated in the findings section.

2 scenarios were operated with the Arena Trial application with the specified assumptions. The findings of the study with the Arena trial program are as follows.

The number of bags travelling under the plane increased by 50% as a result of the circular content and expert opinion obtained during the Covid-19 period (Table 2), and this condition was recreated.

Table 2. *Baggage Times for the First Scenario*

| VA Time | Average | Half Width | Minimum Value | Maximum Value |
|---------------|---------|--------------|---------------|---------------|
| Entity 1 | 3.2826 | (Correlated) | 0.00 | 14.1178 |
| NVA Time | Average | Half Width | Minimum Value | Maximum Value |
| Entity 1 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| Wait Time | Average | Half Width | Minimum Value | Maximum Value |
| Entity 1 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| Transfer Time | Average | Half Width | Minimum Value | Maximum Value |
| Entity 1 | 0.3351 | 0,004776428 | 0.2502 | 0.4166 |

| Other Time | Average | Half Width | Minimum Value | Maximum Value |
|------------|---------|------------|---------------|---------------|
| Entity 1 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |

| Total Time | Average | Half Width | Minimum Value | Maximum Value |
|------------|---------|--------------|---------------|---------------|
| Entity 1 | 3.6176 | (Correlated) | 0.3276 | 14.4259 |

The processing time for baggage is 3.25 minutes, according to the table above. The longest time for baggage is 14.11 minutes. When we look at the entire duration, we can see

that each baggage takes an average of 3.61 minutes and a maximum of 14.42 minutes. The period outside the circular is reproduced in Table 3, and the results are expressed.

Table 3. Baggage Times for Scenario Two

| VA Time | Average | Half Width | Minimum Value | Maximum Value |
|----------|---------|--------------|---------------|---------------|
| Entity 1 | 2.3304 | (Correlated) | 0.00 | 14.0620 |

| NVA Time | Average | Half Width | Minimum Value | Maximum Value |
|----------|---------|------------|---------------|---------------|
| Entity 1 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |

| Wait Time | Average | Half Width | Minimum Value | Maximum Value |
|-----------|---------|------------|---------------|---------------|
| Entity 1 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |

| Transfer Time | Average | Half Width | Minimum Value | Maximum Value |
|---------------|---------|-------------|---------------|---------------|
| Entity 1 | 0.2374 | 0,015256093 | 0.00 | 0.4162 |

| Other Time | Average | Half Width | Minimum Value | Maximum Value |
|------------|---------|------------|---------------|---------------|
| Entity 1 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |

| Total Time | Average | Half Width | Minimum Value | Maximum Value |
|------------|---------|--------------|---------------|---------------|
| Entity 1 | 2.5679 | (Correlated) | 0.00 | 14.3467 |

According to the data revealed in Table 3, the processing time for a baggage in the time period outside the circular was 2.33 minutes, while a maximum time of 14.06 minutes was observed. When we looked at the total time, it was

observed that there was an average waiting time of 2.56 minutes for each baggage and a maximum of 14.34 minutes.

When baggage processing times are compared, it is seen that the time it takes for luggage to

reach the plane increases during the circular period. At the same time, it has been observed that there are occasional blockages in the luggage going to the shot in this process. It is also among the observed data that there are much more queues especially in transfer baggage. Within the scope of all these data,

H1: The circular, which came under the forbidden, increased the time it takes for planes to stay on the ground. There is enough evidence to reject the null hypothesis. When the simulation analysis findings are analyzed, it is discovered that the loading times of the aircraft have increased during the circular period. This refers to the length of time the aircraft spends on the ground.

H2: There have been disruptions in baggage flow due to density. There is enough evidence to reject the null hypothesis, but it was observed that this could be solved with a slight increase in the number of counters. The time spent at the counter increased, according to the simulation analysis results.

5. Conclusion

Baggage handling is an integral aspect of the overall passenger transportation service provided by airlines. There are numerous issues with this situation. While luggage handling disruptions can cause plane delays, it is a crucial step that impacts passenger happiness.

The scenarios and data gleaned from the interviews were reproduced in this study, and the challenges encountered during that time were attempted to be articulated. According to the findings, the time it took to get the luggage from the counter and onto the plane was stretched, and there were some difficulties. In order to avoid the problems that develop, the number of counters and staff can be raised. The study's epidemic period introduces numerous constraints. A significantly better study can be produced if these restrictions are overcome. Because of the limitations imposed during the pandemic, airports are only authorized to accept passengers. As a result, no observations were made throughout the research. Due to the low number of flights and airline cancellations, there were some restrictions. This research could be utilized as a starting point for further research. It can be identified what kind of problems there are in the baggage handling procedure if a study comparable to this one is

conducted at an airport that is fully operational. These issues can be resolved, and better service can be offered. Moreover, comparable studies will be valuable in the implementation of air transportation in many types of services.

Researchers' Contribution Rate Statement

The authors' contribution rates in the study are equal

Acknowledgement and/or disclaimers, if any

The study did not receive any support. There is no institution or person to thank.

Conflict of Interest Statement, if any

There is no conflict of interest with any institution or person within the scope of the study.

References

Akca, M. (2020). Covid-19'un Havacılık Sektörüne Etkisi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*, 7(5), 45-64.

Cavada, J. P., Cortés, C. E. and Rey, P. A. (2017). A Simulation Approach To Modelling Baggage Handling Systems At An International Airport. *Simulation Modelling Practice and Theory*. 75, 146-164.

DHMI (2021) Havacılık İstatistikleri, retrieved from: <https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/Istatistikler.aspx>

Ersöz, F. (2019). *Benzetim ve Modelleme*. Seçkin Teknik: Ankara.

Eurocontrol (2020). EUROCONTROL Briefing, retrieved from <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-11/eurocontrol-brief-on-covid19-impact-turkey-tr-03112020.pdf>

Gerede, E. (2015). Havayolu Taşımacılığı ve Ekonomik Düzenlemeler Teori ve Türkiye Uygulaması. *Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Yayınları*: Ankara.

Hafilah, D. L., Cakravastia, A., Lafdail, Y., & Rakoto, N. (2019). Modeling and Simulation of Air France Baggage Handling System With Colored Petri Nets. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 2443-2448.

Kıracı, K. (2018). Havayolu Taşımacılığı ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik Analizi: Türkiye Üzerine Ampirik Bir

Uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(1), 197-216.

Le, V. T., Creighton, D. and Nahavandi, S. (2007). Simulation-Based Input Loading Condition Optimisation of Airport Baggage Handling Systems. *IEEE Intelligent Transportation Systems Conference*.

Le, V. T., Zhang, J., Johnstone, M., Nahavandi, S., and Creighton, D. (2012). A Generalised Data Analysis Approach for Baggage Handling Systems Simulation. *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*.

Malandri, C., Briccoli, M., Mantecchini, L., and Paganelli, F. (2018). A Discrete Event Simulation Model for Inbound Baggage Handling. *Transportation research procedia*, 35, 295-304.

Rijsenbrij, J. C., & Ottjes, J. A. (2007). New Developments in Airport Baggage Handling Systems. *Transportation Planning and Technology*, 30(4), 417-430.

Öz, Y. (2017). Antalya Uluslararası Havalimanı Simülasyon Modeli ile Bir Kuyruk Problemi. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1(2), 50-62.

Özçift, A. (2010). Otomotiv Endüstrisinde Simülasyon Çalışması. *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Kocaeli

Öztürk, A. and Ateş, S. S. (2021). Uçak Çevrim Süresinin Covid-19 Öncesi ve Sonrası Simülasyon Analizi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(80), 1628-1640.

Savrasovs, M. Medvedev, A. and Sincova, E. (2009). Riga Airport Baggage Handling System Simulation. *ECMS*, 384-390.

SHGM (2020). Havaalanı Pandemi Tedbirleri ve Sertifikasyonu Genelgesi, retrieved from <https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/mevzuat/sektorel/genelgeler/2020/Havaalanipandemitedbirleri.pdf>

SHGM (2020). Duyurular, retrieved from <http://web.shgm.gov.tr/tr/genel-duyurular>

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri (8. Baskı)*. Seçkin Yayıncılık: Ankara.

Zhuang, Z., Zhao, S., Lin, Q., Cao, P., Lou, Y., Yang, L., & He, D. (2020). Preliminary Estimation of The Novel Coronavirus Disease (Covid-19) Cases in Iran: A Modelling Analysis Based on Overseas Cases and Air Travel Data. *International Journal of Infectious Diseases*, 94, 29-31.

WHO (2020). Coronavirus Topic, retrieved from https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_2

Zhuang, Z., Zhao, S., Lin, Q., Cao, P., Lou, Y., Yang, L., & He, D. (2020). Preliminary Estimation of The Novel Coronavirus Disease (Covid-19) Cases in Iran: A Modelling Analysis Based on Overseas Cases and Air Travel Data. *International Journal of Infectious Diseases*, 94, 29-31.

WHO (2020). Coronavirus Topic, retrieved from https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_2

Research Article

Adoption of crowdsourced delivery: An online focus group interview

Halil Karlı^{1*}, Sinem Savaş², Mehmet Tanyaş³

¹ Department of International Trade and Logistics, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Bartın University, Bartın, Turkey

² Department of International Trade and Business, Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences, İstanbul Topkapı University, İstanbul, Turkey

³ Department of International Trade and Logistics, Faculty of Business and Management Sciences, Maltepe University, İstanbul, Turkey

*Correspondence: hkarli@bartin.edu.tr

DOI: 10.51513/jitsa.1079504

Abstract: This research aims to investigate university students' perceptions of crowdsourced delivery and identify factors that influence crowdsourced delivery platform acceptance as a consumer and as a driver. Research design is a qualitative exploratory case study that was performed on university students' perceptions of crowdsourced delivery in Turkey. Online focus group discussions were used to collect data with 35 university students. Data included six online focus groups and were analyzed using thematic analysis. To increase credibility and trustworthiness, the researcher triangulation was applied. The findings show that as a consumer; performance expectancy, price sensitivity, social influence, and perceived risk and as a driver; compensation, working environment, and perceived risk affect acceptance of crowdsourced delivery. The findings are helpful for crowdsourced delivery platforms to increase the acceptance rate in the beginning stage of crowdsourced delivery and provide suggestive knowledge for other emerging countries. This paper highlights what factors influence students' acceptance of crowdsourced delivery in the introduction phase from the perspective of a group of university students in an emerging country. Therefore, crowdsourced delivery platforms that want to increase their market share quickly should organize custom campaigns for university students.

Keywords: Crowdsourced delivery, emerging market, technology acceptance, last mile delivery solutions, B2C delivery

Kitle kaynaklı teslimatın benimsenmesi: bir çevrimiçi odak grup görüşmesi

Özet: Bu araştırma, üniversite öğrencilerinin kitle kaynaklı teslimat algılarını araştırmayı ve bir tüketici ve bir sürücü olarak kitle kaynaklı teslimat platformunun kabulünü etkileyen faktörleri belirlemeyi amaçlamaktadır. Araştırma tasarımı, Türkiye'de üniversite öğrencilerinin kitle kaynaklı teslimata ilişkin algıları üzerine gerçekleştirilen nitel bir keşifsel durum çalışmasıdır. Veri toplamak için 35 üniversite öğrencisinin dahil olduğu odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Veriler altı çevrimiçi odak grup görüşmesini içermiş ve tematik analiz yöntemi kullanılarak analizleri gerçekleştirilmiştir. Verilerin inandırıcılık ve güvenilirliğini arttırmak için araştırmacı çeşitlemesi kullanılmıştır. Bulgulara göre, tüketici olarak; performans beklentisi, fiyat duyarlılığı, sosyal etki ve algılanan risk ve bir sürücü olarak; gelir, çalışma ortamı ve algılanan risk, kitle kaynaklı teslimatın kabulünü etkilemektedir. Bulgular, kitle kaynaklı teslimat platformlarının, kitle kaynaklı teslimatın başlangıç aşamasında kabul oranını artırması ve diğer gelişmekte olan ülkeler için anlamlı bilgiler sağlaması açısından yararlıdır. Bu makale, gelişmekte olan bir ülkedeki bir grup üniversite öğrencisinin bakış açısıyla, giriş aşamasında öğrencilerin kitle kaynaklı teslimatı kabul etmesini etkileyen faktörlerin önemini ortaya koymaktadır. Bu nedenle pazar payını hızla arttırmak isteyen kitle kaynaklı dağıtım platformları, üniversite öğrencilerine özel kampanyalar düzenlemelidir.

* Corresponding author. Halil Karlı

E-mail address: hkarli@bartin.edu.tr

ORCID: 0000-0002-5366-97741, 0000-0002-1113-64192, 0000-0001-8934-37873

Received 27.02.2022; accepted 11.04.2022

Peer review under responsibility of Bandirma Onyedi Eylül University.



BANDIRMA
ONYEDİ EYLÜL
ÜNİVERSİTESİ



Anahtar Kelimeler: Kitle kaynaklı teslimat, gelişmekte olan ülke, teknoloji kabulü, son adım teslimat çözümleri, B2C teslimat

1. Introduction

E-commerce has created radical changes in many areas of human life. The comfortable purchasing experience has significantly affected consumer habits, and its usage has become widespread. While there were no e-commerce companies just 30 years ago, the industry has continually increased such that Amazon, an electronic-based company, is one of the largest retail companies in the world today (Berg & Knights, 2021). In 2020, The global retail trade market reached 26,5 trillion USD and increased by approximately 4.4% compared to the previous year. The share of e-commerce from that market is 15.4%, 4.1 trillion USD (Cramer-Flood, 2020). However, last-mile delivery capabilities have struggled to develop along with this trend.

The extreme demand for online sales has increased convenience and comfort for customers but has brought environmental and economic difficulties. While a significant number of vehicles creates multifarious social costs (Kapsler & Abdelrahman, 2020), it is a substantial parameter of environmental effects, especially air pollution and noise, affecting the health of the most vulnerable inhabitants (Allen et al., 2015). On the other hand, today's customers expect faster and more comfortable services even if delivery is provided within 24 hours (Goetting & Handover, 2016). Increasing customer expectations and accumulated orders have created obstacles in the logistics process. They have pushed industry stakeholders to seek a solution that will provide a suitable offset between their costs and customer needs, speed, price, and environmental effects (Chen & Chankov, 2017). Although many innovative delivery solutions have been introduced, such as drones, parcel lockers, and autonomous delivery vehicles, the prevalence of these technologies is quite limited. Crowdsourced delivery differs from these solutions in that it is rapidly becoming widespread. Crowdsourced delivery provides an adaptable, cost-effective, efficient, and scalable solution to last mile delivery problems, and retailers are beginning to become aware of the potential of Crowdsourced progressively (Buldeo Rai et al., 2021a). Despite the potential benefits, consumer perception toward crowdsourced delivery is a critical issue in realizing these benefits.

Crowdsourced delivery platforms have been growing for several years, and though most of them are based in the US, new initiatives have started to emerge in the rest of the world (Punel and Stathopoulos, 2017). As it is a new business model, behavioral research on crowdsourced delivery is scarce on both the consumers and carriers (Le et al., 2019; Wicaksono & Tavasszy, 2021). From in consumer perspective; price (Punel and Stathopoulos, 2017; Buldeo Rai et al., 2018; Punel et al., 2018), environmental awareness (Buldeo Rai et al., 2018; Punel et al., 2018), societal awareness (Buldeo Rai et al., 2018; Punel et al., 2018), reliability, privacy, accountability (Devari et al., 2017), driver reputation, speed (Punel and Stathopoulos, 2017), qualitative delivery (Buldeo Rai et al., 2018), without damage, delivery on time, product type (Le & Ukkusuri, 2018) and location (Punel et al., 2018) have influences on acceptance of crowdsourced delivery. From in driver perspective, compensation (Paloheimo et al., 2016; Huang, et al., 2020; Buldeo Rai et al., 2018; Le & Ukkusuri, 20019a), good working environment (Paloheimo et al., 2016; Buldeo Rai et al., 2018), environmental awareness (Paloheimo et al., 2016; Buldeo Rai et al., 2018), enjoyment of the previous job, trust entry barriers to work (Huang et al., 2020), innovativeness, societal awareness, (Paloheimo et al., 2016), clear legislation and good platform operation (Buldeo Rai et al., 2018), have influences on acceptance of crowdsourced delivery. However, these studies have focused on a few countries; USA (Le & Ukkusuri, 2019a; Le & Ukkusuri, 2019b; Lee and Ukkusuri, 2018; Le et al., 2019; Punel and Stathopoulos, 2017; Punel et al., 2018; Devari et al., 2017), Vietnam (Lee & Ukkusuri, 2018), Finland (Paloheimo et al., 2016), Belgium (Buldeo Rai et al., 2021a; Buldeo Rai et al., 2018) and China (Huang et al., 2020).

Most studies evaluate the consumer behaviors about acceptance of crowdsourced delivery in a developed country context. Also, studies are conducted in different markets, which are mostly growth phase in the product life cycle. The introduction phase of crowdsourced delivery acceptance is understudied in the literature, especially in the emerging country context. In places where Crowdsourced delivery applications are widespread, people have started to know how they operate, but it is

still a relatively new service for Turkey. In this study, the data is collected from university students, because young populations tend to be early adopters of last-mile delivery innovations (Moroz & Polkowski, 2016; Punel et al., 2018; Chen et al., 2018). This paper aims to investigate university students' acceptance of crowdsourced delivery as consumers and as drivers.

The structure of this paper addresses the methodological approach in the second section, while the third section presents results on research findings. The fourth section is given to discussion, and conclusions take place in the fifth section.

2. Methodology

An exploratory qualitative approach was selected, as this has previously been proven to provide comprehension to the researcher if there is no prior knowledge regarding the subject (Chawla & Sondhi, 2016). This study seeks a comprehensive evaluation of crowdsourced delivery adoption in the Turkish B2C market. Participants are university students, as they tend to have high technological adaptation and e-commerce usage potential. Through a review of the existing literature, 13 questions about delivery methods and Crowdsourced concept were settled on and refined. Having conducted six focus group discussions with a total of 35 participants, we obtained evaluations that helped us to comprehend the causes for why they were willing to use the crowdsourced delivery system or not. This exploratory research was conducted in Turkey, which has the 19th largest economy globally. Approximately 8 million students attend higher education in 203 universities there (YÖK, 2021).

The study obtained human subjects' approval from the Ethics committee of Istanbul Ayvansaray University. Background questionnaires and online focus groups were employed as data collection methods. The background questionnaires provided data about demographic information and e-commerce habits, and the online focus group discussions captured more information regarding

crowdsourced delivery to respond to our research objectives. Internet technology provided an opportunity to conduct focus group discussions in a web environment, termed "online focus groups," instead of at real in-person meetings (Gundumogula, 2021). All the sessions were held online using the Zoom platform. The online focus group method eliminates location problems and ensures the ability to select a wide range of suitable participants for a particular subject (Gundumogula, 2021). Therefore, we chose university students in different parts of Turkey. Properly conducted group discussions can also produce more exploration than one-on-one interviews, thanks to mutual participation within the discussion (Willis et al., 2009). As was selected in this study, online group discussion is an effective method to research different technologies (Hancock, 2017; Morrison et al., 2020).

2.1. Participants

The inclusion criteria are as follows:

- Participant must be aged at least 18 years or older.
- Participant must be a student at one of the Turkish universities.
- Participant must be an e-commerce customer.

We used two recruitment methods: social media and word of mouth. Participants were determined based on purposive sampling. All participants were selected without considering their prior knowledge or usage of the crowdsourced delivery app to enlarge the understanding of crowdsourced delivery adoption. The demographic characteristics of participants are shown in Table 1. In the age group of 19-27 years, 35 participants were selected and informed us that they were willing to participate. In total, six focus group discussions were carried out. Studies on focus group sizes recommend various numbers (Prince & Davies, 2001; Krueger & Casey, 2002). Therefore, we selected group sizes of 5 to 7. Discussions are more likely to be effective and may reveal more with fewer participants than a larger one (Krueger & Casey, 2002).

Table 1: Focus group participants

| Participant Number | Age | Sex | Average Number of Parcels per Year | Group No. |
|---------------------------|------------|------------|---|------------------|
| Participant1 | 22 | Female | 75 | Group 1 |
| Participant2 | 23 | Male | 25 | |
| Participant3 | 21 | Male | 10 | |
| Participant4 | 21 | Female | 65 | |
| Participant5 | 21 | Female | 110 | |
| Participant6 | 21 | Male | 15 | |
| Participant7 | 21 | Female | 60 | Group 2 |
| Participant8 | 20 | Female | 50 | |
| Participant9 | 21 | Female | 45 | |
| Participant10 | 20 | Female | 35 | |
| Participant11 | 19 | Female | 15 | |
| Participant12 | 20 | Female | 30 | |
| Participant13 | 21 | Female | 50 | Group 3 |
| Participant14 | 23 | Male | 20 | |
| Participant15 | 21 | Male | 10 | |
| Participant16 | 20 | Male | 10 | |
| Participant17 | 23 | Male | 5 | |
| Participant18 | 22 | Female | 100 | |
| Participant19 | 21 | Male | 20 | Group 4 |
| Participant20 | 20 | Male | 35 | |
| Participant21 | 20 | Male | 25 | |
| Participant22 | 22 | Male | 45 | |
| Participant23 | 24 | Female | 40 | |
| Participant24 | 21 | Female | 10 | |
| Participant25 | 22 | Female | 30 | Group 5 |
| Participant26 | 22 | Female | 50 | |
| Participant27 | 21 | Male | 25 | |
| Participant28 | 21 | Male | 25 | |
| Participant29 | 22 | Female | 45 | |
| Participant30 | 21 | Female | 20 | |
| Participant31 | 26 | Male | 60 | Group 6 |
| Participant32 | 24 | Female | 20 | |
| Participant33 | 27 | Male | 30 | |
| Participant34 | 25 | Male | 30 | |
| Participant35 | 25 | Female | 40 | |

2.2. Data collection

Focus groups were carried out using Krueger and Casey's (2002) standard procedures. At the beginning of each focus group, the purpose of the study was first explained to the participants. Then the moderator informed them about anonymity and group discussion norms and asked for their verbal consent. Each group also agreed that what was discussed in the focus group would not be disclosed anywhere else. Six online focus groups were conducted between October and December 2021, and each was recorded in the Zoom platform. Each focus

group ranged between 36 and 67 minutes and was moderated by an academic, while one observer oversaw technical issues and took notes. In total, 5 hours and 19 minutes of group discussions were recorded. Qualitative research considers the point where the data reach saturation by repeating more than the number of participants (Creswell, 2013). Therefore, data collection was continued until sufficient saturation was achieved in the data.

The moderator conducted the group discussion using semi-structured interview questions and one short quantitative survey (see appendix A). Some of the questions are adapted from Buldeo

Rai et al. (2021b). Following an explanation of the research goal, some videos and PowerPoint presentations were presented to inform participants who had no prior knowledge of crowdsourced delivery.

Participants were then asked about their attitudes and perceptions about crowdsourced delivery. In addition, they were led to discuss the reasons for their positive and negative feelings toward this delivery method and what characteristics of the delivery method and the drivers would lead to its acceptance.

2.3. Data analysis

Focus group discussions were transcribed, reviewed, anonymized, and checked for accuracy by the main moderator. The transcriptions then underwent qualitative thematic content analysis. Thematic analysis is a flexible and understandable analyzing method preferred in qualitative studies, including focus group studies (Aitken et al., 2019). Two researchers conducted the analysis separately. The three researchers compared the coded themes and discussed them until a consensus was reached on the codes. As a result of the agreement, the codebook was created, and the final revision was carried out by seeking and receiving feedback from an academic experienced in qualitative methods. Microsoft Word and Excel were used for analyzing the data. It was ensured that the main themes were formed using induction approach.

3. Results

3.1. Adoption Factors of Consumers

Performance expectancy. Across all focus groups, participants expressed that they have faced various problems with last-mile delivery. Most participants chose the last-mile delivery method that would cover their performance expectations. They stated that they would like to change their last-mile delivery method to improve their experience.

Delivery time is one of the consumers' main problems in last-mile delivery. Although the participants' expectations regarding delivery times differed according to the product types, most participants were seen to give importance to a short delivery time.

Participant 3: "If the products I'm going to buy are groceries, I expect to receive them within that day, even half an hour."

Participant 5: "If the product arrives in a shorter time, I say that can be a preferred factor that is more important than the delivery fee."

Having a delivery arrive after the estimated arrival time causes a negative service perception for many participants, who may make a purchase decision according to the delivery date.

Participant 28: "[Say] I'm buying a gift for my friend's birthday. When that delivery arrives late, I'm waiting for it in such an angry way."

Participants state that the current last-mile delivery is relatively inflexible. The broad time window and the inability to change the process limit the consumers. Offering more flexible options to consumers, such as a shorter time window, location change option, and delivery day selection affects consumer preferences.

Participant 32: "If the delivery comes to my house when I'm not at home, it's a big problem because then I have to go and pick it up. I think this situation creates a lot of trouble. In other words, the lack of a certain time window with last-mile delivery companies is a serious problem."

Participant 22: "What I am experiencing very often these days, for example, [is that] I receive a message that it will be delivered today, but it is not clear what time it will arrive. I am [left] waiting for it all day long, and I cannot focus on other work."

Participant 4: "When I enter the app, if there are options such as [whether to] let [my delivery] be left with my neighbor or delivered on another date, I would prefer the option to have it delivered on another date. Because it shows that the product will come tomorrow, but I won't be at home tomorrow. For example, I want to change it to Saturday, [because on the original delivery day] I'm not at home, so I do not want to be stressed [about it]. Otherwise, I must call and talk to the last-mile delivery company, so I would like to [be able to] select the day I am at home directly from the app. I think this would be an outstanding service."

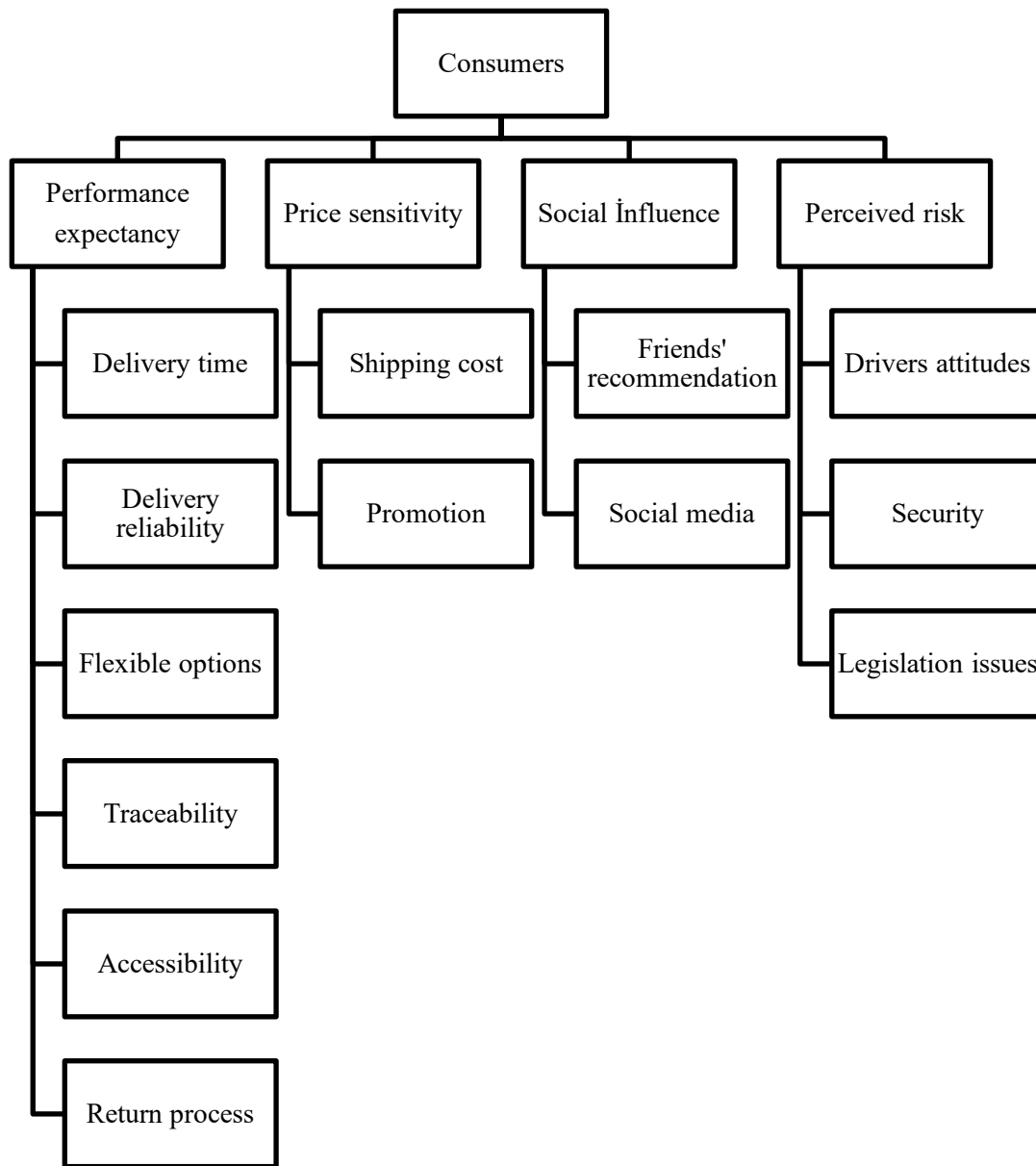


Figure 1: Acceptance factors of consumers

Participants want to get information about the status and delivery time of their products to plan their daily activities. They state that this data is often not entered in the shipment information system with last-mile delivery, or it is entered incorrectly or incompletely. Today's technology allows real-time tracking of deliveries, but traditional last-mile delivery companies don't provide this technology to consumers. Many participants want to benefit from this feature.

Participants who wish to avoid the "you were not at home" problem think that the shipment tracking system is a significant advantage.

Participant 17: "I don't know the exact delivery date when I place an order for books, clothes, etc. It is uncertain whether it will arrive in a week, in a day, or two days. I need to see the delivery date."

Participant 6: "For example, I think it is important to inform consumers that 'Your order is on its way, your order will arrive between these dates.'"

Participant 12: "I need to know in how many days the product I bought will arrive. The system says a week, [but it may come] in three days or four days; we don't know now how many days it will [take to] arrive. I want to know what day and what time it will come when ordering."

Participant 5: "Features such as a live help option, [or the ability to check the location of an] order or remaining delivery time seem to encourage people to use [the service]."

Participant 22: "Maybe if there is a company that works with a real-time location service or makes a call before [delivering], I guess it would be good for me."

Most last-mile delivery companies do not deliver to rural areas or have on certain days. Users living in these areas must take delivery from collection points, as this is the only option. Some participants would prefer companies that provide services in line with their expectations.

Participant 13: "I always choose home delivery, but since I live in a village, it always stays at the collection point, so I have to go and pick it up all the time."

Participant 10: "There is no last-mile delivery company that does home delivery where I live, so I usually have to pick it myself."

The last-mile delivery is a backward- as well as a forward-operating system. Both aspects of this operation need to be planned to meet consumer expectations. Some participants were concerned about how the return processes will be managed in crowdsourced delivery.

Participant 19: "If I choose crowdsourced delivery, and the item comes to as broken, how can I send the item back?"

Price sensitivity. Price was a crucial factor for the participants and directly affected their behavioral intentions. A significant number of participants stated that various price-related factors would influence their use of crowdsourced delivery. Paying the shipping cost was perceived as inconvenient by the participants. Also, most of the e-commerce companies in Turkey offer free shipping services over a certain shopping amount, so

consumers do not know how much money is usually paid for shipping. If the crowdsourced shipping cost is less than other last-mile delivery methods, it is an important alternative.

Participant 2: "If the thing coming to me is something precious, and if there is a considerable shipping fee difference from a traditional last-mile delivery company, I will use crowdsourced delivery."

Participant 16: "I might consider whether this option would be cheaper in terms of price compared to standard last-mile delivery."

Promotion is very effective in the diffusion of new technologies and their rapid adoption by consumers. Participants are positive about different delivery promotions related to the last-mile delivery. Likewise, they stated that they would try at worst if the crowdsourced delivery offered a promotion. In addition, promotional offers can create a social impact and be shared among students.

Participant 35: "Actually, picking up from the delivery point is not my first choice, but if there is a promotion or discount, I can pick it up from the delivery point."

Participant 29: "If there is a discount or promotion somewhere, I want to inform my friends and take advantage of [it]."

Participant 10: "I use it. We love discounts and free things as a nation, so I use them too."

Social influence. One of the essential factors in adopting new technologies is social influence. Social influence is the state of being affected by the ideas of those around us. Participants mentioned that their friends' recommendations could be an essential factor in adopting crowdsourced delivery as their last-mile delivery of choice.

Participant 6: "Frankly, if a friend of mine used it, and she/he was satisfied and recommended it to me, I would use it too."

Participant 11: "If the people around me do not have problems with it, or the problems they are experiencing are minimal ones that can be solved, I [will feel able to] use it."

Along with their friends' recommendations, participants said that other users' ratings and comments about crowdsourced delivery could also influence their adoption of it. Although positive comments could positively affect their

use of the service, negative comments and ratings could also have a negative effect.

Participant 4: "The ratings of the users are also a necessary detail in my opinion since as the application settles, people who are early users will have comments, ratings, notes on how much shipping they do, etc. If they give me confidence [in the service], then I can use it."

Participant 8: "If people complain a lot or I see bad reviews, I make my choice accordingly."

Social media play such a significant role in people's lives. Followers care about social media influencers and celebrities choices.

Participant 7: Maybe first we will learn to recognize [the service] thanks to influencers, and then we will get used to it.

Perceived risk. It was observed that the participants were not familiar with crowdsourced delivery and found it different from traditional last-mile delivery in terms of its non-corporate nature. Three aspects affected the risk perceived by the participants. First, the drivers' attitudes can have an impact on participants' acceptance or rejection of this delivery method. While the participants who had enjoyed a positive driver experience approached this method positively, some thought that drivers might have negative attitudes because of the lack of corporate structure.

Participant 33: "Drivers do not have any managers to regulate their behavior. Problem-solving can be difficult when drivers show bad attitudes, or we have a conflict between us."

Participant 8: "We have many negative experiences even with the personnel working in the [regular] last-mile delivery companies. I cannot predict the attitudes of these self-employed people."

With last-mile delivery, many damages can occur during the transportation and transfer of the products. Participants attached importance to undamaged product delivery, as damage to the products requires the user to make an extra effort, such as complaints and returns.

Participant 10: "It is crucial to me that the product arrives undamaged. Most of the makeup products I buy are dented. I have similar problems with clothes."

Participant 18: "I need to receive my product undamaged."

Another critical issue is the rights and responsibilities of the users in case of a damaged product or conflict. Participants were concerned about the delivery process and their rights in crowdsourced delivery.

Participant 8: "Traditional last-mile delivery companies give me more confidence. Since I will be dealing with the company rather than a single person when I have a problem, different solutions can be found, but otherwise, it seems like the possibilities are more limited."

Participant 26: "What will the e-commerce company's attitude be like? For example, if I first see a statement [from the company] that if there is any problem, we are behind you and we will not victimize you in any way, then I can think about using [the service]."

Lastly, security was one of the top concerns of the participants. Specifically, participants were concerned that drivers are not employees of a company and about the privacy and security of the products and themselves.

Participant 28: "Even a last-mile delivery company employee can add us from social media because he/she knows our names and surnames. In such cases, we can complain to the company. [Crowdsourced] drivers will have information about our name, surname, and even our address. How will this delivery method ensure our security and privacy?"

Participant 13: "Our safety is an important point. We don't know who the next delivery person will be. For example, we know the people who usually come as we constantly shop with a standard delivery company. We don't know who will come with this."

3.2. Adoption factors of Drivers

Compensation. The most crucial issue for the participants was the income level they would obtain from the service they would be providing. If the income level was satisfactory, most participants were willing to work in this type of last-mile delivery service.

Participant 8: "I can do it for the benefit it gives me. I [am] cost-oriented; if it does not provide me profit, why should I do that job?"

Participant 31: "If I'm going to make money, I'd like to work, but if I can't make enough money, why would I try?"

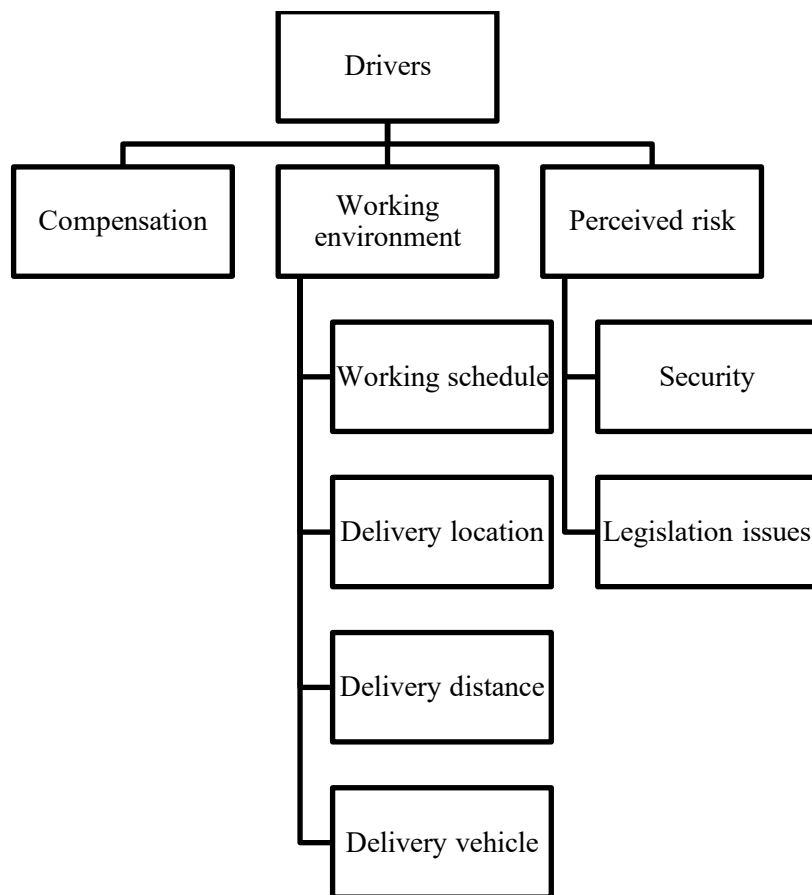


Figure 2: Acceptance factors of drivers

Working environment. A good working environment is one of the main driving forces for participants to work as drivers. Participants seem willing to work in this delivery method to decide many processes for themselves—the possibility of choosing time windows, delivery distance, delivery location. For example, a working schedule is significant for participants. They want to work part-time in a way that depends on their university or personal program.

Participant 3: "I would like to work as long as my time allows, that is, in the free time that is beside [my] daily schedule."

Participant 11: "This is a freelance job. I'm not an employee of a company. [If] I want to deal with my other personal business that day or I have a more important problem to deal with, then I won't work, but if I'm available, I would like to work."

Also, delivery location is another crucial factor. Participants stated that they would like to deliver to points on their regular travel routes or locations within a specific area in their neighborhoods.

Participant 28: "It might make sense to do if it's on our travel routes."

Participant 22: "If I work on the European side of Istanbul and if I live on the Anatolian side, I can take the needs of the people where I live, so it will be an extra job."

There are also uncertainties about which vehicle the delivery will be made by. While some participants wanted to make deliveries using environmentally friendly vehicles such as public transportation or bicycles, some participants stated that it would be easier to deliver with their vehicle.

Participant 26: "Bicycles may be suitable for everyone to do, but there must be a bicycle road. Otherwise, it is hazardous in Turkish traffic."

Participant 6: "If a student can buy a car in Turkey, it means that his/her income is high. Therefore he/she doesn't want to work in this business. I think public transport and cycling are the two best options, but cycling can be dangerous in traffic."

Participant 24: "Due to weather conditions and to be safe, I want to deliver with my car."

Perceived risk. Perceived risk has a significant impact on working in crowdsourced delivery and using it. Participants' concerns about adopting crowdsourced delivery as a worker match two of the elements observed in user adoption. Clarifying the participants' rights and responsibilities regarding their problems during the process may facilitate their intention to work in this field.

4. Discussion

E-commerce is overgrowing all over the world. Hayashi et al. (2014) propose that e-commerce success depends mainly on the success of delivery services. Therefore, managers and academics have focused on improving different aspects of the last-mile delivery process. Crowdsourced delivery is one of the innovative business models that has sprung up to help with efficient last-mile delivery. Still, despite this, it has been the subject of little scientific research. This study presents original findings on the acceptance of crowdsourced delivery in Turkey, a country with approximately 8 million university students: an important distinction, as the results suggest that university students perceive crowdsourced delivery as both a new income opportunity and a new alternative for last-mile delivery. Although our focus groups' participants expressed positive perceptions of the acceptance of crowdsourced delivery in general, a certain distrust in using this new business model was also revealed. Four major themes (performance expectancy, price sensitivity, social influence, and perceived risk) were found to affect participants' adoption of crowdsourced delivery as consumers, and three major themes (compensation, good working environment, and perceived risk) were found to affect their acceptance of crowdsourced delivery as a driver.

Participant 4: "I need to know whether I will be responsible or not if the product is damaged, even if it is not my fault."

Participant 15: "How do I know what they will [have me] transport? So there seems to be a great deal of mutual trust. How can I be sure [whether] what I'm carrying is legal or illegal, and how can I know that there is nothing different in the package I'm delivering? So, when I think about it from the driver's point of view, it didn't seem reliable to me."

Another concern is about the security of the drivers. The attitudes of the people at the delivery addresses or the security problems that may occur there affect the intention of the participants to become employees.

Participant 20: "We see what last-mile delivery workers are going through in Turkey in the news. Last-mile delivery workers can be attacked. I might be concerned about security as this is a job [where] that is likely to happen."

The present study results show that performance expectancy acts as an antecedent to the adoption of crowdsourced delivery. Considering the participants' general tendency, the acceptance of this delivery method is based on whether the benefits provided are better than other last-mile delivery options. Participants will be willing to adopt this method if crowdsourced delivery offers better delivery speed, flexible options, on-time arrival, information sharing, real-time tracking, accessibility, and return processes, which are problematic in traditional last-mile delivery. These findings are consistent with previous studies concerning delivery speed (Carbone et al., 2017; Le and Ukkusuri, 2018; Mckinnon et al., 2016, Punel and Stathopoulos, 2017), flexible options (Le and Ukkusuri, 2018; Punel et al., 2018; Ghajargar et al. 2016), delivery on time (Le and Ukkusuri, 2018; Punel and Stathopoulos, 2017), information sharing, real-time tracking and return processes (Carbone et al., 2017).

The price sensitivity also strongly affects the acceptance of crowdsourced delivery. Turkish e-commerce companies do not charge delivery fees for purchases over a certain amount; therefore, consumers do not know the total cost of the shipping fee. However, the participants believed that the shipping cost should be below

a specific cost. Offering the crowdsourced delivery option for products under a certain amount may provide consumers an advantage in receiving deliveries at an affordable price (Rougès and Montreuil, 2014; Archetti et al., 2015; Miller et al., 2017). Also, while we found that the shipping cost is an essential aspect for users, Punel and Stathopoulos (2017) argue that although crowdsourced delivery firms use cost reduction as their primary advertising point, it is not one of the significant usage factors. In our study, price sensitivity emerged as a critical factor, as the delivery fee is essential for students with limited budgets. Promotions, such as collaborations and discounts that might be offered with crowdsourced delivery, also created a very positive perception of the participants' acceptance. Likewise, the participants stated that compensation is substantial for drivers. Previous research was also in line with this finding (Le et al., 2019a; Miller et al., 2017).

Perceived risk is another vital determinant for the adoption of crowdsourced delivery. Many participants explained that they had problems with trusting this method. The possibility of theft and damaged or lost products concerned them (Mckinnon, 2016). Participants have doubts about loss or theft of the product, insure

5. Conclusion

Last-mile delivery is a logistics service that allows consumers to receive their deliveries seamlessly. The rapid growth of e-commerce in recent years has led to innovations in last-mile delivery. One of these innovative business models is crowdsourced delivery. Crowdsourced delivery is an app or web-based business that allows users to get their products faster, within a specified time frame, at a lower price. This delivery method has already been used in many countries such as Germany, the USA, Japan, and China. However, the factors affecting consumers' intention to use this business model may differ in each country.

After the covid-19 pandemic, the new normal created a massive opportunity for the crowdsourced delivery companies because many people use online channels even in their grocery purchasing. The quality of the service they receive is important for people to maintain these habits. Delivery is an essential element in this service quality. Crowdsourced delivery applications are still in their infancy in Turkey,

the products, and communication problems with a driver. It is challenging to provide sufficient service quality with freelance drivers (Devari et al., 2017). In addition, sharing personal information with crowdsourced drivers causes privacy issues (Mckinnon, 2016). However, as the experience of crowdsourced delivery increases, there is less focus on the privacy, security, and trust issues that users are concerned about in the early stages (Punel et al., 2018). Regarding the acceptance of crowdsourced delivery as the driver, the participants' decisions were affected by the possibility of the transported goods being illegal or dangerous and questions of how to solve insurance-related problems in case of damage to the product. This finding matches the literature (Mckinnon, 2016; Le et al., 2019a; Le and Ukkusuri, 2018).

The last factor affecting acceptance as a driver is the excellent working environment. Since the participants want to work without interrupting their education, they want to decide on their working conditions. Miller et al. (2017) report that those who want to work as drivers mostly want to do so in their spare time with flexible time zones. Therefore, crowdsourcing platforms that provide flexible working options can find a larger driver supply.

and a significant portion of the population is unaware of this method. This study evaluates Turkish university students' adoption of crowdsourced delivery, both as drivers and consumers. Therefore, it provides excellent insights for crowdsourced delivery platforms, as listed below.

- Crowdsourced delivery platforms should highlight the positive aspects that distinguish them from traditional last-mile delivery companies, and offer experiences that the consumer expects, such as speed, flexibility, and traceability.
- The delivery fee should be kept lower than standard delivery at entry-level because one of the reasons for consumers' transition between competing suppliers is delivery prices (Punel et al., 2018).
- Discounts on delivery fees and collaborations with other retailers should be offered in the dissemination period among students. The compensation they are expecting to earn for

drivers should be determined, and the number of drivers should be increased.

- Social influence is effective for participants. Thus, the word-of-mouth effect should be used, and drivers should also be leveraged as an advertising tool. In addition, celebrities, mainly social media influencers, should be encouraged to share their experiences using crowdsourced delivery on YouTube, Twitter, and Instagram platforms. A rating system for crowdsourced platforms will also be a positive reference for many users. The rating system can be an effective tool in supporting good drivers and eliminating bad drivers from the system, reducing risk perceptions related to credibility and professional inadequacy (Carbone et al., 2017).
- Advertisements and information should be shared about the precautions and insurances taken to protect participants against theft, loss, and damage.
- One of the biggest obstacles to controlling the service quality offered by drivers is the low barriers to being a driver (Huang et al. 2020). For this reason, candidate drivers should be trained and tested for security and privacy concerns, and the criminal records of candidate drivers should be checked.
- The crowdsourced delivery models currently available in Turkey offer almost the same as the traditional delivery model for drivers. Good

Researchers' Contribution Rate Statement

Acknowledgment and/or disclaimers, if any

There is no funding

Conflict of Interest Statement, if any

There is no conflict

References

- Aitken, R., Watkins, L., & Kemp, S.** (2019), "Envisioning a sustainable consumption future," *Young Consumers*, Vol. 20 No. 4, pp. 299-313. <https://doi.org/10.1108/YC-12-2018-0905>
- Allen J., Browne M., & Holguín-veras J.** (2015) Sustainability strategies for city logistics. In: Mckinnon a, Browne M, Whiteing a, Piecyk M (eds) green logistics (3rd edition). Kogan page, pp. 293-319

working options should be provided to encourage students to enter the system and increase the number of drivers.

The focus of this study is limited to the acceptance of B2C crowdsourced delivery. Therefore, the acceptance of other existing types should be investigated in future studies. In addition, qualitative research does not aim to generalize due to its nature; for this reason, we cannot generalize the findings of this study to all university students in Turkey. Quantitative research methods should be used to generalize the result. This study was conducted on university students, one of the groups with the highest technology integration, so a quantitative and qualitative study should be carried out on a middle-aged and older sample that is low in technology integration and more conservative towards new delivery models. In this study, there are students from different universities in the discussion groups. This may have prevented the emergence of a location-based perspective. Future studies can be conducted on specific locations. Lastly, since the study was carried out using the questions prepared by the researchers, some issues were not mentioned, and therefore some factors may not have been revealed. In the future, with the widespread use of the application, usage behaviors and continuation intentions can be examined through technology acceptance theories.

Archetti, C., Savelsbergh, M., & Speranza, M.G., (2015). "The vehicle routing problem with occasional drivers", *European Journal of Operational Research*, 254, pp. 472–480. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2016.03.049>.

Berg, N., & Knights, M. (2021), Amazon: How the world's most relentless retailer will continue to revolutionize commerce, Kogan Page Publishers, London, England.

Buldeo Rai, H., Verlinde, S., & Macharis, C. (2018). Shipping outside the box. Environmental impact and stakeholder analysis of a crowd logistics platform in Belgium. *Journal of Cleaner Production*, 202, pp. 806-816. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.210>

Buldeo Rai, H., Verlinde, S., & Macharis, C. (2021a). Who is interested in a crowdsourced last mile? A segmentation of attitudinal

profiles. *Travel Behaviour and Society*, 22, pp. 22-31 <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2020.08.004>

Buldeo Rai, H., Verlinde, S., & Macharis, C. (2021b). Unlocking the failed delivery problem? Opportunities and challenges for smart locks from a consumer perspective. *Research in Transportation Economics*, 87, 100753. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2019.100753>

Carbone, V., Rouquet A., & Roussat C. (2017), "The rise of crowd-logistics: a new way to co-create logistics value?", *Journal of Business Logistics*, 38(4), pp. 238-252 <https://doi.org/10.1111/jbl.12164>

Chawla, D., & Sondhi, N. (2016), *Research methodology: Concepts and cases* (2nd ed.), Vikas Publishing House, New Delhi, India.

Chen, P., & Chankov, S. M. (2017), "Crowdsourced delivery for last-mile distribution: An agent-based modelling and simulation approach", paper presented at the IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 10-13 December, 2017, Singapore, pp. 1271-1275. DOI: 10.1109/IEEM.2017.8290097

Chen, Y., Yu, J., Yang, S. & Wei, J. (2018), "Consumer's intention to use self-service parcel delivery service in online retailing: An empirical study", *Internet Research*, Vol. 28 No. 2, pp. 500-519. <https://doi.org/10.1108/IntR-11-2016-0334>

Cramer-Flood, E., (2020), "Global e-commerce 2020", available at <https://www.emarketer.com/content/global-ecommerce-2020> (Accessed 2 November 2020)

Creswell, J.W. (2013). *Nitel araştırma yöntemleri: Beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni.* (Çev. Ed. M. Bütün, S.B. Demir), Ankara: Siyasal Kitabevi.

Devari, A., Nikolaev, A. G., & He, Q. (2017), "Crowdsourcing the last mile delivery of online orders by exploiting the social networks of retail store customers", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 105, pp. 105-122. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2017.06.011>.

Ghajargar, M., Zenezini, G., & Montanaro, T. (2016), "Home delivery services: innovations and emerging needs", *IFAC-*

PapersOnLine, 49(12), pp. 1371-1376. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.755>

Goetting, E., & Handover, W. N. (2016), *Crowd-shipping: Is crowd-sourced the secret recipe for delivery in the future?*, German Industry and Commerce LTD/GCC, available at <http://docplayer.net/38621729-Crowd-shipping-is-crowd-sourced-the-secret-recipe-for-delivery-in-the-future.html> (Accessed 7 January, 2022)

Gundumogula, M. (2020), "Importance of Focus Groups in Qualitative Research", *International Journal of Humanities and Social Science (IJHSS)*, 8(11), pp. 299-302. 10.24940/theijhss/2020/v8/i11/HS2011-082

Hancock, M. E. (2017), "The use of WordPress in online focus group studies", *The Qualitative Report*, 22(8), pp. 2273-2280, available at <http://nsuworks.nova.edu/tqr/vol22/iss8/12> (Accessed 17 August, 2021)

Hayashi, K., Nemoto, T., & Visser, J.J., (2014), *E-commerce and city logistics solution*, Taniguchi and Thompson (Ed.s.) *City Logistics: Mapping the Future* vol. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 55-78.

Huang, L., Xie, G., Blenkinsopp, J., Huang, R., & Bin, H. (2020), "Crowdsourcing for sustainable urban logistics: Exploring the factors influencing crowd Workers' participative behavior", *Sustainability*, 12(8), 3091, <https://doi.org/10.3390/su12083091>

Kapsler, S., & Abdelrahman, M. (2020), "Acceptance of autonomous delivery vehicles for last-mile delivery in Germany – Extending UTAUT2 with risk perceptions", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 111, pp. 210–225, <https://doi:10.1016/j.trc.2019.12.016>

Krueger, R. A., & Casey, M. A. (2002). 'Designing and conducting focus group interviews', *Social Development Papers*, No:36 pp. 4-23, available at <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.607.4701&rep=rep1&type=pdf#page=10>

Le, T. V., & Ukkusuri, S. V. (2018), "Crowd-shipping services for last mile delivery: Analysis from survey data in two countries. 97th Annual Meeting Transportation Research Board (No. 18-03779). January 7-11, 2018 in

Washington, D.C.
<https://doi.org/10.1016/j.trip.2019.100008>

Le, T. V., & Ukkusuri, S. V. (2019a). Modeling the willingness to work as crowdshippers and travel time tolerance in emerging logistics services. *Travel Behaviour and Society*, 15, pp. 123–132.
<https://doi.org/10.1016/j.tbs.2019.02.001>

Le, T. V., & Ukkusuri, S. V. (2019b), "Crowdshipping services for last mile delivery: Analysis from American survey data", *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 1, 100008,
<https://doi.org/10.1016/j.trip.2019.100008>.

Le, T. V., Stathopoulos, A., Van Woensel, T., & Ukkusuri, S. V. (2019), "Supply, demand, operations, and management of crowdshipping services: A review and empirical evidence", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 103, pp. 83-103,
<https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.03.023>

McKinnon, A. (2016). Crowdshipping: A communal approach to reducing urban traffic levels, 41 *Logistics White Paper 1/2016*. Alan McKinnon, 42.

Miller, J., Nie, Y., & Stathopoulos, A., 2017. Crowdsourced Urban Package Delivery: Modeling Traveler Willingness to Work as Crowdshippers. *Trans. Res. Rec.* 2610.
<http://dx.doi.org/10.3141/2610-08>.

Moroz, M., & Polkowski, Z., (2016), "The last mile issue and urban logistics: choosing parcel machines in the context of the ecological attitudes of the Y generation consumers purchasing online", *Transp. Res. Procedia* 16, pp. 378–393.
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.11.036>

Morrison, D., Lichtenwald, K., & Tang, R. (2020), "Extending the online focus group method using web-based conferencing to explore older adults online learning", *International Journal of Research & Method in Education*, 43(1), pp. 78-92.
<https://doi.org/10.1080/1743727X.2019.1594183>

Paloheimo, H., Lettenmeier, M., & Waris, H. (2016), "Transport reduction by crowdsourced deliveries—a library case in Finland", *Journal of Cleaner Production*, 132, pp. 240-251.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.103>

Prince, M., & Davies, M. (2001), "Moderator teams: an extension to focus group methodology", *Qualitative Market Research: An International Journal*, 4 (4), pp. 207-216.
<https://doi.org/10.1108/EUM0000000005902>

Punel, A., & Stathopoulos, A. (2017), "Modeling the acceptability of crowdsourced goods deliveries: Role of context and experience effects", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 105, pp. 18-38,
<https://doi.org/10.1016/j.tre.2017.06.007>

Punel, A., Ermagun, A., & Stathopoulos, A. (2018), "Studying determinants of crowdshipping use", *Travel Behaviour and Society*, 12, pp. 30-40,
<https://doi.org/10.1016/j.tbs.2018.03.005>

Rougès, J. F., & Montreuil, B. (2014). Crowdsourcing delivery: New interconnected business models to reinvent delivery. In 1st international physical internet conference (Vol. 1, pp. 1-19).
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.210>

Wicaksono, S., Lin, X., & Tavasszy, L. A. (2021). Market potential of bicycle crowdshipping: A two-sided acceptance analysis. *Research in Transportation Business & Management*, 100660.
<https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100660>

Willis, K., Green, J., Daly, J., Williamson, L., & Bandyopadhyay, M., (2009). "Perils and possibilities: achieving best evidence from focus groups in public health research". *Aust. N. Z. J. Public Health* 33 (2), pp. 131-136.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1753-6405.2009.00358.x>.

YÖK (2021), "Turkish higher education statistics", available at <https://istatistik.yok.gov.tr/> (Accessed, 17 September 2021).

Appendix A

Focus Group Questions

Demographic questions:

Age (), Gender (), The average number of e-commerce shopping in a year ()*

Opening questions

- Which delivery methods would you prefer to use? why?

Introductory questions

- What factors affect your delivery method choices?

Transition questions

- How important is delivery to you?
What are your expectations from a good delivery?
- How often do you have problems with delivery?

Key questions

- What do you think are the advantages and disadvantages of the crowdsourced delivery service?
- Would you use crowdsourced delivery as a delivery method?
- How does the crowdsourced delivery method differ from the delivery methods you use?
- What do you think about the ease of use of the crowdsourced delivery service?
- How does the spread of crowdsourced delivery method affect your use of this delivery method?
- What do you think of the trial proposals for the crowdsourced delivery service?
- Do you want to work as a driver in crowdsource delivery service?
- Which vehicle would you prefer for delivering the packages?

End questions

- What changes do you think should be made in future delivery methods?

* you can round up the last digit as 5 or 0.

Research Article

Using the hierarchy of controls to improve maritime safety: Case of hot work on board shipsÖmer Söner^{1*}, Çağatay Kandemir²¹ VAN YYÜ, Denizcilik Fakültesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye,² Ordu Üniversitesi, Gemi Makinaları İşletme Mühendisliği, Ordu, Türkiye*Correspondence: soneromer023@gmail.com

DOI:10.51513/jitsa.1090589

Abstract: Hot work is considered a hazardous process that causes many accidents on board ships. So, actual risks of hot work actions are assessed like any other hazardous operations in ships. Since the intelligent transport systems require increased safety level; all assessed hazards should be eliminated with robust and systematic hazard identification and clustering system for sea transportation. In this regard, a preventive study has been undertaken in order to raise awareness of safety and health issues in hot work activities aboard ships. In the study, the hierarchy of controls is applied to identify ship-specific hazards, hazard sources, and hazardous environments in order to develop preventative control measures in a more effective way. Based on the hierarchy's components, control measures have been developed including elimination, substitution, engineering controls, administrative controls, and personal protective equipment. Therefore, it enables to implementation of feasible and effective control measures for hot work hazards onboard ships from a hierarchical perspective.

Key words: Intelligent transportation systems, the hierarchy of controls, hot work, occupational hazards,

Deniz emniyetini arttırmak için kontrol hiyerarşisinin kullanılması: gemilerde sıcak çalışma örneği

Özet: Sıcak iş, gemilerde birçok kazaya neden olan tehlikeli bir süreç olarak kabul edilir. Bu nedenle, sıcak iş eylemlerinin gerçek riskleri, gemilerdeki diğer tehlikeli işlemler gibi değerlendirilir. Bilindiği üzere, akıllı ulaşım sistemlerinin temel gereksinimlerinden birisi, ileri emniyet uygulamaları olmaktadır. Bu nedenle, değerlendirilen tüm tehlikeler, deniz taşımacılığı için tasarlanmış sağlam ve sistematik tehlike tanımlama ve kümeleme sistemi ile ortadan kaldırılabılır. Bu bağlamda, gemilerde yapılan sıcak iş faaliyetlerinde güvenlik ve sağlık konularında farkındalık yaratmak amacıyla önleyici bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada, önleyici kontrol önlemlerini daha etkin bir şekilde geliştirmek için gemiye özgü tehlikeleri, tehlike kaynaklarını ve tehlikeli ortamları belirlemek için kontroller hiyerarşisi uygulanmaktadır. Hiyerarşinin bileşenlerine dayalı olarak, eleme, ikame, mühendislik kontrolleri, idari kontroller ve kişisel koruyucu ekipman dahil olmak üzere kontrol önlemleri geliştirilmiştir. Bu nedenle, hiyerarşik bir perspektiften gemilerde sıcak iş tehlikeleri için uygulanabilir ve etkili kontrol önlemlerinin uygulanmasını sağlar.

Anahtar Kelimeler: Akıllı ulaşım sistemleri, kontrol hiyerarşisi, sıcak çalışma, mesleki tehlikeler

* Corresponding author.. Ömer Söner

E-mail address: soneromer023@gmail.comORCID: 0000-0002-8100-7874¹; 0000-0001-6518-7249²

Received 20.03.2022; accepted 30.03.2022

Peer review under responsibility of Bandirma Onyedi Eylül University.

1. Introduction

Safety is one of the main concerns of intelligent transportation systems. Therefore, hazardous operations should be eliminated or mitigated through systematic approaches. In the maritime, hot-work is considered a hazardous operation, as there are various accidents occurred due to hot-work based errors in the past. For this reason, hazards of such operations should be reviewed systematically to increase operational safety for sea and water transportation.

Hot-work is a process that utilizes electric arc or gas welding equipment as well as cutting burner equipment in order to repair, cut or re-build various system components. In general, this procedure is applied when a ship at shipyard, however; it can be done in some circumstances when there is a requirement on-board especially when there is no other option. Since it can produce heat, sparks, flame and high temperature; hot-work is known as one of the most dangerous operations in maritime industry. Past studies address that at least 16% of machinery space fire events have been caused by hot-work operations (Ikeagwuani & John, 2013). Fire on-board a ship is a critical issue as it may cause serious consequences. According to the past studies, 13% of injuries and 9% of incidents caused by fire and explosions are sourced by hot work in Great Britain between 1998-2000 (Bradley, 2002). Apart from the fire, hot work operations produce toxic gases, fumes, vapours, noise, molten metal in a working environment which make it risky and hazardous job (Osha, 2021). Even so, during the hot work operations, the main risk is fire whilst the secondary risk is body burn based injuries (Dixit, 2021). These forms of hazards should also be mitigated by some countermeasures.

In order to mitigate the risks, hot-work actions are approved by a work permit mechanism thus whole process must be supervised strictly. A hot work permits on-board a ship is a safety review process to ensure necessary countermeasures are taken and all conditions are proper for such hazardous operation. These countermeasures can focus on different aspects of safety process; for instance, humans are not allowed to enter a confined space without a ventilation process is carried out prior to the operation. This can be about non-human elements as well; to exemplify, situation of equipment to be utilized,

lighting of working environment, housekeeping and other elements must be checked properly. In addition to these, hot work permits are not restricted with operations on-board but also in shipyards, docks and other offshore units. These strict rules are extended according to some ship types due to their additional hazardous situations sourced by their special purposes. To illustrate, tanker ships are not permitted for hot-work actions on their deck unless the ship is gas free (IMO, 2021).

Despite the countermeasures taken by international organizations, accidents sourced by hot-work actions are still occurred in shipping industry. For instance, BBC Xingang ship required a hot work process on 11 December 2017. Prior to operation, a safety meeting was held. However, the hot work caused a fire due to ignition of molten metal on the surface of cargo coverings. It extinguished before it was too late, nevertheless not all accidents were ended in this way (ATSB, 2018). In October 2018, MV Balgarka a fire erupted during a hot work operation in forepeak tank. One of the crew members escaped from the fire, another one injured seriously and a fitter found died (MSIU, 2019). Similar cases can be seen in the reports of maritime accident investigation organizations (MARDEP, 2015). Evidences suggest that these accidents are mainly caused by human factors as human operators can be failed when following the procedures. Besides, lack of communication, lack of training and lack of understanding can be concluded from the past accidents. On the other hand, the studies related with hot-work operations have not been studied elaborately. Besides, despite the hot-work based accidents, the literature is scarce in this field. Nevertheless, some studies account for hot-work in their research. For instance, Tukur and Zhoude (2013) reviewed the safety procedures and guidelines for hot-work and welding operations. Moreover, Saputra et al. (2015) analysed past accidents to reveal safety issues on hot-work operations executed in conveyor belt area of a self-unloading bulk carrier vessel. Similarly, Yilmaz (2021) carried out research for shipboard fires and explosions and put emphasis on hot surface and hot-work actions in order to increase fire safety in the engine room. On the other hand, Marek and McGowan (2021) developed a governance model and safety management system for fire events on naval ship

maintenance activities. According to their study, the most important factor which leads fire accident by hot work action is carrying the operation in improperly prepared areas. They highlighted that hot work-based fire accidents are a universal problem and should be researched more comprehensively.

Considering the scarce literature and ongoing safety issues on hot work-based accidents, the underlying safety issues and operational steps should be identified (Xu et al., 2014). For this reason, this study aims to identify the most frequent errors of hot-work activities conducted in the engine room. For this reason, a hierarchical task analysis is applied to a hot-work action plan in order to identify critical steps of the planned operation. Therefore, a comprehensive finding related to the hot work operations can be revealed and contributed to the literature.

2. Hazards of hot work on-board ships

The International Safety Management (ISM) Code is aimed to offer a worldwide standard for safe ship management and operation, as well as pollution prevention (ISM Code, 2010). Since a wide range of ships operates in a variety of conditions and all shipping companies or shipowners are unique, the ISM Code is founded on broad concepts and objectives, such as assessing all recognized hazards to ships, seafarers, and the environment and putting in place suitable measures (ISM Code, 2010). The safety management system (SMS), which is an essential component of the ISM Code, describes all of the critical policies, technique, and procedures of the organization to guarantee the safe operation of ships at sea (ISM Code Part A Regulation 1.1.4). In that way, each ship complies with the appropriate safety requirements, as well as the regulations, codes, guidelines, and standards implemented by relevant maritime organizations and authorities. Therefore, the on-board SMS should provide enough instructions on hot work control and be robust enough to assure compliance (IMO, 2003).

Since the hot work involves flames, incendiary sparks, or temperatures that are prone to causing flammable gas ignition, it can generate serious health hazards and hazardous areas. Thus, it can put seafarers in danger in a variety of ways.

At this point, the master or a responsible ship officer should conduct a risk assessment to determine the specific hazards posed by performing hot work operations in order to take the all-necessary precautions. Considering ship-specific hot work hazards have not been highlighted in regulations, codes, or standards, the study looked through related publications, resolutions, and guidelines to uncover them (IMO, 2003; ICS, 2014). According to the investigation conducted as part of the current study, the primary hazards associated with hot work activities on board ship are fire/explosion, electrical hazards, toxic fumes, burns and scalds (flame, surface contact, or radiation), falling from a height, and eye injuries. The aforementioned hazards were identified through recommendations, common principles, instructions, and guidelines developed by shipping industry stakeholders. A permission system for hot work operations should be established, as specified by the IMO regulation, in order to adequately investigate space intended for hot work and close attention should be paid to take all required actions to prevent or mitigate the detected hazards (IMO, 2003). Since the most of the time it is not possible to designed a permanent safe space for hot work activities on board ships, a responsible officer should conduct a risk assessment before each hot work to increase seafarers' awareness of safety and related hazards. In light of the identified risks, the work area should be thoroughly prepared and isolated before practicing hot work. Finally, all necessary precautions should be maintained until the hot work is completed (IMO, 2003).

3. Hierarchy of control

The hierarchy of control is a framework that has been used by occupational safety and health professionals, safety engineers, and safety practitioners to determine strategies for dealing with workplace hazards. The main purpose of the hierarchy of control is to assess hazards and promotes intervention methods in a consistent and systematic way. Although, removal of the hazard and elimination of the risk of exposure is not always possible, it is always preferable. The use of the hierarchy in initial risk assessments and those done after controls have been established helps to more properly estimate risk and to enhance controls over time.

It is mainly established on the sense that rather than relying on worker to decrease exposure, the best way to manage a hazard is to eliminate it from the workplace. The traditional concept of hierarchy of control was defined by Barnett and Brickman (1986). The traditional concept of the hierarchy of controls was further developed by the National Safety Council, a non-governmental and non-profit safety advocate organization in America, (Plog, Niland & Quinlan, 1996).

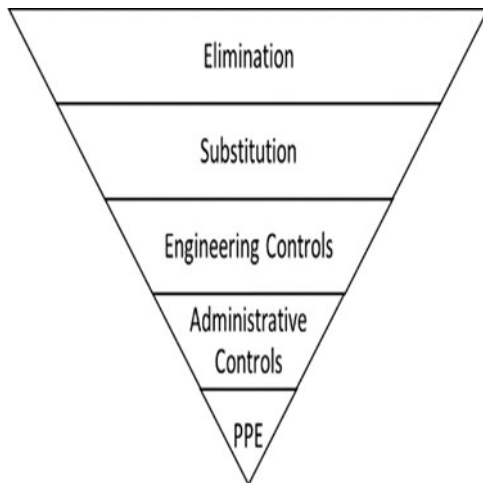


Figure 1. *The hierarchy of controls*

After a hazard has been discovered and assessed, the first action should be to either remove or mitigate the risk to an acceptable level. Since preventing worker exposure to occupational risks is the most fundamental way of worker protection, the hierarchy of controls has been utilized to determine how to deploy realistic and effective control measures. The rationale behind this hierarchy is that the strategies at the top of the map may be more effective and protective than those at the bottom (see Figure 1). The hierarchy of control structure covers Elimination, Substitution, Engineering Controls, Administrative Controls, and Personal Protective Equipment (PPE). Elimination implies that the practice or task should be modified to physically remove or completely eliminate the hazard. Focusing on elimination to entirely remove the hazard can contribute to minimizing catastrophic accidents or casualties in the working environment. Thus, this is considered the most effective risk-control technique available, and it should always be explored after a risk has been recognized.

Substitution, on the other hand, is the process of replacing a traditional substance or procedure with less hazardous alternatives. Therefore, substitution demands a broader perspective in order to be aware of potential alternatives that are less hazardous. In the substitution step, if the use of hazardous substances cannot be avoided, it may be considered to remove the activity permanently. If elimination or substitution is really not possible to achieve due to technical constraints, engineering controls may be one of the feasible and effective approaches for removing the hazard or reducing the likelihood of the risk of exposure (de Castro, 2003; Morris & Cannady 2019). Engineering controls are meant to mitigate a hazard at its source and entirely protect employees from harm, allowing workers to fulfil their work responsibilities without being exposed to any workplace hazards (de Castro, 2003). It is essentially the removal or isolation of a hazard through use of technology. Accordingly, engineering controls is concerned with the source of the hazard or the line of transmission (de Castro, 2003). Administrative controls are policies that try to minimize worker exposure to a hazard, and are often implemented through work assignments. Administrative controls are generally focused on training and job rotation, although they may not necessarily address the actual vulnerabilities and risks (Morris & Cannady 2019). Adopting standard operating procedures or safe working practices, permit to work, isolation as well as ensuring adequate training, instructions, or information to limit the risk of injury and/or ill health impacts to workers, are examples of administrative controls (HSA, 2021). In cases when no deliberate control has been imposed, the ultimate level of the hierarchy of control is to deploy PPE. Even if PPE appears to be the simplest or most cost-effective option, the risk or hazard remains in the workplace. In addition to the purchase price of the equipment, periodic training needs and PPE maintenance should also be considered. Furthermore, research reveals that, while PPE might reduce the risk present in some work conditions, it can also influence human senses and even diminish performance in some circumstances (Morris & Cannady 2019). Hence, workers may find the usage of PPE quite challenging and stressful.

4. Hierarchy of control measures

Hot-work precautions on-board a ship is specified by IMO within the ISM Code. There are some guidelines must be done before initiating a hot-work operation. These guidelines aim to increase safety level through some countermeasures such as; removing any flammable materials from working area, ensuring that the area is gas free, all personnel must be informed prior to an operation, conditions of equipment must be checked, firefighting ability must be well ready, and permissions are needed. However, hot work precautions in a ship engine room is required some additional attentions due to its characteristics. For instance, bilges must be checked, any flammables and vapourable materials must be removed, work site must be shielded for sparks, pipe sections that extend beyond the engine room must be blanked, if any change in the condition is observed hot-work operation must be stopped, fire hoses and fire pump should be well prepared and according to the engine room's conditions, any special precautions should be taken. Therefore, various countermeasures can be applied by referencing

the existing guidelines, however; hot-work based accidents on-board continue to occur. For this reason, various hazards of hot-work operation are analysed via hierarchy of control method. In this regard, hot-work based hazard types are considered as: fire and explosion, electrical hazards, toxic fumes, scalds, falling from height and eye injuries. These hazard types are collaborated with hierarchical control measure elements (elimination, substitution, engineering controls, administrative controls and PPE) in order to establish a matrix. This matrix is shown in Table 1.

Table 1. Hierarchical control measures matrix

| Hazard Type | Hierarchical control measures | | | | |
|---------------------|-------------------------------|--------------|----------------------|-------------------------|-----|
| | Elimination | Substitution | Engineering controls | Administrative controls | PPE |
| Fire and explosion | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| Electrical hazards | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Toxic fumes | | | | ✓ | ✓ |
| Burns and scalds | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| Falling from height | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| Eye injuries | | | ✓ | ✓ | ✓ |

In this table, the relationship between possible control measures and hazard types are interrogated according to the existing solutions from the literature. For instance, if a hazard type can be eliminated completely; its marked correspondingly. Hence, findings and

suggestions according to this matrix are introduced in the next section.

5. Findings and suggestions

The first hazard type is fire and explosion. Considering the hot work applications, this hazard cannot be removed completely as the processes require high temperature as well as ignition. Moreover, substituting the fire may not be possible in most of the times. If the process aims a cutting operation, water jet cutting technology can be suggested. Even so, most of hot work aims to combine or repair thus this suggestion is only available for minority of operations. Mostly, there are some specific countermeasures that should be considered in particular with respect to engineering controls, administrative controls, and PPE. To illustrate; reduce the number of seafarers who are at risk, any releases of dangerous substances should be collected, contained, and removed to a safe location, should take steps to avoid the formation of an explosive environment (proper ventilation etc.), take necessary precautions to prevent the spread of fires or explosions, and providing appropriate PPE to seafarers (HSE, 2013). For electrical hazards; electricity connection and transmission are required thus it cannot be eliminated or substituted. However, other countermeasure types can be done by responsible officers. For example; reduced arc flash energy effectively replaces a lower risk with a higher risk, a physical inspection of all electrical equipment, including the lead and plug connections, should be performed before use, establishing reporting procedures to notify responsible officer when any electrical equipment is removed from service for safety reasons, to avoid overloading, all necessary precautions should be taken to protect power circuits with an appropriate fuse or circuit breaker (Allen, 2009; Safe Work Australia, 2012). Toxic fumes are another hazard type of these operations. In addition to respiratory problems, burns, flu-like symptoms, and eye injury, toxic fumes exposure can cause Parkinson's-like symptoms, kidney damage, and nervous system damage, all of which are potential fume side effects (OSHA,2013). Since toxic fumes are produced during hot work as a result of chemical reactions, employing pre-mixed or diluted chemicals or alternative substances is not an option for eliminating the hazards in the hot work operations. Hence, adequate ventilation is crucial to provide during hot work operations. Grinding or sanding the surface to bare metal before welding should

consider since they reduce the formation of fumes and vapours from paints and primers (Chang & Lin, 2006). Lastly, for all hot works, providing appropriate and effective PPE is essential. Next, burns and scalds are injuries that caused by thermal or radiant energy and mainly occur on the skin. It may emerge as a result of direct contact with a hot surface without the use of proper PPE. However, a hot spark or molten slag becoming stuck in footwear or clothing is the most likely source of burn injuries (OSHA, 2010). Hence, it's critical that all seafarers have attended a systematic and up-to-date training program and have been certified as not only qualified and experienced but also competent to undertake hot work operations (OSHA, 2010). For burns and scalds hazards, suitable PPE, such as a hood, face shield, or goggles (for eye protection), leathers, protective sleeves, and flame-resistant gauntlet-type gloves, is encouraged (OSHA, 2010). Falling from height can be completely eliminated, if necessary, measures are taken. Conducting hot-work from safer position with the support of long distance focused hot work tools; the process can be executed safely. This hazard can also be replaced with some other techniques such as safety rope, hydra ladder or boom lift based other hazards. Eye injuries are among the most common types of hazards faced by seafarers engaged in hot work (OSHA, 2010). Even though the majority of the effects of eye injuries are treatable, they have the potential to cause catastrophic vision loss in one or both eyes. Hence, due to its delicate nature, the hazards of eye injuries should be handled with the utmost attention (OSHA, 2010). The most common cause of eye injuries is airborne debris, which includes hot sparks and slag generated by the hot work. Since a majority of eye injuries occur when these materials enter the eye, they are easily remedied with proper PPE (OSHA, 2010).

6. Conclusion

Majority of assessed hazards can be eliminated by personnel with an easy and competent hazard identification system in order to increase safety level of an intelligence transportation mechanism. Therefore, enabling seafarers to identify and cluster potential hazards and hazardous environments may facilitate undertaking to monitor for these hazards. In this perspective, elimination of hazards can become

a reality when people get familiar with a simple but secure hazard identification system. However, elimination of hazards cannot be possible in some situations such as hot work operations in a ship's ecosystem. Despite the strict rules and well-known countermeasures which have been acknowledged globally; hot work-related accidents continue to occur on board ships. Therefore, a guidance for safety practitioners can be beneficial regarding various hot work operations aboard.

In terms of a methodical approach to this subject, the literature is lacking when it comes to the hazards of hot work on board ship and viable countermeasures. For this reason, in this study; six critical hazards of hot work process are introduced to apply hierarchical control measures. The layers of hierarchical control measures are: Elimination, substitution, engineering controls, administrative controls and PPE. Then, these parameters of hierarchical controls are matched with the widely known hazard types of hot work operations, they are: fire and explosion, electrical hazards, toxic fumes, burns and scalds, falling from height, eye injuries. Therefore, critical hazards of hot work operations are interrogated with hierarchical control measures. The findings have been explained in details as it can be used as a countermeasure procedure which specifies priorities when removing safety issues in different situations. The safety practitioners and supervisors on board a ship can be benefitted from this matrix in order to reveal their priorities. Moreover, they can re-match the matrix according to different situations or possible solutions that they have. Therefore, countermeasures can be taken effectively through a hierarchical perspective.

However, there are some limitations of the study. Because of the many different ship types, sizes, working conditions, crew, and practices, each merchant ship has its own set of hazards which should be eliminated or mitigated. It is very challenging and mostly unknown to obtain technical or operational conditional data from them. Hence, the suggestions of this study prepared for ordinary ship conditions. If there are other hazardous conditions; the priorities may require some modifications. For this reason, for further studies; applications in different ship conditions can be conducted to reveal additional safety enhancements.

Researchers' Contribution Rate Statement

All researchers have equal contribution rates.

Acknowledgement and/or disclaimers, if any

There is no funding.

Conflict of Interest Statement, if any

There is no conflict.

References

- Allen, P. B.** (2009). Risk control hierarchy clarifies electrical safety. *EHS Today*, 2(10), 69-72.
- ATSB (The Australian Transport Safety Bureau) (2018).** *Constant vigilance and appropriate risk controls can reduce the danger of ship fires from on board hot work.* Retrieved from <https://www.atsb.gov.au/media/news-items/2018/on-board-fire-from-hot-work/>
- Barnett, R. L., & Brickman, D. B.** (1986). Safety hierarchy. *Journal of Safety Research*, 17(2), 49-55.
- Bradley, P.L., Baxter. A.** (2002). Fires, explosions and related incidents at work in Great Britain in 1998/1999 and 1999/2000. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 15 (2002). 365-372.
- Chang, J. I., & Lin, C. C.** (2006). A study of storage tank accidents. *Journal of loss prevention in the process industries*, 19(1), 51-59.
- Cheryl Marek, J. B., & John McGowan, Q. C.** (2021). A Governance Model and Safety Management System Framework for Industrial Fire Safety During Naval Ship Maintenance Availabilities. *Acquisition Research Program.*
- de Castro, A. B.** (2003). 'Hierarchy of Controls': Providing a framework for addressing workplace hazards. *AJN The American Journal of Nursing*, 103(12), 104.
- Dixit, V.** (2021). Occupational Hazards in Modern Bulk Carrier Vessel and How to Mitigate the Hazards. *International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Topics*, 2(7), 36-38.

Health and Safety Authority (HSA). (2021). *Hazards And Risk*.

<https://www.hsa.ie/eng/Topics/Hazards/>.

Accessed:10.25.2021. Retrieved from:

https://www.osha.gov/sites/default/files/ships_combined.pdf

Ikeagwuani, U. M., & John, G. A. (2013). Safety in maritime oil sector: Content analysis of machinery space fire hazards. *Safety science*, 51(1), 347-353.

International Maritime Organization (IMO), (2003). *Principles For Hot Work on Board All Types of Ships*. MSC/Circ.1084. London, UK.

International Chamber of Shipping (ICS). (2014). Tanker safety guide (Chemicals), 4th ed. 2014.

ISM Code. (2010). ISM Code and Guidelines on Implementation of the ISM Code 2010. Resolution A.741(18) as Amended by MSC.104(73), MSC.179(79), MSC.195(80) and MSC.273(85). London, UK.

Kuehmayer, J. R. 2008. Marine Accident and Casualty Investigation Boards. Austrian Marine Equipment Manufacturers c/o J. R. Kuehmayer Marxergasse 27/8 A 1030 Vienna, AUSTRIA.

MARDEP (2015). A fatal accident by welding above the flammable cargo inside a cargo hold. Accessed:12.25.2021. Retrieved from: <https://www.mardep.gov.hk/en/msnote/pdf/msin1505.pdf>.

Morris, G. A., & Cannady, R. (2019). Proper use of the hierarchy of controls. *Professional Safety*, 64(08), 37-40.

Marine Safety Investigation Unit (MSIU) (2019). Accessed:11.25.2021. Retrieved from: https://mtip.gov.mt/en/msiu/Documents/MV%20Balgarka_Final%20Safety%20Investigation%20Report.pdf

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2010). Safety and Health Injury Prevention Sheets: Working with the Shipyard Industry.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2013). Controlling hazardous fume and gases during welding. OSHA FactSheet.

Occupational Safety and Health Administration OSHA (2021).

Accessed:11.22.2021. Retrieved from:

<https://www.osha.gov/etools/shipyard>.

Plog, B. A., Niland, J., & Quinlan, P. (1996). *Fundamentals of Industrial Hygiene*. 5th ed. Itasca, IL: National Safety Council; 2001.

Safe Work Australia (2012). *Code of Practice: Managing Electrical Risks in The Workplace*. ISBN 978-0-642-78329-5.

Saputra, H., Muvariz, M. F., Yuniarsih, N., Abdurahman, N., Satoto, S. W., & Landong, R. (2015). Safety Issue Associated With Hotwork on Conveyor Belt Area of Self-Unloading Bulk Carrier. *Jurnal Integrasi*, 7(1), 57-62.

Tukur, H., & Zhoude, Q. (2013). A Review of Safety Procedures and Guidelines in Welding and Cutting. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. Volume 2 Issue 3,119-123.

Xu, K. L. (2014). Study on the Hazardous Factors Analysis of Welding in Ship Repairing and Building. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 675, pp. 225-228). *Trans Tech Publications Ltd*.

Yılmaz, F. (2021). Analysis of shipboard fire/explosion accident occurred in the Turkish search and rescue area. *Aquatic Research*, 4(3), 214-232.

Review Article

The effect of world ITS congresses on ITS awareness and dissemination

Sinem Akkaya^{1,*}, Necla Tektaş²

¹Department of Intelligent Transportation Systems and Technologies, Bandirma Onyedi Eylul University, Bandirma, Turkey

²Econometrics/ Faculty of economics and administrative sciences, Bandirma Onyedi Eylul University, Turkey

*Correspondence: sinemakkaya@ogr.bandirma.edu.tr

DOI: 10.51513/jitsa.1091773

Abstract: In today's modern economies, congresses, conferences and fairs are the most suitable environments for the establishment of personal and long-term commercial relations. Since such meetings provide face-to-face interaction, they provide a high level of influence and information exchange. Types of meetings and congresses are classified according to the number of participants and delegates, as well as their purpose and the place where they are held. In this study, the importance of congresses and congress types has been tried to be explained, and detailed information is given with the origin and development of intelligent transportation systems. Today, smart transportation systems offer various solutions with new technologies in order to eliminate factors such as the increasing number of vehicles, traffic density, and the increasing noise and environmental pollution problems associated with them. In addition, thanks to the smart transportation world congresses held every year, a wide audience is aware of these solutions and innovations. In our study, which topics are covered in these congresses, it is explained which interactions these congresses lead to support the formation of technological innovations and smart transportation systems awareness at the global level. With all these factors, smart transportation systems have created a growing market in the world and in Europe.

Key words: Intelligent transportation systems, intelligent transportation systems world congresses, congress

AUS farkındalığı ve yaygınlaşmasında dünya AUS kongrelerinin etkisi

Özet: Günümüz modern ekonomilerinde, kişisel ve uzun vadeli ticari ilişkilerin kurulması için en uygun ortamları kongreler, konferanslar ve fuarlar oluşturmaktadır. Bu tür toplantılar yüz yüze etkileşim olanağı sağlaması sebebiyle de etki ve bilgi alışverişini yüksek ölçüde sağlarlar. Toplantı ve kongre türleri katılımcı ve delege sayısı, aynı zamanda da amaçlarına, düzenledikleri yere göre sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada, kongrelerin ve kongre türlerinin önemi anlatılmaya çalışılmış, akıllı ulaşım sistemlerinin çıkış noktası ve gelişimi ile detaylı bilgiye yer verilmiştir. Günümüzde artan araç sayısı, trafik yoğunluğu gibi faktörler ve bunlarla birlikte yükselen gürültü ve çevre kirliliği problemlerini ortadan kaldırmak için akıllı ulaşım sistemleri yeni teknolojileriyle çeşitli çözümler sunmaktadır. Ayrıca her yıl düzenlenen akıllı ulaşım dünya kongreleri sayesinde bu çözüm ve yeniliklerden geniş bir kitle haberdar olmaktadır. Çalışmamızda, bu kongrelerde hangi konuların işlendiğine yer verilmiş, bu kongrelerin hangi etkileşimlere yol açarak küresel düzeyde teknolojik yeniliklerin ve akıllı ulaşım sistemleri farkındalıklarının oluşmasını desteklediği anlatılmıştır. Tüm bu etkenlerle birlikte akıllı ulaşım sistemleri, dünyada ve Avrupa'da her geçen gün büyüyen bir pazar oluşturmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı ulaşım sistemleri, akıllı ulaşım sistemleri dünya kongreleri, kongre

* Corresponding author. Sinem Akkaya

E-mail address: sinemakkaya@ogr.bandirma.edu.tr

ORCID: 0000-0002-1233-4724¹; 0000-0002-8190-4532²

Received 22.03.2022; accepted 04.04.2022

Peer review under responsibility of Bandirma Onyedi Eylul University.

1. Introduction

In today's modern economies, congresses, conferences and fairs are the most suitable environments for the establishment of personal and long-term commercial relations. In these environments, face-to-face interaction ensures the sense organ to be defined as the most suitable places with full capacity utilization. The word congress comes from the Latin word "Congressus" and if we look at its dictionary meaning, it is defined as "a meeting with the participation of managers, ambassadors and delegates from various countries"(Url1, 2022). According to the records published by the International Association of Societies, the first international congress was held in Rome in 1681 in the field of medicine. After that, congresses began to be held in different fields of science.

In the literature, meeting and congress types are generally discussed under three headings as defined below. They are classified according to

the number of attendees, the purposes for which they are organized, and the place where they are held.

They are classified and named according to the number of attendees as seen in the table 1 below.

According to the purposes of regulation; Many congresses and meetings are held within and outside the genres determined by the International Association of Associations. It is generally classified as follows:

- Conferences and meetings organized by companies,
- Congresses and meetings organized by international associations, political parties and trade unions,
- International union congresses (Aymankuy, 2013)

They are divided into two according to the place where they are arranged. These;

Table 1. Types of congresses according to the number of participants

| Meetings with Participants Up to 50 Delegates | Meetings with 50 to 300 Delegates | Meetings with More than 300 Delegates |
|--|--|--|
| Seminars | General Assemblies | Congresses |
| Colloquiums | Conferences | General Assemblies |
| Workshops | Symposiums | |
| Panels | Colloquiums | |
| Commission Meetings | | |
| Audit Meetings | | |
| Roundtable Meetings | | |

National Meetings: Most of the people attending the national meetings are citizens of the countries where the congresses are held. The most important issue here is seen as a good arrangement of time and space.

International Meetings: International meetings have a complex structure due to the presence of many participants from different nationalities. In international meetings, there are at least three national participants and the duration is between 4 and 7 days (Aymankuy, 2013).

2. Intelligent Transportation Systems (ITS) and ITS Congresses

In the 1970s, the search for a solution to the problem began with the inadequacy of road

capacities in the world. Especially in Europe, America and Japan, it has been tried to find solutions with regional projects where ITS is used. After the 1990s, ITS started to be used widely, especially in developed countries. Some of its main purposes are listed in Figure 1.

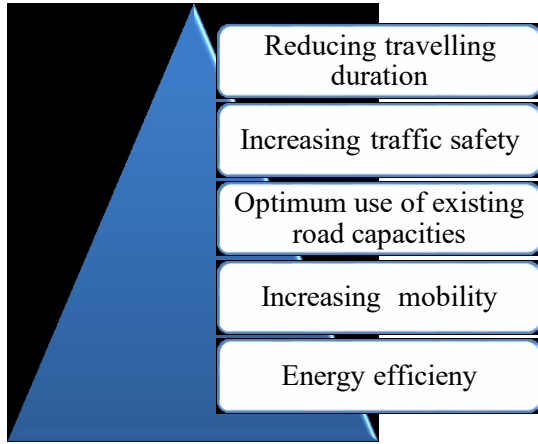


Figure 1. Main objectives of smart transportation systems

During the search for these solutions, ITS started to be on the agenda of international consultation meetings through international symposiums, congresses, conferences and workshops. As a reflection of this, ITS World Congress (ITS World Congress) has been held regularly in different countries every year since 1994, except for 2020 (Tektas & Tektas, 2020). The World ITS Congress is the largest event focused on smart mobility and the digitization of transport. ERTICO (ITS Europe) organizes an ITS regional congress or a world congress in Europe each year (“About the Congress - Itsworldcongress.Com,” n.d.). Congresses are like an annual celebration of smart mobility. Here, it organizes events that will attract attention by emphasizing the importance of ITS in the host country, city and region. Here politicians, experts and ITS related industry professionals demonstrate their important work to raise awareness of smart mobility solutions across the world. The congress includes live sessions where relevant industry and subject experts present the latest developments in ITS, a state-of-the-art showcase and an exhibition space. ERTICO, which organizes ITS World Congresses in different countries every year, focuses on: Connected and Automated Driving, Clean Mobility, Transportation and Logistics, Urban Mobility. By organizing these congresses, the organization aims to realize the roadmaps they have targeted until 2030 for each of these areas (“ITS Congress » ERTICO,” n.d.).

Congresses also provide stakeholders and patrons with the ultimate platform to meet with industrialists, discuss ideas and initiatives,

make new connections and promote their business by attending a series of events (“ITS Congress » ERTICO,” n.d.)

2.1. ITS World Congresses

2.1.1. First ITS World Congress- Paris (1994)

The first ITS World Congress was held on 30 November-3 December 1994 in Paris, France. As the first congress, the theme “Towards an Intelligent Transportation System” was chosen as the theme and focused on demonstrating the potential of ITS to reduce accidents, congestion and transportation costs while increasing the productivity and efficiency of existing infrastructure. In this congress, the products and services of the period are primarily single-functional solutions such as navigation, traveler information, traffic management, toll, network management, connecting services and creating multifunctional devices. Around 3000 people, including 260 journalists, from 33 countries participated in the event. Important topics are the implementation of ITS, market-oriented strategy to improve mobility, ITS applications, managers' perspective, policies that should be implemented for the new era and changes in mobility (1994 Paris (France), 1994).

2.1.2. Second ITS World Congress- Yokohama (1995)

It was held in Yokohama, Japan on 3-11 November 1995 and the theme of the congress was determined as "Steps Forward". 38 countries and 3400 participants took part in the event. VICS was demonstrated at the congress and 18 companies participated in it, and the test drive was successful with a total of 618 participations of approximately 1230 people. Participants were experienced in how to provide real-time congestion and traffic congestion in many areas, and the system, which is expected to be put into service in the spring of 1996, was highly evaluated. However, many ITS-related technical trips have been made in Tokyo (2nd ITS World Congress, 1995).

2.1.3. Third ITS World Congress- Orlando (1996)

It was held in Orlando, USA, between 14-18 October. More than 40 countries and several thousand participants attended the event. The congress theme was chosen as “Smart Transportation: Realizing the Future

Transportation System for a Livable Society”. “What do people need in ITS in the context of the information society?” and “How will the information technologies sector provide in the context of global information infrastructure?” questions were the main topics of the congress. The purpose of this congress is to focus on the future and set benchmarks for where the ITS community should be in 5, 10, 15 years, as well as set guidelines for how these benchmarks work. The purpose of the 1996 World Congress was to show attendees and the people of Orlando how the ITS community is bringing the future to the present (*3rd ITS World Congress-Orlando, 1996*).

2.1.4. Fourth ITS World Congress-Berlin (1997)

It was held in Berlin, Germany between 21-24 October 1997. The Fourth World Congress is devoted to the theme "Mobility for All", reflecting the role of transport telematics in enabling mobility for all citizens. Over 5000 people from 35 countries and 300 of them journalists attended the congress.

In this congress, executive sessions, technical documents, demonstrations and technical visits are aimed at optimizing network capacity while reducing gas emissions; increasing vehicle and road safety while reducing fuel consumption; providing passengers with real-time information about their journey and the impact of any disruption; It has shown that it is becoming possible to manage the road area so that public transport and service vehicles can have priority with minimal impact on general flows. Alongside the numerous practical demonstrations of the ITS, the exhibits also showcased a range of innovative products and cutting-edge technology (*4 Th ITS World Congress, 1997*). The Congress included 6 Plenary Sessions and Round Table Meetings, 16 Executive Sessions, 31 Special Sessions and 121 Technical/Scientific Sessions.

2.1.5. Fifth ITS World Congress- Seoul (1998)

Seoul, South Korea hosted the 5th ITS World Congress between 12-16 October 1998. “Together Towards the New Horizon” was determined as the congress theme and 85 companies exhibited. 50 countries and 4863 people participated in the event. 98 Key issues in Seoul; Together Towards the New Horizon,

Government and Industry Cooperation, Sustaining ITS Deployment for the Future. The 5th ITS World Congress, attended by 5,000 participants from 50 countries of the world, determined the future vision for the implementation of ITS with the theme of “Towards New Horizons Together for Better Life with ITS”. A colorful presentation of various current ITS products was exhibited at this congress, which had a significant success with 768 presentations in a total of 149 sessions (*5 Th ITS World Congress, 1998*).

2.1.6. Sixth ITS World Congress-Toronto (1999)

The 6th Congress, which stands out with the theme of “AUS: Smarter, Smoother, Safer, Earlier” was held in Toronto on 8-12 November 1999. The main topics of the congress attended by 4917 participants from 58 countries are:

- Public and private sector initiatives to make transportation smarter, smoother and safer to get passengers to their destination faster
- Customization and ITS adoption
- ITS has had societal, institutional and 21st century challenges (*6 Th ITS World Congress, 1999*).

2.1.7. Seventh ITS World Congress-Turin (2000)

It was held in Turin, Italy, between 6-9 November 2000. The theme is "From Vision to Reality". More than 7000 people from more than 40 countries and 200 of them journalists participated. Key topics have been the public-private partnership debate on ITS and people, vehicles and smart mobility for the benefit of the citizen.

Under the theme “From Vision to Reality”, Torino 2000 marked the convergence of three trends: the concept of the information society, the transition of ITS from experimental devices to off-the-shelf products, and the combination of services, for example parking information or traffic management systems linked to route guidance emissions monitoring. The e-Europe 2002 Program stands out strongly with its emphasis on adding intelligence to air, sea and rail transport as well as by road. Freight and environmental impact reduction practices of ITS were featured in Turin, along with a range of services to support public transport operations. An important demonstration and technical tour has been the use of ITS to manage

large areas of the entire city of Turin. There were 2 plenary sessions and roundtable meetings, 15 executive sessions, 10 European commission special sessions, 30 special sessions and 145 technical/scientific sessions at the congress (Japan, 2000).

2.1.8. Eighth ITS World Congress- Sydney (2001)

The eighth congress, adopting the theme of "ITS-Transforming the Future", was held in Sydney, Australia, between 30 September and 4 October 2001. Organized by Colin Jensen, vice-chairman of ITS Australia and congress organizing committee. 40 countries and 3818 participants from different parts of the world attended the congress.

Participants exchanged ideas and information on the use of computer-based technology in transportation operations and management of infrastructure. Delegates came from the Asia-Pacific region, North America and Europe, including the National and State Ministers of Transportation and Chief Transportation Officers and staff. The Congress made significant contributions to the promotion of the ITS industry and to the technical knowledge sharing and coordination. The ITS World Congress was held for the first time in the Southern Hemisphere and is the largest conference on transport in Australia. John Anderson, Deputy Prime Minister and Federal Secretary of Transportation and Regional Services, welcomed the successful staging of Congress. More than 170 exhibits in the three halls of the Darling Harbor Exhibition Center covered 15,000 square feet, including manufacturers, suppliers and developers of equipment, software and ITS services. To date, the government continues to invest significantly in ITS and support the industry to ensure Australia's successful participation in the global market (Japan, 2001).

2.1.9. Ninth ITS World Congress- Chicago (2002)

The 9th ITS Congress was held on October 14-17, 2002 in Chicago, Illinois, USA. 45 countries and more than 4000 people participated in the congress, and 209 exhibitions were organized. The theme is "ITS: Enriching Our Lives", the main topics are listed below:

- Transition economies

- Impact of future communication networks and technologies
- Road safety, telematics and load movement safety

Chicago's program stressed that the future of ITS is promising, but ITS itself is anything but futuristic. Already, real systems, products, and services have been seen at work in the US. In fact, the wide development and dissemination of these technologies represented a true revolution in the way the United States thought about transportation. The latest research on ITS continued to be done, but now, the fruits of this research, government and private investment, on the roads or even in the back offices, via cars or highways, come into play with the emerging vision of what communication can do to advance ITS for everyone. It started to show itself in a series of ITS applications that started (*9th ITS World Congress- Chicago, 2002*).

2.1.10. Tenth ITS World Congress- Madrid (2003)

Madrid hosted the 10th World Congress of ITS on 16-20 November 2003. 72 countries and more than 7000 people attended the congress. The organizing committee was chaired by Jaime Huerta (ITS Spain). Major issues have been global eSafety and the role of ITS in transport policies.

Madrid's theme was 'Solutions for Today... And Tomorrow', 2 Plenary Sessions and Round Tables, 10 Strategy and Perspective Sessions, 41 Special Sessions, 175 Technical/Scientific Sessions were held at the congress, and the event provided exactly that. In the longer term, a series of sessions were held with linked demonstrations on the theme of Global eSafety, in which the European eSafety Initiative plays a key role. E-Safety is a joint industry - public sector initiative launched in 2002 by ERTICO - ITS Europe and the European Commission to improve road safety using new Information and Communication Technologies (ICT) and reduce accidents and deaths by 50% in 2010. The overall aim has been to join forces and establish a European strategy to accelerate the research and development, deployment and use of Intelligent Integrated Road Safety Systems, including Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) in Europe. For a closer look, the emphasis is on the role of ITS in changing the way we manage and receive transportation every day, by introducing new concepts and

services to make our transportation more efficient, safer, more comfortable and reliable with reduced environmental impact, as well as faster. Another important point has been the ministerial debate on the role of ITS in the formulation and implementation of transport policies (*Congress Theme Solutions for Today... And Tomorrow, 2003*).

Some of the exhibitions and technical trips made at the congress are listed below:

- Vehicle testing center at the industrial automation institute within the scientific research senior council
- DGT traffic control center in Madrid
- Vehicle center within the national aerospace technology institute (INTA)
- Madrid municipality traffic control center
- Arterial toll highways operations center in Madrid
- Control center for Madrid public transport bus identification and control system
- 112 emergency center
- AENA - Spain airports and air navigation
- Metro control center in El Arena

2.1.11. Eleventh ITS World Congress- Nagoya, Aichi (2004)

The theme of the 11th ITS World Congress, held in Nagoya, Japan, on 18-24 October 2004, was “ITS for a Livable Society”. 53 countries participated in this congress. Organizing committee chairman Dr. More than 60 thousand participants attended the event organized by Shoichiro Toyoda (Toyota Motor Cooperation). Plenary sessions have been about ITS for a liveable society, building on lessons learned, international collaboration and global eSafety. Under the theme “ITS for a Livable Society”, the purposes of ITS deployment are clearly categorized and all events are associated with these categories. These have been recognized as safety, environmental sustainability and comfort for occupants, which to this day have been inherited as safety, sustainability and mobility. ITS is a system that moves from research and development to distribution, and electronic toll collection, real-time traffic information systems infrastructure has been implemented. The key to successful deployment has been identified by the general public as acceptance of onboard equipment purchases. Therefore, various events were organized for the public and the media, such as the special exhibition for hands-on experiences

of ITS services, called 'ITS World', showcases the latest ITS technologies and open panel discussions featuring citizens and local government officials. An interactive session is introduced as a new experiment on the format of the ITS World Congress. Among the accepted techniques, articles, research, more suitable for face-to-face discussion in front of a panel, oral presentations rather than examples or small demonstrations were selected by the International Program Committee. Sessions were held by a group of commentators with expertise in the field, and the best paper was selected and awarded.

Congress is closed for the third day as a strong typhoon directly hit the Nagoya area. All sessions, exhibitions, screenings and related events scheduled for the day have been canceled and it has been an unforgettable experience for expats, especially visitors from countries without such natural disasters (*11th ITS World Congress- Nagoya, 2004*).

Educational video presentation for public awareness, mock-ups for technical presentation, real equipment and tools were shown in Nagoya.

1) Georama Theatre: Traffic flow and data exchange are shown on the 3D model that explains the working mechanism of ITS.

2) ITS City: The actual operation of ITS services is demonstrated by volunteers with real equipment, vehicles and sketches.

3) Dream Theatre: Short films about the future life of a family supported by advanced ITS services were shown (*11th ITS World Congress- Nagoya, 2004*).

2.1.12. Twelfth ITS World Congress- San Francisco (2005)

The 12th Congress of the ITS was held on November 6-10, 2005 at the Moscone Center in San Francisco, USA. 56 countries and more than 7000 individuals participated in the event. The theme of the congress, chaired by Harry Voccola (Navteq) of the organizing committee, is “Enabling Options in Transportation”.

Covering topics of ITS Real World Experiences in areas such as traveler information, hassle-free travel, transportation and logistics, vehicle infrastructure collaboration, and public transportation, the purpose of the congress was to facilitate the ability of the ITS community to collectively provide greater reliability,

convenience and security to users of the world's transportation system during the week of programming and service. This event focused on training and practical application as well as a constant focus on innovation. With this in mind, the organizers sought to highlight what was happening at the time and in the short term in four ways – through social participation, technologies, the political scene and the media. Socially, the World Congress held a major technology showcase in the parking lot of a local sports stadium to engage the community about new IUS innovations. Technologically, the opportunity to showcase crash-proof cars and first iterations of the DSRC is complemented by a series of technical tours highlighting electronic applications that facilitate highway tolls and traffic management. Finally, the media events held before and during the World Congress helped to reach a wider audience and consumer audience, to gain greater appreciation by the press and TV so that their messages could be delivered more effectively (*12 Th ITS World Congress, 2005*).

2.1.13. Thirteenth ITS World Congress-London (2006)

75 countries and over 8000 people attended the congress held in London on 8-12 October 2006. Its theme is “ITS Delivers Excellence in Transport”. Earlier congresses tended to emphasize automotive. Practices London's program and exhibition, which includes a variety of different stakeholders from both the public and private sectors, has demonstrated that ITS is now multimodal. Congress sessions were extremely well attended and allowed delegates access to the latest ideas and innovations at ITS, while the exhibition provided first-hand insight into the latest products, services and components. A popular feature among delegates was a ministerial roundtable discussion on the possible deployment of new and emerging technologies in transport. UK Minister of State for Transport, Dr. Stephen Ladyman MP moderated an informal ministerial debate at the first main session of the congress. This plenary was a thought-provoking and lively discussion inspired by a recently completed UK project that took a very long-term view of the opportunities technology offers to transport. The congress included a plenary and round table, 12 executive sessions, 77 special sessions, 142 technical/scientific sessions and 6

interactive sessions. In addition, lunch discussions and 3 auxiliary events were organized (*13th ITS World Congress -London, 2006*).

2.1.14. Fourteenth ITS World Congress-Beijing (2007)

The 14th Congress with 43 countries and 42 thousand participants was held in Beijing. Jianli Cao (Deputy Minister of Science and Technology) chaired the organizing committee of the congress held on October 9-13. The theme is “ITS for a better life. The largest ITS event of the year, the convention brought together government and relevant organizations around the world, technical people, consultants and industry leaders. The Congress was also supported by the Chinese government by the Ministries of Science and Technology, Communications, Construction, Public Security. With this support, it was aimed to learn more about the latest technology related to ITS and to encourage international exchange. The Cavendish Group, publisher of Road and Rail Technology, had established a tremendous reputation for western technology magazine in the country in recent years and was supported by the Ministry of Transport. Their publications were aimed at networking public authorities, traffic and transit agencies, highway authorities, consultants, ministries, and more. At the same time, the Cavendish Group was recognized throughout the industry, providing unparalleled insight into the latest technologies and developments from the west and how they will affect China. For these reasons, Cavendish Group publications were supported by many institutions, and their publications were distributed not only to World Congress participants, but also to all governing bodies and organizations involving ITS industry developments in major Chinese cities such as Beijing.

China quickly gained strength on the ITS issue. With the rapid economic developments and urbanization, the government has given more importance to the transportation system, hoping to improve the city traffic and transportation system by using advanced and intelligent information technologies (*14th ITS World Congress- Beijing, 2007*).

2.1.15. Fifteenth ITS World Congress-New York (2008)

The 15th World Congress was held on 16-20 November 2008 in New York, USA. “ITS Connections: Save Time. 71 countries and 8083 people attended the congress, which was held with the theme of "Saving Life". Michael Noblett, vice president of Connexis LLC, was chairman of the regulatory board. In the boards and meetings, the subjects of transport policy for a better world (General Assembly), looking at transport security in new ways (Security General Assembly), ITS and sustainable mobility (Closing Meeting) were discussed. This world congress emphasized the need for safer, more convenient and more reliable ITS solutions to be more economical, in the spirit of the theme “ITS Connections: Save Time”. Distribution was the focus of this convention and solutions were found on highways, walkways and waterways that improved the travel situation. Although the World Congress took place in the shadow of the expanding global economic crisis, it attracted 8,000 attendees and took center stage with the closure of 11th Street in front of the convention center where a series of demos were held in Manhattan. Inside, the range of programs is rounded off by a comprehensive exhibition featuring “The TMC of the Future” that emphasizes the organization, management and use of data to support traffic center operations and help the passenger reach their destination safely and securely (2008 New York City (Americas), 2008).

2.1.16. Sixteenth ITS World Congress-Stockholm (2008)

With the theme “ITS in Everyday Life”, Stockholm aimed to explore how ITS can improve our daily mobility with a strong emphasis on co-modality and ITS solutions for all modes of transport. The multimodal theme is reflected in the exhibition, where various trade participants, public administrations, ITS-related organizations showcase technologies and services that are changing the face of transport. Stockholm has been a clear transition from the era of demonstrations, pilots and local deployments to the time of large-scale deployment with enhanced service integration. The London experiment, which involved the Cabinet debate, was repeated on an even larger scale. The interest in the congress, which was held between 21-25 September, was again great and 64 countries, more than 8500 participants were found. The Congress was organized by the

Swedish Road Administration (2009 Stockholm (Sweden), 2009).

2.1.17. Seventeenth ITS World Congress-Busan (2010)

The 17th Busan ITS World Congress was held on 25-29 October 2010 with 84 countries and 39,000 participants and 215 companies' exhibitions. During the congress, sessions, exhibitions, showcases and technical visits took place under the theme of “Community Everywhere with ITS” and it was a great chance to experience the latest ITS technology and envision the future vision for ITS. In particular, the first-ever ministerial roundtable provided an opportunity for road and transport ministers from around the world to come together to present future ITS policies and initiatives, and to discuss ways to strengthen international exchange and cooperation. It also organized a job matching program for participants for the first time, to help participating companies and ITS research institutes create new job opportunities. Participants experienced the future vision of ITS in the showcase where new ITS technologies were showcased in line with three themes: mobile and network-based ITS services, user-friendly traffic information service, and testing environmentally friendly vehicles (17th ITS World Congress, 2010).

2.1.18. Eighteenth ITS World Congress-Orlando (2011)

The Orlando Congress was held on October 16-20, 2011 with the participation of 68 countries and 6700 people. Reflecting the theme of “Getting the Economy Moving”, the congress program highlighted a mix of ITS interests focused on issues and technologies that support economic recovery and development. The program demonstrates the continued emphasis on integrated innovation of ITS solutions and the global economy. 2011 World Congress; hosted a technology showcase on security, mobility, pricing and the environment. The congress organized technical tours with the latest technology in traffic and incident management. This world convention in Orlando provided a unique opportunity to showcase spatial transportation technology by visiting the Kennedy Space Center. The 2011 World Congress in Orlando was a great opportunity to watch more than 80 countries come together to witness the latest in transportation technology, attend the training program, talk to the vendor,

and enjoy the best family entertainment in the world. According to the president of the World Congress, “During the three years that I have planned this event, I have had the opportunity to work with a wonderful group of leaders who have a clear passion for ITS and know they are making a difference in our society. This enthusiasm was equally welcomed by our friends in other countries and allowed us to bring this conference together. “We’ve all witnessed real teamwork and I’m honored to be with so many great people who are totally committed to success.” (*18th ITS World Congress- Orlando, 2011*)

2.1.19. Nineteenth ITS World Congress-Vienna (2012)

It was held in Austria on 22-26 October 2012. The ITS World Congress, whose awareness has increased over the years, has hosted over 10000 guests from 91 countries.

Vienna 2012, with the theme “Smarter on the road”; highlighted the need to require more intelligence into transportation systems, as the ongoing challenges of increasing demand, security, and sustainability cannot be overcome with infrastructure and networking alone. This theme was carried over to all sessions and workshops held throughout the congress week, reflected in extensive demonstrations not only in the congress area but also throughout the city, demonstrating the advantages of cooperative systems in daily traffic. Based in London and Stockholm, Vienna was a roundtable meeting attended by more than 50 ministries and high-level representatives from public authorities and global organizations from 31 countries. The meeting titled “Sharing Best Practices and Meeting Challenges for Successfully Implementing ITS” was attended by European Commission Vice-President Siim Kallas and Austrian Doris Bures Minister for Transport, Innovation and Technology Efthymios Flourentzos, President of the EU Transport Council, as well as eight ministers, four political deputy minister and two political state secretaries. 12 distant countries were represented by senior officials. In addition, senior representatives of six international organizations strongly affiliated with ITS (ITF, IRU, UN/ECE, UITP; IBEC and IRF), as well as leaders of three regional ITS platforms ITS America, ERTICO - ITS Europe and ITS, Asia-Pacific, attended the Ministerial Roundtable

and issued a statement on the role of policy making in accelerating ITS deployment.

In the joint statement made by the host, the Austrian Ministry of Transport, Innovation and Technology and ERTICO - ITS Europe and supported by the European Commission, the following is committed:

- Increase political commitment to promote ITS diffusion
- Involving the World Congress in shaping international policy at ITS
- Promote the visibility and impact of the ITS World Congress (*2012 Vienna (Austria), 2012*).

In addition, the following technical trips and demonstrations were organized at the congress:

- Visit of the Austrian national traffic management center
- Visit of Siemens AG Austria–world headquarters for metro, buses and light rail
- ÖBB train tracking site
- ÖBB traffic management facility
- Vienna climatic wind tunnel visit
- Danube grand tour
- Austrian Truck Pass and ITS Tunnel Security Tour by Kapsch
- Bombardier Transport Vienna Site

At ITS Vienna 2012, shows were organized in 5 thematic areas:

1. Cooperative mobility
2. Network operations
3. Navigation and sensors
4. E-mobility
5. Public transport

The demonstrations aimed to demonstrate as much as possible technical innovations and user benefits in the everyday transport environment in the city of Vienna. Overall, 23 technical demonstrations were held, eight of which took place in real traffic in Vienna.

2.1.20. Twentieth ITS World Congress-Tokyo (2013)

The 20th World Congress was held in Tokyo on 12-18 October. It took place with 60 countries and 8000 participants under the theme of “Open to the next one for ITS”. In the long tradition of ITS World Congresses, this year's event brought all delegates together at the Tokyo International Forum to celebrate the Congress'

opening with many prominent figures from around the world. Among the highlights were the “Hall of Fame” and two other awards newly introduced from this congress. In addition, the ceremony included Japanese traditional Yosakoi dance and an energetic Japanese drum performance (Japan, 2013).

2.1.21. Twenty-First ITS World Congress- Detroit (2014)

With the theme “Reinventing Transportation in Our Connected World”, Detroit 2014 successfully included a wide range of people at

the ITS World Congresses in America, including the federal government, Michigan, the University of Michigan, and the automotive and infrastructure industries located in the region that registered the most attendees. The event featured 263 session programs, 31 technology showcases, 6 technical tours and more than 300 participants. The main focus points of “Automatic Driving”, “Big Data” and “General Public” and the topics discussed at the meetings were as follows (*2014 Detroit (United States)*, 2014).

Table 2. Topics covered in Detroit congress plenary sessions

| | |
|-------------------|---|
| Plenary Session 1 | Reinventing policy to support the new ITS |
| Plenary Session 2 | Plenary Session 2 Reinventing business models for the new ITS |
| Plenary Session 3 | US DOT Plenary: laying the foundation for our connected society |

In the congress; Technical visits were made to Monroe, Michigan PrePass Operations, Safety Pilot Model Deployment (SPMD), Southeast Michigan Transportation Operations Center (SEMTOC) Tour, Windsor City Traffic Operations Center, Macomb County Communications and Technology Center (COMTEC), OnStar Command Center.

2.1.20. Twenty-Second ITS World Congress- Bordeaux (2015)

With the theme "Better Use of Space Towards Intelligent Mobility" Bordeaux 2015 was made about distribution issues, but specifically focused on connected and highly automated vehicles. In almost every industry, there has been a shift from “supplier push” to “user pull” for system design in most cases. The congress included 3 plenary and roundtable meetings, 14 executive sessions, 68 special interest sessions, 7 stakeholder workshops, 98 technical/scientific sessions, 4 IBEC and 14 interactive sessions, and many other ancillary events. Main topics; “Space Services” are “Mobility as a Service”, “Connected and Automated Vehicles”.

Climate changes were discussed in the executive session. At the initiative of France, a ministerial roundtable was held before the official opening of the 22nd World ITS Congress. Segolene Royal, French Minister of Ecology, Sustainable Development and Energy, and Alain Vidalies, French Minister of State for Transport, Marine and Fisheries, broadly

invited their colleagues from 28 countries. Countries around the world have recommended focusing discussions on the prospects for ITS development to benefit the environment and climate. The meeting, which is closed to the public and the press, was held on 5 October 2015 between 14.00 and 16.00 in partnership with European Commissioner Violeta Bulc. As a result, the 2015 Bordeaux Manifesto “Guiding Against Climate Change” was adopted and they declared that they aim to encourage the dissemination of ITS to reduce greenhouse gas emissions and encourage the exchange of good practices so that we can achieve the COP 21 targets (*2015 Bordeaux (France)*, 2015).

2.1.23. Twenty-Third ITS World Congress- Melbourne (2016)

The 2016 ITS World Congress is a major event worldwide. The ITS community has successfully raised the profile of the Australian and international IUS industries, providing unprecedented job opportunities and connecting our industry with governments, organisations, academics and society. Hosting on behalf of ITS Asia Pacific, ITS Australia has produced a convention that has benefited the national economy \$25 million, making it the second largest international association convention ever held in Melbourne. 11,570 delegates from 73 countries attended the Congress, refuting the notion that the long distance to Australia might be too far for many delegates.

Government participation has been a feature of the 2016 World Congress, with strong local and international support throughout the week. Among those attending the Congress were Australian Prime Minister Malcolm Turnbull, Federal Minister for Infrastructure and Transport Darren Chester, Federal Minister for Urban Infrastructure Paul Fletcher, Victorian Minister for Public Transport and Projects Jacinta Allan, Victorian Minister for Roads, Road Safety and Harbors Luke Donnellan, Victorian Treasurer Tim Pallas, Victorian Minister of Finance Robin Scott, Queensland Minister of Main Roads, Road Safety and Ports Mark Bailey, South Australian Minister of Transport and Infrastructure Stephen Mullighan and New Zealand Minister of Transport Simon Bridges.

With the theme “ITS – Developing Livable Cities and Communities”, it reflects Melbourne's population growth, continued growth in mobility demand and users' appetite for services built on 24/7 connectivity, while reflecting the exceptional range of ITS products deployed by cities and urban settlements, as well as grid capacity, air quality. and aimed to bring improvements in safety. The congress is organized around eight main topics. “Challenges and Opportunities of Big and Open Data”, “Smart Cities and New Urban Mobility”, “Automated Vehicles and Cooperative ITS”, “Mobile Applications”, “Vehicle and Network Security”, “Future Freight”, “Environmental Sustainability”, “ Policy, Standards and Harmonization” (*ITS-ENHANCING LIVEABLE CITIES AND COMMUNITIES Melbourne Convention and Exhibition Centre POST CONGRESS REPORT CONTENTS*, 2016).

2.1.24. Twenty-Fourth ITS World Congress- Montreal (2017)

The 24th World Congress was held in Montreal, Canada from 29 October to 2 November 2017. A total of 65 countries and 8000 participants participated. Organized by ITS America/ITS Canada. Under the theme "Sustaining Smart Cities for Next-Generation Integrated Mobility", the Montreal 2017 Congress addressed connectivity and autonomy, the smart city, mobility, and specifically mobility as a service, through its program of more than 240 sessions. Main topics:

- Connectivity and autonomy

- Infrastructure challenges and opportunities
- Integrated approach: planning, operations and security
- Smart and smarter cities
- Data, security and privacy
- Innovation, what's next? New ideas
- Disruption and new business models (*2017 Montreal (Canada)*, 2017).

2.1.25. Twenty-Fifth ITS World Congress- Copenhagen (2018)

With the theme “ITS-Quality of Life”, the Copenhagen (17-21 September 2018) Congress hosted more than 250 sessions, including 3 Plenary Sessions, 12 Executive Sessions, over 500 technical papers and many other Ancillary Events. Main topics:

- Mobility services from transportation to mobility
- IUS and environment
- Connected and automated transport
- New generation goods delivery
- Satellite technology applied in mobility
- Evolution of transport networks
- Cross-border mobility solutions

The Congress was organized by ERTICO and the European Commission. 96 countries and over 10 thousand people attended the event (*2018 Copenhagen (Denmark)*, 2018).

2.1.26. Twenty-Sixth ITS World Congress- Singapore (2019)

In the congress held between 21-25 October 2019, there were 214 sessions, including 3 general sessions, 12 executive sessions, 484 technical/scientific/commercial papers and many other auxiliary activities, with the theme of "Smart Mobility, Strengthening Cities". 95 countries and more than 14 thousand 700 attended the congress. Program themes:

- Smart, connected and automated tools
- Crowdsourcing and big data analytics
- Sustainable smart cities
- Multimodal transport of people and goods
- Security for drivers and sensitive users
- Policies, standards and harmonization
- Innovative pricing and travel demand management
- Cyber security and data privacy (*2019 Singapore (Singapore)*, 2019).

The ITS World Congress to be held in 2020 could not be held due to the Covid-19 pandemic process.

2.1.25. Twenty-Seventh ITS World Congress- Hamburg (2021)

The congress was held in Hamburg between 11-15 October 2021. 66 countries, 15000 participants were found. Its theme is “Experience the Mobility of the Future Now”. With this theme, ITS has been chosen to demonstrate the radical role that digitalization and collaborative, connected and automated mobility can play in addressing key challenges in the mobility and transport sectors. The congress was held with the idea that the commissioning of ITS can take the countries of the world further on the road to an accessible, fair, affordable, zero-death, zero-emission, flexible under stress and seamless mobility between continents.

Main topics;

- Automated, collaborative and connected mobility tools
- Mobility on demand, mobility as a service
- Goods journey from ports to customers
- Smart infrastructure
- New services from new technologies
- Cities and citizen solutions (“ITS World Congress 2021 - Hamburg.Com,” 2021)

2.2. ITS in the World Market

Advances in the development of transportation networks have triggered the need for an efficient transportation system. At the same time, advances in the latest technologies, such as blind-spot detection and electronic toll collection, are continuously redefining the expectations and prospects for sustainable management of transportation networks and traffic. At this juncture, the growing need to present real-time traffic information to drivers and passengers is emerging as one of the key factors driving the demand for intelligent transportation system (ITS).

The traffic management accounted for the largest market share of over 30% in 2020. The increase in travel time and hence the fuel consumption and the subsequent monetary

losses stemming from traffic congestions are driving the necessity for implementing efficient traffic management systems. Traffic management systems also help in enhancing the operational performance and reliability of road networks (*Intelligent Transportation System Market Worth \$ 42 , 936 . 1 Million By 2028, 2022*).

Also, the growing number of vehicles on road, aging infrastructure, and a looming lack of traffic data management are some of the other factors that are anticipated to contribute to the growth of the market. The eminent need to efficiently manage the traffic flow across city corridors and highways has triggered the need for an alternative traffic management technology (Triandafyllidou & McAuliffe, 2019). An intelligent traffic management system ensures road safety, traffic flow, and mobility. It also provides real-time data for the analysis and response to emergencies on an immediate basis. Various countries are putting effort into modifying their traffic management infrastructure to reduce traffic congestion. The adoption of telematics services in vehicles can significantly improve security and safety. With the effect of these, the global intelligent traffic management system market size was at USD 9.70 billion in 2021(Figure 3) and is expected to expand at a compound annual growth rate (CAGR) of 13.1% from 2022 to 2030(Management, Signal, System, Region, & Forecasts, 2022).

The North America regional market is anticipated to reach USD 16.13 billion by 2028. The regional market is expected to continue dominating the global market over the forecast period leveraging the advances in telecommunications technology and the aggressive investments in research and development, deployment, and adoption of intelligent transportation systems across the U.S (Figure 2) (*Intelligent Transportation System Market Worth \$ 42 , 936 . 1 Million By 2028, 2022*).

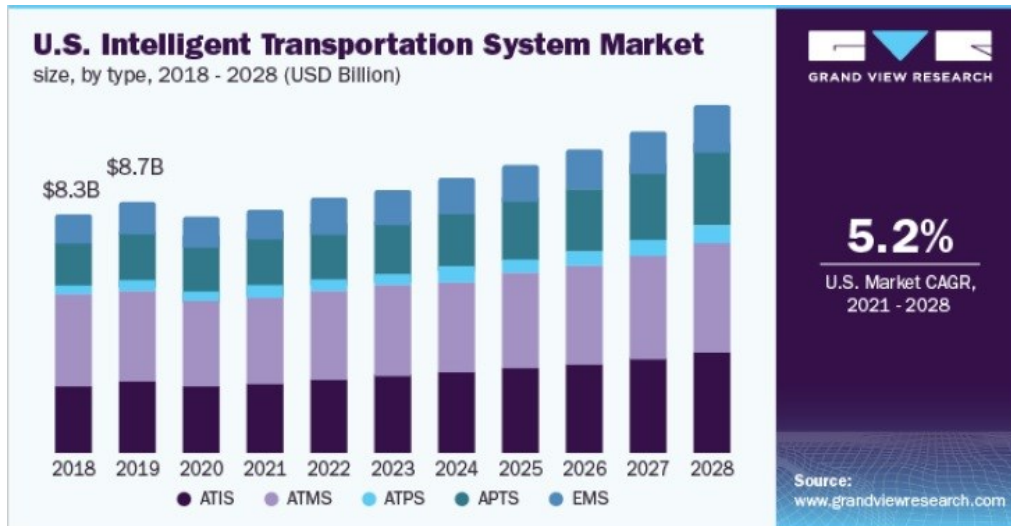


Figure 2. U.S. intelligent transportation system market

Due to the increase in information and data in smart transportation systems, as well as smart transportation devices and smart traffic management at the global level, the global

intelligent transportation system market size is expected to reach USD 42,936.1 million by 2028, registering a CAGR of 7.0% from 2021 to 2028.

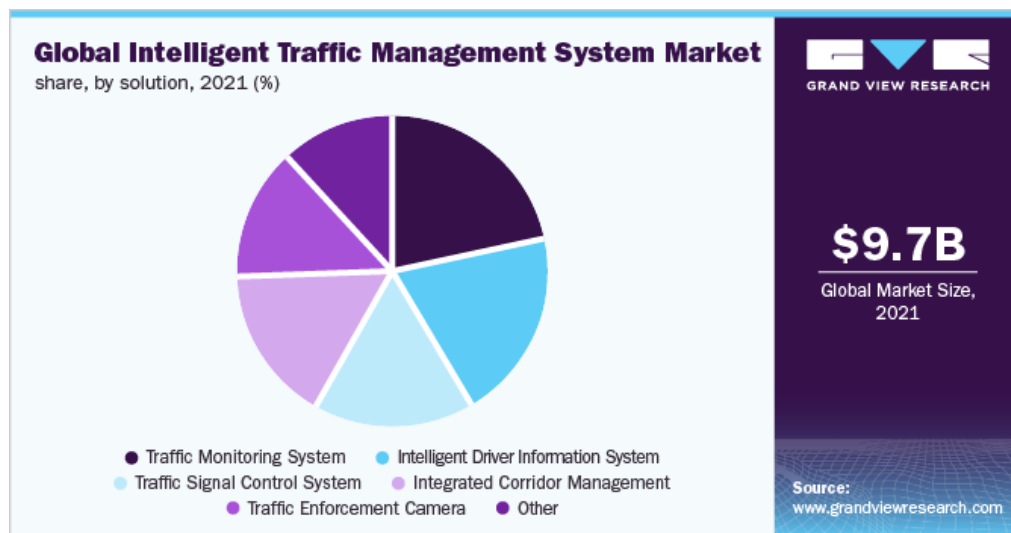


Figure 3. Global intelligent traffic management system market

3. Conclusion

ITS congresses contributed to the worldwide recognition and spread of smart transportation with the themes determined by considering the global needs and the meetings and exhibitions organized within this scope. And these congresses, which have been held since 1994, have an important place in marketing and promotion in the market, which has become very important today. For this reason, the activities of congresses increase their importance day by day and become an indispensable practice for many companies. It is aimed to expand the visions of the countries in

this regard by introducing the latest technologies in the exhibitions, screenings and technical trips. By including these innovations in their future plans, nations both put their smart transportation systems into practice and contribute to their own national economies. One of the most important examples of this in the world is Japan. He included it in his plans after the VICS screening he made at the Yokohama congress in 95 and put it into practice immediately in 1996. Since then, the application continues effectively. This and many other examples have been started to be implemented by the representatives by moving them to their countries.

Studies conducted in organizations come to the fore with their more result-oriented features compared to advertising studies. Company representatives participating in these events have the opportunity to communicate closely with their customers, develop existing relationships and gain new customers. In addition, it becomes possible to carry out sales development and public relations activities for large audiences. It is possible to learn how a new product is evaluated by the market, why the demand or reaction arises, how the products in the market are evaluated by the seller or the user, the complaints and solution suggestions. Since there is a one-sided flow of information in the promotions made by the companies with the advertising method, it is not possible to acquire the communication skills obtained in these activities through advertising activities. In addition, in these organizations where sales, sales development, advertising and public relations activities are presented together, it has taken its place in contemporary marketing communication as the most important activities of marketing. With the contributions of the press and administrations along with the congresses, ITS has become an even wider appeal to a wider audience. However, there is serious competition in this field. This competition has contributed to the growth of the market and industry day by day. The effect is increasing day by day as the stakeholders and the relevant industry giants come together and interact in the organizations and the congresses are open to the potential customers.

Although the ITS World Congresses could not be held in 2020 due to the pandemic, starting from 1994, they have been held regularly every year and the number of participants has increased every year. Presenting and sharing different ideas as mentioned above; It is aimed to raise awareness of the public and managers, to be aware of new technologies in this regard, and to protect the environment at the same time, and these goals are being achieved more and more rapidly. Politicians and administrators held meetings in these congresses and discussed the necessary new laws and regulations. Day by day, ITS finds more and more coverage in every corner of the world.

These congresses organized by ERTICO, both regionally and worldwide, have increased the participation and awareness of the countries. The knowledge of the countries on ITS has increased, and they have made technological studies and regulations in their own countries and cities.

Researchers' Contribution Rate

All researchers have equal contribution rates.

Acknowledgement and/or disclaimers

There is no funding.

Conflict of Interest Statement

There is no conflict.

References

- Aymankuy, Y.** (2013). *Kongre Turizmi Ve Fuar Organizasyonları*. Detay Yayıncılık.
- Beijing.** (2007). *14 th ITS World Congress*. Retrieved from <http://2012.itsworldcongress.com/content>
- Berlin.** (1997). *4 th ITS World Congress*. Retrieved from https://www.its-jp.org/english/congress_e/
- Bordeaux France.** (2015). *2015 Bordeaux (France)*. Retrieved from https://www.its-jp.org/english/congress_e/
- Busan.** (2010). *17th ITS World Congress*. Retrieved from https://www.its-jp.org/english/congress_e/
- Chicago.** (2002). *9 th ITS World Congress*. Retrieved from <http://2012.itsworldcongress.com/content>
- Congress Theme Solutions for Today... And Tomorrow.** (n.d.).
- Copenhagen Denmark.** (2018). *2018 Copenhagen (Denmark)*. Retrieved from https://www.its-jp.org/english/congress_e/
- Detroit US.** (2014). *2014 Detroit (United States)*. Retrieved from https://www.its-jp.org/english/congress_e/
- Ertico.** (2021). About the Congress - itsworldcongress.com. Retrieved January 25, 2022, from <https://itsworldcongress.com/about-the-congress/>
- Francisco, S.** (2005). *12 th ITS World Congress*. Retrieved from https://www.its-jp.org/english/congress_e/

ITS World Congress. (2021). ITS World Congress 2021 - hamburg.com.

Japan, I. (2001). *8th ITS World Congress.*

London. (2006). *13th ITS World Congress - London.* Retrieved from <https://www.its-jp.org/english/files/2017/05/13th-ITS-World-CongressFinal.pdf>

Melbourne. (2016). 23rd World Congress on Intelligent Transport Systems - Congress. Retrieved January 28, 2022, from <https://www.itsworldcongress2016.com/>

Montreal Canada. (2017). *2017 Montreal (Canada).* Retrieved from https://www.its-jp.org/english/congress_e/

Nagoyı Aichi. (2004). *11 th ITS World Congress - NAGOYA, AICHI.* Retrieved from <https://www.its-jp.org/english/files/2017/05/11th-ITS-World-CongressFinal.pdf>

NewYork. (2008). *2008 New York City (Americas).* Retrieved from https://www.its-jp.org/english/congress_e/

Orlando. (1996). *3 rd ITS World Congress.* Retrieved from <http://2012.itsworldcongress.com/content>

Paris. (1994). *1994 Paris (France).* Retrieved from https://www.its-jp.org/english/congress_e/

Seul. (1998). *5 th ITS World Congress.* Retrieved from https://www.its-jp.org/english/congress_e/

Singapore. (2019). *2019 Singapore (Singapore).* Retrieved from https://www.its-jp.org/english/congress_e/

Stockholm Sweden. (2009). *2009 Stockholm (Sweden).* Retrieved from https://www.its-jp.org/english/congress_e/

Tektas, N., & Tektas, M. (2020). *PARADOKS Ekonomi .* (April).

Tokyo. (2013). *20th Its world Congress Tokyo 2013.* 178. Retrieved from https://www.its-jp.org/english/congress_e/

Torino. (2000). *7 th ITS World Congress.* Retrieved from <http://2012.itsworldcongress.com/content>

Toronto. (1999). *6 th ITS World Congress.* Retrieved from https://www.its-jp.org/english/congress_e/

Triandafyllidou, A., & McAuliffe, M. (2019). Report overview. *Migrant Smuggling Data and Research,* 1–18. <https://doi.org/10.18356/e0636308-en>

Url1. (2022). konferans ne demek TDK Sözlük Anlamı.

Url 2. (2022). *Intelligent Transportation System Market Worth \$42,936.1 Million by 2028: Grand View Research, Inc. Bloomberg.*

Vienna. (2012). *2012 Vienna (Austria).* Retrieved from https://www.its-jp.org/english/congress_e/

Yokohama. (1995). *2 nd ITS World Congress.* Retrieved from <http://2012.itsworldcongress.com/content>

Research Article

Analysis of container terminal accidents using fuzzy c-means

Üstün Atak^{1,*}

¹ Department of Transportation Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Bandırma Onyedi Eylül University, Bandırma, Turkey

*Correspondence: uatak@bandirma.edu.tr

DOI: 10.51513/jitsa.957371

Abstract: Maritime transportation is the key element of global trade in recent years. Moreover, container shipping companies aim to complete door-to-door cargo operation with lower costs and increased speed. Determination of delays and possible accidents play vital role on cargo transportation process in a container terminal. In this scope, 65 container terminal accident reports are evaluated with Fuzzy C-means method to cluster within scope of root cause analysis. Three, four, and five number of clusters are created to determine possible causes of accidents. Accident cases are grouped in the view of relation of operations as cargo and port. Port related accidents are found mainly as related with maintenance processes in weekdays. On the other hand, cargo related accidents occurred in weekends and during night shifts. In this scope, the results revealed that Fuzzy C-Means method could be used to analyse container terminal accidents.

Anahtar Kelimeler: Maritime Transportation, Accident Analysis, Fuzzy logic, Container terminal, Clustering

Bulanık C-ortalama kümeleme algoritması ile konteyner terminali kaza analizi

Özet: Deniz taşımacılığı, son yıllarda küresel ticaretin kilit unsuru olarak görülmektedir. Ayrıca konteyner taşımacılığı yapan denizcilik şirketleri, kapıdan kapıya kargo operasyonunu daha düşük maliyetler ve artan hızlar ile tamamlamayı hedeflemektedir. Konteyner terminalinde kargo taşımacılığı sürecinde gecikmelerin ve olası kazaların tespiti hayati önem taşımaktadır. Bu kapsamda 65 konteyner terminali kaza raporu, Bulanık C-ortalama kümeleme algoritması ile kök neden analizi kapsamında kümelenecek değerlendirilmiştir. Olası kaza nedenlerini belirlemek için üç, dört ve beş adet küme oluşturulmuştur. Kaza vakaları, operasyonların ilişkisine göre kargo ve liman olarak gruplandırılmıştır. Limanla ilgili kazalar daha çok bakım süreçleriyle ilgili olarak bulunmuştur ve hafta içi meydana geldiği görülmüştür. Öte yandan, hafta sonu ve gece saatlerinde kargo ile ilgili kazalar meydana geldiği çalışma sonucunda elde edilmiştir. Bu kapsamda, sonuçlar Bulanık C-ortalama kümeleme algoritmasının konteyner terminal kazalarını analiz etmek için kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Key words: Deniz taşımacılığı, Kaza analizi, Bulanık mantık, Konteyner terminali, Kümeleme

* Corresponding author. Üstün Atak

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

ORCID: 0000-0002-1513-7371

Received 29.03.2022; accepted 10.04.2022

Peer review under responsibility of Bandırma Onyedi Eylül University.

1. Introduction

Maritime cargo operations consist of multiple equipment planning as well as port worker assignments. Optimisation of these elements could provide precious advantages of better cargo handling times and increased cargo throughput. In contrast, missing of safety culture practices during port congestion could cause to interrupt cargo operations. Accidents, near-misses, or incidents which lead to undesired circumstances could affect the performance of maritime ports. On the other hand, determining human errors in operations is the key element of achieving safety culture.

Human factor analysis could provide better understanding of cargo operations. These analyses explain factors such as distraction, lack of resources, stress, pressure, lack of awareness, lack of teamwork, and complacency. The International Maritime Organization (IMO) defined human elements as error, performance, environment, safety, mental action, and management (Sha, 2020). In this scope, this study focuses to find possible port accident causes which could be related to port worker age, experience, time of the accident, and relationship of maintenance or cargo operations using unsupervised clustering method as Fuzzy C-means. The aim of the study is to cluster 65 different accident cases with Fuzzy C-means method and compare groups in the view of accident case variables. Accident reports are analysed with unsupervised algorithm to determine which factor could lead an accident in a cargo operation rather than using root cause analysis methods.

The paper is organized as following: the second section is devoted to the literature. In the third section, the methodology is explained. The case study is explained in the section 4. The results and discussions are presented in section 5. The conclusions are specified in the last section.

2. Literature

Maritime stakeholders and management companies aim to complete cargo operation with the lowest carbon footprint and voyage times. To achieve the best port turnaround time, the authority of the terminal calculates berth and quay allocations with optimized quantity of workers and equipment. In this manner, every port worker needs to perform assigned duties within the range of specified time. Due to

limited time of operation and extended watch, the worker could fail to comply with safety rules which prevents incident, accident, or near-misses. Human factor analysis could help to improve and maintain optimized cargo operation. In this scope, the literature section is focused on maritime accidents, clustering, and other related studies using fuzzy logic.

Zhang et al. (2021) introduced Geospatial techniques of Kernel Density Estimation (KDE) and K-means clustering method to obtain the profile of global maritime accidents using data from 2003 to 2018. The authors indicated that diverse accident places and specifications were found. Paolo et al. (2021) investigated 1079 maritime accidents using Semi-supervised Recursively Partitioned Mixture Models to categorize and identify causal themes. The results showed that poor education and training of seafarers with lack of monitoring were common causes in accidents. Yang et al. (2018) aimed to analyse the causes of maritime accidents using Apriori algorithm with real maritime accident data. The authors stated that the characteristics and causes of maritime accidents in Zhejiang were summarized. In similar, Changhai & Shenping (2019) used Apriori algorithm to carry out association rule learning of maritime accidents data. The potential relation between causal factors was found.

Budiyanto & Fernanda (2020) studied work accidents in container terminals using Fault Tree Analysis method. The authors carried out a risk assessment with a risk matrix method. The result showed that traffic accidents were the highest risk value in container terminal operations. Moreover, the negligence in operating vehicles/equipment caused accidents with a higher rate. Ding & Tseng (2013) used fuzzy risk assessment tool to investigate safety operations in a container terminal. The results provided that the factor of communication misunderstanding influenced risk frequency while human negligence and error factor influenced risk severity. John et al. (2014) proposed a novel fuzzy risk assessment technique to facilitate uncertainties and to optimise performance effectiveness in seaport operations. The study revealed a robust mathematical framework of the system and a step-by-step analysis. Khan et al. (2022) analysed 352 cargo accidents from 1960 to 2018 in ports. The authors developed the Human

Factors Analysis and Classification System for Port Environment Hazardous Cargo Accidents approach. The findings indicated that the most prominent factors such as violations, limited intellect, inappropriate supervision, and an inadequate safety culture were found in hazardous cargo accidents. Khorram (2020) proposed port risk assessment model which utilized a fuzzy analytical hierarchy process–VIKOR combined approach in a port container terminal. The proposed AHP-entropy-based framework helped to implement decision makers' subjective judgments by Z-numbers and to regulate subjective weights. Mokhtari et al. (2012) used fuzzy set theory to evaluate and describe risk factors in the port and terminal operations. The proposed approach proved that the decision support framework could be used to model risk evaluation of ports and terminals. Mollaoğlu et al. (2019) aimed to identify risk factors using Fuzzy AHP method by calculating expert judgements. The human factor and communication level were found the most important factors that have a vital role on Occupational Health and Safety (OHS). Özdemir (2016) investigated to identify factors caused occupational accidents in ports using Fuzzy DEMATEL and Fuzzy TOPSIS methods. The most important factors were found as human error, administrative reasons, insufficient equipment, improper use of equipment, and working environment and conditions. Qiao et al. (2020) introduced human factor analysis framework named multidimensional analysis model of accident causes (MAMAC). The authors integrated intuitionistic fuzzy set theory and Bayesian Network to MAMAC. The aim of the study is to form a dynamic human factors analysis using a sand carrier accident database for maritime accident scenarios. The results of the study revealed that unsafe acts were not a focus for maritime scholars and investigators. Sur & Kim (2020) analysed 9 types of fishing vessel accidents from 1988 to 2016 using the fuzzy comprehensive evaluation method. Furthermore, the authors calculated and classified risks of each type of accidents to establish risk reduction measures for decision makers. Wang et al. (2021) studied an ordered logistic regression model to explore the relationship between influencing factors and the severity of marine accidents. The worldwide accident reports were used to assist maritime authorities for preventing the occurrence of

serious marine accidents. The results showed that the severity of accidents was positively related to sinking accidents, inadequate ship manning, poor theoretical knowledge, and less sea experience.

3. Methodology

The Fuzzy C-means method which is a soft clustering algorithm was introduced by Dunn (1973) and advanced by Bezdek et al. (1984). The minimization objective function of the method is:

$$J_m = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^c u_{ij}^m \|x_i - v_j\|^2; \quad (1)$$

$$1 < m < \infty$$

m : fuzzy partition matrix exponent

u_{ij} : the degree of membership of x_i in the cluster j

x_i : the i th pattern in D-dimension data

v_j : j th cluster centre in the D-dimension

The FCM clustering procedure is defined as (Saxena et al., 2017):

First, a value of c (number of cluster) is set up. Second, initial cluster prototype V_1, V_2, \dots, V_c from $X_i, i=1, 2, \dots, N$ is selected. Then, the distance $\|X_i - V_j\|$ between prototypes and objects are computed. Later, the elements of the fuzzy partition matrix ($i = 1, 2, \dots, N; j = 1, 2, \dots, c$)

$u_{ij} = \left[\sum_{l=1}^c \left(\frac{\|x_i - V_l\|}{\|x_i - V_j\|} \right)^{\frac{1}{m-1}} \right]^{-1}$ and the cluster prototypes ($j = 1, 2, \dots, c$) $V_j = \frac{\sum_{i=1}^N u_{ij}^2 x_i}{\sum_{i=1}^N u_{ij}^2}$ are

calculated. Finally, if the number of iterations exceeds a given limit or the convergence is attained, calculations are finalized. If the criteria are not met, third step should be repeated.

4. Case study

The dataset of the study is gathered from accident report occurred in two different container terminals located in Turkey for a six-year period beginning from 2012 to 2018. 65 different accident cases are analysed to determine human errors or possible effects on operation differences. Both container terminals have similar quay for various size of vessels. The vessel dimensions in terminals diverse from 100 meters to 399 meters. On the other hand, turnaround times of the vessels are found

similar in the scope of port congestion situations. Accident cases are divided into two groups as cargo operation and others. To give an example, maintenance accident of port equipment is classified as the other group. In similar, two variables are created to determine effects of day and night shifts as well as weekdays and weekends. The main idea of analysing the time of the operation is to determine whether human factors are related with circadian rhythms or not. Moreover, port workers could feel more relaxed in the weekends due to general rest days of other industry workers although vessel cargo operations are not correlated with weekends or weekdays.

The causes of the 65 different accident cases are analysed, and more than one day off accident cases are found in main groups as following: Struck by moving object, slips, falls from height, vehicle collisions, cuts, falling objects, equipment malfunction, and improper stowage of containers. The dataset of the study which is accident reports is analysed with Fuzzy C-means (FCM) clustering method to determine accident cases using unsupervised algorithm. The advantage of FCM is to provide flexibilities to identify data point which could belong to more than one cluster. In this manner, the cases which might be affected by multiple variables and could belong to more than one cluster are calculated.

5. Results and discussion

The dataset was analysed with Fuzzy C-means clustering method using MS Win 10 operating system and R programming language. Moreover, different libraries were used with R as “ppclust, psych, fclust, cluster, etc.”. the clustering process is completed for three, four, and five different groups to calculate similar accident cases. The metrics of the clustering calculation is in Table 1.

Table 1. Cluster performance metrics

| Number | Fuzzy Silhouette Index | Partition Entropy | Partition Coefficient |
|--------|------------------------|-------------------|-----------------------|
| 3 | 0.7421 | 0.4811 | 0.7360 |
| 4 | 0.6498 | 0.6744 | 0.6404 |
| 5 | 0.6325 | 0.7713 | 0.6059 |

As seen on the results, different performance metrics are found with three, four, and five number of clusters. Although metrics could be used to determine the best cluster, Figure 1 is created to compare accidents for three, four, and five number of clusters as the best and worst.

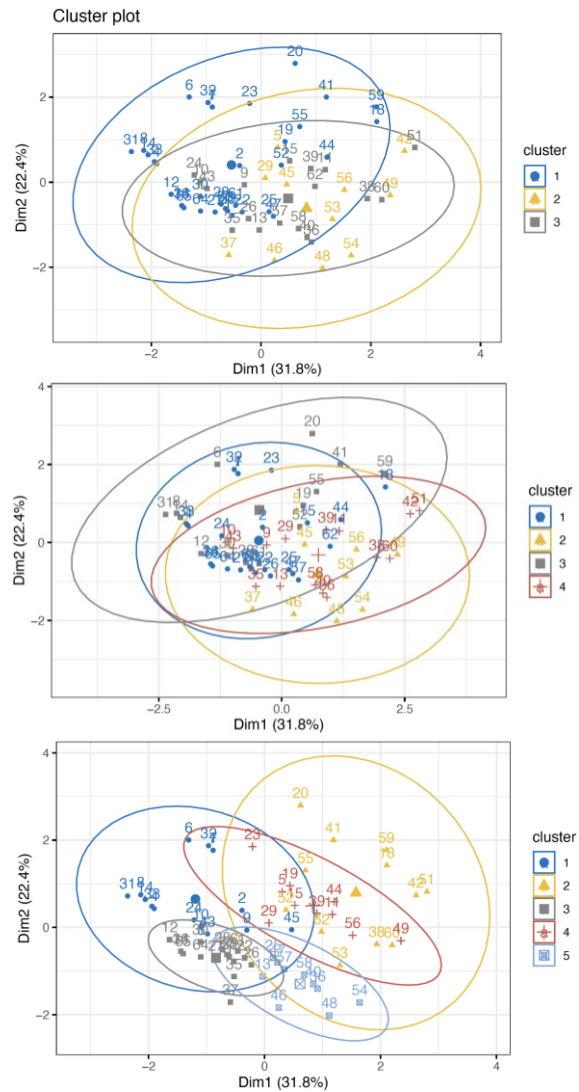


Figure 1. The plot of clusters.

The plots of the number of clusters are proved if accident cases could be illustrated better with a five number of clusters. In this scope, mentioned cluster number is selected to analyse accidents further. Accidents belong to single cluster are selected and explained in Table 2.

Table 2. Accident cases

| | Cluster #1 | Cluster #2 | Cluster #3 | Cluster #4 |
|------|-----------------------------|------------------------|------------|------------|
| Case | 4, 6, 8, 10, 14, 24, 31, 33 | 18, 20, 41, 42, 51, 59 | 37 | 46 |

Table 3. Result of the model

| Cluster | Case | Day of the week | Time of day | Relation | Day off | Age | Experience |
|---------|------|-----------------|-------------|----------|---------|-----|------------|
| 1 | 4 | Weekday | Day | Port | 3 | 34 | 2 |
| | 6 | Weekday | Night | Port | 3 | 31 | 2 |
| | 8 | Weekday | Night | Port | 1 | 28 | 2 |
| | 10 | Weekday | Night | Port | 10 | 41 | 4 |
| | 14 | Weekday | Day | Port | 3 | 30 | 2 |
| | 24 | Weekday | Day | Port | 7 | 38 | 4 |
| | 31 | Weekday | Day | Port | 5 | 29 | 1 |
| | 33 | Weekday | Night | Port | 5 | 33 | 2 |
| 2 | 18 | Weekend | Night | Cargo | 45 | 34 | 7 |
| | 20 | Weekday | Night | Cargo | 5 | 30 | 5 |
| | 41 | Weekend | Night | Cargo | 2 | 24 | 5 |
| | 42 | Weekend | Night | Cargo | 5 | 47 | 7 |
| | 51 | Weekend | Night | Cargo | 5 | 45 | 8 |
| 3, 4 | 59 | Weekend | Night | Cargo | 1 | 27 | 8 |
| | 37 | Weekday | Day | Cargo | 3 | 54 | 1 |
| | 46 | Weekday | Day | Cargo | 1 | 55 | 4 |

In the first cluster, eight different accidents occurred in weekdays during port operations which aim to maintenance purpose. Time of the accident is diverse from day to night. In contrast, experiences of port workers are 2.38 years which could be called as an inexperienced worker.

In the second cluster, six different accidents are analysed for weekends and night shifts. These accidents are found related with cargo operations. On the other hand, experience of workers which are responsible for cargo operations are found 6.67 years.

In the last cluster, two accidents are clustered in cargo operations. These results are not directly related with same specific cluster. The scope of the illustration is to determine whether direct relationship or not. In this view, first two

clusters are used for calculation process of accident cases.

The results showed that FCM method could be used to cluster container terminal accidents. Moreover, risk assessment process or root cause analysis could be carried out to understand and prevent possible accidents.

In the first cluster, the accident causes are found as struck by moving object, slips, and falling objects. In similar, falls from height, struck by moving object, and falling objects factors are found for the second cluster. In this manner, two main accident causes are determined as struck by moving object and falling objects.

The accident cases are investigated to determine contributing factors which lead to accidents. Recklessness, physical environment (slippery ground), inexperienced worker, intersecting traffic, poor preplanning, complacency, poor

communication, and overtired personnel are found as contributing factors for container terminal accidents.

The limitation of the study could be summarized as three topics. Firstly, possible causes of accidents are found within the group of cases. This process would provide precious assumptions. On the other hand, root cause analysis methods could help to increase safety culture of terminals. Root causes and contributing factors would identify which lead to the incident, accident, or hazards. Secondly, 16 accident cases are found using FCM method. Missing 49 different accident cases would prevail various results with different methods. Lastly, other container terminal accidents reports could be used for international cases.

6. Conclusion

Container terminal accidents could cause delays or interruption of precious cargo operations. Analysing any undesired situation of vessel operation is vital for optimized cargo flow. From near misses to major accidents, these situations should be predicted or prevented.

In this study, 65 container terminal accident cases are analysed with Fuzzy C-means method to cluster reports in the scope of possible similar causes. The results revealed that FCM method could be used to cluster accident cases. The number of clusters are proved identical accident specifications are found such as day of the week, time of the day, and relation of operations. The results could be used to identify potential hazards in a container terminal.

For future studies, risk assessment, root cause analysis, or accident prediction studies could be performed to further analyse causes of accident cases. Moreover, proposal of risk reduction measures would be available for container terminals with FCM method.

Acknowledgement

This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflict of Interest Statement

No conflict of interest was declared by the author.

References

- Budiyanto, M. A., & Fernanda, H.** (2020). Risk Assessment of Work Accident in Container Terminals Using the Fault Tree Analysis Method. *Journal of Marine Science and Engineering* 2020, Vol. 8, Page 466, 8(6), 466.
- Changhai, H., & Shenping, H.** (2019). Factors correlation mining on maritime accidents database using association rule learning algorithm. *Cluster Computing*, 22(2), 4551-4559.
- Ding, J. F., & Tseng, W. J.** (2013). Fuzzy risk assessment on safety operations for exclusive container terminals at Kaohsiung port in Taiwan: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment, 227(2), 208–220.
- John, A., Paraskevadakis, D., Bury, A., Yang, Z., Riahi, R., & Wang, J.** (2014). An integrated fuzzy risk assessment for seaport operations. *Safety Science*, 68, 180–194.
- Khan, R. U., Yin, J., Mustafa, F. S., & Ahmad Farea, A. O.** (2022). A data centered human factor analysis approach for hazardous cargo accidents in a port environment. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 75, 104711.
- Khorram, S.** (2020). A novel approach for ports' container terminals' risk management based on formal safety assessment: FAHP-entropy measure—VIKOR model. *Natural Hazards* 2020 103:2, 103(2), 1671–1707.
- Mokhtari, K., Ren, J., Roberts, C., & Wang, J.** (2012). Decision support framework for risk management on sea ports and terminals using fuzzy set theory and evidential reasoning approach. *Expert Systems with Applications*, 39(5), 5087–5103.
- Mollaoğlu, M., Bucak, U., & Demirel, H.** (2019). A Quantitative Analysis of the Factors That May Cause Occupational Accidents at Ports. *Journal of ETA Maritime Science*, 7(4), 294–303.
- Özdemir, Ü.** (2016). Investigation of occupational accidents occurred in ports by using fuzzy DEMATEL and fuzzy TOPSIS methods. *Journal of ETA Maritime Science*, 4(3), 235–247.

Qiao, W., Liu, Y., Ma, X., & Liu, Y. (2020). Human Factors Analysis for Maritime Accidents Based on a Dynamic Fuzzy Bayesian Network. *Risk Analysis*, 40(5), 957–980.

Paolo, F., Gianfranco, F., Luca, F., Marco, M., Andrea, M., Francesco, M., ... & Patrizia, S. (2021). Investigating the role of the human element in maritime accidents using semi-supervised hierarchical methods. *Transportation research procedia*, 52, 252-259.

Sha, M. (2020). A study of the human factors in maritime safety. World Maritime University.

Sur, J. M., & Kim, D. J. (2020). Comprehensive risk estimation of maritime accident using fuzzy evaluation method – Focusing on fishing vessel accident in Korean waters. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 36(3), 127–135.

Wang, H., Liu, Z., Wang, X., Graham, T., & Wang, J. (2021). An analysis of factors affecting the severity of marine accidents. *Reliability Engineering & System Safety*, 210, 107513.

Yang, B., Zhao, Z., & Ma, J. (2018). Marine accidents analysis based on data mining using K-medoids clustering and improved A priori algorithm. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 189, No. 4, p. 042006). IOP Publishing.

Zhang, Y., Sun, X., Chen, J., & Cheng, C. (2021). Spatial patterns and characteristics of global maritime accidents. *Reliability Engineering & System Safety*, 206, 107310.

Research Article

The effect of the developing and changing electronic bridge equipment and electronic navigation charts on intelligent maritime transportation systemsHasan Bora Usluer^{1,*}¹ Maritime Vocational School, Galatasaray University, İstanbul, Turkey*Correspondence: hbusluer@gsu.edu.tr

DOI: 10.51513/jitsa.1097807

Abstract: It is seen that high technology and its products work to meet every stage and need of human life and navigational safety in the maritime sector. Electronic systems have been developed and are used today as a result of the search for alternatives to the well-known and approved classical methods used in safe navigation on the world's seas. Electronic systems are susceptible and more accurate than classical methods and significantly benefit maritime transport. Bridge electronic systems and infrastructures supporting its components also work with advanced technology products. In this context, electronic navigational charts - ENC, Electronic Chart Display Information systems - ECDIS and Automatic Information systems - AIS are undoubtedly the best examples. These and similar bridge and auxiliary devices ensure the safety of navigation on both national and international seas and oceans and cause a decrease in human error rates. This study mentions the positive effects of high-tech bridge navigation systems developed in the maritime sector on maritime transportation.

Key words: Maritime Transportation, S-57, ECDIS, Strategy of Maritime Management, Intelligent Maritime Transportation Systems.

Gelişen ve değişen elektronik köprüüstü ekipmanları ve elektronik seyir haritalarının akıllı deniz ulaşım sistemlerine etkisi

Özet: Denizcilik sektöründe yüksek teknoloji ve ürünlerinin insan yaşamının ve seyir güvenliğinin her aşamasını ve ihtiyacını karşılamak için çalıştığı görülmektedir. Elektronik sistemler, dünya denizlerinde güvenli seyirde kullanılan, bilinen ve onaylanmış klasik yöntemlere alternatif arayışları sonucunda geliştirilmiş ve günümüzde kullanılmaktadır. Elektronik sistemler, klasik yöntemlerden daha hassas ve güvenlidir. Deniz taşımacılığına önemli ölçüde fayda sağlar. Köprüüstü elektronik sistemleri ve bileşenlerini destekleyen altyapılar da ileri teknoloji ürünlerle çalışmaktadır. Bu kapsamda elektronik seyir haritaları - ESH, Elektronik Harita Görüntüleme Bilgilendirme sistemleri - EHGBS ve Otomatik Bilgilendirme sistemleri - AIS şüphesiz en iyi örneklerdir. Bu ve benzeri köprüüstü ve yardımcı cihazlar hem ulusal hem de uluslararası denizlerde ve okyanuslarda seyir güvenliğini sağlamakta ve insan hata oranlarında azalmaya neden olmaktadır. Bu çalışma, denizcilik sektöründe geliştirilen yüksek teknoloji köprüüstü seyir sistemlerinin deniz taşımacılığına olumlu etkilerinden bahsetmektedir.

Anahtar Kelimeler: Deniz Taşımacılığı, S-57, EHGBS, Denizcilik Yönetimi Stratejisi Akıllı deniz ulaşım sistemleri.

* Corresponding author. Hasan Bora USLUER

E-mail address: hbusluer@gsu.edu.tr

ORCID: 0000-0001-8988-9288

Received 03.03.2022; accepted 14.04.2022

Peer review under responsibility of Bandirma Onyedi Eylül University.

1. Introduction

It is known by surveys that more than 70% of the earth, which does not have a smooth form, is covered with water. It is known that more than 80% of the earth's population has lived by the sea throughout history and still today. It is known that more than 90% of the transportation activities carried out on earth in order to meet the endless needs of human beings are carried out by sea transportation. As a result of

developing and changing technology, maritime transport and maritime transport elements are also affected. Maritime transport is essential in transporting almost all industries, raw materials, and products. Especially for maritime transport, IMO-International Maritime Organization serves the member countries and the world's seas at the stage of what should be the requirements for this purpose, first of all for safety in the seas; provides technical, legal, and educational support in written form.URL1.



Figure 1. Different types of cargo ships (URL2).

It has also created and developed the element of trade in the need for transportation due to national and international production and the resulting trade. Since the produced and to be transported cargoes are solid, liquid, gas, living, wheeled, particular types (project cargo) in different types and forms, it has led to the production and use of ship types with different types of warehouse structures. Therefore, the ships should be designed according to the transportation needs and equipped with navigational safety. While the ship has been equipped with safety and security principles since its construction, the critical equipment and devices on the bridge used for dispatch and management are essential for safety during navigation. Many devices of different types and functions work on the bridge for navigational safety. The systems provide maximum benefit

to the captain and watchkeeping officers on the bridge in the management and administration and help to minimize the human error rate. Every step taken in maritime is made with laws, regulations, and directives and is used on all seas as a framework (Joseph and Dalaklis,2021), (Pawlovski,2017). Based on these principles, SOLAS-Safety of Life at Sea was first defined in 1974 according to the tonnage of ships (SOLAS,1974). Digital or vector-based chart display and information systems used in electronic navigation systems for ships' management and administration on bridges are essential to increase safety. The charts and nautical publications used are similar to IMO, and IHO International Hydrographic Organization works to produce maps and similar publications for the seas. In this way, charts and similar products are made according

to the data obtained from reliable sources with the same standards on the same frame. There are places (natural or artificial) of very different depths and structures where ships/vessels are on the world's seas. These areas are formed by natural and artificial waterways or shallow waters and oceans. There are sea areas such as harbors, wharves, ports, docks, and piers, where ships/vessels load or unload passengers and cargo. However, each area is not at the depth where the ships can dock in the coastal areas, which are the places where the ships will dock/anchor. Depths are changed according to the needs of the ships in places where the depth is known naturally at the beginning. The aim here is definitely to increase the safety level of navigation and the ship's port entry-exit and cargo handling in ports. Despite all the safety, the narrow channel, strait crossings, and port and pier entrances, which should be given operational importance, are among the viewing areas that should be considered. The different lengths and tonnages of the ships can be described as the part of the underwater/sub-water part of the ship, which affects the safety in shallow waters in part called Draft in terminology. It is called the squat effect during the cruise and the instantaneous collapse of the ship (Zhang et al.,2019). This collapse effect has a more significant effect in shallow water and fresh waters, making the water withdrawal larger. National and International Hydrographic Departments, which work following IHO standards, make measurements at sea in order for the ship to navigate safely, but marine sciences should be mentioned here incredibly accurately. Marine Sciences, in general terms, consists of Hydrography (Bathymetry), Oceanography, Meteorology, and the final product, cartography (Usluer and Alkan, 2016).

1.1. Marine Sciences

According to the IHO definition, **Hydrography (bathymetry)** is working by applied sciences to survey and define the physical status of oceans, seas, coastal areas, lakes, and rivers. Hence with this survey data, the prediction of water or seas status change over time for the safety of navigation and environmental protection (IHO,2022).

Oceanography definition by NOAA (National Ocean Service-National Oceanic and Atmospheric Administration) Oceanography covers marine life and ecosystems, ocean circulation, plate tectonics and the geology of the seafloor, chemical, and physical properties of the ocean and seas (NOAA,2022). Also, oceanography has some valuable sub-divisions like chemical and physical oceanography, marine biology, etc.

Basically, **Meteorology** is the science of the atmosphere. Also, it studies for earth's atmosphere and components of earth system science with survey temperature, wind, and precipitation that we observe and experience impact, and all are impacted on various scales (Usluer and Alkan, 2016).

Cartography is the transfer of the measurable earth onto the plane understandably and expressively. There are different ways. Today it is divided into two. It is classical, that is, transfer on paper and transfer to plane with digital, that is, electronic materials.

2. Electronic Navigation Systems

Bridge electronic navigation aids used on ships today work to increase the safety level of ships during navigation. The most known and widely used ones are ARPA Radar, Sonar/Echo Sounder, ECDIS, AIS, GNSS, DGPS, LORAN-C, EPIRB, SART, NAVTEX, IBS, and VDR, etc.

3. Electronic Navigation Charts

It has established its internal disciplines, which determine the standards required for producing hydrographic products used in the seas and is used in the national hydrographic offices of the maritime countries.

According to this;

B-Bathymetric Publications (Mainly related to GEBCO).

C-Capacity Building Publications

M-Miscellaneous Publications (including Basic Documents)

P-Periodic Publications

S-Standards and Specifications.

Table 1. *Hydrographic production standards*

| | Descriptions |
|-------|--|
| S-4 | Regulations for International (INT) Charts and Chart Specifications of the IHO |
| S-5A | Standards of Competence for Category "A" Hydrographic Surveyors |
| S-5B | Standards of Competence for Category "B" Hydrographic Surveyors |
| S-8A | Standards of Competence for Category "A" Nautical Cartographers |
| S-8B | Standards of Competence for Category "B" Nautical Cartographers |
| S-11 | Guidance for the Prep. and Maint. of Int.(INT) Chart and ENC Sch. and Cat. of INT Charts |
| S-12 | Standardization of List of Lights and Fog Signals (June 2004 - Corrections to June 2006) |
| S-23 | Limits of Oceans and Seas (1953). Sheet maps 1, 2 and 3 |
| S-32 | Hydrographic Dictionary |
| S-44 | IHO Standards for Hydrographic Surveys |
| S-49 | Standardization of Mariners' Routeing Guides |
| S-52 | Specifications for Chart Content and Display Aspects of ECDIS |
| S-53 | Joint IMO/IHO/WMO Manual on Maritime Safety Information |
| S-57 | IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data |
| S-58 | ENC Validation Checks |
| S-60 | User's Handbook on Datum Transformations involving WGS 84 |
| S-61 | Product Specification for Raster Navigational Charts (RNC) |
| S-62 | List of IHO Data Producer Codes |
| S-63 | IHO Data Protection Scheme |
| S-64 | IHO Test Data Sets for ECDIS |
| S-65 | ENCs: Production, Maintenance and Distribution Guidance |
| S-66 | Facts about Electronic Charts and Carriage Requirements |
| S-67 | Mariners' Guide to Accuracy of Depth Information in Electronic Navigational Charts (ENC) |
| S-97 | IHO Guidelines for Creating S-100 Product Specifications |
| S-99 | Operational Procedures for the Org. and Managem of the S-100 Geospatial Inf. Registry |
| S-100 | IHO Universal Hydrographic Data Model - S-100 based Product Specifications |
| S-101 | ENC Product Specification |
| S-102 | Bathymetric Surface Product Specification |
| S-111 | Surface Currents Product Specification |
| S-121 | Maritime Limits and Boundaries Product Specification |
| S-122 | Marine Protected Areas |
| S-123 | Marine Radio Services |
| S-127 | Marine Traffic Management |
| S-129 | Under Keel Clearance Management |

S codes show all standards. The standards that should be emphasized and known on

3.1. S-52 Definitions

According to IHO definitions, S-52 provides specifications and guidance regarding issuing



Paper Chart



ENC

Figure 2. The same area shows both on paper and ENC (SHODB,2022).

3.2. S-57 Definitions

S-57 is the standard of the data format used to transfer vector and digital hydrographic data between hydrographic offices. So it takes the chance for distribution to manufacturers,

the digitalized bridge are primarily s-52, s-57, s-63, and s-100.

and updating Electronic Navigational Charts (ENC) and their display in ECDIS. Basically and primarily, paper chart data could use transformed to ENC.

mariners, and other data users. By S-57 ENC production meeting these specifications, hydrographic offices will ensure that all electronic charts contain all the chart information that is necessary for safe navigation.

3.3. S-63 Definitions

According to the IHO definitions, S-63 describes the recommended standard for protecting ENC information. Also, S-63 defines security constructs and operating procedures. S-63 standard covers three essential areas Piracy protection, Selective Access, and

Authentication. It could help prevent unauthorized use of data by encrypting the ENC information, restricting access to ENC information to only those cells that a customer has been licensed for, and providing assurance that the ENC data has come from approved sources (Admiralty,2022).

3.4. S-100 Definitions

By IHO definition; The S-100 Standard is being a framework document that is intended for the development of digital products and services for hydrographic, maritime, and GIS communities. Also, S-100 comprises multiple parts that are based on the geospatial standards developed (IHO,2022). The S-100 provides an advanced hydrographic geospatial data standard capable of supporting hydrographic digital data and

sources. It reinforces this principle with international standardization; mainly, it is fully compatible with ISO-19100 series geospatial standards. Its main goal is to support a wide range of digital data sources, products, and customers related to hydrography. Thus, high-density bathymetry, seafloor classification, marine GIS, etc. It enables the development such as new applications (URL4).

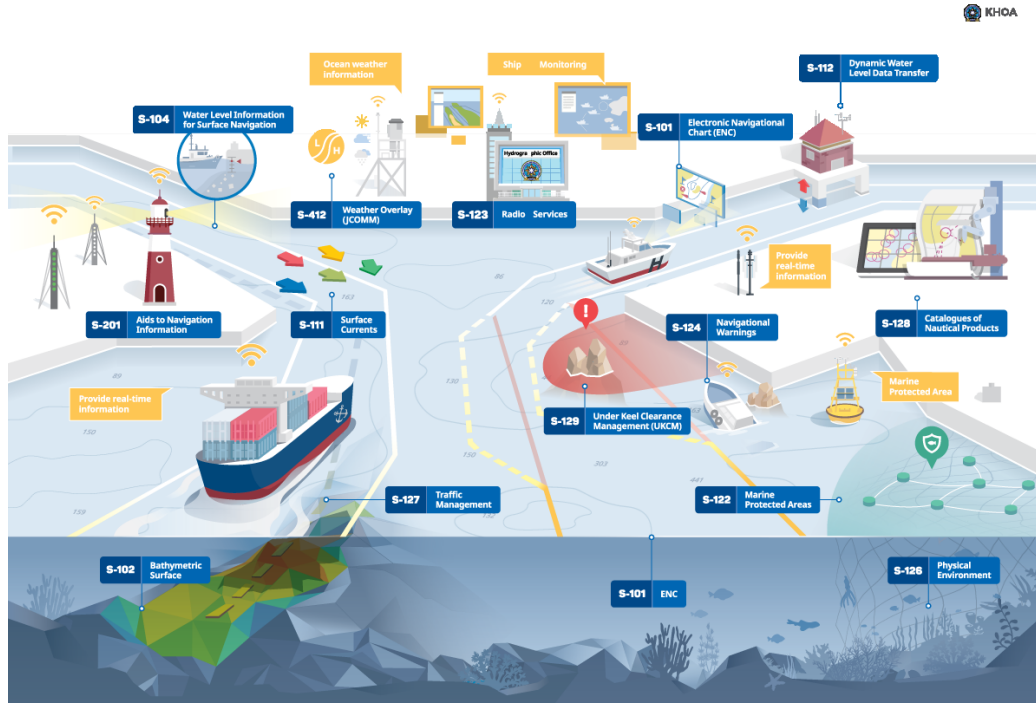


Figure 3.S-100 and sub information circle (IHO,2022).

4. Electronic Navigation Charts on developing Bridge

According to the IHO's e-navigation definition, the harmonized data collection, integration, data exchange, all kind of productions presentation, and real-time analysis of navigational/marine information about the

vessel onboard and ashore by electronic means to enhance berth to berth navigation and related services for navigational safety and both seafarers and vessel security at sea and protection of the marine environment.



Figure 4. New design and high-tech bridge systems (URL5).

The bridge, which is equipped with changing and developing technology products, affects the officer on the watch and the ship's safety at a high level. On the other hand, E-Navigation combines and operates integrated high-tech navigation aids.

Thus, the rate of human error is reduced, the safety level of navigation increases, and it causes more reliable movement at sea and in port periods. Today's technology allows navigation by combining unmanned marine vessels with e-navigation and equipment. An IMO initiative designed and launched in 2005 to increase navigational safety, e-navigation, onboard navigation systems, Shoreside vessel traffic information management, Ship-to-ship-,

ship-to-shore, and shore-to-shore communication infrastructure. It designs and implements progress in three key areas (Burmeister et.al,2014).

The ECDIS device used for E-Navigation, on the other hand, allows the watchkeeping officer who is on the watching shift on the bridge to use the ENC operating in a vector base and logic approved by the manufacturer hydrographic offices at a high level of confidence on which all instant data can be displayed for safe navigation. Also, the ENC goes through the stages that can become usable on ships, considering the principles in the diagram in Fig.5 below.

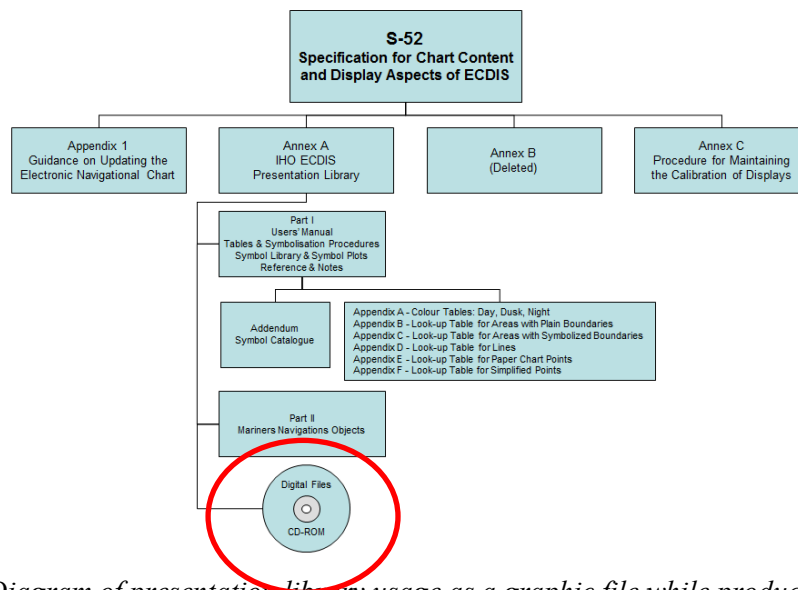


Figure 5. Diagram of presentation library usage as a graphic file while producing the ENC.

Hard-copy ENC maps enclosed in red circles, thanks to their easy-to-carry and easy-to-use electronic structure, have been created by considering the paper map production features and containing all the information on the paper map. It appears as a product where users can question all areas and shapes. This hard copy arriving on the vessels' bridge has named the ENC - Electronic Navigation Chart, which is transmitted to the end-user after the S-57 vector representation data structure conforming to the S-52 production standards is encrypted with the

S-63 data protection standards. All these standards ensure that the officer of the watch on the bridge uses meaningful projections of the real-world surface of the plane electronically and is prepared with accurate information. The possibilities provided to the user go beyond the classical methods and provide the opportunity to query any point or object on the map following the standards.

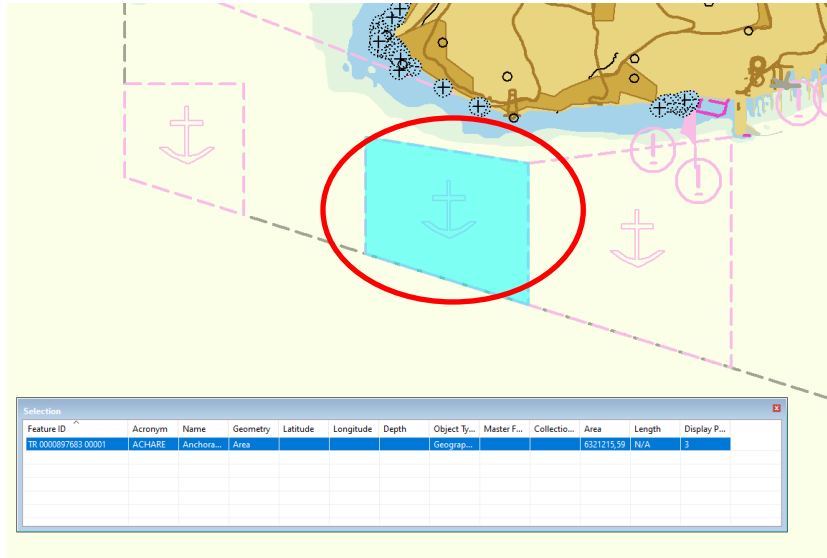


Figure 6. A highlight object (ACHARE-Anchorage Area) is queried by the user on ECDIS.

There are many essential features available within ECDIS. With a feature similar to the VDR recording feature called Logbook, it can store all the ship's movements during the cruise with time and direction information. With this feature, while the ship's movements are recorded, the efficiency can be observed with its contribution to the vessel monitoring process (IMC,2015). In addition, it is possible to use maps belonging to the same region, but at different scales, to display them on the screen following the needs and, in the area, where the cruise is made. Features called SCAMIN or SCAMAX primarily meet this need (Leder, 2007). These tools include checking the consistency, application of SCAMIN (density of features when zooming in and out), and usability of the ENC (Tyzack and

Gkionis,2014). Another essential feature is the measurements of hydrographic circles and the quality of the data they use in the products they produce, thus determining the international clarity of their reliability levels. This term is called Category Zone of Confidence (CATZOC). The Zone of Confidence (ZOC) value is dependent on the positional and depth accuracy of the survey, and also confidence values are assigned to geographical areas to indicate whether data meets a minimum set of criteria for the exact position with the usage of WGS-84's LAT/LONG, depth accuracy surveys with ADCP and survey with side-scan sonar data seafloor coverage.

| ZOC | Position Accuracy | Depth Accuracy | Seafloor Coverage | Typical Survey Characteristics | Symbol | |
|-----|--|---------------------|-------------------|--|---|--|
| A1 | ± 5m | =0.50 + 1% <i>d</i> | | Full area search undertaken. Significant seafloor features detected and depths measured. | Controlled, systematic survey high position and depth accuracy achieved using DGPS or a minimum three high quality lines of position (LOP) and a multibeam, channel or mechanical sweep system. | |
| | | Depth [m] | Accuracy [m] | | | |
| | | 10 | ± 0.6 | | | |
| | | 30 | ± 0.8 | | | |
| A2 | ± 20m | =1.0 + 2% <i>d</i> | | Full area search undertaken. Significant seafloor features detected and depths measured. | Controlled, systematic survey achieving position and depth accuracy less than ZOC A1 and using a modern survey Echosounder and a sonar or mechanical sweep system. | |
| | | Depth [m] | Accuracy [m] | | | |
| | | 10 | ± 1.2 | | | |
| | | 30 | ± 1.6 | | | |
| B | ± 50m | =1.0 + 2% <i>d</i> | | Full area search not achieved, uncharted features, hazardous to surface navigation are not expected but may exist. | Controlled, systematic survey achieving similar depth but lesser position accuracy less than ZOC A2 and using a modern survey echosounder, but no sonar or mechanical sweep system. | |
| | | Depth [m] | Accuracy [m] | | | |
| | | 10 | ± 1.2 | | | |
| | | 30 | ± 1.6 | | | |
| C | ± 500m | =2.0 + 5% <i>d</i> | | Full area search not achieved, depth anomalies may be expected. | Low accuracy survey or data collected on an opportunity basis such as soundings on passage. | |
| | | Depth [m] | Accuracy [m] | | | |
| | | 10 | ± 2.5 | | | |
| | | 30 | ± 3.5 | | | |
| D | Worse than ZOC 'C' | Worse Than ZOC 'C' | | Full area search not achieved, large depth anomalies may be expected. | Poor quality data or data that cannot be quality assessed due to lack of information. | |
| U | Unassessed - The quality of the bathymetric data has yet to be assessed. | | | | | |

*In practice, it is usually assumed that the reliability error of bathymetric data measurements estimated for ZOC (D) and ZOC (U) zones assumes values at least 10% higher than the values estimated for the ZOC zone (C), which can also be recorded as: (2.0m ± 5% · *d*) · 1.1.

Figure 7. IHO's categorization of CATZOC attribute (Rutkowski,2018).

5. Conclusions

The indispensable element of the maritime transport sector, where developing technology products are frequently used, is also used at a high level on ships. For this purpose, the International Maritime Organization and its subcommittees are trying to set standards for safe navigation. In addition to IMO, the International Hydrographic Organization and its member hydrographic departments also support e-navigation with products with high accuracy for navigational safety and compatibility with new technology. In this way, deck department watchkeeping officers, especially the captain, who take part in the ship's dispatch and management during the cruise, support. Automation systems in the bridge on ships, the engine room, and infrastructures supporting electronic systems and components for cargo handling at ports also work with advanced technology products. Electronic navigation charts used on the bridge - ESH, Electronic Map Display Information systems - EHGBS and Automatic Information systems - AIS deck automation systems for the department, machine automation systems for the machine management and gantry, conveyor and port optimization systems used in ports are undoubtedly the best examples. There are many benefits of using high-tech products. It reduces the human-induced error rate and enables higher quality and more operations to be performed compared to the past. Developing technology in the maritime industry enables unmanned marine vessels, not only those on the ship. Even though it uses advanced technology, it needs human control and intervention when necessary.

Contribution Rate Statement

All research and writing steps belong to the corresponding author.

Acknowledgment and/or disclaimers, if any

There is no support for this work

Conflict of Interest Statement, if any

No conflict of interest was declared by the authors.

References

- Admiralty Maritime Data Solutions** <https://www.admiralty.co.uk/news/blogs/s-57-and-the-latest-iho-standards>, date retrieved 02.04.2022.
- Burmeister,H.C., Bruhn,W.,Rødseth, O.,J., Porathe,T.(2014)**, Autonomous Unmanned Merchant Vessel and its Contribution towards the e-Navigation Implementation: The MUNIN Perspective,, *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy,Volume 1,2014, Pages 1-13,ISSN 2405-5352*,
- IHO,International Hydrographic Organizations**, <https://iho.int/en/introduction-0>, date retrieved 02.04.2022.
- IMC Group, Intelligent Maritime Consultancy**,<https://www.imcgroup.gr/index.php/news/05015tech-technical-services-elaboration-of-eedis-logbook/> date retrieved 02.04.2022.
- Joseph,A., and Dalaklis,D.,(2021)** The international convention for the safety of life at sea: highlighting interrelations of measures towards effective risk mitigation, *Journal of International Maritime Safety, Environmental Affairs, and Shipping*,Vol.5, Nu.1, Pg.1-11, 10.1080/25725084.2021.1880766
- Leder, D.T.,(2007)** Specificity of ENC Data Representation on an Archipelagic Sea Area – Example of the East Coast of the Middle Adriatic Sea Area, *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation.Vol.1,N.4*
- National Ocean Service-National Oceanic and Atmospheric Administration**, <https://oceanservice.noaa.gov/facts/oceanographer.html>, date retrieved 02.04.2022.
- Pawlowski, M. (2017)** Critical Review of Subdivision Regulations in the SOLAS Convention, *Journal of Ship Production and Design*, DOI 10.5957/JSPD.140017, VOL.33-04-342
- Rutkowski,G.,(2018)** ECDIS Limitations, Data Reliability, Alarm Management and Safety Settings Recommended for Passage Planning and Route Monitoring on VLCC Tankers, *The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol.12,Nu.3,September 2018*

SOLAS-International Convention for the Safety of Life at Seas. (1974). IMO Pub.

Seyir,Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı,https://www.shodb.gov.tr/shodb_es/as/index.php/tr/urunler/haritalar/elektronik-seyir-haritalari, date retrieved 02.04.2022.

Tyzack,L., Gkionis,P. (2014) IC-ENC Validation Training Course,*International Hydrographic Review*,

Usluer,H.B. and Alkan,G.B., (2016) Importance of the Marine Science and Charting about Environmental Planning, Management and Policies at the Turkish Straits, *EJSDR European Journal of Sustainable Development Research*, Volume 1, Issue 1 , pp. 16-25

Weinrit,A., (2009) *The Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) an operational Handbook*, CRC Press, Taylor&Francis Group.Pg.780

Zhang, X., Yu, M., Ma,Z., Ouyang, H., Zou, Y., Zhang, S.,L., Niu,H., Pan, X, Xu M., Li, Z.,Wang, Z.,W. (2019), Self-Powered Distributed Water Level Sensors Based on Liquid–Solid Triboelectric Nanogenerators for Ship Draft Detecting, *Advanced Functional Materials*,Vol.29,doi.org/10.1002/adfm.20190327

URL-1<<https://www.imo.org/en/>>,Access date: 02.04.2022.

URL-2<<https://micdot.com/types-of-cargo-ships/>>, Access date: 02.04.2022.

URL-3 <<http://www.mohid.com/>>, date retrieved 02.04.2022.

URL-4<<https://iho.int./>>,date retrieved 02.04.2022.

URL..-5<<https://www.teknomarelk.com/rnler/>>, ECDIS sample, date retrieved 02.04.2022.