1 BANU AUS
BANU-ITSC'18

19-21 Nisan / April 2018

Bandırma-Turkey

BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

EN | TR

1st INTERNATIONAL ULUSLARARASI

Conference on Intelligent Transportation Systems

Akıllı Ulaşım Sistemleri Konferansı

BANU-ITSC'18 BANU-AUS'18

TAM METİN KİTABI

FULL TEXT BOOK

İLETİŞİM/CONTACT

Web: http://itsc.bandirma.edu.tr

E-mail: itsc@bandirma.edu.tr

ISBN:978-605-68187-4-5

19 - 21 APRIL 2018

1. INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS BANU - ITSC' 18

1. ULUSLARARASI AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ KONFERANSI (BANU - ITSC' 18)

Editör

Prof. Dr. Mehmet TEKTAŞ

Bandırma, Nisan, 2018

Not: 27 Haziran 2018'de yürürlüğe giren akademik teşvik yönetmeliği kriterlerine uygundur.

Konferans Düzenleme Kurulu

Prof. Dr. Mehmet TEKTAŞ

Doç. Dr. Necla TEKTAŞ

Dr. Öğr. Üyesi. Abdullah YEŞİL

Dr. Öğr. Üyesi. İbrahim Ethem ARIOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi. Muhammet ARUCU

Dr. Öğr. Üyesi. Özer YILMAZ

Dr. Öğr. Üyesi. Selahattin KOŞUNALP

Dr.Öğr. Üyesi. Ufuk ÇELİK

Dr.Öğr. Üyesi. Yalçın KAHYA

Öğr. Gör. Ahmet AKKAYA

Öğr. Gör. Volkan AKGÜL

Öğr. Gör. Kadir KESGİN

Öğr. Gör. Yasin Nuri ÇAKIR

Öğr. Gör. Ömer İNAN

Öğr. Gör. Onur AKDOĞAN

Öğr. Gör. S.Gökhan TAŞKIN

Kurumsal İletişim Koordinatörü Ömer ŞİMŞEK

Sağlık, Kültür ve Spor Daire Başkanı Mehmet KARATEPE

Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanı Barış YILDIRIM

Öğrenci İşleri Daire Başkanı Davut ARAÇ

Bilim Kurulu

Prof. Dr. Abdulsamet HAŞILOĞLU	Atatürk Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Alpaslan SEREL	Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. David Grace	University of York, İngiltere
Prof. Dr. Fevzi BABA	Marmara Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Fırat KAÇAR	İstanbul Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Galip ALTINAY	Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Gökhan ORHAN	Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Halim YANIKÖMEROĞLU	Carleton University, Kanada
Prof. Dr. Hasan ERDAL	Marmara Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. İlhan KOCAARSLAN	Tuvasaş Manager, Türkiye
Prof. Dr. Jose HOLGUIN-VERAS	Rensselaer Politeknik Enstitüsü, USA
Prof. Dr. Mehmet TEKİN	Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Mehmet TEKTAŞ	Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Miroslav SVITEK	Prag Çek Teknik Üniversitesi, Çek Cumhuriyeti
Prof. Dr. Mustafa GÖK	Çukurova Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Mustafa KURT	Marmara Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Serap İNCAZ	Nişantaşı Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Sıddık YARMAN	İstanbul Üniversitesi, Türkiye
Doç. Dr. Emre ARSLAN	Marmara Üniversitesi, Türkiye
Doç. Dr. Erkan ATMACA	İstanbul Üniversitesi, Türkiye
Doç. Dr. Evangelos MITSAKIS	Helenik Ulaşım Enstitüsü, Yunanistan
Doç. Dr. Hediye Tüydeş YAMAN	Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Türkiye
Doç. Dr. Necla TEKTAŞ	Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Türkiye
Doç. Dr. Mehmet Emin ERÇAKAR	Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Türkiye
Doç. Dr. Nevzat ONAT	Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Türkiye
Doç. Dr. Müjdat SOYTÜRK	Marmara Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. Abdullah YEŞIL	Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. Abdurrahim AKGÜNDOĞDU	İstanbul Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. Cemal HANILÇI	Bursa Teknik Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi. Çağatay BAŞARIR	Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. Gökhan BAYRAK	Bursa Teknik Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. Gültekin BASMACI	Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. Halil YETGİN	Bitlis Eren Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. Hasan TİRYAKİ	İstanbul Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. İbrahim Ethem ARIOĞLU	Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. İbrahim GÜNEŞ	İstanbul Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. Mehmet Barış TABAKCIOĞLU	Bursa Teknik Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. Muhammet ARUCU	Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. Nilgün CAMKESEN	Istanbul Ticaret Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. Özer YILMAZ	Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. Selahattin KOŞUNALP	Bayburt Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. Selçuk ATIŞ	Marmara Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. Süreyya KOCABEY	Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. Ufuk ÇELİK	Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi. Yakup GENÇ	Gebze Teknik Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. Yalçın KAHYA	Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi. Yasin ÖZÇELEP	İstanbul Üniversitesi, Türkiye
Dr. Ahmet BAĞIŞ	IETT, Türkiye
Dr. A.Önder TÜRKOĞLU	IETT, Türkiye
Dr. Angelos AMDITIS	İletişim ve Bilgisayar Enstitüsü, Yunanistan
Dr. Kadir KORKMAZ	TÜBİTAK-BİLGEM, Türkiye
Dr. Kubilay DEMİR	Darmstadt Teknik Üniversitesi
Dr. Paul D. MITCHELL	York Üniversitesi, İngiltere
Dr. Tahsin TEZDOĞAN	Strathclyde Üniversitesi, Glasgow, İskoçya
Dr. Yiğit Kemal DEMİREL	Strathclyde Üniversitesi, Glasgow, İskoçya

İçindekiler Tablosu

Characteristic Driving Parameters of Brt Istanbul and Evaluation of Hybridization/ Electrification Potential 8
The Analysis Of Increase In Accessibility To Intelligent Transportation Applications System For The Elderly And Disabled People 29
Kentsel Dönüşüm Alanlarında Akıllı Şehir Uygulamalarının Dezavantajlı Gruplar Açısından İrdelenmesi: Gaziosmanpaşa Örneği 45
Detecting Trespassing Heavy Vehicle in Active Traffic Using Video Processing Method ... 62
Modeling of Urban Transportation with Smartcard Data and Camera Records 75
BALO Projesi ve Bandırma'nın Lojistik İmkânları 87
The Preferability of Light Rail Transit Systems between Transportation Modes: Samsun Case 98
Metin Madenciliği Tekniği Yardımıyla Akıllı Ulaşım Sistemleri Üzerindeki Duygu Analizi 112
Yüksek Eğim Tırmanma Yeteneğine Sahip %100 Alçak Tabanlı Tramvay Aracı Konsept Tasarımı 127
Signal Strength-based Localization in GPS-Denied Environments for Intralogistics Applications 149
Kavşak Yönetiminde Akıllı Ulaşım Sistemleri 159
Fiber Optik Haberleşmenin Akıllı Ulaşım Sistemlerindeki Yeri 183
Yoğun Sis Olayının Yaşandığı Yerlerde Otomatik Sis Aydınlatması 196
Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Büyük Veri 202
Trafik Kazaları Sonrası Otomatik Arama Sistemi Yardımıyla Ölüm Oranlarının Azaltılması 212
Çok Türlü Taşımacılık Güzergâhlarının Gezgin Satıcı Problemleri Baz Alınarak Tasarlanması: Güzergâhların Optimizasyonu ve Akıllı Ulaşım Sistemlerine Entegrasyonu 232
Kablosuz Haberleşme Teknolojilerinin Akıllı Ulaşım Sistemlerinde Uygulamaları 240

Şehirlerarası Güzergâh Performans İndeksinin Çok Türlü Taşımacılık Baz Alınarak Analiz Edilmesi: Analiz Parametrelerinin Oluşturulması ve AUS Entegrasyonu 256
Yapay Zekâ Yöntemleriyle Gerçek Benzetim Sonuçları Kullanılarak Aktif Devrelerin CMOS Gerçeklemelerinin Boyutlandırılması 267
SAMT Sistemi ile Trafik Denetimi 280
Tehlikeli Madde Taşımacılığı (SRC5) Eğitimi Online Test Mobil Uygulaması 289
Trafik Kazalarının Önlenmesinde Buzlanmayı Algılayıcı ve Önleyici Sistemler: Erzurum İli Örneği 304
Şehirlerarası Taşımacılık Performansı İndeksinin Çok Türlü Taşımacılık Baz Alınarak Analiz Edilmesi: Çok Türlü Güzergâhların Tasarımı ve AUS Entegrasyonu 326
Kent İçi Otopark Yönetiminde Akıllı Ulaşım Sistemleri Uygulamaları: Erzurum İli Örneği337
Otopark Yönetim Sistemi: Bandırma Örneği 350
Bandırma Trafik Kaza Modeli 379
Gelişmiş Ülke Örnekleri İle Akıllı Ulaştırma Sistemlerinin Ekonomik Katkılarının Analizi396
Otomotiv Teknik Tekstillerinde Kullanılan Liflerin Özelliklerinin İncelenmesi 417

Characteristic Driving Parameters of Brt Istanbul and Evaluation of Hybridization/ Electrification Potential

Habib KAYMAZ [1], Hayriye KORKMAZ [2], Hasan ERDAL [3]

1Mercedes Benz Türk AŞ, Istanbul, 34519, Türkiye, habib.kaymaz@daimler.com

2Marmara Üniversitesi, Istanbul, 34722, Türkiye, hkorkmaz@marmara.edu.tr

3Marmara Üniversitesi, Istanbul, 34722, Türkiye, herdal@marmara.edu.tr

Abstract

While increasing transportation needs aim for faster and safer transportation, environmental pressures require less air pollution and cost pressures require more economical solutions. Rail systems used in urban transportation serve rapid transport and high quality services, however they can only serve a certain part of the urban population due to very high costs, long construction times and limited access areas. The bus, which is the most common public transportation system used in the world, is insufficient within the current operating conditions, it can not meet customer demands and can not be an alternative solution to the railed systems. Bus Rapid Transit (BRT) systems, which combine low initial investment and low operating costs of buses with fast and high quality service features of rail systems, have been an alternative solution to rail systems in developed and developing countries suffering from resource limitations. This system provides in-city transportation by using buses on the dedicated lanes. BRT system was preferred due to its advantages in cost and service quality at first. Then, it has been also preferred due to its low environmental impact and its contribution to reducing air pollution. It has over 100 application areas in the world. It is one of the most important public transportation systems of Istanbul with the service given to more than 800 thousands people per day.

One of the most important reasons for the research on motor vehicles is "low efficiency". The losses of internal combustion vehicles, which were invented at the end

of 1800's, reach 80%. Consuming fossil fuels are not sustainable at this level of efficiency. Efficient optimization of existing systems such as stop-go, integrated starter-generator, HEV and PHEV and alternative fuels such as CNG, LNG, LPG, Biodiesel, Ethanol E-10 and E-85 have been made to maintain the existing situation. The radical change is the left of internal combustion engine. For this aim, vehicles with electric propulsion systems (EV, ZEV, BEV, and FEV) have started to show up in roads.

In this study, it was aimed to analyse the operating conditions and characteristic usage style for the evaluation of hybrid / electric potential of Istanbul BRT vehicles. For this purpose, data acquisition and analysis studies were performed from conventional vehicles operating on Istanbul BRT lines.

Istanbul BRT vehicles, which spend about two-thirds of the day (16 hours), require only half of the engine thrust (49.08%). During the study period, the rate of brake pedal printing was 34.56%. The average energy requirement for the entire 52 km route is 105.33 kWh and regenerative brake energy is measured as 41.92 kWh. At this point, it is possible to recover about 40% of the energy required for the entire route.

Key Words: *Characteristic Driving Parameters, Bus Rapid Transit, Controller Area Network Bus Measurement, Data Acquisition and Analysing, Hybrid / Electric Vehicle*

1. Introduction

The main limitation to the fuel economy of the fossil fuel powered vehicles is the poor energy conversion of Internal Combustion Engine (ICE). ICE is a heat engine, converting chemical energy into heat and then into mechanical energy. When the engine operates under varying speed, torque and power conditions, the engine runs generally at speed-torque operating points where the efficiency is far from the maximum.

At that point, hybrid vehicles can help us not only for fuel economy but also for reducing greenhouse effect. A hybrid vehicle uses at least two different power sources to propel the vehicle; electrical motor in addition to traditional ICE. Hybrid electric vehicles (HEV) do not change the energy supply for transportation drastically: just as conventional motor vehicles, HEVs are powered by fossil fuel, only more efficiently.

Besides industrial investigation, scientific research on hybrid bus are increased in recent years. Comprehensive driving cycle of hybrid bus with micro-trip analysis method for Wuhan, China was monitored and constructed by Shiqi Ou et al [1]. For optimal component sizing, a method to configure the powertrain system for a 12-meter parallel hybrid city bus based on Dynamic Programming was presented by Wei Gao et al [2]. A concept for a clean and sustainable public transportation system in the city of Rome based on the use of ultra-capacitors was proposed by Gianluca Fabbri et al [3]. Fuel economy of series hybrid electric bus in Zhuzhou, China with idling stop strategy analyzed by Jingfu Chen et al [4]. D. Ornaghi et al were studied on a 12 meters hybrid electric bus for public transportation which is financed by the Italian Ministry of Economic Development in terms of Control strategies for reducing fuel consumption [5]. P.Immonen et al were converted a diesel bus into a multi hybrid bus in order to investigate which kind of a hybrid system provides the lowest fuel consumption in different operating conditions [6]. JEONG et al. were studied on Gwacheon-city Urban Driving Cycle for Electric Vehicles (GUDC-EV) by using driving data obtained through actual driving experiments and statistical analysis. GUDC-EV was verified by constructing EV simulators and performing simulations that use the actual driving data [7]. Design parameter of Hybrid Electric Vehicles and control strategy were

investigated by Dominik Buecherl et al on a scalable model that is able to vary the hybridization factor is defined and applied. [8]

In-City public transportation is one of the areas which need the opportunities what hybridization and/or electrification really offers. While increasing transportation requirements aim faster and safer transportation, environmental pressures require less air pollution and cost pressures require more economical solutions. Although railway systems used in urban have rapid transportation and high quality services, they are able to serve only a certain part of the urban population with very high investment costs, long construction times and limited access areas.

The bus which is the most common public transportation system used all over the world is insufficient within the existing operating conditions, it can't meet customer demands and it can't be an alternative solution against railway systems. BRT systems, which combine the low initial investment and low operating costs of buses with the fast and high quality service features of rail systems, have been an alternative solution to rail systems in developing countries suffering from resource constraints. This system provides in-city transportation by using wheeled vehicles on the dedicated lane(s). BRT system, which was initially preferred due to its advantages in cost and service quality, then it is preferred due to its low environmental impact and its contribution to the reduction of air pollution in the coming years and it has found more than 200 application areas in the world. With 5568 km total length in 205 cities, more than 34 million passengers are transported by BRT [9].

BRT systems whose main elements are separated lanes, stations, out-vehicle toll gates have some advantages such as high capacity, rapid transportation, low investment and operating cost, fast implementation time, low CO_2 footprint.

In terms of hybridization and/or electrification, make a design for a certain track such as BRT is easier than a general design. Nevertheless, following parameters should be known before design level.

2. Characteristic Driving Parameters

For driving pattern, characteristic parameters such as time, distance, speed, acceleration, their average and maximum values should be known. For evaluation of HEV/EV potential, some supplementary parameters should also be known such as engine speed, engine torque and their values while driving as well as braking, vehicle traction power, regenerative brake power and energy requirements. All parameters and their details are given in Table1 and used equations are given hereafter [10].

Table 1. Channel list and evaluation parameters

Nr	Parameter	Unit	Source	Explanation
1	Distance	M	Measured	Total mileage
2	Distance between stops (Average)	m	Calculated	Distance/Stop Number
3	Vehicle speed (Average)	km/h	Calculated	$Vavg = \frac{\int v\, dt}{t}$
4	Vehicle speed while cruising (Average)	km/h	Calculated	$Vcrs\ avg = \frac{\int v(v > 0)\ dt}{t}$
5	Vehicle speed (Maximum)	km/h	Calculated	Vmax
6	Acceleration (Average)	m/s^2	Calculated	$a\ avg = \frac{\int a\ (> 0)\ dt}{t}$
7	Deceleration (Average)	m/s^2	Calculated	$d\ avg = \frac{\int a(< 0)\ dt}{t}$
8	Acceleration (Maximum)	m/s^2	Calculated	Amax while A > 0 m/s^2
9	Deceleration (Maximum)	m/s^2	Calculated	Amax while A < - 0 m/s^2
10	Time	s	Measured	Total
11	Time of Cruising	s	Calculated	V > 0 km/h
12	Time of Waiting	s	Calculated	V = 0 km/h
13	Time of travelling between stops	s	Calculated	Time of Cruising / Stop number
14	Time of waiting at stops	s	Calculated	Time of Waiting / Stop number
15	Time of throttle pedal pressed	s	Measured	
16	Time of brake pedal pressed	s	Measured	
17	Percentage of throttle pedal pressed	%	Measured	Time of throttle pedal pressed /Time
18	Percentage of brake pedal pressed	%	Measured	Time of brake pedal pressed /Time
19	Engine speed while driving (Average)	rpm	Measured	$n\ drv\ avg = \frac{\int n\ (T > 0)\ dt}{t}$
20	Engine speed while braking (Average)	rpm	Measured	$n\ brk\ avg = \frac{\int n\ (T < 0)\ dt}{t}$

21	Engine torque while driving (Average)	Nm	Measured	$T\,drv\,avg = \frac{\int T\ (T > 0)\ dt}{t}$
22	Engine torque while braking (Average)	Nm	Measured	$T\,brk\,avg = \frac{\int T\ (T < 0)\ dt}{t}$
23	Pv (Vehicle Traction Power)	kW	Calculated	$Pv\ (W) = \tau\ (Nm).\ \Omega$ $Pv\ (kW) = (T\,drv\,avg\ .\ n\,drv\,avg)/9550$
24	Pr (Regenerative Brake Power)	kW	Calculated	$Pr\ (W) = \tau\ (Nm).\ \omega$ $Pr\ (kW) = (T\,brk\,avg.\ n\,brk\,avg)/9550$
25	Ev (Vehicle Traction Energy)	kWh	Calculated	$Ev = \int_0^t Pv\ .\ d(t)$
26	Er (Regenerative Brake Energy)	kWh	Calculated	$Er = \int_0^t Pr\ .\ d(t)$

3. Experimental Method

For characteristic driving parameters, physical conditions of the route (Section 3.1), operational data (Section 3.2) were analyzed and measurements (Section 3.3) are performed whose information given below.

3.1. Analyzed Route; Istanbul BRT

As the first and unique intercontinental public transportation system in the world, Istanbul BRT implementation is the first among its counterparts with its operating speed (40 km/h) and passenger transport capacity (more than 800 thousand passengers daily).

Firstly operated in Topkapı-Avcılar line the BRT system started by IETT in order to prevent the traffic intensity on the arterial roads and provide fast and comfort transportation. 18.5 kilometers of route opened to service in 17 September 2007. By openening Söğütlüçeşme roote to service, two sides of Istanbul connected with each other in the shortest way. Istanbul BRT route, laid on Beylikdüzü-Söğütlüçeşme, is 52 kilometer-long and the total duration is roughly 90 minutes.

Although they run on the same physical lane, there are eight different lines on the routes whose start points, destinations and working time are different. Four of them, 34 (*Avcılar-Zincirlikuyu)*, 34AS (*Avcılar-Söğütlüçeşme)*, 34BZ (*Beylikdüzü-Zincirlikuyu)* and

34Z (*Zincirlikuyu-Söğütlüçeşme)*, are more important lines in terms of daily cycles and carried passengers [11]. Istanbul BRT has dedicated lanes with 52 km. Number of bus station is 44 whose names are given in the Figure 2.

Altitude and inclination profile of BRT line was measured two times by hand held GPS device (Garmin GPSmap 60CSx. high-sensitivity GPS receiver, barometric altimeter, electronic compass, and 64 MB microSD card). Figure 1 illustrates the map of the whole route between Beylikdüzü and Söğütlüçeşme, Figure 2 illustrates its altitude and inclination profiles as a function of travelled distance.

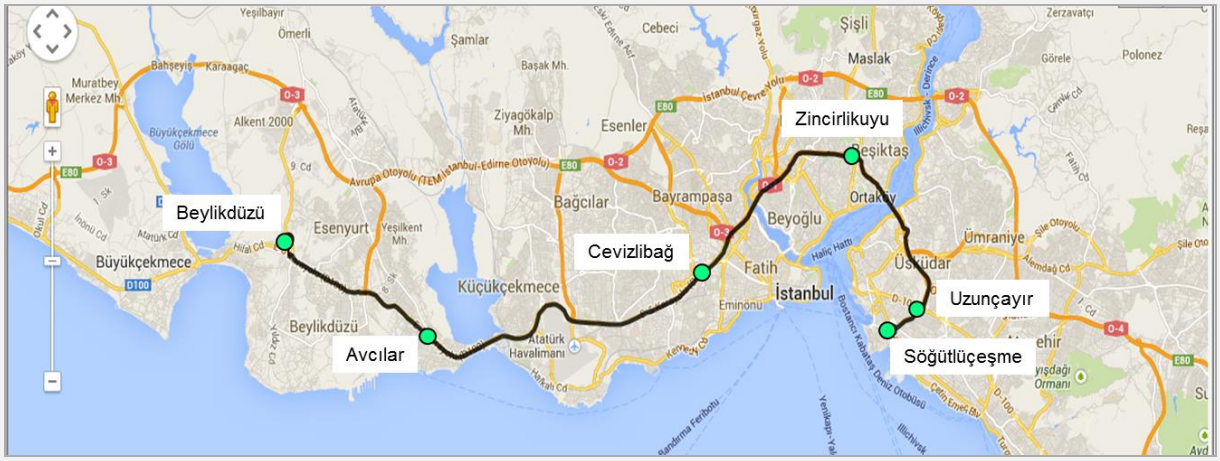


Figure 1. GPS view of the whole route and main stations

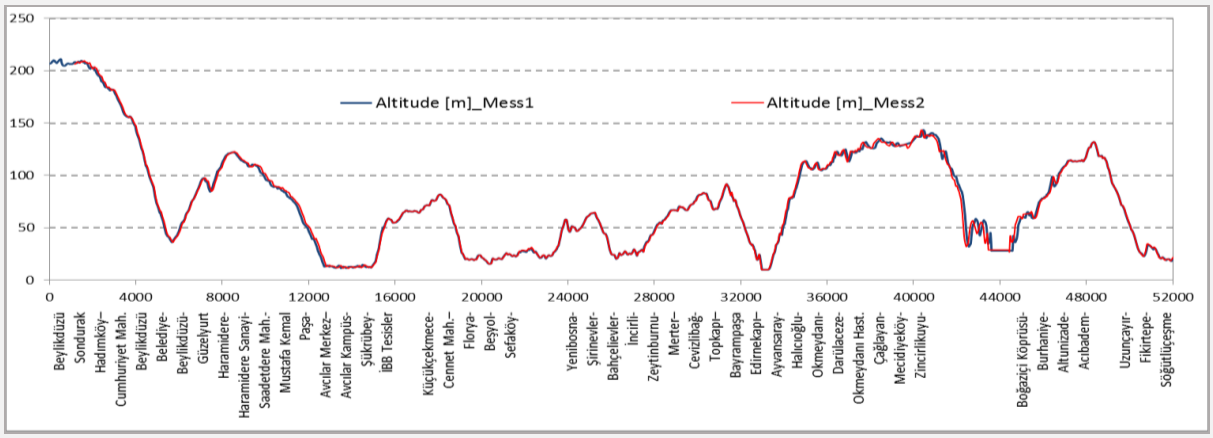


Figure 2. Altitude of the whole route

3.2. Analysis of Operational Data

Istanbul BRT data is recorded by operator, IETT BRT Administration. Basis of the toll data, passenger numbers and station activity have been analyzed as annually, monthly and hourly for further improvement. In this way, peak times is observed and line density maps were prepared.

In the year of 2015, approximately 260 million passengers were carried by Istanbul BRT. Most intensive month is December by approximately 25 million passengers and least intensive month is July by approximately 18 million passengers in 2015. Monthly passenger distribution of the year 2015 is given in Figure 3.

At the working days in December of 2015, the average number of carried passengers are 865,000. Peak hours are 17, 18 and 08 hours when more than 2 million passengers have moved hourly. Hourly passenger distribution of December of 2015 is given in Figure 4.

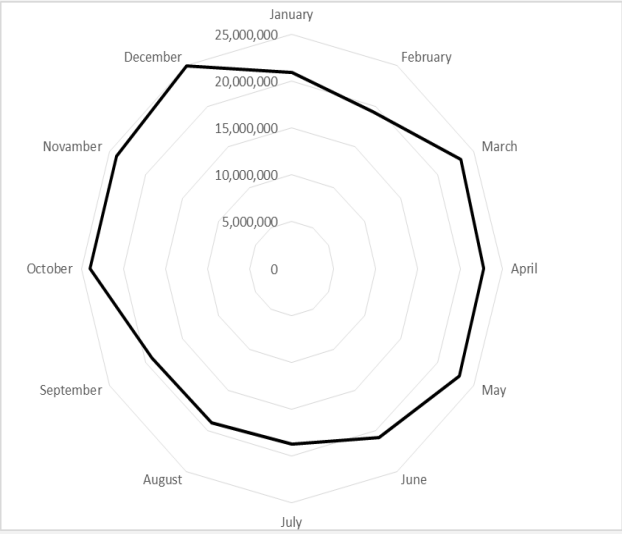


Figure 3. Monthly passengers in 2015

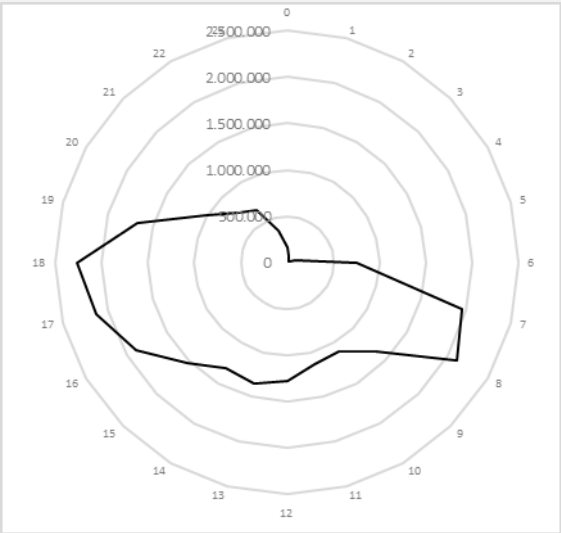


Figure 4. Hourly passengers in December

3.3. Test Vehicle

Istanbul BRT fleet consists of 640 vehicles whose length is min.18 meter. With 390 buses, Mercedes Conecto G is the top used bus in the fleet. There are also 250 buses of Mercedes Capacity, and 50 buses of Phileas.

In order to analyze their behavior throughout the line of vehicles, data acquisition system (IPETRONIK M-LOG) was installed onto M4381 numbered Conecto G, which is most used bus, in December 2016. Specifications of the test vehicle are given in Table 2.

Table 2. Technical specifications of the test vehicle [12]

Engine & performance	
Engine (standard)	Mercedes-Benz OM 457 LA / 6 Vertical Cylinders
EU emissions standard	Euro 4, Euro 5
System	BlueTec® SCR diesel technology
Output (kW (hp)) max.	260 (354)
Displacement (cm3)	11,967
Torque max. (Nm) at engine speed	1600 Nm at 1100 rpm
Transmission (standard), model	ZF Ecomat automatic transmission, 6-speed, HP 602
Permissible GVW in kg (Germany)	29.000

3.4. Measurement System

Data acquisition system used in test vehicle consists of following components:

M-LOG V3 Data acquisition:

Modular data logger which is developed by IPETRONIK for automotive tests. It has real time operating system which is capable to log from CAN, LIN, Ethernet inputs, analogue and digital sensors.

DIAdem V2012 (Software):

DIAdem software which is developed by National Instrument (NI) is an integrated tool specifically designed to help engineers and scientists quickly locate, inspect, analyze, and report on measurement data using one software tool. It was used in the analysis of measurements.
Signals from CAN (Controller Area Network) infrastructure were logged by the measurement system whose topology and photo are given in the Figure 5.

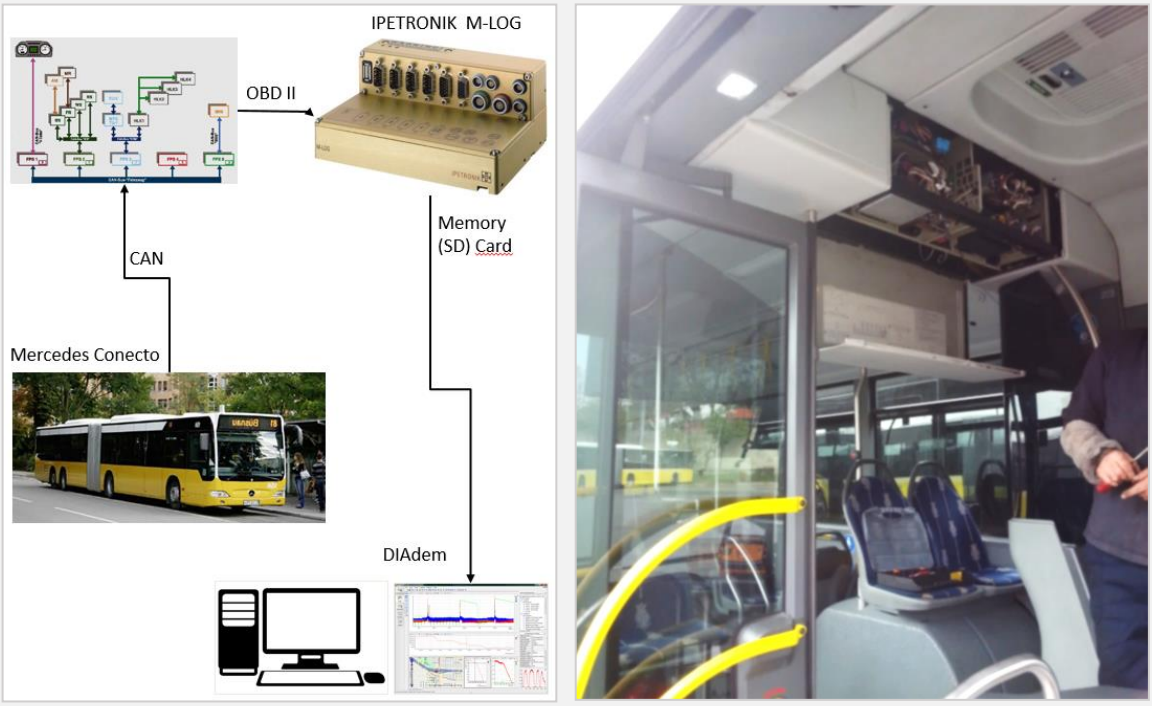


Figure 5. Topology of measurement system (left), its location in the vehicle (right)

4. Results and Discussions

In order to evaluate the HEV/EV potential of BRT Istanbul, several measurements were done. There were some criterion which must be decided before measurements such as where, when, vehicle type, driving style, and direction. Here are preferences for measurements:

- The lines 34BZ are 34Z were chosen due to they cover whole route.
- Mercedes Conecto was chosen as test vehicle due to it is most used bus in the fleet.
- As timing, December and peak hours, 08, 17, and 18 were chosen. Those are most heavy hours in terms of passenger number. So that, peak values would be possible to consider for HEV/EV.
- In order to minimize the effect of driver profile, it was especially paid attention to acquire data from different drivers' routes during the measurement.
- In order to eliminate the direction effect, measurements were done in both of two directions.

There is no line which cover whole route except 34G which runs in nighttime with almost no passenger. Therefore, 34BZ and 34Z lines at peak hours are measured separately then combined. At least two measurements were performed in both directions. Here are the details are given in the table 3.

Table 3. Measurements details

Measure-ment Nr	Line Numbers	Date	Direction
1	34 BZ + 34 Z	23.12.16 18:13-19:20 15.12.16 17:52-18:18	European Side -> Asian Side
2	34 BZ + 34 Z	25.12.16 18:23-19:25 16.12.16 17:37-18:01	European Side -> Asian Side
3	34 Z + 34 BZ	27.12.16 08:39-09:00 05.12.16 16:41-17:53	Asian Side -> European Side
4	34 Z + 34 BZ	15.12.16 18:17-18:39 22.12.16 07:51- 08:59	Asian Side -> European Side

4.1. Analysis for Driving Pattern

Characteristic driving parameters which are given in Table 1, were measured or calculated for those four measurements. All results as well as their average values are given in Table 4. Speed of measurements versus distance travelled are given in Figure 6, 7, 8, and 9, Speed of measurements versus time are given in Figure 10, 11, 12, and 13.

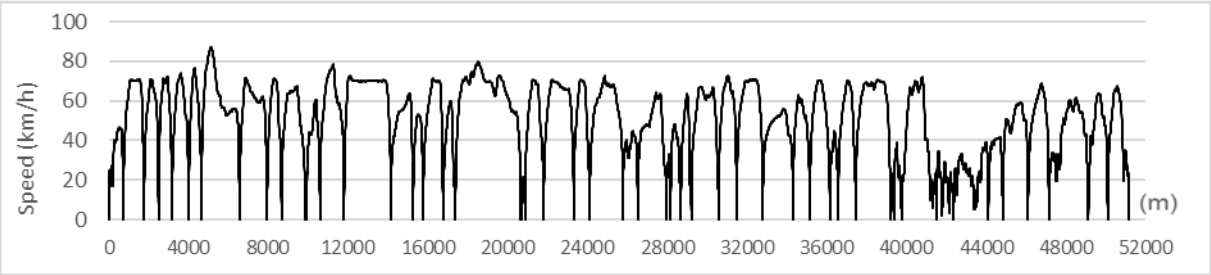


Figure 6. Measurement1_ Vehicle speed vs Distance Graph

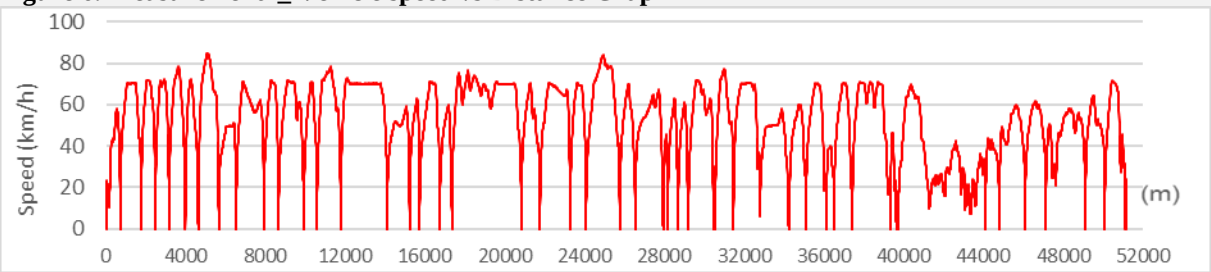


Figure 7. Measurement2_ Vehicle speed vs Distance Graph

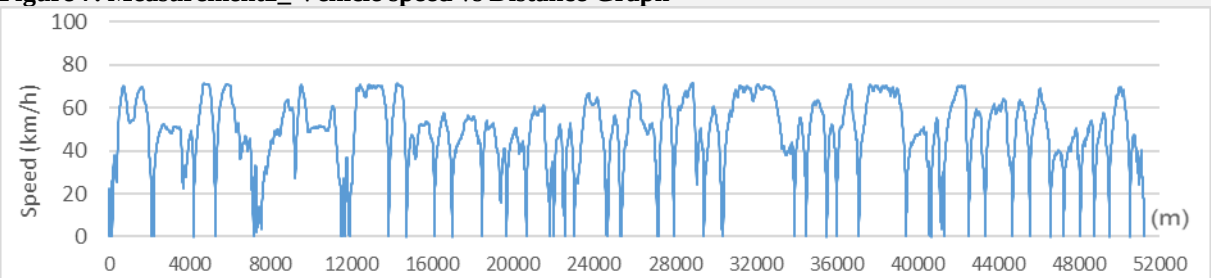


Figure 8. Measurement3_ Vehicle speed vs Distance Graph

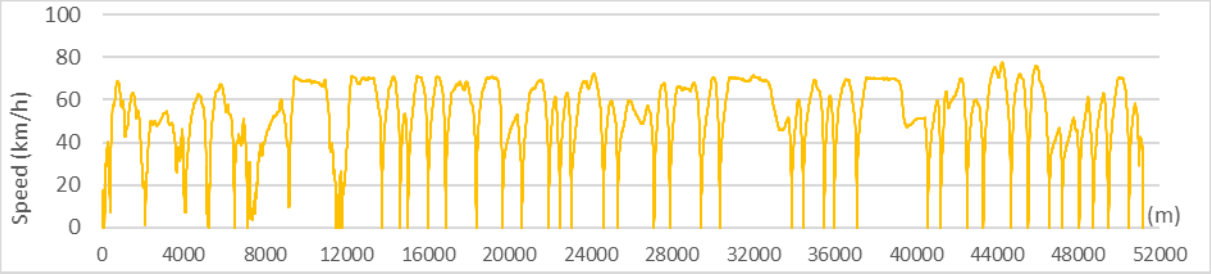


Figure 9. Measurement4_ Vehicle speed vs Distance Graph

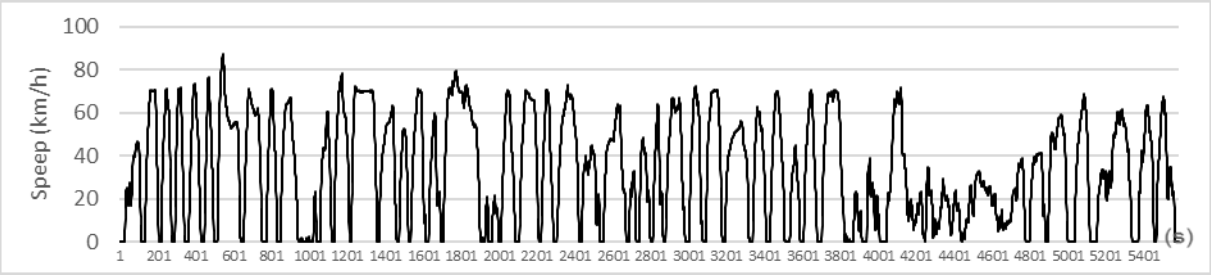


Figure 10. Measurement1_ Vehicle speed vs Time Graph

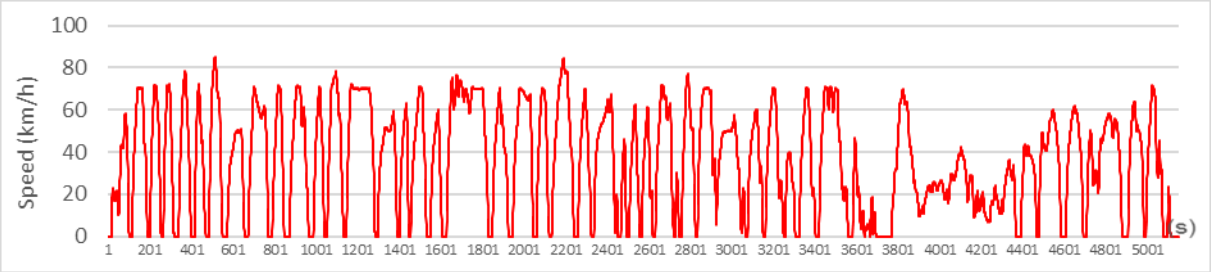


Figure 11. Measurement2_ Vehicle speed vs Time Graph

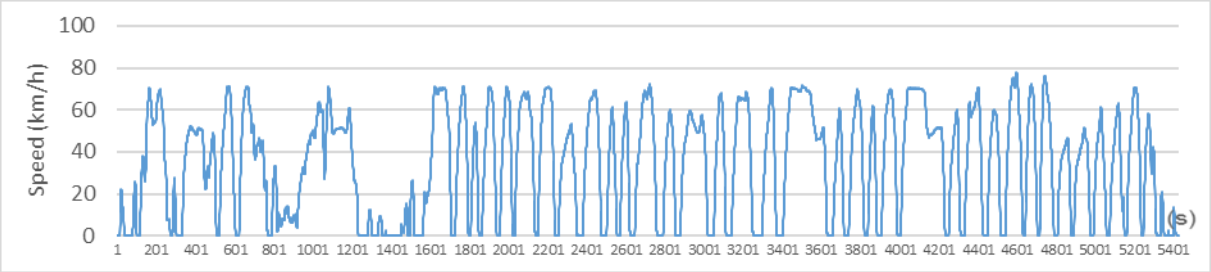


Figure 12. Measurement3_Vehicle speed vs Time Graph

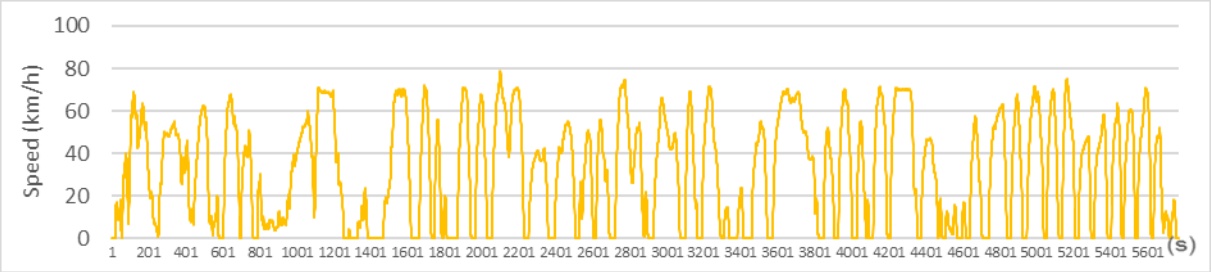


Figure 13. Measurement4_ Vehicle speed vs Time Graph

Length of the Istanbul BRT route is 51.17 km which is travelled in around 90 minutes. According to the Internaitonal Assosaciton of Public Transport average speed of a city bus is 19 km/h [13]. Whereas average speed of Istanbul BRT is about 34 km per hour, when pauses are extracted, average speed reaches 40 km/h. Average waiting time in bus stops is 21 s. Although limit speed is set to 70 km/h by administration, speed reachs 87 km/h when downhill. Whole route was completed in 5430 s. 4523 s of this time was spent by cruising and 908 s of this time was spent by waiting. Average distance between stops is 1163 m and passed in 103 s. Acceleration and deceleration of the vehicle is 7.36 m/s^2 as maximum. Deceleration is 7.79 m/s^2 as minimum. Average acceleration is 1.5 m/s^2, average deceleration is 1.7 m/s^2.

Time of throttle pedal pressed is 2767 s which is 50.96% of total driving time. For 49.08% of the run time, the throttle is not pressed, no draw torque is required from the engine.

Time of brake pedal pressed is 1876 s which is 34.56% of total driving time. This can be used for “regenerative braking” by using the negative engine torque and retarder braking torque.

As seen in the figures, BRT movement are very rithmich. Unique area is Bosforous Bridge at Boğaziçi-Zincirlikuyu interval which is only the part with city traffic. Average speed decreases to its minimum value and vehicle performs many stop-go operations on this interval.

Table 4. Parameters for Characteristic Driving

Nr	Parameter	Unit	Measure-ment 1	Measure-ment 2	Measure-ment 3	Measure-ment 4	Average
1	Distance (Total mileage)	m	51147.4	51167.8	51192.4	51183.9	**51172.97**
2	Distance between stops (Average)	m	1162.44	1162.90	1163.46	1163.27	**1163.02**
3	Vehicle speed (Average)	km/h	33.06	35.77	32.51	34.55	**33.97**
4	Vehicle speed while cruising (Ave.)	km/h	39.60	42.13	39.18	42.20	**40.78**
5	Vehicle speed (Maximum)	km/h	87.13	84.88	71.35	77.80	**80.29**
6	Acceleration (Average)	m/s^2	1.54	1.65	1.42	1.41	**1.51**
7	Deceleration (Average)	m/s^2	7.85	7.85	7.09	6.64	**7.36**
8	Acceleration (Maximum)	m/s^2	-1.57	-1.59	-1.60	-1.74	**-1.63**
9	Deceleration (Maximum)	m/s^2	-7.18	-9.28	-6.53	-8.16	**-7.79**
10	Time (Total)	s	5569	5150	5669	5333	**5430.25**
11	Time of Cruising	s	4649	4372	4703	4366	**4522.50**
12	Time of Waiting	s	920	778	966	967	**907.75**
13	Time of travelling between stops	s	105.66	99.36	106.89	99.23	**102.78**
14	Time of waiting at stops	s	20.91	17.68	21.95	21.98	**20.63**
15	Time of throttle pedal pressed	s	2745	2596	2822	2906	**2767.25**
16	Time of brake pedal pressed	s	2120	1834	1926	1627	**1876.75**
17	Percentage of throttle pedal pressed	%	49.29 %	50.41 %	49.78 %	54.49%	**50.96%**
18	Percentage of brake pedal pressed	%	38.07 %	35.61 %	33.97 %	30.51%	**34.56%**

4.2. Analysis for Evaluation of H/EV Potential

Besides conventional parameters, some other special parameters should also be known for H/EV potential evaluation such as driver request on driving or brake. In order to calculate the potential of regenerative brake energy which is one of the main advantages of H/EV, instantaneous speed and torque values of the engine, which are available in the dataset acquired from the CAN system, were logged too. Average values and regenerative brake recovery potential were given in Table 5.

Table 5. Evaluation of H/EV Potential

Nr	Parameter	Unit	Measure-ment 1	Measure-ment 2	Measure-ment 3	Measure-ment 4	Average
19	Engine speed while driving (Ave.)	rpm	1274.48	1210.97	1153.85	1185.37	**1206.17**
20	Engine speed while braking (Ave.)	rpm	1189.52	1220.36	1177.75	1182.56	**1192.55**
21	Engine torque while driving (Ave.)	Nm	970.58	1121.02	1030.57	1046.14	**1042.08**
22	Engine torque while braking (Ave.)	Nm	-637.58	-763.52	-575.27	-720.55	**-674.23**
23	Pv (Vehicle Traction Power)	kW	138.21	145.41	131.10	134.43	**137.29**
24	Pr (Regenerative Brake Power)	kW	-83.58	-101.49	-73.85	-95.21	**-88.53**
25	Ev (Vehicle Traction Energy)	kWh	104.27	102.92	105.68	108.44	**105.33**
26	Er (Regenerative Brake Energy)	kWh	-43.72	-49.98	-36.55	-37.42	**-41.92**

During the test, the drive power reaches 260 kW, which is the maximum engine power. Maximum engine power during braking is 345 kW. The average power while driving is

137.29 kW, the average power while braking is 88.53 kW. For whole route, Beylikdüzü-Söğütlüçeşme, average energy requirement is 105.33 kWh. However, regeneration of about 40% of this energy (41.92 kWh) would be possible.

The areas where the engine power goes to negative in motor power vs time graphs are the points where the motor is compressed. This indicates that those areas have a regenerative energy recovery potential. Engine power versus time graphs were given in Figure 14, 15, 16, and 17.

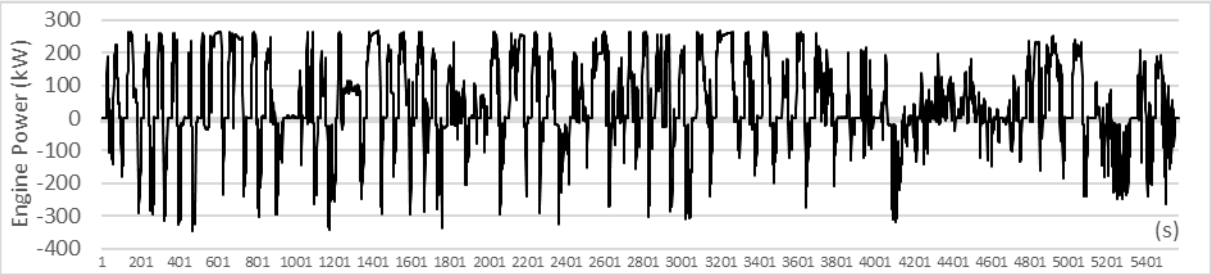


Figure 14. Measurement1_Motor power vs Time Graph

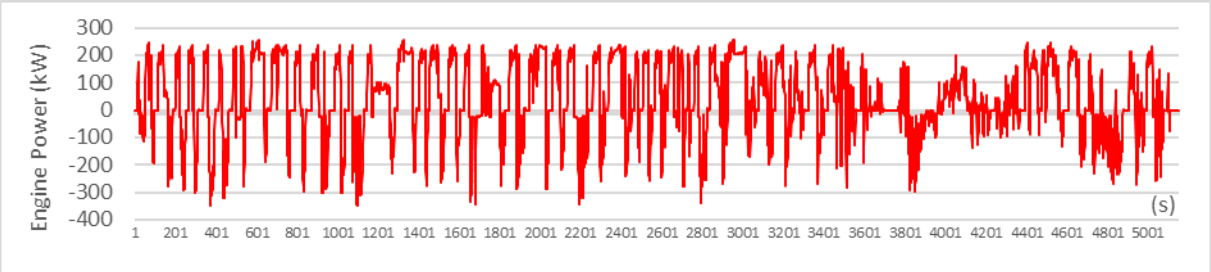


Figure 15. Measurement2_Motor power vs Time Graph

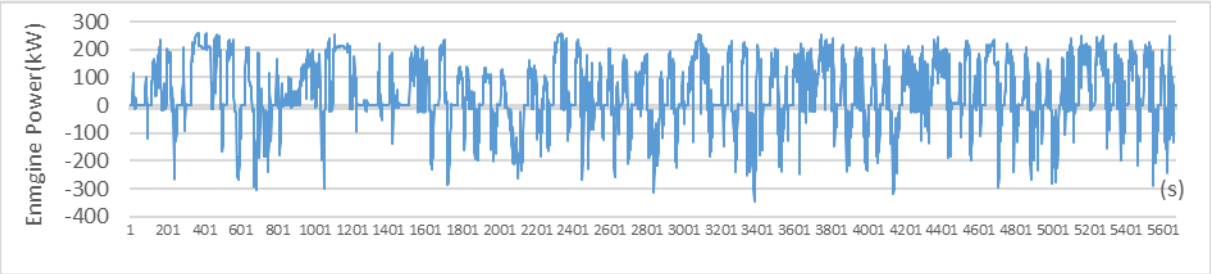


Figure 16. Measurement3_Motor power vs Time Graph

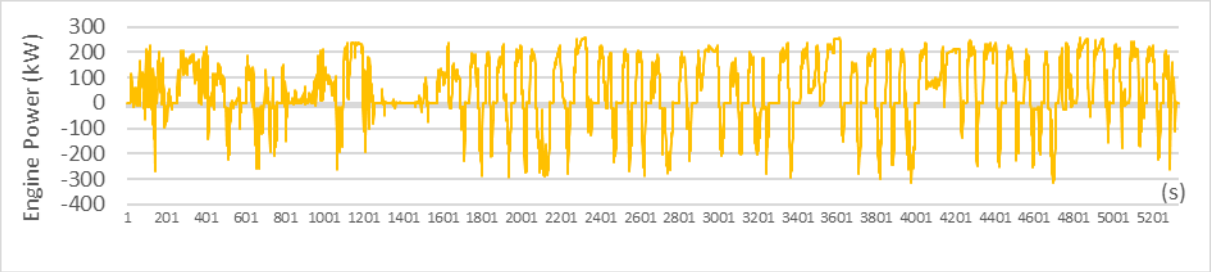


Figure 17. Measurement4_Motor power vs Time Graph

5. Conclusions

In this study, long term data acquisition from BRT Istanbul vehicles and data analysis were realized in order to derive a specific driving pattern for BRT. Characteristics driving parameters were also presented to help developing a hybrid/electrical vehicle planned to be used on the same line. Therefore, a hybrid energy management and electrical powertrain system can be designed specifically for BRT vehicles.

Potential and advantages of H/EV for BRT Istanbul are given below. Important points for design studies should also be considered.

- Daily more than 800,000 passengers make BRT one of the most important arteries in Istanbul and one of the most important BRT applications in the world. Any incident or accident cause devastating results. The vehicle designed for this line should have maximum security fitment and back-up systems.
- Percentage of electric or hybrid ratio of the vehicle which should be determined by operator's requirements is an important issue for the design process. On the other hand, emergency cases should be considered for operational safety and costs.
- Another important decision for hybridization is that where (bus stop, main station, etc.), how (by wire or wireless) and how often (on road, after each ring or daily) vehicle will be charged. Answers can help for energy storage system capacity and charging system design.

- A BRT vehicle spends 2/3 of a day by working actively and 1/3 of the day by resting actively. Roughly 8 hours is enough for charging battery systems in rest time.
- Average energy requirement for average distance between two stops, 1163 meters, is 2.4 kWh. Average waiting time at each bus stop, 20.63 seconds, can be used for fast charging, especially for contact free (wireless) charging. Considering energy requirement and charging time, ultra capacitors (U-Caps) which can be fully charged in seconds will be best solution for rechargeable energy stroge system (RESS).
- Another option for charging is waiting time at the main stations which is almost more than 10 minutes. Besides hybridization of powertrain system, RESS can be hybrid by LiION and U-Caps combination. While dynamic energy can be provided by U-Caps, intensive energy requirement can be supplied by LiION batteries.
- Extreme conditions should also be considered in design process such as "Boğaziçi-Zincirlikuyu" interval which is only the part with city traffic. Average speed decreases to its minimum value and vehicle performs many stop-go operations on this interval. Although average distance between stops is 1.16 km, this interval is 4.5 km with high slope. Energy requirement of this exceptional interval can be provided by ICE or high capacity of LiION batteries. These energy sources also serves as back-up energy sources in emergency case.
- The average power while driving is 137.29 kW, the average power while braking is 88.53 kW. For whole route, Beylikdüzü-Söğütlüçeşme, average energy requirement is 105.33 kWh. However, regeneration of about 40% of this energy (41.92 kWh) would be possible.

Acknowledgment

The data given in this study were collected by the General Directorate of IETT with the permission of M.34.0.İBB.5.02.30.00-804.01/4008-9116 dated 21.11.2011. We thank the business managers for their permission and contribution.

References

[1] Ou S, Zhou Y, Lian J, Jia P, Tian B. Development of hybrid city bus's driving cycle. InElectric Information and Control Engineering (ICEICE), 2011 International Conference on 2011 Apr 15 (pp. 2112-2116). IEEE.

[2] Gao W, Zou Y, Sun F. Optimal component sizing for a parallel hybrid bus based on dynamic programming. InTransportation Electrification Asia-Pacific (ITEC Asia-Pacific), 2014 IEEE Conference and Expo 2014 Aug 31 (pp. 1-5). IEEE.

[3] Fabbri G, Medaglia CM, Ippolito M, Saraceno E, Antonucci M, Fiorentino L, Bistolfi M, Cozzolino P, Gallarate M. An innovative system for a clean and sustainable public transport system in smart cities. InIndustrial Electronics (ISIE), 2016 IEEE 25th International Symposium on 2016 Jun 8 (pp. 974-979). IEEE.

[4] Chen J, Du J, Wu X. Fuel economy analysis of series hybrid electric bus with idling stop strategy. InStrategic Technology (IFOST), 2014 9th International Forum on 2014 Oct 21 (pp. 359-362). IEEE.

[5] Ornaghi D, Piegari L, Tironi E, Musolino V. Innovative hybrid-eco bus: Control strategies for reducing fuel consumption. InPower Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM), 2014 International Symposium on 2014 Jun 18 (pp. 947-953). IEEE.

[6] Immonen P, Lindh P, Niemelä H, Pyrhönen J, Sinkko S, Kasurinen M. Energy saving by hybridization of a city bus. InPower Electronics and Applications (EPE'14-ECCE Europe), 2014 16th European Conference on 2014 Aug 26 (pp. 1-8). IEEE.

[7] Jeong NT, Yang SM, Kim KS, Wang MS, Kim HS, Suh MW. Urban driving cycle for performance evaluation of electric vehicles. International Journal of Automotive Technology. 2016 Feb 1;17(1):145-51.

[8] Buecherl D, Bolvashenkov I, Herzog HG. Verification of the optimum hybridization factor as design parameter of hybrid electric vehicles. InVehicle Power and Propulsion Conference, 2009. VPPC'09. IEEE 2009 Sep 7 (pp. 847-851). IEEE.

[9] Global BRT Data [homepage on the Internet]. No date [cited 2017 Jan 23]. Available from: http://brtdata.org/

[10] Development of Driving Cycle for Hybrid and Electrical BRT Vehicle, Habib Kaymaz, Ph.D. Thesis, Marmara University Institute For Graduate Studies in Pure and Applied Sciences, 2018

[11] İETT BRT [homepage on the Internet]. No date [cited 2016 Dec 18] Available from: http.//metrobus.iett.istanbul/tr/metrobus

[12] Technical Specificaiton of CapaCity, Mercedes Benz Türk [homepage on the Internet]. No date [cited 2016 Dec 18] Available from: http.//www.mercedes-benz.com.tr/content/turkey/mpc/mpc_turkey_website/tr/home_mpc/bus/home/new_buses/models/regular_service_busses/capacity_2_0/facts/technical_data.html

[13] Buses today and tomorrow, UITP (Internaitonal Assosaciton of Public Transport) [homepage on the Internet], [cited 2016 Dec 18] Available from: http://www.uitp.org/sites/default/files/Buses%20today%20and%20tomorrow.pdf

The Analysis Of Increase In Accessibility To Intelligent Transportation Applications System For The Elderly And Disabled People

Doç. Dr. Ebru Demirci[1], Merve Seher Cebeci [2]

[1]*İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 34320, Türkiye, edemirci@istanbul.edu.tr*
[2]*Marmara Üniversitesi, İstanbul,34722, Türkiye, merve.seher@marun.edu.tr*

Abstract

Intelligent Transportation Systems (ITS) aims to create solutions and alternatives for increasing the quality of transportation for passengers, drivers and pedestrians. In recent years, changes resulting from the increase in population in many countries have led to the necessity of using intelligent transportation systems. With an increase in the people of ageing and living with disabilities, accessibility of transportation has come into prominence as a priority area of transportation policies of the countries that have been established in many studies regarding population. Accessibility of transportation is a critical aspect regarding social lives of both elderly and disabled people. Important issues such as transportation, infrastructure, planning and integration between modes of transport need to be addressed, because of changes in the population. In this study, examples of intelligent transportation which can be applied to urban transportation problems facing elderly and disabled passengers will be examined. Aim of this study to compare the intelligent transportation applications which are solutions for urban transportation problems facing elderly and disabled passengers between counties. Elderly and disabled passengers are faced with lower quality of transportation due to problems experienced especially in city life compared to other passengers. Regarding public transportation, buses and railed vehicles used in the city are not designed to be accessible to disabled and elderly passengers. This study will also focus on safety in the urban transport process in Turkey for the elderly and disabled passengers. Furthermore, it considers comfort and safety suggestions that could be developed for intelligent applications regarding the ageing and disabled passengers.

Keywords: *Intelligent Transportation System, Accessibility, Urban Transport*

1. Introduction

The aim of this study to analyze the practices for achieving integration into intelligent transport systems for elderly and disabled passengers in Turkey and other countries. This entails taking a more detailed examination Passenger Information System such as route planning, traffic management systems, transportation systems, accident and emergency system which will all be analyzed. In addition to this systems, from the perspective of intelligent transportation systems and applications, we have reviewed at the accessibility features of disabled people and groups over 65 who use public transportation.

Whichever mode of transportation is used, the problems of boarding and landing of disabled and elderly passengers must be solved to enlarge integration to the social life. The most common transport mode is public transport via the highway. For this reason, it is necessary to determine the number and size of public vehicles by the population. The systems designed for the needs of the elderly, the disabled, and especially the disabled individuals with low mobility should provide safe and comfortable access to these passengers and increase the integration to the transportation system.

With the formulation of appropriate policies and programs, it is necessary for the heterogeneous group of disabled and older adults to effectively deal with the transportation needs and to cooperate with the professions and institutions such as transportation planners, land use planners, urban designers, community services, public transportation authorities. For people with disabilities, transportation policies aiming at reducing obstacles in front of the pedestrian journey and the transportation structure need to be established. This will support to enhance the restricted access of urban older adults to urban transportation.

2. Brief Definition of Transport Accessibility And Disability

Accessibility is considered as a much more important factor in providing superior, effective and an intelligent transportation system. We all need effective transportation

system which can be in form of buses, trains, planes, ships among others (ECMT, 2006). ‘Accessibility’ refers to “The quality of being easily reached, entered, or used by people who have a disability” (Oxford Dictionary, 2018). From a transportation perspective, it means how easily the disabled person moves from one place to another through the transport system and how easily they move with one or more modes of transport.

Disability is defined as a ‘physical or a condition that restricts one's movements, senses or activities’ (Oxford Dictionary, 2018). Some examples of disability include lack of sight, hearing, speaking, physical disabilities as well mental disability.

3. Background On Elderly And Disabled People

The elderly population who are aged 65 and over was about 15% of the working-age in 1960. By 2030, this population will increase by 35%, most especially after 2010 with a strong growth and estimated proportion of 50% for the elderly. Over the past two decades, the OECD countries received a rise of over 45 million in the number of pensioners (65 years and over). In the same period there was a 120 million rise in the working population. Consequently, they have not been a significant social and economic trade resulting from the aged population (OECD, 1998).

In the following 25 years, the number of persons who will benefit from the pension fund will rise by 70 million, and the same time the population of working-age will rise by just five million (OECD, 1998). By 1960, at least four persons provided support for one old person. Currently, that number stands at three and is projected to continue for another ten years (OECD, 1998).

Between the years 2013 and 2023 Turkey’s population increased from 51.8 million to 57.7 million. This represented a 11.4% increment. In these demographic trends would led to a highly aged population proportion in Turkey. During the year 2012, the population of the elderly (65 years and above) was at least 5.7 million representing a percentage of 7.5. These elderly people’s population growths in the years 2023, 2050

and 2075 are expected to respectively escalate to 8,6 million, 19.5 million and 24.7 million indicative of respective proportions of 10.2, 20.8 and 27.7 percentages (Turkstat, 2013).

An estimation of 15% of the global population have some form of disabilities, of which to 2-4% of these experience significant difficulties in normal functionality (World Health Organization, 2011). According to 2011 Population and Housing Census (PHC) in Turkey, individuals who are 3 years and beyond experience some form of disability, which could be, physical, sight, hearing, spoken and memory among others. This compared to other peers are about 6.9%. On the contrary the proportion of the population aged 3 and over that does not experience difficulty in walking and climbing stairs is 90%; the percentage of people in the same age range experiencing some form of difficulty is 6.7% (Turkstat, 2011).

Table 1. The Present And Forecast Elderly People Population for Turkey People

Population, millions (percentage)

Year	Total Adult Population (aged over 15)	Persons Aged 65+
2018	67,8%	8.7 %
2023	67.2%	10.2%

Source: Turkstat, OECD and EU data

Table 2. The Present Figures of People with Disabilities of Turkey

Population, millions (percentage)

Year	People with Disabilities	People with Transportation Disabilities

2002	12.3%	%42,8
2010	6.9%	%12,9

Source: Turkstat

12,9% of registered persons with disabilities stated that they are not suitable for the environment where public transport is located in 2010 (Turkstat 2010).

4. Intelligent Transport Applications and Solutions

The following section describes how ITS solutions in Turkey and other countries are audited for different areas of activity. These areas can be divided into five categories (Turkey ITS, 2014):

Passenger Information Systems,

Public Transport Systems,

Traffic Management Systems,

Electronic Payment Systems,

Accident And Emergency Systems,

4.1. Passenger Information Systems

Passenger information networks used in public transport are a common system used by many passengers. Wireless information and communication technologies in Turkey, though, has led to the development of the online passenger information and navigation system, various shortcomings in travel planning services offered are still available. The prominent benefit resulting from passenger information systems are development of the online navigation system created for passengers. Despite that, there are various short-comings in travel and planning. There is often a fragmentation of information concerning transportation and tariffs routes. As a result, single mode, local or regional public transportation systems are considered in the voyage applications. There is also

limited support for planning intermediate transfers between different geographic locations.

4.2. Public Transport Systems

In order to take full advantage of the existing public transportation infrastructure, enhance efficiency, effectiveness as well as attractiveness, Intelligent Transportation Systems (ITS) have been introduced (Elkosantini and Darmoul, 2013). Public transport systems should be organized to provide effective use of individuals through vehicles that are automated and geographical information system. Others are ground, decision support and wide positioning systems. In order to provide effective personal use through geographic, automated vehicle and ground system, there should be good organization. This will also supplement towards the decision support and extensive positioning system. For this purpose, eye application and disabled information systems are used to provide integration of disabled individuals into the system. At the same time, efforts are being made to increase the accessibility of urban transportation services for elderly and disabled people by using traffic technology services and warning systems. In the UK, increased transportation for the elderly who are disabled has been used with buses having lower steps, easy-to-grip handouts and improved lighting. Other inclusive services included easy to use bell pushes, clear stopping signs and easy to read destination signs (Debt for Transport, 2004)

4.3. Traffic Management Systems

The traffic management systems are aimed at increaing efficiency and service quality in the transportation systems and decreasing traffic intensity. These systems enable efficient use of traffic lights and prevent drivers from not taking precautions in the face of dangerous situations. By means of the dynamic traffic information systems, the incoming data provides information to the passengers using the relevant route. The use of traffic management systems in real-time information systems is becoming a major requirement of the elderly and disabled passengers.

4.4. Electronic Payment Systems

Non-contact smart cards are heavily used in electronic payment systems. Payment of transportation charges, such as contactless cards, is used in a certain area and within the transportation network of a certain company.

Smart fare-payment cards can reduce the time loss when boarding a bus or metro for older adults and people with disabilities. These cards can be used to apply to many services, including public phones.

4.5. Accident And Emergency Systems

Accident and emergency systems services in Turkey has not developed well regarding ITS. Management of traffic incidents necessitates the application of intelligent systems regarding preventing loss of life and injuries and minimizing material damage. The most important of the European Union accident and emergency management practices is the system called e-call. At the end of 2017, Turkey supports the e-call system is incorporated into some other countries. (Eena.org, 2017). The e-call system aims to reduce the time between when an accident occurs and when medical services are provided. Another goal is to reduce the consequences of injuries to prevent death and disability.

5. The Applications for Intelligent Transportation System for Elderly and Disabled People

In this section, various applications will be introduced to increase the accessibility of elderly and disabled people to public transportation. Therefore, compared to smart applications that will be used in Turkey and other countries. At the same time, Turkey Intelligent Transportation Systems Strategy Paper (2014-2023) of individuals with reduced mobility, one of the situated strategic objective of the Action Plan to facilitate

the intelligent transport systems of access to transportation and services will be transferred to the system can be applied for the purpose.

5.1. General Route and Information System

Transportation services vary over time and the routes they serve differ on routes. Information system concerning public transportation services – destination and time of work costs and so forth, but the aged with disabilities and people with disabilities have more information needs especially if they are wheelchair users.

The elderly and people with disabilities, especially need easy to use trails, vehicles and tariffs, fees (including concessions for older and disabled people) and they prefer their booking procedure. These users have specially prepared information systems. The Table 3 shows the applications that countries use for elderly and disabled passengers.

Table 3. The applications of information system

Information System	**Country**	**Aim to**
SNCF Group (Rail Company)	France	Information about accessible public transport on railway
Trenitalia	Italy	Information about accessible public transport on railway
INFOMOBİ	France	Offers information accessibility through bus, train and metro services
GEOFOX	Germany	Provides detailed information on structural characteristics for the traveller

Tripscope	----	Advises clients on specific journeys to the point of providing details
Traveline	United Kingdom	With a phone-based system to increase transport accessibility
NextBuses	United Kingdom	Transfer bus information directly to the passenger's phone
Arriva Bus	United Kingdom	Transfer bus information directly to the passenger's phone
Asistant Project	United Kingdom	Asistant to elderly and disabled people for travel
Disabled Information System	Turkey	Establishment of a disability notification system

Source: The contents are compiled by the authors.

The French railway company SNCF guarantees a complete service to the elderly and disabled passengers with the assistance services at the relevant stations, from the departure station to the arrival station. These support services are provided by communicating with Accès Plus (medias.sncf.com, 2015).

Passengers are informed about the availability of train stations and trains. The train reception, attendant service and necessary equipment can be reserved according to passenger needs. With the French railway company, Italy (Trenitalia) project began to use the information system for elderly and disabled passengers. Another project used to

give detailed information to elderly and disabled passengers is INFOMOBI, which can also be used as a mobile application (ECMT, 2006).

GEOFOX, Hamburg HVV (Hamburger Verkehrsverbund) passenger information system is a comprehensive information system. The system provides detailed information on the structural features and the technical features of the vehicle at high-speed train stations, bus stops and junctions. At the same time, it is also possible for a disabled traveller to choose options that meet their specific needs. For example, a disabled passenger is allowed to choose a low-level entry bus.

Another information service for the disability is a charity called Tripscope. This is detailed advice on how to make a trip by avoiding a specific hurdle for mobility.

Phone – based systems are cardinal for providing the disabled with travel information, for example timetables and orientation facilities for buses, train as well as ferry services. Extra audiovisual and visual services such as accessibility of vehicles, stations and stops to disabled passengers and assistance to people with disabilities when travelling are also offered.

Disability Information System supported by Istanbul Development Agency will be informed about the disabled individuals who use public vehicles on city trips with announcements from outside the vehicles. When the buses approach the stop, the direction will be announced. Thus visually impaired passengers will be able to distinguish the bus from the other vehicles approaching the stall without assistance (erisilebiliristanbul, 2014).

5.2. Global Positioning System Related Applications

For blind and partially sighted people it is crucial to learn the location of the transportation areas. At the same time, information about delays or changes in travel routes is also critical to disabled passengers. For this reason, audible and understandable announcements become more common in public transport.

In the UK, talking signals and voice information concerning locations has been provided as a reaction to RNIB(Debt for Transport, 2004). At the same time, visually

impaired or blind passengers receive a voice information service along the route with a small portable device named Trekker Breeze or BrailleNote (Debt for Transport, 2004). Travel information such as when buses stop, delay and route changes are integrated into the local transport system via the Global Positioning System.

In the United Kingdom, similar to the RNIB React system used in Turkey "Disabled Information System" White Card is planned to be provided to individuals with disabilities conducted in the name of the project. Through the Smart Stop, the disabled passenger will read the dormant panel board, and this information will be conveyed to the public transport driver. This will increase passenger safety. Audible warning systems will be used for buses coming to visually impaired passengers. At the same time, the disabled passenger radio system will also be able to access the vehicle's navigation and where to find out when it will arrive. Another project is carried out in Turkey “Seeing Eye” (gorengoz.net, 2012) This project is a social project aimed at making visually impaired individuals more independent and able to take more space in social life and to make living conditions easier. Görengöz has applications developed on the latest technology smartphones and maps with GPS connection for visually impaired individuals. Navigate, navigate without needles, cast their location as messages, and take advantage of smartphone features.

5.3. Using Smart Cards And Electronic Payment Systems For Domestic Transportation

Smart cards are used to conduct ticketing on public transport, to provide the best possible travel for a certain period, and to provide operators with detailed information about the travel frequencies of their passengers.

The system that can provide significant benefits for the disabled is contactless smart cards and electronic payment systems that are used to pay fees for public transport. Over a prolonged period, this card is vital for services like payment for parking as well as tolls. The smart card-based system can provide convenience for both elderly and

disabled passengers on bus journeys, as well as featured cards to be assigned to these passenger groups and communicating with the passenger of the public transport driver.

Table 4. Smart cards used in urban transportation in various countries

Smart Cards	Country
Navigo	France
Oyster	England
Akyolbil	Turkey
Octopus	Hong Kong
ATAC Metrebus	Italy
Kolibricard	Germany

Source: The contents are compiled by the authors.

5.4. Smart Bus Station Applications

Effective use of intelligent technologies, GPS systems and electronic information systems for elderly and disabled passengers is only possible with the availability of convenient public transport and convenient stops. The improvement of bus stops and the use of wheelchair accessible transport vehicles are carried out by both local authorities and transport authorities. Joint ventures ensure that the benefits to passengers, including the elderly and the disabled, are maximized.

Informing elderly passengers who are visually impaired and especially visually impaired passengers at bus stops will increase the integration of these passengers into the transportation system. For example, when the future of public transport, which will move direction, be reported to the driver that stops the elderly, or disabled passengers found the information is quite necessary.

People waiting at bus stops via passenger information systems and public transport information systems can learn the estimated arrival times of public transport at bus stops. Also, passengers on public transport can learn arrival times to the next bus stop. The fact that these systems are in the form of voice announcements helps elderly and disabled passengers to obtain higher quality transport services. These kind of application can be seen into the many countries also in Turkey.

6. Conclusions

Considering that public transport serves as a link for social activities, it is essential not to ignore that are old and those with disabilities. Currently, public transport for the aged and the disabled is low on quality. Accessing information about available services for travel has always been a challenge. As a result, the elderly and disabled passengers are less interested in the use of public transport. To remedy that situation, it is essential to use intelligent transportation system for easy accessibility of public transport. Accessible transport is cardinal for the provision of urban resources and services. The aim of accessible transport is to housing, employment, social welfare and recreation for public including aged and disabled people so the needs of the aged and disabled should be accommodated into the transportation. This is through a build in the environment, urban facilities and services as well as social integration that contributes to the enhancement of a higher life quality. In this area, various systems have been developed to ensure the safety and security of passengers and drivers during journal into the cities or between the cities. With regards to evaluated in the context of urban transport, it becomes more of an issue to model ITS towards expectations of elderly and disabled passengers. In our paper, we revealed modern practices and guidelines accessible intelligent transportation applications. These applications, especially in public transport aim to increase the comfort and security of transport services. For this reason, smart transportation systems should be used as solution partners to easily access to these vehicles. For the community to stay active (especially the old age and the disabled), an effective transportation system is essential because of improvement for efficiency,

safety, quality as well as a reliable transportation system. Besides that, ITS reduces maintenance costs which process to keep in good condition resultantly offering more prospects for increased revenue. In Turkey, applications for aged and disabled people are improved like other countries and area of usage should be enlarged. Awareness of people for these kind of applications impose policy makers to improve and make social integrations.

References

Dept. for Transport, (2004). *Traveline & transport direct disabilities customer research.* Available at: https://www.visitengland.com/sites/default/files/accessible-public-transport.pdf, [Accessed 25 March. 2018]

ECMT. (2006). *Improving transport accessibility for all: guide to good practice*. *transport*. https://doi.org/10.1787/9789282101407-en

Eena.org. (2017). *Turkey to deploy ecall.* Available at: http://www.eena.org/news/turkey-ecall#.WrgWiC5ubIU, [Accessed 25 March. 2018]

Elkosantini, S., & Darmoul, S. (2013). *Intelligent public transportation systems: a review of architectures and enabling technologies*. Advanced Logistics and Transport (ICALT), 2013 International Conference on, 233–238. https://doi.org/10.1109/ICAdLT.2013.6568465

erisilebiliristanbul.org (2014). *IETT Disability information system project*, Available at:http://www.erisilebiliristanbul.org/Calismalar/Documents/Erisilebilir_Istanbul_Calismalari_IETT_Engelli_Bilgilendirme_Sistemi_Projesi.pdf, [Accessed 25 March. 2018]

gorengoz.net, (2012). Available at: http://hgm.ubak.gov.tr/tr/sayfa/32, [Accessed 28 March. 2018]

medias.sncf.com (2015). *"Guide du voyageur à mobilité réduite",* published by SNCF, Paris. Available at: http://medias.sncf.com/sncfcom/pdf/guides/Guide_de_mobilite_reduite.pdf, [Accessed 20 March. 2018]

OECD, (1998). *Maintaining prosperity in an ageing society*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

Oxford Dictionary, (2018). *Accesibility* [Def. 3]. In oxforddictionaries.com. Retrieved 03 March, 2016, from https://en.oxforddictionaries.com/definition/accessibility

Oxford Dictionary, (2018). *Disability* [Def. 1]. In oxforddictionaries.com. Retrieved 03 March, 2016, from https://en.oxforddictionaries.com/definition/disability

Statistical Institute, (2010). Available at: http://www.turkstat.gov.tr/Kitap.do?metod=KitapDetay&KT_ID=1&KITAP_ID=244, [Accessed 19 February. 2018]

Turkey (2014). *Intelligent transportation systems (ITS) strategy paper (2014-2023) and supplement (2014-2016),* Transport, Maritime and Communications Ministry, Ankara

Turkstat, (2011). *Population and housing census*, Ankara, Turkish Statistical Institute,2011, Available at: http://www.turkstat.gov.tr/Kitap.do?metod=KitapDetay&KT_ID=11&KITAP_ID=276, [Accessed 19 February. 2018]

Turkstat, (2013). *Population projections, 2013-2075*. Turkish Statistical Instıtute, Available at: http://www.turkstat.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=15844 [Accessed 25 February. 2018]

Turkstat, 2010, *Survey on problems and expectations of disabled people*, Ankara, Turkish

WHO (World Health Organization), (2011). *"World report on disability 2011*," Am. J. Phys. Med. Rehabil. Assoc. Acad. Physiatr., vol. 91, p. 549

Kentsel Dönüşüm Alanlarında Akıllı Şehir Uygulamalarının Dezavantajlı Gruplar Açısından İrdelenmesi: Gaziosmanpaşa Örneği

Seservan Barın [1], Aleyna Köseoğlu [2], Ali Fatih Uysal [3]

[1] *İstanbul, 34488, Türkiye, seservan.brn@gmail.com*
[2] *İstanbul, 34750, Türkiye, aleynakoseoglu61@gmail.com*
[3] *İstanbul, 34134, Türkiye, alifatih@gmail.com*

Özet

Günümüzde ve gelecekte artan nüfus yoğunluğu konut, altyapı, ulaşım, eğitim, sağlık, güvenlik, çevre ve enerji gibi alanlarda sorunları da beraberinde getirmiştir. Bu sorunların giderilmesine ve yaşam kalitesini artırılmasına yönelik akıllı şehir uygulamalarının kolaylaştırıcı rolü yadsınamaz bir gerçektir.

Türkiye'de mevcut yapılaşmış şehir alanlarının %80'ler düzeyinde kentsel dönüşüme tabi tutulması gerektiği yetkili makamlarca ve bilim çevrelerince yapıların risk bazlı değerlendirilmeleri kapsamında sürekli ifade edilmektedir. Bu çalışmada bahse konu oran doğrultusunda kentsel dönüşüm proje alanlarında akıllı ulaşım kullanabilirliğini incelendi.

Kentsel dönüşüm uygulamasının bir sebebi de yetersiz ulaşım akslarından dolayı kitleye hizmet veremeyen trafik sorunlarının varlığıdır. Kentsel dönüşüm uygulamalarında bir başka amaç ise trafik sorunlarından dolayı bütün ulaşım altyapısının akıllı şehirlere hizmet edecek şekilde uzun vadeli olarak değiştirilmesi yönündedir. Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) aracılığıyla teknik altyapı uygun seviyeye getirilerek yeni bir şehir oluşturmayı hedeflemektedir. Bu hedeflenen akıllı şehri oluştururken çevreci bir ulaşım sistemi kullanılıp aynı zamanda insanları bu kent içerisinde metropoliten hayatın getirmiş olduğu stresten uzaklaştırarak psikolojilerini rahatlatıp daha yaşanabilir bir yerleşme oluşturulacaktır. Bu yaşanabilir yeni kent uygulaması teknolojinin insan hayatına girmesiyle olanak kazanmıştır.

Bu geniş çerçevede kentsel dönüşüm uygulamalarında dezavantajlı grupların akıllı ulaşım sistemi ile dezavantajlarını en aza indirecek uygulamaların yapılması ve

yapılabilirliği önemli bir erişilebilir şehir kriteridir. Akıllı şehirler planlama ve tasarım aşamasından itibaren, engellilerin kullanım ve erişebilirlik ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde düzenlenmelidir. (Tiyek.Eryiğit.Emrah, 2016,s, 1)

Bu çalışma da Türkiye'de akıllı şehir çalışmalarının ne durumda olduğunu, kentsel dönüşüm uygulamalarında ne kadar dikkat edildiğini değerlendirilerek, yoğun kentsel dönüşüm alanları bulunan İstanbul ilinde Gaziosmanpaşa ilçesi örneği kapsamında akıllı ulaşım sistemleri ile dezavantajlı gruplara yönelik öneriler getirerek insanların refah seviyesini arttıran bir katkıda bulunulacağı düşünülmektedir.

Çalışma kamusal alanda ve yarı kamusal alanda dezavantajlı grupların genel erişilebilirliğe ilişkin sorunlarının mekan ve akıllı ulaşım tasarımları ile kolaylaştırılmasına yönelik önerileri barındırması açısından farklılaşmaktadır. Dezavantajlı grupların temel sorunları mevcut bilimsel çalışmalar ve meri mevzuattan tespit edilerek Gaziosmanpaşa Kentsel Dönüşüm uygulamasına esas riskli alan projesi temin edilerek analiz edilerek öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Gaziosmanpaşa, Akıllı Ulaşım Sistemleri, Çevreci Ulaşım İzleri, Dezavantajlı Grupların Erişebilirliği*

Analysis of Intelligent Urban Practices in Urban Transformation Areas in Terms of Disadvantaged Groups: Gaziosmanpaşa Example

Abstract

Increasing population density today and in the future has created problems in housing, infrastructure, transportation, education, health, security, environment and energy. The role of smart city applications in facilitating these problems and improving their quality of life is indisputable.

Turkey in the context of the present 80% level of built-up areas of cities where urban renewal should be subject to the competent authorities and science-based risk assessment of structures circles they are constantly being phrase. In this study, the possibility of using intelligent transportation in the urban transformation project areas in the direction of the mentioned subject matter rate was examined.

One of the reasons for the implementation of urban transformation is the existence of traffic problems that can not serve the masses due to inadequate transportation axes. The main purpose of urban transformation applications is to change the entire transportation infrastructure in the long term to serve smart cities due to traffic problems. It aims to create a new city by bringing the technical infrastructure to the appropriate level through Intelligent Transportation Systems (AUS). While creating this targeted smart city, an environmentally friendly transportation system will be used and at the same time people will be able to relax their psychology by creating a more livable settlement by removing the strassure that the metropolitan life brought within this city. This livable new city has been enabled by the introduction of technology into human life.

The implementation and feasibility of disadvantaged groups in urban transport applications in this wide frame is the most accessible city criterion, which will make the least of their disadvantages with the intelligent transport system. Smart cities should be organized from the planning and design stage so that they can meet the needs for use and accessibility of the disability.

This study is in what state of smart cities to work in Turkey, measuring it be noted how the urban transformation projects are expected to contribute to the creation of a smart

city intelligent transportation systems covered by Eyup example with urban renewal areas, bringing proposals for the disadvantaged groups that increase people's welfare.
The study differs from public space and semi-public space in terms of accommodating disadvantaged groups' suggestions for facilitating accessibility issues with space and intelligent transportation designs. The main problems of the disadvantaged groups were identified by analyzing existing scientific studies and meri legislation and analyzing the risky area project for Gaziosmanpaşa Urban Transformation application.
Keywords: *Gaziosmanpaşa, Intelligent Transportation Systems, Environmental Transportation Records, Accessibility of Disadvantaged Groups*

1. Giriş

Şehirler 19. Yüzyıldan itibaren kendini çabuk geliştiren bir sürecin içerisine girmiştir. Şehirler hem fiziksel olarak hem de insan yoğunluğu açısından 20. yüzyılın sonlarından itibaren artarak büyümeye devam etmiştir.
Nüfus artışı dünyada gün geçtikçe artmaktadır. Nüfus artışı ile eşgüdümlü olarak trafiğe katılan taşıt sayısı da artmaktadır. Taşıt sayısının ve kullanımının artmasıyla birlikte, özellikle belirli bir ölçeğin üzerindeki şehirlerde, trafik yoğunluğunun ortaya çıkardığı birçok sorunun, acilen önüne geçilmesi gerekliliği açıktır. Mevcut alt yapıların durumuna bakıldığında artan nüfusla ortaya çıkan ihtiyaçları karşılamakta güçlük yaşamktadır. Karşılanamayan bu ihtiyaçların insan hayatı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için ulaşım sisteminde iyileştirme yapılması gerekmektedir (Köz,2011,s.14).
Bu süreçte şehirlerin hızlı büyümesi çeşitli sorunları beraberinde getirmiştir. Bu sorunlar; artan nüfus yoğunluğu, konut, altyapı, ulaşım, eğitim, , güvenlik, çevre ve enerji gibi alanlarda sorunlar doğurmuştur. Artan nüfus yoğunluğu çevresel kalitenin bozulmasına da sebebiyet vermektedir. Bu sebepten dolayı refah içerisinde yaşaması gereken insanların yaşam kalitelerinin düşmesine sebep olmaktadır. Bu düşen yaşam kalitesi beraberinde birçok şeyi etkilemektedir.
Kentsel nüfus artışı sonucu enerji ve üretim-tüketim zincirinden ulaşımdan altyapıya birçok husus negatif etkilenmektedir. Dolayısıyla kent planlaması yapılırken alt yapı

göz ardı edilmeden oluşan yeni kente göre tasarım yapılması gerekliliği bilinen bir gerçektir. (Varol, 2017,s, 44)

Kaynaklara göre sürdürülebilir şehir ile ilgili mutabakata varılan açıklamalar şu şekildedir; "insan gereksinmelerine günümüz kentlerinden daha iyi yanıt veren ve kent sistemlerinin gelecek kuşakların gereksinimlerinin karşılanmasını engellemeyecek bir biçimde geliştirilmesini sağlayan kent (Ertürk, 1996, s,175)", veya "süreklilik içinde değişimi sağlamak amacıyla, sosyo – ekonomik çıkarların çevre ve enerji ile ilgili kaygılarla uyumlu hale getirildiği kenttir (Geenhuisan ve Nijkamp, 1998 akt:Tosun,2013, s,33).

İletişim, bilgisayar ve elektronik gibi gelişmiş teknolojiler üzerine kurulmuş olan akıllı ulaştırma sistemleri, gerçek zamanlı ve güncel veri tabanlarını kullanmakta olup ulaştırma konusundaki güvenliği, etkinliği ve hizmet kalitesini geliştirmek amacıyla daha çok işletme, kontrol ve yönetim problemlerinin çözümüne yönelik hizmet veren sistemlerin ortak adı olarak ifade edilmektedir. Kavramın adında geçen "akıllı" terimi, bu sistemlerde var olan fonksiyonların, iletişim, bellek, bilgi analiz yeteneği ve adapte olabilme davranışının yanı sıra duyarlı bazı özelliklere sahip olmaları sebebi ile kullanılmaktadır. Diğer taraftan insan ve eşyaların bir yerden bir yere taşınmasını sağlayan teknolojik ve kurumsal bazdaki tüm ulaştırma sitemlerinin entegrasyonu da "akıllı ulaştırma sistemi" kavramının içinde değerlendirilmektedir (Yardım ve Akyıldız 2004, s.405–406)

Akıllı ulaşım sistemi uygulamalarından bazıları şunlardır; Seyahat Süresi, Değişken Mesaj Sistemi (DMS), Trafik Yazılımları, Trafik Analiz Sistemi, Trafik Yoğunluk Haritası, Trafik Kameralar, Mobil Bilgi Sistemi, Yol Sensörleri, Kural İhlal Tespit Sistemidir (Çuhadaroğlu, 2008; akt: Çapalı, 2009,s.12).

Kente dair bu sorunların giderilmesine çözüm olarak oluşturulacak olan kalabalık şehirlerin aynı zamanda artan teknolojiyle beraber kentlerin akıllı şehirlere sürüklendiği yadsınamaz bir gerçektir.

Bu çerçevede yerleşmelerin %80'inin dönüşeceği bir alanda Türkiye'de sosyal ve ekonomik anlamada en önemli şehirlerin başında gelen İstanbul'da kendini yenileme anlamında önceliklenmiş stratejileri bulunan Gaziosmanpaşa ilçesinde Riskli alan

kapsamında yapılan uygulamalarda akıllı şehir kapsamında ne yapılıyor? Türkiye şartlarında neler yapılabilir? Soruları sınırlarında analiz edilecektir.

2. Gaziosmanpaşa Kentsel Altyapı ve Ulaşım Sistemi Analizi

İnsan ve nesnelerin bir yerden başka bir yere aktarılmasına ulaşım, bunu sağlayan araçlara da ulaşım sistemi dendiği çok genel bir çerçeve olarak ifade edilebilir (Öztürk 2006, s.3).

TUİK verilerine göre İstanbul ilinde bulunan hane sayısı 2011 yılında 3.699.930 iken 2017 yılında 3.886.890'a ulaşmıştır. Dolayısıyla hızla artış göstermektedir. Artan şehir düzenleri genellikle ulaşım aksları çevresinde yapılaşma olan bölgelerde karşılayamadıkları yüksek fiyattan dolayı refah seviyesi yüksek konut olanağı kullanıcılara sunamamaktadır. Bu sebepten dolayı kullanıcılar şehir merkezinden uzak farklı bir yapılaşmaya girmiş, daha rahat karşılayabilecekleri uygun fiyatlı konfor seviyesi yüksek konut arayışı içerisine girmektedir.

Dünyada ön plana çıkan güvenli, dakik, daha kısa sürede ve daha konforlu ulaşım talepleri son yıllarda ulaştırmanın gelişimini hızlandırmıştır. Bu gelişme çerçevesinde, lojistik hizmetleriyle desteklenen ulaştırma türlerinin bütünleşmiş bir şekilde işletimini, verimli ve etkili bir ulaştırma altyapısı oluşturulmasını ve ulaştırma türlerinde güvenliğini öne çıkaran lik kavramını da göz önünde bulundurarak, insan faktörünü öncelik olarak gören ve çevreye zararı en aza indirgeyen politikaların uygulanması gerekliliği ortaya çıkmıştır (Kalkınma Bakanlığı, 2013, s. 122).

Yoğun nüfus artışı sebebi ile metropoliten hayata geçen kentler sürdürülebilir ve verimli ulaşım sistemlerinin özelliklerini içinde barındırır. Şehir yaşamında bireylerin bulunduğu sosyal ve fiziksel alan ile yaşam şekilleri sağlıklarının en önde gelen etkileyici unsurlarındandır. Yarı kamusal alanlarda da bu kent tasarımına dair kriterlere uyulması gerekliliği görülmektedir.

Kent İçi Ulaşım Stratejilerini Öztürk (2006, s.4): Kentin merkezi yükünü ve merkeze doğru yoğunlaşan trafik yükünü azaltmak için orta ve büyük ölçekli sanayileri kent dışına almak, merkez dışında yeni yerleşim alanları oluşturmak, toplu taşıma ve

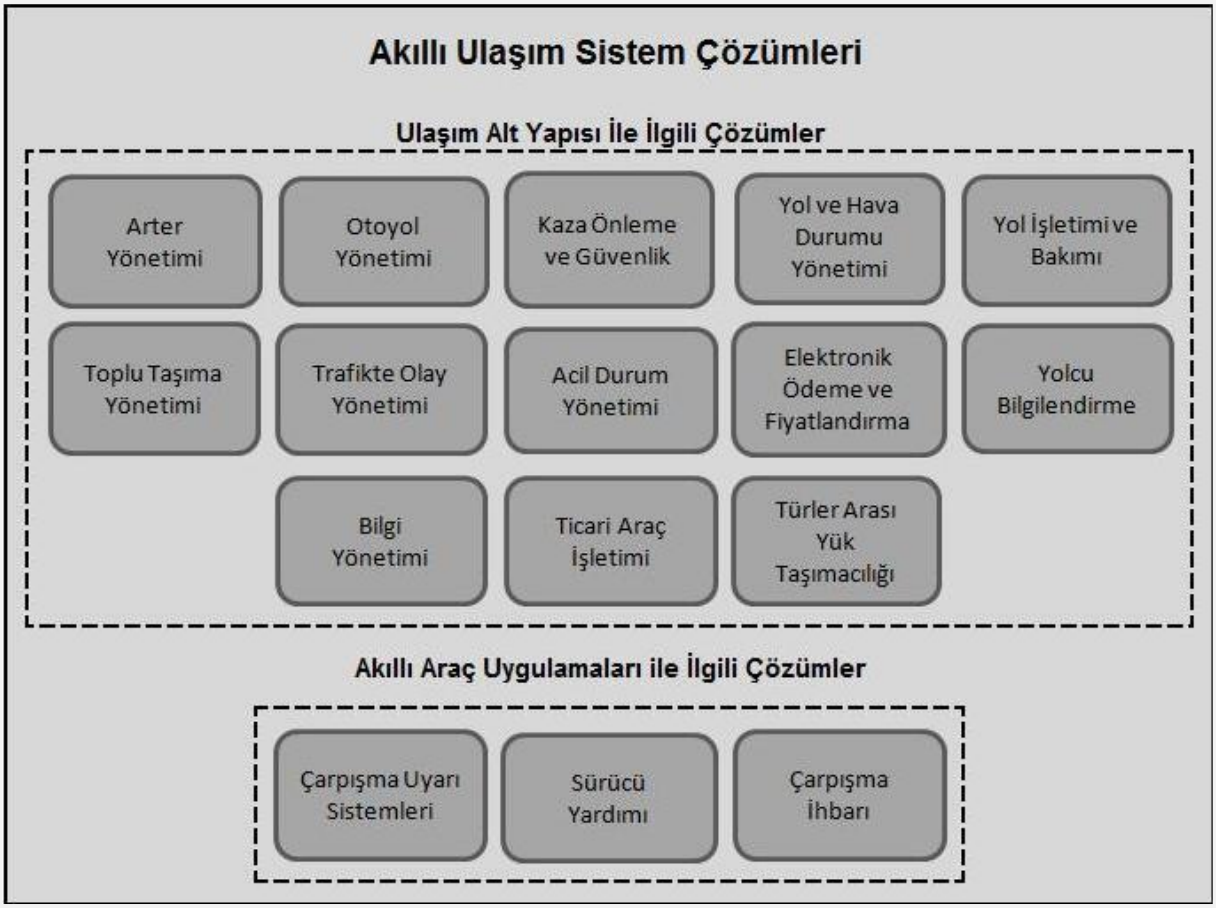
yayalara öncelik vermek, dolaşım ve otopark kısıtlamaları yapmak, dikey ulaşım mantığını kullanarak dikey ulaşım altyapısına hız vermek, yol kenarı otoparklarının caydırılması, çok katlı kavşak uygulamalarına geçilmesi, mevcut hemzemin kavşakların geometrik açıdan yenileştirilmesi ve denetimi, yaya alt geçitlerin artırılması, esnek sinyalizasyona geçilmesi, suyolu ulaşımına ağırlık vermek olarak sıralamıştır.

Bu stratejiler kapsamında akıl ulaşım sistemleri ile bütünleşme kaçınılmazdır. Akıllı ulaşım sistemleri karayollarındaki problemleri çözüme kavuşturmak ve konforunu arttırmak için tasarlanmıştır. Fakat gelişen teknolojiyle birlikte çeşitli ulaştırma türlerini kapsayan sistemler geliştirilmiştir. Şehir içinde yaya ve sürücülerin haberdar etme sistemi, havalimanı, metro ve liman, haberdar etme sistemleri gelişen süreç içinde insanlara empoze edilmiş uygulamalardır (Tufan,2014,s.10).

Kentin temel ulaşım kararları vizyon ile ilişkiden en alt hedefe kadar belirli bir bütüncül sistem olarak değerlendirilmelidir. Bu durum yerleşmelerin kentsel alana dair ulaşım sisteminin atar damarlar ve kılcal damarlara olarak nitelendirilerek müdahalelerinde cerrah hassasiyetinde yapılması gerekliliği görülmektedir. Bunun için veri yönetimi önemlidir. Veri elde ederek analiz etme ve karar alama sürecinden de etkili olan akıllı ulaşım sistemleri belirli bir ağ içerisinde süreçlerin risk esaslı olarak yönetilmesi gerekmektedir.

Bu çerçevede Amerikan araştırma ve ileri teknolojileri yönetim biriminin internet sitesinde akıllı sistem çözümlerini, **“Ulaşım Alt Yapısı ile ilgili Çözümler”** ve **“Akıllı Araç ile ilgili Çözümler”** olmak üzere iki ana başlıkta incelenmektedir (Köz,2011,s.26).

3. Akıllı Ulaşım Sistem Çözümleri



Kaynak: (www.its.dot.gov.tr)

Mevcut uygulamalarda ulaşım araçlarının çevresinde gerçekleşen hava şartları, trafik yoğunluğu, gerçekleşmesi beklenen diğer tehlikeli durumlar gibi olması mümkün olaylar hakkında sürücüleri ikaz ederek kazaları en az seviyeye indiren ve sistem kapasitesini en az seviyede kullanarak ulaştırma sistemine oldukça ulaşması güçtür. Fakat güvenli kullanıma uygun ve sürdürülebilir bir ulaştırma sistemi için kullanılan bilimsel gelişmeler sayesinde geliştirilen teknolojinin çeşitli kapsamlarda kullanımını olan Akıllı Ulaşım Sistemi (AUS) ile kaynakların etkin, ekonomik ve etkili kullanılması mümkündür.

AUS, günde yaklaşık 12 milyon yolculuğun yaşandığı İstanbul'da trafiğin yönetimi ve denetimi için stratejik bir alt yapı oluşturmaktadır. AUS uygulamaları ile mevcut yol kapasitesinin artırılması, trafik kazalarının azaltılması, trafikte harcanan zamandan tasarruf edilmesi ve maddi kayıpların önüne geçilerek milli ekonomiye katkıda bulunulması hedeflenmektedir (Çapalı, 2009,s, 12).

Gaziosmanpaşa'da kentsel anlamda Akıllı Ulaşım Sistemine(AUS) dair uygulanan sistemlerden bazıları şunlardır;

Bisiklet yolu ve parklanma alanları, Otoparklar, park et & devam et otoparkları, katlı otopark, taşıt park yerlerinin konumu, taşıt park yerlerinin işaret ve uyarılar, açık otopark ve engellilere yönelik çözümler, kapalı otopark ve engellilere yönelik çözümler, zemin altı otoparklar, ada ortası otoparklar, butonlu yaya geçidi, yaya kaldırım yüzey kaplaması, rampa geçitleri gibi sistemlerde yerleşmenin tamamına dair bir uygulama olmasa da başlatılması ve bu kapsamda iyi uygulama olarak yaygınlaşması söz konusu olacağı düşünülmektedir. Otoparklar için yapılacak olan uygulamalar ile şehir içinde uygulanması planlanan park et-devam et otoparkları ile karbondioksit salımınım etrafa yayılmasını azaltarak daha temiz bir çevrenin oluşması hedeflendiği belirtilmektedir.

Gerek sözlü olarak gerekse stratejik planda yaya kaldırım genişliği ve eğimi, yaya kaldırım yüzey kaplaması, yaya kaldırımda drenaj, yaya kaldırımında güvenlik, ışık kontrollü yaya geçidi(sinyalsiz), ışık kontrollü yaya geçidi(sinyalli), trafik adalı veya refüjlü geçitler, yaya geçitlerinde eğim ve yüzey, yaya geçitlerinde güvenlik, rampalarda boyut-eğim-yüzey, rampa geçitleri ve güvenlik, merdivenler gibi sistemlerin uygulanması öngörülmektedir. Riskli alanlara ilişkin komşu kamusal alanlarda bu stratejiler önceliklenmektedir.

Bisiklet yolu için uygulanan yöntemler; bisiklet yol güzergâhları ticaret ve vadi ile paralel olacak şekilde uygulanmalıdır. Kentin farklı mekanlarında konumlandırılmış bisiklet istasyonları bir fiyat ve zaman karşılığında bisiklet alıp varılacak olan mekana yakın başka kurulmuş olan istasyona bisikletlerini bırakabilecekleri organizasyonlar uygulanması İstanbul Büyükşehir Belediyesinin toplu ulaşım sistemlerine entegre olarak İSbike adı ile halihazırda farklı ilçelerde kullanılan sistemin faaliyeti

geçirilmesinin yanında Riskli alanlarda bisiklet yollarının eğimin yüksek olduğu ilçede eğime paralel olarak planlanmış olup, halihazırda kısmen uygulamalar mevcuttur.

Taşıt park yerinin konumu & işaret ve uyarılar için hastane, alışveriş merkezi, tren istasyonları ve benzeri mekânlarda dezavantajlı gruplar için ayrılan park yeri girişleri otopark giriş ve çıkışlarına yakın tasarlanmalıdır. Bu duruma ilişkin yerleşme idaresine ilişkin kurumsal ve kişisel çabaların olduğu genel ilke belirlenmesi için planlı alanlar imar yönetmeliğine doğrudan bu ilkelerin yer alması gerektiği düşünülmektedir.

Açık otoparklar ve engellilere yönelik çözümlerde park yerlerinde dezavantajlı gruplar için işaretler ile belirtilmesine ilişkin yine ilçe genelinde riskli alanlara yaygınlaşması için yeni imalatlarda kısmen dikkate alınmakta ancak tam anlamıyla probleme cevap verilmiş durumda değildir.

Park işaretleri görünür ışıklı ve okunurluğu, düz bir satıhla kaplanmış yol düzeyi boyunca inme / binme alanları oluşturulması konusunda ilgili idarelerin gerekli aksiyon almaları gerekmektedir.

Dezavantajlı gruplara yönelik kaldırım rampalarının ve bordür taşı yüksekliği ve yol kenar parkına izin verilen bölgelerde yetecek miktarda park alanı tesisi için riskli alanlarda gerekli planlama çalışmalarının yapıldığı görülmek ile birlikte uygulamada henüz teknik donatı anlamında bu tamamlanmış bir imalata rastlanmamıştır.

Yaya kaldırım genişliği ve eğiminde yaya kaldırım genişliği tasarlanırken dezavantajlı gruplarda tekerlekli sandalye kullanıcıları için tekerlekli sandalye ile rahatça hareket edebilecekleri alan oluşturulması için gerekli kaldırım alanları imar planlarında var olmak ile birlikte alanda mekana dair en görünür eski yeni karşılaştırılmasındaki değişiklik kaldırımların yeterli düzeye çıkarılmasıdır.

Yaya kaldırım yüzey kaplamlarında iz rengi yaya kaldırım rengi ile farklı renkte olması, izde kullanılan yükseklik tekerlekli sandalye kullanıcıları için engel teşkil etmeme için mevcut imalatlarda dikkat edilmiş ancak riskli alan içersinde kaldırımlarda henüz tamamlanmamıştır.

Yön gösteren izler yayaların kullanıldığı aksa paralel yerleştirilmesi, görme engelliler göz önünde bulundurularak izler onlar için tehlike oluşturmaması adına rögar yada drenaj kanallarına uzak tasarlanmasına ilişkin altyapı yönetmeliğinin olmaması mevzuat

açısından eksikliktir. Yine dezavantajlı gruplar içerisinde bulunan baston kullanıcıları için duyumsanabilir yüzeyler oluşturulması, her türlü engel oluşturulacak sistemden kaçınılmasına dair (Örneğin ızgaralar normal olmayan döşeme farklılıkları çukurlar vb.) ve kaldırım kaplamalarında birden bire yükselti değişikliği olmaması gerektiğine dair aynı kotta zemin tasarlanması gibi imalata yönelik altyapı rehberi çıkarılması gerekmektedir.

Çevrilmiş alanların bulunduğu yerlerde sesli uyarılar ve lambalar konulması, tekerlekli sandalye geçişine uygun alanlar tasarlanması, yayaların ve engellilerin araç aksının bulunduğu yollarda karşıdan karşıya geçmesi tehlikeli görülen bölgelerde kavşak kollarında ve yaya geçitlerinin en az 15 m. sağ ve sol taraflarında yapılan metal yaya korkuluğu ile engelli bireyler yönlendirilmesi gibi Türk Standartları Enstitüsü ve akademik çalışmalarda ifade edilen bir çok eksik yer almakta olup, yine bir çok hususun halen devam eden imalat aşamasında dikkat alınarak marka değer oluşturmak istedikleri yerleşmenin yönetiminde yetkili ilgili idarelerin yetkileri ifade etmektedir. Aynı zamanda proje tanıtım rehberlerinde yazılı olarak taahhüt vermektedirler.

4. Gaziosmanpaşa Kentsel Dönüşüm Alanlarında Yarı Kamusal Mekanda Dezvanatajlı Gruplara Yönelik Durum Analizi

Türkiye de kentsel dönüşüm çalışmalarının sürdürüldüğü en kapsamlı alanlardan biri olan Gaziosmanpaşa kentsel dönüşüme girmiş en büyük ilçe konumundadır. Gaziosmanpaşa ilçesinin yüzölçümünün takribi %37 sinde kentsel dönüşüm çalışmaları yapılmaktadır. Gaziosmanpaşa kentsel dönüşümünün amacı deprem riski altında bulunan bölgelerde iyileştirme çalışması yapılmasıdır. Modernize edilmiş kentler oluşturmak için Gaziosmanpaşa kentsel dönüşüm alanında çarpık olan kentleşmenin yenileşmesi temel hedeftir. Yapılacak olan kentsel dönüşümü bugünkü teknolojiyle birlikte insanların yaşamlarının kalitesini çıkarılabilecek en üst seviyeye yükseltip akıllı kentler oluşturulmalıdır.

Kentsel dönüşüm alanlarında, akıllı şehir yöntemleri kullanılacak olursa, yerleşme ile bir bütün oluşturmuş, verimli alanlar oluşumunun hayata geçirilebilen projelerle kullanıcı bireylere sunularak ancak yaşam kalitesi göstergeleri yükseltilebilir.

Akıllı kent kavramı, halkın gereksinimlerine en olası şekilde yanıt verebilmek gayesi ile aktif bir kent oluşturup; zamanın getirmiş olduğu teknolojik gelişmeyle insanların hayatlarını daha nitelikli seviyeye getirerek daha yaşanabilir ve akıllı bir kent kurgulanmalıdır.

Gaziosmanpaşa kentsel dönüşüm sebeplerinden biri İstanbul'un deprem kuşağında oluşu ve Gaziosmanpaşa'nın gecekondu bölgesi olmasından ötürü insanların güvenli bir şekilde yaşayabileceği binalara taşınmaları gerekmektedir. Aynı zamanda sağlıksız ve ekonomik yaşamını kaybetmiş konut alanlarının olması nüfusun yoğunluğuna karşılık veremeyen yapılar, yetersiz rekreasyon alanları, mevcut yoğunluğu kaldıramayan yetersiz ulaşım akslarından ötürü yoğun yaşanan trafik sorunu ortaya çıkmıştır. İlçe içerisinde bulunan sanayi alanlarının desantralizasyon gerekliliği sebebiyle kentsel dönüşümün yapılması kaçınılmaz bir hal almıştır.

Yol kullanıcıları, sadece GPS dayanımlı elektronik haritalar ile değil, trafik yönetim merkezlerinden elde edilen ve sürekli güncelleştirilen bilgilerle de yönlendirilebilecektir (Çapalı, 2009,s, 10). Burada yarı kamusal alanda kasıt riskli alanların site bazında yapılaşma yönünde planlanması ve site içindeki ortak alanların daha site kullanıcıların uhdesindeki alanlar olması nedeniyle yarı kamusal olarak nitelendirilmiştir.

Gaziosmanpaşa riskli alanları için sahada yapılan görüşmelerde yetkili ofis çalışanları akıllı şehir uygulanması kapsamında yer alan yeşil bina uygulaması sayesinde planlanması iyi yapılmış, yeşil alanları koruyan, çeşitli gelir gücüne sahip insanların bir arada yaşam sürdürebildiği, farklı ulaşım tercihlerinin bulunduğu, toplu ulaşım ve bisiklet yolları gibi içinde farklı taşıma seçenekleri barındıran, konsantre ve yürünebilir alanları içinde barındıran, iyi tasarlanmış cadde-sokak ağının ve site içi yaya izlerinin içerisinde yer aldığı, kent içerisinde ayrışmış bölgeler oluşturmayan yada içerisinde olduğu bölgeden ayrışmamış, kozmopolit kullanıma insanları sevk eden, çevreye duyarlı enerjiyi aktif bir şekilde kullanabilen yapılardan oluşmuş sürdürülebilir altyapıya sahip kentler oluşturmayı temel politika olarak bildirmektedirler.

Yeşil binanın akıllı kentler üzerinde uygulanmasıyla yenilenebilir enerji kullanabilirliğini, yağmur suyunun arındırılıp kanalizasyon yükünün azalmasına katkısı, az su tüketen bitkilerle peyzaj tasarımı, enerjiden tasarruf sağlayarak ses ve ısı yalıtımı yapılması, karbondioksit salınımının indirgenmesi gibi birçok özelliği içinde barındırma hedefini kısmen uygulamış henüz üretim devam etmektedir. Yeşil bina felsefesinin temelinde akıllı sistemler ile doğrudan ilişki bu yeşil bina ilkesi ile akıllı ulaşımın kolaylaştırıcılığı avantajının kullanıldığı görülmektedir.

Gaziosmanpaşa riskli alanların içerisindeki yarı kamusal alanlarda uygulanacak olan akıllı kente uygun bir diğer sistem kent mobilyalarının tasarımıdır. Kent mobilyalarının içinde oturma üniteleri, açık otoparklarda zemin döşemesi, zemin çizgileri, yaya yolu ve park alanı zemin döşemeleri, sokak aydınlatmaları, meydan aydınlatmaları, gölgelikler, engellilere yönelik kent mobilyaları, çocuk oyun alanları, şehir işaretleri, mazgallar, çöp toplama sistemleri ve mobilyaları, bina içi çöp toplama sistemleri temel imalat düzeyinden dikkate alınmıştır. Yarı kamusal alandaki kent mobilyalarının işlevselliğinin dışında istenilen şartlardan biri de yenilenebilir olmalarıdır. Bulunduğu bölgenin iklimini göz önünde bulundurularak işleve uygun çeşitli malzemeler kullanılması, zemin döşemelerinde kullanılması öngörülen çim taşı sayesinde yağmur suyunun sahada bulunan toprağa iletilip toprak tarafından emiliminin sağlanması gibi hususlara dikkat edileceği proje tanıtım broşürlerinde taahhüt edilmektedir. Bu kriterlerin kamusal alanda da yapılması gerekmektedir. Sokak ve meydan aydınlatmaları solar beslemeli ve uzun vadeli olma özelliğini taşıyıp onarılma ihtiyacı duymaması, sokak ve meydan aydınlatma elemanları enerji panelleri kullanarak kendi enerjisini kendi karşılayan aydınlatma elamanları tasarlanması öngörülerek dezavantajlı grupların gece saatlerinde uygun ışıkta sosyalleşmeleri sağlanacaktır.

Gaziosmanpaşa'nın akıllı şehire adım atış sürecinde tasarlanması gereken en önemli faktörlerden biri olan dezavantajlı gruplar için daha yaşanılası bir kent tasarımına yönelik kamusal alan ile yarı kamusal alan bir bütün olarak düşünülmelidir. Böylece dezavantajlı gruplar için erişilebilir hale getirilebilir. Zira her engelsiz vatandaşın kent içeresinde erişimleri nasıl sağlanıyorsa dezavantajlı gruplar içinde aynı konforu sağlayıp onların konforu en üst seviyeye getirilip kendi ihtiyaçlarını kendilerinin

karşılayabilecekleri bir kent oluşturulmak için riskli alanlar fırsata dönüştürülerek uygulamaların tamamlanması gerekliliği açıktır.

Engellilere yönelik kent mobilyalarında yaya yollarında tasarlanmış olan engelliler için algılanabilir zeminler oluşturulması, farklı yükseklikler sahip bölgelerde, engellilerin güvenliğini sağlanması ve rampalarda hızı önleyici yüzeyler oluşturulması, engellilerin kullanımına uygun olan alanları (banka ATM'leri, Ankesörlü telefon, Kamusal kullanımdaki WC, çocuk parkı mobilyaları vb.) kapsayan kent mobilyaları tasarlanması kamusal alan açısından önemli olduğu kadar yarı kamusal alanda da dikkate alınmalıdır.

Konut bölgelerinde, park ve meydanlarda, yeraltı vakumlu çöp sistemi sayesinde ayrıştırılmış atıklar çöp kutuları dolduğunda merkezi akıllı sistemle vakumlanıp toplanma alanlarında toplanıp çöp konteynırları ile atıklar geri dönüşüme gönderilir.

Otopark mekanında dezavantajlı grupların park edebileceği yerleri görülebilen ve okunabilen engelli levhası ile dezavantajlı grupların park edeceği mekana kadar yön tarif eden engelli levhaları bulunmalıdır. Otoparklarda kullanılan yol işaretleri karanlık olan zamanlarda ışıklandırılacaktır. Dezavantajlı gruplar için ayrılan park yerlerine kolon, duvar ve tavana asılı engellileri yönlendirecek işaretler bulundurmalıdır. Dezavantajlı grupların daha rahat erişim sağlanması için kolonlar yuvarlatılmalıdır. Otoparklardan elektrikli araç kullanıcıları için şarj doldurma mekânları bulunmalıdır. Buna yönelik mimari projelere bütün olarak ulaşılamamış ancak konut tanıtım ofislerinde dikkate alındığı ifade edilmiştir.

Gaziosmanpaşa da kentsel dönüşümle birlikte yapıların deprem riskini azaltıp güvenli, sağlıklı, konforlu ve yaşanılabilir hale getirilip tüm altyapı sistemlerinin ulaşım akslarına paralel düzeltilip bireylerin ve araçların oluşan yoğun trafiği ortadan kaldırılması hedeflenmektedir.

Dezavantajlı gruplara yönelik olarak yarı kamusal alanda kamusal alana göre daha fazla standartlara dikkat edildiği görülmektedir. Ancak burada önemli olan bu sistemlerin ve iyi uygulamaların kentin bütününde kullanılabilecek düzeyde olması gerekliliğidir.

5. Sonuç

Sonuç olarak 19. Yüzyılın getirmiş olduğu yoğun nüfus artışıyla birlikte mevcut bulunan kentlerin insan yaşan konforu açısından elverişsiz olduğu tespit edilerek yeni bir uygulamaya gidilmesi öngörülmektedir. Bu gidilecek yeni uygulama vasıflı birey sağlığı için, metropoliten hayata geçiş, kentlerin sürdürülebilir ve randımanlı ulaşım sistemlerinin uygulanması için yeni bir akıllı şehir öngörülmüştür.

AUS artık zorunlu hale gelmektedir. İhtiyaçlar ve sorunlar tespit edilerek olası çözümler belirlenmelidir. Ölçüm sistemleri kurularak veriler toplanmalı ve istatistikler çıkarılmalıdır. Veriler ışığında gerekli yerlere uygun AUS kurulmalı, kullanıcı personele gerekli eğitimler verilmelidir. Değişken şartlara göre dinamik çözümler getirilmelidir. Kurumlar arası işbirliği oluşturulmalıdır. Diğer şehirlerdeki uygulamalar incelenmeli, veri alış verişinde bulunulmalı, onların tecrübe ve hatalarından faydalanılmalıdır. Önceliğin insanların güvenliği olduğu unutulmamalı, buna göre politikalar belirlenmelidir (Çapalı, 2009,s, 58).

Gaziosmanpaşa kentsel dönüşümünün en büyük sebeplerinden biri deprem riski altında bulunan bölgelerden biri olmasıdır. Gaziosmanpaşa kentsel dönüşüm alanlarında çarpık olan kentleşmeyi akıllı kentlere dönüştürerek insanların yaşam kalitesini en üst seviyeye çıkartmaktır. Gaziosmanpaşa da yapılacak olan akıllı şehir sayesinde insanların yaşam sürdürülebilirliği, farklı ulaşım seçeneklerini içinde bulunduran, sürdürülebilir altyapıya uygun kentler oluşturmaktır.

Erişilebilir ve değişken mesajlı yaya sinyalizasyon sistemi, konuşan işaretler, kılavuz yol yüzeyleri, akıllı otobüs durak ve sistemleri, akıllı yaya butonları görme engelli insanlar tarafından aktif kullanılan halihazırdaki sistemlerdir. Ancak yerleşmenin geneline yayılması için gerekli çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Gerekli olan enerjiyi yeni oluşturulacak olan akıllı şehirler sayesinde kendi enerjisini kendi üreten şehirler olarak insanların gelecekteki nesillere daha nitelikli ve yaşanılabilir şehirler oluşturacaktır. Aynı zamanda oluşturulacak olan akıllı kentte kent mobilyalarının işlevselliğinin yanı sıra yenilenebilir ve çok fonksiyonlu olmalıdır.

Gaziosmanpaşa'nın akıllı şehre yönelik yapmış olduğu bu çalışmaların tasarımında dezavantajlı gruplara yönelik çalışmaların daha rahat bir şekilde yaşayabilmeleri için kentler oluşturulması daha çok politika metinleri üzerinden analiz edilmiştir. Çalışmanın da bir dezavantajı olarak imalatın tam olarak bitirilmemiş olması ve özel mülklere girişte yaşanan problemlerden dolayı politika ve tanıtım metinlerine göre değerlendirilmiştir.

Kentsel dönüşümlerin depreme dayanıklı yapılar oluşturup, sağlıklı konforlu ve yaşanabilir bir hayat olasılığı insanlara sunulma amacı ile birlikte karayolu, havalimanı, metro ve liman haberdar etme sistemleri gelişen teknoloji sonucu akıllı ulaşım sistemlerini ile entegre bir sistem fırsatı idareler ortak amaçları arasındadır.

Sürdürülebilir bir ulaşım hedeflenmiştir ve gelişen teknolojiyle beraber akıllı ulaşım sistemlerini oluşturmuştur.

Gaziosmanpaşa ise kullanılan bisiklet yolları, otoparklar, engellilere yönelik çözümler, yaya kaldırım uygulamaları gibi çeşitli sistemler akıllı ulaşım sistemlerine dair bu kentsel dönüşüm alanında uygulama sonuçlarındandır.

Sonuç olarak demek gerekir ki; Gaziosmanpaşa örneği ele alınarak bu kentsel dönüşüm alanında dezavantajlı gruplar da göz önünde bulundurularak akıllı şehir uygulaması çalışmaları iyi uygulama örnekleri ile yaygınlaşabilir.

Kaynakça

Çapalı,B., (2009), Akıllı Ulaşım Sistemleri Ve Türkiye'deki Uygulamaları , Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Kalkınma Bakanlığı. (2013). 10.Kalkınma Planı (2014-2018), Ankara.

Köz, A., (2011), Akıllı Ulaşım Sisteminin Kent içi Uygulamaları; İstanbul Örneğinin Değerlendirilmesi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Öztürk, N.B., 2006, Akıllı Trafik Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Tiyek, R., Eryiğit, B. H., & Emrah, B. A. Ş. (2016). Engellilerin Erişilebilirlik Sorunu ve TSE Standartları Çerçevesinde Bir Araştırma. Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, sayı 12, Kastamonu.

Tosun, K. E. (2013), Sürdürülebilir kentsel gelişim sürecinde kompakt kent modelinin analizi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, İzmir.

Tufan, H. (2014)., Akıllı Ulaşım Sistemleri Uygulamaları ve Türkiye için bir AUS Mimarisi Önerisi, Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi, Ankara.

Varol, Ç. (2017), Sürdürülebilir Gelişmede Akıllı Kent Yaklaşımı: Ankara'daki Belediyelerin Uygulamaları, Çağdaş Yerel Yönetimler, Ankara.

http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24646, Erişim tarihi:15.03.2018.

www.its.dot.gov, Erişim Tarihi: 05.03.2018

http://www.surdurulebilirsehirler.com/images/sustainablecities_surdurulebilir_sehirler_bro%20_eki_10.pdf, Erişim Tarihi: 11.03.2018

http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/3213.pdf , Erişim Tarihi: 10.03.2018

http://www.udhb.gov.tr/images/hizlierisim/ae6c89c3f033ef9.pdf, Erişim Tarihi: 21.03.2018

http://ww4.ticaret.edu.tr/ulastirma/wp-content/uploads/sites/85/2016/05/AKICI-G%C3%9CVENL%C4%B0-TRAF%C4%B0K-%C4%B0%C3%87%C4%B0N-AKILLI-ULA%C5%9EIM-S%C4%B0STEMLER%C4%B0.pdf, Erişim Tarihi: 21.03.2018

http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/10/20141025-21-1.pdf, Erişim Tarihi: 23.03.2018

http://dergipark.gov.tr/download/article-file/309514, Erişim Tarihi: 26.03.2018

https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/9246/mod_resource/content/0/ayseldersnotu.pdf, Erişim Tarihi: 30.03.2018

Detecting Trespassing Heavy Vehicle in Active Traffic Using Video Processing Method

Emre ÇANAYAZ [1], Veysel Gökhan BÖCEKÇİ [2]

[1]*Marmara Üniversitesi/Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, İstanbul, 34722, Türkiye, emre.canayaz@marmara.edu.tr*

[2] *Marmara Üniversitesi/Teknoloji Fakültesi, İstanbul, 34722, Türkiye, vgbocekci@marmara.edu.tr*

Abctract

Due to increasing number of vehicles in traffic, it becomes harder to identify the ones violating traffic rules. In this paper, the main purpose is to detect heavy vehicles which interrupt trespassing rule for trucks, from traffic videos and send an email to the authorized personnel about detection time of the related frame. The program was generated using MATLAB programing language.

To determine target vehicles, Gaussian mixture foreground detection method morphological opening process and blob analysis methods were used. Area of each object in binarized video frames analyzed and whenever one object was above the determined area then it labeled as a heavy vehicle and marked in related video with green rectangle and number of marked area was counted by program and added in displayed original video and an e-mail was sent to final user about violation of heavy vehicle trespassing by proposed system.

The generated program was tested on two different traffic videos with different blob analysis settings and with 0.9819 accuracy and with 0.9807 specificity, the program managed to detect heavy vehicles among other automobiles.

Keywords: *Image & Video processing, Blob analysis, Morphological Operations, Transportation systems, Traffic rules violation*

Video İşleme Metodunu Kullanarak Aktif Trafikte İzinsiz Girişi Yapan Ağır Araçların Algılaması

Özet

Trafikteki araç sayısında olan artıştan dolayı, trafik kurallarını ihlal edenlerin belirlenmesi daha zor hale gelmiştir. Bu çalışmada amacımız trafik videolarından, trafik geçiş kurallarını ihlal eden ağrı vasıtaları tespit etmek ve yetkili kişiye ihlal zamanı ve video çerçeve bilgisini e-posta kanali ile göndermektedir. Program, MATLAB programlama dili kullanılarak oluşturulmuştur.

Hedef araçları tespit etmek için, Gaussian karışım arka plan algılama metodu, morfolojik açma işlemi ve blob analiz metodu kullanılmıştır. İki formata uygun hale getirilmiş video çerçevelerinde, her objenin alanı incelenmiş ve belirlenen alt alan değerinin üzerinde bir obje ile karşılaşıldığında, ilgili obje yeşil bir dikdörtgen ile işaretlenerek, program tarafından sayılmış ve orijinal video üzerinde de gösterimi yapılmıştır. Ertesinde Geçiş kural ihlali yapan araç tespiti halinde belirlenen merkezlere e posta gönderimi yapılmaktadır.

Geliştirilmiş program iki farklı video üzerinde, farklı tanımlanmış alt blob analiz alan limitleri ile denenmiş ve 0,9819 doğruluk ve 0,9807 özgüllük ile ağrı vasıtaları diğer araçlardan ayırabildiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Görüntü & Video işleme, Blob Analizi, Morfolojik İşlemler, Ulaşım Sistemleri, Trafik Kural İhlali*

1. Introduction

For the last two decades, the growing number of contemporary urban and national road networks has revealed the need for effective monitoring and management of road traffic. According to Turkish Statistical Institute (TUIK), the surface transportation system in Turkey contains 242590 km in 2017 (TUIK, 2018). As presented in Table 1, there were 22.2 million different kinds of motor land vehicles were registered to traffic in Turkey (TUIK, 2018). According to TUIK and General Directorate of Public Security's reports, in 2013 there was 14260 heavy tonnage vehicle involved traffic accidents and 746 of them resulted in death (TUIK, 2013). For this reason, detecting heavy vehicles that violate traffic rules is a prudent step to prevent accidents.

Table 1: Percentage of Motor Land Vehicles in Turkey in 2017

Vehicles	Percentage (%)
Automobile	54.1
Van	16.4
Motorcycle	14
Tractor	8.3
Truck	3.8
Minibus	2.2
Bus	1
Special Purpose Vehicles	0.2

Due to increase in the number of vehicles, conventional technology for traffic measurements, like inductive loops, sonar or microwave detectors, could not manage to produce satisfactory results (Mandellos, Keramitsoglou, & Kiranoudis, 2011). Some of these technologies are not portable, expensive to install, need to close the related road to traffic and some equipment are not able to perceive motionless vehicles. Especially, detecting vehicles which are breaking the rules, is essential for increasing safety. Therefore, video systems and video-based algorithms became relatively popular

especially for detecting moving objects and vehicles (Bouwmans, 2014; Cao, Lei, Huang, Zhang, & Zhong, 2012; Hanchinamani, Sarkar, & Bhairannawar, 2016; Iliadis, Spinoulas, & Katsaggelos, 2018; Mandellos et al., 2011).

Different video processing methods for background detection was proposed. In their study that compares the performance of inter-frame difference, approximate median filtering and Gaussian mixture models (GMM) for background subtraction, Shahbaz et al. (Shahbaz, Hariyono, & Jo, 2015) claimed that GMM is relatively slow but its sharpness and accuracy is far better if we compare with other two methods. Moreover, in their review study, Xu et al. (Xu, Dong, Zhang, & Xu, 2016) imply that Gaussian mixture model does not need to store a set of input data in the running process. Gaussian mixture model uses the mean value and covariance to measure the pixel (McFarlane & Schofield, 1995). Thus each pixel has its own unique threshold without the constraint of a unified global threshold. However, the number of Gaussians must be predetermined before operation (McFarlane & Schofield, 1995). Although there are varying numbers of background subtraction algorithms Gaussian mixture model had relatively fast and easily applicable among other algorithms (Kristan, Skocaj, & Leonardis, 2008). Although Sobral et al. (Sobral & Vacavant, 2014) did not apply background subtraction method for heavy vehicle detection, the Gaussian mixture model is one of the most effective models among others. Also, Mazurek et al. proposed a background elimination video processing method to eliminate the effects of external factors like wind or streetlights using camera motion estimation (Mazurek & Okarma, 2012).

In the proposed system, we managed to detect trespassing violation of heavy vehicles in two videos file by using MATLAB programming platform. To sort heavy vehicles out of other vehicles in the video, Gaussian mixture foreground detection method, morphological opening process, and blob analysis methods were used respectively. From binarized video frames, each object was analyzed and objects that above-predetermined blob area marked as a heavy vehicle. In addition, an email was sent to the end user when the proposed system detected a trespassing violation by a heavy truck. The system was tested on two different videos with different blob analysis

settings. With 0.9819 accuracy and with 0.9807 specificity, the program managed to detect heavy vehicles among other automobiles.

The paper organization was given as follows: In Background section, general information about Gaussian mixture foreground detection method, morphological opening process and blob analysis methods were presented. In section 3, detailed information about the proposed system and its general structure were explained. In Results part, information about detection results was presented. In the Discussion section, results' consistency and limitation of the system and future works was discussed.

2. Background

BS is an essential part in many computer vision systems for detecting moving objects in video frames (Piccardi, 2004; Sobral & Vacavant, 2014). Term detecting foreground stands for separate changes from static background image. By using foreground detection, moving object is separated from video frame (Shahbaz, Kurnianggoro, & Jo, 2016). For detection of foreground, probabilistic modelling of pixels is widely used and GMM is the most common one above all other methods (Shahbaz & Jo, 2015) due to its adaptive structure, high accuracy and low computational rate (Shahbaz et al., 2016).Moreover, GMMs are used for machine learning and pattern recognition and any multimodal distribution can be approximated by them (Kwedlo, 2014).

In GMM is a probabilistic model where data points generated from a mixture of a finite number of Gaussian distributions (Piccardi, 2004). One can think of mixture models as generalizing k-means clustering to incorporate information about the covariance structure of the data as well as the centers of the latent Gaussians (Piccardi, 2004).

For GMM, or Guassian kernels, defined one dimensional M-component GMM can be express as in Formula 1.

$$\rho_{mix}(x) = \sum_{j=1}^{M} \omega_j K_{h_j(x-x_j)} \tag{1}$$

where ωj is the weight of the j-th component and Kσ(x−μ) is a Gaussian kernel

$$K_\sigma(z) = (2\pi\sigma^2)^{-\frac{1}{2}} \exp(-\frac{1}{2} z^2/\sigma^2) \quad (2)$$

centered at mean μ with standard deviation σ (Formula 2) (Wang, Zhao, Sun, Liu, & Wu, 2015).

3. Proposed System

Our main goal was to detect heavy vehicles from a traffic video by using MATLAB programming platform. To achieve this, first of all, video player object's parameters were defined in MATLAB computer vision toolbox (Figure__). Target traffic video was chosen in this step (Figure 1). In the following, step subtraction of background image from the original video was performed. In our system Gaussian mixture model (GMM) was preferred due to its adaptiveness and high performance for detecting moving objects (Kristan et al., 2008; Mandellos et al., 2011; Shahbaz et al., 2015; Wang et al., 2015; Xu et al., 2016). To use GMM, first 50 frames of video were used to detect background image. For GMM, the number of Gaussian modes in the mixture model was set to 3. After foreground mask created by the GMM, for stationary camera footage, it was enabled to detect moving objects.

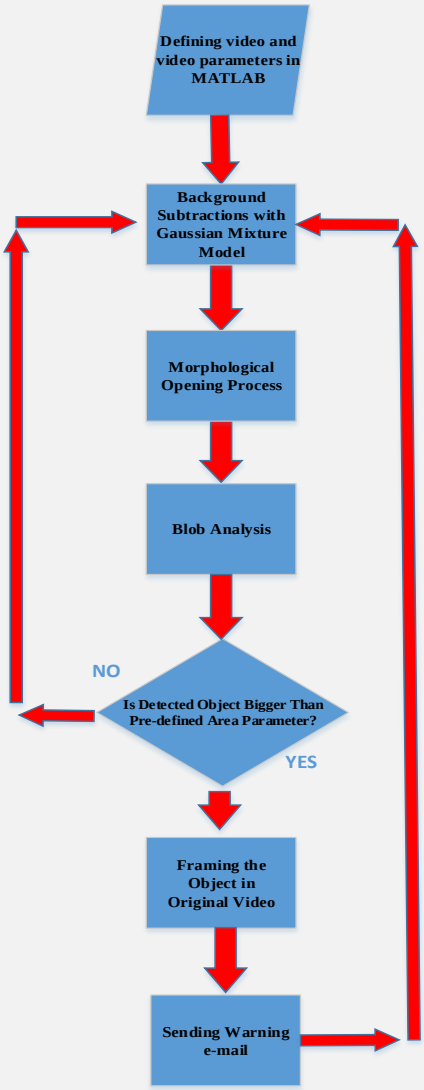


Figure 1: General flowchart of the proposed system.

In the next step, a morphological opening process is applied to related video. The main reason for the opening process was to clarify the gap between objects in the binary image. Also, small noises were eliminated in this morphological process. For detection of heavy vehicles, 'Disk' element has fast approximation reaction time. Hence 'Disk' parameter with 1-pixel radius was defined to achieve opening procedure.

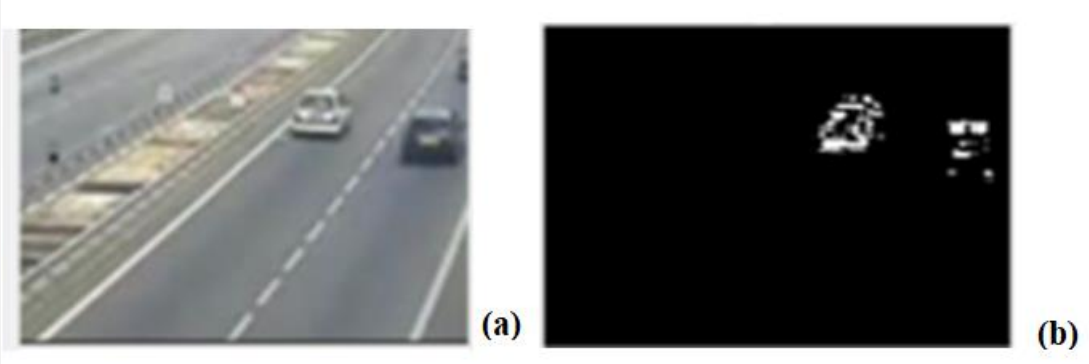


Figure 2: Gaussian mixture model application for background subtraction. a) Original Image b) Background Subtracted Image

Next step was to apply blob analysis to each binarized, background subtracted frames. Blob analysis aims detecting regions in video frame by comparing different parameters like brightness, color or surrounding regions. In blob analysis step to perceive heavy vehicles, minimum area parameter was pre-defined. According to the algorithm, objects which had pixel area below minimum area was defined as a non-heavy vehicle (Figure 2). 30000-pixel area was defined to obtain better discrimination ability (Figure 3). Moreover, with the blob analysis detected object's coordinate was obtained. Coordinate information was used in labeling the object in the original video (Figure 4).

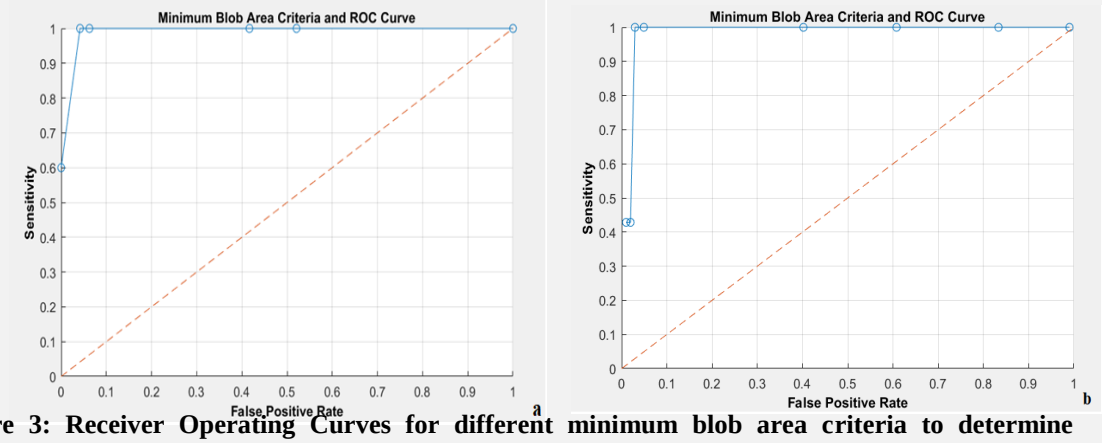


Figure 3: Receiver Operating Curves for different minimum blob area criteria to determine minimum pixel area for object detection for Video_1 (a) and for Video_2 (b)

In the final step, whenever an object was detected and framed, the proposed system sent a warning e-mail to the user to warn about trespassing. Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) of Gmail was used to send information. All the required parameters were defined in MATLAB before running the algorithm to detect heavy vehicles.

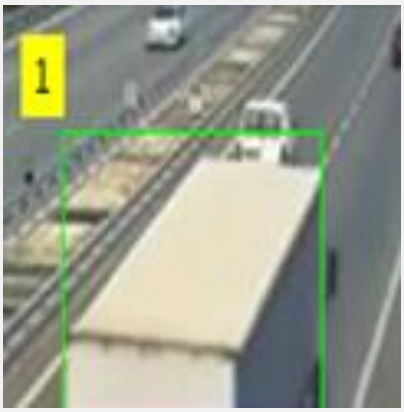


Figure 4: Labeled heavy vehicle in the original video

4. Results

The proposed system was tested on an active traffic video to present its performance. Information about videos was shown in Table 2. Video_1 has lower resolution than Video_2 to test the performance of the system under different resolution parameters. Videos were uploaded to MATLAB and were played automatically and heavy vehicle detection algorithm was applied to each frame. The results were calculated to obtain Confusion matrix to present the system's performance (Table 3a,3b). For Video_1 30000-pixel area and for Video_2 25000-pixel area selection gave the best performance for detection.

Table 1: Test video's parameters

	Type of File	Size	Frame Rate	Width	Height
Video_1	.avi	2.15MB	25.000 fps	320 pixels	240 pixels
Video_2	.avi	41.2MB	30.000 fps	640 pixels	360 pixels

Table 2a: Confusion Matrix and performance results of Video_1 (* indicates best performance)

Min Blob	True	False	True	False	Specifity	Accuracy	False	Sensitivity

Area	Positive	Positive	Negative	Negative			Positive Rate	
35000	3	0	48	2	1	0.9622	0	0.6
30000*	5	2	46	0	0.9583	0.9622	0.0416	1
25000	5	3	45	0	0.9375	0.9433	0.0625	1
20000	5	3	45	0	0.9375	0.9433	0.0625	1
15000	5	20	28	0	0.5833	0.6226	0.4166	1
10000	5	25	23	0	0.4791	0.5283	0.5208	1
5000	5	48	0	0	0	0.0943	1	1
1000	5	48	0	0	0	0.0943	1	1

Table 3b: Confusion Matrix and performance results of Video_2 (* indicates best performance)

Min Blob Area	True Positive	False Positive	True Negative	False Negative	Specifity	Accuracy	False Positive Rate	Sensitivity
35000	3	1	101	4	0.9901	0.9541	0.0098	0.4285
30000	3	2	100	4	0.9803	0.9449	0.0196	0.4285
25000*	7	3	99	0	0.9705	0.9724	0.0294	1
20000	7	5	97	0	0.9509	0.9541	0.0490	1
15000	7	41	61	0	0.5980	0.6238	0.4019	1
10000	7	62	40	0	0.3921	0.4311	0.6078	1
5000	7	85	17	0	0.1666	0.2201	0.8333	1
1000	7	101	1	0	0.0098	0.0733	0.9901	1

5. Discussion

In the proposed system, we managed to detect trespassing violation of heavy vehicles in different two video files by using MATLAB programming platform with GMM Background Subtraction. Our results were compatible with the previous studies using GMM as foreground detection. GMM has proven to be effective and had very good

model accuracy, but it has been observed to work slower compared to other background subtraction methods (Piccardi, 2004). Another disadvantage of GMM was to the predetermination of Gaussians and parameters should be initialized (Xu et al., 2016).

In our study, our main limitation was the lack of video frames of non-moving objects to subtract background properly. This limitation affected heavy vehicle detection results. Although the system was tested on two different videos with different resolutions and outdoor characteristics, the system perceives heavy vehicles with comparable performance.

For future work, effects of different background subtraction methods will be investigated and artificial intelligence methods will be applied to detection and classification of different kind of vehicles. Moreover, the system is planned to be retested in videos with different weather conditions and the results will be compared with the presented ones.

6. References

Bouwmans, T. (2014). "Traditional and recent approaches in background modeling for foreground detection: An overview". *Computer Science Review, 11-12*, 31-66. doi:https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2014.04.001

Cao, Y., Lei, Z., Huang, X., Zhang, Z., & Zhong, T. (2012). "A vehicle detection algorithm based on compressive sensing and background subtraction". *Aasri Procedia, 1*, 480-485.

Hanchinamani, S. R., Sarkar, S., & Bhairannawar, S. S. (2016). "Design and Implementation of High Speed Background Subtraction Algorithm for Moving Object Detection". *Procedia Computer Science, 93*, 367-374. doi:https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.222

Iliadis, M., Spinoulas, L., & Katsaggelos, A. K. (2018). "Deep fully-connected networks for video compressive sensing". *Digital Signal Processing, 72*, 9-18. doi:https://doi.org/10.1016/j.dsp.2017.09.010

Kristan, M., Skocaj, D., & Leonardis, A. (2008). "Incremental learning with Gaussian mixture models". *Paper presented at the Computer Vision Winter Workshop*.

Kwedlo, W. (2014). "Estimation of parameters of Gaussian mixture models by a hybrid method combining a self-adaptive differential evolution with the EM algorithm." *Advances in Computer Science Research*.

Mandellos, N. A., Keramitsoglou, I., & Kiranoudis, C. T. (2011). "A background subtraction algorithm for detecting and tracking vehicles". *Expert Systems with Applications, 38*(3), 1619-1631. doi:https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.07.083

Mazurek, P., & Okarma, K. (2012). *Background Suppression for Video Vehicle Tracking Systems with Moving Cameras Using Camera Motion Estimation*, Berlin, Heidelberg.

McFarlane, N. J. B., & Schofield, C. P. (1995). "Segmentation and tracking of piglets in images". *Machine Vision and Applications, 8*(3), 187-193. doi:10.1007/bf01215814

Piccardi, M. (2004, 10-13 Oct. 2004). "Background subtraction techniques: a review". Paper presented at the 2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (IEEE Cat. No.04CH37583).

Shahbaz, A., Hariyono, J., & Jo, K.-H. (2015). "Evaluation of background subtraction algorithms for video surveillance". Paper presented at the Frontiers of Computer Vision (FCV), 2015 21st Korea-Japan Joint Workshop on.

Shahbaz, A., & Jo, K.-H. (2015). "Probabilistic foreground detector for sterile zone monitoring". Paper presented at the Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI), 2015 12th International Conference on.

Shahbaz, A., Kurnianggoro, L., & Jo, K.-H. (2016). "A comparative study of foreground detection using Gaussian mixture models-novice to novel". Paper presented at the Control, Automation and Systems (ICCAS), 2016 16th International Conference on.

Sobral, A., & Vacavant, A. (2014). "A comprehensive review of background subtraction algorithms evaluated with synthetic and real videos". *Computer Vision and Image Understanding*, *122*, 4-21. doi:https://doi.org/10.1016/j.cviu.2013.12.005

TUIK. (2013). "Traffic Accident Statistics". Retrieved from http://www.tuik.gov.tr/IcerikGetir.do?istab_id=70

TUIK. (2018). "Transportation Statistics" (Ulaştırma İstatistikleri). Retrieved from http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1051

Wang, X., Zhao, D., Sun, G., Liu, X., & Wu, Y. (2015). "Target detection algorithm based on improved Gaussian mixture model". Paper presented at the International Conference on Electrical, Computer Engineering and Electronics.

Xu, Y., Dong, J., Zhang, B., & Xu, D. (2016). "Background modeling methods in video analysis: A review and comparative evaluation". *CAAI Transactions on Intelligence Technology*, *1*(1), 43-60. doi:https://doi.org/10.1016/j.trit.2016.03.005

Modeling of Urban Transportation with Smartcard Data and Camera Records

Elif Ergin*[1], R. Cüneyt Erenoğlu[2]

[1] *Master Programme of Geographical Information Technologies, Graduate School of Natural and AppliedSciences, Çanakkale Onsekiz Mart University, Terzioglu Campus, 17020, Canakkale, Turkey. e-mail: erginelif91@gmail.com*

[2] *Department of Geomatics Engineering, Çanakkale Onsekiz Mart University, Terzioglu Campus, 17020, Canakkale, Turkey. e-mail: ceren@comu.edu.tr*

Abstract

Urban transportation is the most important component for a comfortable urban life. In this study, it has been determined Çanakkale urban transportation problems. The great majority of people complain about the passenger density in the vehicles. In this reason, the investors increased the number of vehicle so as to supply with increased demand. However, the increase in number of vehicle was not enough to reduce the passenger density in the vehicles. Concordantly, the passenger density at bus stops, the demands of passengers and the vehicle features have been examined in the study region. While the data was collected, the camera records which in the vehicles and smartcard system have been utilized. The obtained data has been transferred to the Geographic Information System database. Thus, the passenger density analyses have been performed for each bus stops and their intervals. In the view of these analyses, a problem situation has been modeled by the aid of Linear Programming method. The constraints have been made of the qualifications of the vehicles and the passenger demands in the study region. The created mathematical models have been obtained with combinations of vehicles at different capacities. In this way, It has been targeted that the optimal number and the capacity of vehicles on the routes has been modeled by taking into consideration the demands. It has been got with the integration of Geographic Information Systems and Linear Programming as a scientific method. It was intended that this study is a decision support system for managers.

Keywords: *Smartcard, Linear Programming, Urban Transportation Systems, Database, Geographic Information System*

Akıllı Kart Verileri ve Kamera Kayıtlarıyla Kentiçi Ulaşımın Modellenmesi

Özet

Kent içi ulaşım konforlu bir kent yaşamının en önemli bileşenidir. Bu çalışmada, Çanakkale kent içi ulaşım sorunları tespit edilmiştir. İnsanların büyük çoğunluğu araçlardaki yolcu yoğunluğundan şikâyetçidir. Bu nedenle, yatırımcılar artan talebi karşılamak için araç sayısını arttırmışlardır. Fakat araç sayısındaki artış, araçlardaki yolcu yoğunluğunu azaltmak için yeterli olmamıştır. Bu bağlamda, otobüs duraklarındaki yolcu yoğunluğu, yolcuların talepleri ve araç özellikleri çalışma bölgesinde incelenmiştir. Veriler toplanırken, araçların içindeki kamera kayıtlarından ve akıllı kart sisteminden faydalanılmıştır. Elde edilen veriler, Coğrafi Bilgi Sistemi veritabanına aktarılmıştır. Böylece, her otobüs durağı ve aralıkları için yolcu yoğunluğu analizleri yapılmıştır. Bu analizler ışığında, Lineer Programlama yöntemi yardımıyla problemin durumu modellenmiştir. Kısıtlamalar, çalışma bölgesindeki araçların nitelikleri ve yolcu taleplerinden oluşmaktadır. Oluşturulan matematiksel modeller farklı kapasitelerde araç kombinasyonları ile elde edilmiştir. Böylece, talepler dikkate alınarak güzergâhlardaki uygun sayıda araç ve kapasitenin modellenmesi hedeflenmiştir. Bilimsel bir yöntem olarak Doğrusal Programlamanın ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin entegrasonuyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın yöneticiler için bir karar destek sistemi olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Akıllı Kart, Doğrusal Programlama, Kentsel Ulaşım Sistemleri, Veritabanı, Coğrafi Bilgi Sistemi*

*Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi tarafından düzenlenen 1.ULUSLARARASI AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ KONFERANSI (BANU-AUS'18)'nda sunulan sözlü bildirinin genişletilmiş halidir.

1. Introduction

This paper studied the current situation of Çanakkale urban transportation. First of all, face-to-face surveys were conducted with local residents in order to determine transportation problems. According to the survey results, 41% of the participants emphasized that the route planning should be improved. 59% of passengers are not satisfied the duration in the vehicle and %85 of passengers complain about the density of public transportation vehicles. In this context, investors increased vehicle numbers during 2013 between 2017 (Ergin and Erenoğlu, 2017). Figure 1 shows that the increase of vehicle capacity is 47% and the increase of the daily vehicle is 13%. Nevertheless, the passenger density in vehicles did not decrease. In this reason, a study area was selected and the density of buses in this area was examined. It has been investigated the passenger demands for each bus stop and each bus stops intervals. The study is divided into summer and winter.

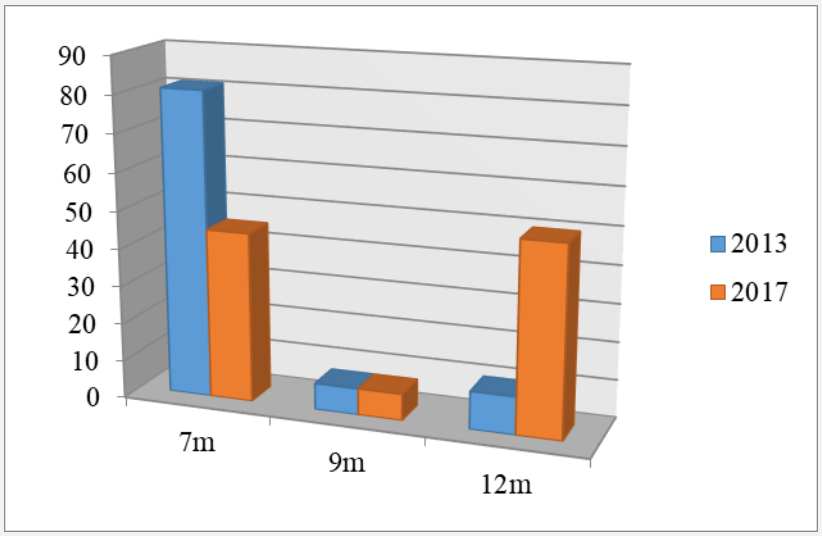


Figure 1. Change for vehicle numbers by years

2. Material and Method

The study region has been chosen as the passenger demand is high level. Figure 2 illustrates the rotation of six bus routes which used for study. All lines move in one direction in this pilot region.

Figure 2. Bus routes in the study area

Smart card automated fare collection systems are being used more and more by public transit agencies. While their main purpose is to collect revenue, they also produce large quantities of very detailed data on onboard transactions. These data can be very useful to transit planners, from the day-to-day operation of the transit system to the strategic long-term planning of the network (Pelletier at all,2011)

Calculation of transport costs and control of these costs has always been one of the most important affairs and anxieties of the companies. Increased transportation costs, when

taken into account, are a further step forward for companies to have a cost structure that it provide them with sufficient financial resources (Ergülen, 2003).

The use of smart card systems, which provide tremendous benefits and facilities for operators and passengers, has become widespread over time. (Trepanier, Tranchant ve Chapleau, 2007).Agard at all. (2006) has accessed the information of passengers' boarding time and boarding stop in order to determine passenger tendency by using smart card data. In this study, Automatic Toll Collection and Vehicle Tracking System have been used in order to determine the number of the passenger at each bus stop and bus rotation. When using the smart card database to identify the number of passengers, it has been utilized camera records for descending passengers. So, it has been determined the passenger number at each bus stop intervals. Figure 3 shows camera views in the vehicle. These records have been examined for each bus rotation in the study region.

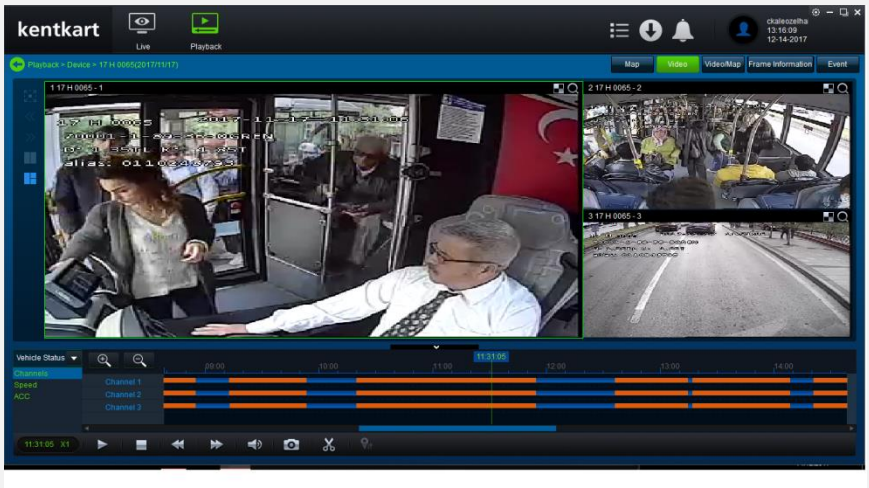


Figure 3. Camera views in vehicle

In the following figures, it seen that The number of passengers from total stops correspond to per a day in July and November. The passenger demands was to reach a peak level on Friday. For this reason, it has been chosen an investigation day as on Friday.

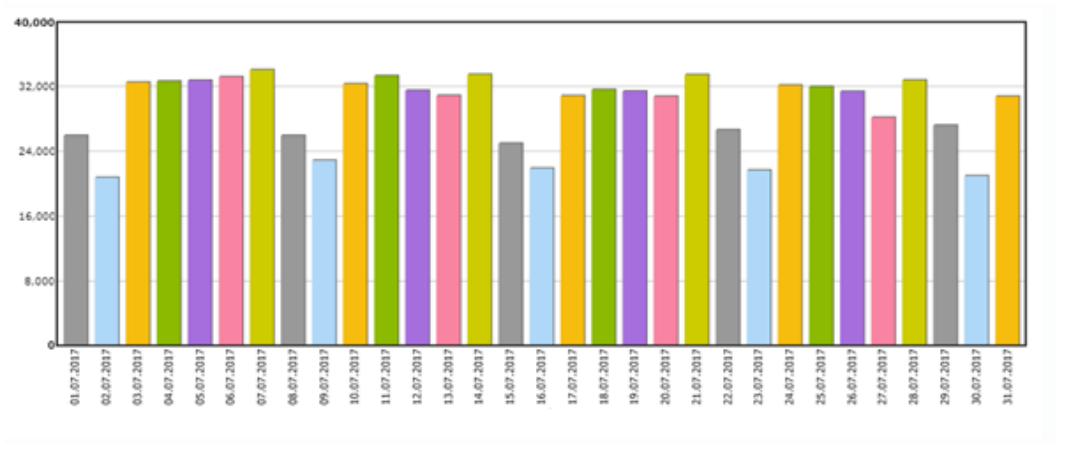


Figure 4. Passenger boarding charts in July (Smartcard data)

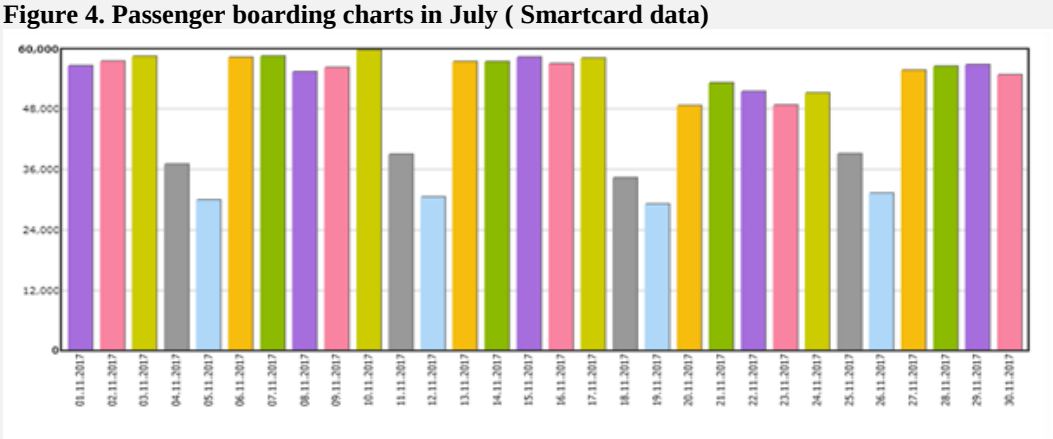


Figure 5. Passenger boarding charts in November (Smartcard data)

Geographic information systems (GIS) are a complex combination of hardware, software, data, and organizational arrangements for collecting, storing, analyzing, and disseminating information about areas of the earth. In the area of transportation, GIS can integrate various data to focus in on a particular point in the transportation network via a spatial referencing system. (Stokes and Marucci,1995) In this paper, the passenger density analyses have been done with collected data. It has been utilized ArcGIS Spatial Analyst Toolbox for creating density maps. Each stop was defined as a point and each rotation was defined as a line on the digital map. Then passengers at the stops were identified for each line using the IDW method. Figure 6 shows that the passenger density for each bus stops for one bus rotation. Legend means that green color represent low demands while white color is high one. When a), b) and c) illustrate for July analyses, d) e) and f) shows for November analyses. The densities of bus stops were

examined during 08:00 between 20:00. In addition, The density of each bus stops intervals displayed as Figure 7 at half-hour intervals.

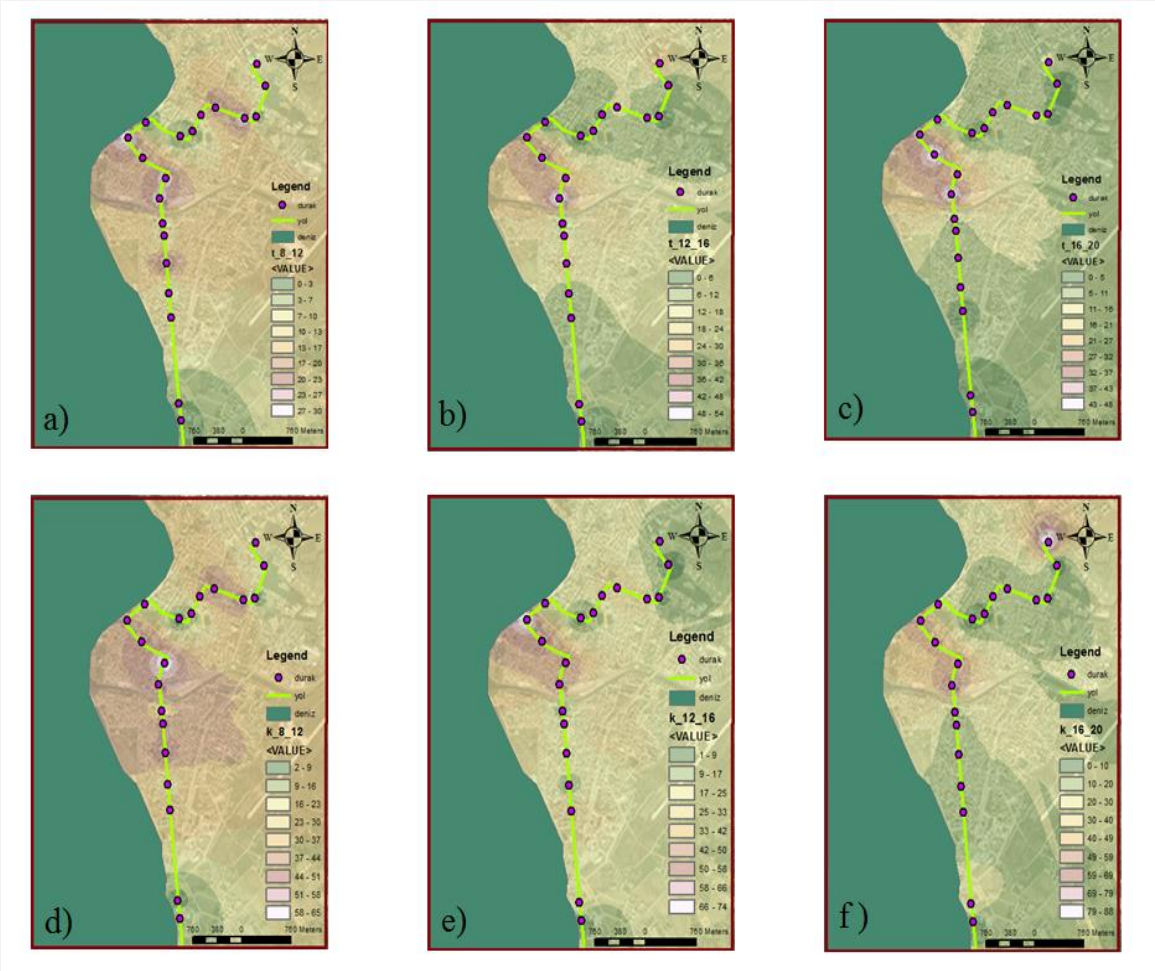


Figure 6. The density of bus stops (a) and d) 08:00-12:00, b) and e) 12:00-16:00, c) and f) 16:00-20:00)

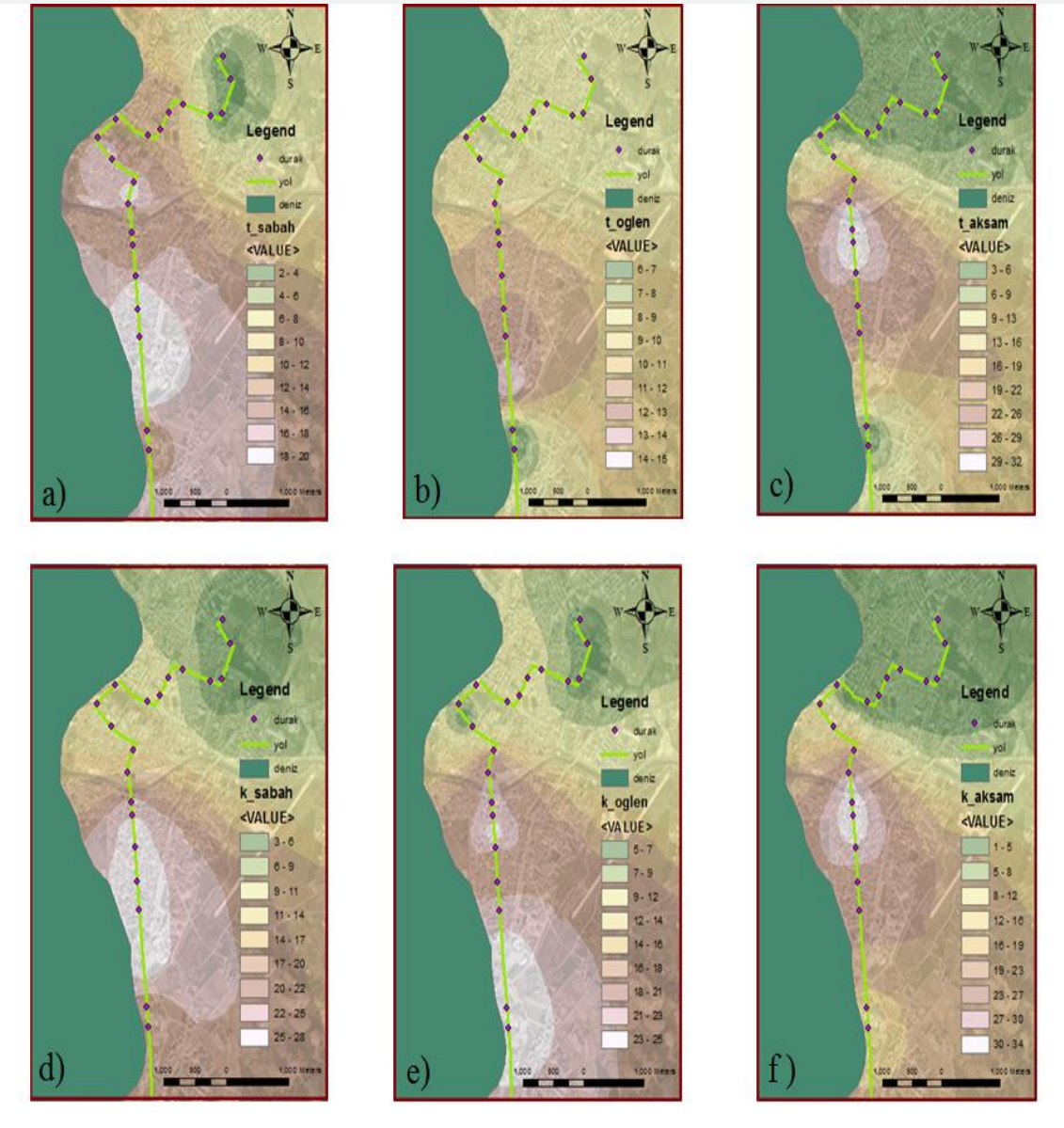


Figure 7. The density of bus stops intervals (a) and d) 09:30-10:00, b) and e) 13:30-14:00, c) and f) 17:30-18:00)

When modeling this problem Linear Programming was used as a mathematical method. Formulation of linear programming is to represent a problem situation in a mathematical form. It involves well-defined decision variables, objective function and set of constraints. The purpose is to increase a desirable outcome or to decrease an undesirable outcome.

Max/Min z = $\sum_{j=1}^{n} c_j x_j$

z: overall performance measure

c_j: performance measure coefficient for activity j

x_j: level of activity j (j=1,…,n) (Turkay, 2016)

In the view of this information, models solutions have been obtained for July and November. Models represent the total passenger capacities for specified time interval. Model 1-Model 5 gives us the change of the number of 12-meter vehicles and Model5-Model8 gives the change of the number of 7-meter vehicles. These models were showed period between 08:00 and 20:00 on the table.

Table 1. Total number of passengers

	JULY			NOVEMBER		
	08:00-12:00	12:00-16:00	16:00-20:00	08:00-12:00	12:00-16:00	16:00-20:00
Model 1	8320	7592	7176	10192	9256	9984
Model 2	8320	7592	7176	10192	9256	9984
Model 3	8320	7592	7176	9511	8980	9417
Model 4	7213	6861	6703	7961	7422	7877
Model 5	5353	5173	5188	6007	İnfeasible	6109
Model 6	8320	7592	7176	10192	9256	9984
Model 7	8320	7592	7176	10192	9256	9984
Model 8	8320	7592	7176	10192	9256	9984

3. Conclusions

In the scope of the study, pilot region and pilot time intervals were selected in order to evaluate the transportation demand in Çanakkale urban transportation. Passengers' route and stop preferences were determined by using the smart card system and camera records. The obtained data were transferred to the Geographic Information System

database and the passenger density on the routes was analyzed. The linear programming method was used to model the demand that the number of vehicles in the study area should be increased. In the present case, it has been observed that the forces of the 12-meter vehicles on the routes have emerged. In order to distribute the transportation load to the other types of vehicles, the Linear Programming method has been solved with different combinations of 12 meter and 7 meter vehicle numbers. When increase the number of vehicles according to demand, it is now observed that the capacities have emerged in vehicle. This is the result of the fact that the current number of vehicles is sufficient. So, instead of increasing the number of vehicles, the bus stop frequencies, the frequencies of the trip and the new route arrangements can be realized.

4. References

Agard, B., Morency, C. and Trepanier, M.(2006). Mining public transport user behaviour from smart card data. In: 12th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing - INCOM 2006, Saint-Etienne, France, May 17-19.

Ergin, E. and Erenoğlu, R.C.(2017). Modeling Of Urban Transportation Network By Linear Programming , International Symposium on GIS Applications in Geography&Geosciences, Çanakkale, Turkey, 18-21 October,2017.sf 580-587.

Ergülen, A., (2003), "Gıda Ürünlerinin Kara Yolu İle Taşınmasında Maliyet Minimizasyonu : Bir Tamsayılı Doğrusal Programlama Uygulaması", Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 12, 2, 207-236.

Pelletier, M., Trépanier, M. and Morency, C.(2011) Smart card data use in public transit: A literature review. Elsevier Volume 19, Issue 4, Pages 557-568

Stokes, R. W. and Marucci, G. (1995).GIS For Transportatıon: Current Practıces, Problems And Prospects, Institute of Transportation Engineers (ITE) Journal. Volume: 65,ISSN: 0162-8178

Trepanier, M., Tranchant, N. And Chapleau, R., (2007). Individual trip destination estimation in a transit smart card automated fare collection system, Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations.11(1), 1-14.

Turkay, M.(2016). INDR 262 Optimization models and mathematical programming, Linear Programming Models.

BALO Projesi ve Bandırma'nın Lojistik İmkânları

Doç. Dr. Mehmet Emin ERÇAKAR

Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Bandırma/Balıkesir, 10200, TÜRKİYE, mercakar@bandirma.edu.tr

Özet

BALO Projesi, BALO A.Ş. olarak kurulmuş ve Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği'nin (TOBB) desteklediği 93 ortaklı yapıya sahip, açık adı Büyük Anadolu Lojistik Organizasyonu olan bir projedir. Bandırma merkezli bu yapı içerisinde Bandırma Organize Sanayi Bölgesi, Bandırma Ticaret Odası ve Borsası da yer almaktadır. Türkiye'nin dört bir yanındaki ihracatçılarımızın ürünlerinin konteynerlere yüklenerek trenle Bandırma'ya getirilmesi ve buradan tren feribotu ile Tekirdağ'a, oradan da Avrupa'nın çeşitli merkezlerine gönderilmesi amaçlanmaktadır. Bu projenin önemli olmasının bir nedeni de Türkiye'nin 2023 yılındaki 500 milyar $'lık ihracat hedefleridir. Ayrıca günümüzde gelişen ve teknolojik olarak ilerleyen dünya pazarlarında rekabet avantajı elde edebilmek konusunda maliyetler çok önemli yer tutmaktadır.

Bu maliyetlerin en önemli kalemlerinden birini de lojistik konusu oluşturmaktadır. Maliyet avantajları açısından bakıldığında karayoluyla İzmir'den Almanya'nın bir kentine bir konteynerin taşıma maliyeti yaklaşık olarak 2.500 Euro düzeylerindedir. Fakat aynı yükün alternatif olarak demiryolu ile taşınması halinde çok daha ucuz, aynı zamanda daha hızlı ve çevreye duyarlı yani daha yaşanabilir bir çevrede avantajlı bir şekilde yapılabilmesi mümkün olmaktadır. Ülkemizde özellikle ihracat konusunda demiryolu taşımacılığı oran olarak maalesef yok denecek kadar az bir durumda olup % 1 gibi bir paya sahiptir. Bu projenin ana amaçlarından birisi de daha ucuz olan demiryolunun kullanımını çoğaltarak ihracatçımızın maliyet kalemlerinde en azından lojistik konusuna ayırdıkları bütçeyi azaltarak dünya genelinde rekabet konusunda avantaj yakalamasını sağlamak ve bu tabloyu tersine çevirmektir.

Çalışmamızda bu süreçlerin Bandırma gibi hemen hemen tüm ulaşım türlerinin mevcut olduğu bir lokasyona yapacağı ve tabii ki ülkemiz ekonomisine yapacağı katkılar incelenmeye çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: *BALO Projesi, Bandırma, lojistik.*

BALO Project and LogIstIcs FacIlItIes of Bandırma

Abstract

BALO Project, BALO A.Ş. as it established and Turkey Union of Chambers and Commodity Exchanges (TOBB), with the support of 93 partner structure, clear name Great Anatolia Logistics Organization, which is a project. This structure, which is based in Bandırma, also includes Bandırma Organized Industrial Zone, Bandırma Chamber of Commerce and Stock Exchange. It is aimed that the products of our exporters all over Turkey are loaded into containers and transported by train to Bandırma and from there by train ferry to Tekirdağ and then to various European centers. One reason why this project is important is Turkey's export targets of $500 billion in 2023. In addition, in order to gain competitive advantage in the developing and technologically advanced world markets, the costs are very important.

One of the most important items of these costs is the logistic issue. In terms of cost advantages, the cost of transporting a container by road from İzmir to a city in Germany is about 2,500 Euro. However, if the same burden is alternatively transported by rail, it is possible to make it much cheaper, at the same time, in an advantageous way in a faster and environmentally sensitive, more livable environment. In our country, the railway transportation rate in terms of exports is unfortunately too low to be tried and has a share of 1%. One of the main objectives of this project is to increase the use of cheaper railway and to reduce the budget that our exporters allocate in terms of logistics at least in terms of cost and to ensure that they have an advantage in competition around the world and reverse this situation.

In our work, we will try to examine the contributions of these processes to a location where almost all types of transportation such as Bandırma are available and of course to contribute to our country's economy.

Keywords: *BALO Project, Bandırma, logistics.*

1. Giriş

Bandırma, coğrafi olarak Marmara Bölgesi'nin güneyinde Balıkesir'e bağlı bir ilçedir. Ancak idari olarak bir ilçe olmasına karşın ekonomik, coğrafi, sosyokültürel vb. pek çok açıdan bölgenin dünyaya açılan kapısı konumundadır.

Coğrafi açıdan bakıldığında; Bandırma; Marmara Denizi'nin güneyinde, İstanbul, Bursa ve İzmir illeri üçgeninin neredeyse tam ortasında yer alan bir yerleşim birimidir. İlçenin doğusunda Karacabey, batısında Gönen, kuzeyinde Erdek, Kapıdağ Yarımadası ve Marmara Adası, güneyinde Manyas ve Kuşgölü (Kuşcenneti) bulunmaktadır. Yüzölçümü 713 km^2 olan Bandırma'nın denizden yüksekliği (rakım) 1 metre ile 764 metre arasında değişmektedir.

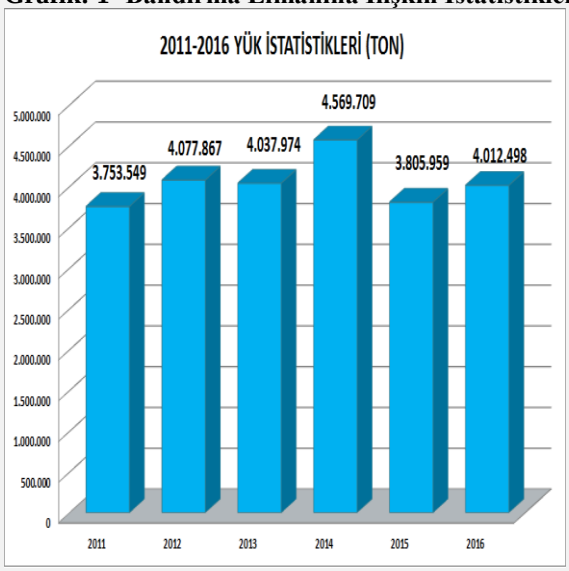
İlçenin arazi yapısı kuzeyden güneye doğru kısmen dağlık ve engebelidir. Bandırma, Gemlik Körfezi'nden batıya devam eden ve Marmara Denizi'nin güney kıyılarını izleyen fay hattı üzerinde yer aldığından birinci derece deprem kuşağında yer almaktadır. Coğrafi konum itibariyle ekonomik faaliyetlerin gelişimi açısından uygun konumda bulunan Bandırma, sahip olduğu Liman açısından ulaşım merkezlerinin odak noktası konumundadır ve bu liman Kapıdağ Yarımadası'nın fırtınaları engellemesi ve arazi yapısının ulaşımı kolaylaştırıcı olması gibi nedenlerle oldukça avantajlı bir konumda yer almaktadır.

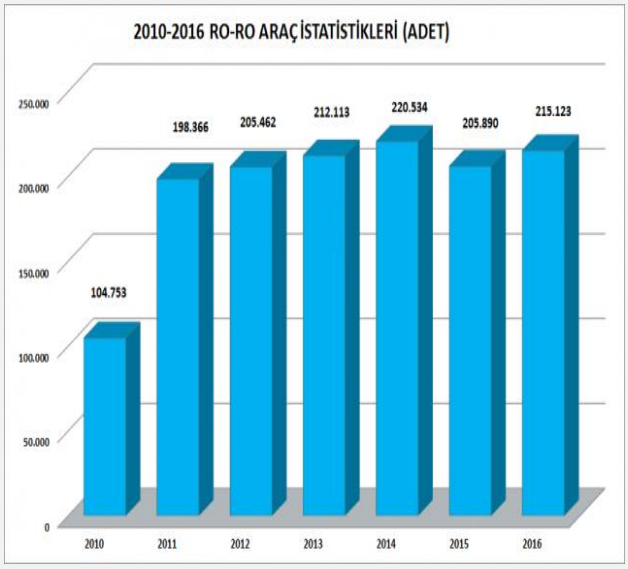
Bandırma Limanı, Türkiye'nin en önemli limanlarından birisidir. Toplam uzunluğu 2973 metre ve derinlikleri 6 - 11.50 metre arasında değişen 20 adet rıhtımında konteyner, dökme yük, genel yük, proje yükü ve Ro-Ro gemilerine hizmet verilmektedir. Rıhtımdaki yükleme-boşaltma hizmetleri yüksek teknolojili mobil vinçler, ekskavatörler ve konveyör sistemi ile gerçekleştirilmektedir. 1000 metre ve 500 metre uzunluğunda iki mendireği vardır, iki mendirek arası açıklık 225 metredir.

Bandırma Ticaret Odası ve Bandırma Ticaret Borsalarının da azınlık hisselerine sahip olduğu Bandırma limanının işletme hakkı, TCDD tarafından 18.05.2010'da 175,5 milyon dolar tutarındaki en yüksek teklifi veren Çelebi Holding AŞ'ye 36 yıl süreyle devredilmiştir. 2015 yılı itibariyle toplam dış ticareti 472 milyon $ düzeyindedir. İstanbul'un Marmara ve Ege bölgeleriyle bağlantısını sağlayan bir noktada bulunması

nedeniyle gelişmiş ve donanımlı limanı ile İstanbul'un bir giriş kapısı özelliğini de taşırken İstanbul-Bandırma arasında 1998 yılında başlatılan hızlı feribot seferleri de bu özelliğini pekiştirmektedir(BTO:2018).

Grafik: 1- Bandırma Limanına İlişkin İstatistikler

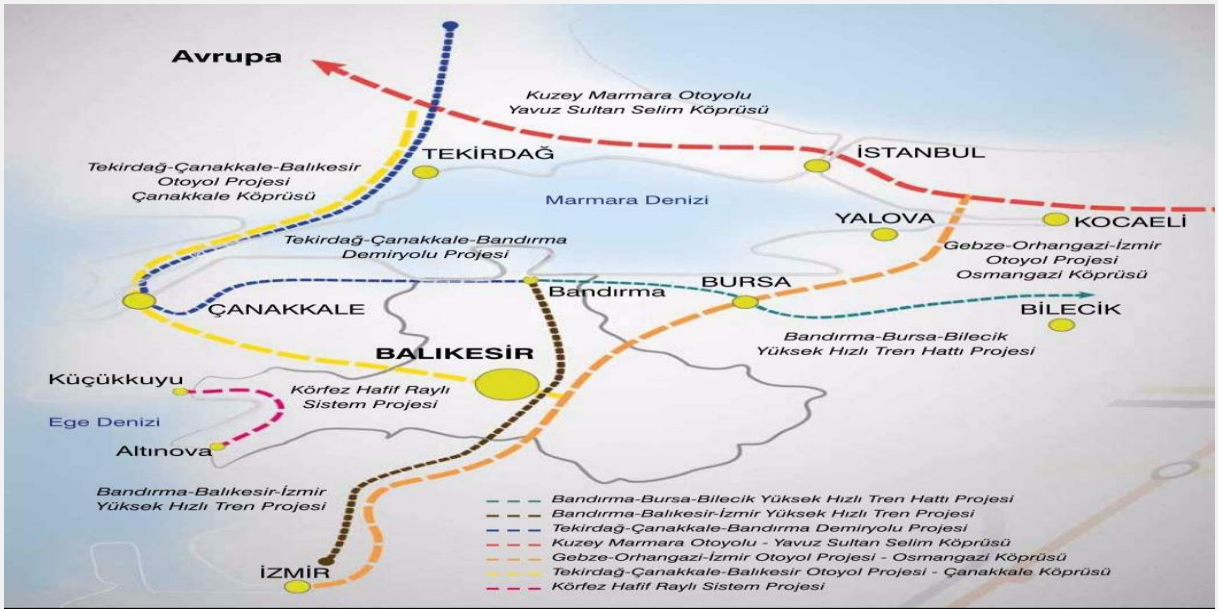


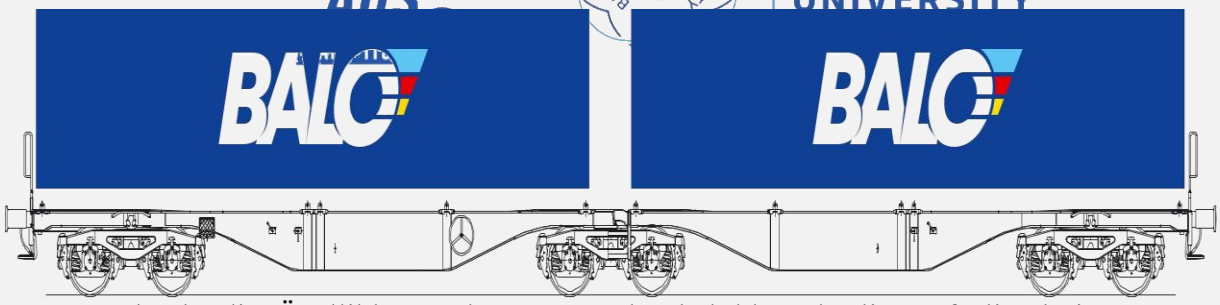


Kaynak: Çelebi Bandırma Limanı. http://www.portofbandirma.com.tr/

Yukarıda yer alan grafikler Bandırma Limanı'nda son yıllarda gerçekleşen işlem hacimlerini göstermektedir. Grafiklerde de görüldüğü gibi liman gerek ticari yüklerin elleçlenmesi, gerek RO-RO taşımacılığı gerekse İDO terminali ile bölgeye ve ülke ekonomisine çok önemli katkılar sağlamaktadır.

Yine aşağıda yer alan resimde de görüldüğü üzere, gerek Bandırma gerekse Marmara Denizi'ne kıyısı olan yerleşim yerlerinin gerçekleşen ve önümüzdeki yıllarda gerçekleşecek ulaşım projeleri ile birlikte çok önemli kazanımlar sağlayacağı





görülmektedir. Özellikle Bandırma açısından bakıldığında; liman faaliyetleri yanı sıra Bandırma - İzmir Yüksek Hızlı Tren Projesi, Bandırma – Bursa – Bilecik Yüksek Hızlı Tren Projesi ve İstanbul İzmir Otoyol Projesi gibi çok önemli yatırımların bölgenin potansiyelini mutlak surette artıracağı beklenmektedir(GMKA, 2013).

Kaynak: GMKA, 2013.

2. BALO Projesi ve Bandırma

BALO kavramı, Batı Anadolu Lojistik Organizasyonları projesinin baş harflerinin birleşmesiyle ortaya çıkmış bir kısaltmadır. BALO Projesi ile Batı Anadolu'daki sanayici ve ihracatçıya ait yüklerin, Avrupa'nın iç kesimlerine demiryolu ile ulaştırılması ve dolayısıyla ülkemiz ihracatına Avrupa pazarında rekabet avantajı sağlanması hedeflenmektedir. BALO Projesi aslında sadece Batı Anadolu'ya özgü olmakla kalmamış zamanla Türkiye'nin tüm bölgelerine ait olması gerektiğinden hareketle Ankara, Bursa, Denizli, Kayseri, Konya, Eskişehir ve Gaziantep gibi ihracatın yoğun olduğu Anadolu illerinde yapılan görüşmeler sonucunda bu illerin de BALO Projesi ile ihraç ürünlerinin Avrupa pazarlarına ulaştırılması hedeflenmiştir(Koşmaz, 2014:2). Böylece ülkemiz demiryolu taşımacılığı yeni bir dönüm noktasına gelmiş ve bu alanda yeni bir dönem başlamış olmaktadır.

Ülkemiz özel sektörünün en büyük kuruluşu olan Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) öncülüğünde Ticaret ve Sanayi Odalarımız, Ticaret Borsalarımız ve Organize Sanayi Bölgelerimizin de ortak olduğu bir modelle kurulmuş olan BALO Projesi ile yükler ihracatçının kapısından alınarak, yerel yük toplama merkezlerinde birleştirilecek ve Bandırma'dan, Tekirdağ'a Marmara Denizi'ni geçerek, Avrupa'ya ulaştırılması hedeflenmektedir. Proje kapsamında hem zamandan, hem de taşıma ücretlerinden tasarruf gerçekleşirken, Avrupa ülkelerinden Türkiye'ye gelecek yükler de yine benzer bir biçimde varış noktalarına ulaştırılmış olacaktır.

Mevcut durumda ihracatımızın yaklaşık % 52'lik kısmı deniz yolu, % 40'ı karayolu, % 7'lik kısmı havayolu ile yapılırken demiryollarımızın ihracatımızdaki payı yalnızca % 1 nispetindedir. Oysa ülkemizin ihracatı er geçen yıl artarken, ihracatımız Amerika'dan Avrupa'ya, Ortadoğu'dan Uzakdoğu'ya ürünlerini kıyasıya rekabet ederek satabilmektedir. Diğer yandan 2023 hedeflerimiz arasında yer alan 500 milyar $'lık ihracat hedefi de alternatif ihracat kanallarının yaratılmasını dayatmaktadır. Ayrıca bu durum daha fazla liman ve karayolu, daha fazla akaryakıt sarfiyatını ve karbon emisyonunu ortaya çıkararak ekonomik maliyetler yanında çevresel maliyetleri de getirmektedir. Oysa demiryolu taşımacılığının aktif hale getirilmesiyle ekonomik, dakik, karbon salınımı düşük ve çevreci bir taşıma gerçekleşmiş olacaktır.

BALO kapsamındaki taşımaların % 90'lık kısmı, karbon salınımı ve sera gazlarının az olduğu çevre dostu bir model olan demiryolu ile gerçekleşmesi planlanmaktadır. Sistemde standart 40'lık konteynerlere oranla daha fazla palet yüklenebilen, standart tır römorku hacmine eşit sayıda palet alan 45'HC (high cube) konteynerler kullanılmakta ve bu konteynerler, ilk hareketinden teslim anına kadar, ihracatçı tarafından BALO elektronik yük takip sistemi üzerinden izlenebilme imkânına sahiptir(Koşmaz, 2014:7).

Yurtiçindeki toplama merkezlerinden, 45'lik high cube konteynerlerle alınan yükler, blok ve tarifeli tren seferleri ile Anadolu ve Avrupa yakasındaki yük birleştirme merkezlerinde toplanmakta, yükler bu istasyonlarda gideceği merkezlere göre tasnif edilerek Avrupa kentlerindeki lojistik köylere ulaştırılmaktadır.

BALO, Türkiye'nin coğrafi konumu ve güçlü ortaklık yapısından kaynaklanan avantajlarıyla, tarifeli blok tren taşımaları ile Anadolu'dan Avrupa ve İskandinavya'ya ve Anadolu'dan Pakistan treni ile bağlantı sağlayarak, Orta Asya ve Uzak Doğu'ya demiryolu ile yük taşımayı amaçlamaktadır. BALO ile JSC Litvanya Demiryolları arasında imzalanan mutabakat doğrultusunda Türk ihraç yükleri, Litvanya – Belarus - Ukrayna ülkeleri arasında kombine taşımacılık yapan "VİKİNG TRENİ" proje hattına bağlanmaktadır. Anadolu'dan Litvanya, Belarus, Ukrayna, Rusya ve Polonya'ya gidecek olan ihraç yükleri, Viking hattı ile Samsun ve Derince limanlarından Karadeniz'i geçerek daha düşük maliyet ve daha kısa sürede ulaştırılırken diğer yandan ülkemize bu güzergâh üzerinden gelen yüklerin de yurt içinde dağıtımı ve Türkiye

üzerinden Ortadoğu ülkelerine transit geçişleri de bu organizasyon tarafından sağlanacaktır.

Hava koşullarından etkilenmeyen, ekonomik, güvenli, verimli ve çevreye duyarlı lojistik taşımacılığı hedefleyen BALO; Türk sanayici ve ihracatçısını ülkemizin ihracat hedefini yakalamada en önemli rolleri üstlenecek nitelikte lojistik organizasyonlar gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Avrupa Yük Birleştirme Merkezi'nden Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'nın Tekirdağ-Muratlı arasında yaptırdığı demiryolu bağlantı hattı ile Kapıkule'ye ulaşacaktır. Buradan tarifeli BALO blok trenleri, ülke sınırlarında geçiş belgesi sorunu yaşamaksızın, Avrupa varış noktalarındaki lojistik köylere doğru yola çıkarken hedef lojistik köylere varmadan önce, elektronik ortamda alıcı firmalara varış bilgisinin otomatik olarak geçilmesi ve teslimat programının yapılması hedeflenmektedir.

Aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi bir dorse yükün İstanbul'dan Düsseldorf'a kapıdan kapıya gidiş ve dönüş maliyeti ile aynı yükü taşıyan 45' HCPW (High Cube+ Palletwide) bir konteynerin maliyeti arasında bu proje lehine 700 € fark bulunmaktadır. Dolayısıyla Intermodal taşımalar, karayoluna kıyasla ihracatçı ve ithalatçı firmalar için oldukça önemli maliyet avantajları sağlamaktadır.

Tablo:1- Avrupa Yönlü Bir Taşımada Karayolu ve Demiryolu Karşılaştırması

Maliyet Unsurları	13,60 Standart Dorse Karayolu Servisi	45' HCPW Intermodal Servis
Türkiye İlk ve Son Taşımaları	Dâhil	600 Euro
Terminal Masrafları	Yok	200 Euro
Ana Güzergâh Maliyeti	5.000 Euro	2.900 Euro
Avrupa İlk ve Son Taşımaları	Dâhil	600 Euro
Toplam Maliyetler	***5.000 Euro***	***4.300 Euro***
Ek Maliyetler	ADR/RID farkı, kantar cezaları, yüksek bedelli eşya ek maliyetleri	Sabit maliyetler
Bir dorsenin İstanbul'dan Düsseldorf'a kapıdan kapıya gidiş ve dönüş maliyeti ile aynı yükü taşıyan bir 45' HCPW konteynerin maliyeti arasında Intermodal servis lehine en az 700 Euro fark bulunmaktadır.		

Kaynak: BALO Tanıtıcı Doküman 2015.

3. Sonuç ve Değerlendirme

Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği öncülüğünde oluşturulan BALO Projesi Türkiye'nin ekonomik büyümesi ve lojistik altyapısı anlamında çok önemli avantajlar barındırmaktadır. Bu Projenin önemli ayaklarından birisi olan Bandırma'da çok önemli bir bağlantı noktasında yer almaktadır. Bandırma'yı bu derece önemli kılan yıllardır İstanbul- İzmir aksında yer alan bir coğrafi konum yanında Bandırma Limanı'nın demiryolu bağlantısı olan sayılı limanlardan birisi olmasının da payı büyüktür. Bu

sebeple Proje'nin Bandırma Limanı'ndan Tekirdağ Muratlı aktarma noktasına denizyolu ile ulaşacak olması intermodal bir taşımayı gündeme getirmektedir.

Projenin gerçekleşmesi ile birlikte önemli avantajların sağlanması beklenmektedir. Bu avantajlardan bazıları; bölgedeki ticaret düzeyini artırmak, düşen toplam lojistik maliyetleri sayesinde Avrupa'daki mevcut Türk ihraç ürünleri daha rekabetçi satış koşullarına sahip olmak, mevsimsel servis aksaklıklarının önüne geçilerek devamlı ve düzenli bir trafik sağlamak, düşen toplam lojistik maliyetlerinin yarattığı imkânlarla daha önce mümkün olmayan ticari faaliyetlerin mümkün hale gelmesi, düzenli trafikler için istenilen her noktaya tarifeli ve maliyet avantajını arttıracak blok trenler organize edilebilmesi olarak sıralanabilir.

Ayrıca şoför, yol ve hava şartları, geçiş belgeleri gibi birçok gecikmeden etkilenmeyen demiryolu taşımaları zaman-fiyat dengesinde en avantajlı hizmeti yaratmakta olup tarifeli blok tren servisi sayesinde çıkış ve varış sürelerine tam hâkimiyet, insan kaynaklı hatalar nedeni ile gecikmelerin yaşanmaması, geçiş belgesi zorunluluğu olmaması, yol yasaklarının olmaması gibi üstünlüklerde bahis konusu olmaktadır.

Bütün bu sayılan avantajlar, hem zaman yönetimi açısından hem de güvenli ve ucuz taşımacılık yapma imkânı sağladığından bu projenin ivedilikle canlılığa kavuşmasının ülkemizin ekonomik çıkarları bakımından büyük önem arz ettiğine şüphe yoktur.

Bibliyografya

-Bandırma Ticaret Odası (2018), Güney Marmara'nın Parlayan Yıldızı Bandırma. http://www.bandirmaticaretodasi.org/media/bandirma.pdf

-Çelebi Bandırma Limanı (2018). Bandırma Limanı İstatistikleri, http://www.portofbandirma.com.tr/

-GMKA (2013). TR22 Güney Marmara Bölgesi 2014-2023 Bölge Planı, https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/TR%2022%20G%C3%BCney%20Marmara%20B%C3%B6lgesi%202014-2023%20B%C3%B6lge%20Plan%C4%B1.pdf

-Koşmaz, B. (2014). BALO Büyük Anadolu Lojistik Organizasyonlar, TOBB Yayınları.

-TOBB (2015). BALO Avrasya Tren Servisleri Hakkında Tanıtıcı Broşür.

-TOBB (2015). BALO Büyük Anadolu Lojistik Organizasyonlar.

The Preferability of Light Rail Transit Systems between Transportation Modes: Samsun Case

Ufuk Kırbaş[1*]

[1]*Ondokuz Mayıs University, Department of Civil Engineering, 55139, Atakum/Samsun/Turkey*

[*]*Corresponding Author: ufukkirbas@gmail.com, ufuk.kirbas@omu.edu.tr*

Abstract

Turkey gives great importance to the development of railway networks both in urban and national scale since the early 2000s. Particularly in urban transport, the development of rail systems is encouraged in order to increase the use of public transport and the quality of service provided to users. In this process, more than 350 km of urban rail systems have been put into service in 13 cities in the country, and rail system preparations are continuing in many provinces during the project and construction phases. The study investigated the preferences of people between transportation modes (types), the effects of the rail systems on this preference, and the satisfaction of the users of the light rail transit (LRT) system, which is used as a public transport mode. Samsun, which is an Anatolian city with an average size, was selected as a study area and data were collected by face to face survey with 2167 people determined by simple random sampling from different sexes, ages and occupational groups. Samsun city center was chosen as the study area in determining the people's preference between transportation modes. On the other hand, in evaluating user satisfaction, passenger satisfaction was assessed on the first and second stages of LRT (operating currently), which continues its activities rapidly and is about 34 km long, 43 stations and double line service when completed. For this purpose, a five-point Likert-type evaluation method was used. In addition, it has been tried to predict the change in demand between the different modes of transportation by completion of the third stage of the LRT which is going on in Ondokuz Mayıs University (OMU) main campus site.

Keyword: *Transportation planning; Public transportation; Light rail transit systems; User satisfaction*

Hafif Raylı Sistemlerin Ulaşım Modları Arasında Tercih Edilebilirliği: Samsun Örneği

Özet

Türkiye, 2000'li yılların başından itibaren gerek kentsel gerekse ulusal ölçekte demiryolu ağlarının geliştirilmesine oldukça önem vermektedir. Özellikle kentsel ulaşımda, toplu taşımacılığın daha fazla kullanılması ve kullanıcılara sunulan hizmet kalitesinin arttırılması amacıyla raylı sistemlerin geliştirilmesi teşvik edilmektedir. Bu hamle ile ülkede 13 adet şehirde 350 km'den fazla uzunlukta kentsel raylı sistem hizmete girmiş, proje ve yapım aşamasında birçok ilde de raylı sistem hazırlıkları devam etmektedir. Çalışmada, insanların ulaşım modları (türleri) arasındaki tercihleri, raylı sistemlerin bu tercih üzerindeki etkileri ve bir toplu taşıma modu olarak kullanılan hafif raylı sistemin (HRS) kullanıcılar açısından memnuniyeti araştırılmıştır. Ortalama büyüklükte bir Anadolu şehri olan Samsun, çalışma alanı olarak seçilmiş ve farklı cinsiyet, yaş ve meslek gruplarından basit tesadüfî örnekleme esası ile belirlenen 2167 kişi ile yüz yüze yapılan anket çalışması ile veriler toplanmıştır. İnsanların ulaşım modları arasındaki tercihlerinin belirlenmesinde Samsun şehir merkezi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Öte yandan, kullanıcı memnuniyeti değerlendirmesinde, çalışmaları hızla devam eden ve tamamlandığında yaklaşık 34 km uzunluğunda, 43 istasyonlu ve çift hatlı olarak hizmet vermesi planlanan HRS'nin işletmeye açılmış olan 1. ve 2. etabında yolcu memnuniyeti değerlendirilmiştir. Bu amaçla, beşli likert tipinde hazırlanan değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca, Ondokuz Mayıs Üniversitesi (OMÜ) merkez kampüs sahası içerisinde devam eden HRS'nin 3. etabının açılması ile farklı ulaşım modları arasındaki talebin değişimi tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Ulaşım planlama; Toplu ulaşım; Hafif raylı sistemler; Kullanıcı memnuniyeti*

1. Introduction

Today, transportation has become one of the most important parts of daily life. Along with the increase of fast and distorted urbanization, the possibility of accessibility has become the first place as a problem, in urban life especially. The problems brought by urbanization, industrialization and population increase are negatively affecting people's life in terms of being able to access mostly. Incorrect policies and practices in transportation and traffic threaten urban life and also, adversely affect economic development.

As a transportation policy in the country, a large part of the passenger and freight traffic from the 1950s to the present day is provided by highways and roads. Therefore, almost all the budget allocated for transportation has been spent on highway investments. It has been understood that this priority given to the highway is a great loss in terms of the country's economy due to the high dependency on the external energy used by vehicles, the low traffic safety and the negative effect on the environment. On the developing consciousness in recent years, it has been noticed that the highway and the railway are complementary elements.

Because of the unprecedented increase in the number of tire-wheeled vehicles in the cities, transportation policy has changed towards the transportation of people instead of the transportation of vehicles and public transportation has started to be encouraged. In addition to urban rail systems in the country, there are public transport systems built with ferryboats, city buses, express city buses (reduced number of stops), minibuses operated privately and operated on a specific route, taxi-minibuses operated privately and operated on a specific route with private car type small vehicles. Various operating options are preferred, either as government, private partnerships or both. Due to the population, development, economic situation, geopolitical importance, land structure of the cities, various systems are mostly preferred in public transportation in various cities. On the other hand, it is known that rail systems are frequently preferred by users in many aspects, including reliability, comfort and economy in the cities where they are currently operating (Alpkokin, Topuz Kiremitci, Black, & Cetinavci, 2016). In addition,

rail systems have come to the forefront in terms of their potential to carry more passengers by using much less land and technology's ability compared to the highway. Rail systems are much more advantageous than other modes of transportation in terms of reliability, punctuality, speed, safety, comfort and economy. Nowadays, the state of the art systems have become indispensable parts of metropolitan cities.

Trams emerged as a product of the industrial revolution, which began to change the appearance of the world in the 1800s. The first railway line for urban passenger transport was opened in 1832 in Harlem, New York. In Turkey, the first began to be used between Karaköy and Beyoğlu in Istanbul in 1869 (Baştürk, 2014). There are studies in the literature that investigate different modes of public transport and investigate the location of rail systems in public transport. Alpkökin et al. have evaluated railway systems built and operated in 11 different cities in their study [1]. At the same time, comparative evaluation of rail systems and operating policies were explained. Babalık-Sutcliffe, in the study, compared the public transport system operated in large cities in Turkey and has made recommendations on improving the operating policy (Babalık-Sutcliffe, 2016). In the Gössling study, transportation modes used in urban transport were compared using different parameters (Gössling, 2016). In the study, the results were evaluated using parameters such as reducing accidents, eliminating noise and air pollution, increasing social activities, and increasing quality of life.

There are also studies in the literature aimed at determining passenger satisfaction of various operators. Girginer and Cankuş investigated the satisfaction of the tram which continues to be operated in Eskişehir (Girginer & Cankuş, 2008). In the study, passenger satisfaction was modeled using logistic regression analysis method. Tripp and Drea investigated the satisfaction of the customers for the fees paid for the operation of the rail systems (Tripp & Drea, 2002). The study assessed the Amtrak passenger rail route in Illinois. Çubuk and Türkmen examined the place and suitability of the third subway in the urban transport plan, emphasizing the importance of rail transport systems in transportation plans in Ankara (Çubuk & Türkmen, 2003). Öncü examined the conditions for switching to rail systems in large cities and proposed strategies for

switching to rail systems by comparing light rail systems with other public transport vehicles (Öncü, 1999).

As can be seen from the literature review, there are studies about people's preferences between different modes of transportation and user satisfaction of the tram which is a railway transportation vehicle. The study investigated the preferences of people between transportation modes, the effects of these systems on this choice, and the satisfaction of users of the light rail transit (LRT) system used as a public transport mode. Samsun was selected as a study area and data were collected by face-to-face surveys with 2167 people determined by simple random sampling from different sexes, ages and occupational groups.

2. Materials and Methods

2.1. Samsun City and Transportation Modes

Samsun, which is a medium-sized city with a population of approximately 1,300,000, is located in the north of the Black Sea region of Turkey with a surface area of 1,055 km^2. The city center consists of four local administrative districts: İlkadım, Atakum, Canik and Tekkeköy. Almost half of the population lives in the city center. The location of Samsun is seen in Fig.1. The transportation modes used for transportation of people in the city center are as follows; passenger car, LRT, city buses, express city buses (reduced number of stops), taxi, minibuses operated privately and operated on a specific route, taxi-minibuses operated privately and operated on a specific route with private car type small vehicles.

Fig.1. The location of Samsun.

The first stage of the LRT, which continues to operate in Samsun, was constructed as a 15.6 km length 21 stations and opened to service in 2010. The second phase was constructed at 12.9 km length and opened to service in 2017 as a 15 stations. The third stage, which is still under construction, is planned as 7 stations with a length of 5.5 km. When the LRT line designed parallel to the Black Sea is completed, it is planned to serve at approximately 34 km length and 43 stations. The route of LRT, which carries an average of 63000 passengers per day, is seen in Fig.2 together with the construction stages.

Fig.2. Samsun LRT route and stations together with construction stages.

The rail system is positioned along the coastline where the slope does not change much due to the geographical structure of the zone in the first and second stage. For this reason, 22 ringing lines are allocated where tire-wheeled buses are operated to meet the passenger demand for passengers in the vertical direction of the seaside. Ring lines carry passengers to the rail system for a small fee and provide passenger feed to the system. In the third phase, which is still under construction, the line is planned to enter the main campus of Ondokuz Mayis University (OMU) where there is a lot of travel demand. At this stage, where the land structure is mountainous, there is a compulsive section of approximately 900 m length and 6.4% longitudinal slope.

2.2. Survey

Students studying in different departments of OMU and citizens living in different parts of Samsun constitute the research universe of this study. In this universe, data were collected by face-to-face surveys with individuals chosen on the basis of simple random sampling to determine the choice of transport mode and LRT user satisfaction. Additionally, questions have been prepared for individuals who are on campus but do not use LRT. With the information obtained from here, it was determined that the reasons for not using the LRT and how to change the transportation mode preference of LRT will be taken into the campus. These questions were addressed to 2167 people and the survey study was completed. When the survey data were analyzed, it was seen that 43.8% of the surveyed subjects were women (814 persons) and 56.2% (1044 persons) were men in transportation mode preference and LRT user satisfaction survey. When evaluated according to educational level, 1.02% of the subjects were uneducated, 9.31% were primary school graduates, 5.22% were secondary school graduates, 26.86% were high school graduates, 57.59% were university students or university graduates. 16% of the participants were found to be in the 15-17 age range, 40% to 18-24 age range, 11% to 25-34 age range, 11% to 35-44 age range, 9% to 45-54 age range, and 13% were over 55 years of age. The rate of using LRT of subjects participating in the survey at least 1 day per week was 70.6%, while the rate of rarely using or not using LRT was 29.4%.

3. Results

3.1. The Preferences of People between Transportation Modes

In the survey participants who used public transportation, it is seen that the percentage of the owners of any vehicle is 23.3% while the percentage of the not owners of vehicles is 76.7%. On the other hand, when the people who do not have any car asked that "Do you continue to use public transport if you have any vehicle?", it is understood that 33.3% of the people will continue to use public transportation, while 66.3% of them do not use public transportation.

Moreover, in the study, preferences were investigated among the different modes of transportation used by people in the city. In case there is a discrepancy between people's relative assessments, the preference of each transportation mode according to LRT has been examined. In the scope of the study, in order to be able to evaluate the relativity, taxi and taxi-minibuses operated privately and operated on a specific route with private car type small vehicles which is used as a mode of transportation in the city but does not share the same routes as LRT have not been evaluated. The modes taken into consideration are passenger car, LRT, city bus, express city bus (reduced number of stops), minibuses operated privately and operated on a specific route. In the dual comparisons, it is observed that 74.4% private car is preferred by the users between LRT and private car, 59.1% LRT is preferred by the users between LRT and minibus, 62.1% LRT is preferred by the users between LRT and express bus, 73.8% LRT is preferred by the users between LRT and city bus. The results are shown graphically in Fig.3.

When the results are compared, it is seen that private car is preferred by 48.9% more than LRT. In addition, it is understood that minibus is preferred 18.3% less than LRT, express bus is preferred 24.2% less than LRT and city bus is 47.7% preferred less than LRT. According to this assessment, it is clear that the preferred ranking among transportation modes is private car, LRT, minibus, express bus and city bus. Relative evaluation between modes is shown in Table 1.

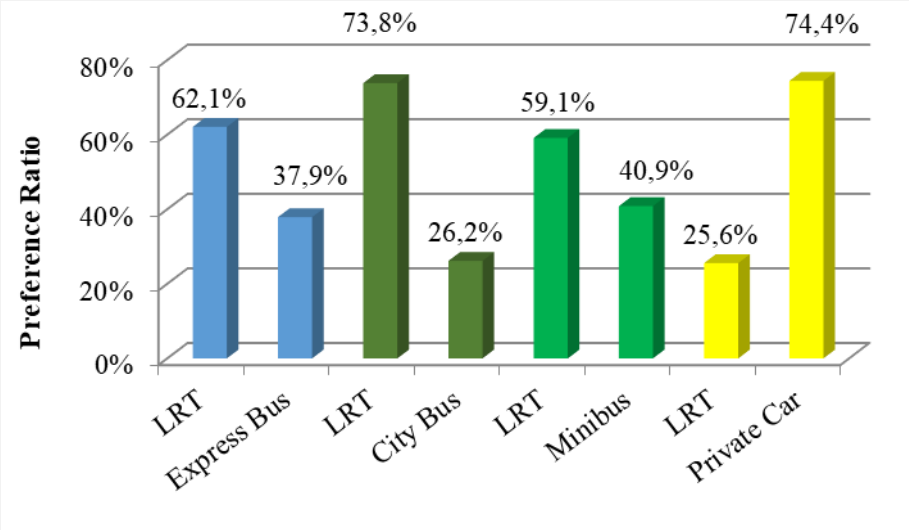


Fig.3. Preference ratios of transport modes compared to LRT.

Table 1. Relative evaluation between transport modes.

Private Car	LRT	Minibus	Ekspress Bus	City Bus
48.9%	0	-18.3%	-24.2%	-47.7%

3.2. The Satisfaction of Users of the LRT system

In order to evaluate the satisfaction of LRT from the point of view of the users, passengers were asked to specify their satisfaction levels in terms of various criteria by using the five-likert method. According to 11 criteria including LRT vehicle waiting time, access to stations, security level in the station, behavior of security officers, travel time, crowd level in vehicles, air conditioning system of vehicles, cleanliness of train stops and stations, driving performance of machinists, compliance with vehicle schedules, information on transportation service satisfaction was compared. The satisfaction rates of users for each criterion are shown in Fig.4. In order to translate user responses to substantial results, in the five-choice satisfaction rate scale, all of the very dissatisfied and dissatisfied respondents and half of the neutral respondents were combined and the answers were collected under the heading dissatisfied. And also, all of the very satisfied and satisfied respondents and half of the other neutral respondents were combined and the answers were collected under the heading satisfied. It is

observed that the users are satisfied by 78.8% in cleanliness of train stacks and stations benchmark, 72.4% in behavior of security officer benchmark, 67.6% in access to stations benchmark, 65.4% in security level in station benchmark and 61.1% in driving performance of machinist benchmark. On the other hand, it was seen that the users are not satisfied by 71% in the crowd level in vehicles benchmark. In LRT vehicle waiting time, travel time, air conditioning system of vehicles, compliance with vehicle schedule and information on transportation service evaluation criteria, it is observed that the users have a satisfaction rate between 50% and 60%. When LRT's satisfaction on the users is examined according to all criteria, it is understood that 45.8% is satisfied from LRT, 27.5% is neutral and 26.7% of the remaining is not satisfied. It is observed that 59.1% of the users are satisfied and 40.9% of the users are not satisfied when the neutral users are distributed. It is understood that LRT users are generally not satisfied with the crowded rate of vehicles, while the access to the stations, the level of safety in the station, and cleanliness are satisfied.

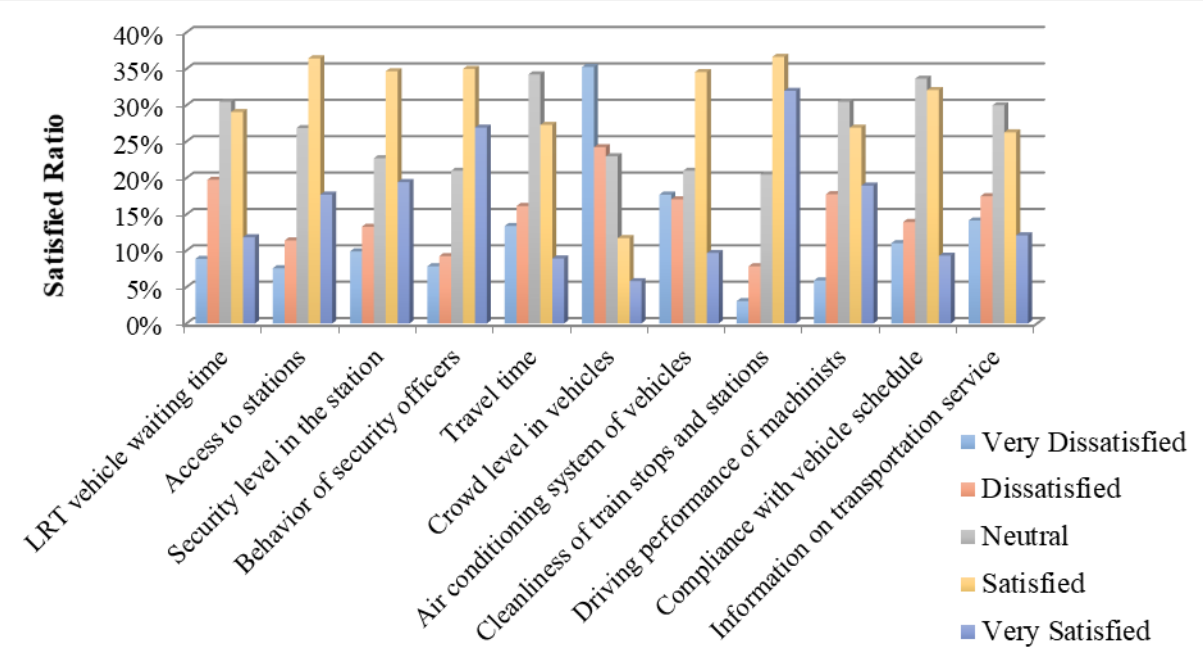


Fig.4. Users' satisfaction rates for each rating criterion.

3.3. The Effects of the Rail Systems on the Preferences of People between Transportation Modes

The educational buildings, recreation areas, hospitals, etc., which are located on the OMU main campus, are the demand points of the urban transportation for the residents and students of the city. For this reason, many trips are being made to the OMU main campus during the day using many different modes of transportation. The OMU main campus is located at the western end point of the operating LRT system (see Fig.2). In order to facilitate access with LRT, free ring services are provided from the last station of the rail system to the campus with low-level tire-wheeled buses. Since this free bus transfer has lost its economic ability, the LRT is being enlarged into the OMU main campus in the third stage. This third phase of LRT is planned as 7 stations and 5.5 km long and is still under construction. In order to determine the preferences of people on the subject of the guided system, first of all, the reasons why citizens and students who want to reach OMU main campus are not choosing the LRT were investigated. It was understood that the subjects who did not use LRT, 39.5% of those because of had to make bus transit, 26.2% of those because of long travel time, 15.5% of those because of found that LRT travel fee is high and 18.8% of those because of the other reason like that close to the house, the house is too far from the stations etc. The results are shown graphically in Fig.5. However, considering that 39.5% of the subjects do not prefer LRT because of the transfer of buses, it comes to the conclusion that the third phase of LRT's construction is an accurate investment. In the second evaluation, in order to access OMU main campus, it was determined that 33.7% of the subjects who did not use LRT from the surveyed were used private cars, 35% of them were used express bus, 16.2% of them were used city bus and 15.2% of them used were minibuses. The results are shown graphically in Fig.6. In the last evaluation, when the LRT reaches the OMU main campus and people have the opportunity to travel uninterrupted (nonstop), it is researched whether or not they will use LRT. As a result of the evaluation, with the completion of the third phase, 56% of those who do not use LRT will start using LRT and 44% will continue using the transport mode they used before. With this approach, it

is noteworthy that when 56% of passengers accessing the campus by private car give up their private cars, the road traffic will decrease by about 19%. Moreover, it is also clear that, when the implementation of bus transport will be terminated with the completion of the third phase of the LRT, there will be very significant positive impacts on road traffic of LRT.

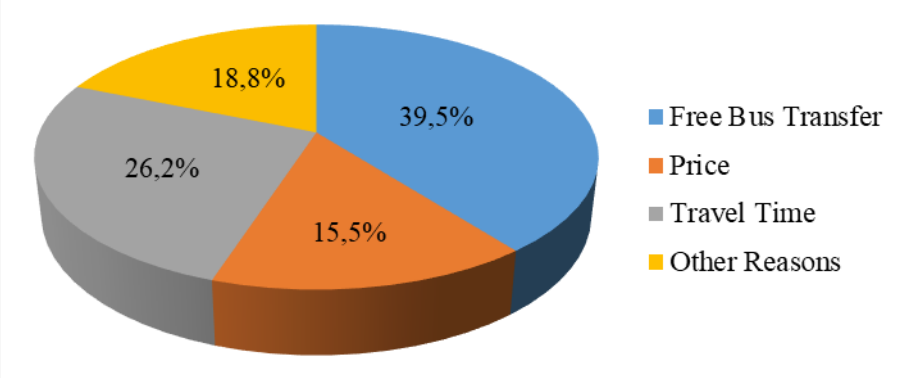
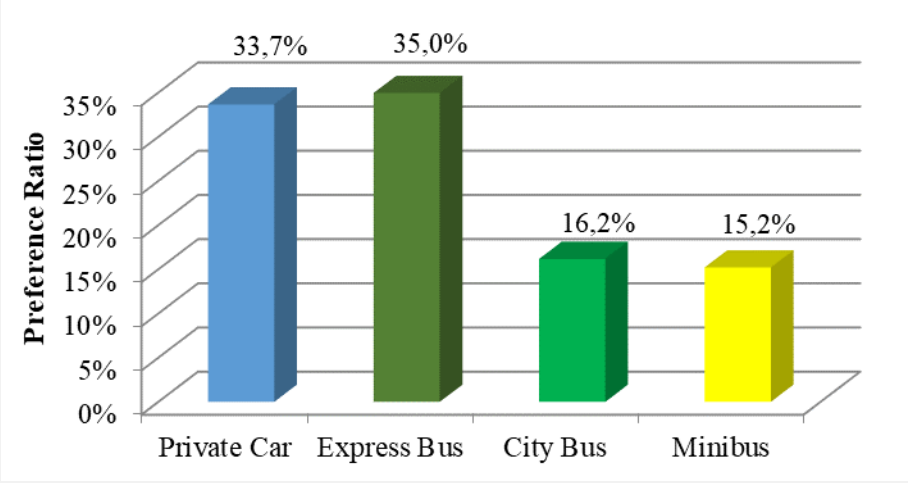


Fig.5. Reasons why LRT is not



preferred.

Fig.6. The preference ratio of OMU main campus transportation mode.

4. Discussion and Conclusions

In the study, preferences and effects were investigated among the modes of transportation under three main headings as the preferences of people between transportation modes (types), the effects of the rail systems on this preference, and the satisfaction of the users of the light rail transit (LRT) system. As a result of the evaluations, respectively, it is seen that the most preferred modes of transportation are

private cars, LRT, minibuses, express buses and finally city buses in the Samsun city. When the satisfaction of LRT on the users is examined, it is seen that 59% of the admissions are satisfied and 41% are not satisfied. In general, it is understood that the users of the LRT are satisfied with the access to the stations, the level of safety in the station and the cleanliness, while are not satisfied with the crowd in the vehicles. Hence, it is expected that the passenger car traffic entering the OMU main campus at peak hours in the morning will decrease by 19% with the completion of the ongoing third stage and the change in demand modes.

Acknowledgements

The author acknowledges the support given by Istanbul University and Ondokuz Mayis University. The author thanks to Muhammet Altaş, Aydın Külekoğlu and Nuray Bakır for their support for field survey.

References

Alpkokin, P., Topuz Kiremitci, S., Black, J. A., & Cetinavci, S. (2016). LRT and street tram policies and implementation in turkish cities. Journal of Transport Geography, 54, 476-487. doi:10.1016/j.jtrangeo.2015.10.004

Babalık-Sutcliffe, E. (2016). Urban rail operators in Turkey: Organisational reform in transit service provision and the impact on planning, operation and system performance. Journal of Transport Geography, 54, 464-475. doi:10.1016/j.jtrangeo.2015.08.008

Baştürk, G. (2014). Research of the Urban Mass Transit Rail Systems and Comparasion with Worldwide Examples. (Transportation and Communication Expert Thesis), Ministry Of Transport, Maritime Affairs And Communications, Ankara.

Çubuk, M. K., & Türkmen, M. (2003). Urban Transportation with Railway in Ankara. J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ., 18(1), 125-144.

Girginer, N., & Cankuş, B. (2008). Measuring the Traveller Satisfaction of Tram Using Logistic Regression: A Case Study of Estram. Journal of Management and Economics, 15(1), 181-193.

Gössling, S. (2016). Urban transport justice. Journal of Transport Geography, 54, 1-9. doi:10.1016/j.jtrangeo.2016.05.002

Öncü, E. (1999). Conditions For Rail System In Our Cities. Engineer and Machinery, 1(4), 19-30.

Tripp, C., & Drea, J. T. (2002). Selecting and promoting service encounter elements in passenger rail transportation. Journal of Services Marketing, 16(5), 432-442. doi:10.1108/08876040210436902

Metin Madenciliği Tekniği Yardımıyla Akıllı Ulaşım Sistemleri Üzerindeki Duygu Analizi

Mübin Özkul, Mehmet Tektaş

Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Balıkesir/Bandırma , 10200 , Türkiye , mubinozkul@gmail.com

Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi , Balıkesir/Bandırma, 10200, Türkiye , mtektas@bandirma.edu.tr

Özet

Çalışmamızdaki amaç bireylerin akıllı Ulaşım Sistemleri üzerindeki bakış açılarının/düşüncelerinin ne yönde olduğunu incelemektir. Bu merak doğrultusunda ilerlediğimiz çalışmada veri madenciliğinin bir alt dalı olarak kabul edilen, doğal dil işleme yöntemi ile özellik çıkarımında bulunulan ve daha çok istatistiksel olarak metin üzerinden sonuçlara ulaşmayı hedefleyen metin madenciliği tekniği uygulanmıştır. Analizimizde Rapidminer programı aracılığıyla Akıllı ulaşım sistemleri, otonom araçlar ve trafik yoğunluğu kelimelerinin twitter sosyal ağında kaç defa tekrar edildiğine dair sayısal sonuçlara ulaşacağız. Daha sonra AYLIEN Text Analysis uygulamasındaki duygu analizi yöntemi kullanılarak önceden belirlediğimiz kelimeler üzerinde bireylerin olumlu, olumsuz veya tarafsız yaklaşımını inceleyip, çıkan sonuçları grafiklerini ortaya koyacağız.

Anahtar kelimeler: *Akıllı Ulaşım Sistemleri, Otonom Araçlar, Trafik yoğunluğu, Metin Madenciliği*

Abstract

The aim of our work is to examine the direction of individuals' thoughts on Intelligent Transportation Systems. In this study, which is considered to be a sub-branch of Data Mining, the text mining technique, which is used by natural language processing method and which aims to achieve statistical results through the text, has been applied. Through our RapidMiner program, we reached the numerical results of how many times intelligent transport systems, autonomous vehicles and traffic density words were repeated in the twitter social network. We then examined the positive, negative, or neutral approach of the individuals on the three keywords we identified using the emotional analysis method in AYLIAN Text Analysis and displayed the resulting graphs.

Key words: *Intelligent Transportation Systems, Autonomous Vehicles, Traffic intensity, Text Mining*

1. Giriş

Günümüzde iletişim ve bilişim teknolojilerinin hızlı bir gelişim sergilemesi ulaştırma sistemleri üzerinde de olumlu bir etki yaratmaktadır. Akıllı Ulaşım Sistemleri şeklinde ifade ettiğimiz bu kavramda ulaşılmak istenen hedef; seyahat sürelerinin kısaltılması ve trafik güvenliğinin arttırılmasıdır. Akıllı Ulaşım Sistemleri bireyler açısından daha seri düşünme ve kararlar verme olarak da ifade edilebilir. Uluslararası Yol Federasyonu (International Road Federation – IRF) AUS amaçlarını; Güvenli yollar ve güvenli sürüş, sürdürülebilir yol ulaşımının sağlanması, veri toplanması, veri transferi, işlenmesi ve analizi, bilinçli karar verme olarak belirlemiştir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun 14 Eylül 2017 yılında yaptığı açıklamaya göre Türkiye'de otomobil sayısı 11 milyon 740 bine ulaşmıştır. Ülkede her 6,8 kişiye bir otomobil düşmektedir. Rakamlar göz önüne alındığında araç sayısının çok fazla olduğunu ve ülkemizde ulaşım sıkıntısının kaçınılmaz bir sorun olduğunu söyleyebiliriz ve sonucunda da bireylerin güvenli, ekonomik, kısa sürede ulaşımı hatta enerji verimliliği sağlanarak ülke ekonomisine katkısı ve çevreye daha az zarar verilmesi açısından Akıllı Ulaşım Sistemleri gözbebeği konumuna gelmektedir.

2. Metin Madenciliği

Metin madenciliğinin geçmişi 1980'li yıllara dayanmaktadır fakat 2000'li yıllarda yaygınlaşmıştır. Tanımsal olarak metin madenciliği, herhangi bir metni veri kaynağı kabul ederek bu metinler üzerinden yapısallaştırılmış veri elde etme sürecine denir. Örneğin metin üzerinde duygusal analiz, metnin sınıflandırılması ve konu çıkarılması vb. gibi çalışmalar yapılabilir.Metin madenciliği veri madenciliğinin bir alt dalı olarak kabul edilir ve ikisini birbirinden farklı kılan özellik ise veri madenciliğinde kalıplar düzgün veri tabanlarından çıkartılırken metin madenciliğinde ise doğal dil metinlerinden çıkarılmasıdır. (ŞEKER, 2014)

Oxford sözlüğü de metin analizini; büyük yazılı kaynak koleksiyonlarının, özellikle bilgisayar yazılımları kullanılarak yeni bir bilgi üretmek amacıyla incelenmesi veya uygulama yapılması olarak tanımlar. (TETİK, 2017)

Metin madenciliği çalışmaları özellikle yayıncılık, otomatik reklam yerleştirme, arama/bilgi erişimi ve sosyal medya gözetlemesi alanlarında kullanılmaktadır. Metin Madenciliği genelde şu problemlerle ilgilenir; Enformasyon Getirimi, Adlandırılmış Varlık Tanıma, Örüntüsü Tanımlı Varlıkların Bulunması, İlişki, Kural, Olay Çıkarımları, Duygu Analizi (ŞEKER, 2014)

3. Metin Madenciliğinin İlgilendiği Problemler

a) Enformasyon Getirimi=İlgilenilen konu hakkında ön bilginin toplandığı aşamadır.
b) Doğal Dil İşleme Aşaması=Metinden özellik çıkarımı ve bazı anlamsal bilgilerin elde edilmesi aşamasıdır.
c) Adlandırılmış Varlık Tanıma= Metin işleme aşamasında istatistiksel bazı özelliklerin çıkarılması için kullanılır.
d) Örüntüsü Tanımlı Varlıkların Bulunması= Bazı durumlarda, metnin içerisinden özel bazı bilgilerin metin madenciliğine konu olması mümkündür. Örneğin e-posta adresleri, telefon numaraları, adresler, tarihler gibi bazı bilgileri özel olarak almak isteyebiliriz.
e) İlişki, Kural, Olay Çıkarımları= Çeşitli amaçlarla metnin içerisinden bazı bilgilerin çıkarılması
f) Duygu Analizi(Sentiment Analysis)= Metinlerde geçen duygusal ifadelerin çıkarılmasını amaçlar.

4. Duygu Analizi

Son yıllarda, özellikle Twitter mesajları olmak üzere çeşitli sosyal medya ortamlarından elde edilen veriler üzerinde, duygu analiz teknikleri kullanılarak yapılan çalışmalar yatırmacıların ilgisini çekmektedir. (Tang, Huifeng, Tan, & Cheng, 2009)

Twitter farklı kültür ve seviyeden milyonlarca kullanıcı kitlesine sahip olduğu için farklı dillerde ve içeriklerde mesajlar toplamak mümkündür. (Pak, Alexander, & Paroubek, 2010)

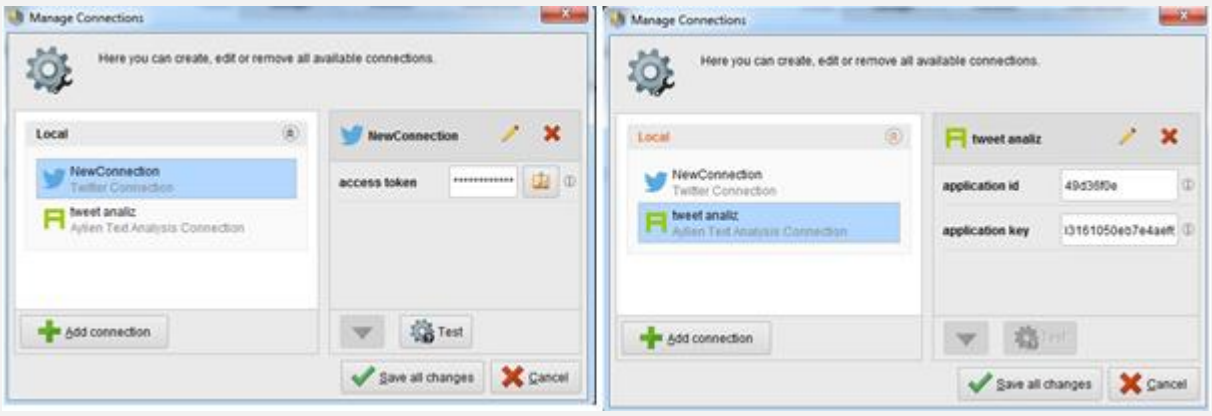
Tanımsal olarak duygu analizi temel olarak bir metin işleme (text processing) işlemi olup verilen metinin duygusal olarak ifade etmek istediği sınıfı belirlemeyi amaçlar. Duygu analizinin ilk çalışmaları duygusal kutupsallık (sentimental polarity) olarak geçmekte olup verilen metni olumlu (positive), olumsuz (negative) ve tarafsız olarak sınıflandırmayı amaçlamaktadır. (ŞEKER, 2016) Duygu analizi, her bir mesajın bir kategoriyi temsil ettiği bir doküman sınıflandırma işlemi olarak düşünülebilir. (Prabowo, Rudy, & Thelwall, 2009)

4. Metodoloji

4.1. Verilerin Toplanması

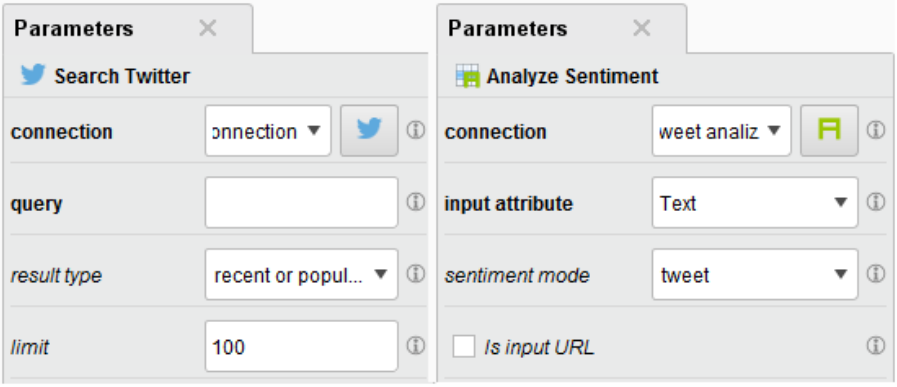
Veriler RapidMiner programı kullanılarak toplanmıştır. RapidMiner makine öğrenmesi, veri madenciliği, metin madenciliği, tahmin edici analiz ve iş analizi amaçlarına yönelik olarak geliştirilmiş bir yazılım platformudur.

4.2. Veri Toplama Süreci



İlk olarak RapidMiner programına duygu analizi yapabilmek için AYLIEN Text Analysis paket programı indirilmiştir. Daha sonra RapidMiner programı ara yüzüne

"Twitter Search" operatörünü ekliyoruz. Ardından bir Twitter Connection oluşturularak herhangi bir Twitter hesabı ile bağlantı kurulup Twitter Application oluşturulmuştur. Daha sonra duygu analizi yapabilmek için "Analyze Sentiment" operatörü eklenmiş ve önceden AYLIEN sitesine üyelik oluşturup aldığımız "Application id" ve "Application Key" kodları girilmiş ve bağlantı kurulmuştur.

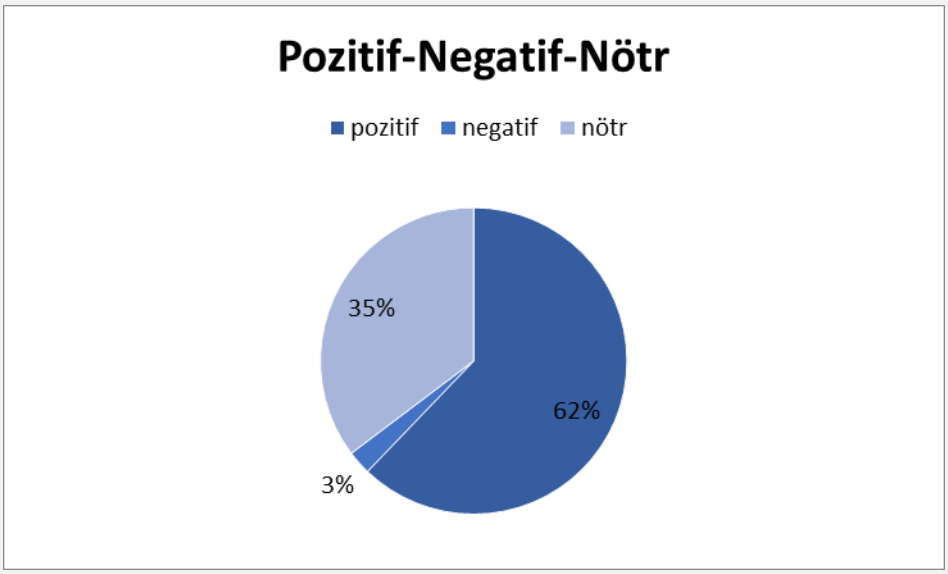


Twitter Search operatöründe "query" kısmına aramak istediğimiz kelimeyi yazıyoruz. "Limit" kısmında ise arayacağımız maximum tweet sayısını belirliyoruz."Result Type" kısmında ise "recent or popular" seçeneğini tercih ederek güncel ve popüler tweetleri aratıyoruz. Analyze Sentiment operatöründe ise "input attribute" kısmından Text seçeneğini seçiyoruz, "Sentiment mode" kısmında ise tweet seçeneğini tercih edip analizimize başlıyoruz.

5. Akıllı Ulaşım Sistemleri ile İlgili Atılan Tweetlerin Duygu Analizi Sonuçları

Row No.	Id	polarity_confidence	subjectivity_confidence	polarity	subjectivity	Created-At	From-User
1	9852016517...	0.653	0.575	positive	subjective	Apr 14, 2018 ...	riyanto
2	9851719810...	0.653	0.575	positive	subjective	Apr 14, 2018 ...	Mae_denz
3	9851186741...	0.653	0.575	positive	subjective	Apr 14, 2018 ...	NarGanie
4	9851020859...	0.653	0.575	positive	subjective	Apr 14, 2018 ...	Almubarraq
5	9851009330...	0.551	0.982	neutral	objective	Apr 14, 2018 ...	Svetlana
6	9850828241...	0.653	0.575	positive	subjective	Apr 14, 2018 ...	Deckstablest...
7	9850685050...	0.653	0.575	positive	subjective	Apr 14, 2018 ...	анастасия
8	9850552917...	0.653	0.575	positive	subjective	Apr 14, 2018 ...	Sayang
9	9850534293...	0.653	0.575	positive	subjective	Apr 14, 2018 ...	Ekram Hasan
10	9850517592...	0.653	0.575	positive	subjective	Apr 14, 2018 ...	COSMOT90#...
11	9849919263...	0.653	0.575	positive	subjective	Apr 14, 2018 ...	maya
12	9849735259...	0.653	0.575	positive	subjective	Apr 14, 2018 ...	fara_buduk
13	9848713664...	0.653	0.575	positive	subjective	Apr 13, 2018 ...	Anna Pushkar
14	9848707182...	0.653	0.575	positive	subjective	Apr 13, 2018 ...	Angelica
15	9848560456...	0.653	0.575	positive	subjective	Apr 13, 2018 ...	Denis Serafi...
16	9848463358...	0.653	0.575	positive	subjective	Apr 13, 2018 ...	Chiki Mya

Analiz sonucuna baktığımızda polarity_confidence bize duygu analizi katsayılarını, polarity ise atılan tweetin duygu düzeyini göstermektedir. Subjectivity_confidence ise bize öznellik katsayısını, subjectivity ise atılan tweetlerin öznel ya da nesnel oldukları hakkında bilgi vermektedir.



Analiz sonuçlarımızda pozitif tweet sayısı 74, negatif tweet sayısı 3, nötr tweet sayısı 42 olmak üzere toplamda 119 Tweet'e ulaştık. Sonuçlarımızı grafik üzerinde incelediğimizde Akıllı Ulaşım Sistemleri hakkında atılan Tweetlerin %62'si olumlu,%3'ü olumsuz ve %35'inin ise tarafsız olduğu görülmektedir. Twetter kullanıcılarının akıllı ulaşım sistemleri hakkında attıkları tweetleri incelediğimizde kullanıcıların genelinin olumlu bir görüşe sahip olduğunu görülmekteyiz.

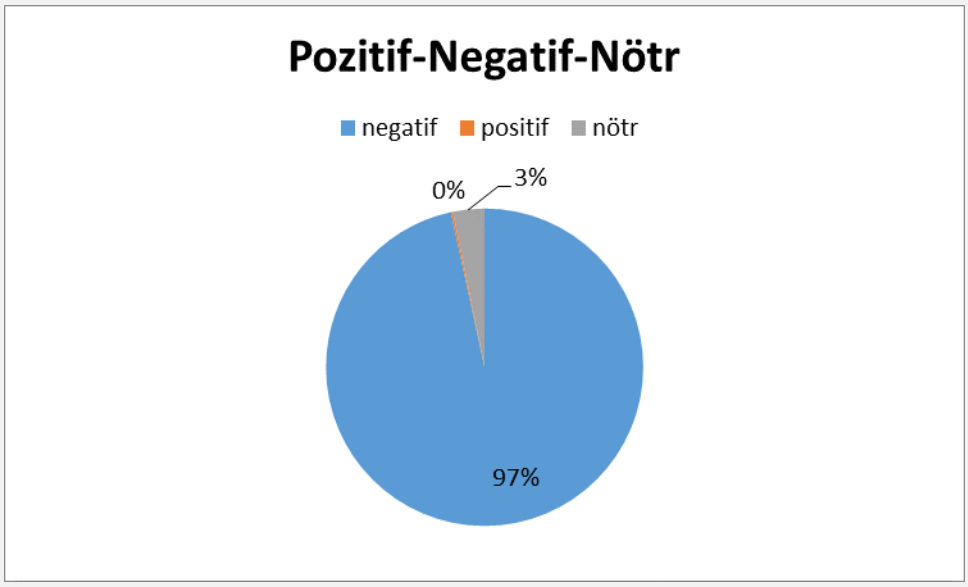
Kullanıcıların akıllı ulaşım sistemleri hakkındaki atıkları tweetleri öznel ya da nesnel olma durumlarına göre incelediğimizde atılan Tweetlerin 83 tanesinin öznel yorumlar

olduğunu 36 tanesinin ise nesnel yorumlar olduğunu görmekteyiz. Analiz sonuçlarını yüzdelik olarak yorumladığımızda %70'inin öznel ve %30'unun ise nesnel yorumlar olduğunu görmekteyiz.

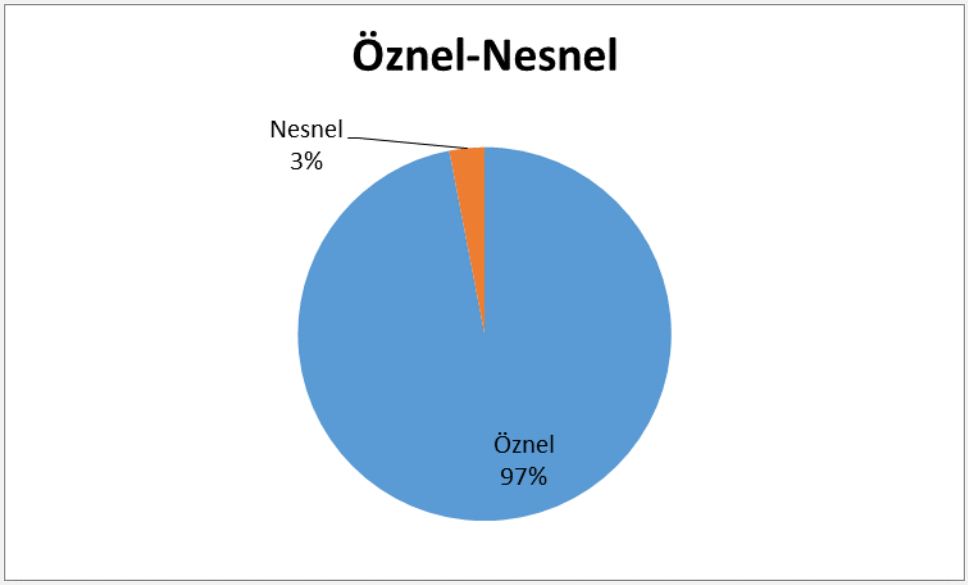
6. Trafik Yoğunluğu İle İlgili Atılan Tweetlerin Duygu Analizi Sonuçları

Row No.	Id	polarity_con...	subjectivity_...	polarity	subjectivity	Created-At	From-User	From-User-Id
1	9847619099...	0.979	1	negative	subjective	Apr 13, 2018 ...	Hassaan Niazi	131094666
2	9844788544...	0.748	1.000	negative	objective	Apr 12, 2018 ...	Mehr Tarar	588587397
3	9818711294...	0.491	1	neutral	subjective	Apr 5, 2018 3:...	Ali-A	155620461
4	9852316203...	0.976	1.000	neutral	objective	Apr 14, 2018 ...	Wahono Kolo...	165109538
5	9852313273...	0.952	1.000	neutral	objective	Apr 14, 2018 ...	Old Man Stuart	52622109
6	9852312602...	0.929	1.000	neutral	objective	Apr 14, 2018 ...	Beat Squad ...	3301910092
7	9852309643...	0.729	1	neutral	subjective	Apr 14, 2018 ...	Piehole Need...	16167428
8	9852303860...	0.945	1.000	neutral	objective	Apr 14, 2018 ...	Jonathan Hall	43435534
9	9852298281...	0.581	0.796	neutral	objective	Apr 14, 2018 ...	□¢Y8S□ □u...	509103872
10	9852298068...	0.525	1	positive	subjective	Apr 14, 2018 ...	Chandler	1029321258
11	9852297598...	0.930	1	neutral	subjective	Apr 14, 2018 ...	Jill Ragan	3125515909
12	9852295922...	0.570	1	positive	subjective	Apr 14, 2018 ...	Suresh Kumar	8704824944...
13	9852288597...	0.721	1.000	neutral	objective	Apr 14, 2018 ...	घुमक्कड़	113629111
14	9852286082...	0.493	1.000	negative	objective	Apr 14, 2018 ...	Jacques Oeuf	505746509
15	9852282659...	0.974	1.000	neutral	subjective	Apr 14, 2018 ...	Marcelo Inácio	1036277450

Çıktıda Twitter kullanıcılarının trafik yoğunluğu ile ilgili attıkları tweetlerin duygu analizi, Öznellik-Nesnellik sonuçları ve bunların katsayıları görülmektedir. Ayrıca kullanıcıların isimleri ve tweet attıkları tarih bilgilerini de görmekteyiz.



Trafik Yoğunluğu ile ilgili atılan 2499 tweet'in 2414 tanesi negatif, 5 tanesi pozitif, 80 tanesi nötr tweetten oluşmaktadır.Bu sonuçlar doğrultusunda Trafik Yoğunluğu ile ilgili atılan tweetlerin %97'sinin olumsuz,%3'ünün tarafsız bir yaklaşım sergilediğini ve trafik yoğunluğu ile ilgili neredeyse hiç olumlu düşüncenin bulunmadığını görmekteyiz. Bu sonuçlara göre kullanıcıların çoğunluğunun trafik yoğunluğu hakkında olumsuz bir düşüncede olduğunu istatistiksel olarak da kanıtlamış bulunmaktayız.

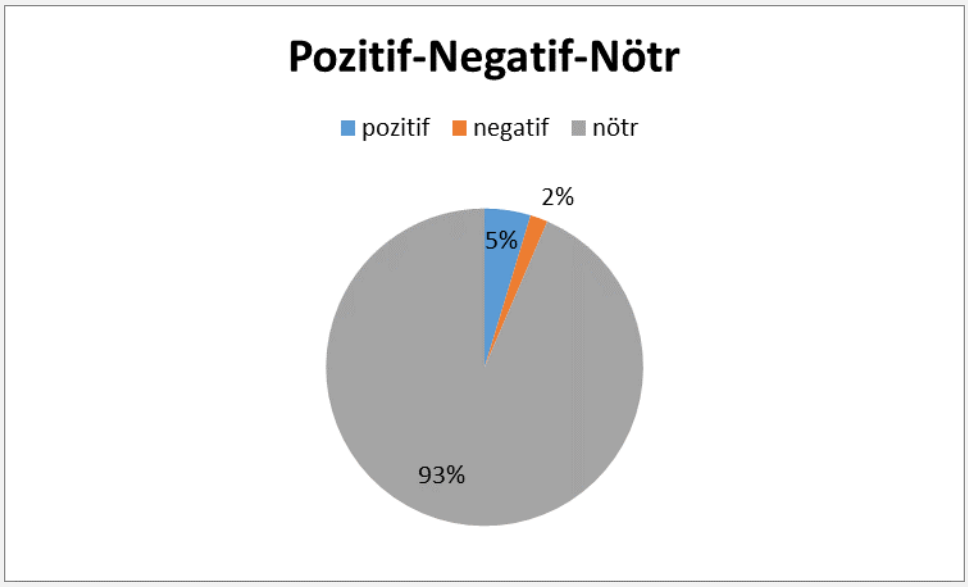


Kullanıcıların Trafik Yoğunluğu hakkındaki atıkları tweetleri öznel ya da nesnel olma durumlarına göre incelediğimizde atılan Tweetlerin 2423 tanesinin öznel yorumlar olduğunu 76 tanesinin ise nesnel yorumlar olduğunu görmekteyiz. Ulaşılan sonuçları yüzdelik olarak değerlendirdiğimizde %97'sinin öznel ve %3'ünün ise nesnel yorumlar olduğunu görmekteyiz.

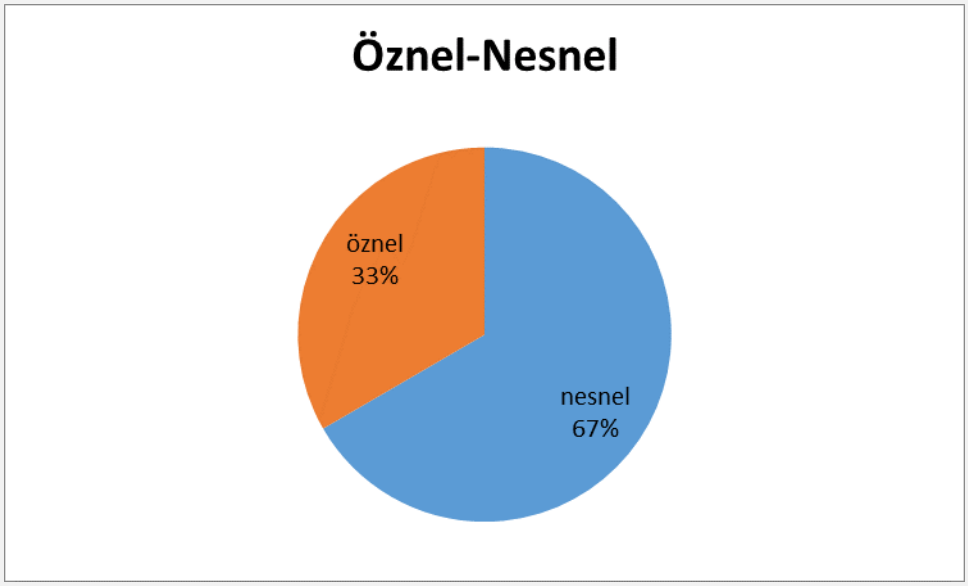
7. Otonom Araçlar İleİlgili Atılan Tweetlerin Duygu Analizi Sonuçları

Row No.	Id	polarity_con...	subjectivity_...	polarity	subjectivity	Created-At	From-User	From-User-Id
1	9858126390...	0.968	0.998	neutral	objective	Apr 16, 2018 ...	Channel New...	38400130
2	9857798336...	0.849	0.971	neutral	objective	Apr 16, 2018 ...	Global Times	49616273
3	9858423862...	0.857	1.000	neutral	objective	Apr 16, 2018 ...	dena	25086173
4	9858683081...	0.862	0.991	neutral	subjective	Apr 16, 2018 ...	Idea Quarter	3335825441
5	9858679730...	0.992	1.000	neutral	objective	Apr 16, 2018 ...	New Gizmo B...	1357334300
6	9858669653...	0.960	1.000	neutral	objective	Apr 16, 2018 ...	Jim Campbell	19958841
7	9858662700...	0.726	1.000	neutral	objective	Apr 16, 2018 ...	EUREF-Cam...	1978920655
8	9858655887...	0.950	1.000	neutral	subjective	Apr 16, 2018 ...	OCE	38190216
9	9858654952...	0.929	1.000	neutral	objective	Apr 16, 2018 ...	Carthage Trib...	422215906
10	9858649786...	0.933	0.895	neutral	objective	Apr 16, 2018 ...	Pam Gordon ...	2884564738
11	9858649697...	0.901	0.859	negative	subjective	Apr 16, 2018 ...	B.J. Wade	2409371190
12	9858640216...	0.901	0.981	negative	subjective	Apr 16, 2018 ...	Sean Herndon	20793622
13	9858625557...	0.984	1	neutral	subjective	Apr 16, 2018 ...	Olivier Soula	219379601
14	9858616684...	0.872	1.000	neutral	objective	Apr 16, 2018 ...	GX Group	1118765467
15	9858610888...	0.984	1	neutral	subjective	Apr 16, 2018 ...	Lucy Killip	4561882462
16	9858606649...	0.902	1.000	neutral	subjective	Apr 16, 2018 ...	Two Ex-Goog...	9087324910...

Kullanıcıların otonom araçlar ile ilgili attıkları tweetlerin duygu analizi, Öznellik-Nesnellik sonuçları ve bunların katsayıları çıktıda görülmektedir.



Otonom Araçlar ile ilgili atılan 1004 adet twitten 47 tanesinin pozitif, 18 tanesinin negatif ve 939 tanesinin ise nötr tweet olduğunu tespit ettik. Sonuçları grafik üzerinde incelediğimizde atılan tweetlerin %5'inin olumlu,%2'sinin olumsuz ve %93'ünün ise tarafsız olduğu görülmektedir.



Bireylerin otonom araç hakkındaki atıkları tweetleri öznel ya da nesnel olma durumlarına göre incelediğimizde atılan Tweetlerin 335 tanesinin öznel yorumlar olduğunu 669 tanesinin ise nesnel yorumlar olduğunu görmekteyiz. Analiz sonuçlarını

yüzdelik olarak değerlendirdiğimizde %33'ünün öznel ve %67'sinin yorumlar olduğunu görmekteyiz.

8. Sonuç

Çalışmada bireylerin Akıllı Ulaşım Sistemleri, Trafik Yoğunluğu ve Otonom Araç konuları hakkındaki duygularının ne yönde olduğunu inceledik. Analizimizde Twitter sosyal ağında akıllı ulaşım sistemleri hakkında atılan 119 tweete, trafik yoğunluğu hakkında atılan 2499 tweete ve otonom araçlar hakkında atılan 1004 adet tweete ulaştık. Analiz sonuçlarına göre bireylerin Akıllı Ulaşım Sistemleri hakkında attıkları Tweetlerin %62'sinin olumlu,%3'ünün olumsuz ve %35'inin ise tarafsız olduğunu, Trafik yoğunluğu hakkında atılan tweetlerin ise %97'sinin olumsuz,%3'ünün tarafsız bir yaklaşım sergilediğini ve trafik yoğunluğu ile ilgili neredeyse hiç olumlu düşüncenin bulunmadığı ve otonom araçlar hakkında atılan tweetlerin %5'inin olumlu,%2'sinin olumsuz ve %93'ünün ise tarafsız olduğu sonucuna ulaştık. Bu sonuçlar doğrultusunda akıllı ulaşım sistemlerinin bireyler üzerinde olumlu bir etki oluşturduğunu tespit ettik. Bireylerin trafik yoğunluğu hakkında %97 oranında olumsuz bir düşüncede olduğunu da göz önüne alırsak akıllı ulaşım sistemlerinin seyahat sürelerini ve trafik yoğunluğunu azaltması gibi özelliklerinden dolayı akıllı ulaşım sistemlerinin yaygınlaşmasının bireyler üzerinde daha fazla olumlu bir etki yaratacağı yorumunda bulunabiliriz.

9. Literatür

Türkçe Twitter Mesajlarının Duygu Analizi adlı bildiride öncelikli olarak Twitter üzerinden çekilen Türkçe bir veri seti oluşturulmuştur. Bu veri seti üzerinde kullanıcı mesajlarının olumlu veya olumsuz olup olmadığının tespit edilmesi amacıyla öznitelik çıkarım modeli geliştirilmiş ve bu modelinin sınıflandırma başarısına etkisi incelenmiştir. (ÇOBAN, ÖZYER, & TÜMÜKLÜ ÖZYER, 2015)

Metin Madenciliği Yöntemleri ile Twitter Duygu Analizi adlı çalışmada metin madenciliği yöntemleri ve duygu analizi teknikleri kullanarak metinin ana duygusunun emoji olarak ifade edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada 14200 tweet toplanmış ve Emoji

içeren veriler ile çalışılarak duygu analizi yapmanın mümkün olduğu görülmüştür. çalışma kapsamında farklı makine öğrenme algoritmaları denenerek yüksek başarı oranlarına sahip sonuçlar elde edilmeye çalışılmış ve sonuç olarak En yüksek başarı oranı %52.09 ile NaiveBayes(Kernel) algoritmasıyla elde edilmiştir. (YEŞİLYURT & ŞEKER, 2017)

Sosyal Medya Paylaşımlarının Duygu Analizi Yöntemiyle Sınıflandırılması adlı çalışmada belirli bir twitter kullanıcılarına ait paylaşımların duygu analizi yöntemiyle analizi gerçekleştirilmiş ve analiz aşamasında Bayes algoritması kullanılmıştır.Ayrıca kullanıcıların paylaşımları başarılı bir şekilde sınıflandırılmıştır. (BAYKARA & GÜRTÜRK, 2017)

Sosyal Medya Üzerinde Veri Analizi: Twıtter 2017 adlı çalışmada sosyal medyada tartışılan sosyal bir konunun verileri toplanmış ve duygu analizleri yapılmıştır. Ayrıca bulunan sonuçlar görselleştirilmiştir. Sonuç olarak, karar alıcı mercilerin tutumunu, sosyal medyadaki tepkiler şekillendirebilecek ve kitleler sesini bu şekilde çok daha hızlı ve etkili bir şekilde duyurabileceklerdir. (ALBAYRAK, TOPAL, & ALTINTAŞ, 2017)

Duygu Analizi ve Fikir Madenciliği Algoritmalarının İncelenmesi adlı çalışmada Duygu Analizi genel olarak anlatılmış ve bu konuda yapılan çalışmalarda ortaya konulan Duygu Analizi algoritmaları ve onun uygulamaları gösterilmiştir. Güncel bir sonuç çıkarmak amacı ile son yıllarda yapılan çalışmalar ele alınmıştır. Daha sonra bu çalışmalar kategorize edilerek gösterilmiş ve kısaca özetlenmişlerdir.Ayrıca duygu sınıflandırma problemlerinin çözümünde Naive Bayes ve Destek Vektör Makineleri'nin en çok kullanılan makine öğrenme algoritmaları olduğu sonucu da ortaya çıkmıştır. Yapılan analizler sonucunda İngilizce dilinde birçok kaynak bulunduğu İngilizce dışındaki dillerde kaynak eksikliğinin olduğu görülmüştür. (CAN & ALATAŞ, 2017)

Türkçe Metinlerde Duygu Analizi adlı çalışmada hem İngilizce hem de Türkçe için yapılan çalışmalarda kullanılan Makine Öğrenmesi ve sözlük tabanlı Duygu Analizi metotları yeni özellikler eklenerek oluşturulup farklı iki veri kümesi üzerinde değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda film yorumları veri kümesi en etkili ikinci model olarak ortaya çıkmış fakat toplam duygu yönelimine bir etkisi olmamaktadır. Twitter

veri kümesi incelendiğinde ise metnin toplam duygu yönelimini değiştirebilecek bir etkinin olduğu sonuca ulaşılmıştır. (TÜRKMENOĞLU, 2015)

Duygu Analizi (Santimantal Analysis) adlı çalışmada literatürde duygu analizi olarak geçen kavramı açıklamaktır. Genel olarak bu alanda kullanılan terimler, özellik çıkarım yöntemleri, karşılaşılan ve çözülmesi güç görülen zorluklar ve büyük veri dünyasındaki çözüm önerileri gösterilmeye çalışılmıştır. Yazıda büyük veri dünyasında kullanılan Spark isimli yazılımın üzerinde çalışan MLLib isimli makine öğrenme kütüphanesinden örnek kodlar verilerek kullanılan algoritmalar açıklanmıştır. (ŞEKER, Duygu Analizi(Sentiment Analysis), 2016)

Yüksek Eğim Tırmanma Yeteneğine Sahip %100 Alçak Tabanlı Tramvay Aracı Konsept Tasarımı

M. Hüseyin ÇETİN[1], *Yalgın KAHRAMAN*[2], *Yunus Can KELEŞ*[3], *Hakkı KANYILMAZ*[4]

[1]*Karabük University, Faculty of Engineering, Departmant of Mechanical Engineering, Karabük, Turkey, hcetin@karabuk.edu.tr*
[2]*Karabük University, Faculty of Engineering, Departmant of Railway Systems Engineering, Karabük, Turkey, yalginkahraman@rsd.org.tr*
[3]*Karabük University, Faculty of Engineering, Departmant of Railway Systems Engineering, Karabük, Turkey, yunuscankeles@gmail.com*
[4]*Karabük University, Faculty of Engineering, Departmant of Railway Systems Engineering, Karabük, Turkey, kanyilmazhakki@gmail.com*

Özet

Raylı sistemler, günümüzde en çok tercih edilen ulaşım ve taşımacılık sistemidir. Gelişen teknoloji ile birlikte her geçen gün daha yenilikçi sistemler ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra artan nüfusla birlikte, ulaşım sistemlerinde alternatif çözümler aranmaktadır. Kent içi ulaşım sistemlerinde yolcu kapasitesi, işletme hızı, işletme zamanı, işletme ömrü, enerji maliyeti ve emisyon faktörleri göz önüne alındığında raylı ulaşım sistemleri büyük avantajlar sağlamaktadır. Fakat her şehrin altyapısı ve geometrik yapısı, raylı ulaşım sistemlerinin kurulmasına müsaade etmemektedir. Çarpık kentleşmenin yanı sıra, yüksek eğimli rampaların olması, raylı sistemler araçları için büyük sorun teşkil etmektedir. Ray-teker arasındaki etkileşimin düşük olması, yüksek tonajlı yüklerin düşük kuvvetlerle taşınmasını sağlamaktadır. Fakat düşük ray-teker etkileşimleri hızlanma, frenleme ve eğim çıkma esnasında karşımıza dezavantaj olarak çıkmaktadır. Hızlanma ve frenleme esnasında ray-teker arasındaki aderans kuvvetini artırmak için kullanılan kumlama sistemi eğim çıkma esnasında yetersiz kalmaktadır. Bu yetersizliği gidermek için kablolu, füniküler ve dişli olmak üzere üç farklı ilave tahrik yöntemi kullanılmaktadır. **Bu çalışmada dişli-kremayer sistemiyle %25'e kadar eğim çıkabilen, %100 alçak tabanlı bir tramvay aracının konsept tasarımı yapılmıştır. Raylı ulaşım sistemine göre değişmekte olup en yüksek eğim değeri**

%8'dir. Örnek uygulama alanının uzunluğu 1680 metre, maksimum eğimi %16 ve 7 istasyondan oluşmaktadır. Kremayer dişlinin, demiryolu güzergahı boyunca konumunun ve dişlinin boji üzerine nasıl yerleştirileceğinin tasarımı yapılmıştır. Alçak tabanlı tramvayın, tam kapasite ve ilave tahrik sistemiyle birlikte ne kadar enerji harcadığının hesaplamaları yapılmıştır. Cer gücünde, daha çevreci olduğu için elektrikli tahrik sistemi tercih edilmiştir. Dişli ve tekerlek arasındaki güç aktarımı redüktörle sağlanmıştır. Bu çalışmayla, yüksek eğimli bölgelerde, raylı sistemler işletmeciliğinin yapılabilmesi amaçlanmıştır. Dişli-kremayer sistemli, %100 alçak tabanlı tramvay aracının dünya üzerinde örneği bulunmamaktadır. Bu nedenle, verimli bir işletmecilik açısından, daha ulaşılabilir ve düşük enerjiyle işletme imkanı sağlamak için %100 alçak tabanlı, dişli ilave tahrik sistemli tramvay aracının konsept tasarımı yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Dişli-Kremayer Demiryolu, Tramvay, Eğim.*

Abstract

Rail systems are today's most preferred transportation and transport systems. Technologies are rapidly emerging every day with more innovative systems. Besides, alternative solutions are searched in transportation systems with increasing population. Railway transport systems offer great advantages when considering urban passenger capacity, speed of operation, operating time, operating life, energy cost and emission factors in urban transportation systems. However, the infrastructure and geometric structure of each city does not allow the establishment of rail transport systems. In addition to the conurbation, the presence of high-slope ramps is a big problem for vehicles of rail system. The low rail-to-wheel interaction ensures that high tonnage loads are transported with low forces. But, low track-to-wheel interactions are a disadvantage during acceleration, braking and slope climb. The use of the rail-wheel during acceleration and braking is not sufficient during sanding system to increase the adherence strength. To overcome this inefficiency, three additional drive methods are used: cable, funicular and gear. In this work, a conceptual design of a 100% low-floor tram vehicle is made, which can be inclined up to 25% with a gear-rack system. Rail transport system varies according to the highest slope value is 8%. The example application area has a length of 1680 meters, a maximum slope of 16% and 7 stations. The design of the rack-and-pinion gear, the position along the railway track and how the gear is to be placed on the bogie. The calculation of how much energy you have consumed together with the low capacity tram, full capacity and additional drive system has been made. The electric drive system is preferred because it is more environmentally friendly. The power transmission between the gear and the wheel will be provided by the reducer. To provide a more accessible and low-energy operation possibility, a concept tramway vehicle with 100% low-profile, gear-assisted drive system was designed. With this work, it is aimed to be able to operate railed systems in high slope areas. There is no worldwide example of a 100% low-bottom tram vehicle with gear-rack system. For this reason, the concept design of a tram vehicle with a

100% low-profile, gear-driven propulsion system has been designed to provide more accessible and low-energy operation possibilities in terms of efficient operation.

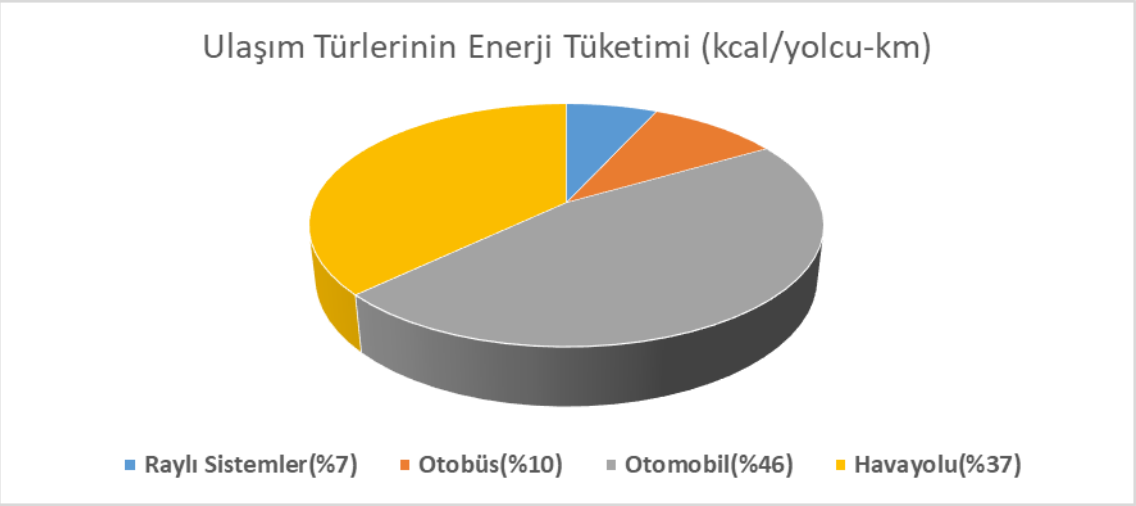
Keywords: *Gear-rack railway, Tramway, Slope*

1. Giriş

Raylı sistemler teknolojisi günümüzün vazgeçilmez ulaşım sistemleridir. Tokyo Metrosu günde yaklaşık 9 milyon, New York Metrosu 5,5 Milyon, Chicago Metrosu yaklaşık 4 milyon yolcu taşımaktadır. Nüfus ve yapılaşmanın artması, gelecekte bu tercihin değişmeme sebeplerinden birkaçıdır. Emniyetli, ekonomik ve hızlı ulaşım sistemi olması, tercih edilmesindeki en temel etkendir. Sadece yolcular için değil, işletmeci açısından da bu kriterler geçerlidir.

Raylı sistemlerin bir başka avantajı çok daha az çevre kirliliğinin olmasıdır. Elektrikli trenler tamamen çevre dostudur. Bir karayolu aracı, dizel trene göre 15 kat daha fazla kirlilik oluşturmaktadır. AB ülkelerinde raylı sistemlerin geliştirilmesinde çevre faktörü de önem kazanmaktadır.

Dünyadaki ulaşım modları için en önemli faktörlerden bir tanesi enerjidir. Şekil 1.'de ulaşım modlarının enerji tüketimi yüzde olarak verilmiştir. Enerji tüketimi doğrudan ekonomiyi etkiler. Enerji tüketiminin en az olduğu ulaşım modu Şekil 1.'de verilmiştir. Bu verilere bakıldığında, raylı sistemler ekonomik bir işletme modelidir.



Şekil 1. Ulaşım Türlerinde Enerji Tüketim Karşılaştırması

Dünya genelinde insanlar ulaşımın güvenliğine daha duyarlı olmaya başlamıştır. İşletmelerde Emniyet Yönetim Birimleri kurulmuştur. Yolcuların can güvenliği kadar aracın, demiryolu hattının, çevrenin güvenliği de önem arz etmektedir.

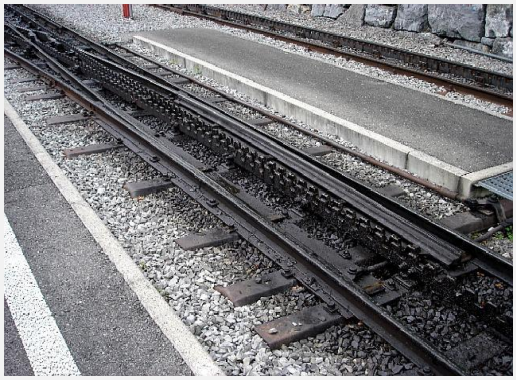
Gelişen teknolojiyle birlikte, raylı ulaşım sistemlerinde birçok alternatif çözüm yolları türetilmeye çalışılmıştır. Gelişmeler sadece mühendislik ve teknolojik alanda değil, sistemsel olarak da iyi sonuçlar elde edilmiştir. İşletme faktörleri, ulaşım modları ve entegrasyonu, yeni ulaşım modlarının çözümleri gibi sistemlerin gelişimi de söz konusu olmuştur. Araç ve istasyon bakımlarının daha sistemli ve hızlı çözüme kavuşması, yine bu gelişmeler sonucunda ortaya çıkmıştır. En önemlisi, sistemli kurulan raylı sistemler ağlarının kolayca birbirine entegre olabilmesidir. Bu durum, sürekli olarak iyileştirme ve geliştirme noktasında avantajlar sağlamaktadır.

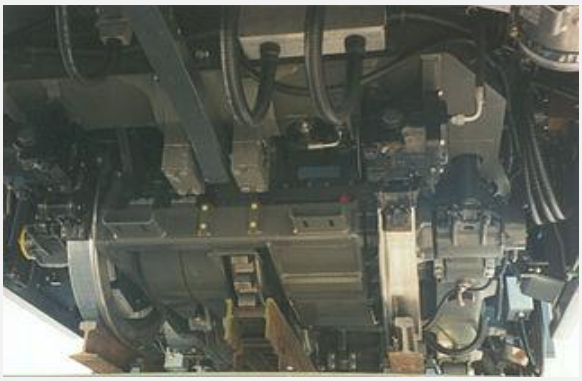
1.1. Kent İçi Raylı Ulaşım ve İlave Tahrik Yöntemleri

Kent içi ulaşım modları tercih edilirken kurulacağı bölgenin yeryüzü şekilleri oldukça önemlidir. Özellikle yüksek eğim diğer kent içi ulaşım modları için çok önemli olmamakla birlikte, raylı sistem araçlarının en büyük sorunudur. Bazı ülkelerde %15'e kadar işletme gerçekleştirilmiş olsa da, ciddi teknik sorunlar ortaya çıkmaktadır. Yüksek eğimli yolları çıkma esnasında aderansı artırmak için kullanılan kumlama sistemi yetersiz kalmaktadır. Bu yetersizliğin çözümü için geliştirilen kablolu, füniküler ve dişli olmak üzere üç ilave tahrik yöntemi bulunmaktadır.

1.1.1 Dişli Raylı Sistemler

Dişli demiryolları ile yüksek eğimli yollarda hareket kabiliyeti sağlanabilmektedir. Tahrikin olduğu her aksta(Resim 2 bkz.), demiryolunun ortasına doğrusal bir şekilde konumlandırılmış kremayer dişliye geçen, dişli çark bulunur. Resim 1'de gösterildiği gibi kremayer dişli takımı hat boyunca değil eğim başlangıcının öncesinden itibariyle yerleştirilir. Ayrıca dişli sistemin tasarım ve hesaplamarı yapılırken, kurp yarıçapları ve eğim göz önünde bulundurulmalıdır. Washington Dağı Demiryolu %37 eğim, Brezilya Corcovado Hattı %30 eğim, İsviçre'nin Pilatusbahn Hattı %48 eğime kadar çıkmaktadır.[2] Elektrikli dişli demiryolları aynı zamanda şehir içi ve banliyö toplu ulaşımında da kullanılır. Avrupa'da Stuttgart'ın 2200m uzunluğundaki hattı, %17,8 eğime sahiptir.





Resim 1. Kremayer dişli takımı.[4] **Resim 2. Dişli çarkın boji üzerinde gösterimi.[4]**

1.1.2. Füniküler Raylı Sistemler

Füniküler, aynı kalın kesitli kablonun iki ayrı ucuna sabitlenmiş, bir çift raylı taşıttan oluşan bir ring hattıdır. Eşzamanlı hareket sağlanır. Biri, diğeri aşağı inerken yerçekimi kuvvetinden faydalanarak yukarı çıkar. Hattın üstünde bulunan motorla güç sağlanır. Dişli sistemdeki gibi, kablo rayların ortasında bulunur. Eğim %10 ile %100 arasında değişebilmektedir. Yalnız orta derece kurplar (2000m) kullanılır. İsviçre-Davos Parsenn Hattı iki kısımdan oluşur: biri 1893 m diğeri 2226 m uzunluğundadır ve 622m diğeri 449m olmak üzere düşey kot farkları vardır. Kapasite olarak yeterli olan bu sistem, belli bir mesafe arasında işletilebilmektedir. İki araç, makara sistemi düzeneğiyle kurulmuş bir halat ile birbirine bağlıdır. Resim 3'de görüldüğü gibi, araçlar eş zamanlı olarak zıt yönlü hareket sağlarlar. Eş zamanlı zıt yönlü hareket, yer çekimi kuvvetini kullanmak açısından önem taşımaktadır.

Eğimli rampalarda hareket kabiliyeti yer çekimi kuvvetinin etkisiyle sağlanmaktadır. İşletme hızı düşüktür. Hat uzunluğu genel itibariyle 1.5-3.5 km aralığında olduğu için işletme hızının düşüklüğü çok önemli değildir. Pittsburgh (Pennsylvania) hattı 9.7 km/s(6 mph) işletme hızına sahiptir. [3]

Resim 3. F2 Karaköy-Beyoğlu Füniküler Hattı[5]

1.1.3. Kablolu Tramvay

1873 yılında icat edilip Amerika, Avustralya gibi ülkelerde hızla yayılmıştır. Fakat şehir içi elektrikli hafif raylı taşıtların icadı ile etkisini kaybetmiştir. Resim 4'de San Francisco kablolu tramvayı görülmektedir. Eğim %21'e kadar çıkmaktadır. 15 km/s sabit hızla işletilmektedir. Hat uzunluğu ve hat boyunca toplam eğim değerleri Tablo 1.'de verilmiştir. Gelişen teknoloji ile kablolu tramvay yerini elektrikli hafif raylı taşıtlara(HRS) bırakmıştır.

Resim 4. *San Francisco kablolu tramvay*[2]

Kablolu tramvaylar füniküler sistem gibi gibi kısa mesafelere kurulur. Bunun temel sebebi rayların ortasından giden bir kablo ile hareketin sağlanmasıdır. Üç hat için merkezi santral

binasında bulunan elektrik motorları ile hareket sağlanır. Düşük işletme hızına(15 km/s) sahipken, hat mesafesinin uzaması bu hızda daha fazla düşüşe sebep olabilmektedir. Ayrıca kullanılan kablonun mukavemet yapısı açısından hat uzunluğu kısa tutulmaktadır.

Tablo 1. San Francisco'daki Kablolu Tramvayların hat özellikleri[2]

Hat	Tek Yön Uzunluğu(km)	Azami Eğim(%)
Powwell ve Mason	2.6	17.5
Powell ve Hyde	3.4	21.3
California	2.4	17.5

1.1.4. İlave Çekişli Raylı Ulaşım Modların Karşılaştırılması

Bu üç farklı ulaşım modu sadece teknolojileri açısından değil, işletme ve sefer yetkinliği açısından da kendi içinde farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar Tablo 2.'de verilmiştir. İlave çekişli tahrik yöntemleri her bölgeye kurulabilecek sistemler değildir. Bu yöntemlerin en temel amacı yüksek eğimli bölgelerde hareket kabiliyetini artırmak ve güvenli bir işletmecilik sağlamaktadır. Kablolu ve füniküler sistemler ile sadece yolcu işletmeciliği yapılırken, dişli demiryolları ile yük işletmeciliği de yapılabilmektedir.

Tablo 2. İlave Tahrik Modlarının Karşılaştırılması [2]

Dişli Demiryolları	Kablolu Tramvay	Füniküler Raylı Sistem
Elektrikli, Dizel Elektrikli	Elektrikli	Elektrikli
Tahrik araçların üzerindeki elektrikli motorlardan sağlanır	Sabit elektrik motorlarla, kablo aracılığıyla sevk edilir	Sabit elektrikli motor iki araç veya trene bağlı kabloyu sevk eder
Bağımsız, kendinden itişli	Bağımsız araçlar çekme ve frenleme için kabloyu kavrar veya bırakır	Motorsuz araçlar, tamamen kabloya bağımlı
Hat uzunluğu limitsiz	Hat uzunluğu limitsiz, ağ mümkün	2 araç için tek hat; uzunluk <2 km
Herhangi bir noktada istasyon konulabilir	Herhangi bir noktada istasyon konulabilir	İki veya daha fazla, ancak ilk ve son duraklara göre simetrik

Kablolu tramvaylar işletme hızı ve tahrik yöntemi bakımından tercih edilmemektedir. Tercih edilmemesinin asıl sebebi elektrikli hafif raylı taşıtların geliştirilmesidir. Elektrik motorlarından elde edilen güç, redüktör yardımıyla harekete çevrilmektedir.

Bu durum hareket kabiliyetini artırmakta ve verimi yükseltmektedir. Kablolu ve füniküler sistemde elde edilen güç, kablolu sistem ile harekete aktarıldığı için bir güç kaybı oluşmaktadır. Bu sebeple, günümüzde kent içi raylı ulaşımda elektrikli hafif raylı taşıtlar tercih edilmektedir. Elektrikli hafif raylı taşıtlara, ilave tahrik yöntemi olan dişli-kremayer sistemi entegre edilebilmektedir. Bu sistem, engebeli topografyaya sahip başka şehirlerde inşa edilebilme imkanı sağlar.

2. Mass Bugdet (Yük Analizi)

Raylı sistemler araç tasarımı gereği ilk yapılması gerekenlerden biri aracın toplam ağırlığın (full ekipmanlı) ve standartlar çerçevesinde yolcu ile beraber ağırlığının tahmini olarak hesaplanmakta ve o sınırların içinde kalınması gerekmektedir. Oluşturulan mass budget dokümanı ile aracın toplam ağırlık bilgisi, aks yükleri belirlenir. Bu doküman aracın gövde yapısı tasarımı, aks tasarımı, boji şasesi tasarımı, cer ve fren hesaplamaları, enerji sarfiyatı hesaplamalarına etki eder. Standartlar gereği AW0 (aracın boş ağırlığı), AW1 (araç ağırlığı ve tam kapasiteli oturan yolcu ağırlığı), AW2 (araç ağırlığı ve tam kapasiteli oturan yolcu ağırlığı ve 1 m²'de 80 kg ağırlığında 4 yolcu ağırlığı) AW3 (araç ağırlığı ve tam kapasiteli oturan yolcu ağırlığı ve 1 m²'de 80 kg ağırlığında 8 yolcu ağırlığı) kodları ile aracın toplam ağırlığı ve aks basına düşen basınçlar hesaplanır.

Resim 5.Tramvay Tasarımı

Tablo 3. Maksimum Ağırlık Tablosu

	Modül 1	Modül 2	Modül 3	Toplam Ağırlık
AW0	11785	3725	11785	42595
AW1	13255	4425	13255	46235
AW2	18715	5545	18715	58275
AW3	21445	6105	21445	64295

Tablo 4. Aks Yükü Tablosu

	Aks 1	Aks 2	Aks 3	Aks 4	Aks 5	Aks 6
AW0	9096	6497	6445	6425	6437	8888
AW1	9647	6916	6825	7314	6409	9699
AW2	10460	9543	9181	9753	9177	10536
AW3	11800	10763	10395	10884	10556	11852

3. Raylı Sistem Araçları Dinamik Hesabı

Sabit bir "V" Hızıyla hareket eden veya hızı değişen bir tren sistemine etki eden ters kuvvetlere direnç denir Demiryollarında dirençler hıza bağlı ve hıza bağlı olmayan dirençler olmak üzere 2 gruba ayrılır. Bu dirençler;

- Hıza bağlı olan seyir dirençleri
- Kurplardan kaynaklanan dirençler
- Rampa dirençleri ki çıkışta negatif etki ve inişte pozitif etki olarak kendini gösteren dirençler
- Dönen kütlenin eylemsizlik dirençleri

Bu çalışmada 1435 mm'lik ray açıklığı olan standart hatlarda trenin düz eğimli yolda sabit hızda oluşan seyir direnci ve eğimli yoldaki rampa direnci üzerinde durulmuştur.

3.1. Elektrikli Tren Seti Seyir Direnci

Seyir Direnci, hareket yönünden ayrı kurallara uymayan iki temel bileşenden oluşur. Bunlardan biri trenin hareketinden dolayı mekanik parçaların sürtünmelerinden oluşan dirençler ve diğeri ise hareket yönündeki hava rüzgar direncidir. Mekanik sürtünmeler tren setinin sürtünen malzemelerin fiziksel kimyasal ve metalografik özelliklerinden dolayı oluşan muylu dirençleridir. Muylu direncine ve hıza bağlı dirençler ek olarak araç kütlesine bağlı

olmayan ve araç seyri esnasında tren setinin ön yüzeyine dikey doğrultuda etki eden hava direnci kendini gösterir.

Lokomotif seyir direncini veren formüllerde; bu formüllere etki eden tüm faktörler yani muylu direnci, yuvarlanma direnci ve rüzgar direnci gibi faktörler dikkate alınarak verilmiştir.[6]

$$\mathbf{R_{ts}} = 0{,}65.G_{ts} + 13.n + 0{,}01.G_{ts}.V + 0{,}031.(V+15)^2 \text{ (kp)}$$

$\mathbf{R_{ts}}$: Tren sistemi seyir direnci

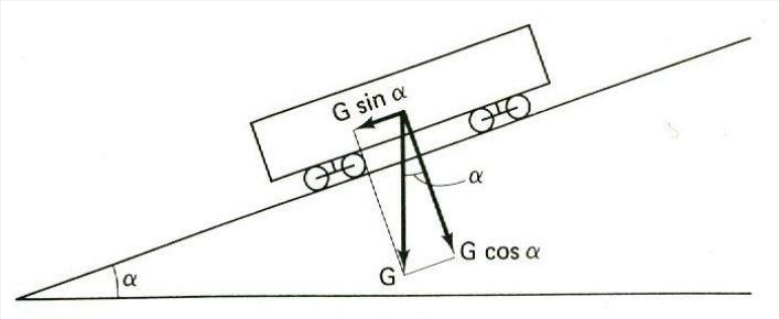
$\mathbf{G_{ts}}$: Tren setinin toplam ağırlığı (ton)

n: Tren setinde toplam dingil sayısı

V: Hız değiskeni (km/h)

3.2. Rampa Direnci

Rampa direnci tren sistemlerinde güçlerini ve ağırlığını en fazla etkileyen olumsuz dirençtir. Çıkışta negatif olarak etki eden bu faktör, inişte pozitif bir etki yaratmaktadır. Frenleme işleminde ise bu faktörler ters etki etmektedir. Rampa direnci hıza bağlı olmayan yolun geometrik yapısından kaynaklanan bir dirençtir. Tren sisteminin rampalardaki seyri esasında karşılaştıkları direnç rampa yüksekliği ile doğru orantılıdır. Temel fizik kurallarına göre bulunduğu yükseklikteki yerçekimi ivmesi nedeniyle oluşan düşey kuvvetin sinüslü bileşeni doğrudan rampa direncini verir. Rampa direnci tren sistemlerinde güçlerini ve ağırlığını en fazla etkileyen olumsuz dirençtir. Çıkışta negatif olarak etki eden bu faktör, inişte pozitif bir etki yaratmaktadır. Frenleme işleminde ise bu faktörler ters etki etmektedir. Rampa direnci hıza bağlı olmayan yolun geometrik yapısından kaynaklanan bir dirençtir.[6]



$$\mathbf{R_r} = \mathrm{G.\sin\alpha} = \mathrm{M.g.\sin\alpha}$$

$\mathbf{R_r}$: Rampa direnci

M: Toplam ağırlık (ton)

g: Yer çekimi ivmesi

3.3. Minumum Motor Gücü Hesabı

$$\boldsymbol{R = R_{tr} + R_r = F}$$

Tren sistemlerinin hızdan kaynaklanan seyir direnci ve yolun geometrik yapısına bağlı olarak rampa direncini yenerek hareketini sürdürmesi için gerekli motor gücünün veya tekerlek gücünün oluşması gerekmektedir. Direnç kuvvetini $R = F$ kabul edersek yenmesi gereken minimum teker gücü "P"ise;

$$\boldsymbol{P = \frac{F(kp).V(^{km}/_{h})}{270}} \textbf{(BG)}$$

$$\boldsymbol{P = \frac{F(kp).V(^{km}/_{h})}{367}} \textbf{(kW)}$$

Bu formüllerde yazılı olan “F” kuvveti bir tren sisteminde tahrikli tekerleklerin çemberlerine uygulanan kuvvetlerin toplamını “V”, tren sisteminin hızını ve “P” tekerlek çemberinden “F” kuvvetini yaratan gücü gösterir. [6]

3.4. Örnek Bir Tramvay Hattının Cer Gücü Hesabı

Tablo 5. Model sistem güzergahı özellikleri[9]

1.Güzergah Şartları	
Güzergah Uzunluğu	3,5 km
Ortalama Hat Eğimi	%16
2.İşletme Şartları	
Ortalama Tren Hızı	40 km/h
Tren Aralığı	2 dk
Yolcu Yükü	210 (yolcu/araç)
Araç Sayısı	6
Aracın Boş Ağırlığı	30 ton
Aracın Yüklü Ağırlığı	30+210x70x0,001=44.7 ton
Tren Setinin Yüklü Ağırlığı	6x44.7=268,84 ton

Tramvay aracının çekeceği güç:

N= [(W + s) x G x V] / 275

N: Trenin aldığı güç
G: Aracın toplam ağırlığı
s: Araç sayısı
W: Ampirik demiryolu toplam mukavemeti
V: Hız
W= 2.5 + 0.0005 x V^2

N= [(2.5 x 0.0005 x V^2 + s) x G x V] / 275

N= 312, 83 kW, her bir araç için iç güç 85 kW alınırsa;

N_{TOPLAM} = 321.84+ (6 x 85) = 822,83 kW

Parkur Süresi (gidiş, geliş) = 2 x S x 60 / V = 2 x 3.5 x 60 / 40 = 10.5 dk

Tren Sayısı = Parkur Süresi / Tren Aralığı = 10.5 / 2 = 5.25 tren

Tüm hatlar için gereken enerji:

Q= Tren sayısı x Toplam Enerji = 5.25 x 822.83 = 4.31 MW

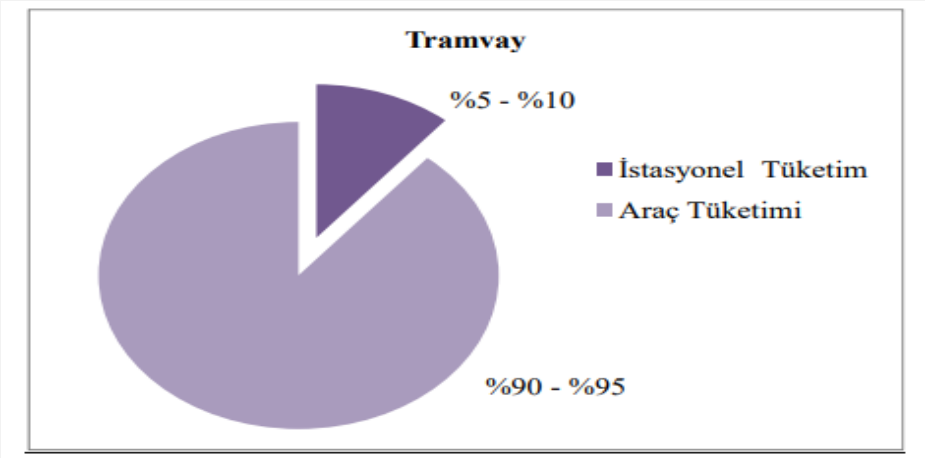
4. Enerji Sarfiyatı Ve Fren Dinamiği Hesabı

4.1. Enerji Sarfiyatı

Enerji tüketimi aşağıda bahsi geçen alanlarda ortaya çıkmaktadır:

- Trafolar, kompresörler, vb. (Yardımcı güç tüketimleri)
- İklimlendirme ve aydınlatma
- Sürüş Sistemleri (Motorlar, Dişliler, Güç Elektroniği, vb.)
- Fren Direnci, Sürtünme
- Rejeneratif Frenleme Kazanımı

Tramvayda istasyon yüklerinin araç tüketimine oranları dünya üzerindeki sistemlere göre farklılık göstermektedir. Şekil 1' de enerji tüketim dilimleri verilmiştir.



Şekil 1. Tramvaylarda enerji tüketimi ana paylaşımı[7]

4.2. Frenleme Denklemi

Frenleme kuvvetine seyir dirençleri, kurb direnci ve rampa direnci destek vermektedir. Mutlak değer olarak tekerleklerdeki frenleme kuvveti aşağıdaki formüle edilmesi ile bulunabilmektedir:

$$f_{fr} = \frac{1000}{9.81}.(1+k).a_f - (r_{s(ort)} + r_k \pm r_r) \quad \text{(kp/ton)}$$

$\mathbf{f_{fr}}$: Tekerleklerdeki frenleme kuvveti

k: Sürtünme katsayısı

$\mathbf{a_f}$: Ortalama fren ivmesi

$\mathbf{r_{s(ort)}}$: Ortalama seyir direnci

$\mathbf{r_k}$: Kurb direnci

$\mathbf{r_r}$: Rampa direnci

4.3. Frenlemede Harcanan Enerji

Fren saboları ile tekerlek bandajı arasında sürtünmeden dolayı açığa ısı olarak çıkar. Bu enerjide kullanılamayan atık enerji de bulunmaktadır.

$$W = 3.93\,(V_2^2 - V_1^2).(1+k) - (r_{s(ort)} + r_k \pm r_r) \quad \text{(kpm/ton)}$$

W: Frenleme için gerekli enerji

$\mathbf{V_1}$: *Aracın ilk hızı*

$\mathbf{V_2}$: *Aracın son hızı*

4.4. Fren Yolunun Hesaplanması

Hareketi devam eden treninin belirli bir V_2 hızından, V_1 hızına düşürülerek veya durdurularak katedilen mesafeye fren yolu denilebilir.

$$S = \frac{3.93\,(V_2^2 - V_1^2).(1+k)}{\varphi.\mu_{st} + (r_{s\,(ort)} + r_k \pm i} \quad \text{(metre)}$$

S: Fren yolu uzunluğu

μ_{st}**:** Sabo ile tekerlek arasındaki sürtünme kuvveti

İ: rampa direnci

φ: Trenin fren yüzdesi

4.5. Frenleme Gücü

Bir tren G ağırlığında olsun. Bu trenin frenleme gücü kW cinsinden şu şekilde ifade edilir:

$$P_{fr} = p_{fr}.G = \frac{G.1000}{9.81}.(1+k).a_f.\frac{V}{367} \qquad \text{(kW)}$$

P_{fr}: Frenleme gücü

k: Sürtünme katsayısı

a_f: Ortalama fren ivmesi

4.6. Frenleme Süresi

Frenleme yoluna ve hıza bağlı olarak değişen frenleme süresi aşağıdaki formülasyon ile ifade edilmektedir:

$$t_{fr} = t + t_i = \frac{7.20.S}{V} + 4 \qquad \text{(s)}$$

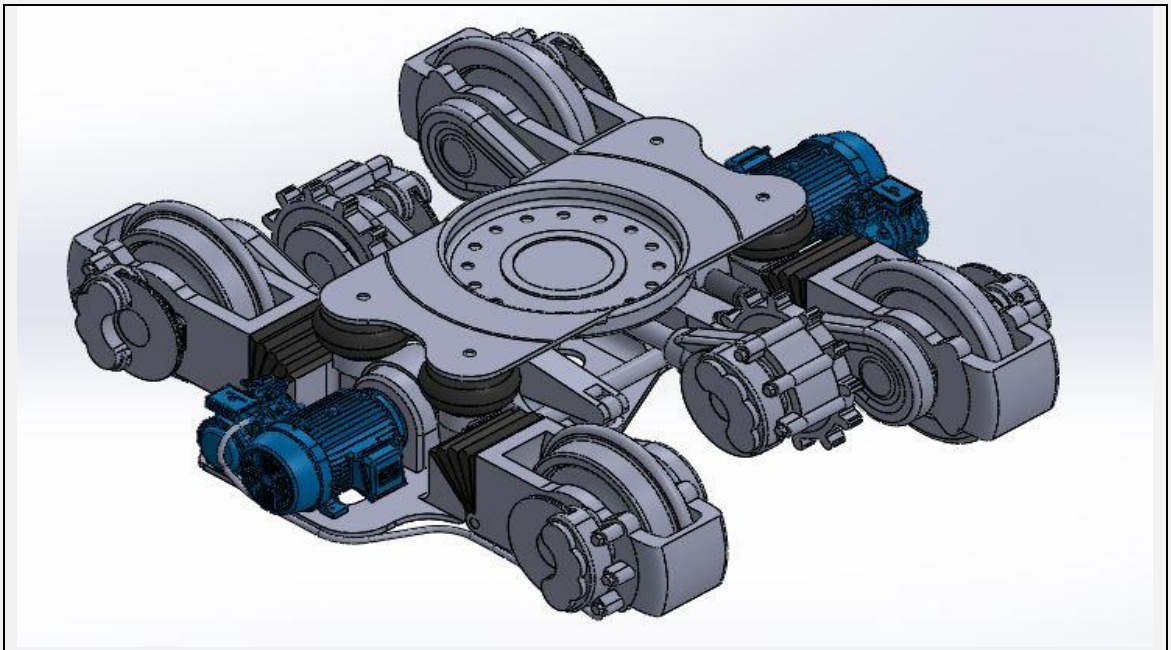
t_{fr}: Frenleme süresi

t_i: İntikal fren süresi

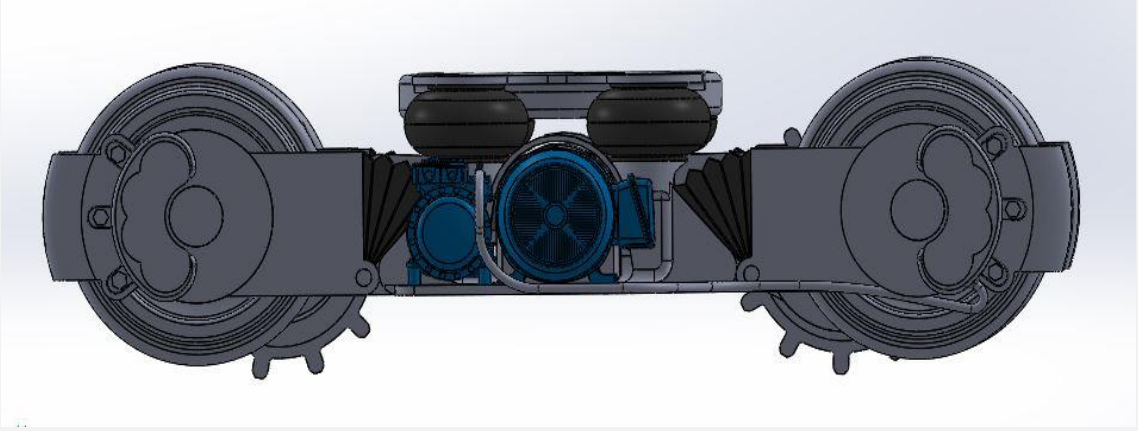
V: Normal seyir hızı

6. Bogie Konsept Çizimi

Dişli mekanizmalı bogie tasarımı çift 275 KW DC motor ve 6 gearbox (dişli ve tekerler ayrı tahrikli), 4 fren diski 2 fren kompresör ve diğer bogie ekipmanlarından oluşmaktadır. Krameyele kolay oturması ve rampa harici yollarda dişli çarkların zarar görmemesi için dişli sistemi hidrolik kollar ile aşağı yukarı hareket sağlamaktadır. Tramvay araç tasarımı 2 motor 1 taşıyıcı bogie den oluşmaktadır.

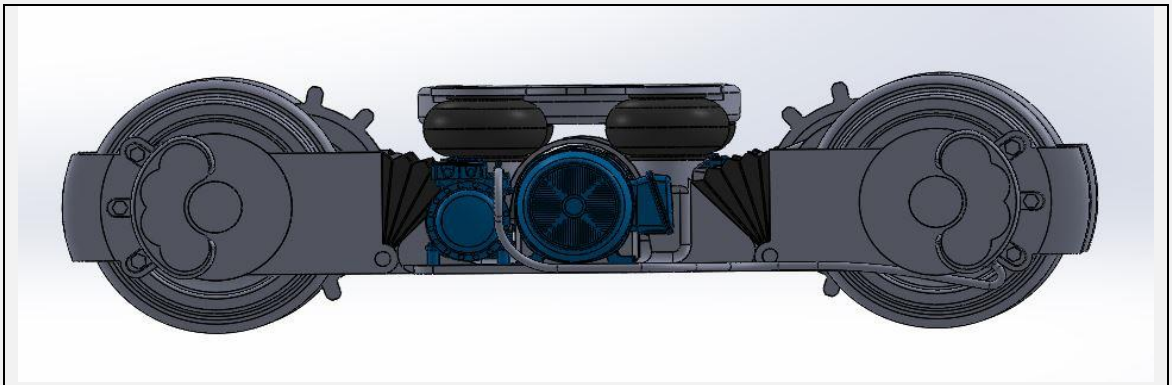


Resim 6. Motor Bogie Perspektif Görünümü

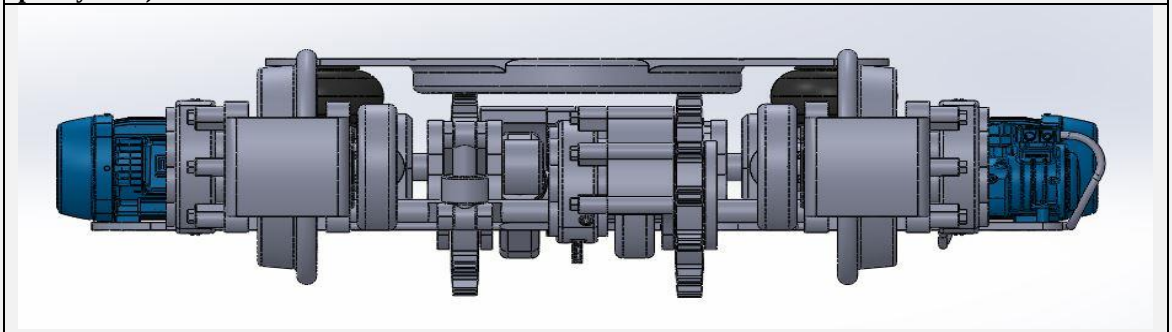


Resim 7. Motor Bogie Yan Görünümü (Dişli mekanizması hidrolik sistem vasıtasıyla aşağı

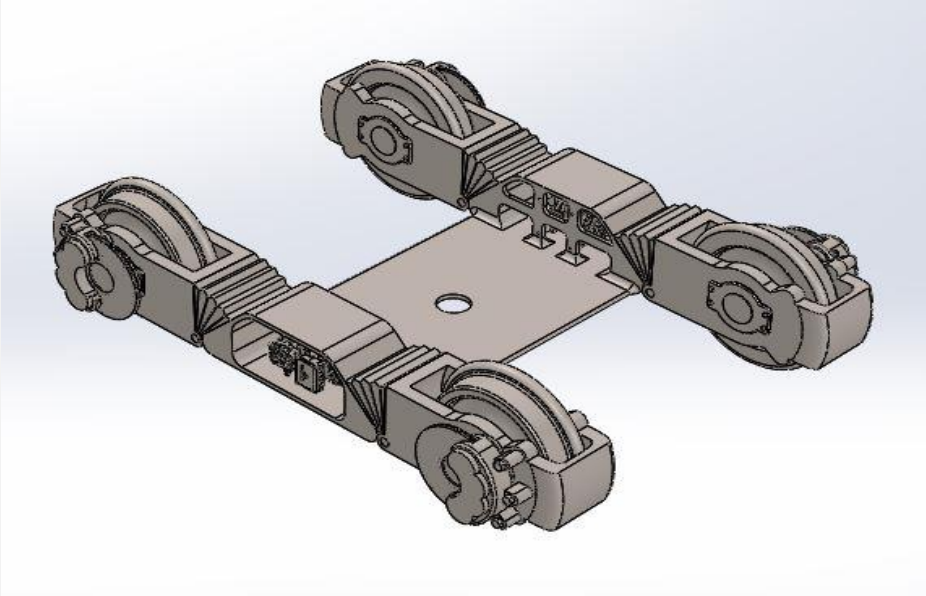
pozisyonda)



Resim 8. Motor Bogie Yan Görünümü (Dişli mekanizması hidrolik sistem vasıtasıyla yukarı pozisyonda)



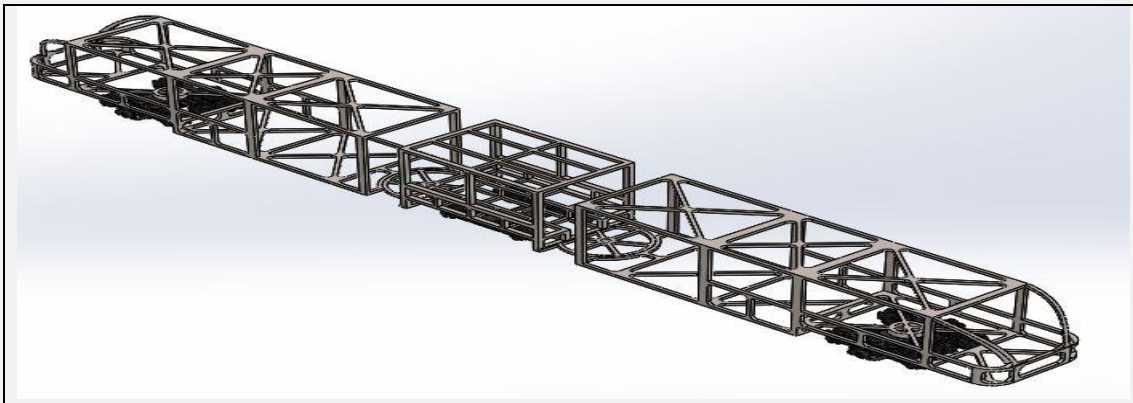
Resim 9. Motor Bogie Ön Görünümü



Resim 10. Taşıyıcı Bogie Perspektif Görünümü

5. Gövde Karkas Konsept Çizimi

Tramvay aracı 25 metre uzunluğunda ve yolcu kapasitesi oturan 50, 1 **m²'de 292 kişi (AW3) ayakta olacak şekilde tasarlanmıştır.**



Resim 11. Karkas Perspektif Görünümü

6. Sonuç

Bu çalışmada, gelişen teknoloji ile büyüyen şehirler için gelecek ulaşım trendi olan raylı sistemlerin şehirlerin farklı yeryüzü şekillerine uygulanabilirliği amaçlanmıştır. Çalışmanın birinci bölümünde ilave tahrikli raylı sistem yöntemleri hakkında bilgiler verilmiş ve modların karşılaştırması yapılmıştır. Karşılaştırma sonucunda, dünyada çeşitli örneklerinin bulunduğu **dişli-kremayer sistemli demiryolu uygulamalarında, ilk defa literatürde %100 alçak tabanlı(ultra low flow) tramvay konsept tasarımı yapılmıştır. Çalışmada gerekli mass bugdet(yük analizi) , dinamik hesaplamaları, cer gücü hesapları ve fren hesaplamaları için gerekli formüller sadeleştirilerek verilmiştir. Çalışmanın son kısmında dişli sistemli bogie ve karkas konsept tasarımı oluşturularak 3B çizimleri yapılmıştır. Bu proje kentiçi ulaşımda** seyahat sürelerinin azaltılması, mevcut yol kapasitelerinin optimum kullanımı, mobilitenin arttırılması, enerji verimliliğinin arttırılması ve çevreye verilen zararın azaltılması gibi amaçlar doğrultusunda geliştirilmiş olup, gerekli çalışmalar yapılmıştır.

Kaynaklar

[1] Dr. Veysel ARLI, Demiryolu Mühendisliği, İstanbul 2015.

[2] Vukan R. VUCHIC, Kent İçi Toplu Ulaşım ve Yaşanabilir Şehirler, Metro İstanbul 2015.

[3] ITE, Mıcheal D. Meyer, Transportation Planning Handbook, 2016.

[4] İnternet, http://www.wikiwand.com/cs/Ozubnicov%C3%A1_dr%C3%A1ha, Erişim Tarihi 18.02.2018

[5] İnternet, www.topluulasım.com, Erişim Tarihi 18.02.2018

[6] Ceylan URLU, Demiryolu Araçlarının İleri Dinamiği, Ankara 1999

[7] S. Açıkbaş, Raylı Toplu Ulaşım Sistemlerinde Enerji Verimliliği, İBB Semineri, 2012

[8] Durmazlar Makine A.Ş., Raylı Sistemler Derneği Araç Üretimi Eğitim Dokümanı, 2017

[9] A.Emin ŞİMŞEK, Elektrikli Raylı Sistemlerin İncelenmesi ve Kent İçi Raylı Ulaşım Sistemlerinde Enerji Kalitesi ve Geri Kazanımı, İstanbul 2008

Signal Strength-based Localization in GPS-Denied Environments for Intralogistics Applications

Furkan Tektas and Yakup Genc

Gebze Technical University, Department of Computer Engineering, Kocaeli, Turkey

{ftektas@gtu.edu.tr, yakup.genc@gtu.edu.tr}

Abstract

Intralogistics requires frequent movements of vehicles within a known environment such as a large factory. Autonomous navigation has seen as a cost-cutting measure for these types of applications. A necessary component of an autonomous system is precise and timely localization of the navigating vehicle. Global Positioning System (GPS), one of the best-known localization techniques, is not always available in intralogistics settings due to interferences in the environment (such as walls and roofs of the buildings and electro-magnetic sources from machinery). For GPS-denied environments alternative methods usually involve visual navigation systems. These systems are complex and most of the time require a good initial estimate of the vehicles current location especially when there are many repetitive visual structures in the scene.

Radio Frequency (RF) signal-strength measurements can be used as an alternative to or for providing the initial location estimates for vision-based systems. However, to be practical, these should not require an installation of new RF sources in the environment. As WiFi sources are commonly available, a localization method utilizing these sources is proposed. A specially designed convolutional neural network is proposed. The method provides %100 accuracy in building localization and more accurate than 8 meters of accuracy on the average. The algorithm works without the use of any temporal information. In other words, the location is estimated per observation. Usage of temporal behavior is expected to improve the results considerably either by tracking or by recurrent neural networks such as LSTMs.

Keywords: *intralogistics localization, RF fingerprint-based localization, convolutional neural networks*

1. Introduction

Recent years have seen a surge in automated systems in intralogistics applications. This is made possible by advances in robotics, information and communications technologies. Autonomous robots offset the unpredictability, inefficiency and costly laborious intralogistics tasks by bringing reliable and cost-effective infrastructures. At the same time, these autonomous systems can redirect the skilled workforce to more valuable fields.

To automate intralogistics solutions, Self-Driving Vehicles (SDVs) and Autonomous Mobile Robots (AMRs) should be able to reliably locate themselves in the environment they are operating. In indoor environments, localization is more challenging than their outdoors counterparts due to complexity of the surroundings such as walls, machinery and the flow of materials and people.

Indoor localization can be done using many modalities such as visual, radio frequency, magnetic, dead reckoning etc. The choice of localization modality can determine the cost of the infrastructure needed for automation which could be considerably high to set up and maintain. For example, an outside-in visual localization system requires a set of cameras fully observing the environment and processing the video feeds for estimating the location of the robot. The cost of many cameras and processing hardware and their maintenance could easily go over 100$ per square-meter.

Using the existing infrastructure for localization would be desirable. The most commonly used localization system, Global Navigation Satellite System (GNSS), cannot be used indoors since the satellite signals are not good at wall and ceiling penetration. One alternative could be the use of existing wireless communication infrastructure since it is widely available in many settings. Existing Wireless Access Points (WAPs) provide an affordable and maintainable way of indoor localization based on the use of Radio Frequency (RF) signals' fingerprints.

Received Signal Strength Indicator (RSSI) fingerprinting-based indoor localization methods use the a priori information of RSSI signals on a specific location and use its unique behavior to distinguish each location from others. Since most of the indoor environments has WiFi

coverage, one can utilize the WiFi RSSI fingerprints to locate WiFi-enabled devices to employ existing infrastructure. Using the current infrastructure cuts installation costs and allows an affordable and maintainable solution for indoor localization.

As the indoor localization market growth is expected to raise up to $4.4 billion by 2019 (VansonBourne 2016), RSSI fingerprint-based methods showed considerable improvement over the last years. Early works employed basic machine-learning methods such as K-Nearest Neighbors (KNNs) (Bagosi & Baruch 2011; Sun et al. 2014; Ma et al. 2008; Yang et al. 2015). The recent research has focused on deep learning based techniques (Nowicki & Wietrzykowski 2017; Kim, Wang, et al. 2017; Kim, Lee, et al. 2017). With enough measured data, WiFi RSSI fingerprint-based localization methods can achieve less than 8 meters localization accuracy in very challenging environments.

Following the advances in deep neural networks in image understanding and natural language processing, we show that in a multiple building and multiple floor environment, the buildings and floors can be estimated with 91% accuracy. We further show that convolutional neural networks can capture the spatial relationships in the individual RSSI measurements. Utilizing all available labeled RSSI fingerprint data, we can locate the mobile receiver within 8 meters in any building and on any floor. The learned algorithm performs the localization task within milliseconds (given up to 520 possible WAPs, a total of 400K floating point operations which can be run on a very low-end processor).

2. Related Work

Indoor localization can be done using many modalities such as visual, ultrasonic, magnetic, mechanical and radio frequency. In this paper, we are interested in RSSI fingerprint-based methods as they exploit the existing WiFi communication infrastructure of the environment. These methods usually involve a machine learning step where labeled data is used to model signal strength properties of each distinct location in the environment. Therefore, when a new set of RSSI readings are available, the location can be interpreted from the learned model.

The simplest model used for this task if K-Nearest Neighbor algorithm (Duda & Hart 1973). Given the RSSI readings for known locations in the labeled data, this algorithm simply finds the best matching RSSI fingerprint for the incoming data within the known data. This method tends to work well when the matching function (or the distance metric) is properly given. Since RSSI measurements for a given location tends to have many missing values (not all the WAPs is visible from a given location), simple distance metrics such as Euclidian distance does not work well. Learning the specific distance metric remains to be a challenge.

Deep neural networks (DNNs) offer another solution where a specific distance metric is not needed but learned implicitly by the method. DNNs has shown impressive improvements in computer vision and natural language processing where a lot of labeled data is available for classification or regression tasks. The use of DNNs has also recently surfaced for RSSI fingerprint analysis showing promising results.

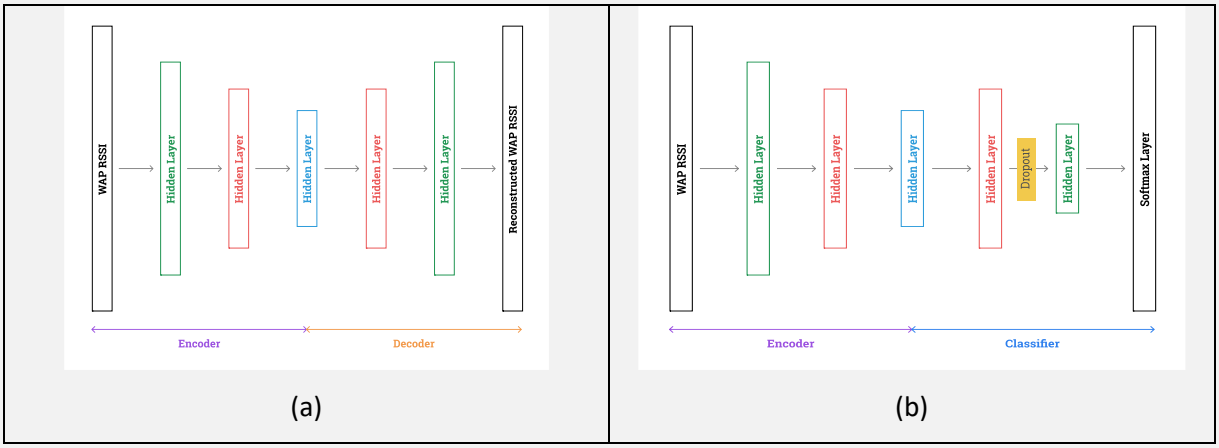


Figure 1 General Structure of the SAE-based classifiers used in (Nowicki & Wietrzykowski 2017; Kim, Lee, et al. 2017; Kim, Wang, et al. 2017)

The first work for RSSI fingerprint analysis using DNNs (Nowicki & Wietrzykowski 2017) employed a Stacked Autoencoder (SAE) to compress sparse RSSI fingerprint information into a smaller space. Reducing the many dimensional RSSI readings (e.g., 520 for the dataset used in the experiments section) into a space with 128 dimensions potentially captures the most relevant information for localization. At the same time, working in the lower dimensional space helps avoid the problem of curse of dimensionality (Bellman et al. 1961).

Given a maximum of 520 WAPs, (Nowicki & Wietrzykowski 2017) first trained an SAE with the following setup: 520x256x128x256x520 (see Figure 1-a). In this setup, a 520-dimensional input is fed to a layer with 256 neurons which in turn is fed to three successive layers with 128, 256 and 520 neurons respectively. The output of the decoder is the same as the input of the encoder. After training the SAE using Adam optimizer (Kingma & Ba 2015), they removed the decoder part of the network and added a 128x128 fully connected network (FCN) after the encoder (see Figure 1-b). The output of this network provides building and floor prediction.

Using SAE, (Kim, Wang, et al. 2017) reduced the network size further by using (520x64x8x64x520) encoder-decoder structure. The resulting embedding space is 8 dimensional which is used as input to a single layer classifier (e.g., a SoftMax layer (Goodfellow et al. 2016)) to predict both floor and building without an FCN. They introduced a custom cost function which penalizes building by 10 and floor by 1. Following this work, (Kim, Lee, et al. 2017) proposed a method for floor-level location estimation in which the estimation problem is handled as a classification task by enumerating the unique locations inside each floor. With an enlarged SAE of size 520x256x128x256x520, an FCN with the size of 64x128 is used for classification.

Spatial information is reported to be captured by a certain type of DNNs. Convolutional neural networks (CNNs) have been successfully used in computer vision problems where location of features for recognition plays a key role. For example, in face detection, the presence of eyes, nose and mouth is a very strong cue for face in an image. CNNs have been reported to do improve object recognition results by more than half over the conventional methods (Jia Deng et al. 2009).

In the next section, we will propose a CNN-based DNN that will exploit the spatial relationship between RSSI fingerprints yielding better localization results over the state of art.

3. Proposed Method

RSSI fingerprints carry information about the relative locations of the source of the signal and the receiver reading the signal. In principle, the closer the source and the receiver are the stronger the RF signal measured. When the source is a fixed WAP (wireless access point) and the receiver is a moving device, the distance to the WAP is a function of RSSI. Such RSSIs from multiple WAPs can be used to find the location of the device with respect to the WAPs.

Since RSSI coming from nearby WAPs will be correlated, CNN layers can be useful in extracting useful features for classifying the location. The proposed method utilizes CNNs for RSSI fingerprint-based indoor localization problem.

Since floor and building classifications are strongly related and these classifications contain meaningful features for each other, we designed a multiclass classifier (BF-CNN) for predicting building and floor at the same time. This type of multi-task learning is commonly used in other fields such as image understanding and natural language processing (Caruana 1997). These two predictions have many parameters in common, and we expose them in the early convolutional layers. While short filters imply micro-spatial features, longer features express large-scale spatial features such as building fingerprints. BF-CNN network has the setup shown in Figure 2 and Figure 3.

$$\mathrm{C}(4,2) - \mathrm{BN} - \mathrm{C}(4,3) - \mathrm{BN} - \mathrm{C}(4,3) - \mathrm{BN} - \mathrm{C}(4,8) - \mathrm{BN} - \mathrm{C}(4,32) - \mathrm{BN} \rightarrow CNN$$

$$\mathrm{CNN} - \mathrm{FC}(16) \rightarrow BO$$

$$\mathrm{CNN} - \mathrm{FC}(32) - [FC(16), BO] \rightarrow FO$$

Figure 2 BF-CNN Multiclass building and floor classifier structure

In Figure 2, $C(f,s)$ represents 1-D convolutional layer with f different $s \times 1$ sized filters, N denotes batch normalization layer, $FC(n)$ denotes a fully connected layer with n nodes, BO represents building prediction as a one-hot vector and FO represents floor prediction as a one-hot vector. Floor prediction employs the building prediction output in its last layer. All

convolutional and fully connected layers are followed by a sigmoid activation function except for the output layers which have SoftMax classifiers with dense connections.

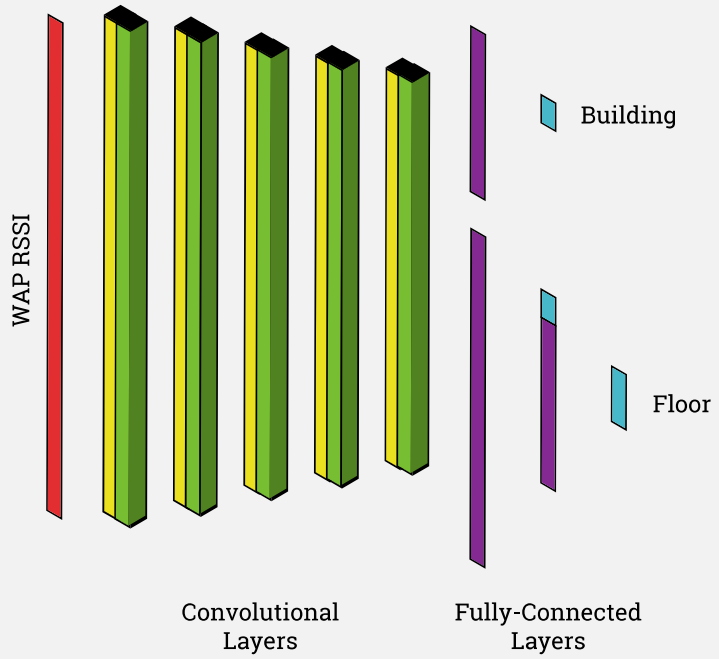


Figure 3 BF-CNN- Building & Floor classifier

Coordinate estimation is a two-dimensional regression problem with strongly-related outputs like BF-CNN. To estimate building coordinates at the same time, we approached this problem with the same technique as in BF-CNN. As we assume that coordinates are scaled between 0 and 1 within each building, we concatenated the building and floor estimation of BF-CNN's to input RSSI fingerprint vector (see Figure 4 and Figure 5).

In the proposed CNN-based coordinate regressor (CoordNet), early convolutional layers expose the unique coordinate features. The fully connected network is responsible for picking and fusing the most relevant features for the estimation of latitude and longitude. All layers are followed by hyperbolic tangent activation function except for the last two layers. The latitude and longitude values are estimated as a linear function of the last two layers. To avoid overfitting the training data, we applied dropout between fully connected and convolutional layers. CoordNet's structure can be seen in Figure 5.

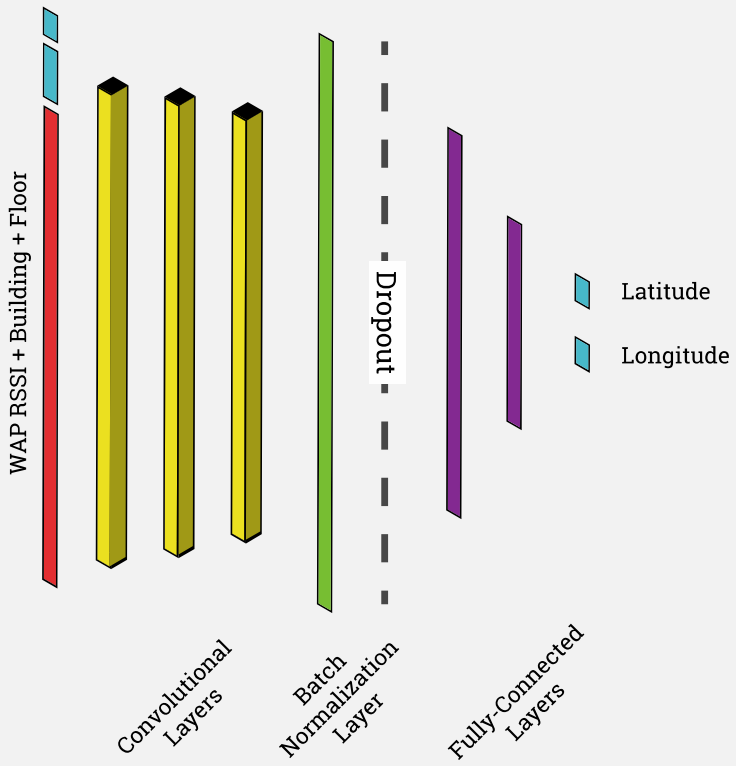


Figure 4 CoordNet - CNN-based latitude-longitude regresssor

$$C(4,3) - C(4,5) - C(4,2) - BN - FC(128) - FC(32) \rightarrow CNN$$

$$CNN \rightarrow Latitude$$

$$CNN \rightarrow Longitude$$

Figure 5 CoordNet structure

4. Experimental Results

The proposed method is implemented in Python (using Keras and Tensorflow packages) and tested on a commonly available UJIIndoorLoc dataset (Torres-Sospedra et al. 2014). This dataset is frequently used for assessing indoor localization methods. It also provides sufficient

generality to test localization methods for intralogistics applications. It has multiple buildings and floors. It shows a lot of dynamic properties of an intralogistics application such as human and material flow.

UJIIndoorLoc dataset was collected inside three different buildings with up to five floors. These buildings are located inside the campus of Jaume I University (UJI), Spain. The total area covered by this dataset is about 110 thousand square-meter. The labeled data includes 19,937 training and 1,111 validation fingerprints. Although the data labels the missing RSSIs with 100dBm, most machine learning methods labels missing RSSI values as -110dBm (Nowicki & Wietrzykowski 2017; Kim, Lee, et al. 2017; Kim, Wang, et al. 2017).

Since our method uses two different neural networks, we trained them separately. To train BF-CNN**,** we choose AdaDelta optimizer (Zeiler 2012) with the learning rate of 1.0 and categorical cross entropy loss for both outputs. This network is trained with batch size of 30 for 20 epochs.

After this training process, we achieved 100% building and 91.27% floor prediction accuracy which yields 91.27% of success rate as described in UJIIndoorLoc dataset's evaluation criteria (Torres-Sospedra et al. 2014).

To estimate absolute location coordinates, we use Adam optimizer with mean squared error loss function for both latitude and longitude. We set batch size to 75 during training and network is trained for 25 epochs. On the test set, we achieve the best performance of 7.36 meters mean coordinate estimation error. Since the training process is stochastic, different training runs yield different results. For this reason, we have trained our entire network at least 10 times recording the test performances. The worst performance was 13.6 meters and average error was 8.5 meters.

Table 3 shows a comparison of the proposed method against two other methods described in the previous sections. A successful prediction means that both building and floor is correctly estimated. As the building and floor estimation accuracy is slightly worse than (Nowicki & Wietrzykowski 2017) our method provides significantly better results for

absolute location estimation. The convolutional network can extract features that are better suited for estimating location.

Table 3 The comparison of the proposed method with others on UJIIndoorLoc dataset.

Method	Success Rate	Estimation Error
KNN (Torres-Sospedra et al. 2014)	89.92%	7.9m
(Nowicki & Wietrzykowski 2017)	92%	N/A
(Kim, Wang, et al. 2017)	93.33%	N/A
(Kim, Lee, et al. 2017)	91.18%	9.29m
Proposed	91.27%	7.36m

5. Conclusion

A convolutional neural network is proposed for location estimation in an indoor setting using RSSI fingerprint analysis. The method utilizes the existing WiFi infrastructure to locate the position of a mobile WiFi receiver. Following the recent advances in deep learning, the proposed method provides promising results for RSSI fingerprint-based solutions as it prioritizes spatial relations between WAPs. Other localization modalities for location estimation for intralogistics can be enhanced using the proposed technique which brings accurate and instantaneous location estimation.

Successive RSSI measurements can be more reliable for position estimation. We are currently working on an extension of our method to exploit the temporal characteristics of the signal for better estimation. Recurrent neural networks such as LSTMs are likely to improve the performance further.

Acknowledgement

Portions of this research used GPU hardware donated by NVidia under Research Grant #1018720312.

Kavşak Yönetiminde Akıllı Ulaşım Sistemleri

M. Yasin ÇODUR[1], Emre KUŞKAPAN[2], Ömer KAYA[3], Ahmet TORTUM[4]

[1]*Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25070, Türkiye, mycodur@erzurum.edu.tr*

[2]*Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25070, Türkiye, emre.kuskapan@erzurum.edu.tr*

[3]*Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25070, Türkiye, omer.kaya@erzurum.edu.tr*

[4]*Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25050, Türkiye, atortum@atauni.edu.tr*

Özet

Kavşaklar yolların kesişim noktalarıdır ve bu yüzden bu noktalarda trafik yoğunluğu fazladır. Yoğun olmasıyla birlikte kazaların da büyük bir kısmı bu noktalarda olmaktadır. Kazalara gerekçe olarak birçok şey sayılabilir. Kavşaktaki sinyal sürelerinin doğru ayarlanmamış olması bu kazalar için sayılan sebeplere örnek olabilir. Kavşakların sebep olduğu başka problemlerden biri de vakit kaybıdır. Aynı kavşak üzerindeki bir yolda hiç taşıt olmadığı halde yeşil ışığın yandığına ve kavşaktaki diğer bir yolda birçok araç olduğu halde kırmızı yandığına çokça tanıklık edilmektedir. Bu vakit kaybı hem araçların yakıt tüketiminin artmasına hem de kavşağı kullanan insanların sabrının tükenmesine sebep olabilmektedir. Yani hem yakıt hem vakit kaybı oluşturmaktadır. Diğer bir açıdan kavşaklardaki sinyalizasyonlardaki aksaklıklar yayaların da yanlış yönlendirilmesine neden olabilmektedir. Bu saydığımız olumsuzluklar gibi birçok olumsuzluğu gidermek için hiç kuşkusuz bir takım düzenlemeler yapılmalıdır. Konuyla ilgili düzenleme yapılabilmesi için teknolojinin kullanılması zorunlu bir durum olmaktadır. Çünkü teknoloji sayesinde birçok analiz ve kontrol yapılabilmektedir. Bu yüzden teknolojinin de ilerlemesi ile akıllı ulaşım sistemleri sayesinde tüm bu negatif durumları minimize edebilmek için çalışmalar yapılmaktadır. Kavşaklardaki farklı sayım tekniklerinin kullanılmasıyla her geçen gün bir adım daha ileriye gidilmektedir. Bu çalışmanın içeriği de kavşak tasarımı amacıyla düzenlenen hem araç hem

yaya için kullanılan sayım türlerini analiz etmektedir. Kullanılan yöntemlerden; el ile kavşak yerinde yapılan araç sayımları, yola yerleştirilen sensörler yardımı ile yapılan sayımlar ve çeşitli kameralar ile yapılan sayımlar değerlendirilmiş olup doğruluk payları analiz edilmiştir. Doğruluk payları ile birlikte yakıt tüketimine, vakit kaybının giderilmesine ve insanlara sağladığı faydalar ele alınmıştır. En doğru sonuca ulaşıp kavşakların maksimum verimde çalışabilmesi için birtakım tavsiyelerde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: *Akıllı sinyalizasyon, akıllı ulaşım sistemleri, kavşaklarda sayım türleri*

Intelligent Transportation Systems at The Intersection Management

M. Yasin ÇODUR[1], Emre KUŞKAPAN[2], Ömer KAYA[3], Ahmet TORTUM[4]

[1]*Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Civil Engineering Department 25070 ERZURUM/TURKEY, mycodur@erzurum.edu.tr*

[2]*Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Civil Engineering Department 25070 ERZURUM/TURKEY emre.kuskapan@erzurum.edu.tr*

[3]*Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Civil Engineering Department 25070 ERZURUM/TURKEY omer.kaya@erzurum.edu.tr*

[4]*Ataturk University, Engineering Faculty, Civil Engineering Department, 25050 ERZURUM/TURKEY atortum@atauni.edu.tr*

Abstract

Intersections are the junction of roads, and so traffic density is high at these points. Along with being intense, a large part of the accidents is at these points. Many things can be said as a reason. The signal times at the intersections are not set correctly which, can be an example of the reasons for these accidents. One of the other problem caused by the intersections is a waste of time. It is much witnessed that the green light when there is no vehicle in the road at the same intersection where the red is light when there are many vehicles on the other road at the intersection. This time loss can cause both the fuel consumption of the vehicles to increase and the exhaustion of the people patience who use the intersections. Namely it is both a fuel and a waste of time. On the other hand, disturbances in the signaling at the intersections can cause the guidance to be misdirected. Certainly a number of regulations must be made in order to avoid many negativities such as this. The use of technology is compulsory for the arrangement of the subject. Because of technology, many analysis and control can be done. So that, technology is being developed and intelligent transport systems are being used to minimize all these negative situations. With the use of different census techniques at the intersections, each day is one step ahead. The content of this study also analyzes the types of census used for intersection design, both vehicle and pedestrian. From the methods used; the

census made by hand at the intersection, the census made with the help of sensors installed on the road, and the census made with various cameras were evaluated and the accuracy shares were analyzed. Accuracy shares as well as fuel consumption, time lost and benefits provided to people are evaluated. Some recommendations have been made in order to reach the right result and work the intersections at maximum efficiency.

Keywords: *Intelligent signalization, intelligent transport systems, census at intersection*

1. Giriş

Yolların kesişim noktası olarak bilinen kavşaklar yıllar ilerledikçe farklı işlev ve türleriyle karşımıza çıkmaktadır. Araç sayılarının artmasıyla birlikte kavşaklardaki trafikleri azaltmak amacıyla çeşitli çözümler geliştirilmiştir. Bunların en önemlisi ise sinyalizasyon sistemidir. Sinyalizasyon sistemi sayesinde kavşaklarda belirli sıra ve süre ile araçlara geçiş hakkı tanınmaktadır. Fakat zaman ilerledikçe ve taşıt sayısı arttıkça sinyalizasyon sisteminde de bazı düzenlemelere ihtiyaç duyulmuştur. Çünkü bir kavşaktaki yolların hepsinin trafik yoğunluğu aynı olmamakla birlikte günün farklı saatlerinde farklı yollarda yoğunluk olabilmektedir. Bu yoğunlukların tespit edilip araçların sayılabilmesi için farklı araç sayım teknikleri kullanılmıştır. Sayım teknikleri sonucunda sinyal süreleri ile belirli bir sistem içerisinde çalışabilmiştir. Bu sayım tekniklerini uygulamakta olan birçok Avrupa ülkesinde kavşaklarda meydana gelen trafik kazalarında önemli sayıda azalmalar görülmektedir. Fakat Ülkemizde çok az sayıda kavşağımızda akıllı kavşak sistemleri uygulanması sebebiyle trafik kazaları da oldukça fazladır.

Kavşak Türü	Kaza Sayısı	Yüzde (%)
Dört Yönlü	27 754	14,99
Üç Yönlü (T)	20 569	11,11
Dönel Kavşak	10 774	5,82
Diğer Kavşak Çeşidi	6 771	3,66
Üç yönlü (Y)	4 398	2,38
Köprülü Kavşak	654	0,35
Kavşaksız	114 208	61,69
Toplam	185 128	100

Tablo 1: Ülkemizde meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza bilgileri [1]

Tablo 1 incelendiğinde 2016 yılı içerisinde meydana gelen toplam trafik kaza sayısı 185 128'dir. Bu kazalarında yaklaşık %40'ı kavşaklarda meydana gelmektedir. Kavşaklardaki

kazalar incelendiğinde ise daha çok sinyalize olarak kullanılan kavşaklarda (Dört yönlü, üç yönlü (T), dönel kavşak, üç yönlü (Y), diğer kavşak çeşidi) trafik kazalarının daha fazla olduğu görülmektedir. Köprülü kavşakların ise çok zorunlu bir ihtiyaç olmadığı müddetçe sinyalize kavşak olarak kullanılmamaktadır. Aynı şekilde en az kaza olayının da köprülü kavşaklarda meydana geldiği görülmektedir. Bu doğrultuda kavşaklarda meydana gelen trafik kazalarını azaltmaya yönelik yapılacak olan çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Kavşaklarda akıllı sistemlerin kullanılmasıyla ilgili birçok çalışma yapılmıştır. O yüzden bu çalışma yapılmadan önce araç sayım sistemleri ve kavşak tasarımına yönelik yapılan çalışmalar incelenmiştir. İlk olarak akıllı kavşaklar için prototip oluşturulan bir çalışmada, bulanık mantık denetleyici kullanılarak trafik sinyalizasyon sistemlerinin bir prototipi gerçekleştirilmiştir. Yazılım ve donanım olarak geliştirilen prototipte, yazılım kısmında C++ kullanılmıştır. Sistemde bir model kavşak tasarlanmıştır. Çalışma sonucunda hem klasik denetleyici hem de bulanık mantık denetleyici sonuçları karşılaştırılmıştır. Yapılan prototip ile trafik kaza sayılarında düşüşlerin önemli ölçüde olacağı öngörülmüştür [2]. Yapılan başka bir çalışmada PLC tabanlı bir trafik sinyalizasyon otomasyonu sunulmaktadır. Yapılan çalışma ile yol üzerine konulan algılayıcılar sayesinde trafik ışıklarının süreleri trafiğin durumunu göre dinamik olarak ayarlanmaktadır. Algılayıcılardan toplanan verilen PLC içerisinde değerlendirilerek trafik ışıklarının süreleri belirlenir ve böylece trafik akışı gereksiz kesilmemektedir. Ayrıca bu sistemde hız ölçüm çalışmaları da yapılmıştır [3]. Başka bir çalışmada ise, çoklu etmen yöntemine dayalı trafik yönetim sistemlerinin tasarımı ve pratiği anlatılmıştır. Kavşak optimize sinyalizasyonu JACK etmen geliştirme platformu üzerine yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada trafik akış hızının artırılması, enerji tüketiminin düşürülmesi, sıkışıklıkların ve trafik kazalarının azaltılması amaçlanmıştır [4]. Şehir merkezlerinde trafik sıkışıklığının yoğun olarak hissedildiği bölgeler kavşakların olduğu belirtilmiş ve çalışmada; kavşağın daha verimli kullanılması için kural tabanlı bir kavşak modeli uygulaması yapılmıştır. Işık sürelerini en uygun şekilde belirleyip kavşak döngüsü boyunca bekleme azaltılarak kavşaktan en fazla araç geçişi sağlanacaktır. Model sonucu kavşaktan %20-%30 oranında fazla araç ayrılmasını sağlamıştır [5]. Sinyalize kavşaklar için

yapılan çalışmada kollardan gelen araç sayıları belirlendikten sonra bir hesap önerisi ve performans analizi simülasyon programı aracılığıyla yapılmıştır. Sinyal süreleri üzerine bazı değerlendirmeler yapılmıştır. Değerlendirmelerde bazıları sola dönüş hacmi arttıkça kavşaktaki tıkanıklığının arttığı, sola dönüş oranını %30 olarak belirlenmiştir. Bu tespitler sonucu sinyal süreleri yeniden ayarlanmıştır [6]. Yapılan çalışmada çok yönlü araç takibi ve sayımı uygulaması yapılmıştır. Bu çalışma ile dört kollu bir kavşak üzerinde kavşağa giren ve çıkan araçların sayısı, araç büyüklüklerine göre sınıflandırılması yapılmaktadır. Sınıflandırma ve araç sayımları ile hareket yönü ve büyüklüğü gibi kavramlara yer verilmiştir [7]. Bu konu ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada, günümüz trafik sorunlarından bahsedilerek kavşakların akıllı olması önerilmiştir. Kavşaklara konulabilecek cihazlar sayesinde yapay zekâ teknikleri ve diğer bazı uzman sistemlerin akıllı ulaşım sistemleri üzerinde ve kavşakların optimize edilmesi alanında uygulanması irdelenmiştir [8]. Bir diğer çalışmada akıllı kavşak yönetim sisteminin aşamaları ve uygulama örneği olan Antalya Mevlana Kavşağı verilmiştir. Kavşaklara yerleştirilen kamera sistemi ile hem gündüz hem gece araç sayımı yapılmaktadır. Kavşağa uygulanan akıllı trafik sistemi ve mevcut ışıklandırmanın simülasyon ortamında karşılaştırması yapılmıştır. Akıllı trafik sistemi yardımıyla kavşakta trafik problemi ve ışık ihlali sonucunda kaza sayısında azalma görülmüştür [9].

Yapılan çalışmalar incelendiğinde araç sayım yöntemleri akıllı kavşak sistemlerinin avantajlarından bahsedilmiştir. Ayrıca araç sayımlarının nasıl yapılacağı ve sayım yapılırken nelere dikkat edilmesi gerektiğine değinilmiştir. Bu çalışmada ise kavşak yönetiminde akıllı sistemlerin ve araç sayım yöntemleri incelenmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Ülkemiz için en uygun olabilecek yöntem belirlenmiştir. Belirlenen yöntemin çevre kirliliği, trafik kazaları ve zaman kaybı gibi olumsuz durumların engellenmesi için sağladığı avantajlara değinilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Taşıtların insan hayatına girdiğinden itibaren çeşitli sebeplerle araç sayım işlemi yapılmıştır. Bu sayım işlemi ilkel yöntemlerle başlamış olup teknolojinin hayatımıza girmesiyle birlikte zaman içerisinde çeşitli gelişmeler göstermiştir. Özellikle akıllı ulaşım sistemleri sayesinde son yıllarda araç sayım işlemleri kolay şekilde yürütülmektedir. Bu sayım yöntemleri her geçen gün gelişmekte olup bu yöntemlere yenileri eklenmeye devam etmektedir. Araç sayım yöntemleri içerisinde ilk olarak kullanılmaya başlanan yöntem el ile sayım yöntemidir. Bu yöntemde aracı sayan kişiler yolu net olarak görebilecek ve trafiği aksatmayacak bir alana geçer. Geçen araç sayısını kalem ve kâğıt kullanarak not alır. Araç boyutu veya türüne göre sayım yapması gerektiği durumda ise bir tablo oluşturarak aracın cinsine göre ilgili alana işaretlemeler yapar. Kullanılan diğer bir yöntem ise ise trafik ölçüm hortumu ile araç sayımı yöntemidir. Bu yöntemde zemin üzerine uzatılan basınç sayacı, hortumların üzerinden ağırlık geçerken sıkıştığında hava basınç değişikliklerini algılar. Eğer yayalar direk olarak hortum üzerine basarlarsa, hortum bu adımları algılar. Bu nedenle yayaların olduğu bölgelerde hortumların kullanılması tavsiye edilmez çünkü bazı adımlar algılanır bazıları algılanmaz. Ancak, çalışma süreçlerinde iki hortum kullanıldığında bisiklet/motor ve motorlu araçlar ayırt edilerek karışık trafik şartlarında çalışabilir böylece sürat ve yön tayini yapılabilmektedir.

Şekil 1: El ile araç sayımı ve Trafik ölçüm hortumu ile araç sayımı [10,11]

Araç sayım yöntemlerinden bir diğeri ise yola sensör yerleştirme yöntemiyle yapılan sayımlardır. Bu sensörler yol yüzeyinden kesilerek oluşturulan bir oluk içine yerleştirilirler. Sensörlerle mekanik enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi sayesinde veriler toplanmaktadır. Sensörlerde oluşan mekanik deformasyonlar, içinde bulunan elektrotlarda voltaj değişimine neden olmaktadır. Değişim sonucu elde edilen sinyallerin genliği ve frekansı oluşan deformasyonun derecesiyle orantılıdır. Sensörlerde meydana gelen voltaj değişimi kullanılarak araç sayımı, sınıflandırma, aracın hareket halindeki ağırlığı ve hızı ile

ilgili bilgiler elde edilebilmektedir. Pratik yöntemlerden biri de taşınabilir trafik analizörü yöntemidir. Bu yöntemin uygulaması kolay olmakla birlikte direk yol yüzeyine yapıştırılıp tekrar sökülebilir. İçerisinde bulunan bluetooth cihazı sayesinde araçların türünü ve hızını tespit edip verileri aktarmayı sağlamaktadır.

Şekil 2: Sensör yöntemiyle araç sayımı ve Trafik analizörü ile araç sayımı [12,13]

Kullanılan sayım yöntemleri içerisinden en çok kullanılan sistem olan araç sayım kameralarıdır. Bu sistem aracın sayılacağı yolu görecek şekilde 6 ila 8 metre yüksekliğinde bir yere yerleştirilir. Bulunduğu bölgeden geçen araç sayısını tespit edip verilerin kavşak sinyalizyon sistemine aktarılmasını sağlar. Ayrıca bu kameralar araçların türüne göre de sayım işlemini gerçekleştirip belirli bir sınıflandırma yapabildiği için daha detaylı ve doğru sonuçlar verebilmektedir.

Şekil 3: Araç sayım kameraları ile araç sayımı [14]

3. Bulgular ve Tartışma

Araç sayım işlemi için kullanılmakta olan yöntemlerin türüne göre maliyet, doğruluk payı veya harcanan süreler değişebilmektedir. Bu yüzden kullanım alanları da değişiklik gösterebilmektedir. En klasik yöntem olarak bahsettiğimiz el ile sayım yönteminde; sayımı yapan kişiler açısından yorucu olup geçen araç sayısının tespiti kişinin dikkatine bağlı olduğu için hata oranı yüksektir. Bu sebeple günümüzde kullanımı giderek azalmaktadır. Trafik ölçüm hortumu ile araç sayımında ise genellikle köprü ve yaya trafiğine kapalı alanlarda tercih edilir. Kavşakların birçoğunda yaya geçişi olması ve bu hortumlar üzerine temas etmesi durumunda doğru sonuç veremeyebilir. Bu yüzden kavşaklarda kullanım için tercih edilen bir yöntem değildir. Sensör yöntemi ile araç sayımında ise diğer yöntemlerin çoğuna göre maliyeti yüksek olabilmektedir. Ayrıca yağış ve kar gibi durumlarda mekanik yapısının zarar

görmesi durumunda hatalı sonuçlar verebilmektedir. Trafik analizörünü inceleyecek olursak kullanım alanının kısıtlı olması tercih edilme ihtimalini azaltmaktadır. Yolun küçük bir kesimine uygulanması özellikle şerit ihlallerinin sıkça yaşandığı Ülkemizde olumsuz bir durum oluşturmaktadır. Çünkü bu analizörler yol boyunca değil sadece şeritlerin içerisinde küçük bir alana yerleştirilmiştir. Ayrıca kolay sökülür olması ve araçlardan dolayı deformasyona uğrama ihtimaline karşın Ülkemizde çok fazla tercih edilmemektedir.

Araç sayım kameralarının kullanılması ise günümüzde en çok tercih edilen yöntemdir. En çok tercih edilmesinde; kullanım alanının geniş olması ve daha doğru sonuçlar vermesi etkin rol oynamaktadır. Araç sayım kameraları kullanılarak;

- Kavşaklarda ve kavşaklar arasındaki yol kesimlerinde trafik daha akıcı hale getirilir.
- Araçların kavşaklarda bekleme süreleri, dolayısıyla trafikte geçirdikleri vakit en aza indirilir.
- Zehirli gaz salınımı ve gürültü kirliliği azaltılarak çevre kirliliğinin önlenmesine katkı sağlanır.
- Yakıt tüketimi azaltılarak ülke ekonomisine katkı sağlanır.
- Sistemin ürettiği güvenli süreler ile kırmızı ışık ihlallerinde ve trafik kazalarında azalma sağlanır.

4. Sonuçlar

Çalışmada incelenen yöntemler içerisinde araç sayım kameraları sayım işlemi en uygun yöntem olduğu görülmektedir. Sağladığı avantajlar sebebiyle kavşaklarda kullanılması trafik sıkışıklığı ve trafik kazalarını azaltmaya sebep olmaktadır. Yoldaki trafik akışından ve hava şartlarından etkilenmemesi sayesinde uzun ömürlü olarak çalışabilmektedir. Gece görüşünün de iyi olması hata oranı da oldukça düşürmektedir. Özellikle kavşakların merkezine yerleştirilerek tüm yolların kontrolü sağlanabilmesi ve bu sayede de kavşağın dinamik olarak akışını sağlamakta ve trafik yoğunluğunu azaltmaktadır. Fakat bir kavşakta bu sistemin kullanılıp ona yakın başka bir kavşakta kullanılmaması olumsuz sonuçlara sebep olabilir. Çünkü bir kavşakta trafik akışını hızlandırıp ona yakın bir kavşakta hızlandırılmazsa trafik

sıkışıklığı tam anlamıyla giderilmemiş olur. Bu yüzden dinamik kavşakların birlikte belirli bir sistem içerisinde çalışması daha iyi sonuçlar verebilmektedir. Bu doğrultuda ülke trafik politikalarında akıllı kavşakların ön planda tutulması gerekmektedir.

Kaynaklar

[1] 2016 yılı trafik kazaları özeti. Karayolları Genel Müdürlüğü. 2017.

[2] Erdem, A. Kavşak Trafik Sinyalizasyon Sistemi İçin Bulanık Mantık Tabanlı Gerçek Zamanlı Denetleyici Tasarımı Ve Uygulaması. Engineering Sciences. 2(4). Syf. 241-255.2007.

[3] Çakır, A., Çalış, H., Dandıl E. PLC Tabanlı Dinamik Trafik Sinyalizasyon ve Araç Hız Ölçüm Sistemi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 13(1). Syf 101-107. 2009.

[4] Ergün, S., Aydoğan T. Kavşak Sinyalizasyon Sisteminin JACK Etmen Geliştirme Platformunun Kullanılarak Oluşturulması. International Journal of Informatics Technologies. Vol 6, No 1. 2013.

[5] Güler Z. Akıllı Trafik Kontrol Sistemi. Hacettepe Üniversitesi yüksek lisans tezi. 2013.

[6] Çakıcı Z., Murat Y.Ş., Sinyalize Dönel Kavşaklar için Hesap Yöntemi Önerisi ve Performans Analizi. İMO Teknik Dergi. 7569-7592, Yazı 461. 2016.

[7] Güzel M.S., Çok Yönlü Araç Takibi ve Sayımı Uygulaması. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi. 7(2). Syf. 622-626. 2017.

[8] Erdal, H. Yapay Zekâ Teknikleri ve Uzman Sistemlerin Karasal Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Denetiminde Kullanımı. Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi. 1(1). Syf 32-39. 2018.

[9] Akıllı kavşak yönetim sistemi:https://docplayer.biz.tr/4498613-Akilli-kavsak-yonetim-sistemi

[10] El ile araç sayım yöntemi: http://www.haberovasi.com/samsun-haber/15-yillik-trafik-sorunu-cozuluyor-h10179.html

[11] Yol trafik ölçüm hortumu: https://otoko.com.tr/tr/urunlerimiz/trafik-cozumleri/

[12] Akkaş U., Karayolları trafik ölçüm cihazları iş programlarının iyileştirilmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 2007.

[13] Taşınabilir trafik analizörü.:http://www.mhcorbin.com/portable-traffic-analyzer/

[14] Kamera ile araç sayım sistemi: http://www.issd.com.tr/tr/17622/Arac-Sayim-Sistemi-VIERO.

Kavşak Yönetiminde Akıllı Ulaşım Sistemleri

M. Yasin ÇODUR[1], Emre KUŞKAPAN [2], Ömer KAYA[3], Ahmet TORTUM[4]

[1]*Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25070, Türkiye, mycodur@erzurum.edu.tr*

[2]*Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25070, Türkiye, emre.kuskapan@erzurum.edu.tr*

[3]*Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25070, Türkiye, omer.kaya@erzurum.edu.tr*

[4]*Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25050, Türkiye, atortum@atauni.edu.tr*

Özet

Kavşaklar yolların kesişim noktalarıdır ve bu yüzden bu noktalarda trafik yoğunluğu fazladır. Yoğun olmasıyla birlikte kazaların da büyük bir kısmı bu noktalarda olmaktadır. Kazalara gerekçe olarak birçok şey sayılabilir. Kavşaktaki sinyal sürelerinin doğru ayarlanmamış olması bu kazalar için sayılan sebeplere örnek olabilir. Kavşakların sebep olduğu başka problemlerden biri de vakit kaybıdır. Aynı kavşak üzerindeki bir yolda hiç taşıt olmadığı halde yeşil ışığın yandığına ve kavşaktaki diğer bir yolda birçok araç olduğu halde kırmızı yandığına çokça tanıklık edilmektedir. Bu vakit kaybı hem araçların yakıt tüketiminin artmasına hem de kavşağı kullanan insanların sabrının tükenmesine sebep olabilmektedir. Yani hem yakıt hem vakit kaybı oluşturmaktadır. Diğer bir açıdan kavşaklardaki sinyalizasyonlardaki aksaklıklar yayaların da yanlış yönlendirilmesine neden olabilmektedir. Bu saydığımız olumsuzluklar gibi birçok olumsuzluğu gidermek için hiç kuşkusuz bir takım düzenlemeler yapılmalıdır. Konuyla ilgili düzenleme yapılabilmesi için teknolojinin kullanılması zorunlu bir durum olmaktadır. Çünkü teknoloji sayesinde birçok analiz ve kontrol yapılabilmektedir. Bu yüzden teknolojinin de ilerlemesi ile akıllı ulaşım sistemleri sayesinde tüm bu negatif durumları minimize edebilmek için çalışmalar yapılmaktadır. Kavşaklardaki farklı sayım tekniklerinin kullanılmasıyla her geçen gün bir adım daha ileriye

gidilmektedir. Bu çalışmanın içeriği de kavşak tasarımı amacıyla düzenlenen hem araç hem yaya için kullanılan sayım türlerini analiz etmektedir. Kullanılan yöntemlerden; el ile kavşak yerinde yapılan araç sayımları, yola yerleştirilen sensörler yardımı ile yapılan sayımlar ve çeşitli kameralar ile yapılan sayımlar değerlendirilmiş olup doğruluk payları analiz edilmiştir. Doğruluk payları ile birlikte yakıt tüketimine, vakit kaybının giderilmesine ve insanlara sağladığı faydalar ele alınmıştır. En doğru sonuca ulaşıp kavşakların maksimum verimde çalışabilmesi için birtakım tavsiyelerde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: *Akıllı sinyalizasyon, akıllı ulaşım sistemleri, kavşaklarda sayım türleri*

Intelligent Transportation Systems at The Intersection Management

M. Yasin ÇODUR[1], Emre KUŞKAPAN [2], Ömer KAYA[3], Ahmet TORTUM[4]

[1]*Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Civil Engineering Department 25070 ERZURUM/TURKEY, mycodur@erzurum.edu.tr*

[2]*Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Civil Engineering Department 25070 ERZURUM/TURKEY emre.kuskapan@erzurum.edu.tr*

[3]*Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Civil Engineering Department 25070 ERZURUM/TURKEY omer.kaya@erzurum.edu.tr*

[4]*Ataturk University, Engineering Faculty, Civil Engineering Department, 25050 ERZURUM/TURKEY atortum@atauni.edu.tr*

Abstract

Intersections are the junction of roads, and so traffic density is high at these points. Along with being intense, a large part of the accidents is at these points. Many things can be said as a reason. The signal times at the intersections are not set correctly which, can be an example of the reasons for these accidents. One of the other problem caused by the intersections is a waste of time. It is much witnessed that the green light when there is no vehicle in the road at the same intersection where the red is light when there are many vehicles on the other road at the intersection. This time loss can cause both the fuel consumption of the vehicles to increase and the exhaustion of the people patience who use the intersections. Namely it is both a fuel and a waste of time. On the other hand, disturbances in the signaling at the intersections can cause the guidance to be misdirected. Certainly a number of regulations must be made in order to avoid many negativities such as this. The use of technology is compulsory for the arrangement of the subject. Because of technology, many analysis and control can be done. So that, technology is being developed and intelligent transport systems are being used to minimize all these negative situations. With the use of different census techniques at the intersections, each day is one step ahead. The content of this study also analyzes the types of census used for intersection design, both vehicle and pedestrian. From the methods used; the census made by hand at the intersection, the census made with the help of sensors installed on

the road, and the census made with various cameras were evaluated and the accuracy shares were analyzed. Accuracy shares as well as fuel consumption, time lost and benefits provided to people are evaluated. Some recommendations have been made in order to reach the right result and work the intersections at maximum efficiency.

Keywords*: Intelligent signalization, intelligent transport systems, census at intersection*

1. Giriş

Yolların kesişim noktası olarak bilinen kavşaklar yıllar ilerledikçe farklı işlev ve türleriyle karşımıza çıkmaktadır. Araç sayılarının artmasıyla birlikte kavşaklardaki trafikleri azaltmak amacıyla çeşitli çözümler geliştirilmiştir. Bunların en önemlisi ise sinyalizasyon sistemidir. Sinyalizasyon sistemi sayesinde kavşaklarda belirli sıra ve süre ile araçlara geçiş hakkı tanınmaktadır. Fakat zaman ilerledikçe ve taşıt sayısı arttıkça sinyalizasyon sisteminde de bazı düzenlemelere ihtiyaç duyulmuştur. Çünkü bir kavşaktaki yolların hepsinin trafik yoğunluğu aynı olmamakla birlikte günün farklı saatlerinde farklı yollarda yoğunluk olabilmektedir. Bu yoğunlukların tespit edilip araçların sayılabilmesi için farklı araç sayım teknikleri kullanılmıştır. Sayım teknikleri sonucunda sinyal süreleri ile belirli bir sistem içerisinde çalışabilmiştir. Bu sayım tekniklerini uygulamakta olan birçok Avrupa ülkesinde kavşaklarda meydana gelen trafik kazalarında önemli sayıda azalmalar görülmektedir. Fakat Ülkemizde çok az sayıda kavşağımızda akıllı kavşak sistemleri uygulanması sebebiyle trafik kazaları da oldukça fazladır.

Tablo 1: Ülkemizde meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza bilgileri [1]

Kavşak Türü	Kaza Sayısı	Yüzde (%)
Dört Yönlü	27 754	14,99
Üç Yönlü (T)	20 569	11,11
Dönel Kavşak	10 774	5,82
Diğer Kavşak Çeşidi	6 771	3,66

Üç yönlü (Y)	4 398	2,38
Köprülü Kavşak	654	0,35
Kavşaksız	114 208	61,69
Toplam	185 128	100

Tablo 1 incelendiğinde 2016 yılı içerisinde meydana gelen toplam trafik kaza sayısı 185 128'dir. Bu kazalarında yaklaşık %40'ı kavşaklarda meydana gelmektedir. Kavşaklardaki kazalar incelendiğinde ise daha çok sinyalize olarak kullanılan kavşaklarda (Dört yönlü, üç yönlü (T), dönel kavşak, üç yönlü (Y), diğer kavşak çeşidi) trafik kazalarının daha fazla olduğu görülmektedir. Köprülü kavşakların ise çok zorunlu bir ihtiyaç olmadığı müddetçe sinyalize kavşak olarak kullanılmamaktadır. Aynı şekilde en az kaza olayının da köprülü kavşaklarda meydana geldiği görülmektedir. Bu doğrultuda kavşaklarda meydana gelen trafik kazalarını azaltmaya yönelik yapılacak olan çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Kavşaklarda akıllı sistemlerin kullanılmasıyla ilgili birçok çalışma yapılmıştır. O yüzden bu çalışma yapılmadan önce araç sayım sistemleri ve kavşak tasarımına yönelik yapılan çalışmalar incelenmiştir. İlk olarak akıllı kavşaklar için prototip oluşturulan bir çalışmada, bulanık mantık denetleyici kullanılarak trafik sinyalizasyon sistemlerinin bir prototipi gerçekleştirilmiştir. Yazılım ve donanım olarak geliştirilen prototipte, yazılım kısmında C++ kullanılmıştır. Sistemde bir model kavşak tasarlanmıştır. Çalışma sonucunda hem klasik denetleyici hem de bulanık mantık denetleyici sonuçları karşılaştırılmıştır. Yapılan prototip ile trafik kaza sayılarında düşüşlerin önemli ölçüde olacağı öngörülmüştür [2]. Yapılan başka bir çalışmada PLC tabanlı bir trafik sinyalizasyon otomasyonu sunulmaktadır. Yapılan çalışma ile yol üzerine konulan algılayıcılar sayesinde trafik ışıklarının süreleri trafiğin durumunu göre dinamik olarak ayarlanmaktadır. Algılayıcılardan toplanan verilen PLC içerisinde değerlendirilerek trafik ışıklarının süreleri belirlenir ve böylece trafik akışı gereksiz kesilmemektedir. Ayrıca bu sistemde hız ölçüm çalışmaları da yapılmıştır [3]. Başka bir çalışmada ise, çoklu etmen yöntemine dayalı trafik yönetim sistemlerinin tasarımı ve pratiği anlatılmıştır. Kavşak optimize sinyalizasyonu JACK etmen geliştirme platformu üzerine

yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada trafik akış hızının artırılması, enerji tüketiminin düşürülmesi, sıkışıklıkların ve trafik kazalarının azaltılması amaçlanmıştır [4]. Şehir merkezlerinde trafik sıkışıklığının yoğun olarak hissedildiği bölgeler kavşakların olduğu belirtilmiş ve çalışmada; kavşağın daha verimli kullanılması için kural tabanlı bir kavşak modeli uygulaması yapılmıştır. Işık sürelerini en uygun şekilde belirleyip kavşak döngüsü boyunca bekleme azaltılarak kavşaktan en fazla araç geçişi sağlanacaktır. Model sonucu kavşaktan %20-%30 oranında fazla araç ayrılmasını sağlamıştır [5]. Sinyalize kavşaklar için yapılan çalışmada kollardan gelen araç sayıları belirlendikten sonra bir hesap önerisi ve performans analizi simülasyon programı aracılığıyla yapılmıştır. Sinyal süreleri üzerine bazı değerlendirmeler yapılmıştır. Değerlendirmelerde bazıları sola dönüş hacmi arttıkça kavşaktaki tıkanıklığının arttığı, sola dönüş oranını %30 olarak belirlenmiştir. Bu tespitler sonucu sinyal süreleri yeniden ayarlanmıştır [6]. Yapılan çalışmada çok yönlü araç takibi ve sayımı uygulaması yapılmıştır. Bu çalışma ile dört kollu bir kavşak üzerinde kavşağa giren ve çıkan araçların sayısı, araç büyüklüklerine göre sınıflandırılması yapılmaktadır. Sınıflandırma ve araç sayımları ile hareket yönü ve büyüklüğü gibi kavramlara yer verilmiştir [7]. Bu konu ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada, günümüz trafik sorunlarından bahsedilerek kavşakların akıllı olması önerilmiştir. Kavşaklara konulabilecek cihazlar sayesinde yapay zekâ teknikleri ve diğer bazı uzman sistemlerin akıllı ulaşım sistemleri üzerinde ve kavşakların optimize edilmesi alanında uygulanması irdelenmiştir [8]. Bir diğer çalışmada akıllı kavşak yönetim sisteminin aşamaları ve uygulama örneği olan Antalya Mevlana Kavşağı verilmiştir. Kavşaklara yerleştirilen kamera sistemi ile hem gündüz hem gece araç sayımı yapılmaktadır. Kavşağa uygulanan akıllı trafik sistemi ve mevcut ışıklandırmanın simülasyon ortamında karşılaştırması yapılmıştır. Akıllı trafik sistemi yardımıyla kavşakta trafik problemi ve ışık ihlali sonucunda kaza sayısında azalma görülmüştür [9].

Yapılan çalışmalar incelendiğinde araç sayım yöntemleri akıllı kavşak sistemlerinin avantajlarından bahsedilmiştir. Ayrıca araç sayımlarının nasıl yapılacağı ve sayım yapılırken nelere dikkat edilmesi gerektiğine değinilmiştir. Bu çalışmada ise kavşak yönetiminde akıllı sistemlerin ve araç sayım yöntemleri incelenmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Ülkemiz

için en uygun olabilecek yöntem belirlenmiştir. Belirlenen yöntemin çevre kirliliği, trafik kazaları ve zaman kaybı gibi olumsuz durumların engellenmesi için sağladığı avantajlara değinilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

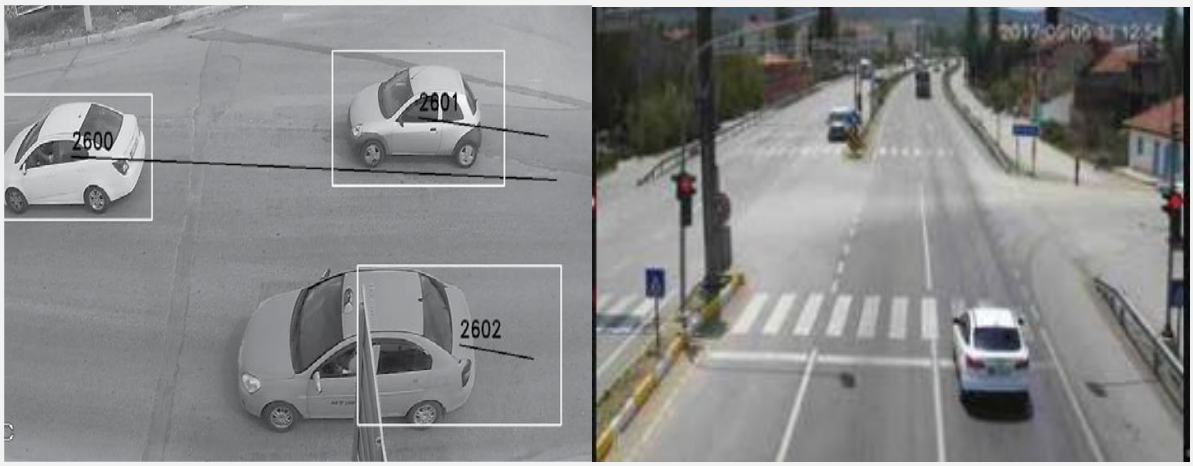
Taşıtların insan hayatına girdiğinden itibaren çeşitli sebeplerle araç sayım işlemi yapılmıştır. Bu sayım işlemi ilkel yöntemlerle başlamış olup teknolojinin hayatımıza girmesiyle birlikte zaman içerisinde çeşitli gelişmeler göstermiştir. Özellikle akıllı ulaşım sistemleri sayesinde son yıllarda araç sayım işlemleri kolay şekilde yürütülmektedir. Bu sayım yöntemleri her geçen gün gelişmekte olup bu yöntemlere yenileri eklenmeye devam etmektedir. Araç sayım yöntemleri içerisinde ilk olarak kullanılmaya başlanan yöntem el ile sayım yöntemidir. Bu yöntemde aracı sayan kişiler yolu net olarak görebilecek ve trafiği aksatmayacak bir alana geçer. Geçen araç sayısını kalem ve kâğıt kullanarak not alır. Araç boyutu veya türüne göre sayım yapması gerektiği durumda ise bir tablo oluşturarak aracın cinsine göre ilgili alana işaretlemeler yapar. Kullanılan diğer bir yöntem ise ise trafik ölçüm hortumu ile araç sayımı yöntemidir. Bu yöntemde zemin üzerine uzatılan basınç sayacı, hortumların üzerinden ağırlık geçerken sıkıştığında hava basınç değişikliklerini algılar. Eğer yayalar direk olarak hortum üzerine basarlarsa, hortum bu adımları algılar. Bu nedenle yayaların olduğu bölgelerde hortumların kullanılması tavsiye edilmez çünkü bazı adımlar algılanır bazıları algılanmaz. Ancak, çalışma süreçlerinde iki hortum kullanıldığında bisiklet/motor ve motorlu araçlar ayırt edilerek karışık trafik şartlarında çalışabilir böylece sürat ve yön tayini yapılabilmektedir.

Şekil 1: El ile araç sayımı ve Trafik ölçüm hortumu ile araç sayımı [10,11]

Araç sayım yöntemlerinden bir diğeri ise yola sensör yerleştirme yöntemiyle yapılan sayımlardır. Bu sensörler yol yüzeyinden kesilerek oluşturulan bir oluk içine yerleştirilirler. Sensörlerle mekanik enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi sayesinde veriler toplanmaktadır. Sensörlerde oluşan mekanik deformasyonlar, içinde bulunan elektrotlarda voltaj değişimine neden olmaktadır. Değişim sonucu elde edilen sinyallerin genliği ve frekansı oluşan deformasyonun derecesiyle orantılıdır. Sensörlerde meydana gelen voltaj değişimi kullanılarak araç sayımı, sınıflandırma, aracın hareket halindeki ağırlığı ve hızı ile ilgili bilgiler elde edilebilmektedir. Pratik yöntemlerden biri de taşınabilir trafik analizörü yöntemidir. Bu yöntemin uygulaması kolay olmakla birlikte direk yol yüzeyine yapıştırılıp tekrar sökülebilir. İçerisinde bulunan bluetooth cihazı sayesinde araçların türünü ve hızını tespit edip verileri aktarmayı sağlamaktadır.

Şekil 2: Sensör yöntemiyle araç sayımı ve Trafik analizörü ile araç sayımı [12,13]

Kullanılan sayım yöntemleri içerisinden en çok kullanılan sistem olan araç sayım kameralarıdır. Bu sistem aracın sayılacağı yolu görecek şekilde 6 ila 8 metre yüksekliğinde bir yere yerleştirilir. Bulunduğu bölgeden geçen araç sayısını tespit edip verilerin kavşak sinyalizyon sistemine aktarılmasını sağlar. Ayrıca bu kameralar araçların türüne göre de sayım işlemini gerçekleştirip belirli bir sınıflandırma yapabildiği için daha detaylı ve doğru sonuçlar verebilmektedir.



Şekil 3: Araç sayım kameraları ile araç sayımı [14]

3. Bulgular ve Tartışma

Araç sayım işlemi için kullanılmakta olan yöntemlerin türüne göre maliyet, doğruluk payı veya harcanan süreler değişebilmektedir. Bu yüzden kullanım alanları da değişiklik gösterebilmektedir. En klasik yöntem olarak bahsettiğimiz el ile sayım yönteminde; sayımı yapan kişiler açısından yorucu olup geçen araç sayısının tespiti kişinin dikkatine bağlı olduğu için hata oranı yüksektir. Bu sebeple günümüzde kullanımı giderek azalmaktadır. Trafik ölçüm hortumu ile araç sayımında ise genellikle köprü ve yaya trafiğine kapalı alanlarda tercih edilir. Kavşakların birçoğunda yaya geçişi olması ve bu hortumlar üzerine temas etmesi durumunda doğru sonuç veremeyebilir. Bu yüzden kavşaklarda kullanım için tercih edilen bir yöntem değildir. Sensör yöntemi ile araç sayımında ise diğer yöntemlerin çoğuna göre maliyeti yüksek olabilmektedir. Ayrıca yağış ve kar gibi durumlarda mekanik yapısının zarar görmesi durumunda hatalı sonuçlar verebilmektedir. Trafik analizörünü inceleyecek olursak kullanım alanının kısıtlı olması tercih edilme ihtimalini azaltmaktadır. Yolun küçük bir kesimine uygulanması özellikle şerit ihlallerinin sıkça yaşandığı Ülkemizde olumsuz bir durum oluşturmaktadır. Çünkü bu analizörler yol boyunca değil sadece şeritlerin içerisinde küçük bir alana yerleştirilmiştir. Ayrıca kolay sökülür olması ve araçlardan dolayı deformasyona uğrama ihtimaline karşın Ülkemizde çok fazla tercih edilmemektedir.

Araç sayım kameralarının kullanılması ise günümüzde en çok tercih edilen yöntemdir. En çok tercih edilmesinde; kullanım alanının geniş olması ve daha doğru sonuçlar vermesi etkin rol oynamaktadır. Araç sayım kameraları kullanılarak;

- Kavşaklarda ve kavşaklar arasındaki yol kesimlerinde trafik daha akıcı hale getirilir.
- Araçların kavşaklarda bekleme süreleri, dolayısıyla trafikte geçirdikleri vakit en aza indirilir.
- Zehirli gaz salınımı ve gürültü kirliliği azaltılarak çevre kirliliğinin önlenmesine katkı sağlanır.
- Yakıt tüketimi azaltılarak ülke ekonomisine katkı sağlanır.

- Sistemin ürettiği güvenli süreler ile kırmızı ışık ihlallerinde ve trafik kazalarında azalma sağlanır.

4. Sonuçlar

Çalışmada incelenen yöntemler içerisinde araç sayım kameraları sayım işlemi en uygun yöntem olduğu görülmektedir. Sağladığı avantajlar sebebiyle kavşaklarda kullanılması trafik sıkışıklığı ve trafik kazalarını azaltmaya sebep olmaktadır. Yoldaki trafik akışından ve hava şartlarından etkilenmemesi sayesinde uzun ömürlü olarak çalışabilmektedir. Gece görüşünün de iyi olması hata oranı da oldukça düşürmektedir. Özellikle kavşakların merkezine yerleştirilerek tüm yolların kontrolü sağlanabilmesi ve bu sayede de kavşağın dinamik olarak akışını sağlamakta ve trafik yoğunluğunu azaltmaktadır. Fakat bir kavşakta bu sistemin kullanılıp ona yakın başka bir kavşakta kullanılmaması olumsuz sonuçlara sebep olabilir. Çünkü bir kavşakta trafik akışını hızlandırıp ona yakın bir kavşakta hızlandırılmazsa trafik sıkışıklığı tam anlamıyla giderilmemiş olur. Bu yüzden dinamik kavşakların birlikte belirli bir sistem içerisinde çalışması daha iyi sonuçlar verebilmektedir. Bu doğrultuda ülke trafik politikalarında akıllı kavşakların ön planda tutulması gerekmektedir.

Kaynaklar

[1] 2016 yılı trafik kazaları özeti. Karayolları Genel Müdürlüğü. 2017.

[2] Erdem, A. Kavşak Trafik Sinyalizasyon Sistemi İçin Bulanık Mantık Tabanlı Gerçek Zamanlı Denetleyici Tasarımı Ve Uygulaması. Engineering Sciences. 2(4). Syf. 241-255.2007.

[3] Çakır, A., Çalış, H., Dandıl E. PLC Tabanlı Dinamik Trafik Sinyalizasyon ve Araç Hız Ölçüm Sistemi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 13(1). Syf 101-107. 2009.

[4] Ergün, S., Aydoğan T. Kavşak Sinyalizasyon Sisteminin JACK Etmen Geliştirme Platformunun Kullanılarak Oluşturulması. International Journal of Informatics Technologies. Vol 6, No 1. 2013.

[5] Güler Z. Akıllı Trafik Kontrol Sistemi. Hacettepe Üniversitesi yüksek lisans tezi. 2013.

[6] Çakıcı Z., Murat Y.Ş., Sinyalize Dönel Kavşaklar için Hesap Yöntemi Önerisi ve Performans Analizi. İMO Teknik Dergi. 7569-7592, Yazı 461. 2016.

[7] Güzel M.S., Çok Yönlü Araç Takibi ve Sayımı Uygulaması. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi. 7(2). Syf. 622-626. 2017.

[8] Erdal, H. Yapay Zekâ Teknikleri ve Uzman Sistemlerin Karasal Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Denetiminde Kullanımı. Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi. 1(1). Syf 32-39. 2018.

[9] Akıllı kavşak yönetim sistemi:https://docplayer.biz.tr/4498613-Akilli-kavsak-yonetim-sistemi

[10] El ile araç sayım yöntemi: http://www.haberovasi.com/samsun-haber/15-yillik-trafik-sorunu-cozuluyor-h10179.html

[11] Yol trafik ölçüm hortumu: https://otoko.com.tr/tr/urunlerimiz/trafik-cozumleri/

[12] Akkaş U., Karayolları trafik ölçüm cihazları iş programlarının iyileştirilmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 2007.

[13] Taşınabilir trafik analizörü.:http://www.mhcorbin.com/portable-traffic-analyzer/

[14] Kamera ile araç sayım sistemi: http://www.issd.com.tr/tr/17622/Arac-Sayim- Sistemi-VIERO.

Fiber Optik Haberleşmenin Akıllı Ulaşım Sistemlerindeki Yeri

Uğur KESEN[1], Ali SARIKAŞ[2], Ayşe YAYLA[2]

[1]*Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 34722, Türkiye,*

ukesen@marmara.edu.tr

[2]*Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, İstanbul, 34722, Türkiye*

{ali.sarikas, acetinkaya}@marmara.edu.tr

Özet

Günümüzde artan trafiğin, güvenli bir şekilde devamının sağlanması için trafik kontrol sistemlerinden yararlanılmaktadır. Bu sistemler, trafiğin akışı ve kontrolünün yanı sıra, acil durum, hız limiti bilgileri, hava durumu vb. hakkında gerçek zamanlı olarak bilgi vermektedir. Akıllı ulaşım sistemlerinde güvenli ve hızlı veri iletimi, optik haberleşme ile mümkün olabilmektedir. Optik haberleşmede iletim ortamı, optik fiberlerdir. Hammaddesinin doğada bol miktarda bulunması, bant genişliğinin büyük olmasına bağlı olarak veri iletim kapasitesinin fazla olması, kayıplarının azlığı, elektromanyetik girişime karşı yüksek bağışıklığı, az yer kaplaması ve var olan sistemlerle uyumlu çalışabilmesi gibi nedenlerle optik fiberler kendisine alternatif olan iletişim ortamlarına göre daha fazla tercih edilmektedir. Özellikle trafik kazaları her yıl önemli sayıda can ve mal kaybına ve ciddi yaralanmalara neden olmakta; karayollarında tıkanıklığa da sebep olmaktadır. Tek bir kaza trafiğin gecikmesine neden olabileceğinden eşit derecede yıkıcı ikincil olaylara neden olabilmektedir. Bu durumda, bir kaza ne kadar hızlı algılanır, doğrulanır ve çözüme kavuşturulursa, sonuçta o kadar az etki ortaya çıkar. Bu amaçla trafik kameraları ve diğer teknolojiler yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde artan trafiğe ve buna bağlı olarak ortaya çıkan ulaşım zorluklarına raylı sistemler ile hızlı bir şekilde çözüm üretilmeye çalışılmıştır. Özellikle İstanbul ilimizdeki Marmaray ve metrolarda günlük 1,5 milyonun üzerinde insanın seyahat ettiği dikkate alınırsa, mega kentimizin ulaşımda ana omurgasını Marmaray ve metro gibi

raylı ulaşım araçlarının oluşturduğu açıkça görülmektedir. Bu taşıma sistemlerinin güvenli ve verimli bir şekilde işlevlerini yerine getirebilmesi için büyük boyutlu kontrol verilerinin kayıpsız ve hızlı bir şekilde trafik kontrol merkezlerine iletilmesi gerekmektedir ve bunun için fiber optik haberleşmesinden yararlanılmaktadır. Sonuç olarak bu çalışmada, fiber optik haberleşmenin akıllı ulaşım sistemlerinde uygulama alanları üzerinde durulmuş; ülkemizdeki uygulama örnekleri sunulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Akıllı ulaşım sistemleri, fiber optik haberleşme, trafik akış kontrolü*

Fiber Optic Communications in Intelligent Transportation Systems

Abstract

Today, traffic control systems are being used to ensure the continuation of increasing traffic in a safe manner. In addition to traffic flow and control, these systems provide emergency, speed limit information, weather, and so on, in real time. Secure and fast data transmission in intelligent transport systems is possible with optical communication. The transmission medium for optical communication is optical fibers. Optical fibers are more preferred than alternative communication media because of the abundance of raw material in the nature, due to the large data transmission capacity, low loss, low immunity to electromagnetic interference, small space occupation and compatibility with existing systems. Especially traffic accidents cause significant loss of life and property and serious injuries every year; It also causes blockage on roads. A single accident can cause disruptive secondary events to occur at the same rate as it can cause traffic to be delayed. In this case, the more quickly an accident is perceived, verified and resolved, the less likely it will be. Traffic cameras and other technologies are widely used for this purpose. It has been tried to solve the transportation problems that are caused by the increasing traffic in our country by means of railway systems. Especially considering that 1.5 million people are traveling daily in Marmaray and the subway of Istanbul, it is obvious that the main spine of our mega city is composed of Marmaray and metro lines. In order for these transport systems to function safely and efficiently, large-scale control data must be transmitted to the traffic control centers in a lossless and fast manner, and fiber optic communication is used for this. As a result, in this study, application areas of fiber optic communications in intelligent transportation systems are emphasized; examples of applications in our country have been tried to be presented.

Keywords: *Intelligent transportation systems, fiber optic communication, traffic flow control*

1. Giriş

Günümüzde artan trafiğin, güvenli bir şekilde devamının sağlanması için akıllı ulaşım hizmetlerinden yararlanılmaktadır. Akıllı Ulaşım sistemlerinde güvenilirliği ve hızlı olması nedeniyle tercih edilen raylı ulaşım sistemleri hızla yaygınlaşmaktadır. Raylı sistemlerdeki her geçen gün artan trafiğin, aksamadan devamının sağlanması için trafik kontrol sistemlerinden yararlanılır. Bu sistemler, trafiğin akışı ve kontrolü, acil durum, hız limiti bilgileri ve hava durumu hakkında gerçek zamanlı olarak bilgi verir [1].

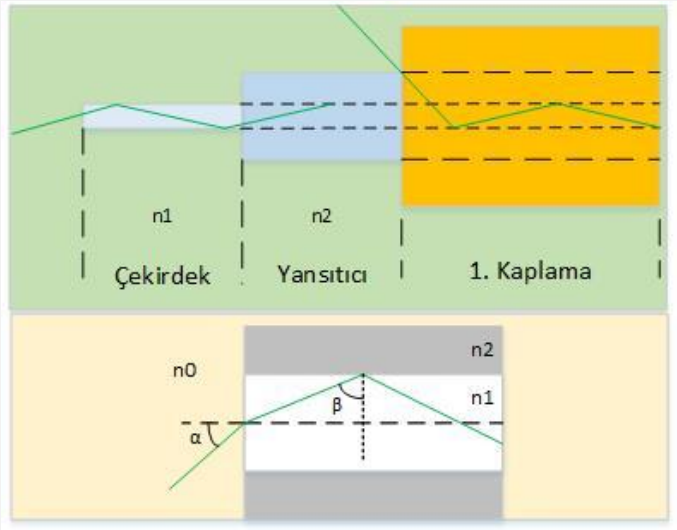
Ülkemizde artan trafiğe ve buna bağlı olarak ortaya çıkan ulaşım zorluklarına raylı sistemler ile hızlı bir şekilde çözüm üretilmeye çalışılmıştır. Özellikle İstanbul kentimizde 31 milyona ulaşan günlük yolculuk sayısının yaklaşık %55'ini araç yolculukları (toplu ulaşım (%28), servis (%7) ve özel otomobil (%20)) oluşturmaktadır [2]. Bu ilimizdeki Marmaray ve metrolarda günlük 1,5 milyonun üzerinde insanın seyahat ettiği dikkate alınırsa, mega kentimizin ulaşımda ana omurgasını Marmaray ve metroların oluşturduğu açıkça görülmektedir. Bu taşıma sistemlerinin güvenli ve verimli bir şekilde işlevlerini yerine getirebilmesi için büyük boyutlu kontrol verilerinin kayıpsız ve hızlı bir şekilde trafik kontrol merkezlerine iletilmesi gerekmektedir ve bunun için fiber optik haberleşmesinden yararlanılmaktadır.

Bu çalışmada öncelikle fiber optik haberleşme sisteminin iletim hattı olarak kullandığı optik fiberin yapısı ve özellikleri ile bu haberleşme sisteminin avantajları hakkında bilgi aktarılmaya çalışılmış ve raylı sistemlerde kullanılan fiber optik haberleşme sistemlerine örnekler verilmiştir.

1.1. Bir İletim Hattı Olarak Optik Fiber

Snell kırılma ve yansıma kanunları fiber optik teorisinin temelini oluşturur. Şekil 1'de de görüleceği üzere, çekirdeğin kırılma indisi, n_1'in yansıtıcı katmanın kırılma indisi,n_2'den büyük olması ışığın tam yansıma ile çekirdek içerisinde ilerlemesi için ilk şarttır. İkinci şart olarak, tam yansımanın gerçekleşmesi için gelen ışının açısı β, kritik açı θ'dan büyük

olmalıdır. Bunların yanı sıra, optik fiberin ışığı kabul edeceği veya yayabildiği açıları karakterize eden boyutsuz bir sayıyı ifade eden sayısal açıklık ifadesi de ışığın optik fiberde ilerlemesi açısından önemlidir [3].



Şekil 1. Optik fiberin yapısı

Çok modlu basamak indisli optik fiberlerde farklı modlar fiber çıkışına farklı zamanlarda ulaşırlar. Bu sebeple, kısa mesafelerde daha çok kullanışlıdırlar. Çok modlu deyimi, ışığın fiber içinde takip edebileceği çok yok olduğunu tanımlar. Çekirdek çapı ve sayısal açıklık değerleri büyük olduğundan ekonomik olarak avantajlıdır. Çok modlu derece indisli optik fiberlerde ışık darbelerinin dispersiyonu büyük ölçüde önlendiğinden, ışık herhangi bir kuvvetlendirme işlemine gerek duymadan 20 km'den daha uzun mesafelere gönderilebilir. Işık darbesi, her biri biraz farklı dalga boyu ile yayılan ışınlardır. Çok modlu optik fiberlerin çekirdek ve yansıtıcı çapları 50/125 mikron, 62.5/125 mikron değerlerindedir.

Tek modlu optik fiberlerde çekirdek ve yansıtıcı çapları 9/125 mikron olup, herhangi bir kuvvetlendirme işlemine gerek duymadan 1310nm dalga boyundaki ışık darbesi 80km, 1550nm dalga boyundaki ışık darbesi 120km uzaklıktaki mesafeye iletilebilir. Dispersiyon söz konusu değildir.

1.2. Fiber Optik Haberleşme Sistemi ve Üstünlükleri

Fiber optik haberleşme sisteminde de temel haberleşme sisteminde yer alan üç yapıya rastlanılmaktadır; alıcı sistem, verici sistem ve iletim ortamı. Bu haberleşme sisteminin diğerlerinden farkı iletim ortamı veya kanalı olarak ışık dalgasının kılavuzu niteliğinde olan fiber optik kablonun kullanılmasıdır. Fiber optik sistemlerin verimli olarak çalıştırıldıkları dalga boyları 850nm, 1310nm, 1550nm, 1660nm'dir. Bu sebeple, verici olarak kullanılan ışık kaynaklarının bu dalga boylarında olanları tercih edilir. Bu sistemde, alıcı olarak spektral duyarlılığı vericinin dalga boylarında en etkili algılama yapmaya olanak sağlayan foto diyot türleri tercih edilir. InGaAs malzemeden yapılan foto diyotlar 1.6µm dalga boyundaki optik dalgayı algılayabilmektedir. Tek foton çığ foto diyotlar uzun mesafe fiber optik haberleşme sistemlerinde en yaygın kullanılan yarı iletken elektronik elemandır. Kazancı 10^5 ile 10^6 arasında değişmektedir.

Fiber optik kablonun kullanımının sağlayacağı avantajları aşağıdaki gibi belirtebiliriz [3]:

- Camdan veya plastikten üretilirler.
- Elektrik akımına karşı yalıtkandırlar.
- Optik dalga iletim esnasında kablo dışına sızamaz. Dış ortamdan da izole edici yalıtkan ceketleri sayesinde fiber içine ışık karışamaz.
- Elektromanyetik etkilerden zarar görmezler.
- Optik kuplaj verici ile alıcı arasındaki ortak toprak hattına olan ihtiyacı ortadan kaldırırlar. Böylelikle metal kablolu iletişim sistemlerinde muhtemel kısa devreler fiber optik haberleşme sisteminde söz konusu değildir.
- Dışarıya enerji yaymadıklarından, bir derece gizlilik ve güvenlik sağlarlar.
- Camdan yapılan fiber optik kablolar yüksek sıcaklıklara bozulmadan dayanabilirler (≈800°C).
- Kimyasal maddeler ve sudan oluşan paslanma gibi bozulma etkilerine karşı metal kablolara göre daha dayanıklıdırlar. Ancak cam fiber içine bu maddeler girmemelidir.
- İletişimde veri hızı laboratuvar koşullarında birkaç Pbit/sn seviyelerine ulaşmıştır[1].

[1] NEC Corning firması 2012 yılında 1,05Pbit/s veri hızı ile 50km mesafeye veri transferi sağladığını belirtmiştir.

Şekil 2. Fiber optik haberleşme sisteminin bileşenleri

1.3. Raylı Sistemlerde Yer Alan Donanımlar

Raylı sistemler birçok sistemin bir araya gelmesi ile senkronize olarak çalışan sistemlerdir. Bu sistemler analog ve sayısal olarak birçok verinin transferi söz konusudur. Raylı sistemlerde yer alan donanımlar genellikle şunlardır:

- TETRA (**Te**rrestrial **T**runked **Ra**dio) alt sistemi,
- GSM-R alt sistemi,
- Telefon alt sistemi,
- Yangın algılama alt sistemi,
- Erişim kontrolü ve yerel alan ağı,
- Yolcu bilgilendirme ekranları,
- Kapalı devre televizyonları,
- Uzaktan anahtarlama,
- Özel ağ anahtarlama.

Tüm bu alt sistemlerin koordinasyonu veya kontrolü için gerekli veri kümeleri Operasyon Kontrol Merkezlerine fiber optik kablolar üzerinden güvenli ve hızlı bir şekilde iletilebilmektedir. Fiber optik kablolar birden fazla yedekli olarak devrede olup, herhangi bir iletim sorunu yaşanması durumunda sırasıyla devreye girerek aksaklık yaşanmasına engel olurlar.

Raylı sistemlerde ayrıca,

- Sıcaklık,
- Hava basıncı,
- İklimlendirme,

- Kapı sensörü,
- Normal ve acil durum aydınlatma sistemleri,
- Acil durum anahtarı,
- Rota bilgileri kontrol sistemi

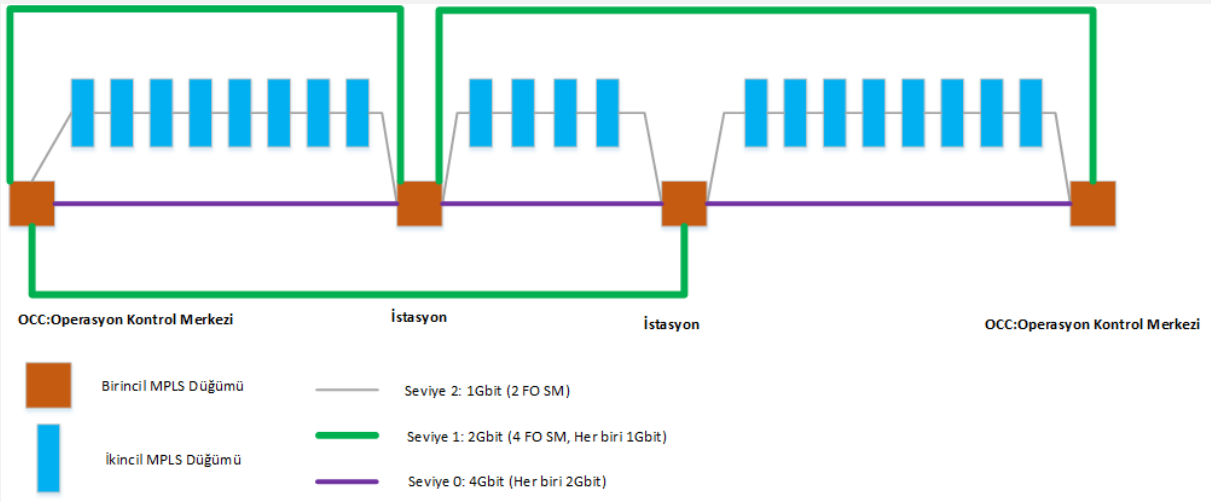
gibi alt sistemleri izleyebilen, geliştirilebilir bir merkezi izleme ve kontrol sisteminin, gerek sayısal, gerekse analog işaretlerin fiber optik haberleşme sistemleri üzerinden iletilerek kumanda edildiği görülmüştür [1].

Raylı sistemlerde verilerin doğru ve güvenilir bir şekilde iletimi için İletim Şebekesi Alt Sistemi (Transmission Network System, TNS) kullanılır. TNS aşağıdaki iki mantıksal bağımsız bölümden oluşur:

- Tam kapasite MPLS düğümleri ve Ethernet anahtarlama donanımlarına dayalı bir MPLS Ağı.
- Sinyalizasyon Sistemleri ve SCADA gibi kritik hizmetlerin kullanılabilirliği ve yedekliliği açısından gereksinimleri karşılamak için uygulanan Yüksek Kullanılabilirlik Hizmetleri.

TNS, kurulum yerine ve ağdaki düğüm konumuna bağlı olarak farklı yapılandırma ve kompozisyon iletim düğümlerinden oluşan Telekomünikasyon Sisteminin erişim, toplama ve nakil katmanlarını kapsar.

TNS mimarisi, optik fiber arızası durumunda fiziksel yol fazlalığı sağlamak için fiber optik ile bağlanan iletim düğümlerinden ve makaralardan oluşur. MPLS teknolojisine dayalı bir ağ, donanım arızası, düğüm çökmesi veya optik fiber kesilmesi durumunda trafiği yeniden yönlendirmekte, kesintisiz trafik kontrolü sağlanmaktadır.



Şekil 3. MPLS ağ yapısı

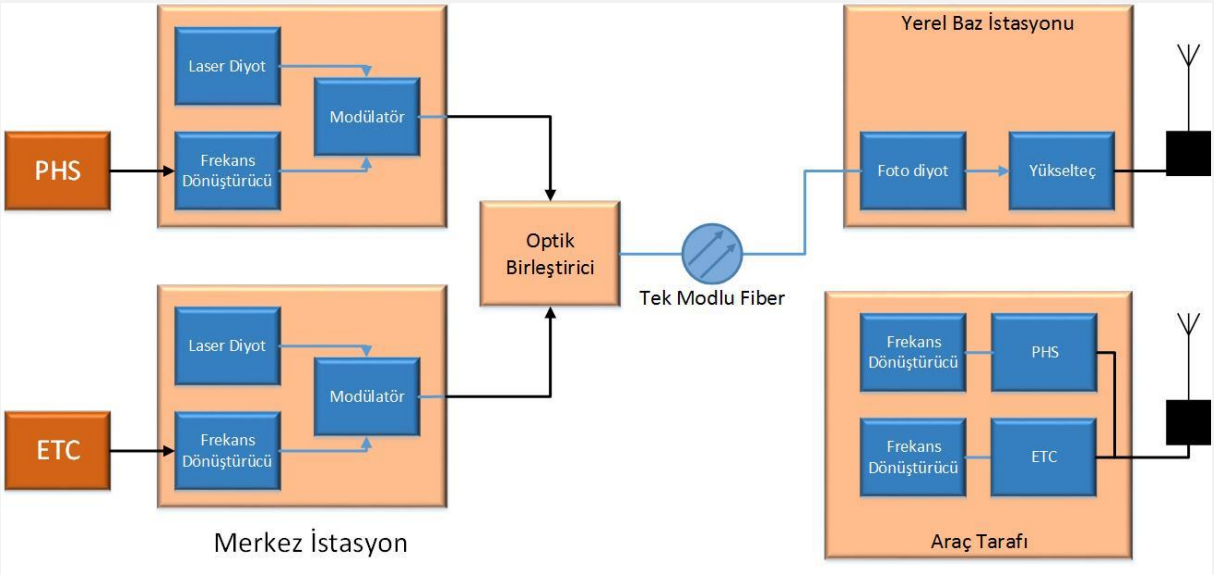
1.4. Fiber Optik Haberleşme Sisteminin AUS Alanında Örnek Uygulamaları

1.4.1. RF Sinyallerin Fiber Optik Üzerinden İletilmesi

Fiber optik haberleşme sistemleri veri haberleşmesi, telefon ağları, kablolu televizyon sistemleri, tıp ve askeri uygulamaların yanında ulaşımda da kullanılan raylı ulaşımın can damarı olan sinyalizasyonda da önemli bir yeri vardır. Ethernet üzerinden kontrol edilen sistemde, optik fiberlerle Gigabit'ler mertebesinde veri aktarımı sağlanır. Raylı sistemlerin kontrolü ve otomasyonunda, kullanılan alt sistemlerin desteklenmesi için izleme ve kontrol sistemleri önemli olduğu kadar bu verinin doğru ve hızlı bir şekilde iletimi de önemlidir. Sistemin gelecek zamanlardaki gereksinimlerinin karşılanmasında, çözümün, ileride de geliştirilmesi ve diğer alt bölümlere de uygulanarak sistemin düzenli çalışmasını sağlaması gerekir.

Tayland'da yüksek hızlı trenlerde gerçek zamanlı trafik kontrolü için kablosuz haberleşme teknolojileri ile birlikte radyo dalgalarının fiber optik kablo ile gönderilmesi teknolojisini kullandıkları görülmektedir. 25-36 sn zaman aralığında 1.6Gbps veri hızından daha büyük hızlarda veri transferi gerçekleştirdikleri belirtilmiştir. Şekil 4'te bu uygulamanın

gerçekleştirilmesinde kurulan altyapı ve araç-içi birimlerinin bileşenleri verilerek birbirleri ile bağlantısı ve haberleşmesi gösterilmiştir [4]. 2004 yılında yayınlanmış bu çalışmada, elektronik ücret tahsilatı sistemlerinde kullanılan hücresel (GSM) ve kablosuz yerel alan ağı haberleşme sistemlerinin fiber optik altyapısı ile işbirlikli çalışması ele alınmıştır. 500m uzunluklu optik fiber kablo ve 1550nm dalga boyunda ışık yayan LASER diyot kullanılmıştır.



Şekil 4. RF sinyallerinin fiber optik iletişim ile transferi (PHS: Personel Handyphone System mobil iletişim ağı, spektrum:1,88-1,93GHz, ETC: Electronic Toll Collection, Elektronik Ücret Tahsilatı)

1.4.2. Fiber Optik Sensörler

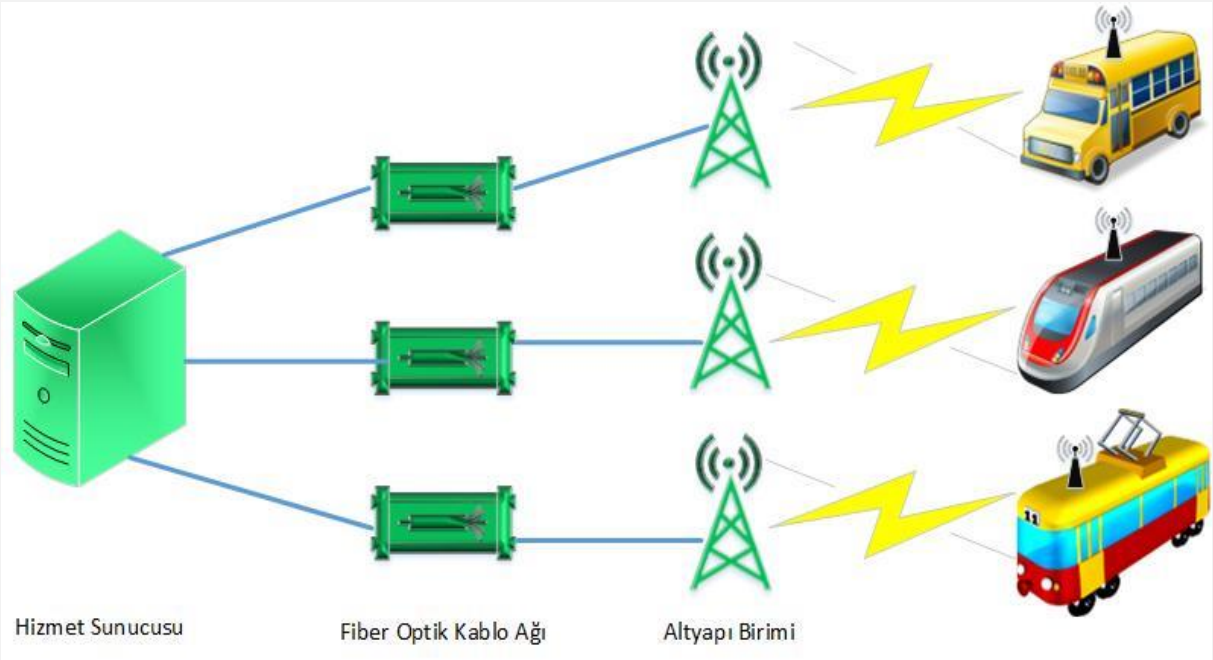
Geçiş kontrolü için sinyalizasyonun olduğu kavşaklarda trafik yoğunluğu, araç hızları, yol hava durumu gibi temel bilgilerin ölçülmesini sağlayan fiber optik sensörler kullanılarak, güvenlik kameralarından elde edilen görüntülerle birlikte Trafik Kontrol merkezlerine gönderilmesi yine fiber optik kablolar üzerinden gerçekleştirilmektedir. Trafik kontrol merkezlerinde görüntü işleme algoritmaları ile birlikte aşağıdaki sistemlerden alınan görüntü ve video sinyalleri sayesinde güvenlik önlemleri alınmaktadır [5]:

- Dönme yasağı kameraları,
- Bilet gişesi kontrol sistemleri,
- Kırmızı ışık ihlali tespiti,

- Yüksek hız tespit sistemleri,
- Çalıntı araç takibi,
- Otomatik plaka tanıma ve okuma.

1.4.3. DSRC Tabanlı Kamu Akıllı Ulaşım Sistemi için Optik Ara-Bağlantı Ağı Planlama

2016 yılında Alman bilim insanları tarafından yapılan bir çalışmada kamu AUS uygulamalarında kullanılmak üzere DSRC teknolojisini kullanan toplu taşıma araçlarının altyapı birimi ile haberleşmesi ve hizmet sunucusu ile altyapı biriminin arasında fiber optik ağ kurulumu irdelenmiştir [6]. Münih'te 7km^2 alan içerisinde 500m mesafelere yol kenarı altyapı birimleri kurulumu yapılmıştır. DSRC teknolojisi ile donanımlı toplu taşıma araçlarının (otobüs, tramvay ve metro) yol kenarı birimleri ile haberleştirilerek hizmet sunucusuna verilerin iki yönlü transferi optik fiberler ile sağlanmaktadır. Gerçekleştirilen bu çalışma temsilen Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. DSRC tabanlı kamu AUS için optik ara bağlantı ağı

2. Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmada, optik fiber kablo kullanan haberleşme sisteminin temel bileşenleri üzerinde durulmuş, bu haberleşme sisteminin kullanım avantajları göz önünde bulundurularak AUS uygulamalarındaki yeri dünyadaki örnek çalışmalarla birlikte irdelenmiştir. Özellikle toplu taşıma, acil yardım ve güvenlik birimi araçlarının DSRC teknolojisi ile donanımlı hale getirilmesi ile birlikte yol-kenarı altyapı birimlerinin haberleşme teknolojilerinin kurulumunun sağlanması sayesinde bu araçların merkez trafik kontrol birimleri ile haberleşmelerinin gerçekleştirilebildiği görülmüştür. Kablosuz haberleşme teknolojileri ile donanımlı hale getirilen tüm araçların AUS sistemlerine entegrasyonu çok daha hızlı olabilmektedir. Büyük şehirlerde haberleşme teknolojisini kullanan cihazların araç içinde yer alması bile belirli trafik verilerinin akışını sağlayabilmektedir; araç içerisinde yer alan akıllı telefonun bluetooth teknolojisinin aktif olması sayesinde trafik yoğunluğunu ölçen bluetooth sensörler tarafından algılanması ile trafik yoğunluğunun haritalanması, gibi. Sonuç olarak, haberleşme teknolojilerinin AUS uygulamalarının hedeflerine ulaşmada çok önemli yeri olduğu çağımız teknolojik gelişmeleri dikkate alındığında açıkça görülmektedir. Bu haberleşme teknolojilerinin kurulumu sayesinde trafik kontrol merkezleri tarafından uzak mesafelerde bile araç – yaya – altyapı birimleri ile iletişim halinde olabilmesi, trafik kontrolünün sağlanabilmesi, trafik verilerinin akışının sağlanabilmesi yüksek hız ve güvenlikte veri transferini sağlayan fiber optik haberleşme sistemi ile mümkün olabilmektedir.

Kaynaklar

[1] Ünverdi, N. Ö. & Ünverdi, N. A., “Optik Haberleşme Sistemlerinin Dizaynı”, V. İletişim Teknolojileri Ulusal Sempozyumu (İTUSEM 2013), İzmir, 16-17 Mayıs 2013, 127-133.

[2] İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul Yıllık Ulaşım Raporu, 2017.

[3] Agrawal, Govind P. Fiber-optic communication systems. Vol. 222. John Wiley & Sons, 2012.

[4] Salitula, P., & Jaipradidtham, C. (2017, October). Real time traffic control system using wavelet neural networks signal for wireless communication technology of future high speed railways performance in Thailand with intelligent transportation systems. In Control, Automation and Systems (ICCAS), 2017 17th International Conference on (pp. 389-394). IEEE.

[5] Udd, Eric, et al. Fiber optic sensors for infrastructure applications. No. FHWA-OR-RD-98-18. Oregon. Dept. of Transportation, 1998.

[6] Grigoreva, E., C. Mas Machuca, and W. Kellerer. "Optical backhaul network planning for DSRC-based Public Intelligent Transportation System: A case study." Transparent Optical Networks (ICTON), 2016 18th International Conference on. IEEE, 2016.

Yoğun Sis Olayının Yaşandığı Yerlerde Otomatik Sis Aydınlatması

Ömer Faruk CANSIZ[1], Kevser ÜNSALAN[2], Mustafa ÇALIŞICI[3], Samed GÖÇMEN[4]

[1]*İskenderun Teknik Üniversitesi/İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hatay, 31200, Türkiye,* ofaruk.cansiz@iste.edu.tr

[2]*İskenderun Teknik Üniversitesi/İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hatay, 31200, Türkiye, kevser.keskin@iste.edu.tr*

[3]*İskenderun Teknik Üniversitesi/İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hatay, 31200, Türkiye, mustafa.calisici@iste.edu.tr*

[4]*İskenderun Teknik Üniversitesi/İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hatay, 31200, Türkiye, samedgocmen@gmail.com*

Özet

Trafik kazaları Türkiye'de en önemli sorunlar arasında yer almakla birlikte her yıl çok sayıda maddi hasarlı veya can kayıpları ile neticelenen kazalar yaşanmaktadır. Trafik kazalarının ve sebep olduğu maddi manevi kayıpların önlenebilmesi, kazaların ve kazalara neden olan etmenlerin detaylı bir şekilde analiz edilmesi ve gerekli tedbirlerin alınması ile mümkündür. Kazaların oluşmasına etki eden faktörler incelendiğinde görüş kısıtı ile alakalı yol kusurları da sebepler arasında olduğu da görülmektedir. Bu açıdan incelendiğinde sis etkisiyle oluşan görüş kısıtının giderilmesi ve bunun gerekli entegrasyonu ile pratikleştirilmesi düşünülmektedir. Bu çalışmada sis olayına genel bir çözüm üretmek adına sisli bölgelerde hem trafik akışını artırmak hem de yol güvenliğini arttırıp kazaları en aza indirgemek için karayollarına kurulacak olan sisli bölge aydınlatma sisteminin (SBAS) tasarımı ve akıllı ulaşım sistemlerine entegrasyonunun sağlanması araştırılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Yol Sis Aydınlatması, Trafik Güvenliği, Akıllı Ulaşım Sistemleri*

Automatic Fog Lighting in the Location of Intensive Fog Weather

Abstract

Traffic accidents every year, the most important problems in Turkey are experiencing a large number of accidents resulting in material damage or traffic injuries. Prevention of traffic accidents and traffic injuries are possible by detailed analysis of the causes of accidents and by taking necessary precautions. When the factors affecting the occurrence of accidents are examined, it is also seen that there is a relation between sight restriction and related road defects. From this point of view, it is considered to eliminate the visibility problem caused by the fog effect and to implement it with the necessary integration. This issue poses risk to traffic in foggy regions, as long-beam headlamps adversely affect the drivers involved. In this study, in order to provide a general solution to the fog event, the foggy region lighting system (FRLS) design and integration into intelligent transportation systems are investigated in order to increase the traffic speed and increase the road safety and minimize the accidents in the foggy regions.

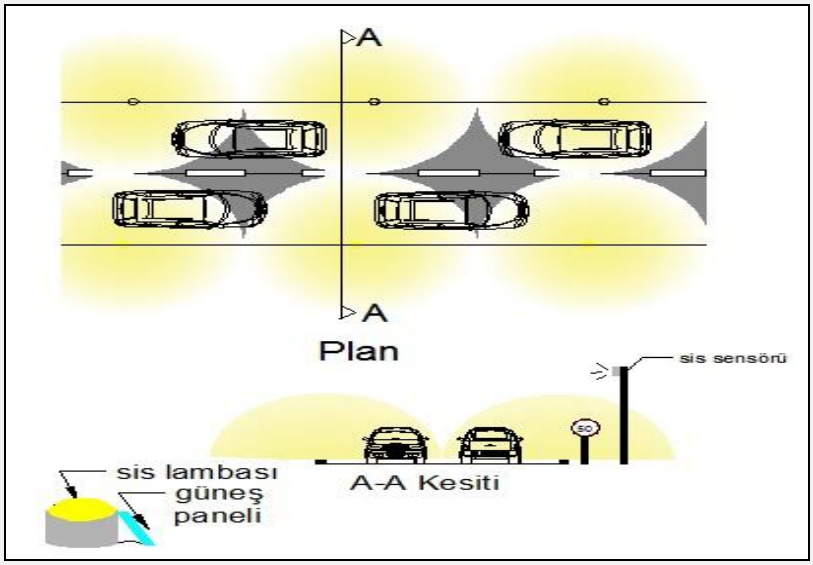
Keywords: *Highway Fog Lighting, Traffic Safety, Intelligent Transportation System.*

1. Giriş

Genel olarak trafik kazalarına sebep olan faktörler arasında insan, taşıt, yol ve çevre sayılabilir. İnsan faktörü temel unsur olup sürücü, yolcu ve yaya hataları olarak üç başlıkta toplanabilir. Öncelikle trafik kazaların azaltılabilmesi için bilinçlendirme ve eğitim gerekli ve etken faktörlerdir. Taşıt kusurlarından kaynaklanan kazalar ise başlıca mekanik arızalar sebebiyledir. Bu tür kazalarla karşılaşmamak için araç muayeneleri konusunda hassas olunmalı ve olabildiğince daha iyi teknik donanımlarla ve profesyonelce yapılmalıdır. Yol kusurları veya yetersiz yol güvenliği durumu, geometrik standartların yetersiz-yanlış olması ve hatalı kavşak düzenlemesine gidilmesi olarak iki grupta toplanabilir. Yol kusurlarının bir kısmı ise geometrik şartlara uyumsuz iklim etkileridir. Trafik güvenliğini arttırma ve trafik kazalarında yaralanmalı kazalara sebebiyet veren faktörler birçok araştırmacının yogun olarak üzerinde çalıştığı bir konudur [1-6]. Ülkemizde artan nüfus, ehliyet sayısı ile trafige çıkan araç sayısındaki artış gelişen ekonomiyle birlikte yüksek oranlardadır. Bu durumun etkisiyle ne yazık ki trafik kazalarında meydana gelen artış oranı da yükselmekte bunun neticesi ise ulaşım güvenliğinin ne kadar yetersiz olduğu anlaşılmaktadır. Tutulan kaza istatistikleri polis yada jandarma olarak emniyet güçlerinin el koyduğu ve istatistik birimlerine rapor olarak sundukları vakalardır. Ölü ve yaralı olmayan ve netice itibarı ile rapor edilmeyen kazalar da hesaba katılınca kazaların gerçek boyutu ortaya çıkmaktadır. Çeşitli gruplara ayrılabilecek kaza sebepleri ise teker teker incelenmeli ve teknolojinin de imkanları dikkate alınarak çözüm önerileri üretilmelidir. Ülkemizin büyük bir bölümünde sahil kesimi ve dağlık alanlar başta olmak üzere özellikle sonbahar mevsiminde hava sıcaklığının da etkisi ile yoğunluklu olarak sabah ve akşamın ilk saatlerinde sis oluşmaktadır. Sis oluşan bölgelerde karayollarında görüş mesafesi 1000 m ile 10 m arasında değişmektedir. Karayolundaki görüş mesafesinin düşmesi, özellikle trafiğin yoğun olduğu sabah ve akşam saatlerinde trafiğin yavaşlamasına ve genellikle takip mesafesinin ayarlanamamasından dolayı zincirleme trafik kazalarına yol açmaktadır. Bu çalışmada sis etkisiyle oluşabilecek maddi hasarlı veya yaralanmalı trafik kazalarını engelleyici en aza indirici sisli bölge aydınlatma sistemleri araştırılmaktadır.

2. Materyal ve Metot

Trafik kazalarının insan- araç- çevre üçgeni içersinde incelerken bu faktörlerin birbirleri ile de ilişki içersinde olduklarını unutmamak gerekir [7]. Örneğin, tasarımı uygun yapılmış ve imal edilmiş bir yolda görüşü kısıtlamayacak hava şartları altında kuru zeminde araç kullanan bir kişinin kaza yapma olasılığı düşükken, aynı kişinin bozuk bir yolda veya sis etkisiyle görüşün kısıtlandığı bir yol kesiminde kaza yapma riski artmaktadır. Tüm bu parametreler birlikte ele alınmalı ve çözüm ona göre üretilmelidir. Görüş kısıtı ile trafik güvenliğinin azaldığı sis olayına karşı karayollarında uyarı levhaları haricinde bir önlem bulunmamaktadır. Sis ile mücadele genel olarak araçlarda bulunan sis lambası ve benzeri donanımlar ile sağlanmaktadır. Ancak trafikte sise karşı donanımı olmayan araçlar da bulunmaktadır. Ayrıca araçlarda bulunan sis lambaları sisi delme ve görüş mesafesini artırma konusunda %100 etki de sağlayamamaktadır. Gerek sis lambası bulunmayan araçlarda, gerekse bulunan araçlarda; sürücüler görüş mesafesini artırmak için sisli bölgelerde çoğu zaman uzun huzmeli far kullanmaktadır. Uzun huzmeli farlar, karşıdan gelen araçları olumsuz etkilediğinden dolayı bu hususta sisli bölgelerdeki trafikte ayrı bir risk oluşturmaktadır. Şekil 1'de SBAS tasarımı detayları görülmektedir.



Şekil 1: SBAS Tasarımın Şematik Gösterimi

Kurulacak sistem ile görüşün azaldığı sisli hava koşullarında yol yüzeyinin, trafik işaretlerinin ve diğer araçların sürücü tarafından daha iyi görülmesinin sağlanması planlanmaktadır. Gerek sis farları gerekse kısa veya uzun huzmeli farlar sisteki yoğunlaşma nedeni ile parlak yansımalar oluşturduğundan verimli bir aydınlatma sağlayamamakta ve yansımadan dolayı diğer sürücüler de olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu yüzden SBAS'nin tasarımında sis lambalarının yol yüzeyine konumlandırılarak yolun ve trafikteki diğer araçların daha iyi aydınlatılması planlanmaktadır. Aydınlatma rengi seçilirken ışığın en az kırıldığı ve aynı zamanda aydınlatma sağladığı sarı renk seçilmektedir. Aydınlatma sistemi armatürlerinin 6 m uzaklığı aydınlatabilecek güçte olması ve aydınlatmanın sürekliliğinin sağlanması adına 12 m de bir konumlandırılarak tasarımı yapılmaktadır. Armatür enerjisi, tasarruf amacıyla güneş enerji panellerinden sağlanmaktadır. SBAS akıllı ulaşım sistemleri ile entegre edilip merkezden kontrol edilerek aydınlatma yapabilmekte veya sensör kurularak sisi algılayıp otomatik aydınlatma yapabilmektedir.

3. Sonuçlar

Trafik kazaları tamamen ortadan kaldırılamaz ancak minimum seviyeye indirmek için gerekli tedbirler alınarak teknolojinin verdiği imkanlar üzerinde yoğunlaşılabilir. Öncelikle trafik konusunda kamu bilincini ve duyarlılığını artırmak için trafik eğitimine erken yaşlarda başlanması gerekmekle birlikte mevcut yolların ilave tedbirlerle rehabilitasyonu da can ve mal kayıplarına neden olan trafik kazaları için elzem önemdedir. Kazaların oluşumunda etkin sebeplerden olan yol – çevre – iklim etkisiyle oluşacak güvenlik kusurlarını ortadan kaldırmak için yol geometrik standartlarının seçiminde çevre ve iklim etkileri de dikkate alınarak çalışmalara yön verilmelidir. Ancak mevcut yol ağında iyileştirmeler hem çabuk sonuç verecek hem de maliyeti düşük nitelikte çalışmalardır. Yapılan bu çalışmada SBAS ile sis farı olan veya olmayan araçlar için güvenlik tedbiri arttırılmış olmakta ve böylelikle trafik akışı da güvenli olarak sürebilmektedir. SBAS, akıllı ulaşım sistemlerine entegre edilip

merkezden yönetilerek veya sis sensörü ile otomatik olarak çalıştırılarak daha etkili bir sistem haline getirilmektedir.

4. Kaynaklar

[1] OF Cansiz, M Çalışıcı, K Ünsalan, Türkiye Karayollarında Meydana Gelen Kazalarda Oluşan Yaralı Sayısı için Tahmin Modellerinin Oluşturulması, 2. Uluslararası Mühensdislik ve Tasarım Kongresi, 2017, 488-489

[2] Bertan M., Çakır B. Halk Sağlığı Yönünden Kazalar, (Bertan M., Güler Ç., Halk Sağlığı Temel Bilgiler, Ankara, 1997).

[3] OF Cansiz, M Çalışıcı, K Ünsalan, Türkiye İçin Trafik Kaza Sayısı Tahmin Modellerinin Oluşturulması, 2. Uluslararası Mühensdislik ve Tasarım Kongresi, 2017, 615-616

[4] T.C. Karayolu İyileştirmesi ve Trafik Güvenliği, Trafik Güvenliği Projesi Sweroad, Ana Rapor, Aralık 2001.

[5] Kraus, J., Peek-Asa, C., Vimalachandra D., Injury Control: The Public Health Approach, Maxcy-Rosenau-Last, Public Health&Preventive Medicine, Wallace Robert B., MD, Msc., USA, 1998, 1209-1210.

[6] Cansız O.F., Calisici M, Mirioglu M.M. 2009 Use of Artificial Neural Network to Estimate number of Persons Fatally Injured in Motor Vehicle Accidents. Proceedings of the 3rd International Conference on Applied Mathematics, 136-142

[7] Demirel A., Akgüngör A.P., Kara Yollarında Trafik Güvenligi ve Trafik Kazalarının Ekonomik Açıdan Bir Değerlendirmesi, SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5.Cilt, 1.Sayı (Mart 2001) 29 - 35

Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Büyük Veri

Ufuk ÇELİK[1]

[1]*Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Balıkesir, 10900, Türkiye, ucelik@bandirma.edu.tr*

Özet

Akıllı Ulaşım Sistemlerinin (AUS) dünyada ve ülkemizde karşılaştığı problemlerden biriside doğru veri kontrolüdür. Hızla gelişen teknolojinin beraberinde getirdiği veri kontrolü kavramı içinde kişisel verilerin gizliliği, veri güvenliği, veri erişim hızı, verinin depolanması gibi farklı konular bulunmaktadır. Genel bir bakış açısı ile tüm bu kavramlar Büyük Veri denilen yeni bir teknolojiyi işaret etmektedir. Büyük veri sayesinde depolama, erişim ve analiz işlemleri etkin yöntemlerle yürütülebilir. Büyük veri teknolojisinden başka alternatifi olmayan AUS, ülkemiz için de karşı konulamaz bir gelişimdir. Ancak bu gelişimde doğru bir planlama ve altyapı oluşumu sayesinde gelecek dönemlerde geri dönüşü olmayan problemlerin önüne geçilebilir. Bu bağlamda ise doğru ve güvenilir bilginin hızlı bir şekilde elde edilmesi elzemdir.

Anahtar Kelimeler: *Akıllı Ulaşım Sistemleri, Büyük Veri, Güvenlik*

Intelligent Transportation Systems and Big Data

Abstract

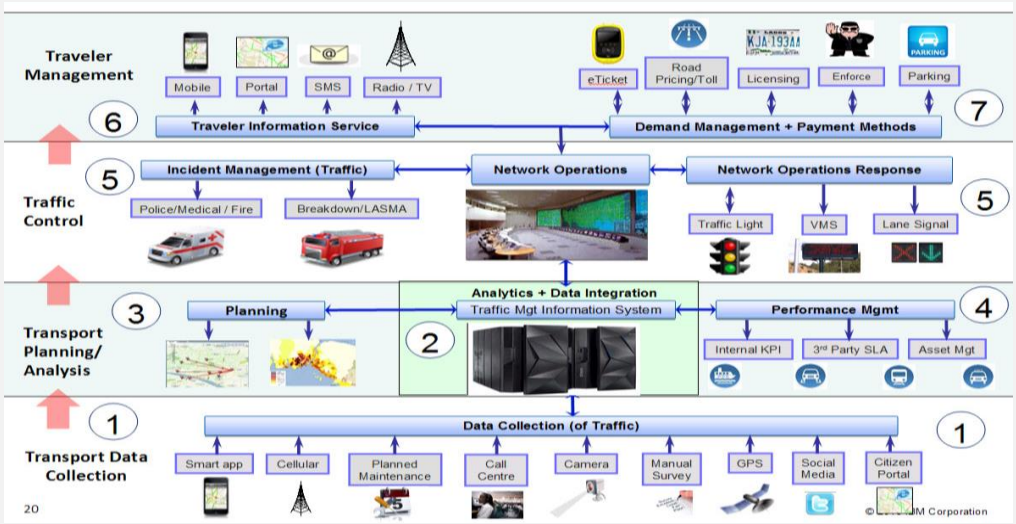
One of the problems that Intelligent Transportation Systems (ITS) faces in the world and in our country is the right data control. In the concept of data control brought by the rapidly developing technology, there are different issues such as confidentiality of personal data, data security, speed of data access, storage of data. From a general point of view, all these concepts point to a new technology called Big Data. Storage, access and analysis operations can be carried out with efficient methods by using big data technology. ITS, which is no other alternative than big data technology is an irresistible development for our country as well. However, due to proper planning and infrastructure formation in this development, problems that cannot be recovered in future periods can be prevented. In this context, it is essential to obtain accurate and reliable information quickly.

Keywords: *Intelligent Transportation Systems, Big Data, Security*

1. Giriş

İşlenmemiş ham bilgiye veri denir. Bilgi kavramı ise "knowledge" ve "information" kelimelerinin karşılığı olarak ele alınırsa statik ve dinamik varlıklar olarak ifade edilir. Statik bilgi yani "knowledge" kavramı belli bir ortamda işlem görürse dinamik bir kavram "information" haline gelir. Günümüzde teknolojinin hızlı gelişimi ile durmaksızın büyük bir veri akışı olmaktadır. Bu bağlamda karşımıza çıkan Büyük Veri kavramı, ilişkisel veritabanlarının sakladığı yapısal veriden ziyade sistem logları, kullanım istatistikleri, farklı alanlardaki sensör algılayıcı kayıtları (örneğin iklim veya trafik sinyalizasyon verileri) gibi yığın veriden oluşur. Büyük veri kavramı geniş hacimli verileri tarif eder. Yapısal veya yapısal olmayan bu veri ilk bakışta değersiz bir bilgi çöplüğü gibi algılansa da zamanla önemi ortaya çıkmış ve artık günümüzün yegane sistemlerin biri haline gelmiştir.

Büyük veri, veri depolama, veri analizi ve veri yönetimi şeklindeki 3 önemli problemi çözmüştür [1]. Son iki yılda her gün dünyadaki yaklaşık %90 veriye karşılık gelen 2.5 kentilyon bayt bilgi üretilmektedir [2]. Hadoop büyük veri analiz sisteminin doğuşu ile birlikte inanılmaz büyüklükteki verilerin işlenmesi mümkün olmuştur [3]. Bu sistemler sayesinde birçok farklı alanda bugüne kadar bilenen veritabanları ve yazılım araçları ile yapılamayan verilerin saklanması, analizi ve yönetimi mümkün hale geldi.



Şekil 1: Nijerja Lagos şehri için AUS çok modlu mimarisi

Büyük veri sistemlerine ihtiyaç duyan AUS için gerekli olan verilerin geniş bir alan üzerinde farklı disiplinlerden toplanması zorunludur [4]. Nijerya Lagos şehri için hazırlanan bir projede AUS mimarisi Şekil 1 ile gösterilen diyagramda AUS içinde yer alan tüm ögelerin yapısal veritabanı sistemlerine ek olarak büyük veri sistemlerine de gereksinimi vardır [5].

Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından yayınlanan bir tezde Türkiye için hazırlanan bir AUS mimarisi Şekil 2 ile gösterilmiştir [6]. Bu mimaride ele alınan katmanların temel düzeyde olduğu görülmektedir.

Şekil 2: Türkiye için bir AUS mimarisi

AUS üzerinde bilgi toplamak amacıyla yapılacak işlemlerde elbette veri güvenliği ve kişisel verilerin gizliliği önem arz etmektedir. Ancak bu sistemler çok derin bir yaklaşımlar kullanarak özlük bilgilerini toplamaz, sadece AUS ile ilintili olan kişisel verileri toplamaktadır. Örneğin bir otobüste kaç yolcu var, hangi duraklarda ne kadar insan bekliyor, en çok tercih edilen seyahat güzergahları vb. gibi kavramlar ele alınmaktadır. Daha ötesinde bir bilgi elde etmeye çalışmak AUS mekanizmasının amacı dışındadır. Burada konuya büyük veri açısından bakılırsa toplanan veriler daha çok bir süreç analizi niteliğindedir. Yapısal bir durum ortaya koymak yerine genel olarak insanların yaklaşımları ve eğilimlerini tespit ederek daha uygun bir ulaşım sağlanması hedeflenmektedir.

2. Büyük Veri Nedir?

Büyük veri İngilizce karşılıkları olarak 4V denilen (Volume, Velocity, Variety ve Value) kavramları ile açıklanabilir [7]. Bunlar;

Volume (Hacim): Verinin miktarı. Büyük veri düşük yoğunluklu ancak geniş hacimli verilerin işlenmesine ihtiyaç duyar. Yapısal olmayan Hadoop verileri, bilinmeyen değerler taşıyan örneğin Twitter beslemeleri, bir web sayfasında yada mobil uygulamada yapılan tıklamalar, trafik bilgilerinden alınan radar ölçümleri gibi farklı ortamlar toplanmaktadır. Buradaki büyük veri işlemi bu tür Hadoop verilerini değerli bilgilere dönüştürmektir. Bu ise PetaBytelar büyüklüğünde verinin işlenmesini mecbur kılar.

Velocity (Hız): Verinin alındığı sıradaki veya akışındaki hız oranı. Benzeri görülmemiş bir hızda akan verinin zamanında ele alınması gerekir. Yüksek hızlı veri diske yazılmak yerine doğrudan hafızaya aktarılır. Bu durumda nesnelerin internetinde sağlık ve güvenlik gibi birçok uygulama gerçek zamanlı olarak değerlendirme yapmak zorundadır. Ayrıca internet ortamını yoğun kullanan elektronik ticaret gibi uygulamalarda müşteriyi yakalamak adına gerçek zamanlı işlem yapmayı hedefler. Sürece bakıldığında, mobil uygulama deneyimleri geniş kullanıcı kitlelerinden kaynaklı artan bir ağ trafiğine sahiptir ve acil yanıt beklentisi bulunur.

Variety (Çeşitlilik): Yeni yapılandırılmamış veri türleri. Metin, ses ve video gibi yapılandırılmamış veya yarı yapılandırılmış veri türleri, hem anlam hem de destekleyici meta veriler elde etmek için ek işleme tabi tutmayı gerektirir. Bir kez anlaşılan yapılandırılmamış veriler, özetleme, soy, denetimlenebilirlik ve gizlilik gibi yapısal verilerle aynı gereksinimlerin çoğuna sahiptir. Bilinen bir kaynaktan gelen veriler önceden haber verilmeksizin değiştiğinde daha da karmaşıktır. Sık veya gerçek zamanlı şema değişiklikleri, işlem ve analitik ortamlar için çok büyük bir yük oluşturmaktadır.

Value (Değer): Veri özünde değere sahiptir - ancak keşfedilmelidir. Veriden değer elde etmek için bir tüketici tercihi ya da duyarlılığı keşfetmekten, konuma göre ilgili bir teklifte bulunmaktan ya da başarısız olmak üzere bir parça ekipman tespit etmek için niceliksel ve soruşturma teknikleri mevcuttur. Teknolojik gelişme, veri saklama ve hesaplama maliyetinin

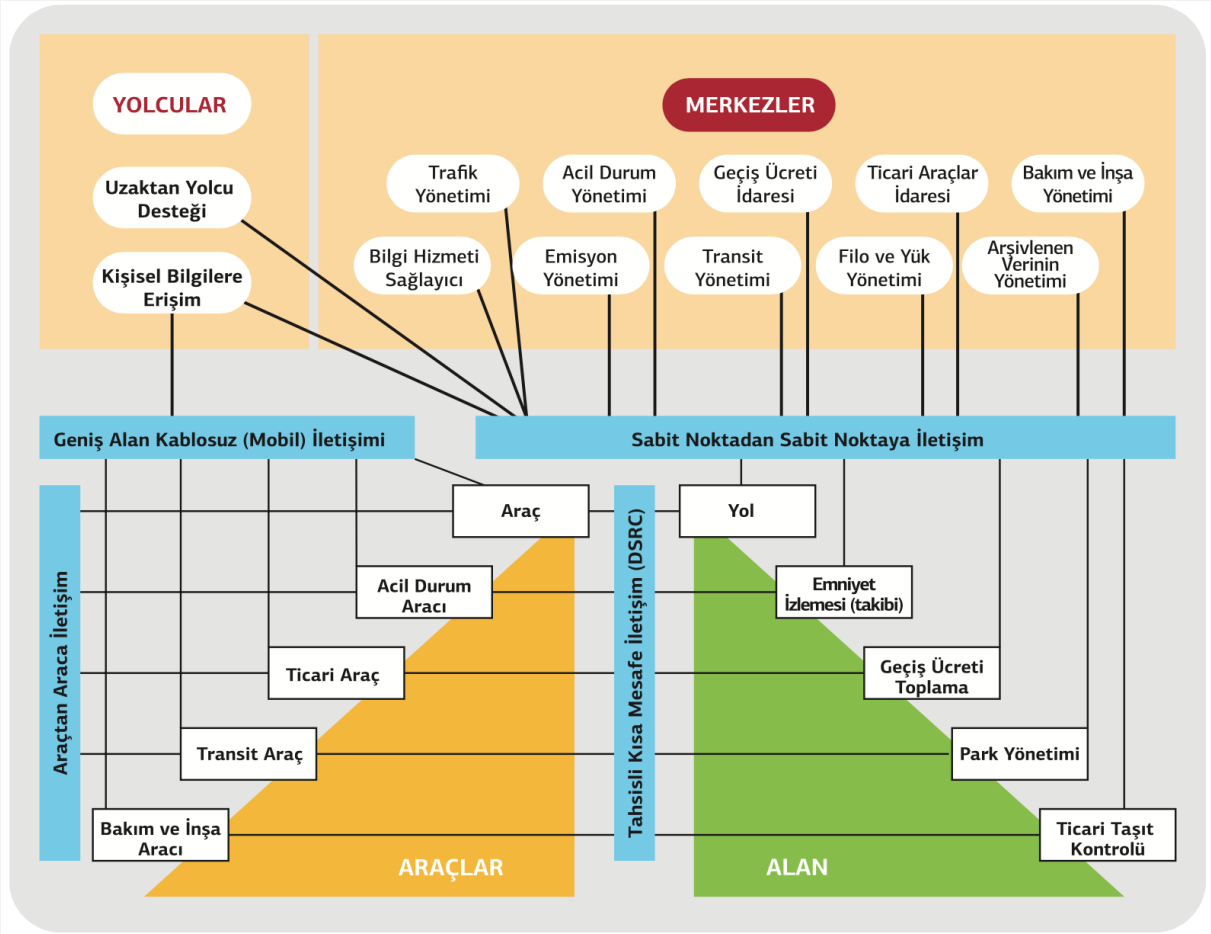
katlanarak azalması ve böylece daha önce yalnızca örneklemle karşılaştırıldığında tüm veri setinde istatistiksel analizin yapıldığı bol miktarda veri sağlamasıdır. Teknolojik gelişme, çok daha doğru ve hassas kararlar verir. Bununla birlikte, değer bulma, akıllı ve anlayışlı analistler, iş dünyası kullanıcıları ve yöneticileri içeren yeni keşif süreçleri gerektirir. Gerçek büyük veri meydan okuması, doğru soruları sormayı, kalıpları tanımayı, bilinçli varsayımlar yapmayı ve davranış tahmin etmeyi öğrenen bir insandır.

Bunlara ek olarak değişkenlik ve karmaşıklık (variability, complexity) gibi iki kavramdan da bahsetmek gerekir [8].

Variability; yani değişkenlik, artan hızlara ve veri çeşitliliğine ek olarak, veri akışının periyodik zirvelerde hayli tutarsız olması durumudur. Örneğin sosyal medyada eğilim gösteren yeni bir konu var mı gibi bir durum birçok değişkenliği ortaya çıkaracaktır. Anlık olaylardan tetiklenen yoğun veri kümelerini yönetmek zordur, özellikle yapılandırılmamış verileri yönetmek çok daha zordur.

Complexity; yani karmaşıklık farklı kaynaklardan gelen verilerin sisteme bağlanarak eşleştirilmesi, temizlenmesi ve dönüştürülmesi durumundaki zorluktur. Eğer çoklu veriler, ilişkiler ve hiyerarşiler doğru bir şekilde bağlanıp senkronize edilmezse veriler hızla kontrolsüz kalabilir.

Büyük veri özellikle AUS için vazgeçilmez bir teknolojidir [9]. Ancak AUS tarafından büyük veri kullanılması için iyi bir altyapının oluşturulması gereklidir. Ülkemizde hazırlanan bir AUS mimarisi Şekil 3 ile gösterilmiştir [4].



Şekil 3: Türkiye AUS alt sistem bileşenleri

Bu altyapı sayesinde büyük veri; trafik sayım sistemleri, ulaşım yolları altyapı durumları, geçiş ücret bilgileri, mobese kayıtları, otobüs seferleri, taksi, ambulans veya itfaiye çağrıları, meteoroloji değerleri, kaza verileri ile filo veya araç takip sistemleri gibi farklı kanallardan akışı sağlanan bilgilerden elde edilir. Bu akışın sağlanması farklı kanalların ortak bir bilgi platformunda buluşması ve kollektif olarak çalışması ile gerçekleşir. Günümüzde belediyeler, emniyet teşkilatı, sağlık kuruluşları, meteoroloji vb. birçok kurum kendi veritabanlarını oluşturmuş ve düzenli olarak veri toplamaktadır. Meteoroloji gibi bazı kurumlar ise düzenli olarak bunları paylaşmaktadır.

Hali hazırda kullandığımız Google Haritalar, navigasyon cihazları, mobil uygulamalar gibi teknolojiler insanların daha kısa sürede sorunsuz bir yolculuk yapabilmesi için en doğru kararı

vermesinde yardımcı olmaktadır. Ancak en son nihai kararı vermemektedir. Gelecekte kendi kendini kullanabilen araçların aynı zamanda en kısa sürede en konforlu yolculuğu da planlayabilmesi gereklidir.

Farklı kanallardan toplanan büyük verinin ortak bir platformda erişilebilir, analiz edilebilir ve başka kurumlarca değerlendirilebilir olması büyük veriden elde edilen bilgilerle optimum faydayı sağlayabilecektir. Örneğin sabah kahvaltısını yapan bir kişinin cep telefonuna gelen bir mesaj, iş yerine giderken takip edeceği yolu değiştirmesini ve onu en rahat yoldan hedefine ulaşmasını sağlayacaktır. Bunun olabilmesi için elde edilen trafik bilgilerinin yanı sıra bunları değerlendirerek en anlamlı veriyi çıkartacak sistemlerde gereklidir. Bu sistemler ise veri madenciliği sayesinde olacaktır.

3. Sonuç ve Tartışma

AUS ile büyük veri kavramlarının entegrasyonundan elde edilecek sonuç insan karar mekanizmasını en aza indirerek hataların önlenmesi dolayısıyla daha hızlı ve güvenli bir ulaşım olmalıdır.

Şekil 1 ile gösterilen çok mimaride düzenli ve sistematik olarak alınan verilerin haricinde kişisel bilgilerinde toplanması mümkündür. Örneğin bir yol boyunca seyahat eden insanların o yolculuk hakkında görüş, öneri, deneyim ve puanlama gibi bilgileri de sisteme dahil edilirse karar verme mekanizmaları daha insancıl bir şekilde olacaktır.

AUS ile birlikte akıllı yollar ve akıllı şehirlerin de planlaması gereklidir [10]. Bu kavramlar birbirinde ayrı olarak düşünülemez. Akıllı yollar kavramı araçları, sürücüleri ve yolcuları takip ederek onların kontrolünü sağlarken sistemin iyi şehir planlamasından ayrı olması düşünülmez. Nüfusu hızla şehirlerin beraberinde getirdiği bir diğer sorunda ulaşım araçlarının sayısındaki artış ve yeterli park yerinin bulunmamasıdır. AUS ile sadece yolculuk planı değil park etme durumları da kontrol edilebilir.

Gelişmiş bir AUS mimarisinde tüm kuruluşların kollektif bir şekilde çalışması zaruridir. Bunun için ise farklı kanallardan toplanan verilerin insan gözlemiyle incelenerek bir karara varılması optimum çözüm getirmemektedir. Daha ileri düzeyde veri analizleri yapılması

gereklidir. Bu gereksinim veriyi çözümleyebilecek gelişmiş bilgisayar sistemlerinin kurulması, bu alanda yetkin personelin yetiştirilmesi ve idamesi ile mümkündür. Bunun için ise teknoloji altyapısına, konusunda uzman personeli ve bu alanda eğitim verecek akademisyenlere ihtiyaç olacaktır. AUS alanında kamu, üniversite ve özel sektör işbirliği sağlanmalıdır [11]. Bu anlamda ülkemizde kısa süreli değil de uzun vadede planlamalar yapılarak hızla artan nüfusla beraber yerleşim ve yol ihtiyaçlarını uygun bir şehircilik modeli ile AUS üzerinden entegre bir planlama ile gerçekleştirilmesi ileride daha rahat bir ulaşım imkanı sağlayacaktır.

Kaynakça

1) G. Zeng, «Application of Big Data in Intelligent Traffic System,» *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE),* cilt 17, no. 1, pp. 01-04, 2015.
2) IBM, «What is big data - Bringing big data to the enterprise,» 2012. [Çevrimiçi]. Available: https://www-01.ibm.com/software/data/bigdata/what-is-big-data.html.
3) Apache, «Welcome to Apache Hadoop,» 2017. [Çevrimiçi]. Available: http://hadoop.apache.org.
4) Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, «Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014-2023) ve Eki Eylem Planı (2014-2016),» Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, Ankara, 2014.
5) M. Berry, «Smarter Cities Challenge (Lagos): Our Final Recommendations,» 17 Haziran 2013. [Çevrimiçi]. Available: https://smartercitieschallenge.wordpress.com/category/lagos-nigeria/.
6) H. Tufan, «AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ UYGULAMALARI VE TÜRKİYE İÇİN BİR AUS MİMARİSİ ÖNERİSİ,» T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ankara, 2014.
7) Oracle Enterprise Architecture, «An Enterprise Architect's Guide to Big Data,» Oracle, Redwood Shores, 2016.
8) SAS, «What Is Big Data?,» SAS (Statistical Analysis System), 8 Mayıs 2017. [Çevrimiçi]. Available: https://www.sas.com/en_us/insights/big-data/what-is-big-data.html. [Erişildi: 8 Mayıs 2017].
9) H. T. Yaman, «Akıllı Ulaşım ve Büyük Veri,» *Akıllı Ulaşım ve Güvenlik Sistemleri,* p. 46, Kasım 2014.
10) H. T. Yaman, «Akıllı Şehirler Akıllı Ulaşım Sunumu,» %1 içinde *"Akıllı Şehirler ve İnsanlar" Etkinliği*, İstanbul, 2014.
11) H. T. Yaman, «AUS Alanında Kamu-Üniversite-Özel Sektör İşbirliği,» *Akıllı Ulaşım ve Güvenlik Sistemleri,* p. 46, Temmuz 2014.

Trafik Kazaları Sonrası Otomatik Arama Sistemi Yardımıyla Ölüm Oranlarının Azaltılması

Ömer KAYA[1], K. Diler ALEMDAR [2], M. Yasin ÇODUR[3], Ahmet ATALAY[4]

[1]*Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25070, Türkiye, omer.kaya@erzurum.edu.tr*

[2]*Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25070, Türkiye, kadir.alemdar@erzurum.edu.tr*

[3]*Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25070, Türkiye, mycodur@erzurum.edu.tr*

[4]*Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25050, Türkiye, ahatalay@atauni.edu.tr*

Özet

Türkiye'de yolcu ve yük taşımacılığında ulaştırma türleri arasında en yoğun olarak kullanılan tür karayoludur. Bunun yanında artan nüfus ve buna bağlı olarak otomobil sahipliği isteği trafikteki taşıt sayısını her yıl artırmaktadır. Bu artış beraberinde birçok problemi getirmektedir. Bu problemlerin başında hiç şüphesiz trafik kazaları gelmektedir. Trafik kazalarının oluşumunda insan, araç, yol ve çevre faktörleri etkili olmaktadır. Ancak istatistiklere göre bu kazaların nedenleri arasında ilk sırayı insan faktörü almaktadır. Çünkü insan faktörü sürücü, yolcu ve yaya bileşenlerini içermektedir. Trafik kazaları maddi hasarlara, geçici veya kalıcı sakatlanmalara ve daha kötüsü ölümlere sebep olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı karayolu ulaşımında trafik kazaları dünyadaki bütün ülkeler bakımından en önemli sorun haline gelmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) verilerine göre Türkiye'de hemen hemen her yıl kaza sayısı, kazalara karışan araç sayısı, kazalarda meydana gelen yaralanma ve ölümler artmaktadır. Türkiye'nin kısa, orta ve uzun vadeli programlarında her zaman trafik kazalarını önleme politikası benimsenmiştir. Kaza sayısı, kazalara karışan araç sayısı, kazalarda meydana gelen yaralanma ve ölümler tek bir faktöre bağlı olmadığından önlenmesi zor olmaktadır. Bununla ilgili çalışmalar literatürde çokça mevcut olup, ilk ve acil yardım ile ilgili çalışmalar trafik kazası sonrası ölüm oranlarını azaltmada önem

kazanmaktadır. Ancak eğitim, altyapı ve denetleme faaliyetlerindeki verimli çalışmalar kazaların azalmasını, düzenli denetim ise araçların kazaya karışma oranında düşüş sağlamaktadır. Kaza esnasında ve kaza sonrasındaki ölüm oranını azaltmak için ise ilk ve acil yardım hizmetlerinin süratli ve kaliteli olması gerekmektedir. Trafik kazası meydana geldiğinde araçlarda kullanılacak bir Otomatik Arama Sistemi ilk ve acil yardımın zamanında devreye girmesini sağlayabilmektedir. Bu çalışma da Türkiye'de kaza sonrasında ilk ve acil yardımın gecikmesinden dolayı meydana gelen ölümlerin Otomatik Arama Sistemi yardımıyla azaltılması amaçlanmakta ve bununla ilgili önerilere yer verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *İlk ve acil yardım, otomatik arama sistemi, ölüm oranı, trafik kazası*

Decrease of Death Rates with the Help of the Automatic Call System after Traffic Accidents

Abstract

On passenger and freight transport among types of transportation is highway used to be most density kind in Turkey. In addition, the growing population and the demand for ownership of automobiles increase the number of vehicles in traffic every year. This increasing brings along with many problems. Most important of these problems are undoubtedly traffic accidents. Human, vehicle, road and environmental factors are influential in the formation of traffic accidents. According to statistics, however, the first order among the causes of these accidents is the human factor. Because human factor includes driver, passenger and pedestrian components. Traffic accidents cause material damage, temporary or permanent injuries and worse deaths. Because of these reasons, traffic accidents in road transport become the most important problem in terms of all the countries in the world. According to data of Turkish Statistical Institute (TSI), in Turkey, the number of accidents, the number of vehicles involved in accidents, injuries and deaths that occur in accidents are increasing. On short, medium, and long-term schedules of Turkey take up seriously traffic accident prevention policy every time. The number of accidents, the number of vehicles involved in an accident, injuries and deaths occurring in an accident are difficult to prevent because they are not dependent on a single factor. Studies related to this are widely available in the literature and studies on first and emergency aid gain importance in reducing death rates after traffic accidents. Efficient work in education, infrastructure and inspection activities, however; decreasing the number of accidents, while regular inspections decreasing the proportion of vehicles involved in the accident. In order to reduce the death rate during and after the accident, first and emergency aid services must be fast and high quality. An automatic call system to be used on vehicles when traffic accidents occur that can provide the first and emergency aid to be activated on time. In this study due to the delay in first and emergency aid after the accident in Turkey, it is

intended to reduce deaths occurring through automatic search system and is given to proposals associated with it.

Keywords: *Automatic call system, death rate, first and emergency aid, traffic accidents*

1. Giriş

Ülkemizde ulaşım türleri arasında yük ve yolcu taşımacılığında ağırlıklı olarak karayolu ulaşımı kullanılmaktadır. Bu nedenle trafik yoğunluğun fazla olduğu karayollarında trafik kazaları çokça meydana gelmektedir. Dünyada ve ülkemizde trafik kazaları için önlem politikaları uygulanıyor olmasına rağmen trafik kazalarında ciddi bir azalma görülmemektedir. Ülkemizde trafik kazalarında olay yerinde ölen kişi sayısı ile kazadan sonraki 30 günlük süre içinde ölen kişi sayısı birbirine çok yakındır. Bundan dolayı kaza sonrası ilk yardım müdahalesinin çok önemli olduğu anlaşılmaktır. İlk yardım numaralarının tek bir merkezden yönetildiği 112 Acil Çağrı Merkezi (AÇM) projeleri gerçekleşmesi acil ilk yardım uygulanması için çok önemlidir. Bu merkezler yardımı ile kaza gibi olumsuz durumlara daha hızlı ve doğru yönlendirmeler ile müdahale edilecektir. 112 AÇM ile entegre çalışan diğer bir uygulama olan Otomatik Arama Sistemi (OAS) aracılığıyla kaza olay yerinin coğrafi koordinatları merkeze gönderilerek olay yerine en uygun ilk yardım ekibi yönlendirilecektir. Bu sistem sadece kaza yapan araç için değil aynı zamanda kaza yapan başka araçlara yardım kapsamında manuel olarak da konum bilgisi iletilebilecektir. Böylece kaza sonrası ölüm oranlarında önemli derecede bir azalma yaşanması beklenmektedir.

Trafik kazaları ile ilgili literatürde birçok çalışma vardır. Bu çalışmalardan bazıları hakkında aşağıda kısaca bahsedilmektedir.

Yapılan bu çalışmada bazı yıllara ait trafik kazası, yaralı ve ölü kişi sayıları verilmiştir. Bu verilerin artan nüfus ve otomobil sayılarına göre yorumlanması yapılmıştır. Trafik güvenliği ve hız sınırlamaları, hızın sürüş güvenliğine etkisi, sürücülerin hız nedenleri ve hız yapmayı azaltıcı önlemleri ve taşıtlarda akıllı hız kontrol sistemlerinin kullanılması gibi trafik kazalarının azalmasını ve güvenlik sistemleri bu çalışmada işlenmiştir [1]. Maddi hasarlı ve ölümlü-yaralanmalı kazalara alkol denetimi, emniyet kemeri denetimi, emniyet kemeri cezası ve aşırı hız cezaları uygulandığında trafik kaza sayılarında nasıl değişiklik gösterdiği bu çalışmada sunulmuştur. Emniyet kemeri cezası etkinliği uygulandığında devrilmeli kazaların

%7 oranında azalma görüldüğü sonucu verilmektedir [2]. Kazalara ait veriler incelenerek altı yıl içerisinde Niğde ilinde meydana gelen trafik kazalarından bir değerlendirme oluşturulmuştur. En fazla kaza 2007 yılında gündüz vaktinde gerçekleştirilmiştir. Cuma, cumartesi ve pazar günleri trafik kazlarının en yoğun olduğu günlerdir. Bu gibi sonuçlar elde edilmiştir ve kaza yoğunluğu belirlenen gün, saatlerde alınacak önlem ve tedbirler ile trafik kazalarını sayısı azaltılabileceği sonucuna varılmıştır [3]. Devlet karayollarında yaşanan trafik kazlarının hangi bölgelerde yoğun olarak yaşandığını coğrafi analizler yardımı ile bu çalışmada belirlenmiştir. Türkiye genelinde yirmi bölgede kazaların yoğun olduğunu ve bu alanların genel olarak bölünmemiş yol olduğu, yol geometrik özelliklerinin yetersiz olduğu, kavşak aralıklarının doğru olmadığı gözlenmiştir. Bu problemler giderildiğinde bu alanlardaki kazaların giderilebileceği vurgulanmıştır [4]. Çalışma alanı olarak Karayolları Genel Müdürlüğüne bağlı olan yedi adet aks belirlenmiştir. Biplot analizi uygulanan çalışmada kazalara neden olan parametrelerin en etkili olanları saptanmıştır. Analiz sonucunda trafik kazalarına neden olan en önemli altı parametre bulunup kaza sayında azalmaya gidilecek önerilere yer verilmiştir [5]. Türkiye'de 1998, 2004, 2010 ve 2013 yıllarında gerçekleşen trafik kazalarının logit model kullanarak analizi bu çalışmada gerçekleştirilmiştir. Model için birçok değişken kullanılıp bunların yıllara göre kazaya etki oranları incelenmiştir. Çalışma sonucunda ilkokul eğitimli ve 65 yaşından daha yaşlı olanlar trafik kazasında ölme riski fazla olanlardır. En düşük riskli sürücü profili lise veya üniversite mezunu kadınlar olduğu görülmektedir [6]. Bir akıllı ulaşım sistemleri parçası olan ortalama hız tespit sisteminin uygulandığı ülkeler ve uygulama sonucunda elde edilen veriler genel anlamıyla yorumlanmıştır. Bu sistem sayesinde sürücülerin davranışlarının değiştiğini ve karayolu içerisinde uyması gereken hız vb. kurallarına uyduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak sadece trafik kazalarının azalmasına katkıda bulunmayıp ayrıca yakıt tüketimi ve araç emisyon değerlerinde bir azalmaya yol açmıştır [7]. Türkiye İstatistik Kurumunun 2011 yılına ait trafik kaza istatistikleri ile Log lineer modeller oluşturularak kaza verileri gözlemlenmiştir. Emniyet kemeri, yolların kaplama durumu, trafik lambası, yaya kaldırımı ve aydınlatma ile kontenjans tabloları oluşturulmuştur. Bu tablolar neticesinde analiz sonuçları değerlendirilip, kazaya olan

etkileri bu çalışmada verilmiştir [8]. Yapılan bu çalışmada trafik kaza bilgi sisteminin yapısal ve işleyiş olarak açıklamaları yapılmış olup gerekli kurumlar ile entegre olması durumunda trafik kazaları ile ilgili birçok problemin ortadan giderileceğinden bahsedilmiştir. Kaza yoğunluğu fazla olan bölgeler bu sistem sayesinde belirlenip gerekli önlemler alındığında yaralanmalı ve ölümlü kaza sayısının azaltılacağı düşünülmektedir [9]. Coğrafi Bilgi Sisteminden (CBS) yararlanılarak Kahramanmaraş ilinin kara nokta tespiti yapılmıştır. Bu çalışmada aynı yerde üçten fazla trafik kazası meydana geliyorsa o bölge kara nokta ilan edilmiştir. CBS sayesine kara noktaların belirlenmesi ile trafik kazalarının azaltılması, trafik akışının hızlanması gibi durumların gerçekleşmesi amaçlanmıştır [10].

Yapılan bu çalışma, literatürde var olan diğer çalışmalardan farklı olarak trafik kazaları sonrası yaşanan bazı problemleri değerlendirmiştir. Bu problemler kaza sonrası olay yerine gelmesi gereken acil ilk yardım ekiplerinin koordinasyon ve konum belirleme sorunudur. Bu durumda 112 AÇM'nin kurulması ve bütün illerimizde faaliyete geçmesi ile birlikte acil ilk yardım ekiplerinin koordinasyon problemi çözüme kavuşacaktır. Bu merkezler ile uyum içinde çalışacak araç içi entegreli OAS ile de kaza olay yeri konum problemi ortadan kaldırılacaktır. Sonuç olarak trafik kazaları sonrası koordinasyon sorunu ve konum bilgilerinin geç belirlenmesi yüzünden binlerce insanın sakat kalmasının ve/veya ölmesinin önüne geçilecektir.

2. Materyal Metot

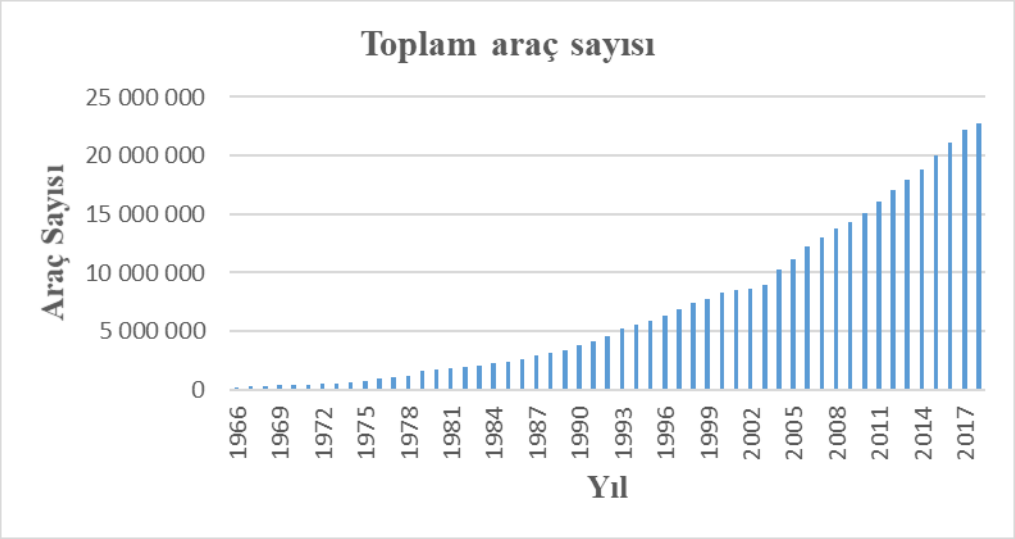
Türkiye'de yolcu ve yük taşımacılığı değerleri orantısız bir şekilde paylaşılmaktır. 1950 yılına kadar uygulanan politikalar ile yolcu ve yük taşımacılığında demiryolu ulaşımı ön plandaydı. Daha sonraki dönemlerde demiryolu araç-gereçleri, altyapı yetersizliği, uygulanan yanlış ulaşım politikaları ile demiryolu ulaşımı yerini yolcu ve yük taşımacılığında karayoluna bırakmıştır. 2000 yılından sonra her ne kadar demiryolu ve havayolunda büyük projeler gerçekleşmiş olsa da yolcu ve yük taşımacılığı oranlarına bakıldığında karayolu ulaşımı açık ara öndedir. Tablo 1'de ulaşım türlerinin taşımacılık oranları verilmiştir.

Tablo 1. Yılara göre yolcu ve taşımacılığı

Kaynak: Demiryolu Sektör Raporu 2017 [11]

	Yük Taşımacılığı (nettone-km %)				Yolcu Taşımacılığı (yolcu-km %)			
Yıl	**Karayolu**	**Demiryolu**	**Denizyolu**	**Havayolu**	**Karayolu**	**Demiryolu**	**Denizyolu**	**Havayolu**
1950	25	68.2	6.8	0	50.3	42.2	7.5	0
1960	45	52.9	2	0.1	72.9	24.3	2	0.8
1970	75.4	24.3	0.2	0.1	91.4	7.6	0.3	0.7
1980	88.0	11.8	0.1	0.1	94.7	4.6	0.2	0.5
1990	81.2	9.8	8.9	0.1	96.6	2.5	0.1	0.9
2000	90.1	5.4	6.4	0.1	96	2.2	0	1.8
2010	89.9	5.3	5	0	97.8	1.6	0.7	-
2015	89.8	3.9	6.3	0	89.2	1.1	0.6	9.1
2016	92,6	4,3	3,1	-	89,3	1	0,33	9,41
Sivil havacılık değerleri dâhil edilmemiştir.								

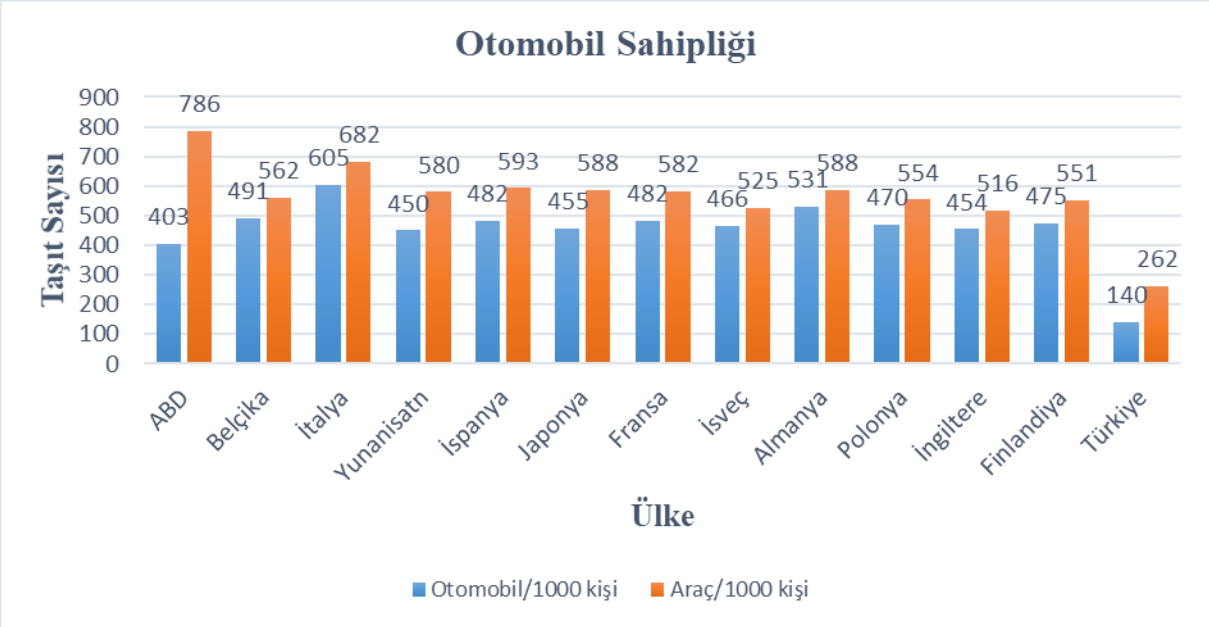
Karayolu ulaşımının yolcu ve yük taşımacılığındaki üstünlüğünün bir diğer nedeni artan ülke nüfusu ve araç sahipliği isteğidir. Karayolu ulaşımının aktarmasız, esnek ve diğer ulaşım türlerini beslemesi nedeniyle ulaşım türleri arasında gelişimi hızlı olmuştur. Ülkemizde karayolu taşımacılığı talebi ve motorlu araç sayısı sürekli artmaktadır. Bu durum Şekil 1‘de açık bir şekilde görülmektedir.



Şekil 1: Türkiye'deki toplam araç sayısı

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu [12]

Ülkemizde her geçen yıl motorlu taşıt sayısı artış göstermesine rağmen gelişmiş ülkelere bakıldığında 1000 kişi başına düşen araç sayısında geride olduğumuz Şekil 2'de görülmektedir. Bu durumda iken yine de büyükşehirlerimizin hemen hemen hepsinde trafik sıkışıklığı problemi vardır ve bu sıkışıklık trafik kazalarına sebep olmaktadır. Ülkemizde binlerce insanın yaşamını yitirmesine neden olmaktadır.



Şekil 2: Ülkelere göre 1000 kişiye düşen otomobil sayısı

Kaynak: techWORM [13]

Gelişmiş ülkelerde 1000 kişiye düşen otomobil sayısı 400 aracın üzerinde iken ülkemizde bu sayı 140 olarak kalmıştır. Diğer ülke seviyelerine ulaşmadan önce mevcut durumda oluşan trafik problemlerini çözmek gerekmektedir. Bu problemlerin en önemlisi trafik kazalarıdır. Trafik kazalarının sosyoekonomik maliyeti ülkemizde büyük değerlere ulaşmaktadır. Dünya'da trafik kazaları sebebi ile her milyonlarca kişi ölmekte ve yaralanmaktadır.

Avrupa ülkeleri arasında en yüksek kaza sayısına ve yıllık kaza sayısını azaltmada en düşük orana sahip olan Türkiye'de trafik kazalarının önem teşkil ettiği açıkça belli olmaktadır. Trafik kazalarına neden olan kusurlar:

- Sürücü kusuru
- Yolcu kusuru
- Yaya kusuru
- Yol kusuru
- Araç kusuru

olarak bu şekilde sıralanabilir. Bu kusurların 2002-2017 yılları arasındaki toplam kaza sayısı içinde yüzdelik olarak ne kadar oranda oldukları Tablo 2'de verilmektedir. Genel olarak kazaların sebebi insanlardır ve bu oran yaklaşık olarak %98 değerine ulaşmaktadır.

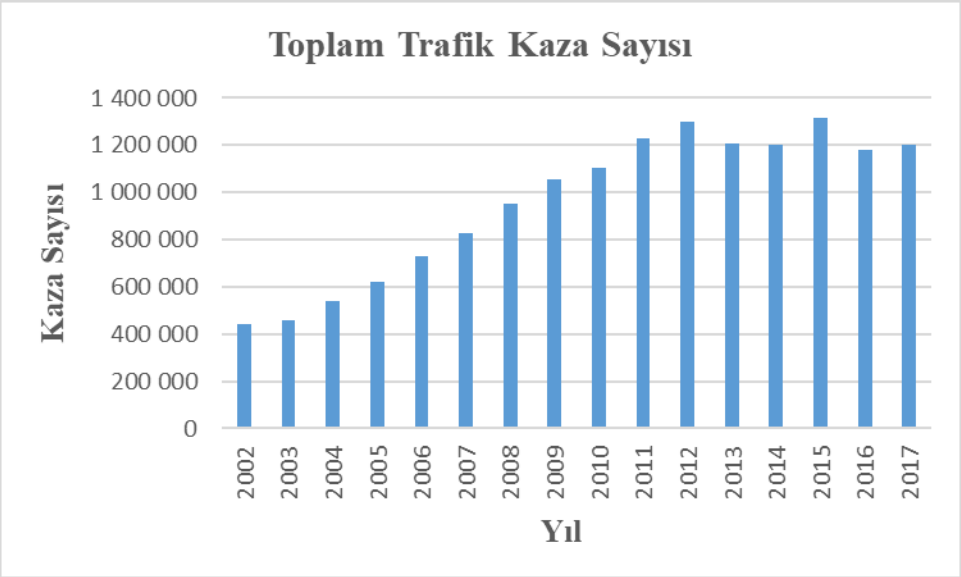
Tablo 2. Trafik kazalarına sebep olan kusurlar

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu [12]

Yıl	Sürücü kusuru	Yolcu kusuru	Yaya kusuru	Yol kusuru	Araç kusuru
2002	96,82	0,23	2,39	0,25	0,31
2003	97,03	0,16	2,32	0,22	0,27
2004	97,30	0,11	2,18	0,19	0,22
2005	97,39	0,11	2,04	0,22	0,25
2006	98,07	0,09	1,62	0,13	0,10
2007	98,03	0,09	1,64	0,11	0,14
2008	90,53	0,43	8,37	0,42	0,26
2009	89,60	0,41	9,09	0,61	0,29
2010	89,72	0,39	9,86	0,69	0,36
2011	90,20	0,39	8,51	0,60	0,30
2012	88,86	0,44	9,75	0,62	0,33
2013	88,69	0,42	8,99	1,05	0,85
2014	88,62	0,47	9,38	0,95	0,58
2015	89,30	0,43	8,80	0,91	0,55
2016	89,59	0,41	8,73	0,81	0,47
2017	89,87	0,37	8,48	0,70	0,52

Ülkemizde genel olarak birkaç yıl dışında kaza sayısı sürekli artış göstermektedir. Özellikle 2002-2012 yılları arasında kaza sayısında yaklaşık olarak 3 katı artış göstermiştir. Bunun

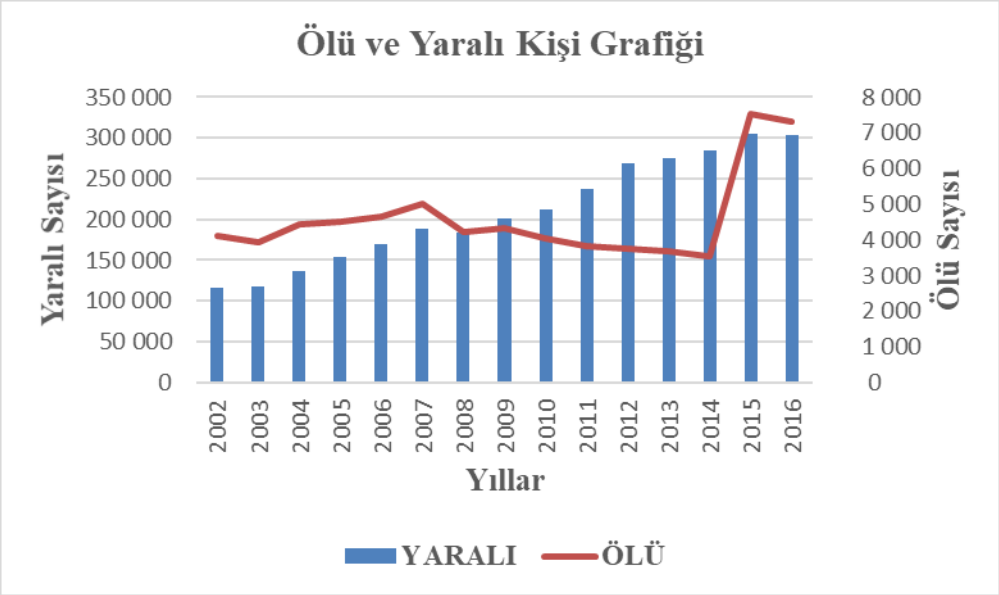
sebeplerinden biride 2002 yılından sonra trafiğe çıkan araç sayısındaki artışla birlikte ekonomik ve sosyal hayattaki hareketliliğin kaza sayısına hız kazandırmasıdır.



Şekil 3. 16 yıllık toplam trafik kazası grafiği

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu [12]

Trafik kazalarının maddi ve manevi birçok zararı da beraberinde getirmektedir. 2002 yılından itibaren artan motorlu taşıt sayısı ve seyahat etme isteğinin artması her geçen yıl trafik kazalarının artmasına sebep olmaktadır. Ölümlü ve yaralanmalı kaza değerleri Şekil 4'de verilmiştir. Son yıllarda kaza sayısı 1.2 milyon değerine ulaşmaktadır ve sebebi %98 olarak insan kaynaklıdır. Bu durumda insan öncelikli trafik eğitimi ve ahlakı verilmesi durumunda bu oranın azalacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 4: Yaralı ve ölü sayılarının grafiksel gösterimi

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu [12]

Yukardaki grafik incelendiği zaman trafik kazalarında yaralanan insan sayısı bazı yıllar dışında her geçen yıl artmaya devam etmiştir. Ölü sayısında ise 2014 yılına kadar dalgalı bir seyir izlemiştir. Ama bu yıldan sonra trafik kazalarındaki ölü sayısında hızlı bir artış görünmektedir. Bunun sebebi, ölü sayılarının 2015 yılı itibari ile trafik kazasında yaralanıp sevk edildiği sağlık kuruluşunda 30 gün içinde ölenleri de kapsamasıdır. Son 15 yılda yaklaşık 70 bin kişi ölüp, 3 milyondan fazla kişide yaralanmıştır.

Kaza anında ve kaza sonrası ölen kişi sayısı neredeyse birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Kaza sonrası ölü sayısında, acil ilk yardımın gecikmesi, trafik kazası olay yerinin tespiti, kazazedenin haber verecek durumda olmaması gibi olumsuz etkisi olan olayların ortadan kaldırılması için OAS en kısa sürede ülkemizde yürürlüğe girmesi elzemdir. Bu konu hakkında tüm Avrupa ülkelerini kapsayan proje olan e-Call vardır.

3. Otomatik Arama Sistemi

Trafik kazalarının sayısını azaltmak için çeşitli önlemler alınmaktadır. Bu önlemlerden bazıları kazaları engellemek için bazıları ise kaza anında ve sonrasında yaşanan maddi ve manevi kayıpları azaltmak için uygulanmaktadır. Kaza anında ve sonrasında yaşanan can kayıplarını ve yaralanmaları minimize etmek için Akıllı Ulaşım Sisteminin bir örneği olan OAS kullanılmaktadır.

Ülkemizde çok sayıda acil ilk yardım numarası (155, 156, 110, 112, 177... vb.) bulunmaktadır.
Bundan dolayı herhangi bir olay durumunda olayın hangi kuruluşu ilgilendirdiği ve hangi kuruluşun müdahale edeceği çelişkisine düşülmesi zaman kaybına neden olmaktadır ve koordinasyon problemi doğurmaktadır. Vakit kaybı ve koordinasyon bozukluklarından dolayı meydana gelebilecek can ve mal kayıplarının önüne geçilebilmesi için Türkiye'de de Tek Numara AÇM Projesi başlatılmıştır. Avrupa ülkelerinde olduğu gibi Türkiye'de de acil durum numarası "112" olarak belirlenip, acil çağrı numarası olarak kullanılacaktır.

Çoğu ülkede, emniyet, sağlık ve yangın gibi acil yardım hizmetleri tek merkezden yönetilmektedir. Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde 112, Amerika'da 911 numarası acil yardım hattı olarak kullanılmaktadır. Avrupa Birliği içerisinde yaşayan tüm Avrupa vatandaşları acil bir durumda tek bir numara kullanmaktadır. 112 acil numarası ile vatandaşların tüm AB'de, acil durumlarda yardım isteyebilmelerini sağlamak, zaman kaybını önlemek için arayan kişinin yerini otomatik olarak belirlenmesini sağlamak ve belirlenen süre içerisinde, olaya en hızlı bir şekilde cevap verebilmektir. Şekil 5'de ülkemizde hizmet vermekte ve son durumları hakkında bilgi veren AÇM'leri temsil etmektedir. Faaliyete geçen AÇM sayısı 24, donanımı tamamlanan 8, donanım aşamasında 12, bina inşaatı devam eden 29, ihale aşamasındaki 7 ve proje aşamasındaki iller 1 tanedir.

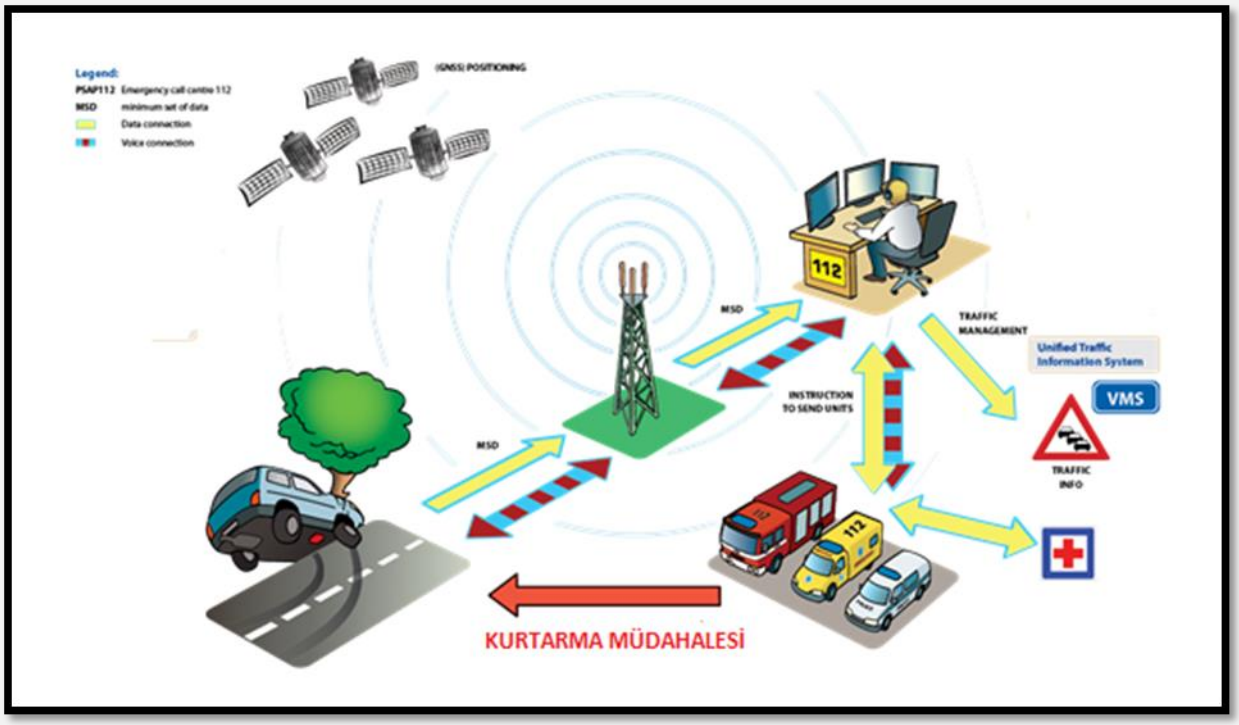
Şekil 5. 112 Acil Çağrı Merkezleri

Kaynak: T.C İçişleri Bakanlığı-Acil Çağrı Merkezi [14]

Kaza anında OAS yardımı ile araca ait bilgiler 112 AÇM'lere otomatik olarak iletilmektedir. İletilen bilgiler sayesinde çok sayıda kişinin hayatının kurtarılması öngörülmektedir. Sürücü kırsal alanda kaza yapmış ve bilincini kaybetmiş olsa bile bu sistem sayesinde olay yerine ilk yardım ekibi gönderilecektir.

Araçlardaki otomatik arama cihazı (fabrikadan çıkan yeni araçlara entegre edilmiş) aynı zamanda kazaya tanıklık yapıldığında da manuel olarak da bir buton yardımı ile olay yeri hakkında bilgi verilebilecek şekilde tasarlanmıştır. 112 AÇM ile sadece otomatik veya manuel olarak değil sesli olarak da iletişime geçilebilecektir. Bu durumun kaza anında araç içindekilerle daha sağlıklı bilgi alışverişi sağlanacaktır.

Sistemin genel olarak kentsel kesimlerde % 40, kırsal kesimlerde % 50 oranında daha hızlı acil müdahale yapma fırsatı verecektir. Bu değerler insan hayatı söz konusu olduğunda oldukça yüksektir. OAS ile Avrupa Birliği genelinde her yıl yaklaşık 2500 kişinin hayatının kurtarılması ve binlerce kişinin de geç müdahaleden dolayı sakat kalmasının önüne geçecektir. Diğer bir önemli husus da kaza olay yerinin başka bir kazaya sebebiyet vermesidir. Sistem faaliyete geçtiğinde olay yerinin daha erken temizlenip ikincil bir kazaya sebebiyet vermesi de büyük oranda azaltılacaktır.



Şekil 6. Otomatik arama sisteminin şematik gösterimi

Kaynak: Harmonised eCall European Pilot [15]

Şekil 6'da OAS'ın nasıl çalışacağı hakkında bir şematik görsel sunmaktadır. Kaza yapan aracın konumu, yönü ve yolcu sayısı araç içindeki sistem ile uydu alıcısına iletilecektir. 112 acil servis operatörü harita üzerinden kazanın konumunu acil yardım ekiplerine göndererek

olay yerine intikal başlamış olur. Bu durum kaza sonrası olay yerini ifade etmekte zorlanan kişilerden kaynaklı sakat veya ölüm değerlerini azaltmada oldukça yararlı olacaktır.

Şekil 7. Araç içi acil çağrı sisteminin uygulandığı pilot ülkeler

Kaynak: T.C İçişleri Bakanlığı-Acil Çağrı Merkezi [16]

Şekil 7'de yer alan mavi renkli pilot ülkeler: Hırvatistan, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, Almanya, Yunanistan, Hollanda, İtalya, Romanya ve İsveç'tir. Kırmızı renkli pilot ülkeler ise: Türkiye, İspanya, Bulgaristan, Lüksemburg, Danimarka ve Belçika'dır.

Genel olarak bu sistemin avantajları:

- Kaza anında araç içindeki sistem yardımı ile olay yerinin coğrafi konumu 112 AÇM'ye iletilecektir.
- Araç içindeki kazazedeler bilinçlerini kaybetseler dahi olay yeri sistem vasıtasıyla merkeze iletilip acil ilk yardım ekipleri yönlendirilecektir.
- Kaza olduğunda sistem devreye girdiğinde araç içindeki konuşmalar merkez tarafından dinlenebilmektedir.
- Ayrıca başka bir kazaya tanıklık edip sistem manuel olarak da kullanılabilmektedir.

4. Sonuç

Karayollarında meydana gelen trafik kazalarında kaza sonrası acil ilk yardım müdahalesi, can kayıplarını engellemek için oldukça önemlidir. Bu nedenle kaza anında veya sonrasında acil yardım merkezilerine ulaşmak için kullanılan numaralar oldukça basit ve ulaşılabilir olmalıdır. Bu durum tek numara Acil Çağrı Merkezlerinin gerekliliğini doğurmaktadır. Bu bağlamda mevcut durumda 24 tane 112 çağrı merkezi bulunmakta ve 2018 yılı sonuna kadar 48 çağrı merkezinin daha hizmete sunulacaktır. Bu çağrı merkezleri ile uyumlu bir şekilde çalışan Otomatik Arama Sistemi uygulaması, herhangi bir şekilde kaza yapan araca ait coğrafi koordinatları belirleyerek erken ve doğru müdahale ile can ve mal kayıplarının azalmasına yol açacaktır.

Kaynakça

[1] ÇAVDAR A.,UÇAR M. VE KILIÇASLAN İ. Trafik Kazalarına Sebep Olan Yüksek Hız Kusurlarının Denetimi ve Aktif Güvenlik Sistemleri İle Kontrolü. Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi. Cilt 23, No 1, 187-198,2008.
[2] SÜMER N. ve KAYGISIZ Ö. Türkiye'de Denetleme, Cezalar ve Trafik Güvenliği Göstergeleri Arasındaki İlişkiler:2008-2012 Yılları Analizi. Turkish Journal of Public Health. 13(3),2015.
[3] KIYILDI R.K ve SİVRİKAYA O. 2006-2011 Yıllarında Niğde'de Meydana Gelen Trafik Kazalarının Analizi. Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. Cilt 2, Sayı 1, 27-38, 2013.
[4] ÖZEN M. ve ZORLU F. Türkiye'de Devlet Karayollarında Kaza Oranlarının ve Kaza Örüntüsünün Analizi. Teknik Dergi. Yazı 513, 8589-8604, 2018.DOI: 10.18400/tekderg.308318
[5] TERCAN E. ve BEŞDOK E. Trafik Kazalarına Etki Eden Faktörler Arasındaki İlişkilerin TBA Biplot Analiz Yöntemi İle Değerlendirilmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 8(1),1003-111,2018.
[6] YILMAZ A.E. An Analysis of Road Traffic Accidents In Turkey Using Logit Models. Journal of Statisticians: Statistics and Actuarial Sciences. 1, 11-22,2017.
[7] ILGAZ A. ve SALTAN M. Ortalama Hız Tespit Sistemi ve Yol Güvenliği Etkileri Üzerine Bir Literatür Taraması. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi. 5(3),457-472, e-ISSN: 1308-6693, 2017.
[8] ARI E. Trafik Kaza Verilerinin Log Lineer Modeller İle İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. Cilt 21, Sayı 1, 17-37, 2016.
[9] GEÇER HS., COŞKUN E., BİTİM S. ve TAŞKIN K. Trafik Kaza Bilgi Sistemi. Bilişim Teknolojileri Dergisi. Cilt 9, Sayı 3, 2016.
[10] GEYMEN A. ve DEDEOĞLU O.K. Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Yararlanarak Trafik Kazalarının Azaltılması: Kahramanmaraş İli Örneği. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 6(2), 78-88, 2016.
[11] Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesi Genel Müdürlüğü. Demiryolu Sektör Raporu 2017 / http://www.tcdd.gov.tr/files/istatistik//2017sektorrapor.pdf. 2018
[12] Türkiye İstatistik Kurumu
[13] techWORM / https://www.tech-worm.com/ulkelere-gore-kisi-basina-dusen-otomobil-sayisi/ erişim:11.09.2018
[14] T.C İçişleri Bakanlığı-Acil Çağrı Merkezi / http://www.112.gov.tr/cagri-merkezleri, erişim: 11.09.2018

[15] Harmonised eCall European Pilot / http://www.heero-pilot.eu/view/en/ecall.html, erişim: 11.09.2018
[16] T.C İçişleri Bakanlığı-Acil Çağrı Merkezi / http://www.112.gov.tr/uyumlastirilmis-arac-ici-acil-cagri-sistemi-projesi, erişim: 11.09.2018

Çok Türlü Taşımacılık Güzergâhlarının Gezgin Satıcı Problemleri Baz Alınarak Tasarlanması: Güzergâhların Optimizasyonu ve Akıllı Ulaşım Sistemlerine Entegrasyonu

Ömer Faruk CANSIZ[1], Mustafa ÇALIŞICI[2], Kevser ÜNSALAN[3], Samed GÖÇMEN[4]

[1]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, 31200, Türkiye,* ofaruk.cansiz@iste.edu.tr

[2]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, 31200, Türkiye, mustafa.calisici@iste.edu.tr*

[3]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, 31200, Türkiye, kevser.keskin@iste.edu.tr*

[4]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, 31200, Türkiye,* samedgocmen@iste.edu.tr

Özet

Küreselleşmenin etkisiyle kıtalar arası ticaret artmakta ve lojistik kavramı önemli hale gelmektedir. Ulaştırma da lojistik üzerine yapılan çalışmalarda böylelikle popülerlik kazanmaktadır. Bu çalışmada, lojistik faaliyetlerinde yükün nakliye aşaması incelenmektedir. Farklı taşımacılık modlarının kesiştiği yerlerde aktarma istasyonları ve lojistik köy alanları belirlenerek çok türlü taşımacılık güzergâhları oluşturulmaktadır. Güzergâhlar oluşturulurken yük taşımacılığına uygun olan karayolu, demiryolu ve denizyolu taşımacılık türleri kullanılmaktadır. Çok türlü ve tek türlü taşımacılık güzergâhları Türkiye de her il ile diğer iller arasında oluşturulmaktadır. Mesafe, maliyet ve zamana göre optimum güzergahlar belirlenmektedir. Sonuç olarak çok türlü taşımacılığın tek türlü taşımacılığa kıyasla daha avantajlı olduğu, kıtalar arası taşımacılığın dışında şehirlerarası taşımacılıkta da çok türlü taşımacılık yapılmasının maliyet ve zaman açısından uygun olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Gezgin Satıcı Problemleri, Güzergâh Tasarımı, Akıllı Ulaşım Sistemleri*

Designed of Multimodal Transportation Routes with Traveling Salesman Problems: Routes Optimization and Integration to Intelligent Transportation Systems

Abstract

With the impact of globalization, intercontinental trade is increasing and the concept of logistics becomes important. Transportation is thus gaining popularity in studies on logistics. In this study, the transportation phase of the logistics activities is examined. Transit stations and freight village areas are identified at the intersection of different modes of transport, designing multimodal transportation routes. Routes are designed according to the types of highway, rail and maritime transportation suitable for freight transport. Multimodal and unimodal transport routes in Turkey are also formed between each city with other cities. Optimal routes are determined according to distance, cost and time. As a result, it is seen that many types of transportation are more advantageous than one kind of transportation, and it is seen that it is appropriate in terms of cost and time to carry out many kinds of transportation in intercity transportation besides intercontinental transportation.

Keywords: *Traveling Salesman Problems, Route Designing, Intelligent Transportation Systems*

1. Giriş

Taşımacılık faaliyetlerinin tamamını içeren sektör olarak özetlenebilecek olan lojistik; pazarlama sektörü, taşımacılık ve nakliyat ile başladığı için ekonomi ile doğrudan etkileşim halindedir. Teknolojinin gelişmesi ile beraber globalleşen ve her geçen gün uzak kavramının azaldığı dünyamızda, lojistik sektörünün bu gelişime paralel olarak ilerlemesi ülke ekonomisinin gelişimi açısından büyük önem arz etmektedir. Lojistikte sağlanabilecek bir optimizasyon ile tüm masrafların ve nakliye sürelerinin minimize edilmesine orantılı olarak, hem lojistikle doğrudan ilgili kurum ve kuruluşların ekonomisine, hem de ülke ekonomisine olumlu katkı sağlayacak ve lojistikte sürdürülebilirlik adına da önemli bir adım atılmış olacaktır. Lojistik iç taşımacılık bazında ele alındığında mesafelerin nispeten daha kısa olmasından dolayı, unimodal taşımacılık diye adlandırılan tek türlü taşımacılık ile gerçekleştirilmektedir.

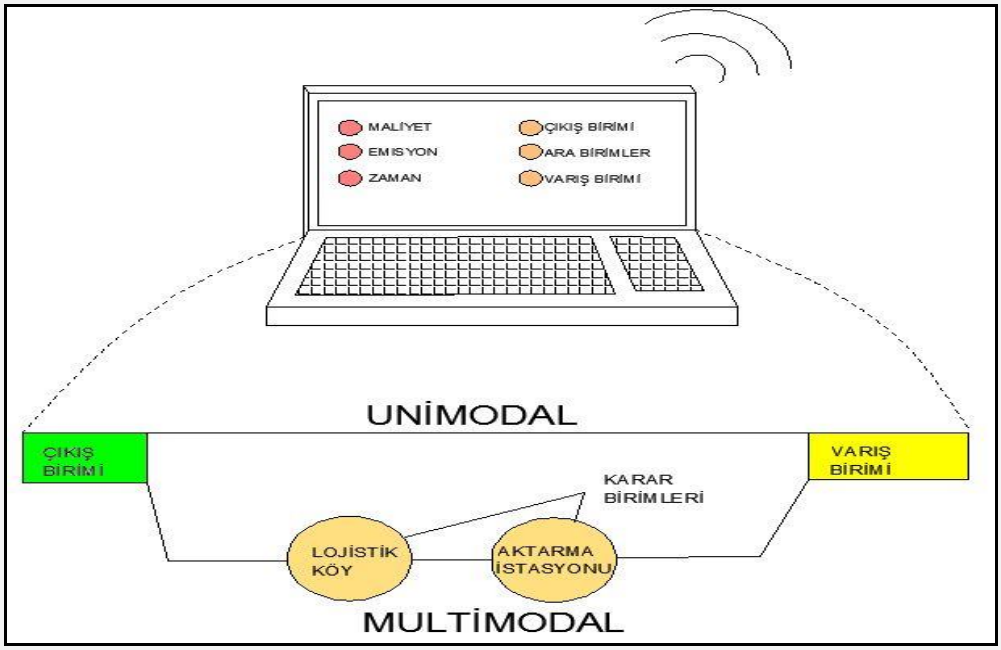
İç taşımacılıkta yükün güzergâhı boyunca bulunan taşımacılık türleri arasında gerek maliyet, gerek süre gibi istenilen kriterlere göre taşımacılık türü değiştirilerek uygun olan taşımacılık türüne geçiş yapmak yani çok türlü taşımacılık yapmak kriterleri minimize ederek optimizasyonu sağlayacaktır. Gezgin Satıcı Problemi (GSP), bir noktadan yola çıkan bir satıcının bilinen belirli noktalara uğradıktan sonra başlangıç noktasına dönmesi için atacağı en kısa turu bulmayı hedefleyen problemdir. GSP, anlaşılması kolay bir problem olmasına rağmen, özellikle düğüm sayısı arttıkça toplam tur sayısının artmasından ve hesapların uzamasından dolayı lineer çözümü oldukça zor bir problemdir ve zor problemler sınıfındadır. Günümüzde lojistik konusu giderek önemi artan bir konu olmakla beraber rota optmizasyonu ise araştırmacıların ilgi odağı halindedir. Bazı araştırmacılar en uygun rota berlirme üzerine çeşitli optimizasyon çalışmaları yaparken (Barceló, J vd. (2004); Bozkurt (2013); Cansız ve Ünsalan (2018); Cansız ve Göçmen (2018); Cansız vd. (2018a); Cansız vd. (2018b)), bazı araştırmacılar ise türler arası enerji tüketimiyle optimizasyon ve karşılaştırma analizleri yapmışlardır (Bowersax vd. (2002); Cansız vd. (2008a); Cansız vd. (2008b); Cansız vd. (2009); Cansız ve Polat (2018)).

2. Metaryal ve Metot

GSP, bir noktadan yola çıkıp eldeki bütün diğer noktalara uğrayarak başladığı noktaya dönmesi gereken bir gezgin satıcının bu seyahat sırasınca atabileceği en kısa turu araştıran problemdir. GSP çizgi olarak düşünüldüğünde gittiği tüm noktalar arası mesafeler doğrusal bir çizgi olarak, duraklar ise nokta olarak ifade edilir. GSP'nin n adet nokta için n! kadar alternatif çözümü olması gerekirken iki nokta arasındaki gidiş ve dönüş mesafeleri eşit olduğu için toplam çözüm sayısı ½*(n-1)! dir (Lin, 1965). Akıllı Ulaşım Sistemleri ise taşımacılık ve trafik yönetiminde, sürücü uyarısı ve trafik izleme gibi araç içi sistemler üzerine gelişme göstermektedir. Sonuç olarak ulaşım bilgi sistemleri ve iletişim sistemleri tüm Akıllı ulaşım Sistemleri üzerinde önemli bir rol oynar.

Bu çalışmanın birinci aşamasında yükün nakliyesinde güzergâhların belirlenmesi hususunda gezgin satıcı problemleri (GSP) baz alınarak hesaplar yapılmaktadır. Çalışmanın ikinci aşamasında, oluşturulan çok türlü ve tek türlü taşımacılık güzergâhları ile yük taşımacılığında güzergâh planlama programı oluşturulmaktadır.

Tasarlanan programın şematik gösterimi Şekil 1 de verilmektedir.



Şekil 1. Güzergâh Planlama Programının Tasarımı

Güzergâh planlama programı ile yükün çıkış ve varış birimi arasındaki tek türlü ve çok türlü taşımacılık güzergâh seçenekleri, türler arası mesafe, yaklaşık maliyet ve zaman bakımından karşılaştırılabilmektedir. Böylelikle en az mesafe, en az taşıma maliyeti ve ya en az nakliye süresine bağlı olarak güzergâh seçimi yapılabilmektedir. Ayrıca yükün birden fazla dağıtım yeri olduğunda programa ara durak yerleri girilebilmektedir. Girilen ara durak yerlerine en yakın ulaştırma mod değişiminin olduğu lojistik köylerde yük aktarımı yapılabilmektedir. Böylece taşıma aracı ana güzergâh dışına çıkmadan aktarma istasyonlarında yükleme boşaltma yapabilmektedir. Program ile lojistikte, çok türlü taşımacılığın tek türlü taşımacılığa kıyasla daha avantajlı olduğu vurgulanmaktadır. Kıtalar arası taşımacılığın dışında şehirlerarası taşımacılıkta da çok türlü taşımacılık yapılmasının maliyet ve zaman açısından uygun olduğu gösterilmektedir. Böylelikle tek türlü taşımacılık modlarında, özellikle karayolundaki trafik yoğunluğu azaltılmakta ve firmalar çok türlü taşımacılığa teşvik edilmektedir.

3. Sonuçlar

Sonuç olarak çök türlü taşımacılığın, hem mesafe parametresine göre, hem süre parametresine göre hem de maliyet parametresine göre unimodal karayolu taşımacılığından daha avantajlı olduğu görülmüştür. Süre olarak düşünüldüğünde multimodal taşımacılık, unimodal karayolu taşımacılığından mesafe parametresine oranla daha fazla tercih edilebilir, maliyet parametresine oranla daha az tercih edilebilir durumdadır. Çözümler maliyet parametresi açısından değerlendirildiğinde multimodal taşımacılık, unimodal karayolu taşımacılığına diğer parametrelere oranla en tercih edilebilir durumdadır.

Teknolojide yaşanan gelişmeler ve teknolojinin günümüzde gelmiş olduğu noktadan dolayı her platformda olduğu gibi ulaşımda da teknolojiden bağımsız bir gelişim söz konusu olamaz. Bu bağlamda bu çalışmada yapılanlar ulaşımın ve trafiğin teknoloji ile entegre olmuş hali diyebileceğimiz AUS açısından düşünüldüğünde, yapılan çözüm, lojistik köy ve ticari limanlara kurulabilecek bir güzergâh planlama programına aktarılarak; yük daha yola çıkmadan istenilen kritere göre optimum güzergâh belirlenebilecek, taşıyıcı ekipmanlara

kurulacak donanımlarla yükün takibi yapılabilecek ve yük hareket halinde iken yönlendirilebilecek, yeni ihtiyaçlara göre, yük hareket halinde iken yeni güzergâhlar oluşturulup taşıyıcıya veya sıradaki lojistik merkezine aktarılıp yükün güzergâhı veya taşıma türü değiştirilebilecektir.

Yapılan çözümlerde multimodal taşımacılığın, hem mesafe parametresine göre, hem süre parametresine göre hem de maliyet parametresine göre unimodal karayolu taşımacılığından daha avantajlı olduğu görülmüştür. Multimodal taşımacılık tüm parametrelere göre daha avantajlı olmasına rağmen karşılaştırmada oran olarak en az mesafe açısından avantajlı çıkmıştır. Bunun sebebi olarak ülkemizde karayolu taşımacılığı altyapısının kuvvetli olması ve her yerde ulaşılabilir olması gösterilebilir. Mesafe olarak teoride kuş uçuşu ilerlemeden dolayı en avantajlısı denizyolu olmasına rağmen uygulamada her yerde ulaşılabilir olmaması denizyolu taşımacılığını en son plana itmektedir.

Süre olarak düşünüldüğünde multimodal taşımacılık, unimodal karayolu taşımacılığından mesafe parametresine oranla daha fazla tercih edilebilir, maliyet parametresine oranla daha az tercih edilebilir durumdadır. Süre açısından düşünüldüğünde anlık hızdan dolayı en avantajlı taşımacılık türü karayolu taşımacılığı gibi gözükmesine rağmen Karayolları Trafik Yönetmeliği'ndeki azami sürüş süresi ve dinlenme süreleri gibi kısıtlardan dolayı 24 saatlik ortalamada diğer taşımacılık türleri ile hemen hemen aynı seviyededir. Çözümlerde süre parametresi açısından multimodal taşımacılık tür dağılımları, taşımacılık türünün mesafe ve ulaşılabilirliğine göre değişmekle beraber hemen hemen eşit durumdadır.

Çözümler maliyet parametresi açısından değerlendirildiğinde multimodal taşımacılık, unimodal karayolu taşımacılığına diğer parametrelere oranla en tercih edilebilir durumdadır. Optimizasyon ile maliyet neredeyse yarı miktarına düşmüştür. Maliyet açısından en avantajlı ulaşım türü denizyolu taşımacılığı, tercih edilebilirliği en düşük olan taşımacılık türü ise karayolu taşımacılığıdır.

Özetlenecek olunursa denizyolu taşımacılığı en ekonomik taşımacılık türüdür ancak mesafe ve özellikle süre açısından çok düşüktür. Demiryolu taşımacılığı denizyolu taşımacılığına oranla daha az ekonomik olmasına rağmen süre ve mesafe açısından daha iyi durumdadır.

Karayolu taşımacılığı ise mesafe ve süre açısından en avantajlı taşımacılık türü olmasına rağmen maliyeti en yüksek olan taşımacılık türüdür ayrıca çevreye de olumsuz emisyon etkisi bulunmaktadır. Yapılan çözümle multimodal taşımacılık bütün taşımacılık türlerinin en iyi özelliklerini kullanarak optimizasyon sağlamaktadır.

Ülkemizde Lojistik sektörü ağırlıklı olarak karayolu taşımacılığı ile hizmet vermektedir. Çok türlü taşımacılığın yaygın olarak kullanılmaya başlanması ve karayolu yükünün hafiflemesiyle çevre kirliliği de azalacaktır.

Multimodal taşımacılık yaygın taşımacılık türlerindeki trafik yoğunluğunun azalmasında olumlu katkı sağlayacaktır. Geliştirilen programın kullanılmaya başlamasıyla çok türlü taşımacılığa teşvik artacak, çok türlü taşımacılık kullanımının artmasına paralel olarak alt yapısı daha da kuvvetlenecek ve birim maliyetler daha da azalacaktır.

Kaynaklar

Barceló, J. And Codına, E., Casas, J., Ferrer, JL. and García, D., (2004). Microscopic traffic simulation: a tool for the design, analysis and evaluation of ıntelligent transport systems. Journal of Intelligent and Robotic Systems, 41, 173–203.

Bozkurt, S., (2013). Trafik ağlarında çok ölçütlü rota planlaması. Anadolu Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 16, Eskişehir.

Cansız, Ö. F. ve Ünsalan, K., (2018). Cost analysis of multimodal freight transportation: a case of Iskenderun. International Journal of Advanced Engineering Research and Science, 5(5), 315-319.

Cansız, Ö. F. ve Göçmen, S., (2018). Distance analysis of multimodal transportation based on traveling salesman problem with particle swarm optimization method. International Journal of Advanced Engineering Research and Science, 5(6), 1-6.

Cansız, Ö. F., Ünsalan, K., Çalışıcı, M., Göçmen, S. (2018a). Şehirlerarası taşımacılık performansı indeksinin çok türlü taşımacılık baz alınarak analiz edilmesi: çok türlü güzergâhların tasarımı ve AUS entegrasyonu. 1. Uluslararası Akıllı Ulaşım Sistemleri Konferansı, 5-8.

Cansız, Ö. F., Ünsalan, K., Çalışıcı, M., Göçmen, S. (2018b). Çok türlü taşımacılık güzergâhlarının gezgin satıcı problemleri baz alınarak tasarlanması: güzergâhların

optimizasyonu ve akıllı alaşım aistemlerine entegrasyonu. 1. Uluslararası Akıllı Ulaşım Sistemleri Konferansı, 58- 59.

Bowersax Donald, J., Closs David, J. Cooper, Bıxby M., (2002). Logistics management. McGraw Hill/Irwin, 0-07-235-100-4, 164, Supply Chain.

Cansız, Ö. F., Arslan, T., Çubuk, M. K., Çalışıcı, M. (2008a). Yük Taşımacılığında Demir yollarından Uzaklaşan Türkiye'nin Enerji Kaybının İncelenmesi. 2. International Railway Symposium & Trade Exhibition, 241-254, İstanbul.

Cansız, Ö. F., Arslan, T., Çubuk, M. K., Çalışıcı, M. (2008b). Türkiye demiryollarında enerji tüketim analizi. 2. International Railway Symposium & Trade Exhibition, 287-306, İstanbul.

Cansız, Ö. F., Çubuk, M. K., Calışıcı, M. (2009). An energy analysis of road transportation in Turkey. Proceedings of The 3rd International Conference on Energy and Development - Environment – Biomedicine, 91-95.

Cansız, Ö. F. ve Polat, M. İ., (2018). Analysis of public transport system, Hatay example: detection of existing system. International Journal of Advanced Engineering Research and Science, 5(5), 95-102.

Lin, S., (1965). *Computer solutions of the traveling salesman problem*. Manuscript received, August 18, 1965.

Kablosuz Haberleşme Teknolojilerinin Akıllı Ulaşım Sistemlerinde Uygulamaları

Ali SARIKAŞ[1], Ayşe YAYLA[1], Zuhal POLAT[2]

[1]*Marmara Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, İstanbul, Türkiye*

[2]*Marmara Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, İstanbul, Türkiye*

Özet

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde nüfus ve buna bağlı olarak trafikteki araç sayısındaki artış dikkat çekici faktörlerdendir. Modern ekonomik ve teknolojik gelişmelerin hızla artmasıyla akıllı ulaşım sistemleri (AUS), gittikçe daha önemli ve gerekli hale gelmektedir. AUS'nin amacı, gelişmiş trafik güvenliği, ulaşım verimliliği ve seyahat konforunu gerçekleştirmek ve en ileri iletişim teknolojilerini kullanarak yollar ve araçlar arasındaki haberleşme yoluyla çevre korumasına katkıda bulunmak olarak belirtilebilir. Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de yaygınlaşan AUS, algılayıcı ve kontrol teknolojileri, ulaşım, mühendislik, telekomünikasyon, bilgisayar bilimi, finans, elektronik ticaret, enformatik ve otomobil üretimi gibi disiplinlerle bütünleşmektedir. Anahtar teknoloji olarak da nitelendirilen haberleşme teknolojisinin akıllı ulaşım sistemlerindeki uygulamaları incelendiğinde, sıklıkla kablosuz haberleşmenin alt alanlarına rastlanmaktadır. Ayrıca yol kazalarını ve ölümleri en aza indirgemek için, araç-altyapı (V2I), araçtan araca (V2V) ve altyapı-araç (I2V) gibi çeşitli araç iletişim modları üzerinde de çalışmalar yapılmaktadır. Karşılaşılan bu üç araç haberleşme modunda da konum belirleme sistemleri, kablosuz (telsiz), mobil, kızıl ötesi, görünür ışık, yakın mesafe haberleşme teknolojileri etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bunlar içerisinde en çok dikkat çeken teknolojik gelişme, optik kablosuz haberleşmenin kapsamında yer alan görünür ışık haberleşmesidir. Görünür ışık haberleşmesi (VLC) temelde, daha iyi enerji verimliliği, daha uzun ömür, insana zararsız ve çevre dostu gibi birçok avantaja sahip olan ışık yayan diyotlara (LED) dayanmaktadır. VLC sistemleri yol

trafik güvenliği bilgilerini yayınlayabilir, böylece yol kazalarını en aza indirmeye ve trafik akışını düzenlemeye yardımcı olur. VLC sistemleri, mevcut bir altyapıya dayandığı için maliyeti düşünüldüğünde etkin bir çözümdür. Bu çalışmada kablosuz haberleşme teknolojilerinin akıllı ulaşım sistemlerindeki uygulamalarına hem Türkiye'de hem de diğer dünya ülkelerinde (özellikle G20 ülkelerinde) karşılaşılan örnekler verilmiş; yeni nesil kablosuz haberleşme teknolojilerinin uygulanabilmesi için gerekli olabilecek düzenlemeler üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Akıllı ulaşım sistemleri, kablosuz haberleşme, görünür ışık haberleşmesi*

Applications of Wireless Communication Technologies in Intelligent Transport Systems

Abctract

In developed and developing countries, the increase in population and consequently the number of vehicles in traffic is a striking factor. With the rapid increase of modern economic and technological developments, intelligent transportation systems (ITS) are becoming increasingly important and necessary. The aim of ITS is to realize improved traffic safety, transport efficiency and travel comfort, and to contribute to environmental protection by means of communication between vehicles using the most advanced communication technologies. ITS is spreading in our country as it is in many countries of the world and it is integrated with disciplines such as sensing and control technologies, transportation, engineering, telecommunication, computer science, finance, electronic commerce, informatics and automobile manufacturing. When the applications of the communication technology, which is also known as the key technology, are examined in the intelligent transportation systems, the sub areas of the wireless communication are frequently encountered. Various vehicle communication modes such as Vehicle-to-Infrastructure (V2I), Vehicle-to-Vehicle (V2V) and Infrastructure-to-Vehicle (I2V) to minimize road accidents and deaths are also discussed. Global positioning systems, wireless (wireless), mobile, infrared, visible light, near field communication technologies are effectively used in these three vehicle communication modes. Among them, the most remarkable technological development is visible light communication which is included in the scope of optical wireless communication. Visible light communication (VLC) is mainly based on light emitting diodes (LEDs), which have many advantages such as better energy efficiency, longer life, human harmless and environmentally friendly. VLC system can publish information on road traffic safety, thereby helping to regulate the flow of traffic and to minimize road accidents. VLC systems are an effective solution when considering cost because they are based on an existing infrastructure. In this study, wireless communication technology for intelligent transport system applications

in both in Turkey and in other countries of the world (particularly in the G20) encountered examples are given; the regulations that may be necessary for the application of the next generation wireless communication technologies are emphasized.

Keywords: *Intelligent transportation systems, wireless communications, visible light communications*

1. Giriş

Bilgisayar, iletişim ve elektronik teknolojilerinin etkin biçimde kullanıldığı Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS); trafik ve yol güvenliğinin artırılması, seyahat sürelerinin kısaltılması, yolların kapasitelerine uygun olarak kullanımı gibi amaçlar doğrultusunda geliştirilmiş sistemlerdir (Raut & Devane, 2017).

AUS' de hedef bilgiye hızlı ve etkin bir şekilde ulaşacak her türlü haberleşmeyi ve bilgi alışverişini de hızlı bir şekilde sağlayabilecek bir yapı oluşturmak ve böylece insanın düşünme ve karar verme yükünü en aza indirgemek olarak söylenebilir. Bu bağlamda iletişim altyapısı AUS sistemlerinin ana omurgasını oluşturmaktadır.

2015 yılı verilerine göre tüm dünyada hususi ve ticari motorlu araç sayısı toplamda 1.3 milyardır ve önümüzdeki 10-20 yıl içerisinde bu sayının ikiye katlanacağı öngörülmektedir (Antonella, 2015). En ilkel AUS sistemi olarak trafik ışıkları sayılabilir. Böylece bir yol üzerinde arabaların ve insanların ne zaman ve hangi sıra ile geçiş yapacakları belirlenmiş olur (UDHB, 2014).

Kentleşmenin, kent nüfusunun sürekli arttığı ve buna bağlı olarak da trafik yoğunluğunun her geçen gün hızla arttığı başta büyük şehirler olmak üzere, tüm ülke genelinde AUS uygulamalarının özellikle karayolu ulaşımına adapte edilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir.

Türkiye'de AUS konusundaki çalışmalar 1980'li yıllarda inşa edilen Gebze-İzmit Ekspres yoluna kadar gitmekle beraber, ilk çalışmalar 1992'de hizmete sokulan "Otoyol Ücret Toplama Sistemi" ile başlamaktadır (Yardım & Akyıldız, 2004).

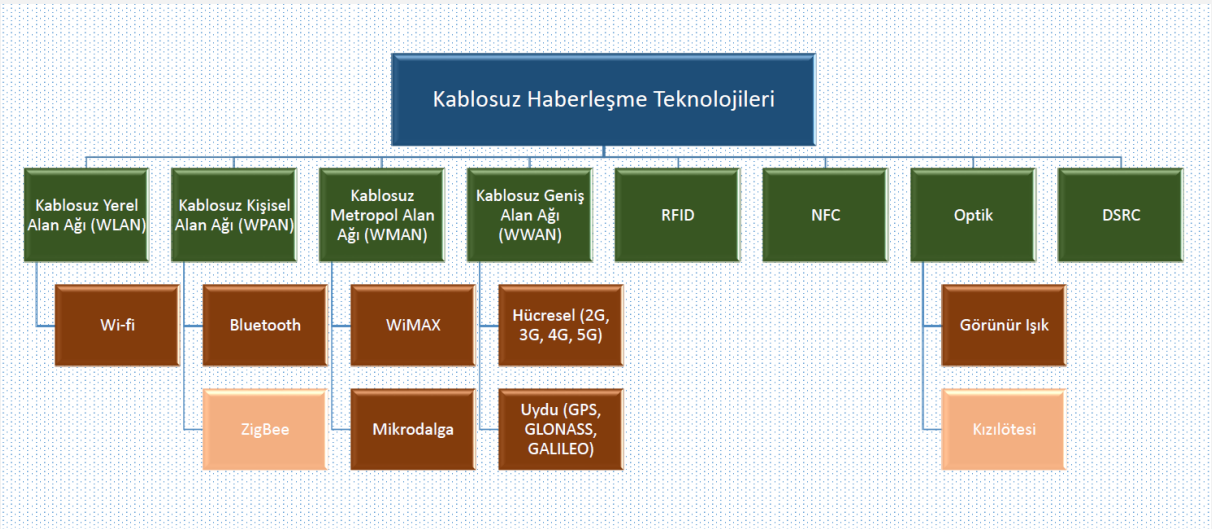
AUS'de yolcu, yol ve araç arasındaki bilgi aktarımında başarı iletişim teknolojileri ve algoritmalarının etkin bir şekilde kullanılması ile mümkün olmaktadır. Bilginin fiziksel olarak aktarılması günümüzde kablolu ya da kablosuz haberleşme sistemleri aracılığı ile yapılmaktadır (Tufan, 2014). Kablolu haberleşme fiber optik kablo, bakır kablolar, CAT5,CAT6 kategorili kablolar kullanılarak gerçekleştirilebilir. AUS uygulamalarında haberleşme mesafe olarak birbirinden uzak olan bileşenler arasında gerçekleştiğinden kablolu haberleşme teknolojisinin kullanılması bu bağlamda çok uygun olmamaktadır.

Bu çalışmada birinci bölümde Kablosuz Haberleşme Teknolojileri, ikinci bölümde bulgular, üçüncü bölümde de sonuç ve tartışmalar anlatılacaktır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Kablosuz Haberleşme Teknolojileri

AUS ulaşım sektörüyle, telekomünikasyon, elektronik ve bilgisayar teknolojilerini entegre etmektedir (UDHB, 2018). Akıllı ulaşım sistemlerinde kullanılan teknolojiler aşağıda belirtildiği gibi sınıflandırılabilir.

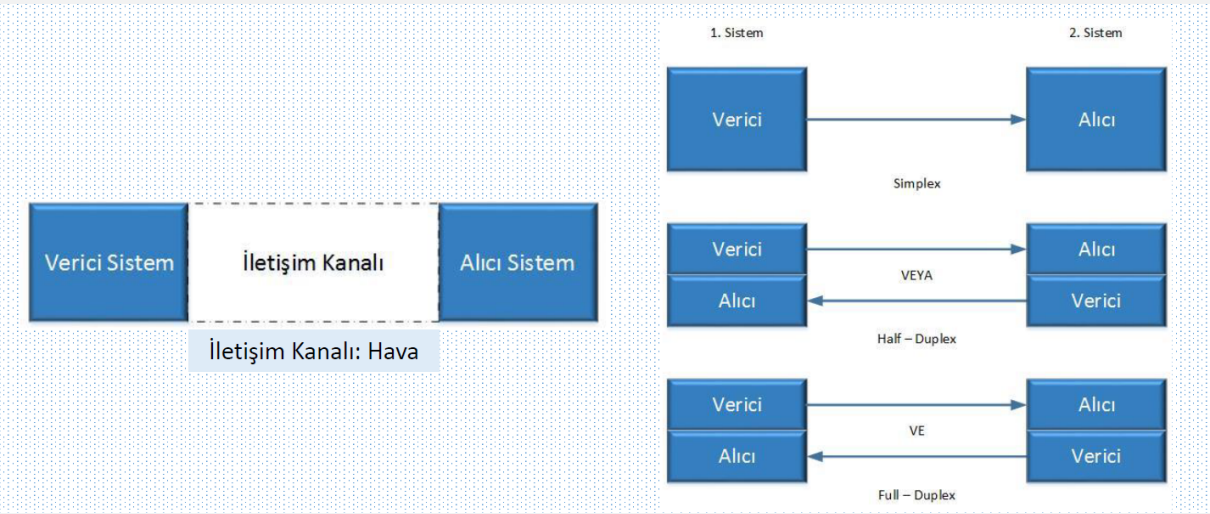


Şekil 1. Kablosuz haberleşme teknolojileri çeşitleri

Kablosuz haberleşmedeki gelişmeler sensör ağları ile birlikte çalışarak otonom araçların üretilmesini teşvik etmiştir.

Haberleşme teknolojilerinde sistem bilgilerin gönderildiği verici sistem ve bu gönderilen verilerin alınarak gerekli işlevlerin yerine getirildiği alıcı bölümlerinden oluşmaktadır. Haberleşme sistemlerinde iletişim ortamı kablolu ve kablosuz olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kablosuz haberleşme teknolojisinde de en sıklıkla kullanılan iletişim kanalı havadır. Bu haberleşme teknolojisinde verici ile alıcı arasındaki veri transferinde üç farklı protokol kullanılmaktadır. Bunlardan birincisinde iletişim için kurulan sistemlerden biri

sadece verici diğeri sadece alıcıdır. Bu durumda iletişim, verici sistemin alıcı sisteme veri göndermesi ile sınırlıdır. Bilimsel literatürde bu haberleşme yönü "simplex" olarak adlandırılır. İkinci tür haberleşme yapısında sistemlerin her ikisi hem verici hem alıcı olarak işlev yapabilmektedir. Ancak bir taraf verici olabilirken diğer tarafın alıcı olması durumu söz konusudur. Bu haberleşme yönü ise "half-duplex" olarak adlandırılır. Üçüncü tür haberleşme yapısında her iki taraf hem verici hem alıcı olurken aynı anda verici ya da alıcı olabilmektedirler. Bu haberleşme yönü ise "full-duplex" olarak adlandırılır.



Şekil 2. Kablosuz haberleşme teknolojisi

3. Bulgular

AUS uygulamalarında anahtar teknolojisi olarak adlandırılan haberleşme teknolojileri, kullanım alanlarına göre çeşitlilik göstermektedir. Bu bölümde AUS uygulamalarında kullanılan temel teknolojilerden, Wi-fi, Bluetooth, WiMAX, Hücresel Haberleşme, Uydu Haberleşmesi, Görünür Işık Haberleşmesi (VLC) ve Tahsisli Kısa Mesafe İletişim (DSRC) kısaca açıklanacaktır.

3.1. Kablosuz Bağlantı Alanı

İngilizcesi Wireless Fidelity (Wi-fi) olan kablosuz bağlantı alanı AUS uygulamalarında çoğunlukla araç içi bilgi yayımı, lokasyon tabanlı hizmetler, internet, araç-altyapı iletişimi, araç-araç iletişimi ve trafik gözetimi (kapalı devre TV kameraları vasıtasıyla alınan verinin transferi) gibi alanlarda kullanılmaktadır.

3.2. AUS Uygulamalarında Bluetooth

Kelime olarak bluetooth ismini Danimarka Kralı Harald Bluetooth'dan alan bu teknoloji, kısa menzilli kablosuz haberleşmede sıklıkla kullanılan bir teknolojidir. Bluetooth kablosuz iletişim teknolojisi 2.4 GHz frekans bandında çalışmaktadır ve birbirine olan uzaklıkları en fazla 10 metre olan Bluetooth birimlerinin nasıl haberleşeceğini tanımlar (Ünverdi & Ünverdi). Lisanssız kullanıma açık olan 2.4 GHz frekans bandını kullanan elektronik cihaz sayısı fazladır ve bu sebeple cihazlar arası etkileşimi önlemek amacıyla telefonlar 5.8GHz bandında çalışır. AUS alanında bluetooth teknolojisinin uygulama alanları arasında aşağıda listelenen uygulamalara rastlanılmaktadır:

- İstenilen iki veya daha fazla mesafe arasındaki ortalama seyahat süresinin anlık hesaplanması,
- Trafik izleme sistemleri (döngü detektörleri ile GPS verisini karşılaştırarak doğruluğu arttırılmış trafik izleme hız kestirimi),
- Ağın belirli bölümlerinde trafik yoğunluğunun haritalanması,
- Araç-altyapı iletişimi.

3.3. AUS Uygulamalarında WiMAX

WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access- Mikrodalga Erişimi için Evrensel Uyumluluk) teknolojisi sabit istasyonlar için yaklaşık 50 km, mobil istasyonlar için yaklaşık 15 km çapında bir alanda etkili olan, 2-11GHz bandında 70 Mbps ve 10-66GHz bandında 120Mbps hızında kablosuz internet erişimi sağlayan bir haberleşme protokolüdür. 10-66GHz bandında görüş açısı hattı (LoS) gerektirirken; 2-11GHz bandında görüş açısı hattı gerektirmemektedir. Günümüzde kablosuz internet erişimini sağlayan ve yaygın kullanıma

sahip olan Wi-Fi teknolojisi, yaklaşık olarak 30 m-100 m mesafesinde internet erişimi sağlayıp IEEE 802.11 standardını kullanırken; Wi-Fi'ye göre daha gelişmiş bir sistem olan WIMAX, IEEE 802.16 standardını kullanmaktadır. Görüş açısı gerektirmeyen hat başarımı sayesinde WIMAX istasyonlarının yüksek yapılar veya kuleler yerine bina üstlerine kurulabilir olması aynı zamanda kablolu internetin sağlamadığı kolaylığı sağlamaktadır. WiMAX teknolojisiyle birlikte gelişen metropol ağ bağlantısı (MAN, Metropol Area Network) sayesinde aynı hat üzerinden hem telefon, hem internet, hem de televizyon altyapısı kurmak mümkündür. Ayrıca, kablolu internet sağlayıcılarının alternatifi olan bu teknoloji diğer teknolojilere göre oldukça ekonomiktir.

AUS alanında WiMAX teknolojisinin uygulama alanları araştırıldığında aşağıda maddeler halinde belirtilen uygulamalara rastlanılmaktadır:

- Lokasyon tabanlı hizmetler,
- Mobil İnternet uygulamaları,
- Araç-altyapı iletişimi,
- Trafik gözetimi (kapalı devre TV kameraları),
- Otoyol devriyesi ve acil tıbbi servis telsizleri,
- Olay (Kaza, vs.) algılama.

3.4. AUS Uygulamalarında Hücresel Haberleşme

Hücresel haberleşme, haberleşmenin yapılacağı alanın hücrelere bölünmesi ve her hücrenin merkezine de bir baz istasyonu yerleştirilerek gerçekleştirilen haberleşme olarak tanımlanabilir (Gökrem & Ferikoğlu, 2003; Soy, Özdemir, & Bayrak, 2012). Mobil İletişim İçin Küresel Sistem anlamına gelen GSM ses ve veri hizmetleri iletiminde kullanılan sayısal hücresel bir teknolojidir (Akbal, 2011). 1G kablosuz telefon teknolojisi ile başlayan hücresel haberleşme, ilerleyen teknolojiye paralel olarak kullanıcı sayısının artması ve internetin yaygınlaşması ile yetersiz kalmış ve kendini sırası ile 2G, 3G ve günümüzde de 4G teknolojisi olarak geliştirmeye devam etmiştir. 4G terimi sadece hücresel sistemleri değil aynı zamanda WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) gibi geniş bant kablosuz erişim sistemlerini de içine almaktadır (Soy et al., 2012). Hızlı ve daha güvenli veri aktarım imkânı

sağlayan bu teknoloji AUS uygulamalarında sensörler yardımıyla elde edilen verilerin trafik kontrol merkezine transferi (trafik sıkışıklığı, seyahat süresi, vb. bilgilerin hesaplanması), araç-alt yapı iletişimi (hava istasyonlarından elde edilen rüzgar hızı, karmaşık arazi, hava koşulları, vb. bilgilerin araçlara iletilmesi), internet sağlanması gibi alanlarda kullanılmaktadır.

3.5. AUS Uygulamalarında Uydu Haberleşmesi

Uydu haberleşmesi yeryüzündeki çeşitli noktalar arasındaki iletişim bağlantılarını sağlamak başka bir deyişle farklı konumlarda bir verici ve bir alıcı arasında bir iletişim kanalı oluşturmak olarak tanımlanabilir. Uydu iletişimi, küresel telekomünikasyon sisteminde hayati bir rol oynamaktadır. Tipik bir uydu bağlantısı, dünya üzerindeki bir istasyondan bir uyduya sinyalin iletilmesi, uydu tarafından alınan sinyalin yükseltilerek istasyonlara geri gönderilmesi şeklinde gerçekleşmektedir. Navigasyon sistemleri de yüksek hızla birlikte yüksek kapasitede veri iletimini sağlayan ve GPS uydularıyla haberleşerek dünya üzerindeki anlık konum bilgisini alıcılara ileten bir sistemdir.

AUS uygulamalarında uydu haberleşmesi, konum, hız ve zaman belirlemesinde, kat edilen mesafe ve güzergâh belirlemede, konum tabanlı servis sağlamada, araç içi navigasyon ve rota yönlendirme sistemlerinde kullanılmaktadır. Ayrıca, araç konumu bilgisinin GPS ile edinilmesi ve kurulan araç-altyapı iletişimi altyapısı sayesinde erken uyarının gerçekleştirilmesi ve olası çarpışma durumlarının önlenmesi sağlanmış olacaktır.

AUS alanında uydu haberleşme teknolojisinin uygulama alanları araştırıldığında genel olarak aşağıda maddeler halinde belirtilen uygulamalara rastlanılmaktadır:

- Lokasyon tabanlı hizmetler,
- Arter ve otoban yönetim sistemleri,
- Araç-altyapı iletişimi,
- Araç-araç iletişimi,
- Araç-yaya iletişimi.

3.6. AUS Uygulamalarında RFID

Radyo Frekans Tanımlama Teknolojisi (RFID-Radio Frequency Identification), nesneleri tekil ya da çoğul olarak tanıma yöntemidir. Tanınan nesneye ait bilgiler otomatik olarak kayıt edilerek, saklanabilmektedir. RFID temel olarak bir etiket ve bir okuyucudan oluşmaktadır. RFID etiket nesne hakkındaki bilginin depolanmış olduğu bir mikroçip, çipe bağlı bir anten ve bunların üzerini kaplayan koruyucu film tabakasından oluşur (Yüksel & Zaim). Etiketler aktif ve pasif etiket olmak üzere ikiye ayrılır. Günümüzde iki etiket türünün bazı özelliklerini içeren yarı-pasif etiketler de kullanılmaktadır (Yüksel & Zaim). RFID AUS uygulamalarında elektronik ücret tahsilatı, yük yönetim sistemlerinde sipariş toplama işlemleri, lojistik takibi gibi alanlarda kullanılmaktadır.

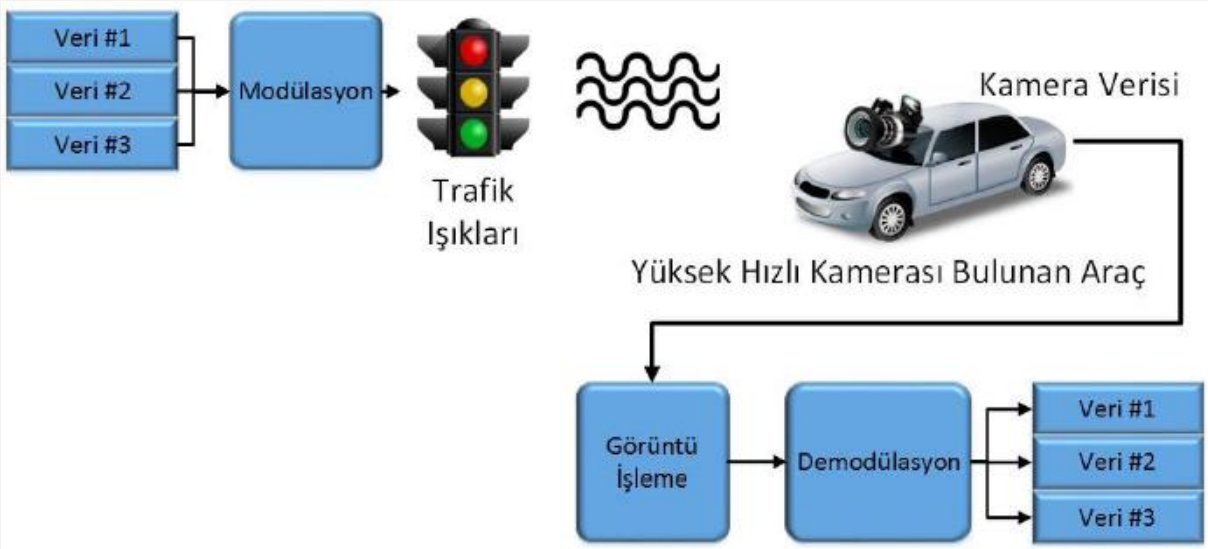
3.7. AUS Uygulamalarında Görünür Işık Haberleşmesi (VLC)

Görünür ışık haberleşmesi kablosuz haberleşmenin alt disiplini olup, 380 ila 780nm arasında görünür ışık spektrumunu kullanmaktadır. IEEE 802.15.7 standardı ile tanıtılan bu haberleşme teknolojisi mühendislik alanında uygulanabilir haberleşme şemaları ile birlikte titreşimsiz yüksek veri hızında görünür ışık haberleşmesi için karartmaya uyarlanabilir mekanizmalar sağlamaktadır. Görünür ışık haberleşmesi, verici olarak çoğunlukla LED'lerin ve alıcı olarak da fotodiyotların özellikle kullanıldığı kablosuz bir haberleşme türüdür (Iwasaki, Wada, Endo, Fujii, & Tanimoto, 2007). Görünür ışık haberleşmesinin avantajı insan vücuduna herhangi bir zarar vermemesidir. Kullanımı yasalarla sınırlı olmayan VLC teknolojisi, herhangi bir ışık kaynağını verici olarak kullanabilir. Kablosuz optik haberleşme olarak da anılan bu haberleşme türünde, verici sistem tarafında yer alan ışık kaynakları çeşitli modülasyon teknikleri ile (Aç-Kapa Anahtarlama, Dikey Frekans Bölmeli Çoğullama, Darbe Konum Modülasyonu, gibi) sürülerek alıcı sistem tarafındaki ışık algılayıcılarına ulaşması sağlanmaktadır. Haberleşme sisteminin bütünün verimli çalışması için, alıcı sistem tarafında kullanılan ışık algılayıcılarının spektral duyarlılık aralığının ışık kaynaklarının spektrumunu kapsaması gerekmektedir.

Japonya'da yapılan bir uygulamada (Iwasaki, Wada, Endo, Fujii, & Tanimoto, 2007), 22 ila 33m mesafelerde verimliliği kanıtlanmış, görünür ışık haberleşmesini kullanan ve trafik ışıkları ile araçlar arasında haberleşmeyi sağlayan bir sistem geliştirilmiştir. Şekil 4'te sistemin çalışma prensibi şematik olarak verilmiştir. Bu sistemde, verici olarak LED (trafik ışıklarında kullanılan LED'ler saniyede 120 defa yanıp sönmektedir), alıcı olarak yüksek hızlı kamera kullanılmıştır. Özetle, alıcılar araçlarda yer almakta, trafik ışıkları ise vericiler olarak çalışmaktadır. Yüksek hızlı kamera ile alınan görüntüler, görüntü işleme teknikleri kullanılarak ve ardından demodülasyon işlemleri gerçekleştirilerek iletilmek istenen orijinal bilgi geri dönüştürülmektedir. Böylelikle araç kullanıcısına anlaşılır bilgi iletilmiş, trafik kontrolü sağlanmış olmaktadır.

Görünür ışık haberleşme teknolojisinin kullanıldığı bazı AUS uygulamaları aşağıdaki gibi listelenebilir:

- Trafik ışıkları ve levhaların izlenmesi,
- Araç-araç iletişimi,
- Çarpışma önleme,
- Şerit değiştirme yardımı.



Şekil 4. Görünür ışık haberleşmesinin trafik ışıklarında kullanılması

3.8. AUS Uygulamalarında Tahsisli Kısa Mesafe İletişim (DSRC)

DSRC, kısaca AUS iletişimleri için ayrılan 5,9GHz bandının adıdır. Bir diğer ifade ile 7 kanala bölünmüş (her biri 10MHz) 5.850-5.925GHz aralığındaki spektrumu kullanan haberleşme teknolojisidir. İletişim tabanlı aktif güvenlik uygulamalarında kritik öneme sahip, çok yüksek veri aktarımına izin veren (6 – 27Mbps), yarı iki-yollu (half-duplex), orta ila kısa menzilli (maksimum 1000m) kablosuz haberleşme teknolojisidir. Lisanslı bant genişliği belirlenmiş, hızlı ağ edinme, düşük gecikme süresi, güvenlik uygulamaları için öncelikli olması, birlikte çalışabilirlik, yüksek güvenlik ve gizlilik sağlaması avantajları ile araç-araç iletişimi ve araç-altyapı iletişimi için geliştirilmiştir.

DSRC teknolojisinde 7 kanalın tahsisi şu şekilde yapılmıştır [13]: 172. kanal toplum güvenliği (araçtan araca), 174. ve 176. kanallar toplum güvenliği (özel, uzun mesafe), 178. kanal kontrol kanalı, 180. ve 182. kanallar toplum güvenliği (özel, kısa mesafe), 184. kanal toplum güvenliği (kavşaklar).

Kamu güvenliğinin sağlanması ve trafik yönetimi için potansiyel DSRC AUS uygulamaları aşağıdaki gibi listelenmiştir:

- Kör nokta uyarıları,
- İleri çarpışma uyarıları,
- Ani frenleme uyarıları,
- Geçmeme uyarıları,
- Kavşakta çarpışmayı önleme ve hareket yardımı,
- Acil durum aracı uyarısı verilmesi,
- Araç güvenlik kontrolü,
- Transit veya acil durum araç sinyali önceliği,
- Elektronik otopark ve otomatik ödeme,
- Araç içi işaretler,
- Devrilme uyarısı, vs.

3.9. Yeni Teknolojilerden VLC ile DSRC'nin Karşılaştırılması

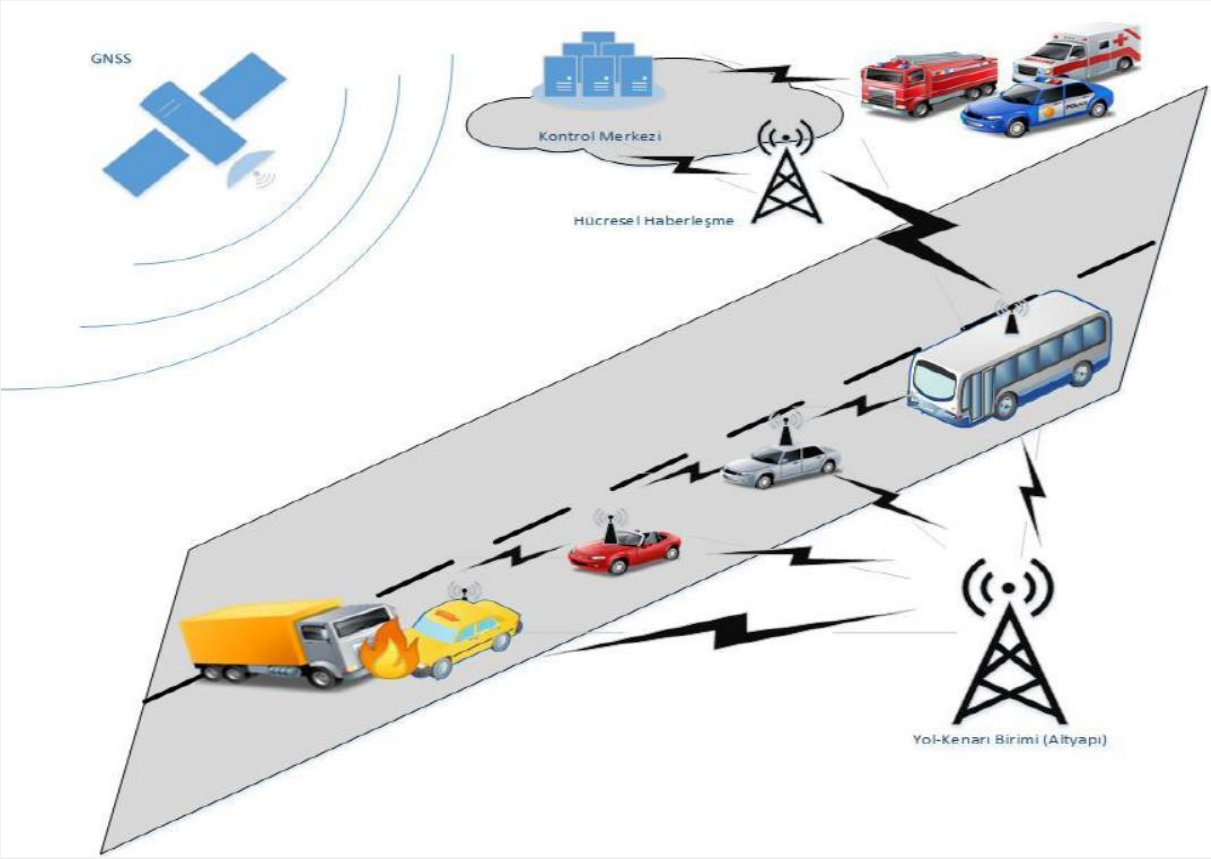
Çizelge 1'de AUS uygulamalarında kullanılan yeni teknolojilerden VLC ile DSRC'nin özellikleri karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Çizelge 1. VLC ile DSRC teknolojilerinin karşılaştırılması

VLC	DSRC
Alıcı – verici arası görüş sağlanmalıdır.	Alıcı – verici arası görüş sağlanması şart değildir.
Kısa menzilli ve yüksek yönlüdür.	Uzun menzilli ve genellikle çok yönlüdür.
400 – 790 THz frekans bandına sahiptir.	5,8 – 5,9 GHz frekans bandına sahiptir.
Lisanssızdır.	Lisanslıdır.
Düşük maliyetlidir.	Yüksek maliyetlidir.
Hava koşullarına duyarlıdır.	Hava koşullarına dayanıklıdır.
Ortam ışığına duyarlıdır.	Ortam ışığından etkilenmez.

4. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, AUS temel yapısı ve anahtar teknoloji niteliği taşıyan haberleşme teknolojilerinde kullanılan sistemlerin AUS uygulamalarında da kullanılabilirliği anlatılmaya çalışılmıştır.



Şekil 5. AUS uygulamalarında haberleşme ağı – örnek

Tüm bu haberleşme teknolojilerinin kullanımı Şekil 5'te yer alan örnek uygulamada gösterilmiştir. Bu uygulama örneğinde otoyol üzerinde meydana gelen bir kazanın bilgisi yol kenarı birimine gönderilerek arkadan gelen araçların da yolda meydana gelen kazadan haberdar olmaları sağlanmaktadır. Yine kontrol merkezine de kaza bilgisi gönderilerek olayın meydana geldiği bölgeye ambulans, polis, itfaiye gibi yardım birimlerinin ulaşması sağlanmaktadır. Yine tüm bu olayların meydana geldiği nokta konum belirleme sistemi ile

tespit edilmekte ve böylece ilgili acil müdahale birimlerinin doğru ve hızlı şekilde olay bölgesine ulaşması sağlanmış olmaktadır.

Kaynaklar

Akbal, Ayhan. (2011). Hücresel Haberleşmenin Dünü, Bugünü, Yarını.

Antonella, M. (2015). Retrieved from https://www.statista.com/statistics/281134/number-of-vehicles-in-use-worldwide/

Gökrem, Levent, & Ferikoğlu, Abdullah. (2003). Hücresel Sistemler. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7*(2), 115-120.

Iwasaki, Shinya, Wada, Mitsuhiro, Endo, Tomohiro, Fujii, Toshiaki, & Tanimoto, Masayuki. (2007). *Basic experiments on parallel wireless optical communication for ITS.* Paper presented at the Intelligent Vehicles Symposium, 2007 IEEE.

Raut, C M, & Devane, S R. (2017). *Intelligent transportation system for smartcity using VANET.* Paper presented at the 2017 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP),.

Soy, Hakkı, Özdemir, Özgür, & Bayrak, Mehmet. (2012). Gelecek Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri: 3G, 4G ve Ötesi. *Akademik Bilişim, 12*, 1-3.

Tufan, H. (2014). *Akilli Ulaşim Sistemleri Uygulamalari ve Türkiye için bir AUS Mimarisi Önerisi.* Thesis. Google Scholar,

UDHB. (2014). *Ulusal AUS Strateji Belgesi (2014-2023) ve Eylem Planı (2014-2016)*

UDHB. (2018). Retrieved from http://hgm.ubak.gov.tr/tr/sayfa/49

Ünverdi, N Özlem, & Ünverdi, N Aydın. Bluetooth Kablosuz İletişim Teknolojisinin Modellenmesi ve Propagasyon Analizi. *II. İletişim Teknolojileri Ulusal Sempozyumu (İTUSEM 2005)*, 41-45.

Yardım, MS, & Akyıldız, G. (2004). Akıllı Ulaştırma Sistemleri ve Türkiye'deki Uygulamalar. *TMMOB Ulaştırma Politikaları Kongresi Bildiriler Kitabı*, 405-414.

Yüksel, M Erkan, & Zaim, A Halim. Otomatik Nesne Tanımlama Teknolojisi Olarak RFID Ve RFID'nin Faydaları RFID As An Automatic Object Identification Technology And Its Advantages.

[13] Morgan, Yasser L. "Notes on DSRC & WAVE standards suite: Its architecture, design, and characteristics." IEEE Communications Surveys & Tutorials 12.4 (2010): 504-518.

Şehirlerarası Güzergâh Performans İndeksinin Çok Türlü Taşımacılık Baz Alınarak Analiz Edilmesi: Analiz Parametrelerinin Oluşturulması ve AUS Entegrasyonu

Ömer Faruk CANSIZ[1], Kevser ÜNSALAN[2], Mustafa ÇALIŞICI[3], Samed GÖÇMEN[4]

[1]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, 31200, Türkiye,* ofaruk.cansiz@iste.edu.tr

[2]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, 31200, Türkiye, kevser.keskin@iste.edu.tr*

[3]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, 31200, Türkiye, mustafa.calisici@iste.edu.tr*

[4]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, 31200, Türkiye,* samedgocmen@iste.edu.tr

Özet

Taşımacılık, taşınanın türü bakımından yük ve yolcu taşımacılığı olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu çalışmada yük taşımacılığında ulaşım ağının tek türlü taşımacılıktan çok türlü taşımacılığa aktarılması, çok türlü taşımacılığın tek türlü taşımacılığa göre üstünlükleri araştırılmaktadır. Öncelikle iki taşımacılık modunu karşılaştırmak amacıyla, güzergâh seçimini etkileyen parametreler belirlenmeye çalışılmaktadır. Nakliye sürecinde rota seçimini etkileyen en önemli kıstaslardan biri olan maliyet birinci analiz parametresi olarak alınmaktadır. Günümüz lojistik sektöründe rekabet ortamında ve taşıma süresinin önemli olduğu ürünlerin taşınmasında nakliye süresi önemli bir parametredir. Bu nedenle nakliye süresi de güzergâh rotalarını değerlendirme kriteri olarak ele alınmaktadır. Ulaşım sektöründeki taşıtlardan salınan karbondioksit, dünyadaki olumsuz iklim değişikliklerinden dolayı bu çalışmada ulaşım modu seçiminde önemli bir kıstas olarak hesaplamalara dâhil edilmektedir. Çok türlü ve tek türlü güzergâhlar tasarlanırken karayolu, denizyolu ve demiryolu ulaşım türleri ele alınmaktadır. Havayolu ulaşım türü ağır tonajlı yüklerin nakliyesinde verimsiz olmasından kaynaklı olarak çalışmada kullanılmamaktadır. Güzergahların performanslarının karşılaştırılması için maliyet, zaman, emisyon karar değişkenleri hesaplanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Çok Türlü Taşımacılık, Güzergâh Planlama, Tek Türlü Taşımacılık*

An Analysis of Intercity Route Performance Index by Multimodal Transportation: Analysis Parameters and ITS Entegration

Abstract

Transportation is divided into freight and passenger transportation in terms of type of transported. In this study, it is investigated that the transportation network in freight transportation is converted from unimodal transportation to multimodal transportation, and the advantages of multimodal transportation are compared with unimodal transportation. Firstly, in order to compare two types of transport, it is tried to determine the parameters affecting the route selection. As one of the most important parameters affecting route selection in transportation process, cost is the first factor. Transportation time is becoming more important in the competitive logistics sector. For this reason, the transportation time is taken as the evaluation criterion of the routes. Carbon dioxide emissions in transportation sector are also taken as another route decision criterion. While the routes are designed, highway, maritime and rail transportation modes are considered. Air transportation is not used to operate due to inefficient transportation of heavy tonnage To compare the performance of the designed routes, the performance criteria of the routes is calculated on the basis of cost, time, emission factors.

Keywords: *Multimodal Transportation, Route Designing, Unimodal Transportation*

1. Giriş

Günümüzde teknolojinin gelişimi ile birlikte kıtalar arası erişim kolaylaşmakta ve bu da küresel ölçekte ticaretin artışına sebebiyet vermektedir. Dinamik olarak değişen ekonomik koşullar, çeşitli yük taşımacılığındaki artan talebi etkilemektedir. Ticarette ürünlerin daha ekonomik ve hızlı taşınması üzerine yapılan çalışmalar da artmaktadır. Yükün nakliyesinde çeşitli model optimizasyonları geliştirilmekte ve incelenmektedir. Reşat ve Turkay (2015), Türkiye'de Marmara bölgesinin intermodal taşımacılık ağının dizaynına yönelik çeşitli optimizasyon çalışmaları yapmaktadır. Cansız ve Göçmen (2018) multimodal taşımacılıkta en kısa rotanın bulunması ile ilgili parçacıklı sürü algoritması kullanarak kod geliştirmektedir. Atar vd. (2013), kısa mesafe deniz taşımacılığının kombine taşımacılığa entegrasyonu üzerine değerlendirme çalışmaları yapmaktadır. Çok türlü ve tek türlü taşımacılığı değerlendiren, karşılaştıran ve analiz eden birçok çalışma yapılmaktadır (Cansız vd. (2018a); Cansız vd. (2018b); Cansız ve Ünsalan (2018); Fremont ve Franc (2010)).

Yük taşımacılığında ekonomik yönden avantajlı olan demiryolu ve denizyolu taşımacılığı alanında da birçok verimlilik çalışması mevcuttur (Cansız (2007); Cansız vd. (2008); Cansız vd. (2009)). Saatçioğlu ve Kolbaşı (2012), demiryolu ve denizyolu birleşimi ile yapılan taşımacılığın avantajlarını incelemekte ve ülkemizin demiryolu ve denizyolu altyapısı üzerine incelemeler yapmaktadır. Çok türlü taşımacılığın gelişimi ve mevcut altyapı çalışmaları için en önemli faktörlerden biri de insanların bu taşımacılık moduna bakış açısıdır. Denktaş Şakar (2012) Türkiye'de çok türlü taşımacılığa bakış açısını analiz edebilmek için yükleniciler ile anket çalışması yapmaktadır. Küresel ölçekte çok türlü taşımacılıkta altyapı çalışmaları ve mevcut sistemin geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar ile yük taşımacılığında verimlilik gittikçe artmaktadır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Taşımacılık Modları

Bir yükün taşınmasında verimliliği arttırabilmek ve mevcut talebin karşılanması amacıyla birçok ulaşım modu geliştirilmektedir. Taşımacılık modları; Unimodal, multimodal, intermodal, kombine taşımacılık olmak üzere yükün taşıma sürecindeki yapısal özelliklere bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir.

Unimodal taşımacılık, bir yükün nakliyesinde bir veya birden fazla taşıyıcı kullanılarak yalnızca tek tip ulaşım türünün kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Taşımacılıkta fazla organizasyon süreci gerektirmemesinden kaynaklı olarak en çok tercih edilen ulaşım modlarından biridir.

Multimodal taşımacılık, yükün nakliyesinde en az iki taşımacılık türünün kullanıldığı taşımacılık modudur. Bu taşımacılık modunda türler arası aktarmanın yapılacağı istasyonlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaç limanlar, tren istasyonları, lojistik köyler ile karşılanmaktadır.

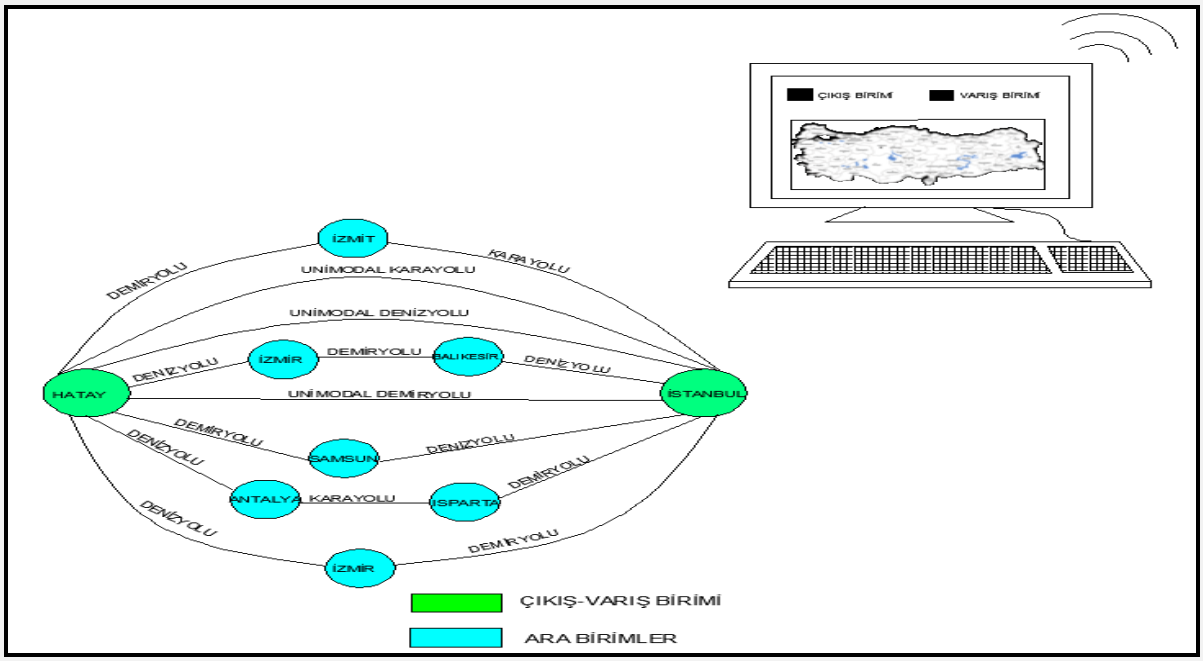
İntermodal taşımacılık, multimodal taşımacılığın özelleşmiş formudur. Yükün tek yükleme ile aynı taşıma ünitesinde, birden fazla ulaşım türünün kullanılmasını ifade etmektedir. Taşınan yükün varış yerinde açılması amaçlanmaktadır. Konteyner ile taşımacılık buna örnek verilmektedir.

Avrupa Birliği kombine taşımacılığı, yükün çıkış biriminde ve varış biriminde karayolu taşımacılığının kullanıldığı, ara birimlerde ise diğer taşımacılık türlerinin kullanıldığı ulaşım modu olarak tanımlamaktadır.

2.2. İstanbul- Hatay Arasında Geliştirilen Taşımacılık Rotaları

Çok türlü taşımacılık rotaları oluşturulurken karayolu, denizyolu, demiryolu ulaşım türleri ele alınmaktadır. İki şehir arasında rota planlanırken öncelikle tek türlü taşımacılık güzergâhları en kısa mesafe dikkate alınarak belirlenmektedir. Çok türlü taşımacılıkta rota oluşturulurken

ise yolu uzatan ulaşım türünden daha kısa mesafede farklı bir ulaşım türüne geçerek optimum güzergahlar elde edilmektedir.



Şekil 1. Güzergah Tasarım Örneği

Çok türlü taşımacılık rotaları oluşturulurken maliyet açısından uygun olan demiryolu ve denizyolu ağırlıklı taşımacılık kombinasyonları tercih edilmektedir. Hatay'dan İstanbul'a giden bir yükün farklı ulaşım modlarındaki rotaları şekil 1 de görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi denizyolu ve demiryolu ağırlıklı rotalar oluşturulmakta fakat denizyolu ve demiryolu bağlantısının olmadığı bölgelerde karayolu taşımacılığı tercih edilmektedir.

2.3. Maliyet Hesabı

Nakliye sürecinde güzergâh seçimini etkileyen en önemli parametrelerden biri olarak maliyet birinci etken alınmaktadır. Maliyet hesapları aşağıdaki parametrelere göre hesaplanmaktadır.

- Taşıt Yakıt Tüketimi
- Yükün Kıymet Değeri
- Sürücü ve Personel Giderleri
- Liman Giderleri
- Sigorta Değeri

2.4. Nakliye Süresi Hesabı

Ticarette ekonomik rekabet arttıkça, yeni rekabet ortamları aranmaktadır. Yeni rekabet ortamlarından biri de eşyanın veya bir yükün hızlı nakliyesidir. Çalışma da bu nedenle taşıma süresi de önemli bir parametre olarak alınmaktadır. Nakliye Süresi hesapları aşağıdaki parametrelere göre hesaplanmaktadır.

- Seyahat Süresi
- Yükleme Boşaltma Süresi
- Sürücü Dinlenme Süresi
- Limanda Bekleme Süresi

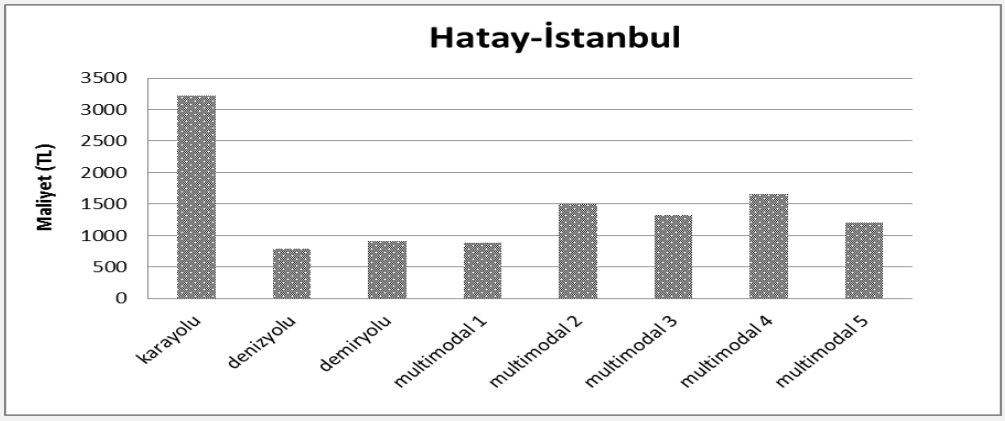
2.5. Emisyon Hesabı

İklim değişikliğini tetikleyen önemli etkenlerden biride motorlu araçlardan kaynaklı atmosferik emisyonlardır. Bu nedenle unimodal- multimodal taşımacılık karşılaştırmasında emisyon faktörü de ele alınmaktadır. Emisyon hesabı ise aşağıdaki parametrelere göre hesaplanmaktadır. (Atar (2013))

- Yük Tonajı (YT)
- Taşıma Mesafesi (TM)
- Taşıt Cinsine Bağlı Olarak Seçilen Emisyon Faktörü (EF)

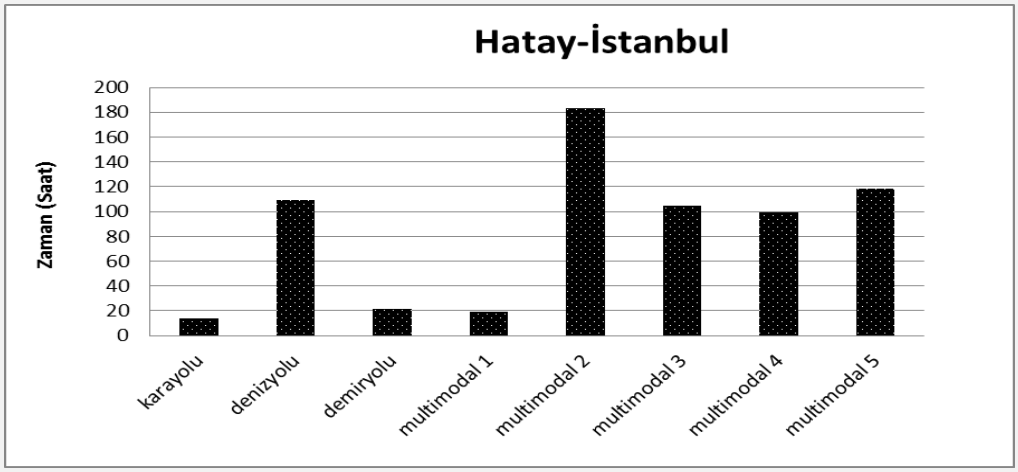
3. Bulgular

Çalışmada çok türlü ve tek türlü taşımacılık güzergâhların karar değişken parametreleri değerleri ulaşım türüne bağlı olarak hesaplanmaktadır. Şekil 2 de Hatay'dan İstanbul'a giden bir yükün farklı ulaşım rotalarına bağlı olarak maliyet değişim değerleri verilmektedir.



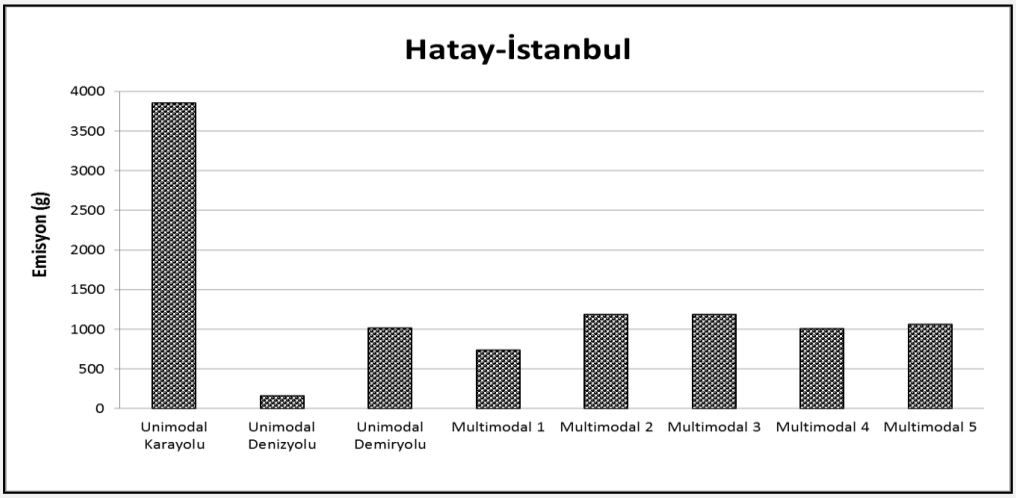
Şekil 2. Hatay'dan İstanbul'a giden bir yük için farklı taşımacılık modlarına bağlı olarak maliyet dağılımı

Grafik incelendiğinde en yüksek maliyetli ulaşım türünün 3217 TL ile unimodal karayolu taşımacılığı olduğu görülmektedir. Ülkemizde yurtiçi taşımacılığın büyük bir kısmının karayolu ile yapıldığı düşünüldüğünde bunun maliyet yönünden ne kadar elverişsiz olduğu açıkça anlaşılmaktadır. Kıtalar arası taşımacılıkta yaygın olan denizyolu taşımacılığı kısa mesafe taşımacılıkta da 792.95 TL maliyet ile en ekonomik taşımacılık türü çıkmaktadır. Multimodal taşımacılık türlerinden en ekonomik olanı ise 883.27 TL taşımacılık maliyeti ile multimodal 1 (Hatay-Demiryolu-İzmit-Karayolu-İstanbul) güzergâhı çıkmaktadır. Hatay'dan İstanbul'a taşınacak bir yük için karayolu yerine denizyolunun tercih edilmesi ile %75.4, multimodal taşımacılık tercih edilmesi ile ise %72.5 tasarruf edilmektedir.



Şekil 3. Hatay'dan İstanbul'a giden bir yük için farklı taşımacılık modlarına bağlı olarak zaman dağılımı

Şekil 3 deki güzergâhlara bağlı olarak hesaplanan zaman grafiğinde, nakliye süresi bakımından en verimli taşımacılık 13.89 sa ile karayolu çıkmaktadır. Maliyet bakımından her ne kadar en verimsiz taşımacılık çıksa da, karayolu taşımacılığı diğer modlara kıyasla hızlı bir ulaşım türüdür. Karayolundan sonra en hızlı rota ise 19.06 sa seyahat süresi ile multimodal 1 taşımacılığı gelmektedir. Demiryolu ve karayolu kombinasyonundan meydana gelen multimodal 1 taşımacılığı, içerisinde karayolu olmasından kaynaklı olarak, multimodal taşımacılığı; unimodal demiryolu, denizyolu taşımacılıklarının nakliye süresi bakımından önüne geçirmektedir.



Şekil 4. Hatay'dan İstanbul'a giden bir yük için farklı taşımacılık modlarına bağlı olarak emisyon dağılımı

Şekil 4 te türlere göre yük taşıyan araca bağlı olarak hesaplanan emisyon salınım değerleri görülmektedir. En düşük emisyon miktarı 159.92 g ile denizyolu taşımacılığında hesaplanmaktadır. Diğer taşımacılık türlerine kıyasla en temiz, çevre dostu taşımacılığın denizyolu taşımacılığı olduğu açıkça görülmektedir. Multimodal taşımacılığın yapılması ile salınan emisyon değerleri incelendiğinde, denizyolu ve demiryolu kombinasyonlarından dolayı emisyon miktarı minimize edilmektedir. Çok türlü taşımacılık rotalarında minimum emisyon miktarı 737.84 g ile Multimodal 1 rotasında gözlenmektedir. Taşımacılığın karayolu yapılması ile çevreye 3862 g CO_2 salınımı yapılmaktadır. Taşımacılığın en fazla CO_2 salınımının olduğu karayolu taşımacılığı yerine, en az CO_2 salınımının olduğu denizyolu taşımacılığı ile yapılması ile emisyon miktarında %95.9 azalma görülmektedir.

4. Sonuçlar

Çalışmada çok türlü taşımacılık ve tek türlü taşımacılık farklı değerlendirme kıstaslarına bağlı olarak incelenmektedir. Üç kategoride incelenen unimodal ve multimodal taşımacılık rotalarında, Hatay- İstanbul için maliyet açısından en uygun taşımacılık sırasıyla; denizyolu, demiryolu, çok türlü ve karayolu çıkmaktadır. Seyahat Süresi bakımından incelendiğinde en uygun taşımacılık sırasıyla; karayolu, çok türlü, demiryolu, denizyolu taşımacılığı çıkmaktadır. Emisyon değerleri bakımından en uygun taşımacılık sırasıyla; denizyolu, çok türlü, demiryolu ve karayolu çıkmaktadır. Sonuçlarda görüldüğü gibi karayolu, demiryolu, denizyolu taşımacılıkları ile oluşturulan multimodal taşımacılıklar sayesinde tek türlü taşımacılıkların verimsiz tarafları bertaraf edilebilmektedir. Ayrıca taşınan yükte ihtiyaca bağlı olarak farklı değerlendirme kıstaslarına göre ulaşım modu tercihi yapılabilmektedir.

Kaynaklar

Reşat, H. G., Turkay, M. (2015). Design and Operation of Intermodal Transportation Network in the Marmara Region of Turkey. *Transportation Research Part E*, 83, 16-33.

Cansız, Ö. F., Göçmen, S. (2018). Distance Analysis of Multimodal Transportation Based on Traveling Salesman Problem with Particle Swarm Optimization Method. International

Journal of Advanced Engineering Research and Science, 5(6),1-6.

Atar, F., Aydoğdu, Y. V., Duru, O., Şenol, Y. E. (2013). Kısa Mesafe Deniz Taşımacılığının Avantajları ve Kombine Taşımacılıktaki Önemi Üzerine Bir Çalışma. Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 5(1), 75-91.

Cansız, O. F., Ünsalan, K., Çalısıcı, M., Göçmen, S. (2018a). Çok Türlü Taşımacılık Güzergâhlarının Gezgin Satıcı Problemleri Baz Alınarak Tasarlanması: Güzergâhların Optimizasyonu ve Akıllı Ulaşım Sistemlerine Entegrasyonu. *1. Uluslararası Akıllı Ulaşım Sistemleri Kongresi*, 58-59.

Cansız, Ö. F., Ünsalan, K., Çalışıcı, M., Göçmen, S. (2018b). Şehirlerarası Taşımacılık Performansı İndeksinin Çok Türlü Taşımacılık Baz Alınarak Analiz Edilmesi: Çok Türlü Güzergâhların Tasarımı ve AUS Entegrasyonu. 1. Uluslararası Akıllı Ulaşım Sistemleri Kongresi, 5-8.

Cansız, O. F., Ünsalan, K. (2018) Cost Analysis of Multimodal Freight Transportation : A Case of Iskenderun. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 5(5), 315-319.

Fremont, A., Franc, P. (2010). Hinterland Transportation in Europe: Combined Transport Versus Road Transport. *Journal of Transport Geography*, 18(4), 548–556.

Cansız, O. F. (2007). Enerji Politikalarının Ulaştırma Sistemlerinin Optimizasyonu ile Geliştirilmesi ve Uygulamadan Elde Edilen Getirilerin Ortaya Konması, Yayımlanmış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Cansız, O. F., Arslan, T., Çubuk, M. K., Çalışıcı, M. (2008). Türkiye Demiryollarında Enerji Tüketim Analizi. *2. International Railway Symposium & Trade Exhibition,Istanbul*, 287-306.

Cansız, O. F., Çubuk, M. K., Çalışıcı, M. (2009). An Energy Analysis of Road Transportation in Turkey, Proceedings of The 3rd International Conference on Energy and Development - Environment – Biomedicine, 91-95.

Saatçioğlu, C. ve Kolbaşı, N. (2012).Türkiye Lojistik Sektöründe Denizyolu-Demiryolu Entegrasyon Sürecinin İncelenmesi. *Sakarya İktisat Dergisi*, 2,1-33.

Denktaş Şakar, G., (2012). An Analysis of Freight Forwarders' Perceptions About Multimodal Transport. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 4(1), 1-22.

Atar, F. (2013). *Kısa Mesafe Deniz Taşımacılığının Avantajları ve Kombine Taşımacılıktaki Önemi*, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yapay Zekâ Yöntemleriyle Gerçek Benzetim Sonuçları Kullanılarak Aktif Devrelerin CMOS Gerçeklemelerinin Boyutlandırılması

Abdullah Yesil[1] ve Ufuk Celik[2]

[1]*Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Mühendisliği, Denizcilik Fakültesi, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Balıkesir, 10200, Türkiye, e-mail: ayesil@bandirma.edu.tr*

[2]*Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Ömer Seyfettin Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Balıkesir, 10200, Türkiye, e-mail: ucelik@bandirma.edu.tr*

Özet

Akıllı ulaşım sistemlerini kapsamında aktif filtre, doğrultucu, kuvvetlendirici, işlemsel fonksiyonları yerine getiren devrelerde CMOS tabanlı aktif elemanlar kullanılmaktadır. Bu çalışmada, CMOS tabanlı aktif elemanların iç yapılarındaki transistorlar yapay zeka yöntemleri ile gerçek benzetim sonuçları kullanılarak boyutlandırılacaktır. Böylelikle yapay zekâ yöntemleri ile seçilen sonuçlar ile benzetim sonuçları arasında hata farkı minimum indirilecektir. Dahası, tüm topoloji üzerinden benzetim sonuçları alınacağı için iç yapı üzerinde hiç bir ihmal yapılmayacak ve topoloji üzerinde oluşan parazitik empedanslar hesaba katılacaktır. Bu çalışma kapsamında, aynı anda topoloji üzerindeki istenilen parametrelerin optimizasyon edilmesine olanak sağlayacaktır.

Bu sebepten dolayı benzetim sonuçlarından elde edilen datalar yapay zeka yöntemlerinin etkin kullanımı ile optimum bir çözüme ulaşılması hedeflenmektedir. Literatürde yapılan yapay zeka yöntemleri genelde sezgisel algoritmalar ve yapay sinir ağlarından mevcuttur. Sezgisel algoritmalar örneğin karıncaların en kısa yoldan yiyeceğe ulaşması veya arıların en iyi poleni bulup kovan içinde diğer arılara yön ve mesafe tarif etmeleri gibi hayvanların yiyecek bulma prensibinden yola çıkılarak modellenmiş optimizasyon metotlarıdır. Yapay sinir ağları ise beyin nöron fonksiyonlarının öğrenme prensibinden esinlenerek geliştirilmiş bir sınıflama ve optimizasyon algoritmasıdır. Bu algoritmalar sayesinde bir fonksiyonun değişkenlerinin minimum veya maksimum yakınsamaları optimize edilir. Bu optimizasyon algoritmaları yüksek başarımlı ve kolay geliştirilebilir yöntemler olması sebebiyle çok tercih edilir.

Sonuç olarak, CMOS tabanlı aktif elemanların iç yapıları maksimum performansta çalıştırılması beklenmektedir. Böylelikle aynı performanslar için; düşük güç harcaması ve/veya cip alanı üzerinde minimum yer kaplaması planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Analog tümdevre, CMOS gerçeklemesi, aktif elemanlar, yapay zekâ yöntemleri*

Sizing of CMOS Realization of Active Elements Using Real Simulation Results with Artificial Intelligence Methods

Abdullah Yesil[1] and Ufuk Celik[2]

[1]*Department of Naval Architecture and Marine Engineering, Bandirma Onyedi Eylul University, Balıkesir, 10200, TURKEY, e-mail: ayesil@bandirma.edu.tr*

[2]*Department of Management Information Systems, Ömer Seyfettin Applied Science Faculty, Bandırma Onyedi Eylül University, Balıkesir,10200, TURKEY, e-mail: ucelik@bandirma.edu.tr*

Abstract

In the context of intelligent transportation systems, CMOS based active elements are utilized in circuits that perform active filters, rectification, amplification and operational functions. In this work, the internal structure of the transistors in CMOS-based active elements will be sized using artificial intelligence methods and data acquired from simulation results. Thus, there will be minimum error difference between the results obtained with artificial intelligence methods and the simulated results. No negligence will be made on the internal structure and the parasitic impedances on the topology will be added to the account because of obtaining the simulation results over the whole topology. At the same time, this procedure will allow to optimize the desired parameters on the topology.

For this reason, it is aimed to achieve an optimum solution by using efficiently artificial intelligence methods and data obtained from simulation results. In the literature, artificial intelligence methods are generally available from heuristic algorithms and artificial neural networks. Heuristic algorithms are the modeling of optimization methods. For example, from the principle of foraging, such as how the ants find the shortest path towards to the food or how the bees reach the best pollen and return to the hive in a specific direction. Artificial neural networks are a classification and optimization algorithm that is developed based on the learning principle of biological neuron functions. These algorithms optimize the preferred because they have high performance and easy to develop methods.

As a result, it is expected that the CMOS based internal structures of the active elements will be operated at maximum performance. Thus, low power consumption and / or minimum space occupancy on the chip area is planned for the same performance.

Keywords: *Analog integrated circuits, CMOS realization, active elements, artificial intelligence methods*

1. Giriş

Aktif elemanlar; haberleşme sistemlerinde, ölçüm düzeneklerinde, işaret işleme uygulamalarında sıklıkla kullanılan analog devre blokları arasında yer almaktadır. Aktif elemanların CMOS gerçeklemesinde, yüksek bandgenişliği, düşük güç harcamaları ve/veya düşük besleme gerilimleri sahip olması, aktif elemanların terminallerine ait parazitik etkilerin küçük olması, giriş aktarılan / çıkış gürültüsünün düşük olması istenen parametreler arasında bulunmaktadır. Literatürde ikinci kuşak akım taşıyıcı[1], akım farkı alan tamponlu kuvvetlendirici [2], diferansiyel fark akım taşıyıcı [3], farksal gerilim akım taşıyıcıları[4], ikili x uçlu ikinci kuşak akım taşıyıcı [5], tam farksal akım taşıyıcı [6], akım farkı alan geçiş iletkenliği kuvvetlendirici [7], gerilim farkı alan tamponlanmış kuvvetlendirici [8] gerilim farkı alan geçiş iletkenliği kuvvetlendirici [9] gibi bir çok aktif elemanın CMOS gerçeklemeleri bulunmaktadır [1-9]. Bilindiği gibi CMOS iç yapıların performansları ilgili transistorların kanal boyu ve genişliğinin belirlenmesi, besleme gerilimleri ve kutuplama akımlarının değerleri ile yukarıda aktif elemanların istenen özelliklerinin belirlenmesinde etkin öneme sahiptir. Literatürde bulunan CMOS gerçeklemelerin bir çoğunda ilgili transistorların boyutlarının nasıl seçildiği hakkında bilgi bulunmamaktadır. Diğer kısmında ise ilgili CMOS gerçeklemeye ait terminal eşitliklerin yaklaşık formülleri belirterek ve bu formüller dikkate alınarak transistor boyutları belirlenmektedir. Yaklaşık formüller transistorlara ait kaba akım gerilim denklemleri kullanılarak el hesaplamalarına uygun olarak verilmektedir. Ancak bilindiği gibi üretim sonuçlarına göre modellenen transistor denklemleri el hesaplamaların uygun olmayıp ayrıntılı formüller yer almaktadır. CMOS transistorlara ait geliştirilmiş ve sunulmuş teknoloji parametreleri ile SPICE tabanlı programlar kullanılarak üretim sonuçlarına daha yakın benzetim sonuçları sunulmaktadır. Sonuç olarak üretim sonuçları ile benzetim sonuçları uyumlu devre tasarımlarına olanak sağlanmış olacaktır. Bahsedildiği gibi geliştirilmiş teknoloji parametreleri, el hesaplarında kullanılan formüllere göre çok daha fazla etkiyi göz önüne alarak benzetim sonuçlarını vermektedir. Ayrıca tasarımları yapılan aktif elemanlara ait CMOS gerçeklemelerinde, tüm yapı göz önüne alındığında yapının kendi sınırlamalarındaki parazitik etkilerde benzetim sonuçlarında yer

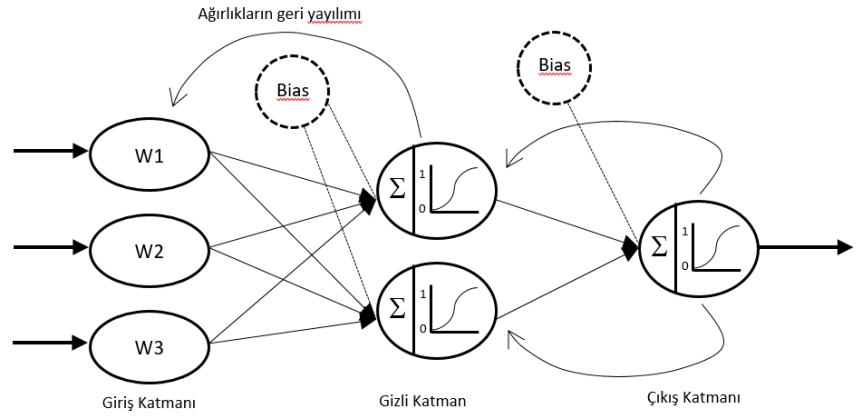
almaktadır. Böylelikle SPICE tabanlı programlar kullanılarak ilgili topoloji ve teknoloji parametreleri ile istenen özelliklerin değerleri, ana transistorların veya yapıda bulunan tüm transistorların kanal boyu ve genişliklerinin ayarlanması ile elde edilebilir. Kanal boyu ve genişliklerin kabul edilen sınır değerlerinde ve belli adım aralıkları ile benzetim programında sistematik olarak değiştirildiğinde CMOS iç yapıya ait istenen terminallerin özellikleri program aracılığı ile elde edilibilir. Benzetim programında sınır değerler ve adım aralıklarına bağlı olarak binlerce sonuç elde edilebilir ve bunların tasarımcılar tarafında ayrıklanmasında büyük zorluk bulunmaktadır. Bu durumda yapay zeka yöntemleri ile istenilen parametrelere uygun, transistor kanal boyu ve genişlikleri elde edilebilir. CMOS tasarımında en çok kullanılan yapay zeka yöntemlerinin başında Yapay Sinir Ağları (YSA) gelmektedir [10-15]. Beyin sinir sisteminden türetilerek geliştirilmiş olan YSA, biyolojik sinir ağlarının bir simülasyonudur [16]. Literatürde CMOS iç yapıların farklı yapay zeka yöntemleri ile boyutlandırmaları mevcuttur. Bu yapılarda CMOS yapıya ait el hesaplarına uygun transfer fonksiyonları ile oluşturulmuş amaç fonksiyonları ile devrenin performansı arttırılması hedeflenmiştir. Ancak yapının tüm özelliklerini yansıtmayan amaç fonksiyonları kullanılmasından dolayı benzetim sonuçları ile optimizasyon sonuçları arasında fark yüksek çıkmaktadır. Literatürdeki çalışmalar incelendiğin ikinci kuşak akım taşıyıcıların [17-21] ve operasyonel kuvvetlendiricilerin [22-26] iç yapıları farklı optimizasyon yöntemleriyle incelenmiştir. Genel olarak iç yapılara ait basitleştirilmiş formüller kullanılarak denklemler oluşturulmuştur.

Bu çalışmada aktif elemanlarının CMOS gerçeklemelerinin yapay sinir ağlarını ile boyutlandırılması için izlenecek adımlar sunulacaktır. Aktif elemanlara ait parametre özelliklerinin birbirleri ile bağlantılı olduğu gösterilecetir. Sonra olarak yapay zeka yöntemleri çözüm önerileri sunulacaktır. Çalışma sonunda elde edilecek sonuçlar, tüm yapı göz önünde bulundurulduğundan dolayı CMOS gerçeklemelerin performansların arttırılması beklenmektedir.

1.1. CMOS Gerçeklemelerin Optimizasyonu

Aktif elemanların CMOS gerçeklemesi çok sayıda transistordan oluşmaktadır. Her bir transistorun kanal boyu ve genişliklerinin ve kutuplama akımlarının parametrik olarak değiştirilmesi çok sayıda transistor içeren aktif elemanların CMOS gerçeklemelerinde olası sonuçların milyonların üzerinde olacaktır. Tasarım yapılacak bilgisayarların özellikleri göz önünde bulundurularak, ilgili aktif eleman seçildikten sonra ana transistorların belirlenmesi ve bu transistorların parametrik olarak seçilmesi tasarımı hızlandıracaktır. Diğer bir durum ise tasarımın her yönünü ile değerlendirilmesi için CMOS yapıdaki her transistorun kanal boyu ve genişliklerinin parametrik olarak taratılmasıyla istenen sonuçlar SPICE benzetim programından dataların alınması ile de sağlanabilir. SPICE benzetim programından dataların alınması ve yardımcı programları ile istenen değerlerin elde edilmesinin ardından CMOS yapısına ait belirlenen terminal parametreleri yapay zeka yöntemleri ile belirlenecektir. Literatürde bulunan farklı yapay zeka yöntemleri parametre sayıları ve parametrelerin dağılımıları göz önünde farklı yapay zeka yöntemleri kullanılarak performanslar izlenecektir. Yapay zeka yöntemlerinde kullanılacak olan datalar SPICE benzetim programından tüm etkiler göz önüne bulundurularak alındığı için optimizasyon sonuçları benzetim sonuçları ile uyum içinde olacaktır.

CMOS devrelerinin tasarımında bu çalışmada kullanılacak olan yapay zeka yöntemlerinden YSA, kendi belleğine sahip nöronlardan oluşan bilgi alışverişi için birbirlerine bağlanmış paralel ve dağıtılmış bir yapılardır. Nöronlar bu bağlantıları öğrenme durumuna göre ayarlanabilen sayısal ağırlıkları kullanılır. Bu ağırlıklar, sinir ağlarının girdilerine göre uyarlanabilir hale getirir ve bu sayede öğrenme işlemini gerçekleştirirler [27]. Nöronlar katmanlara ve katmanlarda bir aktivasyon içeren birbirleri ile ilişkili düğümlere sahiptir. Şekil 1'de gösterildiği gibi yapı bir veya daha fazla gizli katman ile iletişim kuran bir giriş katmanı vasıtasıyla bir ağ şeklindedir. Bu ağ, bir aktivasyon fonksiyonu ile ağırlıkları belirlenen bir sistem şeklinde çalışır [28]. Gizli katman bir çıkış katmanı üzerinden sonuçları üretecek şekilde bağlanmıştır [16].

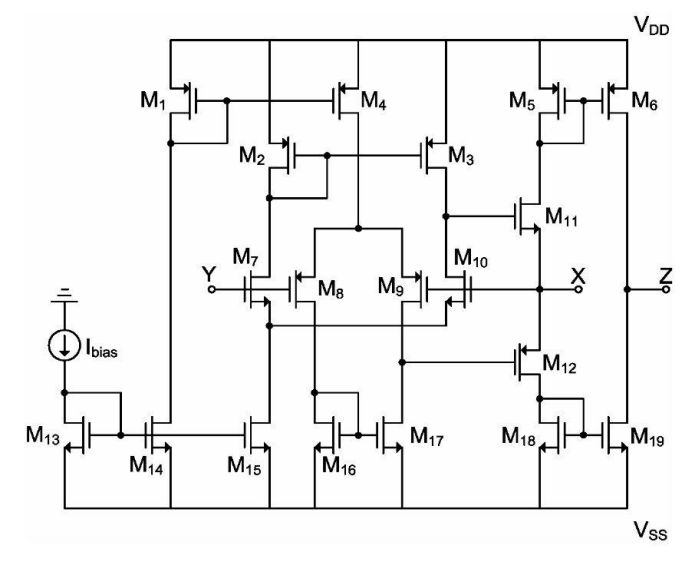


Şekil 1. Geri beslemeli YSA modeli

Bu modelde en az bir hücrenin çıkışı kendisine veya diğer hücrelere giriş olarak verilir. Bu sistem denetimli bir algoritmadır. Girişler ve çıkışlar arasındaki hata sinyali bulunarak, ağırlıklar bu sinyale göre güncellenir. Böylece hata fonksiyonunun etkileri ağırlıklar sayesinde yayılır ve toplam hata değeri minimize edilmiş olur.

1.2. Benzetim Sonuçları

Yöntemin performansını belirlemek amacıyla 2007 yılında sunulan ikinci kuşak akım taşıyıcı devresi ait CMOS gerçeklemesi kullanılacaktır [29]. Devrenin CMOS gerçeklemesi Şekil 2'de sunulmuştur. Tasarımları yapılan devrede transistorlar için AMS 0.35µm teknoloji parametresi ve ilgili çalışmaya ait transistor boyutları kullanılmıştır [29]. Öncelikle Şekil 1'deki akım taşıyıcıya ait CMOS gerçeklemesi ve transistor boyutları kullanılarak LTSPICE benzetim programından X ve Z terminallerine ait parazitik direnç değerleri (R_X, R_Z), Y terminali ile X terminali arasındaki gerilm kazancı (β), X terminali ile Z terminali arasındaki akım kazancı (α), gerilim kazancı ve akım kazancı bandgenişlikleri (f_{mx}, f_{mz}) değerleri elde Tablo 1'de verilmiştir.



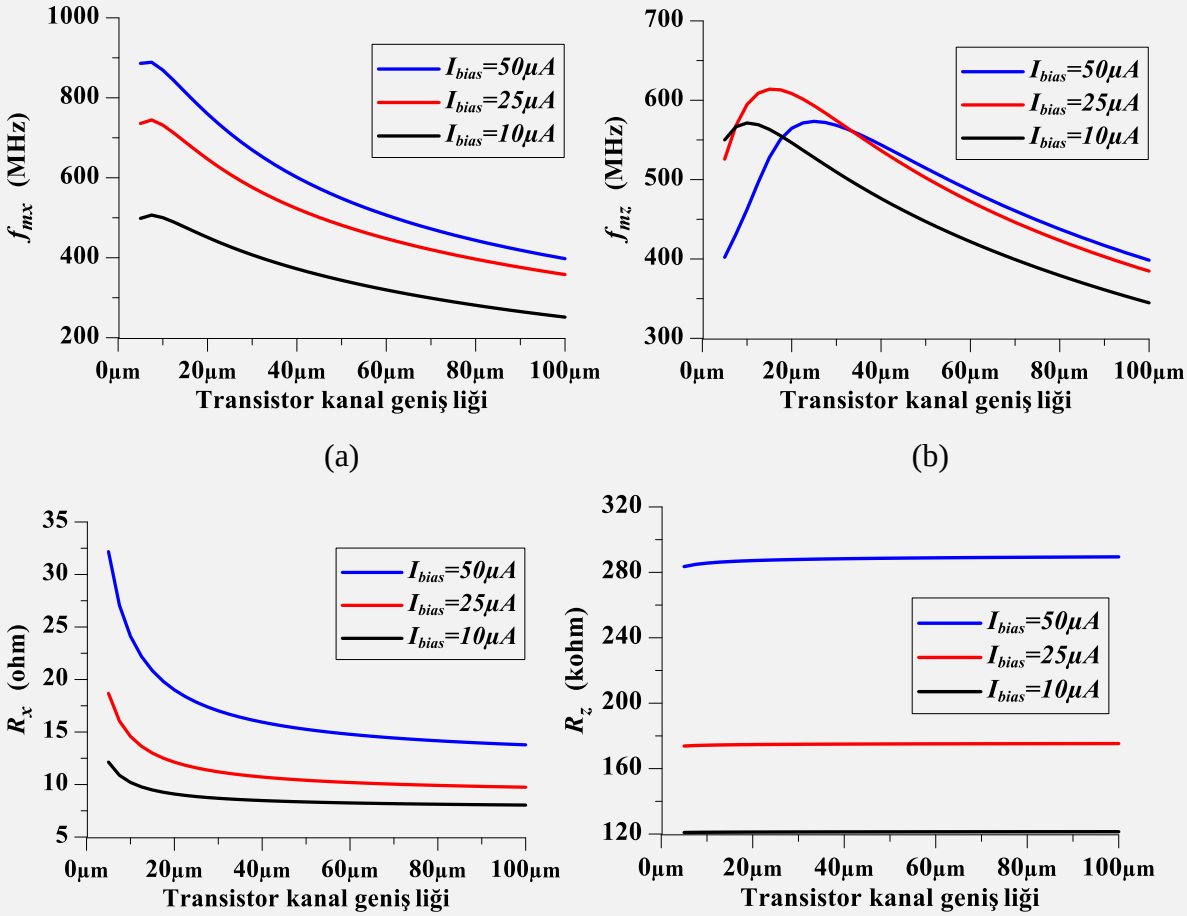
Şekil 2: İkinci kuşak akım taşıyıcının CMOS gerçeklemesi [29]

Tablo-1: İkinci kuşak akım taşıyıcıya ait parametreler

Besleme gerilimleri	V_{DD}=-V_{SS}=1.65 V
Kutuplama Akımı (I_{bias})	25 µA
Gerilim kazancı V_X/V_Y (β)	0.9898
Gerilim kazancı bandgenişliği (f_{mx})	646.848 MHz
Akım kazancı I_Z/I_X (α)	1.028
Akım kazancı bandgenişliği (f_{mz})	608.479 MHz
X terminalindeki parazitik direnç (R_X	12.13 Ω
Z terminalindeki parazitik direnç (R_Z)	174.7 kΩ

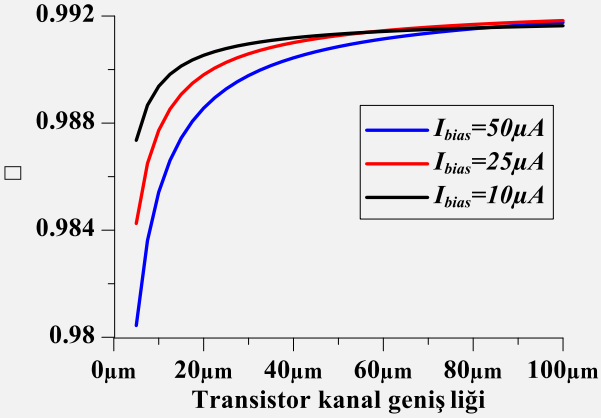
Örnek olarak Şekil 1'deki kutuplama akımı 10 µA, 25 µA ve 50 µA olarak seçilmiştir. Ana transistorlardan olan M_7-M_{10} transistorların kanal genişlikleri W_7=W_{10}=3×W_8=3×W_9 şartı ile parametrik olarak taratılmıştır. LTSPICE programından alınan datalar LTSPICE ve Matlab programı aracılığla ilgili parametreler değerleri hesaplanmış ve Şekil 2'deki gibi çizdirilmiştir. Dikkate değer ki gerilim ve akım kazancı bandgenişliklerin ve *Z* terminalindeki parazitik direncin ideal olarak sonsuz olması istenirken *X* terminalindeki parazitik direncin

ise 0 (sıfır) olması beklenir. Ayrıca gerilim kazancı ve akım kazancının (β ve α) ise ideal olarak 1 (bir) olması gerekir. Öncelikli olarak, Şekil 3'de kutuplama akımına bağlı olarak değiştiği izlenmiştir. Ardından X ve Z terminallerindeki parazitik dirençleri iyileşmelerin ters orantılı olarak değiştiği gözlemlenmektedir. Ayrıca ilgili transistorların kanal genişlikleri örnek olarak akım kazancı bandgenişliği (f_{mz}) belli bir değere kadar arttığı belli bir değerden sonra ise azaldığı görülmüştür. Bununla birlikte CMOS gerçeklemelerdeki parametrik olarak değiştirilecek transistor sayılarının arttırılması ile çok sayıda veri elde edileceği ve farklı bağımlılıklar (doğru orantı, ters orantı gibi) ortaya çıkacağı aşikardır. Bu sonuçlardan da anlaşıldığı gibi birbirine bağlı parametreleri optimum değerlerin seçiminde yapay zeka yöntemlerin etkin sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

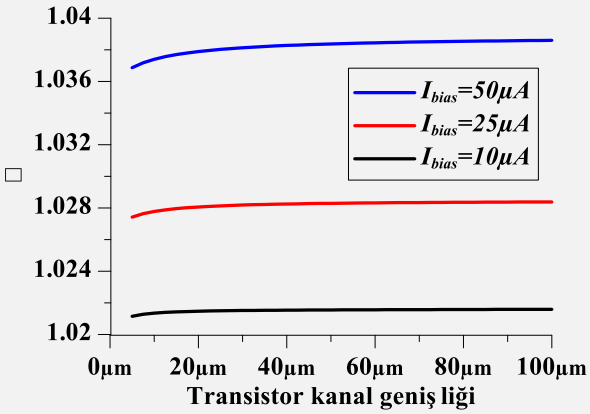


(a) (b)

(c)



(d)



(e) (f)

Şekil. 3: İlgili transistorun üç farklı kutuplama akımı ile (a) f_{mx} (b) f_{mz} (c)R_x (d) R_z (e) β ve (f) α'in değişimi

2. Sonuç

Bu çalışma aktif elemanın CMOS gerçeklemelerinde istenilen terminal parametrelerin belirlenen değerleri sağlanması ve en iyi çözümü sunması için transistor boyutların yapay zeka yöntemleri kullanılarak nasıl elde edileceği konusunda yol haritası çıkarmıştır. Dahası aktif elemanlarında CMOS yapılarındaki terminal parametrelerin birbirleri ile bağlantılı olduğu gösterilmiştir. Optimum çözümler ayrıntılı dataların elde edilmesinde sonra farklı yapay zeka yöntemleri ile optimum sonuçlar elde edilecektir.

Referanslar

[1] Sedra, A., and K. Smith. 1970. "A Second-Generation Current Conveyor and Its Applications." IEEE Transactions on Circuit Theory 17(1): 132–34.

[2] Acar, C., & Ozoguz, S. (1999). A new versatile building block: current differencing buffered amplifier suitable for analog signal-processing filters. Microelectronics journal, 30(2), 157-160.

[3] Chiu, W., Liu, S. I., Tsao, H. W., & Chen, J. J. (1996). CMOS differential difference current conveyors and their applications. IEE Proceedings-Circuits, Devices and Systems, 143(2), 91-96.

[4] Elwan, H. O., & Soliman, A. M. (1997). Novel CMOS differential voltage current conveyor and its applications. IEE Proceedings-Circuits, Devices and Systems, 144(3),

195-200.
[5] Zeki, A., & Toker, A. (2003). The dual-X current conveyor (DXCCII): a new active device for tunable continuous-time filters. International Journal of Electronics, 89(12), 913-923.
[6] El-Adawy, A. A., Soliman, A. M., & Elwan, H. O. (2000). A novel fully differential current conveyor and applications for analog VLSI. IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Analog and Digital Signal Processing, 47(4), 306-313.
[7] Biolek, D. (2003). CDTA-building block for current-mode analog signal processing. In Proceedings of the ECCTD(Vol. 3, pp. 397-400).
[8] Kacar, F., Yesil, A., & Noori, A. (2012). New CMOS realization of voltage differencing buffered amplifier and its biquad filter applications. Radioengineering, 21(1), 333-339.
[9] Yesil, A., Kacar, F., & Kuntman, H. (2011). New simple CMOS realization of voltage differencing transconductance amplifier and its RF filter application. Radioengineering, 20(3), 632-637.
[10] Chen, C.-Y., Li, M.-H., Li, C.-S., & Li, S.-S. (2014). Design and characterization of mechanically coupled CMOS-MEMS filters for channel-select applications. Sensors and Actuators A: Physical, 216, 394–404. https://doi.org/10.1016/J.SNA.2014.04.026
[11] Djeffal, F., Chahdi, M., Benhaya, A., & Hafiane, M. L. (2007). An approach based on neural computation to simulate the nanoscale CMOS circuits: Application to the simulation of CMOS inverter. Solid-State Electronics, 51(1), 48–56.
[12] Futane, N. P., Chowdhury, S. R., Chowdhury, C. R., & Saha, H. (2010). ANN based CMOS ASIC design for improved temperature-drift compensation of piezoresistive micro-machined high resolution pressure sensor. Microelectronics Reliability, 50(2), 282–291.
[13] Hayati, M., Rezaei, A., Seifi, M., & Naderi, A. (2010). Modeling and simulation of combinational CMOS logic circuits by ANFIS. Microelectronics Journal, 41(7), 381–387.
[14] Kadri, A., Menacer, F., & Djeffal, F. (2018). Simulation and analysis of Graphene-based nanoelectronic circuits using ANN method. Materials Today: Proceedings, 5(8), 15959–15967.
[15] Karimi, G., Sedaghat, S. B., & Banitalebi, R. (2013). Designing and modeling of ultra low voltage and ultra low power LNA using ANN and ANFIS for Bluetooth applications. Neurocomputing, 120, 504–508.
[16] Morris, R. G. (1999). D.O. Hebb: The Organization of Behavior, Wiley: New York; 1949. Brain Research Bulletin, 50(5–6), 437.
[17] Chatterjee, A., Fakhfakh, M., & Siarry, P. (2010). Design of second-generation current conveyors employing bacterial foraging optimization. Microelectronics journal, 41(10), 616-626.
[18] El Dor, A., Fakhfakh, M., & Siarry, P. (2014). Performance optimization of CMOS second generation current conveyors using a multi-swarm algorithm. AEU-International Journal of Electronics and Communications, 68(6), 496-503.

[19] Fakhfakh, M., Cooren, Y., Sallem, A., Loulou, M., & Siarry, P. (2010). Analog circuit design optimization through the particle swarm optimization technique. Analog Integrated Circuits and Signal Processing, 63(1), 71-82.
[20] Salem, S. B., Fakhfakh, M., Masmoudi, D. S., Loulou, M., Loumeau, P., & Masmoudi, N. (2006). A high performances CMOS CCII and high frequency applications. Analog Integrated Circuits and Signal Processing, 49(1), 71-78.
[21] Fakhfakh, M., Loulou, M., & Masmoudi, N. (2009). A novel heuristic for multi-objective optimization of analog circuit performances. Analog integrated circuits and signal processing, 61(1), 47-64.
[22] Liu, B., Wang, Y., Yu, Z., Liu, L., Li, M., Wang, Z., ... & Fernández, F. V. (2009). Analog circuit optimization system based on hybrid evolutionary algorithms. INTEGRATION, the VLSI journal, 42(2), 137-148.
[23] Barros, M., Guilherme, J., & Horta, N. (2010). Analog circuits optimization based on evolutionary computation techniques. INTEGRATION, the VLSI journal, 43(1), 136-155.
[24] Mallick, S., Kar, R., Mandal, D., & Ghoshal, S. P. (2017). Optimal sizing of CMOS analog circuits using gravitational search algorithm with particle swarm optimization. International Journal of Machine Learning and Cybernetics, 8(1), 309-331.
[25] De, B. P., Kar, R., Mandal, D., & Ghoshal, S. P. (2016). An efficient design of CMOS comparator and folded cascode op-amp circuits using particle swarm optimization with an aging leader and challengers algorithm. International Journal of Machine Learning and Cybernetics, 7(2), 325-344.
[26] Mallick, S., Kar, R., Mandal, D., & Ghoshal, S. P. (2016). CMOS analogue amplifier circuits optimisation using hybrid backtracking search algorithm with differential evolution. Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence, 28(4), 719-749.
[27] Caudill, M. (1987). Neural Networks Primer, Part I. AI Expert, 2(12), 46–52.
[28] Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. Nature, 323, 533.
[29] Arslan, E., & Morgül, A. (2007). Wideband current conveyor with rail to rail input stage. ELECO, 5th International Conference on Electrical and Electronics Engineering, 66–70.

SAMT Sistemi ile Trafik Denetimi

Ömer Faruk CANSIZ[1], Kevser ÜNSALAN[2], Mustafa ÇALIŞICI[3], Samed GÖÇMEN[4]

[1]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, 31200, Türkiye, ofaruk.cansiz@iste.edu.tr*

[2]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, 31200, Türkiye, kevser.keskin@iste.edu.tr*

[3]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, 31200, Türkiye, mustafa.calisici@iste.edu.tr*

[4]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, 31200, Türkiye, samedgocmen@iste.edu.tr*

Özet

Bu çalışmada, trafik kazalarındaki sürücü ve araçtan kaynaklı etkenleri en aza indirgemek adına; ticari, şahsi vb. hiçbir etken dikkate alınmaksızın bütün araçlara ve akaryakıt istasyonlarına kurulabilecek EDS, Takograf, GPS in özelliklerinin birleştirildiği sürücü, araç ve muayene takip sistemi (SAMT) geliştirilmektedir. SAMT sisteminde trafikteki tüm araçlara GPS özelliği olan bir cihaz kurulması ve akaryakıt istasyonlarına TÜVTÜRK veri tabanlı bir araç muayene tanıma sistemi kurulması zorunlu hale getirilmektedir. Araçlara kurulacak sistemle, GPS ile araç takibi yapılmakta; hız sınırlarını, ışık ve şerit ihlali gibi etkenleri takip etmekte, aykırı davranışlarda cezai işlemler merkezden otomatik olarak yapılmaktadır. Ayrıca SAMT sistemine ehliyet takılmadan araç çalışmamakta ve trafik esnasında merkezden verilen cezalar araç sahibine değil ehliyet sahibine gelmektedir. Akaryakıt istasyonlarına kurulacak Muayene Tanıma Sistemi ile muayenesi olmayan araçlara yakıt satışı olmamakta, muayenesiz araçların trafikten çekilmesi sağlanmaktadır. Muayenesiz araca bir seferliğine yakıt verilmekte ve muayenesini yaptırmaz ise sistemden otomatik ikinci defa yakıt verilmemektedir. Yakıt kısıtlamasının dışında kurulan SAMT cihazı, muayenesi 1 ay geçmiş aracın ateşleme sistemini keserek aracın çalışmasını da engellemektedir. Böylelikle söz konusu sistemle trafik kazalarındaki kişisel ve araçtan kaynaklanan etkenler minimize edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Takograf, Elektronik Denetleme Sistemi, GPS, Akıllı Ulaşım Sistemleri*

Traffic Control with SAMT System

Abstract

In this study, in order to reduce factors caused by drivers and vehicles in traffic accidents; commercial, personal etc. driver, vehicle, and inspection tracking system (DVIT) which combines the features of ECS, Tachograph, GPS. DVIT can be installed on all vehicles and fuel stations regardless of any factor. In the DVIT system, it is imperative to install a GPS-capable device in all traffic vehicles and to install a TÜVTÜRK database vehicle inspection system at fuel stations. Vehicle with DVIT system, does not work without a driving license, GPS is fitted with vehicles; speed limits, traffic lane and traffic light violation etc., and in cases of contrary behavior, criminal proceedings are carried out automatically from the center. In addition, the vehicle does not work without a license to the DVIT system, and the fines given by the center during traffic are not the owner of the vehicle but the driver's license. With the DVIT to be installed on the fuel stations, there is no sale of fuel to non-inspection vehicles and non-inspection vehicles are removed from the traffic. An non-inspection vehicle is fueled just a one time and If inspection is not carried out, the system is not automatically fueled for the second time. The DVIT device, outside the fuel restriction, also prevents the car from operating by cutting off the ignition system of the non-inspection vehicle which is 1 month old. Thus, the personal and vehicle-related factors in traffic accidents are minimized with the system.

Keywords: *Tachograph, Electronic Control System, GPS, Intelligent Tranportation System*

1. Giriş

Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS), ulaşım ağının işletimine yardımcı olmak amacıyla, bilgi, haberleşme ve kontrol teknolojilerini uygulayan ulaşım sistemleridir. AUS ile seyahat sürelerinin optimizasyonu, trafik güvenliğinin arttırılması, mevcut yol kapasitesinin en uygun seviyede kullanımının sağlanması ile ülke ekonomisine katkısı yanısıra enerji verimliliği ve çevreye verilen zararın azaltılması gibi kazanımlar araştırılmaktadır (Tektaş vd. 2016). Bu alanda yeni teknolojiler çoğunlukla trafikten ve trafiği etkileyen yol ve hava durumuna ait veriler ışığında trafiğin otomatik olarak yönetilmesi çalışmalarını oluşturmaktadır.

Bölgesel kontrol ve yönlendirme sistemlerinin yetersiz kalması trafiğin bir merkezden kontrolü zorunluluğunu doğurmakta ve AUS kullanılmasını önemli hale getirmektedir. Dünya genelinde gerçekleşen trafik kazalarının büyük bir çoğunluğu; trafik kurallarına uymama, trafik işaretleri ihlali; ehliyetsiz, dikkatsiz veya alkollü araç kullanımı gibi sürücüden kaynaklı etkenlerden meydana gelmektedir. Yine trafik kazalarının azımsanmayacak kadar büyük bir kısmı da araçlardaki kusurlardan meydana gelmektedir. Araç kusurlarının önüne geçilmesi veya giderilmesi için de araç muayene zorunluluğu bulunmaktadır. Fakat muayenesiz araçların trafiğe çıkması yasak olmasına rağmen bazı araç sahipleri bu yasağa uymamaktadır. Ülkemizde bahsi geçen kişisel etkenlerin önüne geçebilmek ve araçları takip edebilmek için kent merkezlerinde Elektronik Denetleme Sistemi (EDS) bulunmaktadır. Ticari araçlara sürücüleri takip amaçlı Takograf cihazı zorunluluğu vardır. Muayenesiz araçların kontrolü ise kolluk kuvvetlerince yapılmaktadır. Ancak EDS, karayolu trafik ağlarının tamamını kontrol altına alamamakta ve ana arterler üzerinde çalışmaktadır. Takograf cihazı ise yalnızca ticari araçları kontrol altına alabilmektedir. Takograf cihazında ayrıca merkezi takip de söz konusu değildir. Muayenesiz araçların belirlenmesi ise çok daha zor olmaktadır. Aracın belirlenebilmesi için polis kontrol noktası veya benzeri bir yerde kontrol edilmesi gerekmektedir.

Trafikte denetim ve mevcut sistem altyapısı üzerine birçok çalışma yürütülmektedir. Tektaş vd. (2018). Trafik kontrolünde yapay zekâ tekniklerinin kullanılabilirliği üzerine çalışmaktadır. Çevik (2010) yapay zekâ yöntemleri ile plaka tanıma sistemi üzerine

çalışmaktadır. Geliştirdiği sistem ile taşıt plakalarının ne ölçüde doğru tespit edildiği belirlenmektedir. Özpınar vd. (2018) RFID ile elektronik plaka sisteminin İstanbul için uygulanabilirliği üzerine çeşitli altyapı araştırmaları yapmaktadır. Daeichian ve Haghani bulanık Q öğrenmesi yöntemi ile bulunulan bölge ve komşu bölgelerdeki trafiğin analiz edilerek, trafik ışıklarının anlık düzenlenmesi üzerine araştırma yapmaktadır.

Kaygısız ve Akın (2007) trafik kaza kara noktalarında denetimin geliştirilmesi ve bu noktalara emniyet kuvvetlerinin daha hızlı erişebilirliği konusunda çalışmaktadır.

Şehir içi trafiğinin denetlenmesi üzerine Akbaş ve Akdoğan (2001) kontrolün yerel bir kontrol birimi oluşturarak bu kontrol merkezinde denetimin sağlanması üzerinde önerilerde bulunmaktadır. Bui ve Jung (2018) trafikteki sürücülerinin trafik ışığı bulunmayan geçiş bölgelerinde birbirleri ile iletişime geçip trafik probleminin çözülebilmesi amacıyla için Ricart-Agrawala tabanlı mantıksal saat algoritmasını kullanarak analiz yapmaktadır.

1.1. Trafikte Denetleme Sistemleri

Şehir içi trafiğini denetlemek için Elektronik Denetleme Sistemi (TEDES veya EDS) kullanılmaktadır. Trafik ihlallerinin tespit edilmesine yönelik bir uygulamadır. Trafikte sürücüyü cezalandırmak yerine, sürücünün trafikteki davranışlarını iyileştirmeye yönelik yapılan bir çalışmadır. Denetimin yapıldığı yere göre sabit ve gezici olarak ikiye ayrılmaktadır. Uygulamanın yapıldığı şehir içi trafiğinde kural ihlallerinin %90 dolaylarında azaldığı tespit edilmektedir. Elektronik Denetleme Sistemi ile tespit edilen trafik ihlalleri aşağıda verilmektedir.

- Kırmızı Işık İhlali
- Hız İhlali
- Yaya Geçidi Elektronik Denetleme Sistemi
- Emniyet Şeridi İhlali
- Dönüş Yasağı İhlali
- Tramvay Yolu İhlali
- Hemzemin Geçit İhlali

1.2. Ticari Araçlar için Takograf

Ticari araç kullanan sürücünün trafikteki faaliyetlerini kayıt altına alan bir uygulamadır. Özellikle nakliye şoförlerinin yasalarca müsaade edilen seyir süresi ve hız sınırlarını geçmemesi, şirketlerin şoförlerinin faaliyetlerini daha rahat izlemesine yardımcı olmaktadır. Taşıt harekete geçtiğinde sürüş modu otomatik devreye girmektedir. Takeometre cihazı ile kayıt altına alınan bilgiler

- Aracın kat ettiği mesafe
- Aracın hızı
- Sürüş zamanı
- Çalışma araları ve günlük dinlenme süreleri

1.3. Belli Noktalarda Kolluk Kuvvetleri

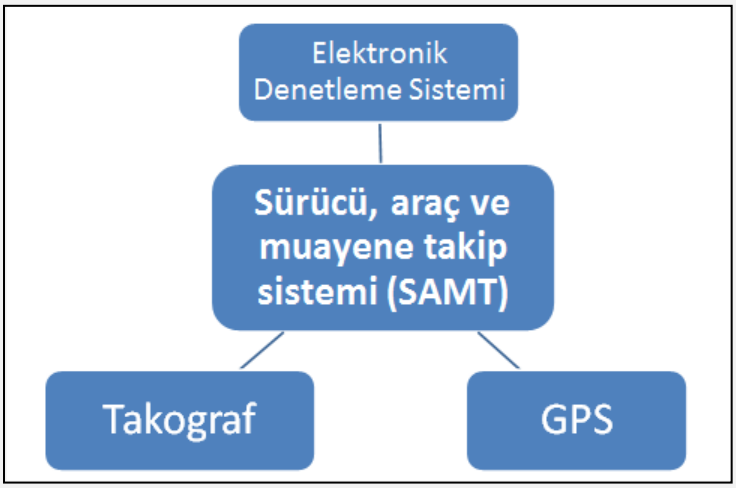
Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı tarafından kontroller yapılmaktadır. İnsan gücüyle yapılan bu kontroller kritik belli noktalarda ve sürekli kontrol noktasının değiştirilmesi ile uygulanmaktadır. Kolluk kuvvetleri tarafından yapılan kontrollerde,

- Ehliyetsiz araç kullanma
- Alkollü araç kullanma
- Hız Sınırı Kontrolü
- Kimlik Kontrolü
- Araç Muayene Kontrolü gibi kontroller yapılmaktadır.

2. Materyal Metod

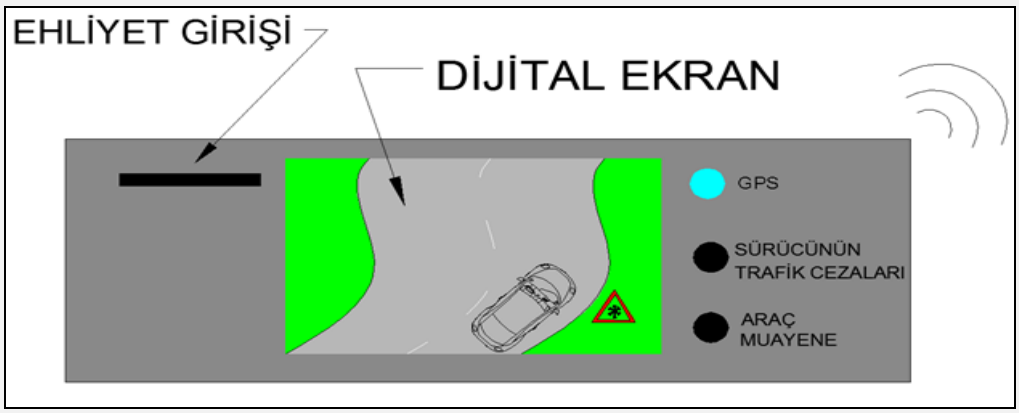
Bu çalışmada trafik denetleme sistemlerinin tek bir sistemden kontrolünün yapılması ve denetlemeler esnasında insan gücünün minimuma indirilmesi hedefleyen yeni bir trafik

denetleme sistemi önerisi getirilmektedir. Sistemin şematik gösterimi Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1. Yeni trafik denetleme sistemi önerisi: Sürücü, Araç ve Muayene Takip (SAMT) Sistemi

Bu sistem ile şahsi, ticari veya kurumsal hiçbir taşıt ayırt edilmeksizin tüm araçlara ve akaryakıt istasyonlarına SAMT cihazı kurulmaktadır. Cihazın ehliyet girişi bulunmakta ve böylelikle ticari araçlarda yapılan kontroller tüm araç sürücülerinde yapılabilmektedir. Cihazın şematik gösterimi Şekil 2 de verilmektedir.



Şekil 2. SAMT sistemi cihazı

Cihazda üç seçenek bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, GPS özelliği ile araçta sürücüye yol tarifi ve bunun yanında geçtiği güzergâhtaki trafik uyarı levhaları ve trafik kısıtları hakkında görüntülü ve sesli sürücüyü bilgilendirerek farkındalık yaratmaktadır.

Cihazda bulunan ikinci seçenek ile ehliyet sahibine gelen trafik cezaları görüntülenebilmektedir. Üçüncü seçenek ile sistem araç muayene durumu hakkında bilgi vermektedir. Muayenesi yaklaşan araca cihaz ikaz ışığı yakarak, sürücüyü bilgilendirmekte, ayrıca yakıt istasyonlarında da uyarı yapılmaktadır.

3. Bulgular

Geliştirilen sistem ile trafikteki denetlemeler birçok açıdan tek elde toplanmaktadır. Sistemin hayata geçirilmesi ile trafiğe getireceği avantajlar aşağıda sıralanmaktadır.

- SAMT sistemi ile araç ehliyetsiz çalışmamakta ve böylelikle ehliyetsiz araç kullanımının önüne geçilmektedir.
- Cihazın GPS özelliği sayesinde, araç takibi yapılmakta; ışık ve şerit ihlali gibi trafik ihlalleri takip edilmektedir, aykırı davranışlarda cezai işlemler merkezden otomatik olarak yapılmaktadır.
- Cihaza ehliyet takıldığı için, trafik cezaları araç sahibine değil, ehliyet sahibine gelmektedir.
- Sistemin diğer bir işlevi, akaryakıt istasyonlarına kurulacak Muayene Tanıma Sistemi ile muayenesi olmayan araçlara yakıt satışı olmamakta, muayenesiz araçların trafikten çekilmesi sağlanmaktadır.
- Muayenesiz araçlara bir seferliğine yakıt verilmekte ve muayenesini yaptırmaz ise sistemden otomatik ikinci defa yakıt verilmemektedir.
- Yakıt kısıtlamasının dışında kurulan SAMT cihazı, muayenesi 1 ay geçmiş aracın ateşleme sistemini keserek aracın çalışmasını engellemektedir.
- Böylelikle söz konusu sistem ile trafik kazalarındaki sürücüden ve araçtan kaynaklı etkenler kontrol altına alınmaktadır ve anında yaptırım uygulanmaktadır.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada sürücüden ve araçtan kaynaklı kusurlar sonucu oluşan trafik kazalarını gelişen teknolojinin imkanlarını kullanarak minimize etme fikri neticesinde ortaya çıkan, geliştirilmeye açık tartışılabilir akıllı ulaşım sistemleriyle entegre edilebilir bir sürücü araç ve mauyene takip sisteminin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu sistem neticesinde trafik veya araç denetimi esnasında verilen hatalı kararların da azalacağı beklenmektedir.

SAMT sistemi veya sistemi oluşturan her bir parça ile araçların denetlenmesi, araç güvenliğinin arttırılması, trafik güvenliğinin arttırılması, aşayişin daha kolay sağlanması ayrıca gerekli yaptırımların daha kolay uygulanabilir hale gelebilmesine olanak veren bir sistem sunulmaktadır. Muayenesi yapılmamış, trafik güvenliği için tehdit oluşturan taşıtlar trafik sisteminden otomatik olarak merkezden elimine edilmektedir. Böylelikle söz konusu sistem ile trafik kazalarındaki sürücüden ve araçtan kaynaklı etkenler kontrol altına alınmakta ve gerekli hallerde anında yaptırım uygulanmaktadır.

Kaynaklar

Tektaş, M., Korkmaz, K., Erdal, H., (2016), Akıllı ulaşım sistemlerinin geleceği (ekonomik ve çevresel) faydaları, Balkan Sosyal Bilimler Dergisi, 561-577

Tektaş, M., Akbaş, A., Topuz, V. (2018), Yapay Zekâ Tekniklerinin Trafik Kontrolünde Kullanılması Üzerine Bir İnceleme. http://www.trafik.gov.tr/icerik/bildiriler/pdf/C4-7.pdf (Erişim Tarihi: 04/03/2018).

Çevik, K.K., (2010), Yapay Zekâ Yöntemleri ile Plaka Tanıma Sistemi, Selçuk Üniversitesi, Elektronik ve Bilgisayar Sistemleri Eğitimi Anabilim Dalı.

Özpınar, A., Kazasker, E., Öz, Ö., (2018), Akıllı Trafik Denetimi ve Yönetimi İçin RFID ile Elektronik Plaka Uygulaması, http://ab.org.tr/ab10/bildiri/187.pdf, (Erişim Tarihi: 05/03/2018)

Kaygısız, Ö., Akın, S. Ç., (2007). Konumsal Kaza Verileri Analiz Edilerek Etkin Trafik Denetim ve Kaza Bilirkişilik Politikalarının Oluşturulması ; Ankara Örneği. In Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi (pp. 132–144). Ankara.

Akbaş, A., Akdoğan, E., (2001), "İstanbul Kent İçi Trafik Kontrol Sistemi Üzerine Bir Durum Değerlendirmesi", TMMOB Makine Mühendisleri Odası İstanbul'da Kent İçi Ulaşım Sempozyumu, 28-30 Haziran, İstanbul.

Bui, K.H.N., Jung, J.J., (2018). Internet of Agents Framework for Connected Vehicles: A Case Study on Distributed Traffic Control System. Journal of Parallel and Distributed Computing, 116, 89-95.

Tehlikeli Madde Taşımacılığı (SRC5) Eğitimi Online Test Mobil Uygulaması

Ufuk ÇELİK[1], Burak KÜÇÜK[2], Eyüp AKÇETİN[3], Şafak ÇELİK[4]

[1]*Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Balıkesir, 10900, Türkiye, ucelik@bandirma.edu.tr*

[2]*Maltepe Üniversitesi, İstanbul, 34857, Türkiye, burakkucuk@maltepe.edu.tr*

[3]*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, 4800, Türkiye, eyup.akcetin@mu.edu.tr*

[4]*Maltepe Üniversitesi, İstanbul, 34857, Türkiye, safakcelik@gmail.com*

Özet

Tehlikeli madde taşımacılığı normal taşımacılıktan risk unsuru ile ayrılır. Kaza ve sabotaj gibi etkenler haricinde tehlikeli madde taşımacılığının kendine özgü riskleri vardır. Bu risklerin asgari seviyeye indirilmesinde eğitimin rolü büyüktür. Bu sebeple tehlikeli madde taşımacılığı özel sertifikalı kişiler tarafından yapılmaktadır. Bu kişilerde ADR yönetmeliğine göre verilen eğitim sonrası sertifika almaya hak kazanırlar. Sertifika almak isteyen kişiler, bu eğitimlere destek oluşturmak için geliştirilmiş mobil bir uygulama ile konu hakkında kendilerini daha etkin bir şekilde geliştireceklerdir. Bu uygulama ile kullanıcılardan alınan bilgilerle analizler yapılarak personelin eğitimdeki gelişim seviyeleri tespit edilecektir. Bu analizler ile personelin hangi zamanlarda sistemi kullandığı, en çok hangi konularda başarılı veya başarısız olduğu, sorular ve yanıtlar arasında farklı ilişkiler belirlenecektir. Böylece personelin aldığı eğitimlerin eksiklikleri giderilmeye çalışılarak iş gücü performansı artırılacaktır ve tehlikeli madde taşımacılığında risk azaltılacaktır. Ayrıca soruların zorluk dereceleri tespit edilerek eğitim için daha uygun farklı sorular ve içerikler geliştirilerek bu konuda eğitim veren kuruluşlar içinde bir destek sistemi olacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Tehlikeli Madde Taşımacılığı, Mobil Uygulama, Eğitim, Android, iOS*

The Education of Hazardous Materials Transportation ADR (SRC5) Online Test Mobile Application

Abstract

Hazardous materials transport is separated from normal transport by a risk factor. Apart from those factors such as accident and sabotage, transportation of dangerous materials has its own risks. The role of education is great when these risks are reduced to minimum levels. For this reason, special certified persons carry out the transport of dangerous goods. These people are entitled to receive a certificate after training according to ADR regulations. Those who want to get a certificate will develop themselves more effectively on the subject with a mobile application, which was developed to support these trainings. With this application, the development of staff level will be determined by analyzing the information obtained from the users. With these analyzes, different relationships will be determined between the questions and answers, when and where the staff uses the system, which issues are most successful or unsuccessful. By doing so, the workforce performance will be improved by reducing the shortcomings of the trainings that the people have taken and the risk will be reduced in transportation of dangerous goods. In addition, by determining the difficulty ratings of the questions, different questions and contents that are more suitable for education will be developed and a support system will be provided within the institutions that provide education in this regard.

Keywords: *Hazardous Materials Transportation, Mobil Application, Education, Android, iOS*

1. Giriş

İnsanlar daha önceleri kaynaklara ulaşmak için kendileri hareket ederken daha sonraları yerleşik yaşama geçerek kaynakları hareket ettirmek zorunda kaldılar. Böylece ticaret yolları beraberinde taşıma yöntemlerini de doğurdu. Taşıma araçları, taşıma ve teslim şekilleri, anlaşmalar, gelişen teknoloji etkisiyle çeşitlendi. Gelişen teknolojiyle birlikte taşınan mallar da farklılıklar göstermeye başladılar. Fiziksel özellikleri, yapıları ya da etkileşimleri neticesinde insan sağlığı ve çevreye karşı risk oluşturan maddeler tehlikeli maddeler olarak sınıflandırılır. Tehlikeli maddelerin taşınmasında taşıma modlarına göre farklı yönetmelik ve anlaşmalara uymak zorundasınızdır. Örnek olarak karayoluyla taşıma için Avrupa Antlaşması'na (ADR), denizyoluyla taşıma için Uluslararası Denizcilik Organizasyonu – International Maritime Organization (IMO), havayoluyla taşıma için Uluslararası Havayolu Taşıyıcıları Birliği - International Air Transportation Association (IATA) tarafından hazırlanmış yönetmelik ve anlaşmaları uymanız gerekir (Economic Commission for Europe Inland Transport Committee, 2016). Ülkemizde gerçekleşen taşımacılığın yaklaşık %90'nı karayolu ile sağlanmaktadır. Taşınan bu malların yaklaşık %50'si tehlikeli maddeler sınıfına giren maddeler olduğu için herhangi bir kaza ya da uygunsuz taşıma sonucu meydana gelebilecek yayılma göz ardı edilmeyecek risk oluşturmaktadır (KGM, 2018).

Kaza ve uygunsuzlukları oluşmadan bertaraf etmek için sektör çalışanlarının uymaları gereken yönetmelik ve anlaşmalar konusunda eğitim ve çeşitli belgeler almaları zorunlu tutulmaktadır. Bu kapsamda sürücülerin SRC belgesi alması, tehlikeli mallar taşınması sürecinde bulunan Tehlikeli Madde Faaliyet Belgesi sahibi firmaların (üreten, gönderen, yükleyen, paketleyen, dolduran ve boşaltan, depolayan, taşıyan, vs.) tehlikeli madde güvenlik danışmanı (TMGD) bulundurması zorunludur. Personel eğitimi için uygulanan klasik yöntemlerin verimliliği düşük olduğu ve çalışanların sosyal ve dinlenme zamanlarını eğitime ayırmak istememeleri sonucu yetişkin eğitiminde farklı metotlar geliştirilmiştir. Oyunlaştırma ile eğitim, gelişen teknoloji ile çalışanlara istedikleri anda istedikleri ortamda eğitim alma imkanı sunmaktadır (Arkün Kocadere & Samur, 2016). Oyunlaştırma, oyun dinamiklerini oyun olmayan düzlemlerde kullanma olarak tanımlanmaktadır (Karataş, 2014). Başka bir

oyunlaştırma tanımı da oyun bileşenlerinin oyun olmayan, eğlenceli olmayan, yapmakta zorlandığımız (iş yaşamı, veri toplama, vb. alanlar) düzlemlere ekleyerek eğlenceli, kolay yapılan, verileri gönüllü olarak verdiğimiz alanlara çevirmektir (Chou, 2014) (McGonigal, 2010).

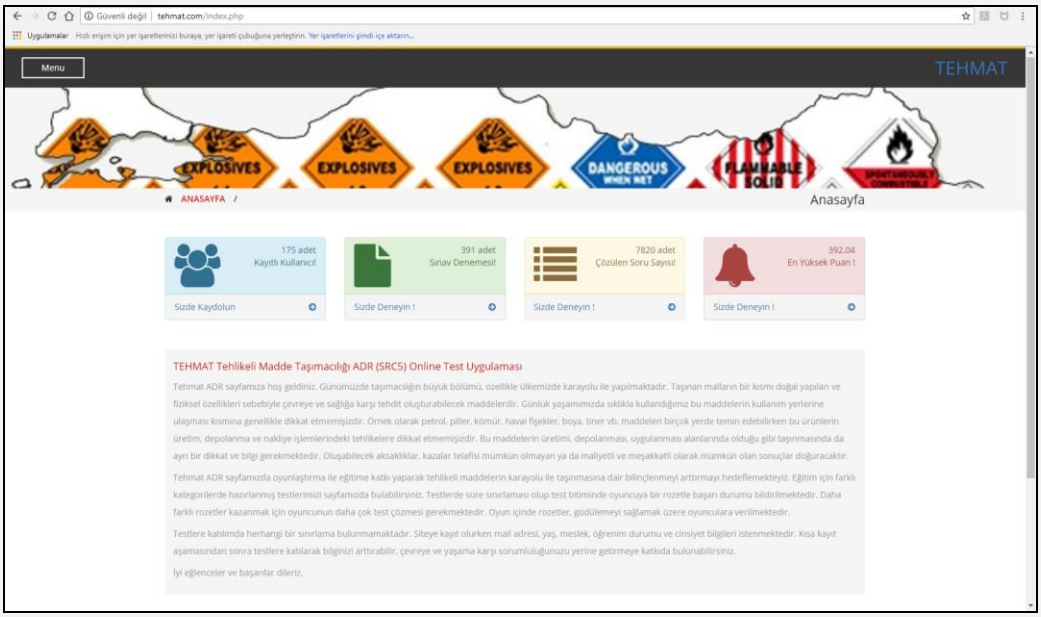
Bu çalışmada, karayoluyla tehlikeli madde taşımacılığı eğitimine destek olabilecek, öğrenilen bilgilerin pekiştirilmesini sağlayacak, bilgi edinimine yardımcı bir internet platformu hazırlayarak, elde edilecek verilerin analizi sonucu eğitime olan katkısı araştırılmak istenmiştir. www.tehmat.com sitesi üzerinden toplam yüz (100) sorudan oluşan beş (5) farklı test hazırlanmış, süre sınırı konularak hedefe ulaşması amaçlanmış, ödül olarak tasarlanan rozetler kullanıcılara sunulmuştur.

2. Tehlikeli Madde Taşımacılığı Eğitiminde Oyunlaştırma Örneği

Tehlikeli madde taşımacılığı eğitimine destek olmak amacıyla hazırlanmış olan testlere, kullanıcılar www.tehmat.com web adresi üzerinden kayıt olarak ulaşabilirler. Hazırlanan bu sitede ADR anlaşmasına uygun olarak kullanıcılara toplamda 100 sorudan oluşan 5 test yöneltilmektedir. Amaç kullanıcıların sorulara mümkün olduğunca hızlı yanıtlar verip daha fazla puan toplaması ve sonuçta verilen rozetlerden kazanmalarıdır. Bu güdüyle hareket eden kullanıcılar edindikleri bilgileri pekiştirebilecek ya da yeni bilgiler edinebileceklerdir. Klasik metotlarla yapılan eğitimlerin verimsizliği ve katılımın düşük olması gibi etkenleri ortadan kaldırmak amacıyla kolay erişim sağlanabilen bir web sitesi kullanılmıştır. Sitenin dili Html, JavaScript, PHP ve veri tabanı ise MySQL ile tasarlanmıştır. Siteye 01.05.2018 ile 23.07.2018 tarihleri arasında 175 kullanıcı üye olmuş ve toplamda 391 kez testler cevaplanmıştır.

İş zamanından ya da dinlenme zamanından çalmadan eğitimlerini tamamlayabileceği ortamların hazırlanması, aynı zamanda sıkıcı olmayan eğitim araçlarıyla eğitimlerin verilebilmesi çalışanların eğitiminde daha verimli sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Bu sebeple eğitimlerde oyunlaştırma, oyun içinde bilgi verilmesi konuları önem kazanmaktadır. Oyun ve oyunlaştırma farkından yola çıkarak hazırlanan uygulamaların oyun araçlarının eğitim araçları içinde değerlendirilmesi önemli bir noktadır. Hazırlanan uygulamalarda ana

hedef eğitimin sağlanmasıdır. Kullanıcıların eğitimde sıkılmadan, sonuna kadar dikkatlerini toplayabilmeleri için sorular süre sınırı ile yöneltilmiştir.

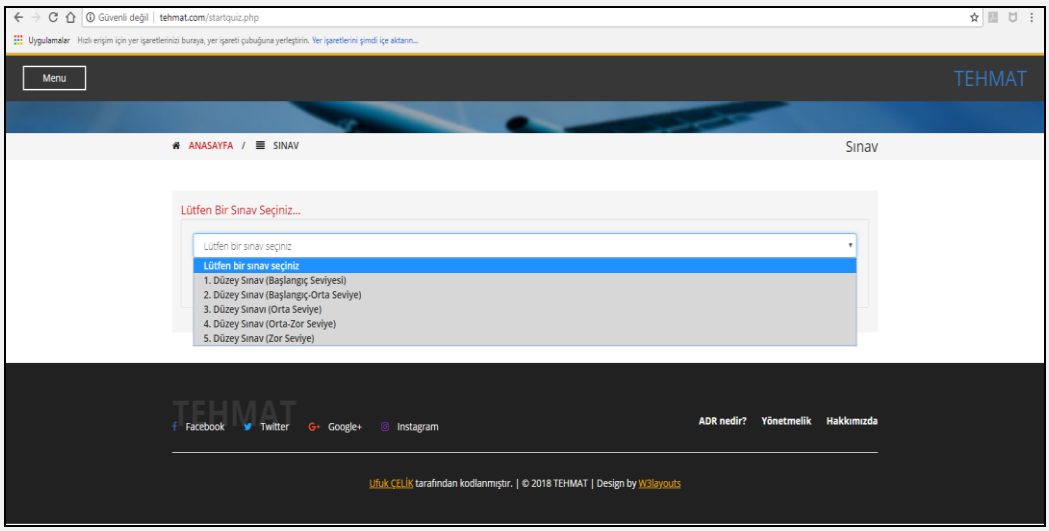


Şekil 1 tehmat.com Ana Sayfa

Ekranın sol üst köşesinde açılan menüden kullanıcılar kayıt işlemleri yaparak diğer bölümlere erişebilirler. Kayıt bölümünde kullanıcıların gerçek isimleri istenmemektedir. Kullanıcılara ait minimum bilgi sitede tutulmakta, sonuçları tespit ve analiz edebilmek için mail adreslerinden yararlanılmaktadır. Eğitim durumu ve meslek özellikle analizlerde önemli belirteçler olmaktadır. Kullanıcılar kayıt olduktan sonra giriş yaparak sınavlara ve sonuçlarına erişim sağlayabilirler. Yine ana sayfada bulunan siteye kayıtlı üye kullanıcı sayısı, kullanıcıların katılıp bitirdiği testlerin sayısı, testler sonucunda toplam çözülen soru sayısı ve en yüksek skor bilgisinin bulunduğu tablolardan herhangi birine tıklayarak da sınavlara ulaşabilirler. Ayrıca bu menüde bulunan hesap sekmesinden şifre değiştirme ve diğer bilgilerde değişiklik yapabilme imkânı sunulmaktadır.

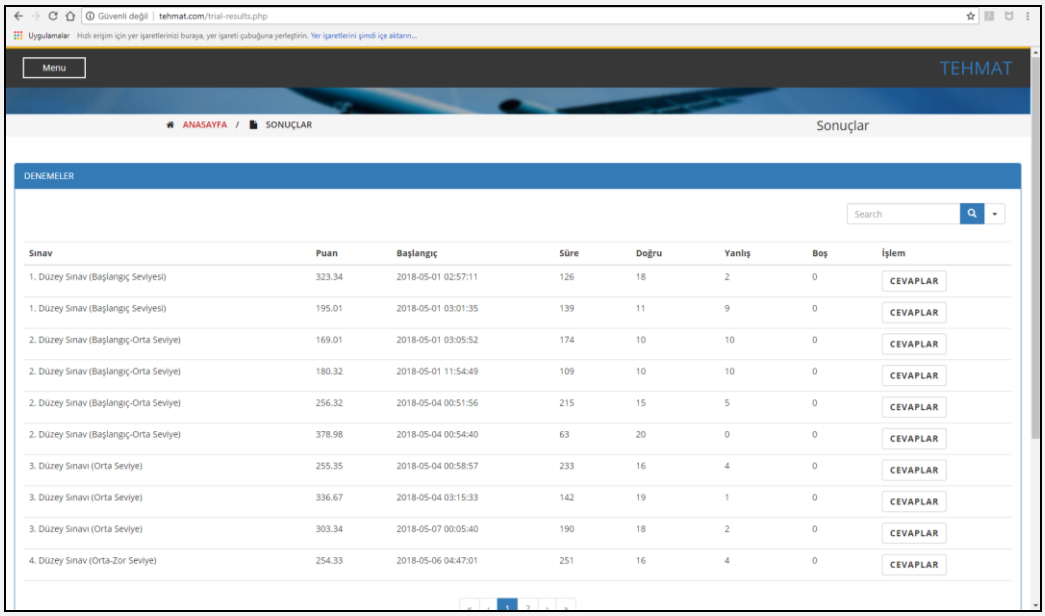
Sınav sekmesini seçen kullanıcılara açılan ekranda sevilere ayrılmış beş farklı sınavı seçebilecekleri bir alan gelmektedir. Sınavlar sıralama için başlangıç, başlangıç-orta, orta,

orta-zor ve zor seviye olarak beş farklı seviyede düzenlenmiştir. Kullanıcılar diledikleri seviye sınavdan çözmekte serbest bırakılmıştır



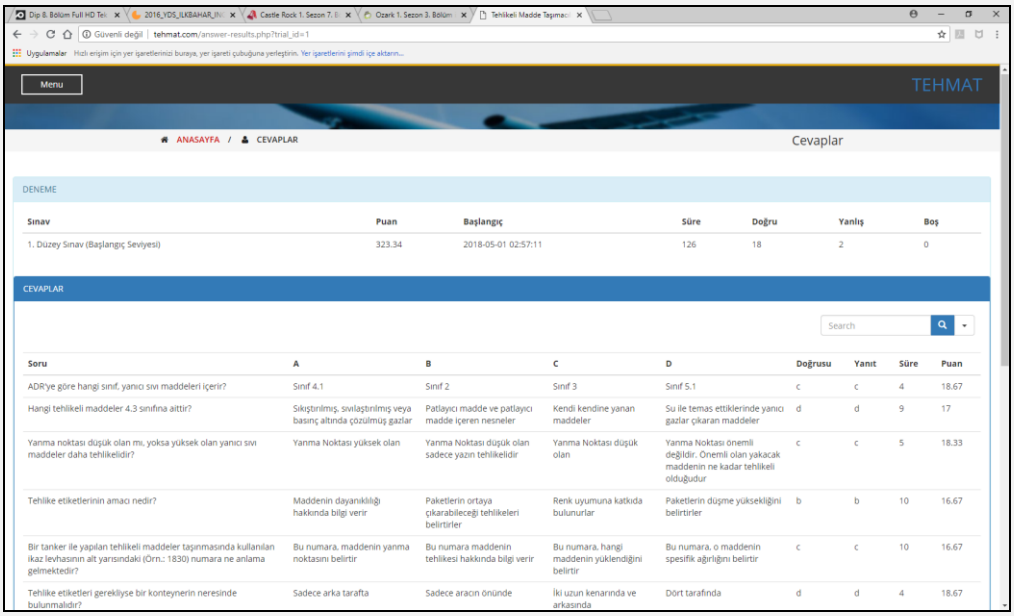
Şekil 2: tehmat.com Sınav Seçme Ekranı

Sınavlara tamamlayan kullanıcılar daha sonra sonuçlar sekmesinden tamamladıkları sınavları görüntüleyebilmektedir. Burada herhangi bir başlığa tıklayarak tamamladıkları sınavları bu başlığa göre sıralayabilmektedir. Her sınav sonucunun sonunda bulunan cevaplar sekmesinde o sınava ait soruyu, kullanıcının cevabını, sorunun doğru cevabını, sürelerini ve soruya ait kazandıkları puanı görebilirler. Bu bölümde yapacakları karşılaştırma sonrasında doğru cevabı öğrenip-pekiştirip testi tekrar çözdüklerinde doğru seçeneği seçebileceklerdir.



Şekil 3: tehmat.com Sonuç Ekranı

Cevaplar bölümünde sınava ait bilgiler cevapların üstünde ayrıca gösterilmektedir. Böylelikle kullanıcıların testlere ve cevaplara kolay erişimi sağlanması amaçlanmıştır.



Şekil 4: tehmat.com Cevap Ekranı

2.1. Soru Grupları

Sitede kullanıcılara yöneltilen 100 soru karayolu ile tehlikeli madde taşımacılığı (ADR anlaşması kapsamında) hakkında hazırlanmış ve sorular konuların öğrenimi açısından incelenmek üzere 5 gruba ayrılmıştır.

Gruplar,

- Tehlikeli Madde Sınıfları: 10 soru
- Maddenin Özellikleri: 8 soru
- Tehlikeli Madde Etiketleri – Levhalar: 27 soru
- Paketleme, Etiketleme, Ambalaj: 12 soru
- Evraklar ve Araç Emniyeti: 43 soru

2.2. Puan Hesaplama

Teste katılan kullanıcılara yöneltilen soruların her doğru cevabı için ayrı puan kazanma imkânı bulunmaktadır. Sorular için verilen otuz saniyelik sürenin kullanımına bağlı olarak kullanıcıların alacakları puan da artmaktadır. Böylece hızlı cevaplaya toplam puan da avantaj sağlanmış olmaktayız. Doğru cevaplanan her soru için taban puan on (10) olarak belirlenmiştir. Ancak kullanıcı ne kadar süre arttırırsa kalan süresi kadar bu puanın üzerine ekleyebilir. Aşağıda belirtilen denklem ve örnekle açıklanmıştır.

Doğru bir cevap için puan hesaplamasında Denklem 1 kullanılır.

Denklem 1

$$P = \left(p\, x \frac{S - s}{S}\right) + p, \qquad \forall\, s < S$$

Bu denklemde P doğru cevaba göre alınan puanı, p sorunun not baremini, S soru için verilen cevaplama süresini saniye cinsinden, s kullanıcının soruyu cevaplarken harcadığı süreyi saniye cinsinden belirtir.

Örneğin; 30 saniye süre verilen 10 puanlık bir soruyu kullanıcı 6 saniyede cevaplarsa

$$P = \left(10\, x \frac{30 - 6}{30}\right) + 10$$

18 puan alacaktır.

Toplam puanının hesaplanması için Denklem 2 kullanılır.

Denklem 2

$$Toplam\ Puan = \sum_{i=1}^{n} P(i)$$

Denklem 2'de i kaçıncı soru olduğunu, $P(i)$ ise i sırasında sorudan alınan puanı, n ise toplam soru âdetini belirtir. Toplam skor çözülen testte verilen doğru cevapların skorlarının toplamı olarak katılımcıya gösterilir. Skora ve süreye bağlı olarak kullanıcıya uygun rozet gösterilmektedir.

2.3. Oyunda Kazanılan Rozetler

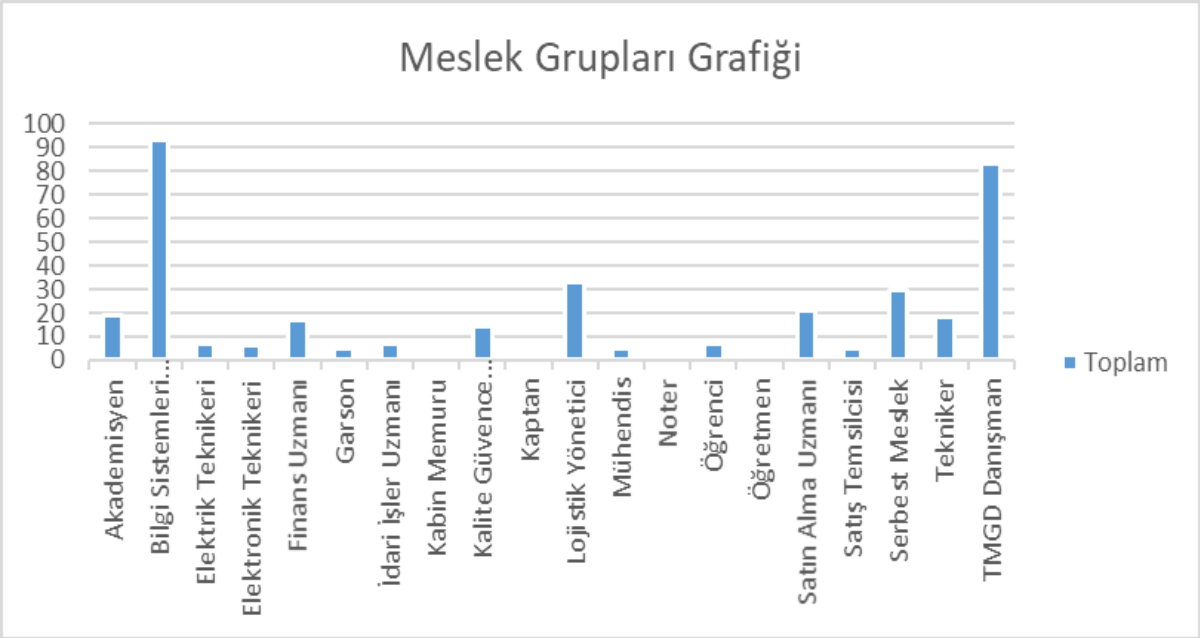
Her test, 5 soru grubundan dengeli olarak seçilen 20 sorudan oluşmaktadır. Kullanıclar soru başına otuz (30) saniye süreye sahiptir. Bu sürede cevaplanmayan sorular boş olarak kaydedilir ve puan verilmez. Her testin sonunda kullancının doğru cevap sayısı ve süresine bağlı olarak puanı hesaplanır ve buna karşılık gelen rozet kullanıcıya gösterilir. Rozet olarak asitli olması, fazla tüketilmesi sonucunda çeşitli rahatsızlıklara yol açtığı için sağlık açısından tehlikeli görülen "Gazoz" figürü tercih edilmiştir. Bu sebeplerle Sınıf–8 aşındırıcılar içinde gösterilmiş ve karikatürize edilerek eğlenceli hale getirilmiştir. Yıldırım, Dikkatli, Hevesli, Dalgın, Usta ve Atıcı olmak üzere toplam altı rozet bulunmaktadır.

- Yıldırım: Bir testi 4 dakikadan kısa sürede çözen kullanıcılara verilecektir.
- Dikkatli: Bir testi hiç hata yapmadan bitiren kullanıcılara verilecektir.
- Hevesli: Bir teste bir ile beş soru arasında hata yapan kullanıcılara verilecektir.
- Dalgın: Bir testte beş sorudan fazlasına yanlış cevap veren kullanıcılara verilecektir.
- Usta: Beş testi de hatasız olarak bitiren kullanıcılara verilecektir.
- Atıcı: Bir testte sekiz sorudan fazla yanlışı olan kullanıcılara verilecektir.

Şekil 5: Rozetler

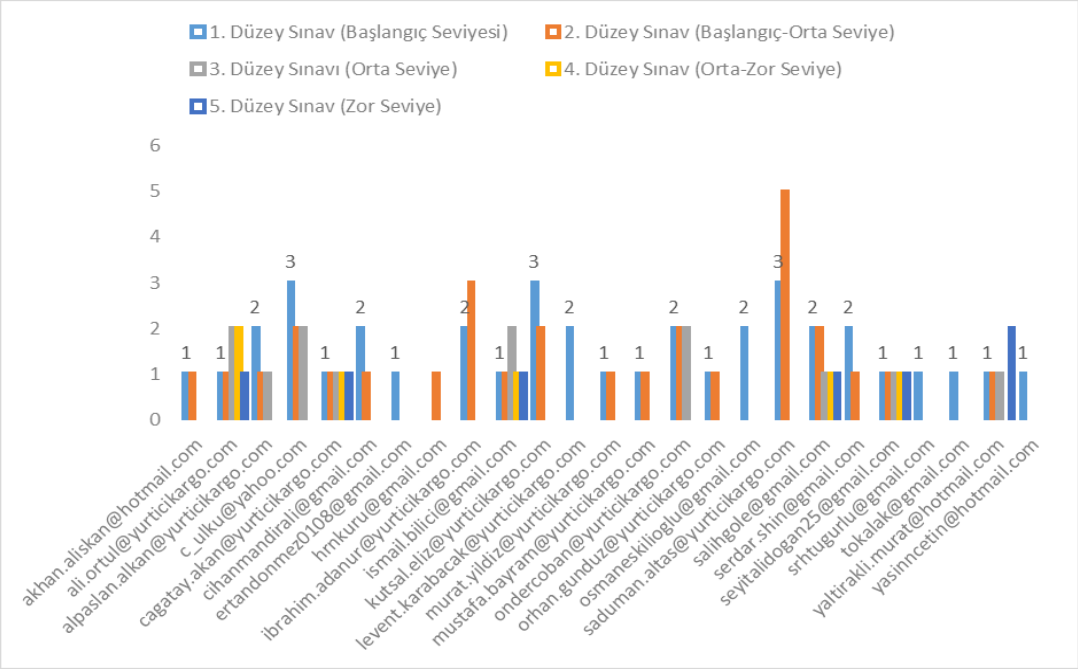
3. Kullanıcı Cevaplarının Analizi ve Sonuçları

01.05.2018 ile 24.05.2018 tarihleri arasında siteye üye olmuş 172 kullanıcıdan 105 üye testleri toplamda 388 kez cevaplanmıştır. Üye test çözme ortalaması buna göre 3,70 olarak belirlenmiştir. Testi çözen 105 üyenin meslek gruplarına göre bakıldığında Tehlikeli Madde Güvenlik Danışmanları ve Bilgi Sistemleri Uzmanlarının grup içinde en çok test çözenler olduğu görülmektedir.



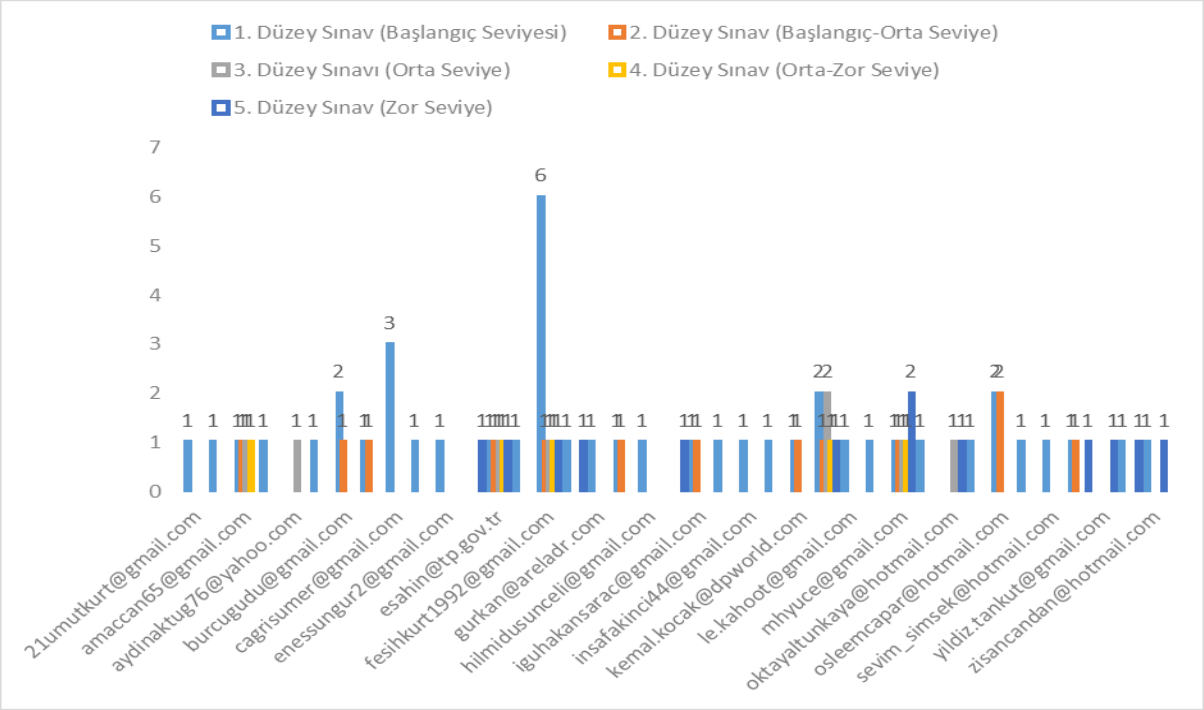
Şekil 6: Meslek Gruplarına Göre Test Grafiği

Testi çözen üyelerden 25 kişi bilgi sistemleri uzmanı olarak, 39 kişi de TMGD olarak meslek bildirmiştir. Bilgi sistemleri uzmanı olan 25 kullanıcı toplamda 93 test çözmüş, TMGD olan 39 kullanıcı toplamda 83 test çözmüştür.



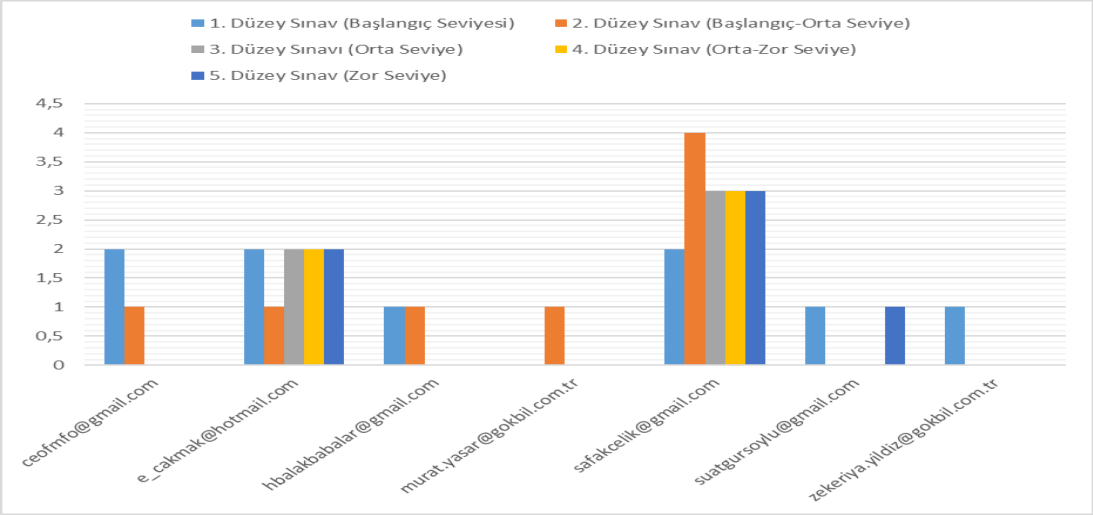
Şekil 7: Bilgi Sistemleri Çözülen Test Grafiği

Buna göre bilgi sistemleri uzmanlarının test çözme ortalaması 3,72, TMGD olan test çözme ortalaması 2,13 olarak belirlenmiştir.



Şekil 8: TMGD Çözülen Test Grafiği

Meslek grupları içinde lojistik yöneticileri, sektör çalışanları olarak 33 test çözerek üçüncü sırayı almışlardır. Bu grupta 7 kullanıcı bulunmakta olup ortalama 4,7 test çözüldüğü görülmektedir.



Şekil 9: Lojistik Yöneticleri Çözülen Test Grafiği

Evraklar ve araç emniyeti soru grubunda 1183 yanlış cevap bulunmaktadır. Toplam yanlış cevaplar içerisinde bu yaklaşık %46 oranına ulaşır. Evraklar ve araç emniyeti soru grubu toplam yüz soru içerisinde %43'lük en büyük soru grubudur. Maddenin özellikleri soru grubunda yanlış cevap oranı %6,6 olarak tespit edilmiştir. Toplam sorular içerisinde bu grubun ağırlığı %8'dir. Paketleme ambalaj grubunun ağırlığı %12 olup yanlış cevap oranı %11 olarak hesaplanmıştır. Tehlike etiketleri ve levhalar grubuna bakıldığında %23 oranında yanlış cevap verildiği, grubun toplam sorular içindeki ağırlığınınsa %27 olduğu görülmektedir. Son grup olan tehlikeli madde sınıflarındaysa yanlış cevap oranı %2, grubun toplam sorular içindeki ağırlığı ise %10 olarak tespit edilmiştir. Bu verilere göre en çok doğru cevap verilen grup tehlike etiketleri ve levhalar grubu olmasına rağmen, yanlış cevaplama yüzdelerine bakıldığında tehlikeli madde sınıfları grubunun yanlış cevap oranının %2 ile en düşük olduğu görülmektedir.

En çok doğru cevap 1288 doğru cevapla Tehlike etiketleri ve levhalar grubu olmuştur. Toplam doğru cevaplar içerisinde bu yaklaşık %28 oranına denk gelmektedir. Grubu toplam yüz soru içerisinde %23'lük ağırlığı bulunmaktadır. Maddenin özellikleri soru grubunda doğru cevap oranı %10 olarak tespit edilmiştir. Toplam sorular içerisinde bu grubun ağırlığı %8'dir. Paketleme ambalaj grubunun ağırlığı %12 olup doğru cevap oranı %11 olarak hesaplanmıştır. Evraklar ve araç emniyeti soru grubunun ağırlığı %43 iken, doğru cevap oranı %41 olmuştur. Son grup olan tehlikeli madde sınıflarındaysa doğru cevap oranı %8.8, grubun toplam sorular içindeki ağırlığı ise %10 olarak tespit edilmiştir. Tehlike etiketleri ve levhalar grubu yüzdelik değer olarak da en çok doğru oranına sahip olan grup olmuştur.

Herhangi bir testi iki kere çözen 55 kullanıcının ilk çözdüğü testle ikinci çözdüğü test arasında doğru cevaplarındaki değişime bakıldığında %86.52'lik artı yönlü değişim olduğu görülmektedir.

Herhangi bir testi iki kereden daha fazla kere çözen 24 kullanıcının ilk çözdüğü testten itibaren her çözdüğü testin değişim yüzdesi bulunmuş ve toplam çözülen test sayısına bölünerek ortalaması tespit edilmiştir. Buna göre çözülen testler arasındaki doğru cevap sayılarının değişime bakıldığında %36,16'lık artı yönlü değişim olduğu görülmektedir.

4. Sonuç

Tehlikeli madde taşımacılığı uluslararası anlaşmalar ve anlaşmalara taraf olan devletlerin kendi belirledikleri yasa ve yönetmeliklerle yapılıyor olmasına rağmen insan hatası sebebiyle risk unsuru yüksek bir alan olarak görülmektedir. Herhangi bir kaza durumunda etkilerinin kolay geri döndürülemez oluşu hatta birçok durumda geri dönüşün mümkün olmaması sebebiyle insan hatasını en aza indirmek için çalışmalar devam etmektedir. Ülkemizde uluslararası tehlikeli madde taşımacılığı anlaşmalarına taraf olmakla birlikte yasa ve yönetmeliklerle düzenlemeler yapmaktadır.

Karayoluyla tehlikeli madde taşımacılığı için hazırlanan www.tehmat.com örneğinde görüldüğü üzere kullanıcıların eğitimlere katılmaları, tasarlanan ödül rozetlerini elde etmek için daha fazla doğru cevap güdüsüyle konuya ilgili olmaları sağlanmış, testleri iki kere çözen kullanıcılarda doğru cevap sayısı %86.52 oranında artış sağlamıştır. Hazırlanan testlerin SRC ve TMGD eğitimi veren kurumlarca yaygın olarak kullanılması sonucunda katılımcıların eğitimine destek olacağı düşünülmektedir.

www.tehmat.com uygulaması Android ve IOS için uygulama olarak yazılarak ilerleyen dönemde çevrimdışı olarak da kullanılabilecektir. Yazılacak uygulama kullanıcıların kolay ulaşım sağlaması ve farklı cihazlarda istedikleri anda ve istedikleri mekânda eğitim imkânı sağlayacak olması açısından önemlidir.

Kaynakça

Arkün Kocadere, S., & Samur, Y. (2016). *Oyundan oyunlaştırmaya.* Sakarya: Sakarya Üniversitesi.

Chou, Y.-k. (2014, 02 26). *Gamification to improve our world: Yu-kai Chou at TEDxLausanne*. 09 07, 2018 tarihinde https://www.youtube.com/watch?v=v5Qjuegtiyc: https://www.youtube.com/watch?v=v5Qjuegtiyc adresinden alındı

Economic Commission for Europe. (2016). *European Agreement concerning the ınternational carriage of dangerous goods by Inland Waterways - ADN* (Cilt 1). Ney York and Geneva: United Nations.

Economic Commission for Europe Inland Transport Committee. (2016). *ADR European Agreement concerning the ınternational carriage of dangerous godds by road.* New York and Geneva: UNITED NATIONS.

Karataş, E. (2014). Eğitimde oyunlaştırma: Araştırma eğilimleri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD), 15*(2), 315-333.

KGM. (2018, 09 06). *http://www.kgm.gov.tr*. 09 06, 2018 tarihinde http://www.kgm.gov.tr: http://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Istatistikler/TrafikveUlasim.aspx adresinden alındı

McGonigal, J. (2010, 02 01). *Gaming can make a better world Jane McGonigal*. 06 13, 2018 tarihinde https://www.ted.com/talks/jane_mcgonigal_gaming_can_make_a_better_world?language=tr#t-1172650: https://www.ted.com/talks/jane_mcgonigal_gaming_can_make_a_better_world?language=tr#t-1172650 adresinden alındı

Trafik Kazalarının Önlenmesinde Buzlanmayı Algılayıcı ve Önleyici Sistemler: Erzurum İli Örneği

K. Diler ALEMDAR[1], Ömer KAYA[2], Emre KUŞKAPAN[3], M. Yasin ÇODUR[4]

[1]Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25070, Türkiye, kadir.alemdar@erzurum.edu.tr

[2]Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25070, Türkiye, omer.kaya@erzurum.edu.tr

[3]Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25070, Türkiye, emre.kuskapan@erzurum.edu.tr

[4]Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25070, Türkiye, mycodur@erzurum.edu.tr

Özet

Türkiye'nin ilk yıllarında özellikle demiryollarında yapılan yatırımlar öne çıkarılmıştır. Ülkemizde Karayolları Genel Müdürlüğü'nün (KGM) kurulmasıyla birlikte karayolu ulaşım ağında ve karayolu taşıtlarında yaşanan gelişmeler demiryolu ağına ve taşıtlarına oranla daha hızlı gerçekleşmiştir. Bu gelişmeler ile birlikte nüfus yoğunluğunun artması ve sosyoekonomik gelişmelerden dolayı trafikteki taşıt sayısı da artmaktadır. Bunun yanında özellikle kentsel bölgelerde artan taşıt sayısı çeşitli problemlere yol açmaktadır. Özellikle kış mevsiminin yoğun olarak yaşandığı ülkemizin doğu kesiminde, kar ve buzlanmadan dolayı trafik güvenliği olumsuz olarak etkilenmektedir. Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesinde bulunan Erzurum ili kentler arası ulaşımda geçiş noktası olması bakımından transit yollara sahiptir. Bu nedenle ülkemizin doğu kesiminde ulaşımda etkin bir rol oynamaktadır. Kent trafiği, sıcaklığın kış aylarında sıfırın altına inmesinden dolayı kar ve buzlanmadan olumsuz olarak etkilenmektedir. Ulaşımda özellikle eğimli yollarda, köprülerde ve trafiğin yoğun olduğu bölgelerde kar ve buzlanmadan dolayı meydana gelen kazaların sayısı her geçen gün artış göstermektedir. Bu kazalarda meydana gelen can ve mal kayıpları önemli ölçüde maddi ve manevi sonuçları beraberinde getirmektedir. KGM ve yerel yönetimler tarafından kar ve buzlanma ile mücadele edilmektedir. Ancak yol ağlarının çok geniş olması bu hizmetin

yapılmasını güçleştirmektedir. Bunun yanında buzlanma ile mücadelede tuz ve yola zarar veren kimyasal maddelerin kullanılması karayolu üst yapısına zarar vermektedir. Ülke ekonomisi ve bütçesi düşünüldüğünde bu durumun maliyeti önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmada bir Akıllı Ulaşım Sistemi (AUS) uygulaması olan buzlanmayı algılayıcı ve önleyici sistemlerin Erzurum ilinde meydana gelen trafik kazalarının önlenmesinde kullanılabileceği öngörülmüştür. Bu sayede trafik güvenliği ve konforu artacak, ulaşım rahatlayacaktır. Bununla birlikte trafik kazalarından kaynaklı maddi, manevi kayıplar ve ülke ekonomisine verilen zararın önüne geçilmesi sağlanmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Akıllı ulaşım sistemleri, buzlanmayı algılayıcı ve önleyici sistem, trafik güvenliği*

Detecting and Preventing Icing in the Prevention of Traffic Accidents: A Case Study of Erzurum

K. Diler ALEMDAR [1], Ömer KAYA[2], Emre KUŞKAPAN[3], M. Yasin ÇODUR[4]

[1]*Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Civil Engineering Department 25070 ERZURUM/TURKEY, kadirdiler.alemdar@erzurum.edu.tr*

[2]*Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Civil Engineering Department 25070 ERZURUM/TURKEY, omer.kaya@erzurum.edu.tr*

[3]*Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Civil Engineering Department 25070 ERZURUM/TURKEY emre.kuskapan@erzurum.edu.tr*

[4]*Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Civil Engineering Department 25070 ERZURUM/TURKEY mycodur@erzurum.edu.tr*

Abstract

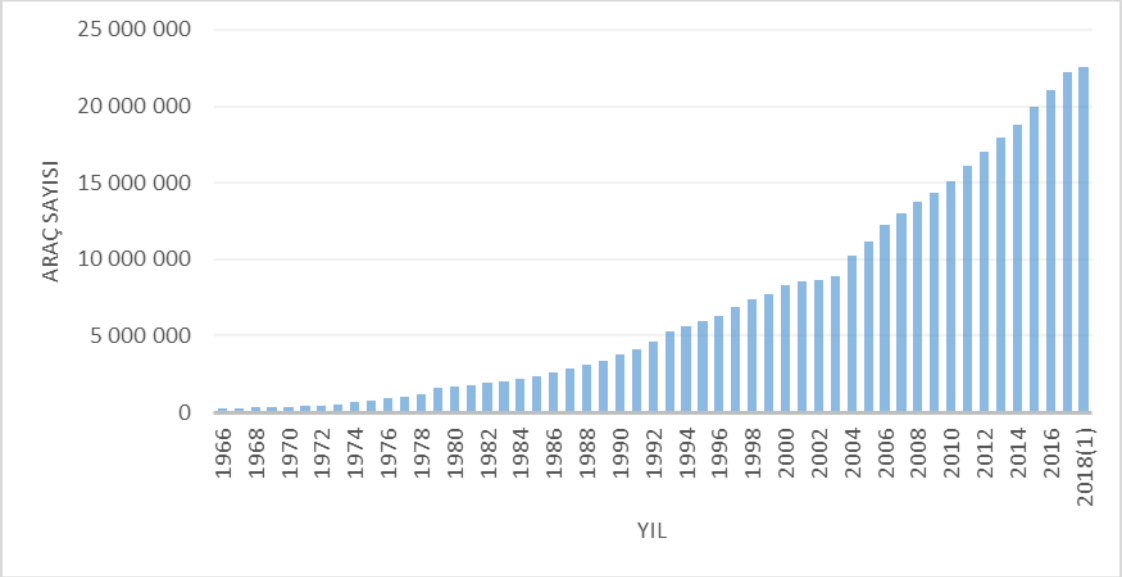
The early years of Turkey especially investment made in railway are highlighted. With the establishment of the General Directorate of Highways (GDH) in our country, the developments experienced in road transport network and road vehicles have been realized faster than railway network and vehicles. Along with these developments, the number of vehicles in traffic is also increasing due to the increase in population density and socioeconomic developments. In addition, increasing number of vehicles, especially in urban areas, leads to various problems. Especially in the eastern part of our country where the winter season is heavily affected, traffic safety is adversely affected due to snow and ice. Erzurum province in Turkey's Eastern Anatolia Region has the transition point in terms of being a transit road for inter-city transportation. For this reason, transport in the eastern part of our country also plays an active role. Urban traffic is adversely affected by snow and ice because the temperature drops below zero in the winter months. Especially in sloping roads, bridges and areas where heavy of traffic in transportation occurring the number of traffic accidents due to snow and ice indicate increasing day by day. Occurring loses of life and material in these accidents bring along with considerably material and spiritual conclusions. GDH and local governments are fighting snow and ice. However, the wide range of road networks

makes this service difficult. Besides, the use of chemical substances damaging the road and salt in the struggle against icing damage the road superstructure. When the country economy and budget are considered, the cost of this situation is important. In this study, it is predicted that an Intelligent Transportation System application, ice detection and prevention systems, could be used to prevent traffic accidents in the city of Erzurum. In this way traffic safety and comfort will be increased, transportation will be relaxed. At the same time, it will be ensured that the material and spiritual losses caused by traffic accidents and the damage to the economy of the country preventing.

Keywords: *Detecting and preventing icing system, intelligent transportation system, traffic safety*

1. Giriş

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra, 20. yüzyılda karayolu ulaşımının önemi arttıkça, diğer ulaşım sistemleriyle rekabet etmeye başlamıştır. 1970'li yıllarda meydana gelen enerji krizi aşıldıktan sonra, 1980'li yıllarda karayolu ulaşımının önemi artma eğilimine devam etmiştir. Bu artış eğilimi ülkemizde de gözlenmiştir. 2000'li yıllarda, birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde karayolu taşımacılığı en ön plana çıkmıştır. 1923 yılında kurulan Türkiye Cumhuriyeti, Osmanlı İmparatorluğu'ndan 4,000 km iyi durumda 18,000 km yol devralmıştır. Cumhuriyetin ilanından 1948'e kadar demiryolu ulaşımı ön planda yer almaktadır. Ancak, 1948 yılında bu durum değişmiştir ve karayolu ulaşımı için çok önemli bir dönüm noktasına gelinmiştir. Enerji kaynaklarının artışıyla karayolu ulaşımında önemli gelişmeler yaşanmıştır. Ancak, en büyük gelişme 1948 yılında Marshall yardımlarıyla meydana gelmiştir. Marshall yardımları karayolu ulaşımında büyük gelişmelere katkı sağlamasına rağmen hala daha çok tartışılan bir süreçtir. Diğer taraftan yolların onarımı, bakımı ve yapımından sorumlu olan Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) 1950 yılında kurulmuştur. Modern ulaşım araçları ile 1960'ların sonlarında Türkiye'nin hemen hemen her yerine ulaşım sağlanmıştır. 1980'li yıllardan günümüze karayolu ulaşımına gereken önem verilmiştir ve önemli gelişim yaşanmıştır. 2018 Ocak ayı verilerine göre KGM sorumluluğu altında toplam 67,119 km yol uzunluğu bulunmaktadır. Yol uzunluğunun her geçen yıl büyümesi doğal olarak trafikteki taşıt sayısını da artırmaktadır. Şekil 1'de yıl bazında trafikteki taşıt sayıları verilmiştir. Taşıt sayısındaki bu artış beraberinde olumlu ve olumsuz birçok konuyu gündeme getirmiştir. Olumlu konulara, ulaşım ve erişim kolaylığı, kısa seyahat süreleri, vb. örnek gösterilebilmektedir. Trafik kazaları, maddi ve manevi kayıplar, çevre kirliliği, vb. ise olumsuz konular arasında yer almaktadır.



Şekil 1: Taşıt sayısı
Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu, 2018a

Şekil 1'de görüldüğü gibi taşıt sayısı her yıl artmaktadır. Trafikteki taşıt sayısının artmasıyla birlikte trafik kazlarının sayısında da ciddi bir artış söz konusudur. Trafik kazalarından her yıl milyonlarca insan maddi veya manevi şekilde etkilenmektedir. Bunun haricinde ekonomik kayıpları da söz konusudur. Trafik kazalarının bu denli önemli olmasından dolayı, trafik kaza istatistikleri hayati bir öneme sahiptir. Bu alanda yapılan istatistiki çalışmalardan elde edilen bilgilerden bazıları;

- Her yıl yaklaşık olarak 1.3 milyon insan trafik kazalarında hayatını kaybetmektedir ve ortalama olarak günde 3,287 insan ölmektedir.
- Ayrıca her yıl 20-50 milyon insan yaralanmaktadır.
- Meydana gelen ölümlerin yarısından fazlası 15-44 yaş arasında gerçekleşmektedir.
- Dünya genelinde ölüm sebepleri arasında trafik kazaları 9. sırada yer almaktadır.
- Trafik kazaları dünya genelinde yıllık 518 milyar dolar ekonomik kayba neden olmaktadır.

Trafik kazalarında Türkiye'deki durum diğer ülkelerden farklı değildir. Her yıl binlerce insan hayatını kaybetmektedir. 2009-2017 yılları arasında meydana gelen trafik kazaları ve buna ait veriler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1:Trafik Kaza İstatistikleri
Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu, 2018b

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Trafik Kaza Sayısı	1,053,346	1,106,201	1,228,928	1,296,634	1,207,354	1,199,010	1,313,359	1,182,491	1,202,716
Ölü Sayısı	4,324	4,045	3,835	3,750	3,685	3,524	7,530	7,300	7,427
Yaralı Sayısı	201,380	211,496	238,074	268,079	274,829	285,059	304,421	303,812	300,383

İstatistiklerden de görüldüğü gibi trafik kazaları tüm dünya genelinde insanlık için büyük bir tehdittir. Trafik kazalarını azaltmak veya önlemek için yapılan araştırmalarda en önemli konulardan biri trafik kazalarına neden olan unsurlardır. Yapılan araştırmalarda görülüyor ki, trafik kazalarına neden olan kusurlar ülkeden ülkeye farklı değerlendirilebilmektedir. Türkiye'de meydana gelen trafik kazalarının nedenleri şöyle açıklanmaktadır;

- Sürücü kusuru
- Yaya kusuru
- Yolcu kusuru
- Yol kusuru
- Araç kusuru (Türkiye İstatistik Kurumu, 2018c)

Ancak, trafik kazalarına neden olan unsurların bu başlıklar altında toplanması yeterli görülmemektedir. Bu yüzden trafik kaza istatistikleri sağlıklı bir şekilde oluşturulamamaktadır. Örneğin, mevsimsel şartlar veya hava koşulları bir trafik kaza nedeni olarak düşünülmemiştir. Hava sıcaklığı, yoldaki buz oluşumu, ağır kış koşulları vb. birer trafik kaza nedeni olarak düşünülmelidir. Ülkemizin özellikle doğu kısmında ağır kış koşulları yaşanmaktadır. Bu yüzden bu bölgelerde hava şartlarından dolayı daha çok trafik kazaları meydana gelebilmektedir.

Hava sıcaklığının düşük olması beraberinde birçok problemi meydana getirmektedir. Bu problemlerin başında yollarda kar birikintisi ve buz oluşumu gelmektedir. Kar ve buz etkisini azaltmak veya ortadan kaldırmak için çeşitli metotlar kullanılmaktadır. Bu metotlar konvansiyonel ve modern metotlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kar ve buzla mücadelede akla ilk gelen konvansiyonel metot süpürme-temizleme yöntemidir. Konvansiyonel metotların

ikincisi tuzlama yöntemidir. Tuz maliyet bakımından avantajlı olmasına rağmen çevreye ve yol kaplamasına verdiği zarardan dolayı kullanımı tartışılmaktadır. Tuzun negatif yönlerini ortadan kaldırmak için başka konvansiyonel metotlar geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları kumlama, ıslatılmış kumlama, sıcak ıslatılmış kumlama ve kimyasal kullanımıdır. Modern metotlar ise elektrikli ısıtma yöntemi, sprey yöntemi ve buzlanmayı algılayıcı ve önleyici sistem yöntemidir. Bu yöntemlerin uygulanması üzerine birçok çalışma yapılmıştır ve bunlardan bazıları şunladır;

Kış koşullarında trafik güvenliği ve buzlanmayla mücadele ile ilgili ilk çalışmalar 1970'lere dayanır. Bu çalışmaların ilk örneklerinde, Furbush (1972) agrega sertliğin sürtünme üzerindeki etkisini araştırmak için kar ve buz olmayan yollar üzerinde yaptığı testlerle sert malzemelerin yumuşak malzemeye oranla daha yüksek bir kayma direnci verdiğini göstermiştir. Daha iyi bir kayma direncine sahip agreganın yol üzerinde ne kadar kaldığına dair yapılan bir araştırmada Gray ve Male (1981) kış bakım çalışmalarında yaygın olarak kullanılan kumun yol platformu üzerinden kolaylıkla dışarı atıldığının ve on ile on iki aracın geçişinin kumun savrulması için yeterli olduğunu vurgulamıştır. Kumun sürtünmeyle ilişkisinde yapılan bir araştırmada, Borland ve Blaisdell (1993) beş değişik buz tipini inceleyerek kaba taneli kumun daha fazla sürtünme sağladığı ve sürtünme artışının çoğunlukla uygulama oranına bağlı olduğu sonucuna varmışlardır.

Kumun çevreye etkisi üzerine yapılan çalışmalarda, Amerikan Test Malzemeleri Derneği ve Wisconsin Ulaşım Merkezi'ne (1996-1989) göre sürtünme sağlayıcı maddelerin yağış suyu akış deliklerini ve kanalizasyonları tıkayabileceği ve tekerlek yükleri altında aşındırıcı malzemenin parçalanacağını göstermiştir. Nixon (2001) yaptığı çalışmada, aşındırıcıların tuzdan daha pahalı olup trafik güvenliğine katkısı olmamasının yanında malzemenin geri toplanması, temizlenmesi ve geri kullanılması konusunda başarısız olunduğunu belirterek çalışmasında "kış bakım çalışmalarında aşındırıcı kullanımı azaltılmalı" sonucuna varmıştır.

Tuzlama yöntemiyle ilgili çalışmalarda uygulanmasından çok çevreye olan zararlı etkisi üzerine araştırmalar yapılmıştır. Mangold (2000) ve Kasperovicius ve Oskinis (2004) çalışmalarında kolay uygulanabilir ve maliyeti düşük oluşuyla birlikte tuzun uygulanma

sıcaklığının – 10 dereceye kadar buzu erittiğini ve daha düşük sıcaklıklarda etkin olmadığını göstermiştir. Ayrıca – 4 dereceden sonra tuza başka kimyasal katılarak buzu eritme aralığının genişletilebileceğini savunmaktadırlar. Kuloğlu ve Kök (2005), tuzun asfalt kaplamaya etkisini deneysel olarak incelemişlerdir. Kışın don etkisini azaltmak ve önlemek amacıyla kullanılan tuzun yol platformu üzerinde eriyerek bir çözelti oluşturduğu ve beton asfalt kaplamaya sızarak ciddi zararlar verdiği araştırılmıştır. Bu amaçla, farklı tuz çözeltilerinde farklı zaman aralıklarında Marshall numuneleri, elastisite modülü ve yorulma deneyine tabi tutularak %1-1,5 tuz oranınca numunelerin dayanımlarının düştüğü tespit edilmiştir.

Hallberg ve Henrysson (1999) çalışmalarında, dört farklı tip malzeme kullanmıştır. İlki, 0-8 mm çapında kum ve 25 kg/m^3 tuzdan oluşan kum-tuz karışımıdır. İkincisi 2-5 mm çapında soğuk agrega parçalarıdır. Hazırlanan bu malzemelere geleneksel yöntemlerle yeni yöntemler uygulanmıştır. Hottstone olarak adlandırılan yöntemde 2-5 mm çapındaki agregalar 180 dereceye kadar ısıtılmış diğerinde ise 0-8 mm çapındaki kum 90 derecedeki sıcak suyla karıştırılmıştır. Yeni metotların amacı kumun yoldan savrulmasını engelleyerek yüzeye yapışmasını sağlamaktır. Karışımlar 350 kg/km uygulama oranında yol platformuna serilmiştir. Her iki metotta da sürtünme yol yüzeyinde birkaç gün sağlanabilmiştir.

Brandon L. Ward (2002) çalışmasında iki adımlı bir uygulama gerçekleştirmiştir. Birinci adımda Brookly köprüsünü güney kısmına buzlanmayı önleyici sprey sistemini uygulamıştır. İkinci adımda ise yol bilgi sistemlerini kullanarak sprey sisteminin etkinliğini vurgulamıştır. Bu sistemde kullanılan kimyasal oranlarının diğer geleneksel yöntemlere nazaran daha az olduğu ortaya konmuştur.

Vaa (2004) çalışmalarında buzlanma ile mücadelede etkin yeni bir yöntem bulmuştur. Çalışmasında Vaa, 2000-2001 ve 2002-2003 kış aylarında Norveç'te şehirlerarası yollar ve diğer yollar üzerinde sıcak ıslatılmış yöntemini uygulamıştır. 0-4 mm çapındaki agreganın 90 derecedeki sıcak suyla karıştırılarak yol yüzeyine serilmesi esasına dayanan yöntemde, Vaa OSCAR ve ROAR cihazlarıyla yolun sürtünme katsayısını ölçmüş ve sıcak ıslatılmış kumlama yönteminin trafik güvenliği açısından istenen sürtünme değerine yakın olduğunu söylemiştir.

O'Keefe ve Shi (2006) yaptıkları çalışmada kar ve buz kontrolü için buzlanma önleyici sistemin geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında kullanılan kimyasalların ve aşındırıcıların miktarının düşürülebileceğini göstermişlerdir. Bunun yanında bakım maliyetlerinin düşürüleceği, hizmet seviyesinin artacağı ve daha az sayıda trafik kazası olacağını savunmuşlardır.

Perchanok vd. (2010) yaptığı çalışmada, sıcak ıslatılmış kumlama yöntemini ele almış ve Amerika ve Kanada'da belirli şehirlerde bu yöntemi farklı yüzey tipleri için uygulamıştır. Maliyetini ve etkilerini karşılaştıran Perchanok, sıcak ıslatılmış kumlama yönteminin diğer yöntemlerden üstün olduğunu söylemiştir. Kanada Ulaştırma Merkezi tarafından yürütülen bir çalışmada, sıcak ıslatılmış kumlama yöntemi Kirkenes havaalanı, Svalbard havaalanı ve Bardufoss Hava Kuvvetleri Üssü'nde uygulanmış ve havaalanı yönetimine memnuniyetleri sorulmuştur. Geleneksel kumlama yöntemiyle karşılaştırıldığında sürtünmeyi arttırması ve uygulamanın uzun süre yol platformu üzerinde durabilmesi gibi birçok yararının olduğu vurgulanmıştır.

Yukarıda buzlanma ile mücadelede kullanılan geleneksel ve yeni yöntemlerin yanı sıra bu yöntemlerin avantajları ve dezavantajlarını içeren özet bir literatür sunulmuştur. Fakat şunu belirtmek gerekir ki geleneksel yöntemlerin verdiği ciddi zararlar nedeniyle istenmediği ve yeni yöntemlerin son yıllarda uygulanma alanı bularak yaygınlaştığı gözlenmektedir.

Lai, Oiu, Chen, Fan, Wang (2015) deneysel yöntemler ve yeni teknoloji ışığından tünel girişlerinde ısıtmalı kaplama sisteminin uygulanmasını öne sürmüştür. Bu çalışmasında geleneksel metotların çevreye ve yola zarar verdiğini tünel girişlerinde bu sistemin uygulanmasının daha avantajlı olduğunu ileri sürmüştür.

Kılıç (2015) çalışmasında kış şartları altında karayollarında kar ve buzlanma ile ilgili mücadelede yaşanan sıkıntılar dile getirilmiştir. Bunun sonucunda hem insan gücünü azaltmak hem de daha etkili bir yöntem ortaya koyabilmek için buzlanmayı önleyici sistemlerini yol bilgi sistemleri ile bütünleşmiş ederek tam otomatik buzlanmayı algılayıcı ve önleyici sistemi uygulamıştır. Uygulamanın sonucunda uygun şartlar oluştuğunda sistemin daha az enerji sarfiyatı ve daha az kimyasal tüketimi sunarak çalıştığı gözlenmiştir.

Wright, Pary and Airey (2016) kimyasal bileşenlerin kaplama yüzeyinin dayanıklılığı üzerindeki etkisini incelediler ve bu çalışmada buz ve kaplama yüzeyi arasındaki yapışmayı azaltmak ve böylece buzun kolayca çıkarılmasına izin vermek için belirli düşük enerjili yüzey malzemelerinin kaplama yüzeyine dâhil edilebileceğini göstermişlerdir. (Düşük enerjili yüzey malzemesi: sodyum format ve sodyum silikattır).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde görülmüştür ki; artık konvansiyonel metotlar kar ve buzla mücadelede yetersiz kalmaktadır. Bu mücadelede daha fazla etkili olabilmek için modern metotlar kullanılabilir. Modern metotlar içerisinde en son teknolojiye entegre edilmiş olan buzlanmayı algılayıcı ve önleyici sistemdir. Yapılan çalışmalarda bu sistem içerinde bulunan sensör ünitesinde sadece sıcaklık sensörleri kullanılmıştır. Ancak yapılan bu çalışmamızda sıcaklık sensörü haricinde nem sensörü de bulunmaktadır. Bunun amacı düşük sıcaklıklarda meydana gelen nemin yol üzerinde buz tabakasına dönüşme ihtimalinide hesaplamaktır.

2. Materyal ve Method

Bu çalışmada adı geçen metotların karşılaştırılması için sıklıkla uygulandığı bölgeler incelenmektedir. Bu yüzden Türkiye ve özellikle ağır kış koşullarına maruz kalan Doğu Anadolu Bölgesi göz önüne alınmıştır. Bu bölge kar ve buz ile mücadelede büyük çaba sarf etmektedir. Bu bölgenin iklimi hakkında bilgi sahibi olmak açısından Şekil 2 ve Şekil 3 incelenebilir. Şekil 2 ve Şekil 3'de görüldüğü gibi özellikle Erzurum, Ağrı ve Kars en ağır kış koşullarına maruz kalan illerdendir. Rakımın da etkisiyle yılda 95-125 gün arasında karla kaplı gün sayıları görülmektedir. Adı geçen iller arasında nüfus ve ekonomi olarak en büyük il olan Erzurum'un bazı sıcaklık verileri Tablo 2 ve Tablo 3'de verilmiştir.

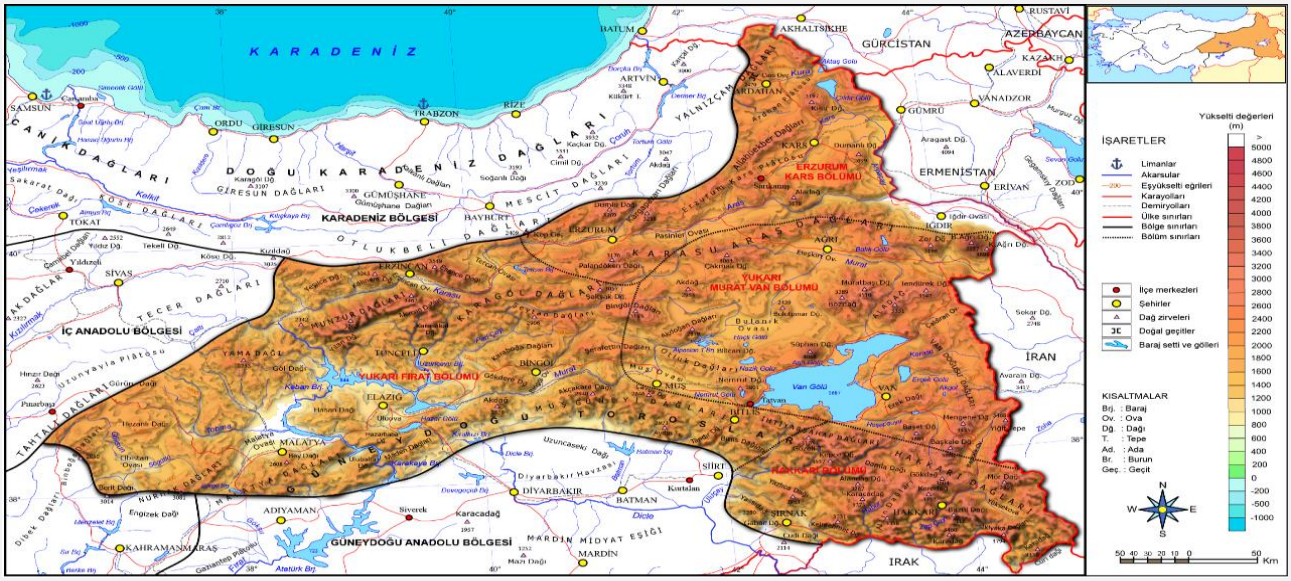
Tablo 2: Erzurum Sıcaklık Ölçümleri
Kaynak: Türkiye Meteoroloji Müdürlüğü, 2018a

Erzurum	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
ÖLÇÜM ARALIĞI (1929-2017)													
En Yüksek Sıcaklık(°C)	8.0	10.6	21.4	26.5	29.8	32.2	35.6	36.5	33.3	27.0	20.7	14.0	36.5
En Düşük Sıcaklık (°C)	-36.0	-37.0	-33.2	-22.4	-7.1	-5.6	-1.8	-1.1	-6.8	-14.1	-34.3	-37.2	-37.2

Tablo 3: Erzurum Maksimum Sıcaklık Ölçümleri
Kaynak: Türkiye Meteoroloji Müdürlüğü, 2018a

Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı		Günlük En Hızlı Rüzgâr Hızı		En Yüksek Kar Yağışı Miktarı	
23.02.2004	59.6 mm	16.04.1974	110.2 km/h	24.02.2004	110.00 cm

Şekil 2: Türkiye Yıllık Ortalama Kar Örtülü Gün Sayısı Haritası
Kaynak: Türkiye Meteoroloji Müdürlüğü, 2018b



Şekil 3: Doğu Anadolu Bölgesi Fiziki Haritası
Kaynak: http://cografyaharita.com/haritalarim/4mdogu_anadolu_bolgesi_fiziki_haritasi2.png

Dünya genelinde kar ve buz ile mücadelede birçok metot kullanılmıştır. Kullanılan bu metotlar konvansiyonel ve modern metotlar olmak üzere ikiye ayrılır.

2.1. Konvansiyonel Metotlar

2.1.1. Süpürme -Temizleme Yöntemi

Süpürme-Temizleme metodundaki işlem yoldan kar ve buzu kazıma suretiyle uzaklaştırmaktır. Kazıma işlemi yapılırken insan gücü, aletler veya araç kullanılmaktadır. Bilindiği gibi trafik güvenliğini sağlamak için yollardan kar ve buz acil bir şekilde uzaklaştırılmalıdır. Yağışın ve buz oluşumunun etkisiyle düşen sürtünme katsayısı bu metot ile uygun bir düzeye çıkarılabilmektedir. Süpürme-Temizleme yöntemi genel olarak kar ve buz ile mücadelede en etkili yöntem olarak görülmektedir (Performance Evaluation of Snow and Ice Plows, 2015). Ayrıca adı geçen diğer yöntemlerin hemen hemen hepsinin bir parçasıdır. Süpürme ve Temizleme yöntemine örnek olarak Şekil 4 gösterilebilir.

Şekil 4: Süpürme ve Temizleme Çalışmaları
Kaynak: http://www.bursa.com/dogu-anadoluda-kar-etkili-oluyor-n329376/
http://www.kgrt.net/guncel/kar-temizleme-ve-tuzlama-calismalari-devam-ediyor-h19472.html

2.1.2. Tuzlama Yöntemi

Buzlanmayı önlemek için donma noktasını düşüren kimyasallar kar yağışı başladıktan hemen sonra veya kar yağışının başlamasından hemen önce yola yayılmalıdır. Böylece kar ve buz ile yol yüzeyi arasında bağlantı oluşması önlenir. Bu işlemde en çok kullanılan katı kimyasal kaya tuzudur. Düşük maliyetli olması nedeniyle genellikle katı halde buz çözücü ve buzlanma önleyici olarak kullanılır.

Kaplama kenarlarından veya yol yüzeyindeki mikro çatlaklardan sızan tuzlu sular bir gün içinde değişen sıcaklıklara bağlı olarak donma-erime etkileşime neden olarak kaplamaya zarar verebilir. Şekil 5'de tuzun asfalt kaplamaya ve betona verdiği zararlara örnek verilmiştir.

Şekil 5: Tuzlamanın Kaplamalara Etkisi

Kaynak: https://www.treehugger.com/cars/salt-vs-brine-the-good-the-bad-and-the-ugly.html
https://www.nachi.org/visual-inspection-concrete.htm

2.1.3. Kumlama Yöntemi

Düşük sıcaklıklarda kimyasalların etkisini kaybettiği ve sürtünmenin azaldığı durumlarda kar ve buzlanma ile mücadelede kumlama yöntemi kullanılabilmektedir. Kum, kömür tozu ve balastlar gibi aşındırıcı maddeler, karda kalan yüzey tabakasının pürüzlülüğünü artırarak araçların yol platformunda kaymasını ve şeritten çıkmasını engellemektedirler. Kumlama yöntemi de tuzlama yöntemi gibi insan gücü veya araçlar kullanılarak yol yüzeyine yayılmaktadır. Tuzun ve kumun birlikte yol yüzeyine yayıldığı da uygulamada görülmektedir. Burada amaç tuzun buz çözücü etkisini, kumun ise sürtünme katsayısını artırma özelliğini kullanmaktır. Ancak tek başına kumlama yöntemi trafiğin etkisiyle hızla etkisini kaybettiği için kısa süreli bir çözümdür ve çevre kirliliğine sebep olmaktadır.

2.1.4. Islatılmış Kumlama ve Sıcak Islatılmış Kumlama Yöntemi

Birçok bilimsel araştırmada Norveç'te 1998/99 kış sezonunda test edilen ıslatılmış kumlama ve sıcak ıslatılmış kumlama yöntemlerinin geleneksel kumlama yöntemine göre daha uzun süren etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Sıcak ıslatılmış kumlama yöntemi sıcak su ile 0-4 mm çapındaki agrega parçacıklarının 90-95 derecede bir karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra yol yüzeyine serilme işleminden ibarettir. Bu yöntemin amacı yol yüzeyindeki sürtünmeyi, su ile birlikte karıştırıldıktan sonra yol yüzeyine yapışan aşındırıcı madde kullanılarak artırmaktır. Geleneksel kumlama yöntemi uygulanan yoldan 10 ile 12 araç geçişinden sonra kumun etkisini kaybettiği gözlenmektedir. Ancak sıcak ıslatılmış kumlama yöntemi uygulanan bir yoldan 2,000 araç geçmesine rağmen istenilen sürtünme katsayısı elde edilmiştir. Sıcak ıslatılmış kumlama yönteminin etkisinin uygun hava koşullarına bağlı olarak 3-7 gün arasında sürdüğü gözlemlenmiştir. Şekil 6'da sıcak ıslatılmış kumlama uygulanmış alan görülmektedir.

Şekil 6: Sıcak Islatılmış Kumlama Yöntemi Uygulandıktan Sonra Kaplamanın Görünümü
Kaynak: 2010 Annual Conference of the Transportation Association of Canada Halifax, Nova Scotia Report

2.1.5. Kimyasal Kullanımı

Bu yöntem de diğer yöntemler gibi kar ve buz ile mücadelede kullanılmaktadır. Kimyasal maddeler katı veya sıvı halde uygulanabilmektedir. Uygulanacak kimyasalların türü ve miktarı, kar veya buzun miktarına, ortam sıcaklığına ve uygulama alanına bağlı olarak değişebilmektedir. Diğer kimyasallara göre daha ucuz ve etkili oldukları için en çok kullanılan kimyasallar; sodyum klorür (NaCl), magnezyum klorür ($MgCl_2$), kalsiyum klorür ($CaCl_2$), kalsiyum magnezyum asetat (CMA) ve potasyum asetat (KAc)' dır. Ancak, bu kimyasalların bazıları asfalt ve beton kaplama yüzeyine, beton ekipmanlara, ekolojik sisteme ve metal parçalara zarar verebilir. Özellikle asetatların kanserojen maddeler içermesi nedeniyle kar ve buz ile mücadelede tercih edilmemektedir.

2.2. Modern Metotlar

2.2.1. Elektrikli Isıtma Yöntemi

Bu sistemde elektrikli ısıtma kablosu ve otomasyon kullanılarak kar ve buz birikiminin önlenmesi amaçlanmaktadır. Norveç, Kanada, Danimarka ve Türkiye gibi soğuk iklime sahip bölgeleri olan ülkeler kar ve buz ile mücadelede ısıtma kablolarını kullanmaktadırlar. Şekil 7'de elektrikli ısıtma uygulamasının yapılma aşaması görülmektedir.

Şekil 7: Ankara Protokol Yolu Üzerinde İmalatı Yapılan Elektrikli Isıtma Sistemi
Kaynak: http://www.ensonhaber.com/ankarada-alttan-isitmali-yol-elektrtik-bekliyor-2013-02-02.html

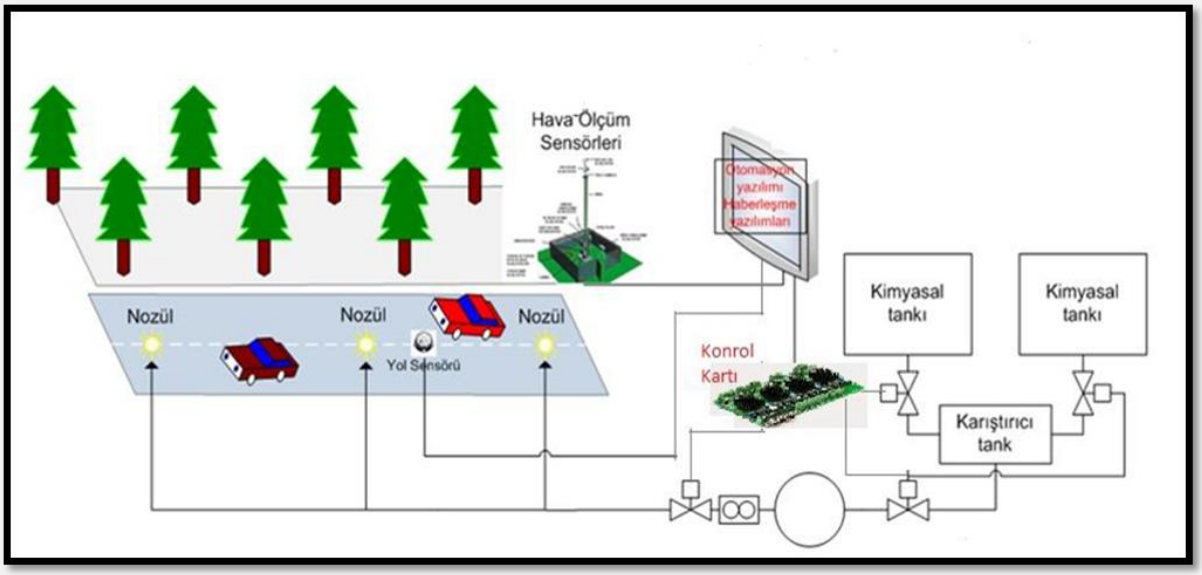
2.2.2. Buzlanmayı Önleyici Sprey Sistemi Yöntemi

Buz oluşumu ve karın yol yüzeyine yapışması buzlanma önleyici ve çözücü çözeltisi ile önlenebilir. Kar yağmadan önce yol yüzeyine uygulanan sıvı kimyasal; yol yüzeyi ile kar veya buz arasındaki bağlantıyı keserek karın veya buzun yol yüzeyine yapışmasını engellemektedir. Şekil 8'de buzlanmayı önleyici sprey sisteminin uygulanması görülmektedir.

Şekil 8: Manuel Spreyleme
Kaynak: Ohio Department of Transportation, Snow & Ice Practices

2.2.3. Buzlanmayı Algılayıcı ve Önleyici Sistem Yöntemi

Buzlanmayı önleme ve engelleme çözümlerinin teknolojik gelişmelerle birleştirilmesiyle tamamen yeni bir yöntem oluşturulmuş ve bu yönteme buzlanmayı önleyici otomatik sprey sistemi ya da buzlanmayı algılayıcı ve önleyici sistem adı verilmiştir. Bu sistemin bileşenleri nozüller, sensörler, tank ve kontrol ünitesinden oluşmaktadır. Nozüller yol yüzeyine veya yol kenarına yerleştirilir ve yol yüzeyine kimyasal püskürtmektedirler. Sensör ünitesi, hava sıcaklığı ve nem için dedektörler içermektedir ve hava tahminlerinde kullanılmaktadır. Sensörler kar yağışı ve buzlanma ile ilgili önceden bilgi verebilmektedir. Tank ünitesinde ise kimyasallar depolanmaktadır. Kontrol ünitesinin görevi sistemi aktif tutmaktır. Sistemin genel şeması Şekil 9'da gösterilmektedir.



Şekil 9: Buzlanmayı Algılayıcı ve Önleyici Sistemin Şeması
Kaynak: Buzlanma Önleyici Otomatik Püskürtme Sistemi

3. Sonuç

Kar yağışının her zaman olası olduğu Erzurum gibi bir şehirde kar ve buz ile mücadelede insan gücü bu olasılığa her zaman hazırlıklı olamaz. Bu nedenden dolayı şehrin bazı kritik noktalarında otomatik bir sistem kullanılması gerekmektedir. Elektrikli sistemin tüm yola

uygulanabilirliği ve tüketeceği elektrik miktarı göz önüne alındığında mantıklı bir seçim olmamaktadır. Diğer spreyleme sisteminin ise kontrol mekanizmasında insan gücünün var olması sistemi otomatik bir sistem olmaktan çıkartıyor. Bu durum sistemin işleyişini aksatmaktadır. Modern yöntemlerin bir diğer örneği olan buzlanmayı algılayıcı ve önleyici sistemlerin ilk kurulum maliyetinin yüksek olmasına karşın uzun vadede kullanılan kimyasal miktarının ve tüketilen enerji kaynağının az olmasından dolayı mantıklı bir seçenek olarak göze çarpmaktadır. Ayrıca diğer yöntemlerde tahmin metotları pek kullanılmamaktadır. Ancak bu yöntemde tahmin metotları kullanılarak havanın durumu belirlenir ve ona göre kimyasal kullanılıp kullanılmayacağı veya ne kadar kimyasal kullanılacağı hesaplanarak müdahale edilmektedir. Hem insan gücü hem zaman hem de uzun vadede maliyet açısından bu yöntem avantajlı olmaktadır.

Sonuç olarak Erzurum ilinde bahsedilen hem konvansiyonel metotlar hem de modern metotlar değerlendirilerek trafik kazalarının yoğun olduğu kritik noktalarda trafik kazalarını azaltmak ve trafik güvenliğini artırmak için buzlanmayı algılayıcı ve önleyici sistem kullanılması uygun olarak değerlendirilebilir.

Kaynakça

American Society of Testing and Materials. 1989. Subcommittee C09.03.05 Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine. Method C 131-89, Philadelphia, Pennsylvania.

Ankara Protokol Yolu Üzerinde İmalatı Yapılan Elektrikli Isıtma Sistemi.
<http://www.ensonhaber.com/ankarada-alttan-isitmali-yol-elektrtik-bekliyor-2013-02-02.html> 11.09.2018

Borland, S. L. and G. L. Blaisdell (1993). Braking Friction on Sanded Ice, Transportation Research Record 1387, pp. 79 - 88.

Brandon L. Ward (2002). Evaluation of a Fixed Anti-Icıng Spray Technology (FAST) System. New York City Department of Transportation, Division of Bridge.

Buzlanma Önleyici Otomatik Püskürtme Sistemi. Kılıç, İ. (2015). Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Eylül 2015, Yüksek Lisans Tezi

Doğu Anadolu Bölgesi Fiziki Haritası.
< http://cografyaharita.com/haritalarim/4mdogu_anadolu_bolgesi_fiziki_haritasi2.png> 11.09.2018

Furbush, M.A. (1972). Relationship of Skid Resistance to Petrography of Aggregates. PB-220 071, Federal Highway Administration, Washington, D.C.

Gray, D.M.; Male, D.H. (1981). Handbook of Snow: Principles, Processes, Management and Use. Pergamon Pres, 1981, 776p.

Hallberg, S.E.; Henrysson, G. 1999. Sanding Tests 1998: Comparison between Conventional Sanding Methods Using Cold Materials and the Friction MakerTM and Hottstone Hot Material Methods. Technical Report No 2105 of the Swedish National Road Administration (SNRA).

Kasperovičius, V.; Oškinis, V. (2004). During winter, a few slip to reduce the chemicals used in the assessment of the 7th Lithuanian Conference of Young Scientists "Lithuania without science - Lithuania without future", held in Vilnius in March 25th., posts material. Vilnius: Technika, 396-402.

Kılıç, İ. (2015). Buzlanma Önleyici Otomatik Püskürtme Sistemi. Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Eylül 2015, Yüksek Lisans Tezi.

Lai, J., Oiu, J., Chen, J., Fan, H., Wang, K., (2015). New Technology and Experimental Study on Snow-Melting Heated Pavement System in Tunnel Portal. Advances in Materials Science and Engineering. Volume 2015, Article ID 706536, 11 pages.

Mangold, T. 2000. Road Salt Use for Winter Maintenance. A Review of Impacts, Alternatives, and Recommendations for the St. Paul Campus Stormwater Management Plan. December 8, 19 p.

Nixon, W.A. 2001. The Use of Abrasives in Winter Maintenance Final Report of Project Tr 434. Iowa Department of Transportation and the Iowa Highway Research Board, No: 416, 23s. Iowa.

O'Keefe, K.; Shi, X. 2005. Anti-icing and Pre-wetting; Improved Methods for Winter Highway Maintenance in North America. In TRB 2006 Annual Meeting.

Perchanok, M.; Fu, L.; Feng, F.; Usman, T.; McClintock, H.; Young, J.; Fleming, K. 2010. Sustainable Winter Sanding with Pre-wetting. In Annual Conference of the Transportation Association of Canada Halifax, Nova Scotia Report.

Performance Evaluation of Snow and Ice Plows. 2015. Illinois Center for Transportation Series No.15-007.

Sıcak Islatılmış Kumlama Yöntemi Uygulandıktan Sonra Kaplamanın Görünümü. 2010 Annual Conference of the Transportation Association of Canada Halifax, Nova Scotia Report.

Süpürme ve Temizleme Çalışmaları.

<http://www.bursa.com/dogu-anadoluda-kar-etkili-oluyor-n329376/>

<http://www.kgrt.net/guncel/kar-temizleme-ve-tuzlama-calismalari-devam-ediyor-h19472.html> 11.09.2018

Türkiye İstatistik Kurumu. 2018a. Trafikteki Taşıt Sayısı.<http://www.turkstat.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1051>.

Türkiye İstatistik Kurumu. 2018b. Trafik Kaza İstatistikleri. <http://www.turkstat.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1051>.

Türkiye İstatistik Kurumu. 2018c. Kazalara Neden Olan Kusurlar.
<http://www.turkstat.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1051>.
Türkiye Meteoroloji Müdürlüğü. 2018a. İllerin Genel İstatistikleri.
<https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=ERZURUM>.
Türkiye Meteoroloji Müdürlüğü. 2018b. Türkiye Yıllık Ortalama Kar Örtülü Gün Sayısı Haritası.
<https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=ERZURUM>.
Tuzlamanın Kaplamalara Etkisi.
< https://www.treehugger.com/cars/salt-vs-brine-the-good-the-bad-and-the-ugly.html>
< https://www.nachi.org/visual-inspection-concrete.htm> 11.09.2018
Vaa, T. 2004. Implementation of the New Sanding Method in Norway. In Proceedings of the Sixth International Symposium on Snow Removal and Ice Control Technology, 7-9 June, Transportation Research Board, Spokane, Washington, U.S.A.
Wisconsin Transportation Center. 1996. Using Salt and Sand for Winter Road Maintenance. Wisconsin Transportation Bulletin No. 6, Wisconsin.
<http://epdfiles.engr.wisc.edu/pdf_web_files/tic/bulletins/Bltn_006_SaltNSand.pdf>.
Wright, M.; Parry, T.; Airey, G. 2016. Chemical pavement modifications to reduce ice adhesion. In Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Transport, 169 (2): 76-87. ISSN 0965-092X.

Şehirlerarası Taşımacılık Performansı İndeksinin Çok Türlü Taşımacılık Baz Alınarak Analiz Edilmesi: Çok Türlü Güzergâhların Tasarımı ve AUS Entegrasyonu

Ömer Faruk CANSIZ[1], Kevser ÜNSALAN[2], Mustafa ÇALIŞICI[3], Samed GÖÇMEN[4]

[1]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, 31200, Türkiye,* ofaruk.cansiz@iste.edu.tr

[2]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, 31200, Türkiye, kevser.keskin@iste.edu.tr*

[3]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, 31200, Türkiye, mustafa.calisici@iste.edu.tr*

[4]*İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, 31200, Türkiye,* samedgocmen@iste.edu.tr

Özet

Küresel ticaretin artışına paralel olarak, uluslararası lojistik rekabet ortamı da artmaktadır. Bu nedenle lojistik sektörü üzerine akademik çalışmalar da çoğalmaktadır. Lojistik alanında yapılan akademik çalışmalar, lojistik faaliyetlerin işletilmesi alanında yoğunlaşmaktadır. Bu çalışmada lojistikte nakliye sürecinin düzenlenmesi ve optimizasyonu üzerine çalışılmaktadır. Çalışmada Türkiye'de şehirlerarası yük taşımacılığında güzergâh tasarımı ve güzergâh tasarımlarının çeşitli kriterlere bağlı performans değerlendirmesi yapılmaktadır. Çalışmanın birinci aşamasında Hatay'dan çıkan bir filtre malzemesi için diğer 80 ile tek türlü ve çok türlü taşımacılık güzergâhları belirlenmektedir. Geliştirilen güzergâh senaryolarında İskenderun'dan 71 ile tek türlü karayolu taşımacılığı, 39 ile tek türlü demiryolu taşımacılığı ve 9 ile tek türlü denizyolu taşımacılığı yapılmaktadır. Belirlenen güzergâhlarda maliyet, seyahat süresi, taşıtın karbondioksit salınımı gibi lojistik performans indeksini etkileyen faktörler hesaplanmaktadır. Güzergahların maliyetleri; araç yakıt tüketimi, kıymet primi, şoför ve diğer dolaylı giderler baz alınarak hesaplanmaktadır. Seyahat süresi; yükleme ve boşaltma, yolculuk ve şoför dinlenme süresine göre hesaplanmaktadır. Her bir taşımacılık türü için emisyon miktarı; yük tonajı, taşıma mesafesi ve taşıt cinsine bağlı olarak seçilen emisyon faktörüne göre hesaplanmaktadır. Hesaplanan güzergâh karar değişkenleri

ağırlıklandırılmakta ve güzergâh performans indeksi belirlenmektedir. Performans indeksine bağlı olarak taşımacılık modları değerlendirmeye alınmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Güzergâh Planlama, Akıllı Ulaşım Sistemleri, Lojistik*

An Analysis of Intercity Route Transportation Performance Index by Multimodal Transportation: The Design of Multimodal Tranportation Routes and ITS Entegration

Abstract

Parallel to the growth of global trade, international logistics competition is also increasing. For this reason, academic studies on the logistics sector are also increasing. Academic studies in the field of logistics are concentrated in the field of logistics activities. In this study, the regulation and optimization of the transportation process are studied in logistics. Performance evaluation is carried out according to various criteria of these route designs. In the first phase of the study, unimodal and multimodal transportation routes are determined with the other 80 cities for a filter material from Hatay. In the developed route scenarios, 71 cities from Iskenderun have unimodal highway transportation, 39 cities with unimodal rail transportation and 9 cities with unimodal maritime transportation. The factors affecting the route performance index, such as cost, travel time, car carbon dioxide emission, are calculated on the defined routes. Costs of routes are occuring vehicle fuel consumption, freight value, driver and other indirect costs. Time of transportation is consisted of loading and unloading, travel and driver rest time. Amount of emissions for each type of transportation is calculated according to the selected emission factor depending on the type of vehicle, the freight tonnage and transportation distance. According to these, the cost, travel time and emission amount values of the determined routes are weighted and the performances of the routes are analized by performance index.

Keywords: *Route Planning, Intelligent Transportation System, Logistic*

1. Giriş

Ülkemizde taşımacılığın büyük kısmı karayolu ile yapılmaktadır. Yük taşımacılığında karayolu taşımacılığının diğer ulaşım türlerine göre birçok olumsuz yönü vardır. Karayolu ile yapılan taşımacılıklar hem maliyetli hem de şehir içi trafik yoğunluğunu olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca ağır tonajlı yükler karayolu ile taşındığında yol kaplamasının erken deformasyonuna sebep olmaktadır (Çalışıcı vd. (2017)). Bu nedenle demiryolu ve denizyolu ağırlıklı yük taşımacılığı arttırılmalıdır. Vural vd. (2014), demiryolu ve karayolu kombinasyonundan oluşan çok türlü taşımacılık için yer seçimi rotalama problemi adı altında farklı senaryolar geliştirmekte ve geliştirilen senaryoları mevcut durum ile karşılaştırmaktadır. Fulser (2015) yaptığı çalışmada Türkiye'nin kombine taşımacılık için altyapısını incelemekte ve kombine taşımacılığı daha efektif hale getirmek için önerilerde bulunmaktadır. Du vd. (2017) gemicilerin rota seçim kararları, yük kapasitesi, navlun taşıma sistemini, denizyolu üzerindeki su seviyesi değişiminin etkilerini araştırmış ve multimodal taşımacılık ağının nasıl kullanılacağına ve gerçekleştirileceğine dair bilgiler sağlamaktadır. Genel amaçları devam etmekte olan iklim değişikliği etkileri karşısında etkin bir yük taşımacılığı ağını sürdürmek için altyapı yatırım kararları ve iş durumlarının geliştirilmesi için rehberlik sağlamaktır.

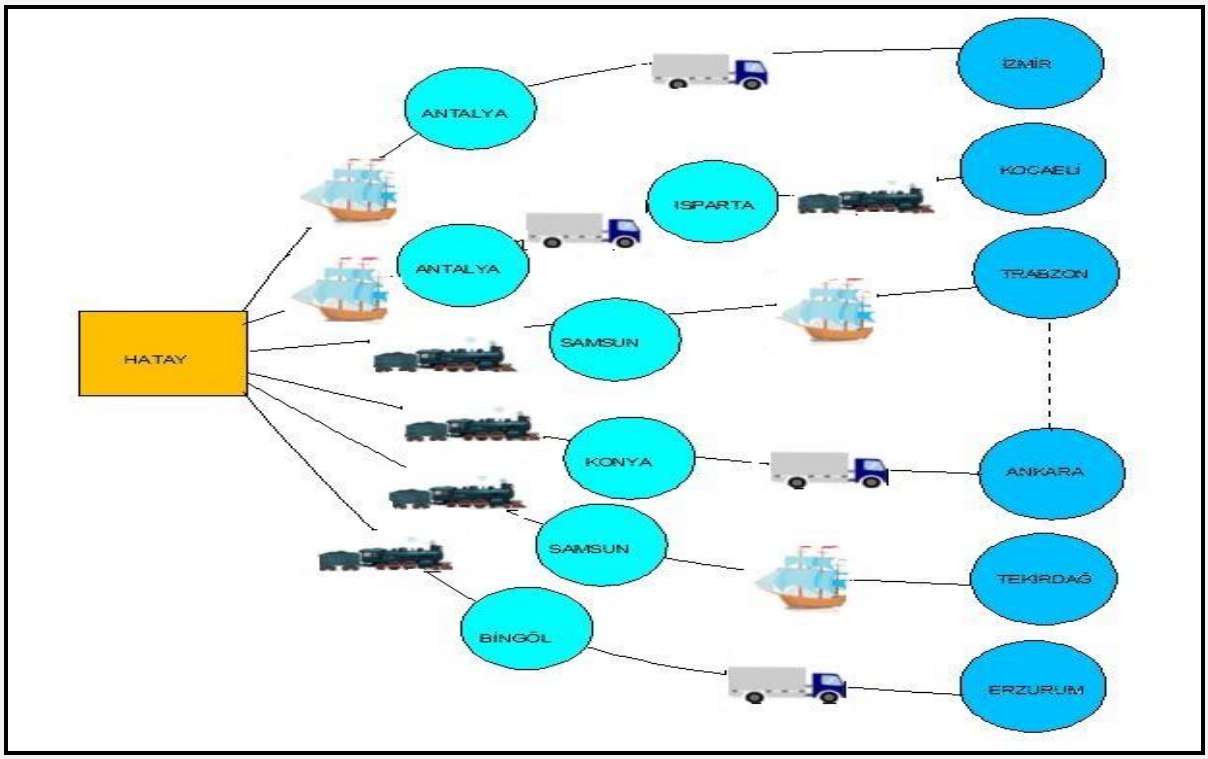
Multimodal taşıma senaryoları incelendiğinde, ağırlıklı olarak deniz ve demiryolu taşımacılık türleri kullanılmaktadır. Cansız vd. (2008a)(2008b), Karayolu taşımacılığına kıyasla, demiryolu taşımacılığının enerji tüketimi açısından avantajlı olduğunu vurgulamaktadır. Taşımacılıkta enerji tüketimi ve verimliliği üzerine birçok çalışma yapılmaktadır (Çubuk ve Cansız (2005a); Çubuk ve Cansız (2005b); Cansız (2007); Cansız vd. (2009)).

Deveci ve Çavuşoğlu (2013), çalışmalarında Türkiye'de intermodal taşımacılıkta demiryolunun yerini ve önemini vurgulamaktadır. Bu doğrultuda 2013 yılı içerisinde demiryollarındaki serbestleştirme ile birlikte demiryolu taşımacılığının geliştirilmesinde önemli fırsatların olduğu, bunun da beraberinde birtakım tehditleri getirdiğini vurgulamaktadır. Deveci (2010), çalışmasında ülkemizde çok türlü taşımacılığın geliştirilmesi için araştırma yapmakta ve bunun için öncelikle çoklu taşımacılığı oluşturan unsurları ve gelişim için gerekli etkenleri incelemektedir. Cansız ve Göçmen (2018) multimodal

taşımacılıkta en kısa güzergâhın bulunması ile ilgili parçacıklı sürü algoritması kullanarak en kısa güzergâh için kod geliştirmektedir. Arnold vd. (2004) İspanya'daki minimum intermodal taşımacılık mesafesini değerlendirmek için bir model geliştirmektedir. 500 kilometrenin altındaki mesafelerde intermodal taşımacılığın maliyet açısından uygun çıkmadığı sonucuna varmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada Hatay'dan çıkan bir filtre malzemesi için diğer 80 ile tek türlü ve çok türlü taşımacılık güzergâh rotaları belirlenmektedir. Tasarlanan güzergâhların şematik gösterimi Şekil 1 de görülmektedir.

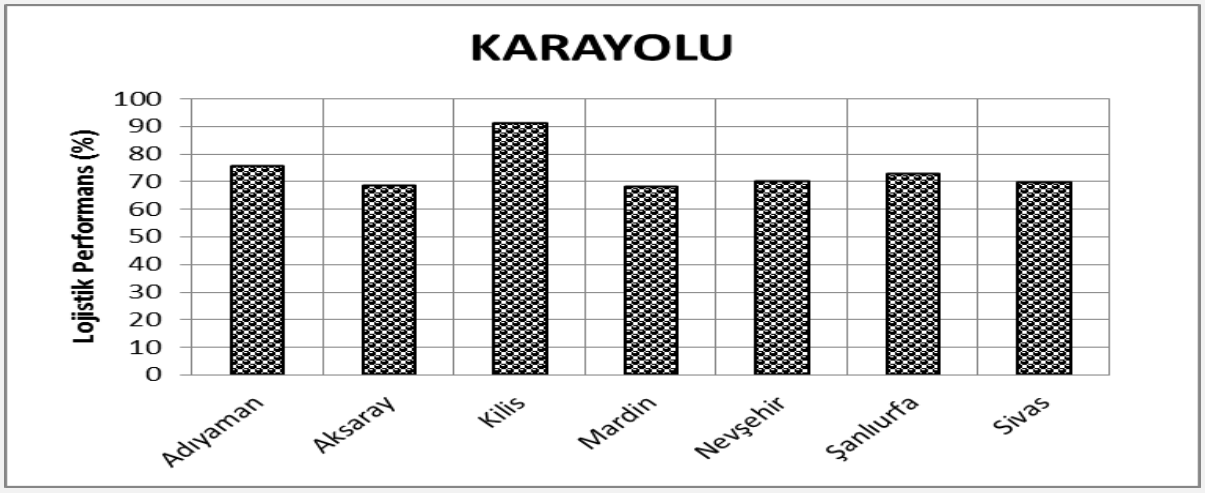


Şekil 1.Çok Türlü Güzergah Tasarımlarının Şematik Gösterimi

Geliştirilen güzergâh senaryolarında İskenderun'dan 71 ile tek türlü karayolu taşımacılığı, 39 ile tek türlü demiryolu taşımacılığı ve 9 ile tek türlü denizyolu taşımacılığı yapılmaktadır. Yük elleçlenmeden konteyner ile taşındığı kabul edilmektedir. Yük tonajı olarak filtre fabrikasından alınan veriler sonucu 5 tonluk yük birimi ve kıymet değeri 40000 TL seçilmektedir. Belirlenen güzergâhlarda maliyet, seyahat süresi, aracın karbondioksit salınımı gibi lojistik performans indeksini etkileyen faktörler hesaplanmaktadır. Güzergahların maliyetleri; araç yakıt tüketimi, kıymet primi, şoför ve diğer dolaylı giderler baz alınarak hesaplanmaktadır. Seyahat süresi; yükleme ve boşaltma, yolculuk ve şoför dinlenme süresine göre hesaplanmaktadır. Her bir taşımacılık türü için emisyon miktarı; yük tonajı, taşıma mesafesi ve taşıt cinsine bağlı olarak seçilen emisyon faktörüne göre hesaplanmaktadır.

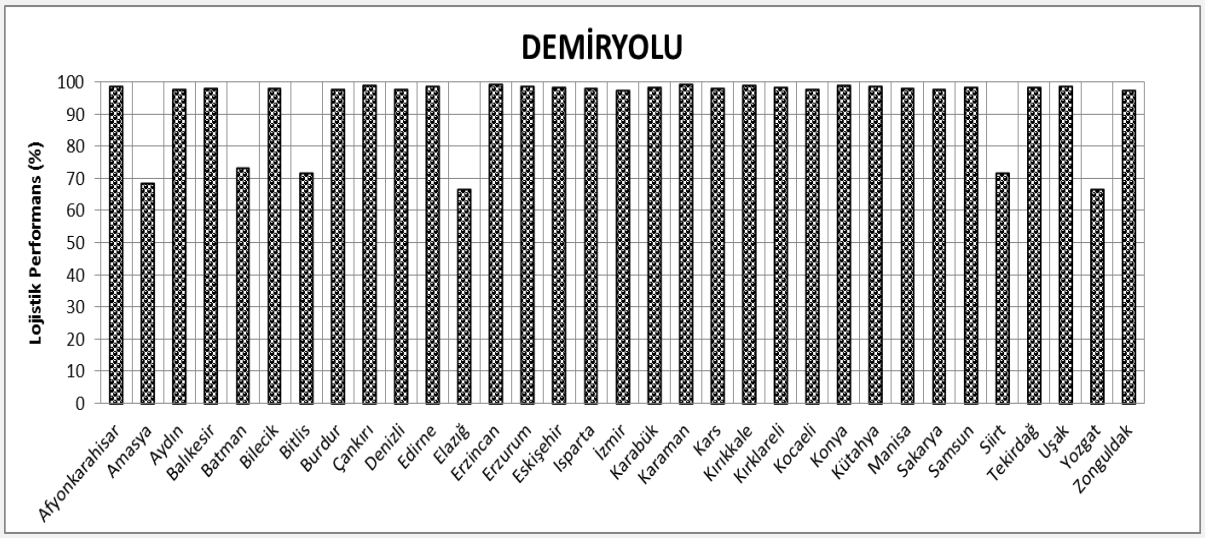
3. Bulgular

Çalışmada multimodal taşımacılık ve unimodal taşımacılık rota senaryoları geliştirilmektedir. Güzergah rotalarının ulaşım türlerine bağlı olarak maliyet, zaman ve emisyon değerleri hesaplanmaktadır. Güzergah değerlendirme kriterlerine her çıkış ve varış birimi için 0 ile 1 aralığında değer verilmektedir. Karar değişkenlerinin ortalaması alınarak her rota için performans indeksi değeri belirlenmektedir. Buradaki amaç tek bir parametreye bağlı olarak güzergâh seçiminden ziyade farklı karar değişkenlerini bir arada değerlendirip seçim yapabilmektir.



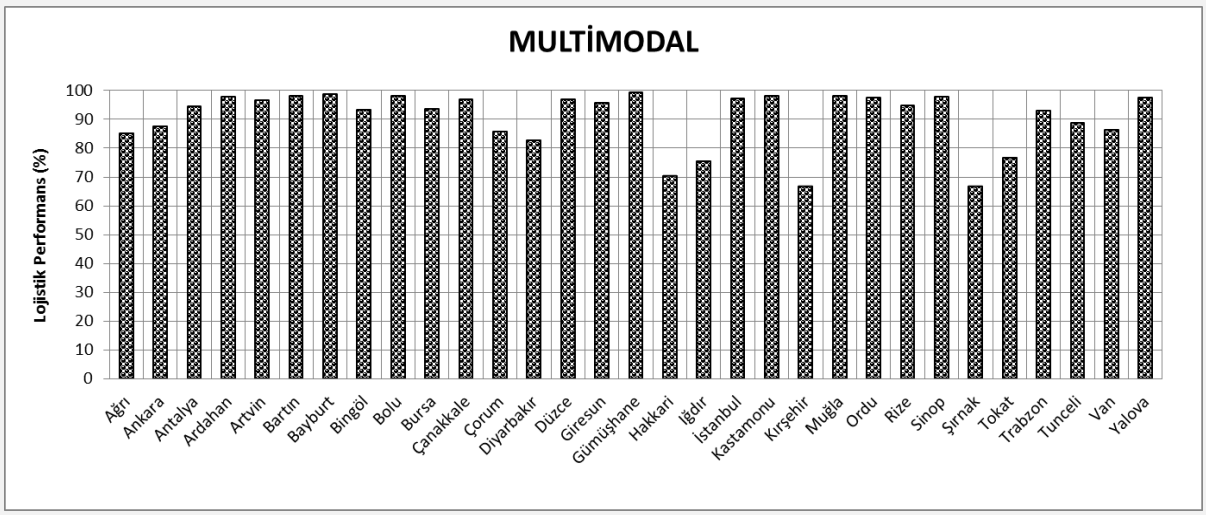
Şekil 2. İskenderun'dan çıkan bir yük için karayolu taşımacılığının yapılmasının avantajlı olduğu iller ve performans indeksi

Unimodal karayolu taşımacılığı diğer modlara göre 7 ilde daha verimli çıkmaktadır. Şekil 2 de bu iller incelendiğinde karayolunun diğer ulaşım modlarına göre uygun olduğu illerin özellikle İskenderun'a yakın olduğu görülmektedir. Bu da karayolu taşımacılığını kısa mesafe yük taşımacılığına uygun olduğunu göstermektedir. Karayolu taşımacılığında en yüksek performans %91.2 performans indeksi ile Kilis ilinde çıkmaktadır.



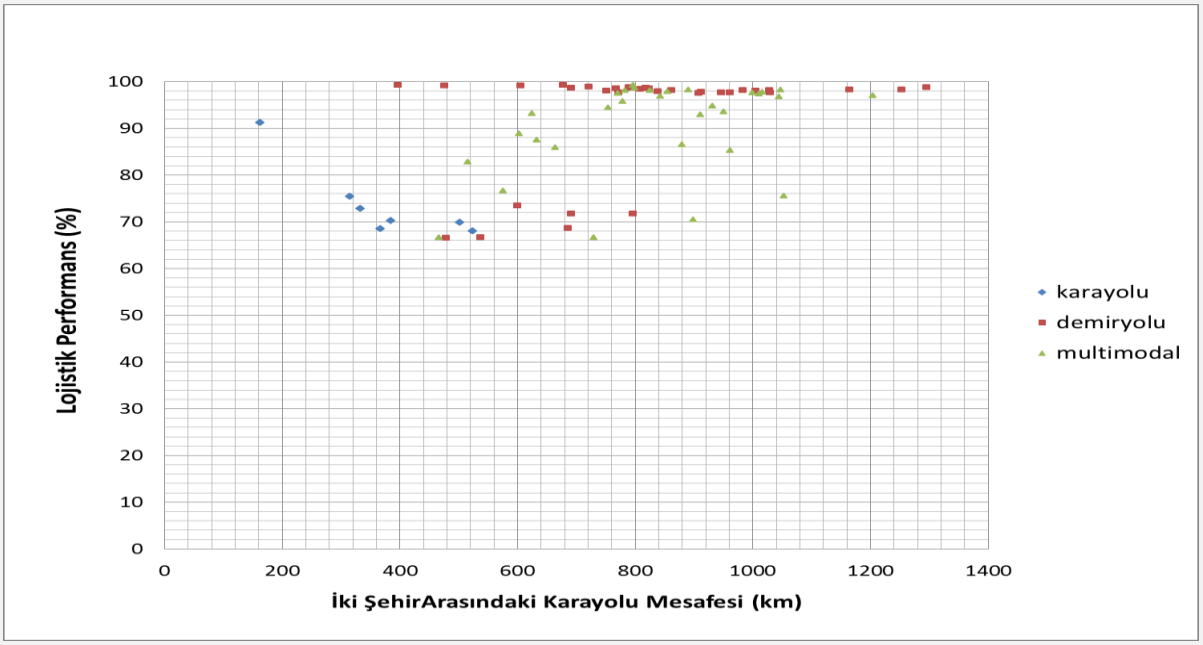
Şekil 3. İskenderun'dan çıkan bir yük için demiryolu taşımacılığının yapılmasının avantajlı olduğu iller ve performans indeksi

Unimodal demiryolu taşımacılığı diğer ulaşım modları ile karşılaştırıldığında 33 ilde daha verimli çıkmaktadır. Şekil 3'te İskenderun ile demiryolu taşımacılığının uygun olduğu iller ve performans indeksi değerleri görülmektedir. Demiryolu taşımacılığının performansının diğer ulaşım modlarına kıyasla daha yüksek çıktığı iller incelendiğinde en yüksek performans %99.3 performans indeksi ile Karaman ve Erzincan illerinde görülmektedir.



Şekil 4. İskenderun'dan çıkan bir yük için multimodal taşımacılığının yapılmasının avantajlı olduğu iller ve performans indeksi

Multimodal taşımacılık diğer modlara göre 31 ilde daha verimli çıkmaktadır. Şekil 4'te multimodal taşımacılığın diğer ulaşım modlarına göre performansı daha yüksek olan iller görülmektedir. Multimodal güzergâh rotalarının performansları incelendiğinde %99.3 performans ile en verimli taşımacılık Hatay-Gümüşhane arasında yapılmaktadır. Bu taşımacılıkta rota; yük Hatay'dan demiryolu ile Erzincan iline taşınmakta ve karayolu aktarması yapılarak Gümüşhane'ye taşınmaktadır.



Şekil 5. İller arası karayolu mesafesine bağlı olarak performans indeksi grafiği

Şekil 5'te iller arası karayolu mesafesine bağlı olarak en iyi performans indeksi değerleri ve taşımacılık modu verilmektedir. 600 kilometreye kadar olan mesafelerde karayolu taşımacılığının diğer türlere göre daha efektif olduğu görülmektedir. 400 kilometreden sonra demiryolu ve multimodal taşımacılığın değerlendirme kriterlerine bağlı olarak daha etkin bir ulaşım modu olduğu anlaşılmaktadır. Demiryolu ve multimodal taşımacılıkta grafikte görüldüğü gibi düzgün bir ilişki kurulamamaktadır. Bunun nedeni ise bulunulan coğrafyanın denizyolu, demiryolu ve karayolu ulaşım ağından kaynaklanmaktadır.

4. Sonuçlar

Çalışmada yük taşımacılığı, rekabet ortamını etkileyen maliyet, zaman, araçların emisyonu olmak üzere 3 ana bileşen ile değerlendirilerek performans indeksleri belirlenmektedir. Performans indeksleri ile güzergâhlar birbirleri ile karşılaştırılmaktadır. Çıkan sonuçlar incelendiğinde performans yönünden denizyolu taşımacılığı hiçbir taşımacılık türüne göre üstünlük göstermemektedir. Bunun en önemli sebebi denizyolu taşımacılığında zaman

faktörünün tüm taşımacılık türlerine göre en verimsiz olmasındandır. Burada liman organizasyonlarının geliştirilmesi çalışmalarının arttırılması ile denizyolu yük taşımacılığında daha efektif hale getirilebilmektedir. Karayolu taşımacılığı incelendiğinde zaman açısından yük taşımacılığında demiryolu ve denizyolu taşımacılığına göre en iyi performansa sahip taşımacılık türüdür. Fakat maliyet ve emisyon bakımından performansı düşmektedir. Demiryolu taşımacılığı, karayoluna göre maliyet ve emisyon açısından daha efektif çıkmaktadır. Birden fazla türün kullanılarak yapıldığı çok türlü taşımacılık, 3 türünde üstünlüklerini içinde barındırdığında, unimodal taşımacılığın önüne geçebilmektedir. Böylelikle çok türlü taşımacılık ile tek türlü taşımacılığa bağlı olarak meydana gelen trafik yoğunluğunun önüne geçilebilmekte, ayrıca çevresel yarar, ekonomi ve zaman tasarrufu sağlanabilmektedir. Buna göre lojistik sektöründe yüklerin taşınmasında, multimodal taşımacılık ile beraber rekabet ortamı gelişmektedir.

Kaynaklar

Çalışıcı, M., Koç, E., Cansız, Ö. F., (2017). Katyonik Asfalt Emülsiyon Stabilizasyonlu Zeminin Esnek Üstyapı Tabaka Kalınlığına Etkisi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(2), 231-237

Vural, D., Gencer, C., Karadoğan, D. (2014). Ulaştırma Uygulamalarına Yönelik Çok Modlu Model Önerisi. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 13(1), 75-105.

Fulser, B. (2015). *Kombine Taşımacılık ve Türkiye Uygulamaları*, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Du, Q., Kim, A. M., Zheng, Y. (2017). Modeling Multimodal Freight Tranportation Scenarios in Northern Canada Under Climate Change Impacts. *Research in Transportation Business&Management*, 23, 86-96.

Cansız, O. F., Arslan, T., Çubuk, M. K., Çalışıcı, M. (2008a). Türkiye Demiryollarında Enerji Tüketim Analizi. *2. International Railway Symposium & Trade Exhibition,Istanbul*, 287-306.

Cansız, O. F., Arslan, T., Çubuk, M.K., Çalışıcı, M. (2008b). Yük Taşımacılığında Demiryollarından Uzaklaşan Türkiye'nin Enerji Kaybının İncelenmesi. *2. International Railway Symposium & Trade Exhibition*, 241-254.

Çubuk, K., Cansız, O. F. (2005a). Türkiye'de Ulaşım Sistemleri Arasındaki Enerji Durumu, 24. Enerji Verimliliği Haftası Etkinlikleri, 17-18.

Çubuk, K., Cansız O.F. (2005b). Energy Status Between Transportation System in Turkey. The Energy Efficiency Conference, Ministry of Energy and Natural Resources, 47-49.

Cansız, O. F. (2007). Enerji Politikalarının Ulaştırma Sistemlerinin Optimizasyonu ile Geliştirilmesi ve Uygulamadan Elde Edilen Getirilerin Ortaya Konması, Yayımlanmış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Cansız, O. F., Çubuk, M. K., Çalışıcı, M. (2009). An Energy Analysis of Road Transportation in Turkey, Proceedings of The 3rd International Conference on Energy and Development - Environment – Biomedicine, 91-95.

Deveci, D., A., Çavuşoğlu, D. (2013). İntermodal Demiryolu Taşımacılığı: Türkiye için Fırsatlar ve Tehditler. Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 5(1), 93-120.

Deveci, D. A. (2010). Türkiye'de Çoklu Taşımacılığın Geliştirilmesine Yönelik Stratejik Bir Model Önerisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 2(1), 2010.

Cansız, O. F., Göçmen, S. (2018). Distance Analysis of Multimodal Transportation Based on Traveling Salesman Problem with Particle Swarm Optimization Method. International Journal of Advanced Engineering Research and Science, 5(6),1-6.

Arnold, P., Peeters, D., Thomas, I. (2004). Modelling a Rail/Road Intermodal Transportation System. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 40(3), 255–270.

Kent İçi Otopark Yönetiminde Akıllı Ulaşım Sistemleri Uygulamaları: Erzurum İli Örneği

Emre KUŞKAPAN[1], Ahmet ATALAY[2], K. Diler ALEMDAR [3], M. Yasin ÇODUR[4]

[1]*Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25070, Türkiye, emre.kuskapan@erzurum.edu.tr*

[2]*Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25050, Türkiye, ahatalay@atauni.edu.tr*

[3]*Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25070, Türkiye, kadirdiler.alemdar@erzurum.edu.tr*

[4]*Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 25070, Türkiye, mycodur@erzurum.edu.tr*

Özet

Dünya nüfusu her geçen yıl artmaktadır. Nüfus artışına paralel olarak kişi başına düşen araç sayısı ve trafikteki araç yoğunluğu da her geçen gün artış göstermektedir. Bu durum özellikle kentsel bölgelerde çeşitli problemlerin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bu problemlerin başında trafik sıkışıklığı gelmektedir. Özellikle şehir içi trafiğin yoğun olduğu bölgelerde yol kenarlarına araçların park yapması yolun kapasitesini düşürmektedir. Aynı şekilde park yeri olmadığı halde o bölgeye park yapılması da yolun kapasitesini düşürmektedir. Bu düşüş beraberinde trafik sıkışıklığı meydana getirmektedir. Bu sorunlara çözüm olarak kapalı ve açık otoparklar yapılmıştır. Otopark ihtiyacı belirlenirken birtakım güncel verilerden yararlanılmaktadır. Elde edilen veriler sonucu ihtiyaç sayısına göre otopark yapılmaktadır. Fakat yeni yapılan otoparklar ve mevcut otoparkların tam kapasite ile kullanılamaması sorunları tam anlamıyla çözmemektedir. Diğer bir taraftan otoparkların iyi yönetilememesi hem bu problemi çözmemiş hem de sorunun büyümesine yol açmıştır. Bilim ve teknolojideki gelişmeler doğrultusunda ulaşımdaki sorunlara çözüm sağlamak için Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) uygulamaları zorunlu hale gelmektedir. Dünyanın çeşitli bölgelerinde bu konuyla ilgili birçok çalışma yapılmaktadır. Yapılan çalışmaların artırılması ve geliştirilmesi Akıllı Ulaşım Sistemleri sayesinde mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada otopark yönetimi için kullanılan

Akıllı Uygulama Sistemlerinin kullanım alanları ele alınmıştır. Bu sistemlerin, çalışma yöntemlerinden ve kent içi ulaşımda sağladığı faydalardan bahsedilmiştir. Uygulama esnasında oluşabilen her türlü aksaklık değerlendirilmiştir. Çalışmada, otopark yönetimi için kullanılan Akıllı Ulaşım Sistemi uygulamalarının ülkemizdeki örnekleri belirlenmiştir. Bunun yanında Erzurum kentinde otopark yönetim uygulamalarındaki durum incelenmiştir. Bu incelemelerin sonucunda, kentteki otoparklarda Akıllı Ulaşım Sistemlerinin kullanılmasının gerekliliği tespit edilmiştir. Otopark yönetim uygulamalarının artırılması için bazı tavsiyelerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Akıllı ulaşım sistemleri, otopark yönetimi, trafik yoğunluğu*

Applications of Intelligent Transportation Systems in Urban Parking Management: A Case Study of Erzurum

Emre KUŞKAPAN[1], Ahmet ATALAY[2], K. Diler ALEMDAR [3], M. Yasin ÇODUR[4]

[1]*Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Civil Engineering Department 25070 ERZURUM/TURKEY, emre.kuskapan@erzurum.edu.tr*

[2]*Ataturk University, Engineering Faculty, Civil Engineering Department, 25050 ERZURUM/TURKEY ahatalay@atauni.edu.tr*

[3]*Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Civil Engineering Department 25070 ERZURUM/TURKEY kadirdiler.alemdar@erzurum.edu.tr*

[4]*Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Civil Engineering Department 25070 ERZURUM/TURKEY mycodur@erzurum.edu.tr*

Abstract

The world population is growing every year. Parallel to population growth, the number of cars per capita and congestion of traffic is increasing day by day. This situation causes various problems especially in urban areas. At the beginning of these problems is traffic congestion. Especially in areas where intramural traffic is congestion, the ability to park cars on the roads decreases the capacity of the road. Likewise, no parking in that area also reduces the capacity of the road. This drop is accompanied by traffic congestion. Parking lot and parking garage are built as a solution to these problems. When parking needs are determined, some current data are used. The obtained data are car parked according to the number of the need. But not to use with full capacity of new car parks and existing car parks does not without defect solve the problems. On the other hand, the fact that parking lots cannot be managed well has not solved this problem and caused the problem to grow. In order to solve the problems in transportation in the direction of developments in science and technology, it is becoming necessary to implement Intelligent Transportation Systems. There are many studies on this subject in various regions of the world. Increasing and improving the work done is possible thanks to Intelligent Transportation Systems. In this study, the usage areas of Intelligent Application Systems used for parking management are discussed. These systems are

mentioned in terms of their working methods and the benefits they provide in urban transport. Problems that may occur during application have been evaluated. In the study, examples of Smart Transportation System applications used for parking management were determined in our country. Besides, the situation in parking management practices in Erzurum city has been examined. As a result of these examinations, the necessity of using Intelligent Transportation Systems in the parking lots in the city has been determined. Some recommendations have been made to improve parking management practices.

Keywords: *Congestion, intelligent transportation systems, parking management*

1. Giriş

Dünyada bazı ülkelerde nüfus azalmaktayken bazı ülkelerde ise hızla artmaktadır. Nüfusu azalmakta olan ülkelerde savaş ve doğal afetler gibi faktörler ön plana çıkmaktadır. Öte yandan nüfus artışının hızlı ilerlediği ülkeler ise oldukça fazladır. İki durumun hesaba katılmasıyla Dünya nüfus artışı devam etmektedir. Nüfusu hızlı artan ülkelerden birisi de Türkiye'dir. Ülkemiz son dönemlerde yıllık yaklaşık %1,6 nüfus artış oranına sahiptir. Bu nüfus artışına paralel olarak kişi başına düşen araç sayısı ve trafikteki araç yoğunluğu da her geçen gün artış göstermektedir. Türkiye'de her 1000 kişiye yaklaşık 150 araç düşmektedir. Ülkemizdeki Büyükşehirlerden olan Erzurum İli ise sahip olduğu 750 bin nüfus ve 150 bin araç sayısı ile ülke ortalamasının üzerindedir [1]. Bununla beraber her geçen gün nüfusla birlikte taşıt sayısı artmakta hem de kişi başına düşen taşıt sayısı artmaktadır. Araç sayısının artmasıyla birlikte park yeri problemleri de hız kazanmış olup problemi çözme amacıyla otoparklar yapılmıştır. Sonrasında ise yapılan otopark alanlarının verimli kullanılmaması gibi bir sorun ortaya çıkmıştır. Bu sorunu çözmek için ise AUS'un bir uygulaması olan akıllı otopark sistemleri hayatımıza girmiştir ve bu konu ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Tang ve ark. bir kablosuz sensör ağı (WSN) tabanlı akıllı otopark sistemi üzerine çalışmışlardır. Sistemde, düşük maliyetli kablosuz sensörler, her bir park yerinde, otoparkın işgalini algılayan ve izleyen bir sensör düğümü bulunan bir otopark alanına yerleştirilmiştir. Sensör

düğümleri tarafından tespit edilen park alanının durumu, konumlandırılmış kablosuz sensör ağı ve ağ geçidi aracılığıyla periyodik olarak bir veri tabanına rapor edilmiştir. Veri tabanına, boş otoparklar, otomatik ödeme, güvenlik yönetimi ve istatistik raporu gibi çeşitli yönetim işlevlerini gerçekleştirmek için üst katman yönetim sistemi tarafından erişilebileceği ve bu sayede park alanlarının daha verimli kullanılması amaçlanmıştır [2]. Yardım ve Demir, akıllı ulaşım sistemlerinin ulaşım koordinasyon merkezleri, yolcular, ulaşım ve ulaşım ağı düzenlemelerinden oluşan bir sistem koleksiyonu olduğunu düşünmüşlerdir. Park yönetiminde AUS'tan beklenen faydayı elde etmek için önemli bir çalışma olarak görmektedirler. Günümüzde İstanbul'a en uygun sistem çözümlerini kullanmak planlanmaktadır. Bu sistemler ile bağlantılı olarak; Cep telefonları, kredi kartları, ön ödemeli kartlar gündemdedir. Bu sistemler hakkında; bazı çözümler veya çalışmalar incelenmiş ve değerlendirmeler yapılmıştır [3]. Şahin çalışmasında, park garajlarının geçmiş geliştirme faaliyetleri üzerindeki yatırımcı davranışlarını analiz etmektedir. Aynı zamanda yüksek teknolojili otopark sistemlerinin maliyetini ve bu tip projelerin karlılığını incelemiştir. Ayrıca, yüksek teknoloji park garajı maliyetlerini ve bu maliyetlerin nasıl azaltılabileceğini veya alternatif yöntemler neler olabileceğini tartışmıştır. Otoparklar ile ilgili arazi üzerinde kalkınma çalışmaları açıklanmaya çalışılmıştır. Çeşitli fizibilite çalışmalarına göre bu alanda alternatif otopark modelleri de belirtilmiştir. Çalışma, otopark garajı maliyetlerini, otopark sorunlarını ve hükümetin sorumluluklarını kapsamış olup teknolojik gelişmeler paralelinde otopark yönetimi ve gözetiminde teknolojik ve otomasyon uygulamalarının önemi üzerinde durulmuştur [4]. Çalışma alanı; gerekli ve uygun yerleri park alanı yapıp yetersiz kapasite ihtiyacına çözüm sağlamak, yol dışı otoparkı teşvik etmek, otopark talebini azaltmak için stratejiler uygulamak toplu taşıma gibi teknolojik uygulamaların olumsuz etkilerini en aza indirgemek, kamuya açık hale getirme gibi bilinen çözümlere odaklanmak gibi çalışmaları içerir. Toplu ulaşımın cazip hale getirilmesi, transfer merkezlerini destekleyen park alanlarının teşvik edilmesi, park alanlarının yaygınlaştırılması ve etkin parkların tasarlanması ve düzenlenmesi amaçlanmıştır [5]. Şimşek'e göre ulaşımın günlük faaliyetlerinde her insanı etkilediği ve ulaşımın herhangi bir bireyin yaşamında önemli bir rol oynamadığı bir durumu

kavramak zordur. Ulaşım, arazi kullanımlarının, altyapının, hizmetlerin ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesinin işlevsel etkinliği olan kentteki temel yaşam hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olmaktadır. Kentsel ulaşım sorunları, kentsel alanların hem nüfus hem de alan büyüklüğü açısından hızlı büyümesinin bir sonucudur. Bu çalışma, Türkiye'de Park & Ride kullanıcı profilini belirlemeyi, hedef kitlenin davranış kalıplarını belirlemeyi, Park & Ride sisteminin fizibilitesini ve faydalarını dünyadaki iyi bilinen ve uygulanmış bir şekilde göstermeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla, İstanbul'daki bazı yerleşim yerlerinde ve Park & Ride alanlarında anketler gerçekleştirilmiştir [6]. Başka bir çalışmada; Dünyadaki taşıt sayısındaki artış, park problemleri açısından belirtilmiştir. Kentleşme devam ettikçe, araç sayısı artmakta ve park sorunları artmaktadır. İyi yönetilen otoparklar, artan sayıda aracı uygun şekilde yerleştirmeyi zorlaştırır, bu nedenle verimli ve akıllı bir park sistemine sahip olmak gerekir. Akıllı park sistemleri araç sahiplerine büyük kolaylık sağlar. Yapılan işte, akıllı telefon uygulamasında kullanılmak üzere "Park Easy" adlı bir web sitesi mevcuttur; otoparkların doluluk oranını göstermek için fotoğraf çekmek için sensör olarak kullanılan bir kamera ile oluşturuldu. Aracı park etmeyi talep eden sürücü park alanını tahsis eder, araç park ederken park ücretini hesaplar. Akıllı Park Uygulaması, "Park Kolaylığı" da şehrin herhangi bir yerine park etmek için mümkün olan tüm yollara erişim sağlar. Bu çalışma sayesinde, gerçek zamanlı araç dolgunluğunun doğruluğunu öngörmekte ve doğru bir şekilde tanınmasına yardımcı olmaktadır [7]. Kotb ve ark. ise büyük şehirlerde trafik sorunlarını ve park problemlerini ele almışlardır. Rezervasyon ve fiyatlamaya dayanan yeni bir akıllı park sistemini tanıtmışlardır. Önerilen sistem, mümkün olan en düşük maliyet ve sürücüler için arama süresi ve en yüksek gelir ve park yöneticileri için kaynak kullanımı ile garantili otopark rezervasyonları sunarak mevcut park problemlerini çözmeyi amaçlamıştır. Bu sistem sürücüler için toplam parasal maliyeti en aza indirgemek ve park kaynaklarının kullanımını maksimuma çıkarmak amacıyla karma-tamsayılı doğrusal programlama kullanarak matematiksel modelleme yapılmıştır [8]. Elavarasi ve Senthilkumar park alanlarının kısıtlı olmasının çevreye olumsuz etkilerinden bahsetmişlerdir. Park alanlarına yılda birçok litre yağ, dizel veya benzin sızdırdığı ve bu sızıntıların yıkama veya yağmur sırasında su ile

karıştırılması, kanalizasyona ve daha sonra denizlere veya okyanuslara kirlenmeye neden olduğuna dikkat çekmişlerdir. Ayrıca park yerlerini ararken sürücüler, aracın yakıt verimliliğini azaltan ve trafik yönetimi ciddi bir sorun olduğundan trafik sıkışıklığına neden olan yavaş sürüş eğiliminde olması sebebiyle akıllı park sistemlerinin öneminden bahsetmişlerdir. Bu amaçla park yerlerinde boş alanları tespit eden akıllı park sensörlerini içeren bir çalışma yapmışlardır [9]. Doğru ve ark. İstanbul'un tarihi bölgesindeki park problemlerini incelemiştir. Park planlaması kavramı, şehir plancılarının park tesislerini tasarlamaları için önemlidir. Makalede, her bir alt alanın park davranış özelliklerini analiz etmek için istatistiksel analiz yapılmıştır. Ayrıca, park politikalarının seçimini etkileyen önemli faktörlere ulaşmak için bir seçim modeli geliştirilmiştir. Ayrıca, alt alanlarla farklı park yönetim politikaları seçilmiştir [10]. Bu alandaki başka bir çalışmanın amacı, büyük şehirlerin yaşadığı önemli sorunlardan biri olan otoparklar için ödeme yapmaktır. İstanbul Kartını kullanarak üretilen değer ve park hizmetlerini etkin bir şekilde sağlamak için İstanbul'da kullanılan alternatif ödeme sistemlerini inceler. İstanbul açısından daha güvenilir akıllı ulaşım sistemlerinden bahsedilmektedir. Araştırma kapsamında yürütülen "Kentsel Park Alternatif Ödeme Sistemleri ve İstanbul Kart Kullanımı" anketinin sonuçları da araştırmanın son bölümünde paylaşılmıştır. Anket kapsamında İstanbul ilindeki 100 sürücünün yorumları dikkate alınmıştır [11].

Akıllı otopark sistemleri ile ilgili yapılan birçok çalışma olması bu konunun önemli olduğunu göstermektedir. Ayrıca bir yandan yeni çözümler üretilirken diğer yandan da yeni sorunlar meydana çıkmaktadır. Bu yüzden çalışmalara yoğunluk gösterilmelidir. Bu çalışmada ise akıllı ulaşım sistemlerinin sağlayacağı faydalardan ve hem kullanıcı hem işletmeci gözüyle olayı ele almaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Erzurum ilinde araç miktarının fazla olması özellikle şehir merkezinde birçok sorunu beraberinde getirmektedir. Bu problemlerin başında da hiç kuşkusuz trafik sıkışıklığı bulunmaktadır. Üniversiteler alışveriş merkezleri, hastaneler, belediyeler gibi alanlar trafik

sıkışıklığının en fazla olduğu alanlar olarak ön plana çıkmaktadır. Özellikle bu alanlarda yol kenarı parklanmalarına sıkça rastlanmaktadır. Hatta bazı yollarda 2-3 şerit parklanma olması yolun kapasitesini oldukça düşürmekte ve trafik sıkışıklığını iyice artırmaktadır.

Şekil 1: Erzurum'da yol kenarı parklanma sonucu oluşan trafik sıkışıklığı örneği [12]

Sıkışıklık problemini çözmek amacıyla yapılan otopark alanları sorunun tam olarak çözülmesini sağlayamamıştır. Bunun en önemli sebebi ise otopark alanlarının verimli kullanılmıyor olmasıdır. Otopark alanlarının yüksek verimle kullanılmamasının sebepleri araştırılmıştır. Hem otopark kullanıcıları hem yöneticileri tarafından yapılan değerlendirmeler göz önüne alınarak sorunlar belirlenmiştir. Belirlenen sorunlar şunlardır:

Tablo 1: Otopark problemleri

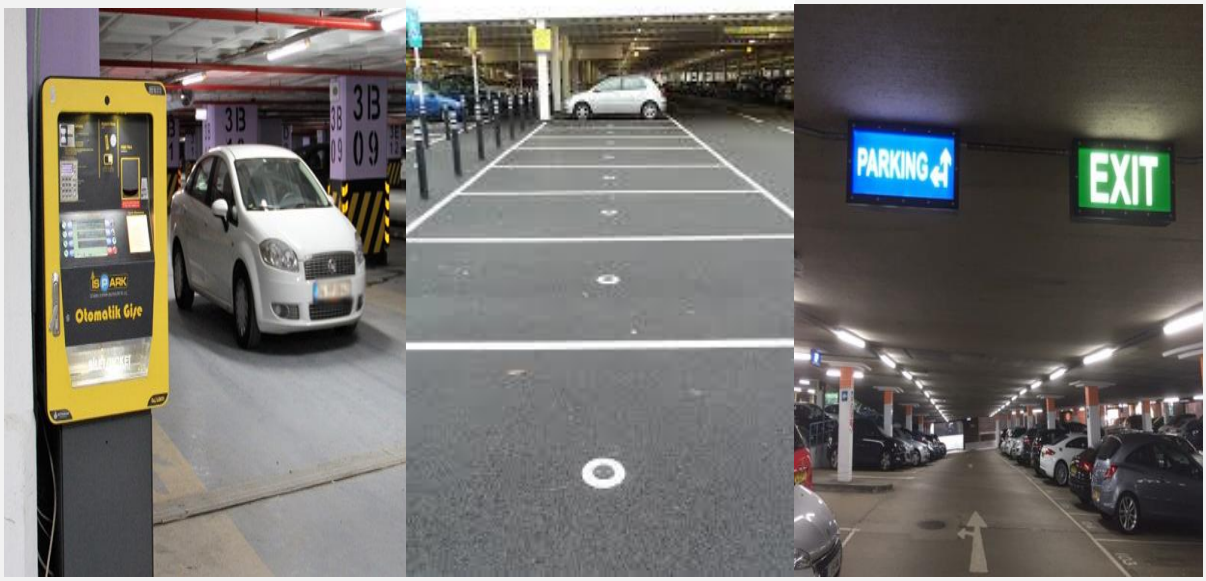
Problemi Aktaran	Problemin İçeriği
Kullanıcı	Otopark ücretlerinin yüksek bulunması (kısa süreli parklanmaların da ücrete tabi olması) ve ödeme işlemlerinin zaman alması gişelerde zaman kaybı yaşanması
İşletmeci	Araçlara park alanlarında kendine ayrılan yerin dışına taşarak park edilmesi
Kullanıcı	Otoparka giriş ve çıkışlarda yönlendirmelerin iyi olmaması sebebiyle vakit kaybı endişesi
Hem kullanıcı hem işletmeci	Park edilen aracın nereye park edildiğini unutarak uzun süreli arayışlar
Kullanıcı	Özellikle kapalı otopark alanlarında; sürücüler otopark alanına girmeden doluluk oranını göremedikleri için otopark alanına girip boş yer aramaktansa yol kenarına park yapmaları

Otopark kullanıcılarının aktardığı problemler incelendiğinde; otopark ücretleri ile ilgili yapılabilecek çalışmanın tümüyle otopark işletmesine ait olabileceği söylenebilir. Fakat ücret ödeme noktasında daha pratik yöntemler kullanılması mümkündür gişelerde ücret öderken zaman kaybı yaşanması ve çıkış noktasında araç yığılmalarını önlemek için otomatik ödemeye yönelik bir sistem tercih edilmelidir. Diğer bir problem için; otopark giriş çıkışlarında yönlendirmenin yeterli olmamasına yönelik özellikle kapalı otoparklarda bu probleme sıkça rastlanmaktadır. Ayrıca yine kapalı otoparkların bir kısmında araçların bulunduğu alanın üstüne yerleştirilen park sensörlerinin doğruluk paylarının düşük olmasıdır. Bu sensörlerin park alanı boş olduğu halde kırmızı yanması veya dolu olduğu halde yeşil yanması sıkça rastlanılan bir durumdur. Bu hata oranını minimize etmek için sensör durumu veya işlevinin daha etkin kullanılmasına yönelik yine akıllı ulaşım sistemleri sayesinde çözümler bulunmaktadır. Açık otoparklar için ise bu soruna çok fazla rastlanmamaktadır. Fakat kullanıcıların bahsettiği doluluk oranının bilinmemesi sebebiyle de hem açık hem kapalı otopark alanları düşük verimle kullanılmaktadır. Bu sorunun çözümü için ise otopark alanının verilerinin ve doluluk oranın belirtildiği ve insanların rahat ulaşacağı bir yapı oluşturulmalıdır. Hem kullanıcı hem de işletmeci tarafından belirtilen probleme gelecek olursak; kullanıcı aracını ararken zaman kaybı yaşamakta, işletmeci ise park alanı içerisinde

akışın azalmasından dolayı sorun yaşamaktadır. İşletmeci tarafından aktarılan problem olan araçlara park alanlarında kendine ayrılan yerin dışına taşarak park edilmesi durumu için park alanlarının dışına çıktıkları zaman uyaran bir sistem oluşturulabilmesi mümkündür.

3. Bulgular ve Tartışma

Bahsedilen sorunlara çözüm bulunabilmesi için akıllı otopark sistemlerine ihtiyaç olduğu açık şekilde görülmektedir. Otopark ücreti ödenirken yaşanan sorunlara çözüm olarak bazı otoparklarda uygulanan otomatik ödeme sistemi kullanılabilir. Bu sistemde araç plakası üzerinden otoparka giriş ve çıkış süresi içerisinde bulunan zaman farkı kullanılarak bir ücret belirlenir ve ödeme mobil uygulama veya akıllı bilet üzerinden sağlanabilir. Otopark işletmecilerinin değindiği sorun olan; araçların park alanlarında kendine ayrılan yerin dışına taşarak park edilmesini önlemek amacıyla akıllı sensörler kullanılabilir. Bu sensörler her araç için ayrılan park alanını kendi kapsama alanına alıp park eden aracın o alan dışına park edilmesi durumunda sesli veya ışık yoluyla sürücüye uyarı vermesi şeklinde planlanabilir. Uyarıyı fark eden sürücü aracını belirlenen sınırlar içerisine alarak başka park yerini işgal etmemiş olur. Otopark giriş çıkışlarında yönlendirmenin iyi olmaması sebebiyle vakit kaybı endişesi yaşanmasına yönelik çözüm olması amacıyla akıllı tabelalar kullanılması mümkündür. Otopark yüzeyine yapılan yönlendirmelerin özellikle kapalı otoparklarda ışık probleminden dolayı fark edilmesi zordur. Bu yüzden sürücülerin doğrudan görebileceği yükseklikte ve ışıklı şekilde olan tabelalar daha kullanışlı olmaktadır.



Şekil 2: Otomatik ödeme sistemi, akıllı sensörler ve yönlendirici ışıklı panolar [13,14,15]

Hem kullanıcı hem işletmecilerin değindiği sorun olan park edilen aracın nereye park edildiği sorununa yönelik ise yine akıllı ulaşım sistemleri sayesinde araç sahibine bilgilendirme mesajı gönderilmesi uygulanabilir. Bununla ilgili birçok çalışma çeşidi mümkündür. Örneğin otoparka ait sistemde araç plakası ve sahibinin numarası kayıtlı olması sayesinde araç park alanına girip park edildiği andan itibaren park saati ve hangi alanda bulunduğuna dair mesaj gelebilir. Bir başka çeşidi ise park alanına ait mobil uygulamayla park yeri için rezervasyon yapan kişiye hangi alanı rezerve ettiyse o alanın bilgilerini içeren mesaj gönderilmesi sayesinde araç sahibi aracını rahatlıkla bulabilir. Bir diğer problem olan otopark alanlarının doluluk oranının önceden bilinmemesi sebebiyle park alanı dışına yapılan parklanmalar için daha önce de bahsedilen mobil uygulama veya internet sitesi üzerinden park alanının anlık verilerini içeren bir sistem kullanılması problemi çözecektir. Kullanılan bu sistemde park alanının krokisi ve her birim park alanında bulunan sensörlerden aktarılan anlık veri sayesinde boş park alanları rahatlıkla görülebilir. İstenildiği takdirde kullanıcı bu park alanındaki herhangi bir park yerini rezerve edebilir. Bu sayede park alanına gittiği zaman park yeri bulma gibi bir problemi kalmamış olacaktır.

Şekil 3: Rezervasyon, park yeri bilgilendimesi ve otopark doluluk bilgisi[16]

4. Sonuçlar

Teknolojinin günlük hayatta olumlu şekilde kullanılması sayesinde birçok probleme çözüm bulunabilmektedir. Geçmişte çok büyük sorun haline gelen bir durum günümüzde teknolojinin kullanılması sayesinde çok pratik şekilde çözüldüğüne sıkça rastlanılmaktadır. Yapılan çalışmada tespit edilen problemlerin çözümleri için ise akıllı ulaşım sisteminin bir alt konusu olan akıllı otopark sistemleri kullanılmıştır. Bu sistemlerin hayatımıza girmesiyle birlikte park alanları daha verimli kullanılacak, park ücreti ödeme gibi işlemler daha kolay şekilde yapılacaktır. Ayrıca mobil uygulama veya internet sayesinde park yeri arama derdi son bulmuş olacaktır. Akıllı tabela ve sensörler sayesinde park alanı içerisinde harcanan vakit daha kısa olacaktır. Tüm bu olumlu gelişmelere neticesinde zaman kayıplara azalacak, yakıt tasarrufu sağlanmış olacaktır. Ayrıca uygulanacak sistemler sayesinde yol kenarı parklanma azalacağı için trafik sıkışıklığı azalacaktır. Dolayısıyla araçlardan çıkan zararlı gaz miktarı azaldığı için çevre kirliliği azalmış olacaktır. Tüm bu olumlu şeyler birarada düşünüldüğünde

ise akıllı ulaşım sistemlerinin ilerleyen dönemlerde hayatımızın vazgeçilmezlerinden olacağı açık şekilde görülmektedir.

Kaynaklar

[1] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) www.tuik.gov.tr/ulastirmavehaberlesme (Yayınlanma tarihi: 01.07.2017)

[2] Tang V.W.S., Zheng Y., Cao J. Kablosuz Sensör Ağlarına Dayalı Akıllı Otopark Yönetim Sistemi. Yaygın Bilgisayar ve Uygulamalara İlişkin 1. Uluslararası Sempozyum, 2006.

[3] Yardım, M.S., Abdullah, D. İstanbul Otopark Yönetimde Akıllı Ulaştırma Sistemlerinin Kullanımı, 8. Ulaştırma Kongresi, 2009.

[4] Şahin, A. Otopark geliştime analizi: Istanbul Merter yeraltı otoparkı örneği, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans tezi, 2009.

[5] Yardım, M.S., Abdullah, D. Otopark yönetiminde entegre teknolojik uygulamalar: İstanbul örneği, Transist 4. Ulaştırma Sempozyumu, 2011.

[6] Şimsek, A.V., Sürdürülebilir ulaşım politikaları çerçevesinde özel araç sahiplerinin toplu taşımaya yönlendirilmesinde park et devam et yöntemi; İstanbul örneği, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans tezi, 2014.

[7] Ahad, A.,Khan, Z. Akıllı Park Sistemleri. Dünya Mühendislik ve Teknoloji Dergisi, 4, 160-167, 2016.

[8] Amir O. Kotb, Yao-Chun Shen, Xu Zhu ve Yi Huang, Dinamik kaynak ayırma ve fiyatlandırmasına dayalı yeni bir akıllı otopark sistemi. Transactions On Intelligent Transportation Systems. 17:9. 2016.

[9] R. Elavarasi ve P. K. Senthilkumar, Akıllı park sistemi. Indian Journal of Science and Technology. 10:9. 2017.

[10] Doğru, A., S. Malaitham, M. Okamura, A. Fukuda, and T. Fukuda, İstanbul Fatih ilçesinde davranış analizine dayalı park yönetim politikaları, Transportation Research Procedia. 25: 5205–5219, 2017.

[11] Güngör, A., Erdinç Ö. Otopark sistemlerinde İstanbul kart uygulaması İspark örneği, Istanbul Ticaret Üniversitesi, Journal of Science. 16(31): 73-84, 2017.

[12] http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=136705

[13] https://www.ibb.istanbul/Uploads/2018/4/2017-iBB-Faaliyet-Raporu.pdf. (Yayınlanma tarihi: 2017)

[14] https://www.nedapidentification.com/cases/

[15] http://www.earlsmann.co.uk/new-led-signs-improve-safety-bromley-car-park/

[16] Çavdar B., Ulusoy İ.İ., Akıllı otopark sistemi. İstanbul Teknik Üniversitesi Bilgisayar ve Bilişim Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Bitirme Ödevi, 2014.

Otopark Yönetim Sistemi: Bandırma Örneği

Arda YILDIRIM[1], Mehmet TEKTAŞ[2]

[1]Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, BALIKESİR, 10200, TÜRKİYE, mr.yildirimarda@gmail.com [2]Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Ulaştırma Mühendisliği, BALIKESİR, 10200, TÜRKİYE, mtektas@bandirma.edu.tr

ÖZET

Günümüzde nüfusun hızlı artması ve gelir düzeyindeki artış beraberinde trafiğe çıkan araç sayısı her gün daha da artmaktadır. Araçların trafikte bulunması ile park etme süreleri bir bütün olarak ele alındığında araçların park halinde olmaları durumunda da otopark sorunu ortaya çıkmaktadır. Otopark motorlu araç trafiğinin hareketsiz olduğu zamanların geçirileceği yer olarak tanımlanmaktadır.

Otoparklarda park yerlerinin sürücüler için yetersiz ve kullanışsız olması ve sürücülerin hatalı park etmelerinden kaynaklanmaktadır. TSE'nin "otolar için otopark tasarım kuralları" standartında otopark herkesin kullanımına açık olan ve park edecek araçlara ayrılan yol kenarı ve yoldışı otopark olmak üzere iki çeşidi bulunan yer veya tesis olarak tanımlanmıştır.

Otopark sorununu çözme çalışmaları teknolojinin kullanımıyla birlikte otopark yönetimi olarak ele alınmaktadır. Otopark yönetimi, mevcut park alanlarının daha verimli kullanılmasını teşvik eden, otopark kullanıcılarına verilen hizmetlerin kalitesini arttıran ve otoparkların tasarımını geliştiren çeşitli stratejileri içermektedir. Otopark yönetimi ile birlikte sürücüler araçları için boş park yeri aramak için harcadıkları yakıt miktarı ve harcadıkları zaman minimuma indirilecektir. Daha az yakıt tüketimi, araçların neden olduğu hava ve gürültü kirliliği de en aza inecektir. Ayrıca boş yer ararken oluşturdukları trafikten dolayı meydana gelen uzun araç kuyrukları azalacaktır. Sürücünün boş yer ararken yaşadığı stresin azalması ve otopark kullanım oranının artması sonucunu ortaya çıkaracaktır.

Bu çalışmada, Bandırma ilçesinin en önemli sorunlarından olan otopark konusu ele alınmıştır. BALPARK'tan alınan Bandırma ile ilgili otopark verilerinin istatistik analizleri yapılmıştır. Otopark ile ilgili verilerin analizi ile otopark yönetimi için veri tabanı oluşturularak yeni çözüm önerileri ve yorumlar yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Otopark, Otopark Yönetimi, Otopark Çeşitleri*

Parking Management System: Bandırma Example

Arda YILDIRIM[1], Mehmet TEKTAŞ[2]

[1]*Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Balıkesir, 10200, Türkiye, mr.yildirimarda@gmail.com*

[2]*Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Ulaştırma Mühendisliği, Balıkesir, 10200, Türkiye, mtektas@bandirma.edu.tr*

Abstract

Today, with the rapid increase in population and in income level, the number of vehicles that are in traffic increases everyday. When cruising times and parking times of vehicles are considered together; parked of the vehicles in the traffic too, occur as parking lots problem. Parking lots can be described as the places that vehicles stay in, when traffic is in stationary position.

Today, with the rapid increase in population and in income level, the number of vehicles that are in traffic increases everyday. When cruising times and parking times of vehicles are considered together; parked of the vehicles in the traffic too, occur as parking lots problem. Parking lots can be defined as the at places that vehicles not move.

Of the parking areas are inadequate and aren't useful for drivers; are caused by the problems managerial problems and faulty parking of the drivers. İnstitute of Turkish Standard (TSİ); “according to The Parking Lot Design Layout Of Standard” The Parking Lots; İt is two types has are off-road parking and on-road parking; defined as a place or facility that is open to everyone's use and allocated to vehicles that want to park.

The efforts to solve the problem of parking lots, are considered as parking lot management together with the use of technology. Parking Lots management; includes a variety of strategies that encourage more efficient use of existing parking spaces, improve the quality of services provided to parking users and improve the design of parking lots. Together with The Park Management; the amount of fuel they spent to looking for parking the vehicles of vehicle drivers and the time spent will be minimized. The Less fuel consumption because of The level of air and noise pollution caused from vehicles will be extra minimized. Also; the

long vehicle traffic created by the drivers looking for empty parking lot, will be reduced too. As a Result; decreasing of the drivers get stress when looking for empty parking lot, will increase the parking lot usage rate.

İn this article, the parking lot problems which is one of the most important problems of Bandırma district is to tackled. Statistical analysis of the parking lot data of Bandırma district, had been made with data taken from BALPARK. Has been created a database for parking lot management with the analysis of parking data. Thus necessary interpretations have been made and new solution suggests have been presented.

Key Words: *The Parking Lot, The Parking Lot Management, The Parking Lot Types*

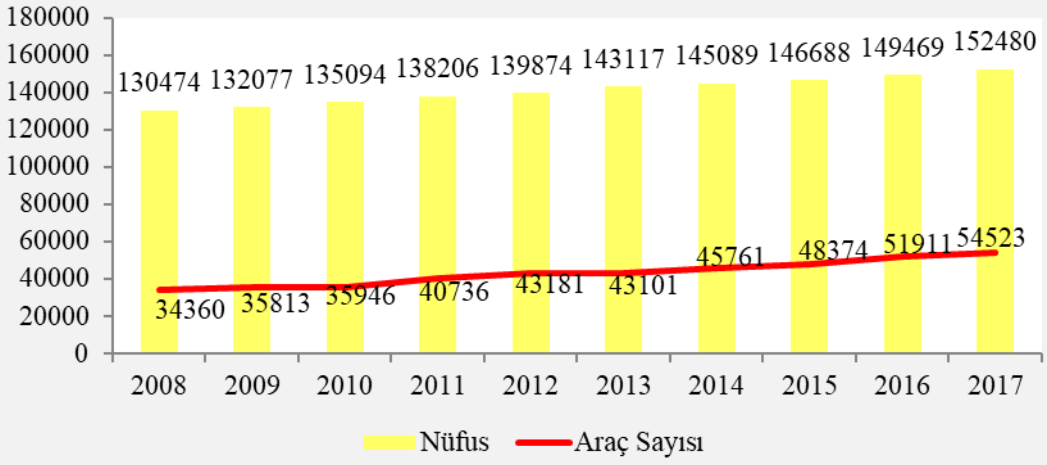
1. GİRİŞ

Günümüzde iş ve ticaret merkezli şehirlerin en önemli sorunlarından biri çalışma sektöründeki sürücülerin çalışma saatleri içinde araçlarını nerede ve nasıl park edeceği problemidir. Bunun yanında diğer araç sahiplerinin de park alanlarına ihtiyaç duyduğu ele alındığında problemin önemi ortaya çıkmaktadır.

Bandırma ilçesine baktığımızda son 10 yılda nüfusu büyük ölçüde artmış, gelişen ekonomi ve insanların gelirlerindeki artış araç sahipliliğini de etkilemiştir. Bandırma'da artan araç sahipliliği birlikte trafik yoğunluğu ve otopark sorununu da aynı oranda artmıştır.

Şehir içi trafik yoğunluğunun ortaya çıkmasındaki en büyük nedenler; otopark yetersizliği, yönetimsel sorunlar, trafik uyarıcılarındaki hesaplama hataları, nüfus artışı ve bununla birlikte kişi başına düşen araç sayısındaki artış, trafikteki bilinçsiz sürücüler, yol ve kavşak yapımındaki mühendislik hataları, çarpık yapılaşma ve kazalar şeklinde sıralayabiliriz.

Şekil 1'de Bandırma ilçesinin yıllara göre nüfus ve araç sahipliliği artışlar otopark sorununun çözümünü zorunlu kılmıştır.



Şekil 4. Bandırma Yıllara Göre Nüfus ve Araç Sahipliliği İlişkisi

2. OTOPARKLAR

Karayolları trafik yönetmeliğine göre; otopark, araçların kısa süreli veya belli bir süre zarfında duraklama yaptıkları veya hareketsiz kaldıkları alanlara denir (http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.8182&MevzuatIliski). Örneğin, otopark için bir ortalama bir hesap yapalım: Bir yıl 24x365= 8760 saattir. Aracın hızını ortalama 40km/s ele alalım. (KGM' den şehir içinde yapılabilecek hız sınırlamalarına göre ortalama değer alınmıştır). Buna göre ortalama gün içinde 16 km yol alınırsa; 1 Yılda 16x365=5840km yol alınır. Toplam Yol/Hız=Zaman Formülünden Aracın 1 yıl boyunca hareketli kaldığı süreyi bulabiliriz. Bu da; 5840/40=146 Saat olur. 8760-146=8614 Saat ise 1 yıl boyunca 1 aracın hareketsiz kaldığı süreyi bulmuş oluruz. (Haldenbilen, Murat, Baykan, & Meriç, 1999) Bu sonuçlara Bandırma açısından baktığımızda; Türkiye'nin en önemli ticaret şehirlerinden biri ve merkez şehir konumunda olması dolayısıyla; araç ve trafik yoğunluğunun azaltılması ve otopark kavramı çözülmesi gereken en önemli problemlerden biri olduğu kaçınılmaz bir gerçektir.

Tablo 1. Yıllara Göre Bandırma İlçesine Tescilli Araç Sayısı

Yıllar	Araç Sayısı	Nüfus
2008	34360	130474
2009	35813	132077
2010	35946	135094
2011	40736	138206
2012	43181	139874
2013	43101	143117
2014	45761	145089
2015	48374	146688
2016	51911	149469
2017	54523	152480
2018(Ocak Ayı)	54644	-

Bandırma'da 2014 yılında; 45761 araç 2015 yılında; 48374 araç 2016 yılında; 51911 araç Bandırma'ya Tescil ettirilmiştir. 2017 yılı içinde ise; Bandırma'ya tescilli 53271 araç varken

yılsonunda bu sayı 54523 olmuştur. 2018'in Ocak ayı itibariyle bu sayı, 54644'e çıkmıştır. Tescilli olmayanlar ve çevre ilçelerden gelenleri de hesaba katacak olursak bu sayı 70 binlere kadar ulaşmaktadır. Dolayısıyla Bandırma'ya ait olan bu rakamlar artan araç sayısının hem şehirde yaratacağı yoğunluk hem de bu araçların bekletileceği alanlarında sınırlı olması gibi büyük sorunları da beraberinde getirmektedir.

Tablo 2. Yıllara Göre Nüfus ve Araç Sayısı Artış Hızı(%)

Yıllar	Nüfus Artış Hızı(%)	Araç Artış Hızı(%)
2008	1,45	-
2009	1,23	4,23
2010	2,28	0,37
2011	2,3	13,33
2012	1,21	6
2013	2,32	-0,19
2014	1,38	6,17
2015	1,1	5,71
2016	1,9	7,31
2017	2,01	5,03

Tablo 2'ye baktığımızda Bandırma'daki Nüfus ve Araç sayısı artış hızları görülmektedir. Bandırma'da nüfus artış hızı en fazla 2013 yılında gerçekleşirken en az 2015 yılında gerçekleşmiştir. Aynı şekilde Araç sayısı artış hızına bakıldığında ise 2011 yılında en yüksek seviyedeyken 2013 yılında negatif yönde ve bir azalma söz konusudur.

Bandırma için gelecekteki nüfus ve araç sahipliliği ilişkisine matematiksel biçimde ifade edersek;

$$P_N = P_0(1 + r_{ortalama})^x$$

üstel bir fonksiyona ulaşmış oluruz. Bu üstel fonksiyon formülü ile; bileşik faiz, nüfus, büyüme, deprem büyüklüğü vb. bir çok faktörü geleceğe yönelik tahminlerde bulunabiliriz. Formüldeki notasyonları araç sahipliliği ve nüfus cinsinden şu şekilde ifade edebiliriz:

-P_N değeri tahmin edilecek yılın nüfusu/araç sayısı

-P_0 değeri bilinen yıldaki nüfusu/araç sayısı

-$r_{ortalama}$ değeri ortalama nüfus artış hızı/araç artış hızı

- x içinde bulunulan yıl ile tahmin edilecek yıl arasındaki yıl farkı

Tablo 3. 2017 Yılı Araç ve Nüfus Sayısı

Yıl	Nüfus Sayısı	Araç Sayısı
2017	54523	152480

Tablo 3' te 2017 yılı Bandırma'daki Nüfus ve Araç sayısı görülmektedir. Veriler Bandırma Nüfus Müdürlüğü ve Bandırma İlçe Emniyet Müdürlüğü Trafik Tescil Denetleme ve Büro Amirliğinden alınmıştır.

Tablo 4. Hesaplamada Kullanılan $r_{ortalama}$ Değerleri

Yıllar	$r_{ortalama}$ Nüfus	Yıllar	$r_{ortalama}$ Araç
2008-2017	0.017180	2009-2017	0.05329
2014-2017	0.015975	2014-2017	0.06055

Tablo 4' teki $r_{ortalama}$ değeri örneklemdeki yıllar baz alınarak elde ettiğimiz ortalama artış hızını temsil etmektedir. İki farklı değer kullanmamızın sebebi ise; $r_{ortalama}$ değerinin stokastik faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermesinden kaynaklanmaktadır.

Referans aldığımız formüle Tablo'3 teki değerleri yerleştirdiğimizde P_N değerinin 2018 ve 2023 yıllarındaki Nüfus tahmini 2018 yılı için; 155100 ve 154916, 2023 yılı için; 168888 ve 167691 bulunmuştur. ($r_{ortalama}$ sırasıyla 2008-2017 ve 2014-2017 için hesaplanmıştır.) Aynı şekilde Araç Sayısının Tahmini 2018 yılı için; 57428 ve 57824, 2023 yılı için; 74450 ve 77583 bulunmuştur.($r_{ortalama}$ sırasıyla 2009-2017 ve 2014-2017 için hesaplanmıştır.)

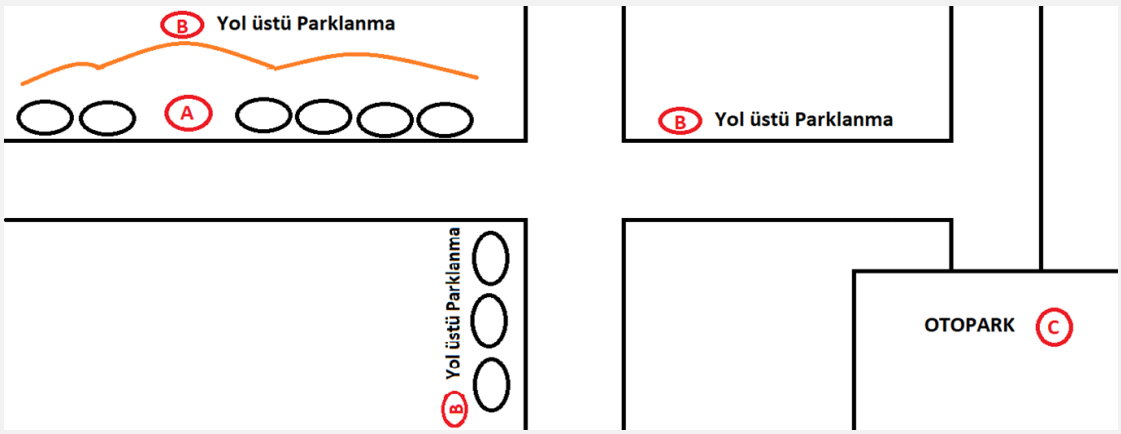
Şehirlerde iş ve ticaret merkezlerinin belli bir alanda yapılaşması, şehir içi araç trafiğinin yoğun ve düzensiz olması, çarpık yapılaşmadan kaynaklı alan yetersizliği ve trafiğe kapalı olması gereken alanların trafiğe açılması, artan nüfusa bağlı olarak kişi başına düşen araç sayısındaki artış ve araçların hareketsiz kalma süresinin fazla olması otopark gerekliliğinin

ortaya çıkmasındaki en büyük nedenlerdendir. Yapılan işlemler sonucunda bulunan rakamlarda bize Bandırma'da otopark gerekliliğinin önemini göstermektedir.
Otoparkların yol üstü ve yol dışı otopark olmak üzere iki çeşidi bulunur.

2.1. Yol Üstü Otoparklar

Araçların sınırlı bir süre dahilinde kaldırım kenarında park edildiği alanlardır. Yol üstü otoparklar sayesinde sürücüler istedikleri ürün ve hizmetlere kısa sürede ve kolaylıkla ulaşabilirler. Bu nedenle yol üstü otoparklardan maksimum verim kısa süreli park yapan araç sahipleri tarafından alınabilir. Bu alanlara çalışma sektöründeki kişiler tarafındanda parklanma yapılırsa büyük bir trafik karmaşasına neden olacaktır. Yol üstünde binalara ait obje ve nesnelerinde bulunduğunu hesaba katarsak, yol üstü parklanmanın sınırlı kapasiteye sahip olduğu gözden kaçırılmamalıdır. Yol üstü parklanma bazı sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu sorunları şu şekilde sıralayabiliriz:
-Yolun iki taraflı parklardan kaynaklı meşgul edilmesi yolun efektif genişliğini azaltacaktır. Bu da şehir içinde trafik yoğunluğuna neden olacaktır.
-Yol üstü park eden araçlar yolun efektif genişliğini azalttığından, yoldan geçen araçların hızı da etkilenecektir. Dolayısıyla trafik akışında büyük bir yoğunluk ve yavaşlama meydana gelecektir.
-Yol üstü park alanlarında yaya geçişlerinin de olması parklanmadan kaynaklı yaya yoğunluğundaki artış, bu park alanlarından araç giriş ve çıkışlarının da olması trafik akışını yavaşlatacak ve trafik güvenliğini azaltacaktır.
-Yönetim kaynaklı problemler (Örneğin; yol üstü parkların kullanımına sınır getirilmemesi, trafik düzeni ve park planlama sistemindeki yanlışlıklar, eğitim ve denetime önem verilmemesi)
-Sürücü kaynaklı problemler (Örneğin; yanlış parklanma, bilinçsiz davranışlar/kural ihlali)
Bu nedenle; şehir içi yol üstü otopark sistemlerinin yönetimi şehir otopark düzenlemesinin temelini oluşturmaktadır.

Yol üstü otopark sistemlerinin idaresi ilgili belediye ya da bu belediye tarafından konusunda uzman şirketlerce yapılmaktadır. Sistemin optimum şekilde çalışabilmesi için idarelerin ulaşım planlama yöneticileri tarafından yol kenarı otopark alanları belirlenmektedir. Bu alanların kısıtlı olmasından dolayı süre sınırlandırmalı ve geçici olarak kullandırılmakta, böylece bir döngü sistemi sağlanarak daha fazla araç sahibine parklanma imkanı sağlanmaktadır. Araç kullanıcıları için bu alanlar en konforlu park alanı olduğundan dolayı kontrol altına alınmadığı sürece diğer park alanlarına yönlendirme mümkün olmamaktadır. Sistem döngüsünün çalışabilmesi için iyi bir planlama ve yönlendirme analizi gereklidir.



Şekil 5. Yol Üstü Parklanma

Şekil 4'te A noktası parklanma yapılabilecek boş bir alanı temsil etmektedir. B noktası ise Park alanlarını temsil etmektedir. C noktası araçların park ihtiyacını karşılayacak otoparkı temsil etmektedir.

Sistemin çalışma mantığı; araç sahipleri yol üstü parklanma noktaları maksimum kapasiteye ulaşana kadar otoparka yönlendirilmeyecektir. Yol üstü parklanma kapasitesi maksimum olduğunda otoparka yönlendirme gerçekleşecektir. Yönlendirme başka bir A noktası boşalana kadar devam edecektir. A noktası boşaldığı anda sistem yeniden çalışacak ve bu süreçte de otopark giriş-çıkışları sağlanacaktır. Fakat burada yapılan yanlış bir yönetim politikası ve yanlış parklanma yapılması şehir içi trafiğine de olumsuz yansıyacaktır. Bu nedenle iyi bir planlamayla ve araç sahiplerinin de bu konuda bilgilendirilmesiyle yol üstü parklanmadan

daha fazla sürücünün faydalanması sağlanacak ve kapasite kullanımı maksimum düzeye çıkacaktır.

2.2. Yol Dışı Otopark

Araçların açık ya da kapalı olarak tasarlanmış alanlarda park edilmesidir. Yol dışı otoparklar için iş ve ticaret merkezlerinin yakınındaki boş alanlar, şehir merkezinde bulunan ürün/hizmet veren yerlerin çevresi, bodrum katları ve benzeri yerlerden oluşmaktadır.
Yol dışı otopark planlamasında en önemli faktör otoparkların giriş ve çıkışlarıdır. Otopark giriş ve çıkışlarının kavşaklara yakın olmaması ve park akışında yoğunluk oluşturmaması gereklidir. Aksi halde şehir içi trafiği olumsuz şekilde etkilenecektir.

2.2.1. Açık Park Alanları

Genellikle şehir merkezlerinde veya merkeze yakın yerlerde boş arazilerin işletildiği alanlar olarak tanımlayabiliriz. Açık park alanlarının yönetim için en önemli olumsuzluğu arazi maliyetlerinin yüksek olması ve kapasitelerinin sınırlı olmasıdır.

2.2.2. Kapalı Park Alanları

Kapalı otoparklar ise otopark ihtiyaçların artması ve boş arazilerin maliyetli olması park alanlarını yüksek kapasiteyle kullanabilme fikrini doğurmuştur. Bu nedenle açık park alanları yerine, kapalı otopark alanlarının inşası tercih edilmiştir. Yeraltı ve yerüstü çok katlı olarak inşa edilen belli bir m^2 sahip olan bu alanlar şehirdeki daha fazla araca park imkanı sağlamaktadır. Bu nedenle; park alanının bulunduğu bölgenin altyapısı, uygulanan parklanma politikası ve sürücüden kaynaklı hatalar nedeniyle Bandırma'da otopark çözülmesi gereken sorunların başında gelmektedir.
Tablo 5'te Bandırma için Otopark verileri BALPARK ve Bandırma Belediyesi tarafından elde edilmiştir.

Tablo 5. Bandırma Yol Üstü ve Yol Dışı Otopark Kapasiteleri

Park Alanı Adı	Başlangıç	Bitiş	Kapasite
Atatürk Cad.	Cumhuriyet Cad.	İsmail Gönülal Sk.	223
İsmet İnönü Cad.	General Halit Cad.	Kurtuluş Cad.	71
Kurtuluş Cad.	Ortaokul Cad.	Fatih Cad.	121
2. Okul Cad.	Vecihibey Cad.	41. Sk.	46
İstiklâl Cad.	Ortaokul Cad.	İsmet İnönü Cad.	36
Cumhuriyet Cad.	Atatürk Cad.	Mehmet Akif Ersoy Cad.	25
Mehmet Akif Ersoy Cad.	Bandırma Ticaret Odası	Mehmet Akif Ersoy Cad.	39
Ordu Cad.	Mehmetçik Cad.	1011. Sk.	234
Kâşif Acar Cad.	İsmet İnönü Cad.	801. Sk.	60
Hal Cad.	Kurtuluş Cad.	Kâşif Acar Cad.	30
Liman Gar Önü	Liman Gar Önü	Liman Gar Önü	48
Bandırma Belediyesi	Kapalı Otopark Çift Katlı	Kaşif Acar Caddesi	330
Bandırma Belediyesi	Kapalı Otopark Tek Katlı	17. Eylül Mah. Tren Yolu Sk.	400
Bandırma Spor	3 Adet Açık Otopark	Bandırma Şehir Merkezi	-

Tablo 5'te Bandırma ilçesinin yol üstü ve yol dışı otopark kapasiteleri verilmiştir. Veriler BALPARK ve Bandırma Belediyesi'nden alınmıştır. Bandırma'da yol dışı otoparklara baktığımızda; 2'si Bandırma belediyesine ait toplam 730 kapasiteli kapalı otopark, 3 tanesi de Bandırma Spora ait olan kapasite açık otopark bulunmaktadır. Bandırma spora ait olan açık otoparkların kapasitesi ile ilgili bilgi elde edilememiştir. Bandırma'da yol üstü otoparkların işletmesi BALPARK'a aittir. Toplamda 933 kapasiteye sahiptir.

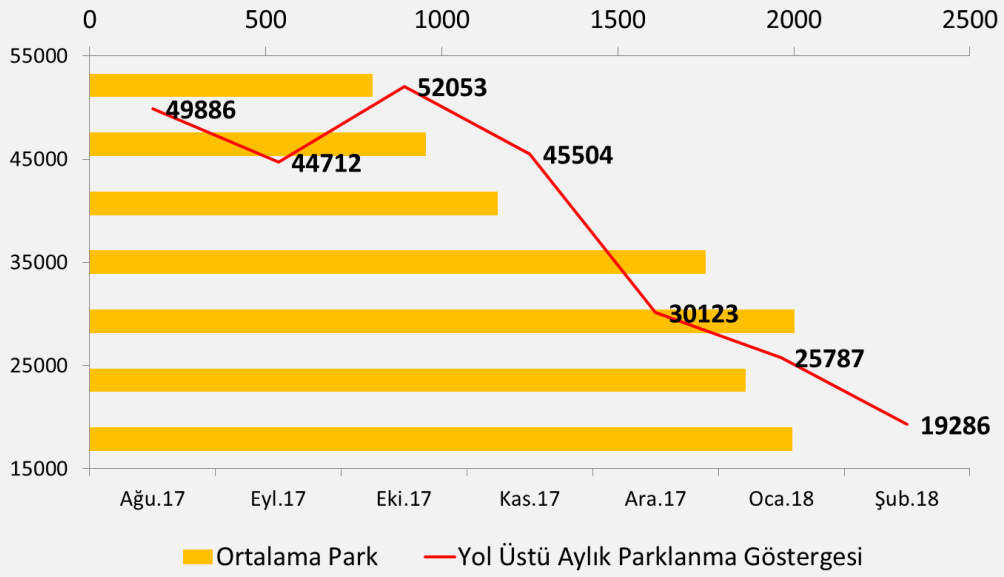
Tablo 6. Bandırma Aylık Parklanma (BALPARK)

Yıllar	Yol Üstü Aylık Parklanma	Ortalama Park
Ağu.17	44712	1863
Eyl.17	52053	2002
Eki.17	45504	1750
Kas.17	30123	1159
Ara.17	49886	1995
Oca.18	25787	955
Şub.18	19286	803

Tablo 6 'da Bandırma yol üstü park yapan araçların sayısı verilmiştir. Yol üstü parklanma en fazla eylül ayında 52053 olarak yapılırken en az Şubat ayında 19286 olarak yapılmıştır.

Parklanmaya genel olarak baktığımızda aylara göre dalgalanma görülmektedir. Konu ile ilgili veri BALPARK'ın 2017 Ağustos ayından bu yana Bandırma'da otopark işletmeciliğini alması ve daha önceki dönemlere ait verilerin önceki işletmede olması ve işletmeye ulaşılamamasıdır. Bu nedenle; park alanının bulunduğu bölgenin altyapısı, uygulanan parklanma politikası ve sürücüden kaynaklı hatalar da gözönüne alındığında Bandırma'da acil olarak çözülmesi gereken sorunların başında gelmektedir.

Şekil 5'te Bandırma yol üstü aylık parklanma yapan araçların sayısı grafikte gösterilmektedir.



Şekil 6. Yol Üstü Aylık Parklanma (BALPARK)

2.3. OTOPARK SİSTEMLERİ

Otopark sorunu teknolojinin kullanımıyla birlikte otopark yönetimi olarak ele alınmaktadır. Otopark yönetimi, mevcut park alanlarının daha verimli kullanılmasını teşvik eden, otopark kullanıcılarına verilen hizmetlerin kalitesini arttıran ve otoparkların tasarımını geliştiren çeşitli stratejileri içermektedir(Litman, 2006).

Artan nüfus ve araç sahipliliğinden dolayı yol dışı ve yol içi otopark sistemlerindeki uygulamaların yetersiz gelmesinin yanında, maliyetler, trafik sorunları, altyapı ve alan yetersizlikleri, yanlış şehirleşme ve park politikalarında yapılan hatalar, sürücü kaynaklı

problemler(maliyeti düşünmeleri, ihlal ve bilinçsiz davranışlarda bulunmaları vb.) faktörlerinde etkisi park sorununa yeni çözümler üretilmesini mecbur kılmıştır.
Gelişen teknolojiyle birlikte birçok özel şirket otopark ile ilgili AR-GE çalışması başlatmış otopark sorununa akılcı, yenilikçi çözümler bulmuştur. AR-GE çalışmaları sonucunda otopark kavramı yeni evrimiyle akıllı otopark sistemleri hayatımıza yavaş yavaş girmeye başlamıştır.

3. SONUÇ

Bu çalışmada; Bandırma'da otopark sorunu ele alınmış ve Bandırma'daki otoparklar hakkında bilgi verilmiştir. Bandırma özelinde alınan otopark sorunu ile konuya dikkat çekilerek çözüm arayışları için çalışmaların başlatılması ve teknolojinin yardımıyla otopark sistemleri önerileri yapılmıştır.
Otopark yönetiminin, planlamanın ve yönlendirmenin doğru yapılması ile sürücüler araçları için boş park yeri ararken; harcadıkları yakıt miktarı, harcadıkları zaman minimuma inmiş olacaktır. Daha az yakıt tüketimi araçların neden olduğu; hava ve gürültü kirliliği en aza indirecektir. Park yeri ararken araçların meydana getirdiği; uzun araç kuyrukları azalacaktır. Sağlam stratejiler üzerine kurulu otopark politikası sayesinde; otopark kapasiteleri daha verimli kullanılacak, trafik yoğunluğu azalacak, yoğunluğun azalmasıyla trafik akışı da hızlanacaktır. Sürücülerin park bulma stresi ve endişeleri azalacak, stres ve endişeleri azalan sürücülerin trafikte hata yapma olasılıkları azalacak; bu da meydana gelebilecek olası kazaları azaltacaktır.

KAYNAKÇA

Haldenbilen, S., Murat, Y. S., Baykan, N., & Meriç, N. (1999). Kentlerde Otopark Sorunu Denizli Örneği, Pamukkale Mühendislik Bilimleri Dergisi.

Litman, T. (2006) Victoria Transport Policy Institute, Ulaşım Talep Yönetimi Ansiklopedisi (TDM EncyclopediaOtopark Yönetimi, Stratejileri, Değerlendirmesi ve Planlanması (Parking Management, Strategies, Evaluation and Planning), http://www.vtpi.org/park_man.pdf

Taş, C. (2012). Kent İçi Otoparkların Planlama ve Yönetim Uygulamalarının İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

Tozluoğlu, Ç. (2017). Park Yapma Alışkanlıklarının Analiz Edilmesi ve Uygulama Bölgesi İçin Otopark Politikaları Önerisi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

TSE(1992)"TS 10551 Şehir İçi Yollar-Otoyollar İçin Otopark Tasarım Kuralları", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.8182&MevzuatIliski

1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Kapsamındaki Ulaşım Projelerinin Bandırma'ya Olası Etkileri

Doç. Dr. Mehmet Emin ERÇAKAR

Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Bandırma/Balıkesir, 10200, TÜRKİYE, mercakar@bandirma.edu.tr

Özet

Bandırma, tarih boyunca İstanbul ve İzmir gibi iki büyük metropolün arasında bir bağlantı noktası olmuştur. Bu bağlantı geçmişten günümüze çoklu taşıma (denizyolu, demiryolu, karayolu) yöntemleri ile sağlanmış ve sağlanmaktadır. Bölgenin sahip olduğu jeostratejik konum Bandırma'nın lojistik merkez olması konusunda büyük avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı ile de mevcut ulaşım arterlerine çok sayıda ulaşım bağlantı noktalarının oluşturulması amaçlanmaktadır.

Bandırma'nın da bünyesinde yer aldığı Balıkesir ve Çanakkale illerini kapsayan TR22 Bölgesi, coğrafi konumu itibariyle ulaşım ağları açısından stratejik öneme sahiptir. Bu nedenle bölge içi, bölgelerarası ve uluslararası ulaşım bağlantıları yönünden birçok projenin merkezi konumundadır. Türkiye TEM (Avrupa Transit Karayolu) yol ağının bir parçası olan Bursa-Balıkesir-İzmir güzergâhı Bölge sınırları içinde bulunmaktadır. Gebze-Orhangazi-İzmir ve Kınalı-Tekirdağ-Çanakkale-Balıkesir Otoyolu projeleri gibi büyük ölçekli kamu yatırımları, Bölgenin gelişme dinamiklerini önemli ölçüde etkileme gücüne sahiptir. Bölgenin Ege Denizi ve Marmara Denizi'ne kıyısının bulunması ulusal ve uluslararası yük ve yolcu taşımacılığında önemini artırmaktadır. Bölge Ankara'yı İzmir'e bağlayan demiryolu üzerinde bir transit merkez durumundadır.

Bölge planları bölgesel sorunların niteliğine göre farklılık arz etmekle birlikte hızlı gelişen ana yerleşim bölgelerinin sorunları ya da geri kalmış bir bölgenin kalkınmasının hedef alınması gibi süreçler de planlama tekniğiyle çözümlenmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmada da, dengesiz kalkınmaya yönelik teorik yaklaşımlar bağlamında Balıkesir ve Çanakkale illerini kapsayan 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı çerçevesinde Bandırma ve çevresinde

ortaya çıkan sanayileşme hamlesinin kentsel ve kırsal yapıda yaratması beklenen değişimler, ulaşım master planları plan bağlamında incelenecektir.

Çalışmamızda, söz konusu Plan'ın 2040 yılına kadar bölge için öngörmüş olduğu projeler irdelenerek bunların bölge ve ülkemiz için sağlayacağı getiriler analiz edilmeye çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: *1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı, Bandırma, Güney Marmara.*

Potentıal Effects of TransportatIon Projects to Bandırma wIthIn the Scope 1/100.000 Scaled EnvIronment Plan

Abstract

Bandırma has been a link between two major metropolises such as Istanbul and Izmir throughout history. This connection is provided and provided by past multi-day transportation (sea, rail, road) methods. The geostrategic location of the region has great advantages in that Bandırma is a logistic center. It is also aimed at establishing a number of transport links to existing transport arteries with the 1 / 100.000 Scale Environment Plan.

TR22 region, which includes Balıkesir and Çanakkale provinces, is strategically important for transportation networks as far as its geographical location. Therefore, it is the center of many projects in terms of intra-regional, inter-regional and international transportation links. The Bursa-Balıkesir-Izmir route, which is part of Turkey's TEM (Transit European Motorway) road network, is located within the borders of the region. Large-scale public investments such as the Gebze-Orhangazi-İzmir and Kınalı-Tekirdağ-Çanakkale-Balıkesir Highway projects have the power to significantly influence the development dynamics of the Region. The presence of the Aegean Sea and the Sea of Marmara in the region increases the importance of national and international freight and passenger transport. The region is a transit center on the railway linking Ankara to Izmir.

Although regional plans differ according to the nature of regional problems, problems of the rapidly developing main settlement areas or the development of a lagged region are also tried to be solved with planning techniques. In this study, the changes expected in the urban and rural construction of industrialization movements in Bandırma and its environs in the framework of 1/100.000 Scale Environment Plan including Balikesir and Çanakkale in the context of theoretical approaches to unbalanced development will be examined in the context of transportation master plans.

In this study, the projects foreseen by the said plan for the region until 2040 will be examined and the results of these projects will be analyzed for the region and Turkey.

Keywords: *1/100.000 Scaled Environment Plan, Bandırma, South Marmara.*

1. Giriş

Bölgeler için kalkınma stratejisi belirlenirken, o yörenin sosyal ve ekonomik koşullarının, dönüşümünün, ana ticaret eksenleri, ithal ve ihraç kapıları itibariyle konumunun, doğal ve beşeri kaynaklarının, ülkede ve dünyada olabilecek muhtemel gelişmeler bağlamında olası durumun, zayıf ve güçlü yönlerinin iyi bilinmesi gerekir (Mutlu, 2005: 116). Bölgeyi ve bölge bilimini tanımlamada öncülerden biri olarak kabul edilen Isard (1956), bölgenin salt insanı baz alarak tanımlanamayacağını, onun fiziksel çevresinin tüm koşullarıyla birlikte değerlendirildiği bir alan olduğunu belirtmektedir. Isard'ın çevreye yaklaşım konusundaki söylemleri, coğrafya dışında hiçbir bilim dalının ekolojiye bütün olarak bakmadıklarını, sadece insan ve çevresi olarak doğayla ilgilendiklerini belirtmektedir.

Yerel ekonomik kalkınma yaklaşımında bunlardan hareketle, sosyal diyalog ve katılım gerçekleştirilmesi, çeşitli mekânlara dayalı olması, yerel kaynakların mobilitesini ve rekabet avantajlarını gerekli kılması, yerel olarak kendine özgü olmasını öne çıkmaktadır (Dinçer vd., DPT, 2003:6).

Bilindiği üzere kalkınma ya da yatırım stratejileri denildiğinde, bu çabaların sadece ekonomik değil, aynı zamanda sosyolojik, kültürel, politik vb. olduğu kabul edilir. Ancak bu durum üretim fonksiyonu ve tekniğinin görmezden gelinmesi ile değil, bilakis faktör donatımı ve üretim tekniği ile ilgili değer yargılarını ön plana çıkarmaktadır. Kalkınma stratejilerinde yatırımların ekonomik kalkınmayı ne yöne taşıyacağı önem taşırken, bu stratejiler onların mikro ya da büyük olasılıkla sektörel büyüklüklerle değil, ekonominin bütünü ya da kalkınmanın genel yapısı ile ilgisini ortaya koymaktadır.

Diğer yandan planlama ile büyüme teorileri arasında mutlak bir ayrım yapmak mümkün değildir. Özellikle planlama teorisi denilen ve bir ekonomide kaynakların etkin kullanımını sağlamak için gerekli unsurları bir araya getiren uğraş, büyüme teorileri ile aynı özellikte olmaktadır. Geniş açıdan ele alındığında, planlama dinamik makro teori ile dinamik refah teorisinin birleştiği düğüm noktasını oluşturmaktadır (Savaş, 1986:430-431).

2. Plan Bölgesi Kapsamında Ulaşım Projelerinin Bandırma ve Ülke Ekonomisine Etkisi

TÜİK tarafından 2011 yılında yapılan bir çalışmada, Türkiye'nin en zengin bölgesinin 15.605 dolarlık kişi başına geliriyle İstanbul, en fakir bölgesinin ise 5.894 dolarlık kişi başına gelirleriyle Van, Muş, Bitlis ve Hakkâri'den oluşan TRB2 Bölgesi olduğu görülmektedir (TEPAV, 2015). TRB2 Bölgesi'nin bu gelir yapısıyla İstanbul'un 2014'te sahip olduğu gelir değerine ancak 2037'de ulaşabilecek gibi görünmekte ve bu sebeple iki bölge arasında tam 23 yıllık bir gelişmişlik farkı bulunduğu hesaplanmaktadır. Yine diğer bölgelerin, İstanbul'un 2014 yılındaki kişi başına gelir düzeyini ne zaman yakalayacağına ilişkin tahminlere bakıldığında da, Orta Anadolu ile arasındaki fark yaklaşık 10-15 yıla, Doğu Anadolu ile arasındaki fark ise 15-20 yıla kadar çıkmaktadır. Örneğin, bugün Kars'ta yaşayan biri, ilinde kalmayı tercih etmiş olması halinde İstanbul'un 2014'teki gelişmişlik düzeyini ancak 2033'te (19 yıl sonra) yakalayabilecek ya da yakındaki örneğin Erzurum gibi gelişmiş bir bölgeye gittiği varsayıldığında bu sürenin yalnızca 6 yıl kısalacağı görülmektedir. Dolayısıyla refah düzeyinin bu denli dengesiz dağılımı bölgeler arasında insanların daha iyi yaşam koşulları bulabilme beklentisi ile göçüne neden olduğundan İstanbul nüfusunun %85'inin İstanbul'dan farklı bir yerde nüfus kaydına sahip vatandaşlardan oluştuğu gerçeği ile karşı karşıya kalınmaktadır (Peker, 2015:2).

Diğer yandan illerin gelişmişlik düzeylerinin 32 ekonomik, 17 sosyal olmak üzere toplam 49 kritere göre incelendiği bir çalışmada da (Gül ve Çevik:2015:10), Türkiye'de il bazında ilk 6 sırayı İstanbul, Ankara, İzmir, Antalya, Bursa ve Kocaeli tarafından paylaşılırken, Balıkesir 17. sırada, Çanakkale ise 23. sırada yer almaktadır. Çalışma bölge bazında incelendiğinde ise en gelişmiş illerin bulunduğu I. Grup'taki 6 ilin 3'ü Marmara Bölgesi'nde yer aldığı görülürken, aynı grupta yer alan diğer iller ise Ege, İç Anadolu ve Akdeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Sıralamanın tamamı dikkate alındığında ise, Marmara Bölgesi'nin en gelişmiş bölge konumunda olduğu görülmekte, bu bölgeyi Ege ve Akdeniz Bölgeleri takip etmektedir.

Balıkesir Çanakkale Planlama Bölgesi 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı'na ilişkin plan kararları oluşturulurken; Planlama Bölgesi içerisinde sektörel açıdan farklılık gösteren genel

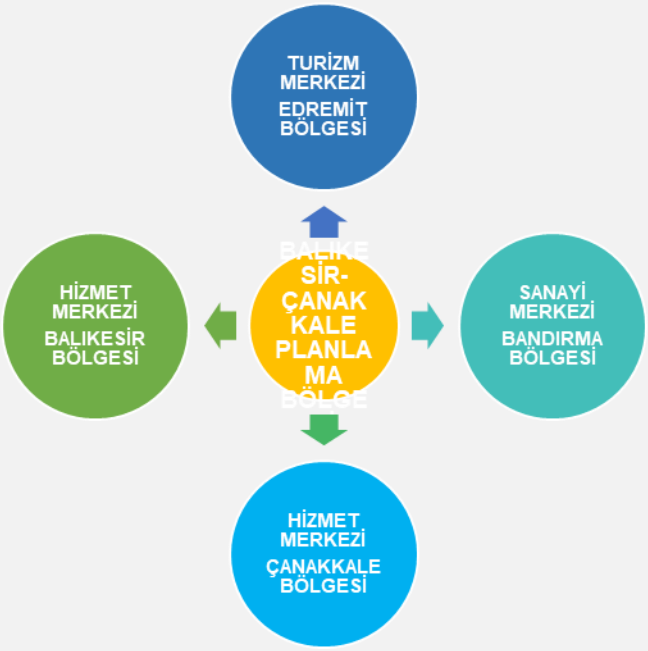
bölgesel yaklaşımlar dikkate alınarak makro düzeyde ulaşım kararları, ulaşım çeşitliliği, ulaşım sistemlerinin birbirlerine entegrasyonu, sektörel yapıdaki farklılıkların kendi içerisinde organize hale getirilmesi ve birbirlerine entegrasyonu, kentsel ve kırsal kullanım alanlarına ilişkin alanlarının ve Çevre Düzeni Planı kararlarının koruma alanları ile doğal, yapay ve yasal eşikler dikkate alınarak mekânsal kullanım ve stratejik bir yaklaşım çerçevesinde dikkate alınan temel kriterler yer almaktadır.

Söz konusu planlama bölgesi içerisinde ulaşım projeleri açısından bakıldığında; karayolu, demiryolu, denizyolu ve havayolu ulaşım sistemlerinin geliştirilerek bölgesel ulaşıma dayalı ana ulaşım sistemlerinin ülkesel, bölgesel ve sektörel olarak birbirlerine entegrasyonunun sağlanması, plan bölgesinin önemli sanayi merkezleri (İstanbul, Bursa, İzmir, Kocaeli vb.) ile olan sektörel etkileşimi ve yatırım alanları açısından mekânsal kullanım alanlarının sürdürülebilirlik politikası doğrultusunda belirlenmesi ve planlama bölgesi içerisinde farklı nitelikteki sektörlerin birbirleri ile olan etkileşiminin güçlendirilmesi sektör ve alt sektör yapılanmasına uygun yatırım için gelişmenin yönlendirileceği merkezlerin oluşturulması önem arz etmektedir.

Yine plan kapsamında demiryolu ulaşımının özellikle sanayi ve lojistik merkez niteliğindeki yük taşımacılığı ağırlıklı olmak üzere bölge merkezleri arasında insan ve yük taşımacılığı ağırlıklı olarak geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Böylece sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için özellikle sanayi yatırımlarının bölgede kümelenmesi hedeflenmektedir.

Tarımsal amaçlı yapılaşmalarda; noktasal ve parçalı üretim alanları oluşmasının yerine tarımsal üretimden işlenerek mamul ürün haline gelmesi, depolanması, pazarlanması ve AR-GE faaliyetleri gibi faaliyetler sağlayan, bütüncül toplu faaliyet alanlarının oluşturulmasıyla birlikte enerji yatırımlarından özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik alan yatırımlarının desteklenmesi ve jeotermal kaynakların turizm ve tarım gibi alternatif sektörlere kazandırılması bölge açısından aciliyet arz etmektedir.

Tablo:1- Plan Sektörel Gelişim Bölgeleri



Kaynak: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

Yukarıdaki Tablo 1'de yer alan Plan senaryosuna göre;

-Balıkesir Sektörel Gelişim Bölgesi (Hizmetler Sektörü Gelişim Bölgesi); Karesi, Altıeylül, Balya, Bigadiç, Dursunbey, İvrindi, Savaştepe, Sındırgı, Kepsut, Susurluk İlçelerini,

-Çanakkale Sektörel Gelişim Bölgesi (Hizmetler Sektörü Gelişim Bölgesi); Çanakkale il merkezi, merkez ilçe, Bayramiç, Bozcaada, Çan, Eceabat, Ezine, Gelibolu, Gökçeada, Yenice İlçeleri ile Terzialan, Kepez, Lâpseki, İntepe, Kumkale, Geyikli, Mahmudiye, Bolayır, Kavakköy, Evreşe, Hamdibey, Kalkım, Akçakoyun, Pazarköy yerleşimlerini,

-Edremit Sektörel Gelişim Bölgesi (Turizm Sektörü Gelişim Bölgesi); Ayvacık, Ayvalık, Burhaniye, Edremit, Gömeç, Havran İlçeleri ile Gülpınar, Küçükkuyu, Altınova, Küçükköy, Pelitköy, Akçay, Altınoluk, Güre, Zeytinli, Kadıköy, Karaağaç, Büyükdere yerleşimlerini,

-Bandırma Sektörel Gelişim Bölgesi (Tarım Odaklı Sanayi Gelişim Bölgesi) ise; Biga, Bandırma, Erdek, Manyas, Gönen ve Marmara İlçeleri ile Yeniçiftlik, Balıklıçeşme,

Kozçeşme, Gümüşçay, Karabiga, Çardak, Umurbey, Aksakal, Edincik, Karşıyaka, Ocaklar, Salur, Kızıksa, Sarıköy, Avşa, Saraylar yerleşimlerini kapsamaktadır.

Güney Marmara Kalkınma Ajansı'nca kapsanan Güney Marmara Bölgesi, Balıkesir (TR221) ve Çanakkale (TR222) illerinden oluşmakta ve İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırmasına göre de TR22 Düzey 2 Bölgesi olarak adlandırılmaktadır. Yüzölçümü itibariyle 24.232 kilometrekare alana yayılan bölgede 31 ilçe, 87 belediye ve 1457 köy bulunmaktadır. 2011 yılı verileri itibariyle bölgenin toplam nüfusu 1.640.759 olup nüfus dağılım ve yapısı bakımından değerlendirildiğinde bölgede kilometrekare başına düşen kişi sayısı 68 kişi olmakla birlikte bu oran 94 kişi olan Türkiye nüfus yoğunluğu ortalamasının altında kalmaktadır. Bu durum Türkiye toplam nüfusunun % 2,2'sini oluşturan bölgenin yoğun göç baskısına maruz kalmadığını göstermektedir(GMKA, 2012:1).

Bandırma; Balıkesir'in diğer ilçeleri ile birlikte Çanakkale bölgesi, İstanbul ve İzmir arasında karayolu bağlantısını sağlayan ayrıca Ankara ve İzmir demiryolu hattı üzerinde bir transit merkezi olması bakımından avantajlı bir konumda bulunmaktadır. Deniz ve havalimanı altyapı eksikliklerinin giderilmesine yönelik yapılacak çalışmaların ulaşım ve lojistik sektörlerinde bölgedeki ekonomik kalkınmanın ivmesini artırması beklenmektedir. Bölge maden yatakları bakımından oldukça zengin olup önümüzdeki yıllarda bölgede madenciliğin öne çıkan bir sektör olması da beklenmektedir. Özellikle bor ve kaolin bakımından bölgede oldukça zengin kaynaklar bulunmaktadır (GMKA, 2012:4).

Plana konu olan bölge; İstanbul, İzmir ve Bursa gibi büyükşehirlere yakın ve erişilebilir bir konumda yer alırken, bölge içi yerleşme yapısı çoğunlukla orta büyüklükte kent merkezi şeklinde olup, bölgenin en önemli yerleşim yerleri, Balıkesir, Çanakkale, Bandırma ve Edremit olarak belirtilmektedir. Balıkesir ve Çanakkale hizmet merkezleri olarak ön plana çıkarken, Bandırma ise, TCDD (Çelebi Port of Bandırma) ve BAGFAŞ limanları ile demiryolu bağlantısının sağladığı avantaj ve büyük ölçekli sanayi tesisleriyle bölgenin sanayi merkezi konumundadır. Edremit de yakın çevresindeki yerleşmelerle birlikte turizm merkezi durumu arz etmektedir. Çanakkale'nin Biga ve Çan ilçeleri sanayi alanında diğer ilçelere oranla daha çok gelişme göstermiş olan Bandırma ile birlikte bölgenin kuzeyinde uzanan

sanayi aksını oluşturmaktadır. Edremit Körfezi'nde yer alan Ayvalık, Burhaniye, Gömeç ve Çanakkale Ayvacık ise ağırlıklı olarak daha gelişmiş bir ilçe olan Edremit ile etkileşim içinde oldukları söylenebilir.

Bandırma; Marmara Denizi'nin güneyinde, İstanbul, Bursa ve İzmir illeri üçgeninin neredeyse tam ortasında yer alan bir yerleşim birimidir. İlçenin doğusunda Karacabey, batısında Gönen, kuzeyinde Erdek, Kapıdağ Yarımadası ve Marmara Adası, güneyinde Manyas ve Kuşgölü (Kuşcenneti) bulunmaktadır. Yüzölçümü 713 km^2 olan Bandırma'nın denizden yüksekliği (rakım) 1 metre ile 764 metre arasında değişmektedir. 2015 yılı itibariyle 145.100 olan nüfusu ile ilçede şehirleşme oranı % 85,27 ve ortalama nüfus artış hızı da % 1,68'dir. İlçenin büyük şehirlere yakınlığı ve coğrafi konumu, zamanla farklı ulaşım imkânlarının gelişmesine neden olmuştur.

Bandırma'nın bulunduğu elverişli coğrafi konuma karşın yeterli alt yapıya sahip olmaması nedeniyle sanayi ve ticaret alanlarındaki gelişme potansiyeline rağmen bu alanlarda yeterli gelişme sağlayamadığı, bir potansiyel açık olduğu söylenebilir. Geçmiş yıllarda limanın yetersizliği, yükleme boşaltma işlemlerinin ilkel yöntemlerle yapılması ticaret gemilerini Bandırma'dan uzaklaştırmış olmakla birlikte 1965 yılında şehrin elektrik şebekesine bağlanması, ardından da 1964 yılında temeli atılan yeni limanın hizmete girmesiyle, 1970'li yıllarla birlikte Bandırma yeniden gelişme sürecine girmiştir. 1969 yılında Etibank Boraks Fabrikası, 1970 yılında Bagfaş ve 1972 yılında da Etibank Sülfürik Asit Fabrikaları'nın hizmete girmesiyle Bandırma, günümüzde sanayi kenti olma yolunda önemli avantaj sağlamış bulunmaktadır.

Bandırma, halihazırda bölgenin önde gelen sanayi kentlerinden biridir. Sanayi yatırımları, 1980 yılından sonra gıda sektöründe yoğunluk kazanmış olup ilçede özellikle gübre, un, yem, çırçır, bitkisel yağ, damızlık civciv, etlik piliç, yumurta, salça, dondurulmuş su ürünleri gibi gıda ve kimya alanı yanında, mermer ve taş işletmeciliğinde de ülkemizin önde gelen firmalarının tesisleri bulunmaktadır. Bugün ülkemizde üretilen kimyasal gübrenin % 15'i, etlik civcivin (broiler) % 25'i yumurtalık civcivin % 20'si Bandırma'da üretilmektedir.

Ayrıca ilçe demiryolu bağlantılı çok önemli bir limana ve bir organize sanayi bölgesine sahip bulunmaktadır.

Bandırma'nın coğrafi konumu sanayisi için de önemli bir avantaj teşkil etmektedir. İstanbul, Bursa ve İzmir illerine ortalama 2 saat uzaklıkta yer almasıyla bu illerin yer aldığı üçgenin ortasında bir konumda bulunmaktadır. Ulaşım karayolu, demiryolu ve denizyolu ile çok yönlü olarak sağlanmakta olup Bandırma'da ticaretin gelişmesindeki en önemli etkenin, Bandırma'nın sahip olduğu işlek limanı olduğu söylenebilir. Bandırma Limanı, İstanbul'dan sonra Marmara Denizi'ndeki en büyük ikinci limandır. 12 metre derinliği olan liman, 20 bin grostona kadar 15 adet geminin aynı anda yanaşıp yükleme ve boşaltma yapabileceği bir kapasiteye sahiptir. 2015 yılı itibariyle toplam dış ticareti 472 milyon $ düzeyindedir (Bandırma Ticaret Odası Stratejik Plan 2014-2017).

Bandırma; İstanbul'un Marmara ve Ege bölgeleriyle bağlantısını sağlayan bir noktada bulunması nedeniyle gelişmiş ve donanımlı limanı ile İstanbul'un bir giriş kapısı özelliğini de taşırken İstanbul-Bandırma arasında 1998 yılında başlatılan hızlı feribot seferleri de bu özelliğini pekiştirmektedir. Gelişen bir sanayi kenti olan Bandırma'da, 1997 yılında 150 hektar üzerine kurulmuş Organize Sanayi Bölgesi'nin varlığı bölge ekonomisine ve istihdamına büyük katkı sağlamaktadır. Organize Sanayi Bölgesi'ndeki mevcut 52 parselin tamamı tahsis edilmiş olup 35 firma üretim, 15 firma inşaat, 2 firma ise proje yapım aşamasındadır. Firmaların tamamının üretime geçmesiyle birlikte istihdamın 3000 kişiyi aşması beklenmektedir.

Bölgedeki yoğun arsa talebi sonucu, 205 hektarlık yeni bir alanın 2. etap genişleme alanı olarak OSB'ye tahsis edilmiş olmasının var olan ticaretin gelişmesine önemli katkı sağlaması beklenmektedir (Bandırma Ticaret Odası Stratejik Plan 2014-2017). Ayrıca, Bandırma Organize Sanayi Bölgesi'nin, Anadolu'nun çeşitli merkezlerinde ihracat için toplanan malların Bandırma Limanı üzerinden Avrupa'ya ulaştırılması amacıyla faaliyete geçen Büyük Anadolu Lojistik Organizasyonu (BALO) A.Ş 'ne ortak oluşu Bandırma OSB'yi demiryolu ile Bandırma Limanı'na bağlayarak önemli bir lojistik güç ve Bandırma ekonomisi için

kaçınılmaz bir fayda sağlayacağı beklenmektedir (Çevre Düzeni Planı ve BTO Stratejik Planı).

3. Sonuç ve Değerlendirme

Bandırma'nın karayolu, denizyolu, demiryolu ve sınırlı da olsa (mevcut havaalanı askeri üs konumundadır) havayolu ulaşımlarının tümünün gerçekleşebildiği nadir yerleşim merkezlerinden biri olmasından dolayı kentin ekonomik ve sosyal yapısının gelişiminde bu altyapı özellikleri önemli bir rol oynamaktadır. Ülkemizin en büyük kenti olan İstanbul'un, Güney Marmara ve Ege bölgeleriyle bağlantısını sağlayan önemli bir noktada bulunan Bandırma, mevcut demiryolu altyapısına ilave olarak, başta TCDD tarafından yatırım programına alınmış Bursa - İzmir Yüksek Hızlı tren hattı, yine aynı hat ile bağlantılı Bandırma - Balıkesir hattı ve Bandırma - Ayazma - Osmaneli Yüksek Hızlı tren hattı ile de çevreye bağlantı sağlamış olacaktır.

Ekonomik yapılanma içerisinde 2040 yılı plan projeksiyonu dahilinde sektörel faaliyetlerde Bandırma'da ilk sırada hizmet sektörü yer almakta olup, bu sektörü sırası ile sanayi ve tarım sektörlerinin izlediği gözlemlenmektedir. Bölge merkezi niteliğinde gelişim gösterecek olan Bandırma'da sanayi sektörüne dayalı olarak özellikle tarıma dayalı sanayi başta olmak üzere merkez bölge vasfını taşırken diğer yandan alt sektör yapılanması içerisinde lojistik, enerji, ulaşım, tarıma dayalı sanayi, diğer sanayi faaliyetleri ve depolama gibi sektörlerde gelişim göstermesi beklenmektedir. Yerleşim ilçe statüsü itibariyle kırsal ihtiyacın karşılanmasına yönelik taleplerin dikkate alınması halinde eğitim ve sağlık gibi kamu hizmetlerinde ilçenin entegre edilebilir ve gelişmiş ulaşım sistemlerine bağlı olarak bu sektöre dayalı istihdam olanaklarını da ortaya çıkarması mümkün olacaktır.

Yürürlükteki İmar Planı ile öngörülmüş mekânsal kullanımlar dışında Çevre Düzeni Planı ile yerleşim merkezinin ve Edincik yerleşiminin güneybatısında sanayi alanı oluşumu önerilmiş durumdayken Bandırma yerleşimi için 2040 yılı plan projeksiyonu döneminde mekânsal kullanımlar açısından ayrıca planlama alanı için ulaşım sistemleri dikkate alındığında entegre

ve geliştirilebilir karayolu, demiryolu, denizyolu ve havayolu ulaşımı kullanımlarına sahip olduğu belirtilmektedir.

Deniz ulaşımına yönelik olarak Şirinçavuş ve Bezirci köyleri arasındaki sanayi alanı için liman geliştirilmesi önerilirken yine bu kapsamda güney çevre yoluna paralel olarak diğer sanayi kullanımları ile bağlantılı demiryolu bağlantısı ve yerleşim için güney çevreyolu ile liman ve merkez bağlantılı karayolu bağlantıları önerilmiş bulunmaktadır. Gelişme yönü olarak doğu ve batı yönleri belirlenmiş olup sanayi ve depolamaya faaliyetlerine yönelik kullanımlar güneydoğuda yer alan Manyas sulak alan tampon bölgesi dikkate alınarak sınırlandırılmış bulunmaktadır.

Güney Marmara Kalkınma Ajansı'nca (GMKA) hazırlanan 2010 - 2013 Güney Marmara Bölge Planı'nın Mekânsal Gelişim Şeması'nda da bölgenin hangi alanlarının ne tür işlevler için uygun olduğu gösterilmektedir. Bu doğrultuda Güney Marmara Bölgesi'nin kuzeyi sanayi, güneydoğusu madencilik alanları için uygun alan olarak belirtilirken, bölge genelinde tarımsal anlamda verimli toprakların da yer aldığı görülmektedir. Bölgenin mekânsal gelişmesinin bu ve benzeri yönlerde devam edeceği düşünülecek olursa, İstanbul'dan taşınması (desantralizasyon) gündemde olan sanayi için bölgede Balıkesir merkez ile Bandırma ve Biga'nın uygun mekânlar olacağı görülmektedir.

BİBLİYOGRAFYA

-Akgül, B., Efe, M.(2010). Dünya'da ve Türkiye'de Bölge Planlama Çalışmaları ve Bunların Karşılaştırılması, Çağdaş Yerel Yönetimler, Cilt:19, Sayı:4, Ekim 2010, ss.19-45.

-Berber, M. (2011). İktisadi Büyüme ve Kalkınma, Derya Kitabevi Trabzon.

-Çakmak, H., Erden L. (2005) "Yerel Kalkınma ve Sanayinin Yeni Mekan Arayışları: Denizli ve Gaziantep Örneği", Cumhuriyet Üniversitesi İİBF Dergisi, 6:111-129.

-Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Balıkesir-Çanakkale Planlama Bölgesi 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı, http://mpgm.csb.gov.tr/balikesir-canakkale-planlama-bolgesi-1-100.000-olcekli-cevre-duzeni-plani-i-82273

-Dinçer, B, M. Özaslan ve T. Kavasoğlu (2003). İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması, DPT.

-GMKA (2012). Büyükşehir Olma Yolunda Bir Kent Balıkesir, Güney Marmara Kalkınma Ajansı, Balıkesir.

-GMKA (2012). İstanbul'dan Sanayinin Taşınmasına (Desantralizasyon) GMKA Yaklaşımı, Güney Marmara Kalkınma Ajansı, Balıkesir.

-Gül, E., Çevik, B. (2015). 2013 Verileriyle Türkiye'de İllerin Gelişmişlik Düzeyi Araştırması, Türkiye İş Bankası İktisadi Araştırmalar Bölümü

-Han, E., Kaya, A. (2008). Kalkınma Ekonomisi, Nobel Yayınları No:1033.Ankara.

-Isard, W. (1956). Location and Space Economy, The Technology Press of MIT, New York.

-Manavgat, G. ve Kırlı, M. (2013). Yerel Ekonomilerde Kalkınma Kutbunun Rolü Slow Food Örneği, Ege Akademik Bakış, Cilt:12, Sayı:4, s.475-486.

-Manisalı, E. (1982). Gelişme Ekonomisi, Ar Yayın Dağıtım, 3.Baskı, İstanbul.

-Mutlu, S. (2005). Bölgesel Farklılaşmanın Nedenleri ve Türkiye Bağlamında Bölgesel Gelişme Stratejileri, Bölgesel Gelişme Stratejileri ve Akdeniz Ekonomisi, (Ed. Haluk ERLAT), Türkiye Ekonomi Kurumu Yayınları, Ankara. 111-134.

Bandırma Trafik Kaza Modeli

Arda Yıldırım[1], Necla TEKTAŞ[2]

[1]*Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Balıkesir, 10200, Türkiye, mr.yildirimarda@gmail.com*

[2]*Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Balıkesir, 10200, Türkiye, ntektas@bandirma.edu.tr*

Özet

Günümüzde ulaşım, ekonomik büyümenin göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle ulaşımın hızlı, kolay, erişilebilir, ekonomik, güvenli, rahat ve çevre dostu olması önemlidir. Bunu sağlamak için Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) en önemli kavramdır. AUS; seyahat sürelerinin azaltılması, trafik güvenliğinin arttırılması, mevcut yol kapasitelerinin optimum kullanımı, mobilitenin arttırılması, enerji verimliliği sağlayarak ülke ekonomisine katkısı ve çevreye verilen zararın azaltılması gibi amaçlar doğrultusunda geliştirilen kullanıcı-araç-altyapı-merkez arasında çok yönlü veri alışverişi ile izleme, ölçme, analiz ve kontrol içeren sistemler bütünüdür. Bu bütünün içinde yer alan trafik güvenliğinin arttırılması bölgesel ve ulusal düzeyde ilgili birimler arasında işbirliği, uluslararası bilgi ve deneyim ile birlikte çalışma gerektirmektedir.

Trafik güvenliğinin sağlanması için trafik kazalarının azaltılması son derece önemlidir. Doğru ve zamanında hazırlanmış trafik istatistikleri; trafik kazalarını azaltma çalışmalarında en önemli kaynaktır. Çünkü trafik kazaları karmaşık bir yapıya sahip olup birçok faktörün bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Bu faktörler arasında sürücülerin yorgun ve dikkatsiz olması, aşırı hızlı araç kullanmaları, yolun geometrik standartlarının istenilen niteliklerde olmaması, araç donanımın eski ve yetersiz olması, atmosferik hava koşullarının sürücü ve araç üzerindeki etkileri vb. sayılabilir. Bu faktörlerin etkilerinin belirlenmesi amacıyla modeller oluşturularak çözüm çalışmaları yapılır.

Bu nedenle, çalışmamızda Bandırma ilçesinde 2014- 2017 yılları arasında meydana gelen trafik kazaları incelenmiş, elde edilen verilerin istatistik analizleri yapılmıştır. Analizlerin

sonucunda Bandırma ilçesi trafik kaza modeli oluşturulmuş ve Bandırma trafik kaza modeli ile ilgili yorumlar yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Trafik kazaları, kaza tahmin modeli, trafik kaza verileri*

Bandırma Traffic Accident Model

Arda Yıldırım[1], Necla TEKTAŞ[2]

[1]*Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Balıkesir, 10200, Türkiye, mr.yildirimarda@gmail.com*

[2]*Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Balıkesir, 10200, Türkiye, ntektas@bandirma.edu.tr*

Abstract

Today, transportation is regarded as one of the indicators of economic growth. For this reason, it is important that transportation is fast, easy, accessible, economical, safe, convenient and environmentally friendly. Intelligent Transportation Systems (ITS) is the most important way to achieve this. ITS is a multi-faceted data exchange between user-vehicle-infrastructure-center developed for the purposes such as reduction of travel time, increase of traffic safety, optimum use of existing road facilities, increase of mobility, contribution to country economy by providing energy efficiency, monitoring, measurement, analysis and control. Increasing the traffic safety in the whole area requires collaboration and knowledge sharing of related units at the regional and national level.

It is extremely important to reduce traffic accidents to ensure traffic safety. Since traffic accidents have a complex nature, it is vital to use accurate and timely traffic statistics in traffic accident reduction efforts. These factors include fatigue and carelessness of the drivers, excessive speed, lack of geometric standards of the road, old and inadequate vehicle equipment, effects of atmospheric weather on driver and vehicle. In order to determine the effects of these factors, models are created by using traffic statistics.

For this reason, traffic accidents in Bandırma between 2014 and 2017 were examined and statistical analyzes of the obtained data were conducted. As a result of the analyses, a traffic accident model of Bandırma has been set and comments have been made about it.

Key Words: *Traffic statistics, Traffic Accident Model, Bandırma*

1. GİRİŞ

Gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de nüfus artışı ve ekonomik gelişmeler beraberinde araç sayısının hızla artmasına, araç sayısındaki bu artış ise karayolu ağı üzerindeki taşıt hareketliliğinin büyümesine neden olmuştur.

Ülkemizde ulaşım kavramı en önemli ekonomik göstergelerden birisi olarak kabul görmektedir. Ulaşım sektörü için maksimum verim alabilmek ve bunu minimum maliyetle sağlamak politikacılar için son derece önemlidir. Bu nedenle ulaşım; ekonomik, hızlı, kolay, çevre dostu, rahat ve güvenilir olmalıdır. Bunların gerçekleştirilmesi için karşımıza Akıllı Ulaşım Sistemleri çıkmaktadır.

Akıllı Ulaşım Sistemleri; seyahat sürelerinin azaltılması, trafik güvenliğinin arttırılması, mevcut yol kapasitelerinin optimum kullanımı, şehir içi hareketliliğin kolaylığı, enerji verimliliğini sağlayarak ülke ekonomisine katkısı, çevreye verilen zararın azaltılması gibi amaçlar doğrultusunda geliştirilmiştir.

Akıllı Ulaşım Sistemleri; veri toplama, sürücüler, araçlar, altyapılar, stokastik durumlar ve merkezler arasında veri alışverişinin bulunduğu ve toplanan çok yönlü verilerin izleme, ölçme, istatistiksel analiz ve kontroller içeren sistemlerin bütünü olarak tanımlanabilir. Bu sistemin en önemli amacı ise trafik güvenliğinin arttırılmasıdır. Trafik güvenliğinin arttırılması ise; karar vericiler ve uzman kişilerce ortak çalışmalar yürütülmesi eğitim, denetim ve yeni teknolojileri AUS ile senkronize bir biçimde kullanarak sağlanabilecektir. Bu sayede trafik kaza modellemelerinde daha hassas ve doğru sonuçlar elde edilecek dolayısıyla trafik kazalarında da bir azalma sağlanacaktır.

Trafik kazaları karmaşık bir yapıya sahip olduğu için meydana gelmelerinde; yönetim, sürücü, araç ve yol kaynaklı kusurlar, stokastik olaylar gibi pek çok faktör bulunmaktadır. Bu yüzden veri elde edilme aşaması en önemli aşamadır. Trafik istatistiklerinin doğru zamanda doğru yöntemlerle tutulması kazaların azaltılması için önemli rol oynamaktadır.

Türkiye trafik kazaları ve ölü sayısı verileri Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre en az kaza 2008 yılında yaşanırken en fazla kaza 2015 yılında yaşanmıştır. Trafik kazalarındaki kayıplar göz

önüne alındığında kişi için olduğu kadar toplum ve ülke ekonomisi için de çok önemli sorun ve külfet getirmektedir.

Tablo 1.Türkiye'deki Trafik Kazaları ve Ölü Sayısı

Yıllar	Kaza Sayısı	Ölü Sayısı
2008	950.120	4.236
2009	1.053.346	4.324
2010	1.104.388	4.045
2011	1.228.928	3.835
2012	1.296.634	3.750
2013	1.207.354	3.685
2014	1.199.010	3.524
2015	1.313.359	7.530
2016	1.182.491	7.300
2017	1.202.716	7.427

Bandırma teknolojik ve ekonomik gelişmelerle birlikte sanayi, ticaret, tarım-hayvancılık, ürün-hizmet sektörlerinin iç içe bulunduğu bir konuma sahip olan Balıkesir'in ilçesidir. Ayrıca Bursa, Çanakkale, İzmir ve İstanbul gibi Türkiye ekonomisinin iskeletini oluşturan metropol şehirlere yakın olmasıyla da insanlar tarafından tercih edilen bir şehir konumundadır. Bu özelliklere sahip olması nedeniyle ilçenin nüfusu artmış ve nüfus yoğunluğuna paralel olarak araç sayısı da artmıştır. Dolayısıyla araç sayısının artması, hem trafik yoğunluğuna, hem de kazalara sebep olmaktadır. Artan araç sayısının şehirde yaratacağı yoğunluk sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu sorunların başında trafik kazaları gelmektedir. Trafik kazalarının ortaya çıkmasında; ihlaller, araç yoğunluğu, trafik politikaları, mühendislik hataları, eğitim ve otopark yetersizlikleri en büyük nedenler arasındadır.

Bandırma'da araç girişlerinin en yüksek olduğu dolayısıyla kazaların en fazla meydana geldiği pilot bölgeler; otogar kavşağı, sanayi kavşağı, Etibor işletme müdürlüğü kavşağı, liman avm kavşağı, hava üssü kavşağı ve hastane kavşağıdır. Aynı şekilde Bandırma'da araç yoğunluğun en fazla olup, kazaların meydana geldiği diğer bölgeler ise; bankalar kavşağı, paşabayır kavşağı, liman önü kavşağı ve Ordu caddesi kavşağıdır.

Bandırma için liman önü kavşağını bir örnekle açıklarsak; Ordu caddesinden, Paşabayır'dan, İDO'dan, AVM'den, Bankalar caddesinden ve Erdek'ten sürekli geçişlerin olması işlek bölgelerden biri konumuna getirmektedir. Bu işleklik trafik yoğunluğuna neden olmakta ve

trafik güvenliği açısından oldukça büyük risk taşımaktadır. Bu da kaza ihtimalini arttırmaktadır.

Bu çalışmada Bandırma ilçesinde oluşan trafik kazaları ele alınmış ve 2014-2017 yılları arası veriler için model oluşturulmuştur.

2. LİTERATÜR

Kazaların azaltılması için yol güvenliği ile ilgili planlama ve politikaların belirlenmesinde, ileriye yönelik kaza tahmin modellerinden yararlanılmaktadır. Literatürde farklı yöntemlerle geliştirilmiş birçok kaza tahmin modeli bulunmaktadır.

Kaza analiz çalışmaları, genellikle istatistiksel verilere dayalı çalışmalardır. Çünkü trafik kazaları, ne zaman ve nerede meydana geleceği önceden tahmin edilemeyen, meydana gelişleri objektif olarak izlenemeyen olaylardır (Bayrakdar, 1996). Kaza alan analizleri ise trafik güvenliğinin sağlanmasında ya da bununla ilgili problemlerin çözümünde kullanılarak gerekli düzeltmelerin neler olabileceğini ortaya çıkaran araştırmalardır.

Bugün hala güncelliğini koruyan, en eski modellerden bir tanesi Smeed tarafından geliştirilen kaza modelidir. Smeed Kanunu olarak da bilinen bu modelde araştırmacı 1938 yılına ait 20 farklı ülkeleden aldığı veriler yardımıyla ölüm, araç sayısı ve nüfus arasındaki ilişkiyi incelemiştir (Smeed,1949).

1985 yılında Andreassen, Smeed modelinin verilerinin bir yıla ait olduğunu, bir zaman serisi içermediğini ve modele ait sabit ve üstel değerlerinin her ülke için farklı olabileceğinden dolayı geliştirilen bu modelin, bütün ülkeler için uygulanamayacağını ifade ederek kendisi farklı bir model önermiştir (Andreassen, 1985).

Mekky, gelişmekte olan ülkelerde taşıtlardaki hızlı artışın ölüm oranlarına olan etkisini araştırmış ve bu araştırmalarına bağlı olarak sanayileşmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelerde araç başına ölüm oranları ile motorlu taşıt sayıları arasında ters bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur(Mekky, 1985).

Chakrobort ve Roy, kaza büyüklük indeksi, kaza ölüm oranı, kaza ölüm riski ve kaza riskini kullanarak Hindistan'ın Kalkota şehrine ait yol güvenlik seviyesini belirlemeye çalışmışlar ve

Smeed yaklaşımını kullanarak Kalkota şehri için kaza tahmin modelleri geliştirmişlerdir (Chakraborty &Roy,2005).

Valli, Hindistan ve metropol kentleri için Smeed ve Andreassen bağıntılarından faydalanarak kaza tahmin modelleri geliştirmiştir. Geliştirdiği modeller yardımıyla 2007 ve 2010 yılı için kaza, yaralı ve ölü sayılarını tahmin etmiştir (Valli, 2005).

Ülkemizde de trafik kazalarının sonuçları hem maddi hem de manevi olarak endişe verici boyutlardadır. Ölüm, maddi kayıplar gibi anlık kayıpların yanında, sakat kalmak gibi ömür boyu kazayı hatırlatacak izler de oluşmaktadır(Baykam, 2001).

Benzer şekilde Akgüngör ve Doğan, Smeed ve Andreassen model yapılarından faydalanarak Türkiye için kaza, ölü ve yaralı sayılarını tahmin eden modeller geliştirmişler ve geliştirdikleri bu modelleri üç farklı senaryo altında değerlendirmişlerdir (Akgüngör &Doğan, 2008). Daha sonra 2010 yılında yapmış oldukları çalışmada trafik kazalarını regresyon analizi, yapay sinir ağları (YSA) ve genetik algoritma (GA) yöntemleri kullanılarak İzmir ili için trafik kaza tahmin modelleri geliştirilmiştir.

Bayata ve Hattatoğlu, Erzincan ilinde 1985-2010 yılları arasında meydana gelen yıllık trafik kaza sayıları kullanılarak farklı istatistiksel yöntemlerle modelleme yapmıştır. Modellerde trafik kaza sayıları bağımlı değişken ve nüfus, araç sayısı, ölü sayısı, yaralı sayıları ise bağımsız değişken olarak kabul edilmiştir(Bayata ve Hattatoğlu, 2011).

2005-2010 yılları arasında Erzurum Kuzey Çevre Yolu verilerini kullanarak, trafik kazalarının sayısını azaltabilmek için trafik kazalarına etki ettiği düşünülen parametreler belirlenerek genelleştirilmiş Lineer Regresyon ile kaza tahmin modelini oluşturmuşlardır (Çodur ve diğerleri, 2013).

Gelişmiş ülkelerin karayolu güvenliği problemlerini çözebilmedeki başarıları, düzgün kaza verileri toplama ve analiz sistemleri kurmuş olmalarına bağlıdır. Oluşturulan bu sistemlerde kazaların analizi yapılarak nedenlerinin ortaya çıkarılması sağlanmış ve bu sayede yol güvenliği çalışmalarında önemli mesafeler kat edilmiştir(Thieman, 1998). Thieman, Cheyenne şehrinde yapmış olduğu kara nokta tespit projesinde, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile karışıklığa neden olmadan verileri karşılaştırma ve sorgulama imkanı bulmuştur.

3. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, Bandırma ilçesindeki 2014 ve 2017 yılları arasındaki trafik kazalarına ait veriler kullanılmıştır. İncelenen güzergâhta meydana gelen kazalara ait trafik kaza raporları Bandırma İlçe Emniyet Müdürlüğünden elde edilmiştir.

Meydana gelen trafik kazaları kaza sayıları baz alınarak tablo haline dönüştürülmüştür. Veriler mevsimsel etkiden arındırılıp SPSS programı yardımıyla basit lineer regresyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre kaza sayısı modeli ve ileriye dönük gerçekleşebilecek kaza sayıları ortaya konmuş, mevcut kaza modeliyle karşılaştırma yapılmıştır.

4. Bulgular

Bandırma'da gerçekleşen aylık kaza sayıları tablo 3'te verilmiştir. Kazalar Ölümlü-Yaralanmalı ve Maddi Hasarlı kazaların toplamı şeklinde verilmiştir. Tablo incelendiğinde genel itibariyle kazaların fazla olduğunu görmekteyiz. Kazaların genel itibariyle fazla olmasının en büyük nedeni Bandırma'nın transit geçiş bölgesi ve ticari merkez konumunda bulunmasından dolayı yaşanan araç yoğunluğunun etkisi ve diğer faktörlerdir.

Tablo 2'te yer alan kaza sayıları bağımlı değişkeni ve aylar(1,2,3,4……,48) time bağımsız değişkeni temsil etmek üzere en küçük kareler(EKK) yöntemiyle basit regresyon analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda elde ettiğimiz regresyon modeli aşağıda verilmiştir.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 * Time$$

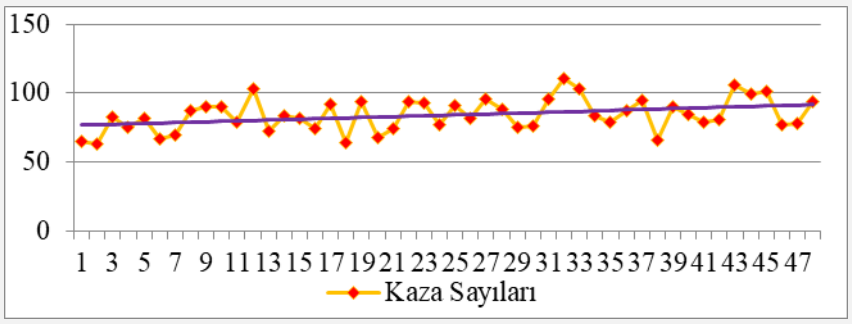
$Y_t = 76{,}4840 + 0{,}314427 * Time$ (Mevcut Kaza Sayılarının Regresyon Analizi)

Tablo 2. Bandırma Aylara Göre Maddi Hasarlı ve Ölümlü-Yaralanmalı Kaza Sayıları

	Yıllık Kaza Sayıları				
Aylar	2014	2015	2016	2017	Toplam
Ocak	65	72	91	95	323
Şubat	63	84	82	66	295
Mart	83	82	96	90	351
Nisan	75	74	88	85	322
Mayıs	82	92	75	79	328

Haziran	67	64	76	81	288
Temmuz	70	94	96	106	366
Ağustos	87	68	111	99	365
Eylül	90	74	103	101	368
Ekim	90	94	84	77	345
Kasım	79	93	79	78	329
Aralık	103	77	87	94	361
Toplam	954	968	1068	1051	4041

Mevcut kaza sayıları ve tahmin edilen regresyon modeli Şekil'1 de gösterilmiştir. Tahmin edilen model ile mevcut kaza sayılarının birbirine yakın fakat sapmalarında olduğu görülmektedir.



Şekil 7. Mevcut Kaza Sayıları ve Tahmin Edilen Regresyon Modeli

Kaza sayıları için tablo 3'te verilen 12'li ve 2'li merkezi hareketli ortalamalar hesaplanmıştır. Ayrıca Tablo 3'ün 5.sütununda hesaplanan([Kaza Sayısı/2'li Hareketli Ortalama]*100) değerler için ortalama indeks ve düzeltilmiş indeks değerleri hesaplanmıştır (Özgan ve diğerleri, 2004).

Tablo 3. 12'li ve 2'li Hareketli Ortalama Değerleri

Aylar	Kaza Sayıları	12'li Hareketli Ortalama	2'li Hareketli Ortalama	Kaza Sayısı/2'li Hareketli Ortalama
1	65	-	-	-
2	63	-	-	-
3	83	-	-	-
4	75	-	-	-
5	82	-	-	-
6	67	77,4	-	-
7	70	79,5	78,4	89,25
8	87	80,1	79,8	109,03

9	90	81,8	81,0	111,17
10	90	81,8	81,8	110,04
11	79	81,7	81,7	96,69
12	103	82,5	82,1	125,48
13	72	82,3	82,4	87,41
14	84	84,3	83,3	100,90
15	82	82,7	83,5	98,25
16	74	81,3	82,0	90,24
17	92	81,7	81,5	112,88
18	64	82,8	82,3	77,81
19	94	80,7	81,8	114,98
20	68	82,3	81,5	83,48
21	74	82,1	82,2	90,06
22	94	83,3	82,7	113,71
23	93	84,4	83,8	110,93
24	77	83,0	83,7	91,99
25	91	84,0	83,5	108,98
26	82	84,2	84,1	97,52
27	96	87,8	86,0	111,68
28	88	90,2	89,0	98,92
29	75	89,3	89,8	83,57
30	76	88,2	88,8	85,63
31	96	89,0	88,6	108,37
32	111	89,3	89,2	124,49
33	103	88,0	88,7	116,17
34	84	87,5	87,8	95,73
35	79	87,3	87,4	90,41
36	87	87,6	87,4	99,52
37	95	88,0	87,8	108,21
38	66	88,8	88,4	74,65
39	90	87,8	88,3	101,89
40	85	87,7	87,8	96,87
41	79	87,1	87,4	90,41
42	81	87,0	87,0	93,06
43	106	-	-	-
44	99	-	-	-
45	101	-	-	-
46	77	-	-	-
47	78	-	-	-
48	94	-	-	-

Tablo 4'te ortalama indeks ve düzeltilmiş indeks değerleri görülmektedir. Ortalama indeks değeri her bir ay için hesaplanmıştır. Hesaplamada maksimum ve minimum değerler dikkate alınmamıştır. Verilerimiz aylık periyotlar şeklinde olduğundan ortalama indeks değerler toplamının 1200 olması gerekir. Hesaplamada bu değerin 1215,35 olduğu görülmektedir. Bu yüzden düzeltilmiş indeks değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 4. Ortalama İndeks ve Düzeltilmiş İndeks Değerleri

Aylar	2014	2015	2016	2017	Ortalama İndeks	Düzeltilmiş İndeks
1	-	87,41	108,98	108,21	108,21	106,84
2	-	100,90	97,52	74,65	97,52	96,29
3	-	98,25	111,68	101,89	101,89	100,60
4	-	90,24	98,92	96,87	96,87	95,64
5	-	112,88	83,57	90,41	90,41	89,27
6	-	77,81	85,63	93,06	85,63	84,55
7	89,25	114,98	108,37	-	108,37	107,00
8	109,03	83,48	124,49	-	109,03	107,66
9	111,17	90,06	116,17	-	111,17	109,76
10	110,04	113,71	95,73	-	110,04	108,65
11	96,69	110,93	90,41	-	96,69	95,46
12	125,48	91,99	99,52	-	99,52	98,27
				Toplam	1215,35	1200

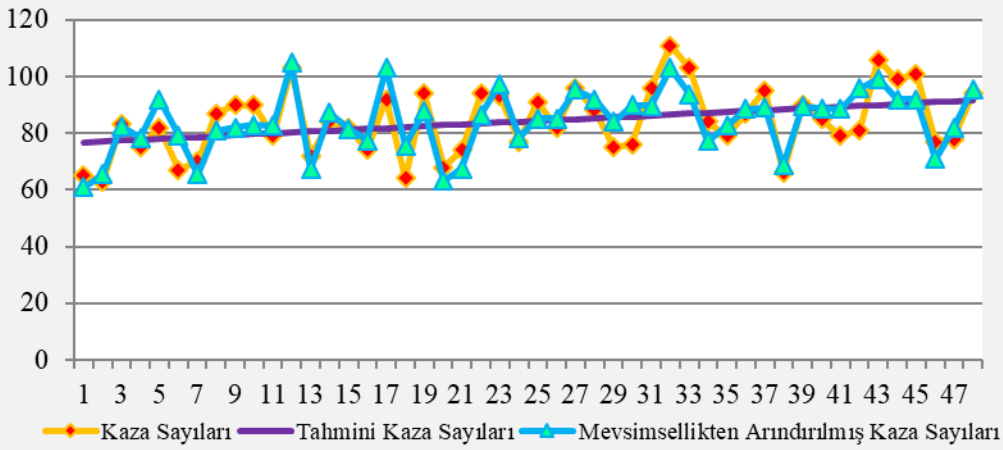
Tablo 5'de ise düzeltilmiş indeks değerleri kullanılıp mevcut kaza sayıları mevsimsel etkiden arındırılmıştır. Bunun için her bir ayda meydana gelen kaza sayısı, o ay ki düzeltilmiş indeks değerine bölünüp 100 ile çarpılmıştır.

Tablo 5. Mevsimsel Etkiden Arındırılmış Kaza Sayıları

Aylar	2014	2015	2016	2017	Düzeltilmiş İndeks
1	60,84	67,39	85,17	88,91	106,84
2	65,43	87,24	85,16	68,54	96,29
3	82,51	81,51	95,43	89,46	100,60
4	78,42	77,37	92,01	88,87	95,64
5	91,85	103,06	84,01	88,49	89,27

6	79,24	75,69	89,89	95,80	84,55
7	65,42	87,85	89,72	99,06	107,00
8	80,81	63,16	103,11	91,96	107,66
9	81,99	67,42	93,84	92,02	109,76
10	82,84	86,52	77,32	70,87	108,65
11	82,75	97,42	82,75	81,71	95,46
12	104,82	78,36	88,54	95,66	98,27

Şekil 2'de mevsimsel etkiden arındırılmış kaza sayıları görülmektedir. Mevsimsel etkiden arındırılmış kaza sayıları mevcut kaza sayıları ve tahmin edilen regresyon modeli ile karşılaştırıldığında sapmaların azaldığını tahmin değerlerine yakınsadığını söyleyebiliriz.



Şekil 8. 2014-2017 Yılları Mevsimsellikten Arındırılmış Mevcut Kaza Sayıları

Regresyon analizi ile elde edilen $Y_t = 76{,}4840 + 0{,}314427 * Time$ denklemiyle hesapladığımız değerler tablo 6'de gösterilmiştir. Ayrıca 2018 ve 2019 yılları için bu model yardımıyla kaza sayısı değerleri tahmini yapılmıştır.

Tablo 6'daki tahmin değerleri kullanılarak tekrar bir basit regresyon modeli kurulmuştur. Kurulan model aşağıda verilmiştir.

$\gamma_t = \beta_0 + \beta_1 Time$

$\gamma_t = 76{,}0332 + 0{,}333377 * Time$ (Tahmin Edilen Kaza Sayılarının Regresyon Analizi)

Tablo 6. Tahmini Kaza Sayıları

Aylar	2014	2015	2016	2017	2018*	2019*
1	76,80	80,57	84,34	88,12	91,9	95,7
2	77,11	80,89	84,66	88,43	92,2	96,0
3	77,43	81,20	84,97	88,75	92,5	96,3
4	77,74	81,51	85,29	89,06	92,8	96,6
5	78,06	81,83	85,60	89,38	93,1	96,9
6	78,37	82,14	85,92	89,69	93,5	97,2
7	78,68	82,46	86,23	90,00	93,8	97,6
8	79,00	82,77	86,55	90,32	94,1	97,9
9	79,31	83,09	86,86	90,63	94,4	98,2
10	79,63	83,40	87,17	90,95	94,7	98,5
11	79,94	83,72	87,49	91,26	95,0	98,8
12	80,26	84,03	87,80	91,58	95,3	99,1

*Tahmin Edilen Değerler

Tablo 6'de tahmin edilen değerlerde mevsimsellik etki söz konusu olduğundan burada da kaza sayıları mevsimsellikten arındırılmıştır. Bu işlem için her bir tahmin edilen kaza sayısı düzeltilmiş indeks değeri ile çarpılıp 100'e bölünmüştür. Mevsimsellikten arındırılmış tahmin değerleri tablo 8'de verilmiştir.

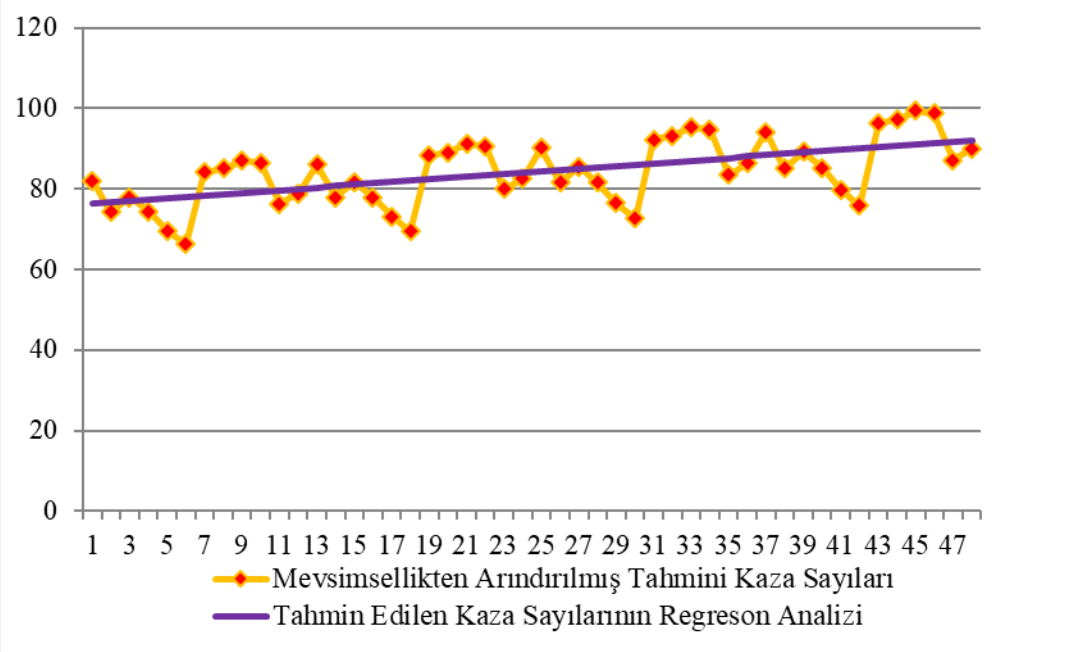
Tablo 7. Mevsimsel Etkiden Arındırılmış Tahmini Kaza Sayıları

Aylar	2014	2015	2016	2017	2018*	2019*	Düzeltilmiş İndeks
1	82,1	86,1	90,1	94,1	98,2	102,2	106,84
2	74,3	77,9	81,5	85,2	88,8	92,4	96,29
3	77,9	81,7	85,5	89,3	93,1	96,9	100,60
4	74,4	78,0	81,6	85,2	88,8	92,4	95,64
5	69,7	73,1	76,4	79,8	83,2	86,5	89,27
6	66,3	69,5	72,6	75,8	79,0	82,2	84,55
7	84,2	88,2	92,3	96,3	100,3	104,4	107,00
8	85,0	89,1	93,2	97,2	101,3	105,4	107,66
9	87,1	91,2	95,3	99,5	103,6	107,8	109,76
10	86,5	90,6	94,7	98,8	102,9	107,0	108,65
11	76,3	79,9	83,5	87,1	90,7	94,3	95,46

12	78,9	82,6	86,3	90,0	93,7	97,4	98,27

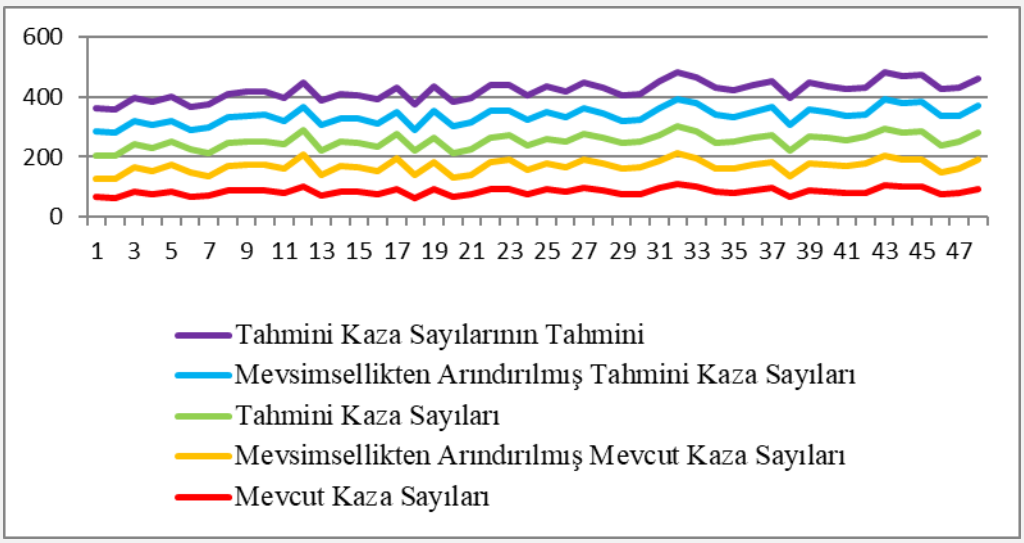
*Tahmin Edilen Değerler(Mevsimsellikten Arındırılmış)

Şekil 3'te tahmin edilen kaza sayılarının regresyon analizi ve mevsimsellikten arındırılmış tahmini kaza sayıları gösterilmiştir. Daha önce şekil 1'de tahmin edilen model ile mevcut kaza sayılarının birbirine yakın fakat sapmalar olduğu belirtilmiştir. Burada da aynı durumdan söz edebiliriz.



Şekil 9. 2014-2017 Yılları Tahmin Edilen Kaza Sayıları

Şekil 4'ü incelediğimizde kaza sayılarının regresyon analizi ve tahmin edilen kaza sayılarının regresyon analizi karşılaştırılmıştır. İki modelde sapmalar mevcut olsa da, değerler birbirine yakınlık göstermekte, yaptığımız mevsimsel düzeltme ile de değerlerde iyileşme sağlanmıştır.



Şekil 10. 2014-2017 Yılları Kaza Sayıları Karşılaştırmalı Gösterim

5. Sonuç

Bu çalışma da Bandırma'da gerçekleşen maddi hasarlı ve ölümlü-yaralanmalı kazaların analizi yapılmıştır. Kurulan modellerle hesaplanan değerler kaza sayılarıyla karşılaştırıldığında anlamlı sonuçları göstermektedir. Ayrıca, teknoloji ve ekonomi her geçen gün gelişmekte buna bağlı olarak nüfus yoğunluğu ve araç sayısı da artmaktadır. Asıl soru eldeki imkânlar var olan sorunları çözebilecek midir? Otoparklar, trafik güvenliği ve trafik kazaları birbirleriyle bir ilişki içindedir. Bunlardan birinde meydana gelecek sorun diğerini etkileyecektir. Bu nedenle meydana gelebilecek sorunları azaltmak için; ilgili eğitim ve denetleme merkezlerinin kurulması, ilgili resmî ve özel kurumların ortak çalışması ve teknolojik donanımların kurularak aralarındaki bağlantının kurularak koordineli çalışmalarının sağlanmasıdır. Geleceğe yönelik gerekli planlamalar ve alt yapı çalışmalar yapılmalıdır. Yapılan bu uygulamalar sayesinde; Bandırma genelinde olan otopark ve trafik yoğunluğu sorunları azalacak, sürücüler ve yayalar için güvenli trafik ortamına zemin hazırlanacaktır. Böylelikle de trafik kazaları büyük ölçüde azaltacaktır.

Kaynakça

Akgüngör, P. D. ve Doğan, D. E. (2008). Smeed ve Andreassen Kaza Modellerinin Türkiye Uygulaması: Farklı Senaryo Analizleri, Ankara: Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi

Andreassen, D. C. (1985). Linking Deaths With Vehicles And Population. Traffic Engineering & Control, Cilt 26, No 11, 547-549.

Bayata, H.F. ve Hattatoğlu, F. (2011) Erzincan İli İçin Farklı Yöntemlerle Trafik Kaza Tahmin Modellemesi, Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(1), 31-46.

Baykam, H. (2001). Isparta, Burdur, Antalya Şehirlerarası Yollarındaki Kara Noktaların Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi.

Bayrakdar, P. (1996). Kaza Alan Analizi Yardımı İle Kazaların Gerçek Nedenlerinin Saptanması. Birinci Ulusal Ulaşım Sempozyumu, (S. 273-281).

Çodur, M., Tortum, A. ve Çodur, M. (2013) Genelleştirilmiş Lineer Regresyon İle Erzurum Kuzey Çevre Yolu Kaza Tahmin Modeli, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(1): 79-84.

Eken, D. D. (2005). Motorlu Taşıt Kazaları ve Risk Faktörleri: Antalya İlinde Meydana Gelen 12185 Trafik Kazasının Analizi. Türkiye Acil Tıp Dergisi, 175-180.

Fengzhong-Xiang, Lushi-Sheng, Zhangwei-Hua, & Zhangnan-Nan. (2014). Combined Prediction Model Of Death Toll For Road Traffic Accidents Based On Independent And Dependent Variables. Hindawi Publishing Corporation Computational Intelligence And Neuroscience.

Kaygısız, D. Ö.,Şebnem, P. D., Akın, S., & Çelik, Y. (2012). Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Trafik Kazalarının Zamansal ve Mekânsal Analizi, Ankara: Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Araştırma Merkezi Müdürlüğü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri.

Mekky, A. (1985). Effects Of Rapid Increase in Motorization Levels on Road Fatality Rates in Some Rich Developing Countries, Benghagi, Libya: Garyounis University, Faculty Of Engineering, Department Of Civil Engineering.

Özgan, P. E. (2008). Karayolu Araç Tipi ve Kaza Şekli İle Kaza Sonuçları Arasındaki İlişkilerin Analizi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(1), 97-104.

Özgan, P., Ulusu, D. H., & Yıldız, A. G. (2004). Trafik Kaza Verilerinin Analizi ve Kaza Tahmin Modeli, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 160-166.

Smeed, R. J. (1949). Some Statistical Aspects Of Road Safety Research. Journal Of The Royal Statistical Society, Series A, Part I, 1-34.

Sungur, D. İ., Akdur, P. R., & Piyal, P. B. (2014). Türkiye'deki Trafik Kazalarının Analizi . Ankara: Ankara Medical Journal.

Thieman, S. (1998). Accident Data Use And Geographic Information Systems (Gıs). National Conference On Transportation Planning For Small And Medium Sized Communities.

Valli, P. P. (2005). Road Accident Models For Large Metropolitan Cities Of India. Yeni Delhi, Hindistan: International Association Of Traffic And Safety Sciences, Publisher Elsevier Publishing.

Gelişmiş Ülke Örnekleri İle Akıllı Ulaştırma Sistemlerinin Ekonomik Katkılarının Analizi

Fatih AYHAN

Dr.Öğr.Üyesi,Gönen MYO, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Bandırma-Balıkesir, Turkey, fayhan@bandirma.edu.tr

Özet

Akıllı ulaştırma sistemlerinin(AUS) kullanımı ve yaygınlaştırılması önemli katkıları nedeniyle modern dünyanın bir zorluğu haline gelmektedir. Gelişmiş ekonomiler AUS'nin yaygınlaştırılması için önemli inovasyon yatırımları yapmakta ve ciddi bütçeler ayırmaktadırlar. Ulaşım maliyetleri üretim, ekonomik ve ticari kararlarda etkili olan en önemli faktörler arasında yer almaktadır. Bu anlamda AUS'nin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması ülke ekonomilerinin geliştirilmesi ve ticaret hacimlerinin artırılması hususunda önemli etkiler yapmaktadır. Gerek ekonomik gerekse sosyal faydaları nedeniyle AUS'nin tercih edilirliğinde önemli artışlar gözlemlenmektedir. AUS'nin yaygınlaştırılması için önemli teknolojik altyapı gerektirmekte ve ciddi yatırım hacimleri gerektirmektedir. Bu anlamda teknolojinin ulaşımda etkin kullanımını sağlayacak olan AUS yatırımları; trafik tıkanıklıklarının ve ölümlü kaza oranlarının azaltılması, enerji giderlerinin düşürülmesi ve CO_2 salınımının azaltılarak çevreye verilen zararın azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Bu anlamda ekonomik katkısının yanında yaşam kalitesi artırması gibi sosyal faydası da bulunmaktadır. Makroekonomik anlamda AUS'un yaygın biçimde kullanılması ülkelere ekonomik ve ticari katkılar sağlarken, mikro düzeyde de bireylerin zamanı etkin biçimde kullanımını, seyahat sürelerini doğru biçimde hesaplayarak yolda geçen zamanı kısaltma olanakları sunmaktadır. Bu çalışma ile hem makro hem de mikroekonomik düzeyde AUS'nin geliştirilmesinin sağlayacağı ekonomik faydalar ele alınacak, AUS'nin genel kullanımı ve başarılı ülke örnekleri ile ele alınacaktır. Gelişmiş ülkelerde kullanılan AUS'nin ekonomik katkıları ve gelecek projeksiyonları istatistiklerle incelenerek, AUS'nin ekonomik etkinliği tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Akıllı Ulaştırma Sistemi, Ekonomik büyüme, Fayda-Maliyet Analizi.*

The Economic Contributions Of Intelligent Transportation Systems With Develop Country Samples

ABSTRACT

The use of intelligent transport systems (ITS) has become a challenge to the modern world because of the significant contributions it has made to its dissemination. Developed economies invest significant innovation in the dissemination of ITS and allocate significant budgets. Transportation costs are among the most important factors influencing production, economic and commercial decisions. In this sense, the development and dissemination of ITS is considered to have a significant impact on the development of the country's economies and the increase in trade volumes. Significant increases have been observed in the preference of ITS for both economic and social benefits. The dissemination of ITS is required heavy technological infrastructure and investment volumes. ITS investments provides efficient use of technology in transportation, reducing traffic congestion and mortal accident rates, reducing energy costs, reducing damage to the environment and reducing CO_2 emissions. Besides its economic contribution, there is also social benefit such as increasing quality of life, time saving and greener environment. In the Macro economical meaning, the widespread use of ITS provides countries with economic and commercial contributions, while at the micro level, it provides individuals with the opportunity to use time effectively, calculate travel times correctly, and shorten the time on the road. This paper will discuss the economic benefits of ITS both macro and microeconomic level, and the general use of ITS and successful samples. Economic contributions of ITS used in developed countries and future projections will be also analyzed with statistics and the efficiency of ITS will be discussed.

Keywords: *Intelligent Transportation System, Economic Growth, Cost-Benefit Analysis.*

1. GİRİŞ

Şehir nüfuslarının giderek artması, kentleşmenin etkisiyle birlikte trafik sorunları ve tıkanmaları giderek artan bir seyir izlemektedir. Artan trafik sorunları ile ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi hem çevresel ve hem de ekonomik boyutları ile giderek önem kazanmıştır. Trafik ve ulaşım sorunlarına otomosyan ve bilgi-iletişim sistemlerinin dahil edilmesi ulaşımın daha hızlı ve az maliyetli olmasına imkan tanımıştır.

AUS Teknolojisi, ulaşım ve mobilitenin etkinliğinin artırılması ve bilgilendirmenin sağlanması amacıyla bilgi iletişim teknolojisinin kullanımını gerekli kılmaktadır. AUS, akıllı otoyolları, otonom-sürücüsüz ve konuşan araçları, şehir ve şehirlerarası trafik yönetimini, hız sınırlamalarının güçlendirilmesini, ulaşım-taşıma güvenliğini ve mobilitenin geliştirilmesini kapsamaktadır. AUS ile var olan ulaşım altyapısı, ilave maliyetlere ve çevresel zararlara sebep olacak yeni fiziksel altyapı sağlamak yerine var olan yapıdan daha etkin ulaşım yapılabilir hale getirmeye imkan sağlamaktadır (ITS.UK,2016).

Bu çalışma ile hem makro hem de mikroekonomik düzeyde AUS'nin geliştirilmesinin sağlayacağı ekonomik faydalar ele alınacak, AUS'nin genel kullanımı ve başarılı ülke örnekleri ile ele alınacaktır. Gelişmiş ülkelerde kullanılan AUS'nin ekonomik katkıları ve gelecek projeksiyonları istatistiklerle incelenerek, AUS'nin ekonomik etkinliği tartışılacaktır.

2. Akıllı Ulaştırma Sistemlerinin Kapsamı, Özellikleri ve Unsurları

Akıllı ulaştırma sistemi, hem sahip olunan yol ağının ve mevcut alt yapının en verimli bir şekilde kullanılabilmesi için geliştirilmiş teknolojilerle, genelde trafikten alınan yol, hava ve diğer coğrafi anlık veriler ışığında trafik akışının otomatik bir biçimde yönlendirilmesini imkan veren bilgi ve iletişim teknolojileri kombinasyoun ismidir (ISBAK,2015).

AUS, geliştirilmiş sensörler, bilgisayar elektroniği ve ileşitim teknolojileri ile akıllı hale getirilen yenilikçi sistemler aracılığıyla ulaşım ve trafik yönetimine yeni uygulamalar getirerek kullanıcıları daha çok bilgi sahibi yapan, daha güvenli ve koordineli çalışan akıllı ağlardan oluşmaktadır (CIVITAS,2015).

AUS uygulamaları ile; sahip olunan yol kapasitesinin artırılması, yaralı ve ölümlü kazaların en aza indirilmesi, yolda geçirilen zamanların en aza indirilmesi ve yolda geçirilen zaman ve maliyetin azaltılması anlamında ekonomik katkının artırılması amaçlanmaktadır (ISBAK,2015).

AUS'nin önemli unsurları; acil durum yönetimi, toplu taşıma, trafik yönetimi, iletişim, denetleme, ücret yönetimi, emisyon yönetimi, ticari taşımacılık, servis sağlayıcılar, hesaplamalı teknoliler, yük-filo taşımacılığı, sıkışıklık yönetimi, sensör teknolojileri, bakım ve yapı işlemleri, bilgilendirme, tünel yönetimi ve görüntüleme sistemlerinden oluşmaktadır.

Akıllı ulaştırma sistemlerinin özünü ulaşım, trafik ve kontrol sistemleri oluşturmaktadır. AUS 1960'larda Japonya'da geliştirilmesinin ardından Avrupa'da ve 1992 yılında ise ABD'de kullanılmaya başlanmıştır.

İş dünyasında rekabet artışı, verimliliğin artırılması, pazar genişletilmesi ve müşteriye ulaşımın öneminin artması, ulaşımda geçen sürenin dakikalar ve saniyelerle yarışılır hale gelmesine sebep olmuştur. Trafikte kaybedilen her dakikanın maliyeti günümüz iş dünyası için ifade ettiği maliyet daha da büyümektedir.

Diğer yandan sıradan vatandaş olarak trafikte geçen zamanın uzaması, işgücünün kaybı anlamında yine üretime maliyet unsuru olarak yansımaktadır. Hem çalışan hem işveren açısından ulaşım maliyetinin ve süresinin azaltılması amacıyla AUS bir fırsat olarak görülmektedir.

Grafik.1 Şehirleşme ve İnsan Nüfusu (Milyar kişi, %)

Kırsal Alan Nüfusu Kent Nüfusu

Kaynak: Dünya Bankası

Dünya Bankasının verilerine göre dünya genelinde nüfus artışı ile birlikte şehirleşme oranında çok önemli biçimde artış trendine sahip olduğu görülmektedir. Kırsal alandan kent yaşamına hızlı bir kayma olduğu dikkat çekmektedir. 1900'lü yıllarda 1,8 milyar olan dünya nüfusu 2000 yılında 5,8 milyar kişi, 2050 yılında ise 9 milyar kişiye artacağı tahmin edilmektedir. Şehirde yaşayan nüfus ise toplam nüfusun 1900'lü yıllarda %15 civarında iken, 2000 yılında %46, 2050 yılında ise %70'lere yükseleceği beklenmektedir. Şehirleşme oranının artması da ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Akıllı ulaşım sistemlerinin kullanılması ile birlikte yolda harcanan sürelerin azaltılması ve yolculuk konforunun artırılması şehir yaşamını daha rahat hale getirmektedir.

Ulaştırma sektörünün ekonomik büyüme ve iş dünyasındaki gelişmelerle yakından ilişkili olması bu sektörün gelişmesini zorunlu hale getirmektedir.

Ayrıca günümüzde popüler olan güvenli, dakik, kısa sürede ve konforlu ulaşım talepleri son yıllarda ulaştırmayı geliştirmiştir. Böylelikle lojistik hizmetleriyle desteklenen ulaştırma türlerinin bütünleşmiş bir şekilde işletimini, verimli ve etkili bir ulaştırma altyapısı, güvenliği ve sürdürülebilirliği önemli hale gelmektedir. İnsan faktörünün ön plana çıkması ile birlikte çevreye verilen zararın azaltılmasını hedefleyen politikalara ihtiyaç duyulmaktadır (Kalkınma Bakanlığı, 2013, 122). Verimlilik ve etkinlik artışı ile birlikte sürdürülebilirlik hedeflemesi, enerji tüketiminin azaltılması, sahip olunan kaynakların verimli kullanılmasının yanında güvenlik ve emniyet unsurlarının da geliştirilmesini gerekli olmaktadır.

AUS'inden beklenen ekonomik katkılar özetle; trafik tıkanıklıkları ve sıkışıklıklarının önlenmesi, çevre kirliliğinin ve problemlerin azaltılması, kamu güvenliğinin artırılması, seyahat ve aktarma bilgilerinin geliştirilmesi ve motorlu taşımacılık maliyetlerinin indirilmesi ve taşıma operatörleri, biletleme otoriteleri ve kamu birimlerine zaman tasarrufu sağlamasıdır. (Kawakami vd.,2004, 525-526). AUS'nin en önemli hedeflerinden biri olan sistem etkinliğinin artırılmasının yanında, hâlihazırda var olan sistemlerin ekonomik verimsizliklerinin azaltılması ve düzeltilmesidir (Kanninen,1996).

AUS; geliştirilmiş alıcılar, bilgisayar, elektronik ve iletişim teknolojilerinden oluşmakta olup, taşıma ve trafik yönetiminde yenilikçi hizmetler sunmaktadır. Kullanıcılar AUS ile; daha

bilgili, daha güvenli, daha koordineli ve ulaşım ağını daha akılcı kullanıcılar haline gelmektedirler. (US DOT, 2014:1)

AUS'ne dair genel kabul görmüş bir sınıflandırma olmamakla birlikte kullanım alanlarına göre uygulamalar şu başlıklar altında sınıflandırılabilir: (Ilıcalı vd., 2016).

- ✓ Yolcu Bilgi Sistemleri
- ✓ Trafik Yönetim Sistemleri
- ✓ Toplu Taşıma Sistemleri
- ✓ Elektronik Ödeme Sistemleri
- ✓ Yük ve Filo Yönetim Sistemleri
- ✓ Sürücü Destek ve Güvenlik Sistemleri
- ✓ Kaza ve Acil Durum Sistemleri
- ✓ Demiryolları İşletim ve Yönetimi

3. Akıllı Ulaşım Yönetimi Sistemleri

a. Değişken Hız Limit Uygulaması: Trafik Sıkışıklığı, kaza, v.b. durumlarda anlık hız değişiklikleri ile trafik akışının sağlanmasına ilişkin uygulamadır. Geçmiş bilginin ve anlık veri kullanımı ile trafik öngörüsü ve hız değişiminin gerçekleştirilmektedir. Hız düşüşü ile ilgili anlık bilgilendirme yapılarak maksimum, minumum hız limiti ve tavsiye edilen hız limiti bilgilerinin verilmektedir. Bu uygulama ile ayl güvenliği, düzenli trafik akışı, aktif trafik yönetimi sağlanmaktadır.

b. Olay Yönetimi: Otoyol üzerinde; kaza, arıza v.b. durumlarda duran araç, ters yönde hareket eden araç, insan hareketlerinin tespiti sağlanarak anlık olarak alarm oluşturulması ve ilgili bölgenin kameralar ile otomatik olarak izlenerek müdahale edilmektedir.

c. Katılım Kontrol Sistemi: Otoyol ve ana arterlerde sıkışıklık durumu oluşmadan engellenmesi amacı ile katılım kontrol uygulamasının hayata geçirilmesi sağlanmaktadır. Katılım kontrolü otoyol veya ana artere bağlantı üzerinde konumlandırılacak sinyal sistemi ile sağlanmaktadır. Katılım kontrol sistemi trafik yoğunluğuna göre aktif ve

pasif durumlarda işlev görebilmektedir. Katılım kontrolü trafik yoğunluğuna göre örneğin; 3sn. geç, 3sn. bekle veya 5sn. geç, 5 sn. bekle şeklinde kullanılmaktadır.

d. Koridor Hız Tespit Sistemleri: Hız kontrolü, yol güvenliği, değişken hız limit uygulaması kontrolü, araç sayım, seyahat süresi, ortalama yol hızı verilerinin elde edilerek hem denetim, hem de trafik verisinin oluşturulması amacı ile kullanılacak sistemdir.

e. Seyahat Süresi Uygulaması: Trafik ölçüm sensörlerinden alınan anlık bilgiler ve koridor hız tespit sistemlerinden elde edilen çıktılar ile sürücülere anlık olarak bulundukları güzergah üzerinden gidebilecekleri bölgelere ait seyahat süreleri anlık olarak verilecektir. Alternatif güzergah bilgilendirmesi, anlık trafik yoğunluk bilgisi, kaza, hava durumu, trafik uyarıları yine aynı sistem üzerinden sürücüler ile paylaşılacaktır

f. Akıllı Otoyol Yönetim Uygulaması:

Düşük Emisyon Alanları ile şehir içerisinde belirlenen bölgelerde karbon salınımı ve çevreyi kirleten gazların minimize edilmesi amacı ile hayata geçirilecek bir uygulamadır. Sıkışıklık yönetimi, enerji verimli trafik ve aydınlatma sistemleri, yol donatıları, düşük emisyonlu araç kullanımı, park et devam et gibi sistemler kullanılmaktadır. Bu bölgelerde Elektrikli Araç kullanımı, bisiklet, toplu ulaşım kullanımı teşvik edilmekte açık alanlarda sigara kullanım yasağı, yüksek karbon salınımı sağlayan uygulamalarda yasaklanmaktadır.

Sıkışıklık Yönetimi uygulaması ile Düşük Emisyon Bölgelerinde ve trafik sıkışıklığının yoğun olduğu şehir içi bölgelerde uygulanacak olan kontrollü, ücretli geçiş sistemidir. Bu kapsamda plaka tanıma sistemi, pasif RF-ID teknolojileri, izleme ve görüntüleme sistemleri ve PAS- paralı alan sistemi kullanılmaktadır.

4. AUS Uygulamaları

AUS teknolojilerinin kullanım amacına göre bir takım farklılıklar göstermektedir. Bu teknolojilerin geliştirilmesi bir takım hedeflere odaklanmaktadır. En genel anlamda AUS türleri şu başlıklar altında özetlenmektedir;

a. **Trafik İzleme Sistemleri:** Yüksek Hız Takip Sistemleri, Kırmızı Işık İhlalinin Tespiti, Otobüs Hattı Kontrolü, Bilet Gişesi Kontrol Sistemleri, Çift Sarı Çizgi İhlali Kontrolü, Dönme Yasağı Kameraları, Birleşik Sistemler, Trafik Yoğunluğu Takibi, Çalıntı Araç Takibi, Güvenlik Uygulamaları, Otomatik Plaka Tanıma-Okuma)

b. **Gelişmiş Yolcu Bilgilendirme Sistemleri:** Sürücülere gerçek zamanlı bilgi sağlanması; transit yollar, navigasyon bilgileri, tıkanıklık, kaza, hava, sis ve don durumu bilgileri gibi.

c. **Fiyatlandırma Sistemleri:** Elektronik Ödeme Sistemleri, Tıkanıklığa Dayalı Fiyatlandırma, Ücretsiz Ekspres Hatlar, Katedilen Araç Miline bağlı Ücretlendirme Sistemleri

d. **Gelişmiş Ulaşım Yönetim Sistemleri:** Akıllı Kavşak, Akıllı Durak, Dinamik Hız Yönetimi, Ulaşım Rotası Optimizasyonu

e. **Gelişmiş Toplu Taşıma Sistemleri:** Vatandaşın otobüslerin varış saati, doluluğu, gideceği güzergâhta gecikme olup olmayacağı hakkında gerçek zamanlı bilgilendirilebilmeleri

5. Ulaştırma Yatırımları ve Ekonomik Büyüme Katkısına İlişkin Literatür Özeti

Ulaştırma altyapı yatırımlarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi uygulamalı araştırmalarla da test edilmiştir. Farklı ülke ve ülke grupları üzerine yapılan ampirik analizler sonucunda ulaştırma altyapı yatırımlarının genel olarak ekonomik büyüme üzerine pozitif etki yaptığı görülmektedir.

Antle (1983) tarafından ilk defa ulaştırma altyapısı yatırımları ile ekonomik büyüme arasındaki niceliksel ilişki Cobb-Douglas üretim fonksiyonu ile 47 gelişmiş ve 19 gelişmekte olan ülke için tahmin edilmiş ve altyapı seviyesi ile toplam verimlilik arasında güçlü ve pozitif ilişki olduğunu tespit etmiştir.

Aschauer (1989) ABD ekonomisindeki verimlilik azalışının ulaştırma altyapısı gibi kamu altyapı yatırımlarındaki azalmadan kaynaklandığını tespit etmiştir.

Boopen (2006), Orta Afrika ve Küçük Ada ülkeleri üzerine yapmış olduğu panel analiz sonucunda ekonomik büyümenin ulaştırma sermaye stokundaki artıştan önemli biçimde etkilendiğini tespit etmiştir.

Amadi, Nyekachi ve Nyenke (2013), Nijerya ekonomisi için yaptıkları analizde ekonomik büyümenin ulaştırma altyapısı kamu harcamalarından negatif etkilendiğini tespit etmişlerdir.

Musaba vd. (2013) Malavi ülkesi için yaptıkları analizde ekonomik büyümenin ulaştırma sektörüne yapılan harcamalardan negatif etkilendiğini tespit etmişlerdir.

Kabaklarlı, Mangır ve Ayhan (2018), 1995-2015 dönemi için OECD ülkeleri ve Rusya üzerine yaptıkları analizde ulaştırma altyapı yatırımlarının ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel açıdan anlamlı bir eşbütünleşme ilişkisi tespit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre ulaştırma altyapı değişkeninin katsayısı 0.013 olup, %10 düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

6. AUS' un Sosyo-Ekonomik Analizi

Modern, rekabetçi ve verimli bir ekonomik altyapının oluşturulması için ulaştırma yatırımları omurga görevi görmektedir. Sağlam ve etkin bir taşıma altyapı sistemi oluşturulması ülkelere mal ve hizmetlerin güvenli bir şekilde taşınması, ticaret hacminin artırılması ve arz tedarik zincirinin oluşturulması anlamında büyük önem taşımaktadır (Kabaklarlı, Mangır ve Ayhan, 2018:304).

AUS yatırımları ve AUS teknolojilerinin geliştirilmesinden beklenen pozitif dışsallıklar katlanılan yatırım maliyetlerinden çok daha fazladır. AUS ile modern toplumun kalabalık şehir merkezlerinde daha kaliteli yaşam standartlarının sağlanmasına hizmet etmesi beklenmektedir. AUS teknolojilerinin geliştirilmesi için ciddi AR&GE yatırımları, teknolojik yatırımlar ve nitelikli işgücüne ihtiyaç duyulması önemli maliyet yaratmaktadır. Fakat bu yatırımlardan beklenen niteliksel ve niceliksel refah artışı, katlanılan maliyetlerin çok daha ötesinde ülkelere katkı sağlamaktadır (Zhicai, Jianping ve McDonald:2006).

AUS çalışmalarının odağında, yol güvenliğin arttırılması, altyapı problemlerinin giderilmesi, yönetim performansının arttırılması, çevreye duyarlı sistemlerin geliştirilmesi, üretkenliğin ve ekonomik kalkınma ve istihdam ortamlarının arttırılması yer almaktadır.

AUS'un geliştirilmesinden beklenen sosyo ekenomik katkılar özetle şu başlıklar halinde sıralanabilmektedir;

- ✓ Yol ve sürüş güvenliğinin artırılması,
- ✓ Enerji tüketimini ve çevre kirliliğinin azaltılması,
- ✓ Karayolu ağının mevcut kapasitesini en etkin şekilde kullanılması,
- ✓ Trafik sıkışıklığının azalmasıyla seyahat sürelerinin kısaltılması (mobilite artışı),
- ✓ Alternatif güzergâh ve şerit yönetiminin yapılması,
- ✓ Trafik kazalarının azaltılması,
- ✓ Karayolu ekiplerinin sevk ve idare etkinliğinin artırılması,
- ✓ Trafik kazalarına hızlı müdahale edilmesi,
- ✓ Daha temiz, gürültüsüz ve güvenli şehirler yaratılması.

AUS yatırımlarının geliştirilmesi ve uygulamasıyla ilgili bir takım zorluklarda bulunmaktadır. AUS teknolojilerinin uygulanmasına ilişkin temel zorluklar özetle şunlardır;

- ✓ Uluslararası İşbirliği: tarihsel ve politik sebepler yol ve ray hatlarının ulusal sınırların ötesine geçmesini zorlaştırmaktadır. Bu durum yol ve tren hattının uzun olmasını engellemektedir.
- ✓ Sahtekârlık ve şiddet
- ✓ Tüketici piyasalarına farklı giriş türleri
- ✓ Bölgesel farklılıklar
- ✓ Güvenlik ve mahremiyet
- ✓ İnsan faktörü
- ✓ Teknoloji faktörü.

Otoyollarda bulunan ortalama hız kameralarının geliştirilmesi ile trafik kazalarındaki yaralı ve ölü sayılarında azalma, trafik tıkanıklıklarında azalma ve çevresel faktörlerde düzelme

kaydedilmiştir. Ağır yaralı ve ölü sayısında %70 azalma sağlanmıştır. Ayrıca değeri 1 milyon poundu bulan atipik cihazlar yılda üç ağır yaralı veya ölümle sonuçlanan kazayı engellerken, 50 olayda yıllık 50 milyon poundluk tasarruf sağlamaktadır (ITS.UK,2016).

Günde 50 bin seyahatin gerçekleştiği yoğun bir otoyolda, trafik tıkanıklıklarının azaltılması ile araçların %10'u günlük iki dakika kazanırsa ekonomiye yıllık sadece bu yol üzerinde 600 bin Pound'luk tasarruf sağlamaktadır. Ayrıca sürücülerin yakıt tasarrufu için optimum hızda araç kullanmaları halinde, yakıt tasarrufu ve emisyonun azaltılmasında %11,3'lük bir azalma gözlemleneceği hesaplanmaktadır (ITS.UK,2016).

Trafikteki tıkanıklıklar ABD'de 2009 yılında 4,8 milyar saat yolculuğun gecikmesine, 115 milyar Dolar fırsat maliyeti ve yakıt harcamasına sebep olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca şehir merkezlerindeki tıkanıklıklar çevre kirliliği ve CO2 salınımı, mikro-iklim değişiklikleri ve şehir ısı adaları oluşumuna sebep olurken solunum yolu hastalıkları artışı ve düşük verimlilik gibi etkilere neden olmaktadır. Dünyada trafik kazalarında her yıl yaklaşık 1,3 milyon kişi ölmekte, 50 milyon kişi de yaralanmaktadır (Cotton,2016).

Motorlu araşların egzos emisyonları sağlık problemlerinin en önemli sebeplerindendir. Harvard Risk Analizi Merkezi tarafından yapılan araştırmada 2005 yılında ABD'de 3000 trafik tıkanıklıklarından kaynaklanan erken doğum nedeniyle ölümlerin sosyal maliyetinin yaklaşık 24 milyar dolar olduğu tahmin edilmiştir (Environmental Health, 2010).

Londra'da hava kalitesinden kaynaklanan hastalıklara bağlı olarak yıllık yaklaşık 4300 ölüm gerçekleştiği tahmin edilmektedir. Bu ölümlerin azaltılması amacıyla 2020 yılına kadar Londra'da Ultra-Düşük Emisyon Bölgesi (Ultra-Low Emission Zone (ULEZ)) uygulamasının geliştirilmesi ile bu zararların en aza indirilmesi planlanmaktadır (ITS.UK,2016).

Japonya için; 2011 verilerine göre, çevreye verilen zararda CO2 emisyonunun %19,6'sı ulaşım sektöründen kaynaklanmaktadır. Trafikte geçen zaman kaybı ise yıllık 5 milyar saattir. 2012 verilerine göre, 600 bin kaza sonucunda 4.400 ölümlü kaza olmuştur. AUS'nin geliştirilmesi ile 2018'de trafik kazasına bağlı ölümlerin 2500'ün altına düşürülmesi ve 2021'de dünyanın en güvenilir yol ağına sahip olunması hedeflenmiştir.

7. Türkiye' de AUS' un Durumu ve Uygulamaları

Türkiye'de kullanılmakta olan akıllı ulaştırma sistemleri kapsamına giren uygulamalar genel olarak yolcu bilgi sistemleri, trafik yönetim sistemleri, toplu taşıma sistemleri, elektronik ödeme sistemleri, yük ve filo yönetim sistemleri, sürücü destek ve güvenlik sistemleri, kaza ve acil durum sistemleri ve demiryolları işletim ve yönetiminden ibarettir.

Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı (2014) tarafından AUS Eylem Plan temel stratejileri (Kartal,2016:19);

- ✓ AUS'nin ülke genelinde planlama ve entegrasyonu için idari ve teknik mevzuatın ulusal ve uluslararası ihtiyaçlara göre geliştirilmesi,
- ✓ Küresel düzeyde rekabetçi bir AUS sektörünün oluşturulması,
- ✓ AUS uygulamalarının ülke çapında yaygınlaştırılarak trafik güvenliğinin ve mobilitenin arttırılması,
- ✓ Hareket kısıtlılığı olanların ulaşım araçlarına ve hizmetlerine erişiminin AUS ile kolaylaştırılması,
- ✓ Karayolu ulaşımından kaynaklanan yakıt tüketiminin azaltılması.

AUS 2023 Vizyonu, " Tüm ulaşım hizmetlerinin bilgi ve iletişim teknolojileriyle yönetildiği ve yönlendirildiği, kendi içinde ve dünya ile entegre bir Türkiye" hedefine ulaşmak olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda AUS uygulamaları için önemli yatırım atakları yapılacaktır.

Ulaşım yatırımları açısından Türkiye ekonomisinde gelinen noktalara ilişkin özet bilgi sunmak gerekirse, 2015 yılındaki toplam ulaşım yatırımları bir önceki yıla göre yaklaşık %378 artışla 14,7 milyarı bulmuştur. İşletmecilerle birlikte sektöre yapılan toplam yatırım tutarı ise %205 artışla 17 milyar TL'yi geçmiştir. 2016 Yatırım Programında da 64,9 milyar TL'lik yatırım ödeneğinden en yüksek payı %30,6 ile ulaştırma sektörü almıştır. 16-74 yaş aralığındaki nüfusun %80'inin genişbant internet kullanması sağlanmıştır. Sektörde faaliyet gösteren işletmelerin yıllık net satış gelirleri, bir önceki yıla göre %18 civarında artmış ve 39 milyar TL'yi geçmiştir. Fiber altyapısı açısından ise 2014 yılı sonunda 244.847 km olan fiber uzunluğu, 2015 yılı sonunda 268.120 km'ye ulaşarak %10 artmıştır. Türk Telekom ve mobil

işletmecilerin toplam yatırım miktarı %289,4 oranında artışla 2015 yılında yaklaşık 16 milyar TL olarak gerçekleşmiştir (Dosya,2016:8).

8. Ulaştırma Yatırımları ve AUS' un Ekonomik Katkıları

Ulaşım altyapı maliyetleri hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler için bütçelerinde önemli kalemlerin başında yer almaktadır. Ulaşım yatırımlarının alt başlığı olarak AUS yatırımları da gidirek artan hacme sahip olmaktadır. Gelişmiş ülkelerin AUS ile ilgili yatırım hedefleri ve beklentileri çalışmanın ilerleyen bölümlerinde yer almaktadır.

ABD Ulaştırma Bakanlığı verilerine göre ABD'de AUS ile ilgilenen 3000 firmanın 2009 yılı için 48 milyar Dolar kar sağladığı ve 445 bin kişilik iş yaratılmıştır. AUS'un 2020 yılına kadar 26-39 milyar dolarlık bir Pazar hacmine ulaşması beklenmektedir (ITS.UK,2016).

İngiltere, Avrupa'nın en fazla trafik tıkanıklığı yaşayan ülkelerden biridir. Bu nedenle katlanılan maliyetin İngiltere için yaklaşık 20 milyar Pound olduğu tahmin edilmektedir.

AUS'ne yapılan yatırımların artması ile birlikte kamusal seyahat ve ulaşım kalitesinin geliştirilmesi sağlanırken, aynı zamanda pahalı ulaşım altyapı yatırımlarından tasarruf sağlanmakta ve hükümet yöneticilerinin de kamunun yönetiminde kolaylık sağlamasına imkan verecektir (ITS.UK,2016).

Londra'da uygulanan trafik tıkanıklığı ücretlendirmesi sonucunda otobüs kullanımının %6 artması sonucu %20'lik yol trafiğin de azalma sağlanmıştır. Stokholm'de uygulanan trafik sıkışıklığı vergilendirmesi sonucunda %20 iyileşme ağlanırken seyahat süresi azaltılmıştır. Almanya'da mesafe bazlı ücretlendirme uygulaması sayesinde 2010 yılı için 4,5 milyon Euro kazanç elde edilerek araçlardan kaynaklanan çevresel kirlenme azaltılmıştır (ITS.UK,2016).

Trafiksiz bölgelerin yaratılması ve kentlerde düşük emisyon bölgelerinin oluşturulması ile çevre kirliliği azaltılırken erken doğumdan kaynaklanan bebek ölümlerinin de azaltılacağı beklenmektedir. Mobil iletişim sistemleri ile geliştirilmiş harita teknolojilerinin araç sistemlerine entegre edilmesi sayesinde İngiltere'de yıllık %14 yakıt veya 2,9 milyon varillik yakıt tasarrufu sağlanacaktır. Akıllı otoyolların oluşturulması trafik güvenliği ve kapasitesini artıracaktır. Akıllı otoyolların oluşturulmasından sonraki üç yıl içindeki pilot uygulamada hız

sınırının zorunlu olduğu dört şeritli bir otoyolda bir ayda kaza oranının %5,08'den %2,25'e düşürülerek %56'lık bir azalma sağlanmıştır. Aynı zamanda trafik tıkanıklıklarının yaşanması halinde seyahat süresinde %16'lık bir azalma sağlanarak seyahat sürelerinin daha kesin ve öngörülebilir olarak belirlenmesine imkan sağlanmıştır. Ayrıca gürültü düzeyinde %2,1 desibellik bir azalma sağlanmıştır. CO ve CO_2 salınımları %4 azaltılırken yakıt tüketiminde de azalma sağlanmıştır. Eş zamanlı olarak bu etkilerin yanında sürücülerin stres düzeyleri azalırken, trafikle ilgili şikâyetlerinde de önemli azalma sağlanmış ve sürücü memnuniyetinde önemli artış gözlemlenmiştir (ITS.UK,2016).

Etkin bir ulaştırma sisteminin birey ve işletmelere hem para hem de zaman tasarrufu sağlarken, verimlilik ve rekabet artışı ile ekonomik büyümeye katkı sağlayacaktır. İstatistikler ulaştırmaya olan talepteki artışın ekonomik faaliyetlerdeki artışa paralellik gösterdiği dikkat çekmektedir.

ABD'de Gayri safi milli hasıla, istihdam ve harcama artışı anlamında ulaştırma yatırımlarının önemli bir parçası olduğu bilinmektedir. Seyahatte zaman tasarrufu açısından yapılan planlama ile Michigan Eyaleti için yapılan planlamada 27 milyar dolarlık tassaruf sağlayacaktır. Michigan'ın bu plan ile hem ekonomik büyüme sağlayacağı hem de iş imkânları yaratılacağı aynı zamanda vatandaşların da kişisel gelir düzeyinin artacağı beklenmektedir. 2007–2030 dönemi içinde 70 milyarlık milli gelir artışı ile 55 milyarlık kişisel gelir artışı sağlanması beklenmektedir (MDOT:2007).

Lancaster Üniversitesi tarafından yapılan araştırmada, trafik kazalarında %40'lık azalmanın yılda 46 kişi daha az ölümlere ve ortalama sürüç hızının saatte 8,6 m/saat ten 20 km/saat'lik artış sağlayacaktır (Thorpe,2015).

Teknolojinin uygulanması oldukça maliyetlidir. Otonom araçlar sensörlerle iletişiminin sağlanması beklenmekte olup trafik lambaları, trafik yönetim sistemleri ve ağlarla bağlantısı, yol sensörlerinin montajı ile şehir çevresinin denetlenmekte, trafik akışı ve araç parkları kontrol edilmektedir. Pike araştırma sonuçlarına göre 2012–2020 dönemi için dünya genelinde 117 milyar dolarlık akıllı şehir altyapı yatırımı yapılacaktır. 31,2 milyarlık kısmı

dijital sistemler ve akıllı ulaştırma çözümlerine ilişkin altyapı yatırımlarını oluşturmaktadır. (Thorpe,2015).

2009 yılı AUS inovasyon platformu ve Teknoloji Strateji Kurulu kararına göre; %5'lik seyahat süresinin azaltılması işletmeler için 2,5 milyar poundluk bir tasarruf sağlarken milli gelirin %0,2'sinin tasarrufuna imkân sağlayacaktır. İngiltere'de trafik ve yol tıkanıklıklarının çözülmesi milli gelirin 7-8 milyar pound'luk kısmını oluşturmaktadır. Eğer gerekli önlemler alınmazsa trafik tıkanıklığının 2025 yılına kadar 22 milyar poundluk ilave maliyet yaratacaktır (Thorpe,2015).

9. Gelişmiş Ülkelerde Uygulanan AUS Örnekleri

Çalışmanın bu bölümünde AB üyesi gelişmiş ülkelerde uygulanan basit AUS ile sağlanan ekonomik katkılar sunulacaktır. Basit akıllı araçlar kullanılarak Avrupa'nın önemli şehirlerinde sağlanan refah artışı ve ekonomik katkılar özetlenmiştir.

a. Sınırlı Giriş Uygulaması; bu uygulama ile belli araçların belli saatlerde geçişi yasaklanmıştır. En yoğun saatlerde şehir merkezine giriş yasağı, yük taşıma araçlarının yasaklanması, çevre dostu araç geçişi gibi uygulamalar yapılabilmektedir. Ancak politik ve ticari kaygılar uygulanmasında engel teşkil edebilmektedir. Genel olarak, belirlenen saatlerinde trafik yoğunluğunda azalma, toplu taşıma ve bisiklet kullanımında artış, toplu taşıma hızında artış, dağıtım araçları (kamyon, kamyonet vb) sayısında azalma, hava kalitesinde artış, gürültü kirliliğinde azalma, izin ve cezalara bağlı olarak gelir artışı, tarihi ve kültürel yapıların korunması, vatandaşlardan%80 gibi yüksek oranda kabul görmesi, yaya güvenliği ve konforunda artış gibi pozitif dışsallıklar sağlamaktadır (CIVITAS, 2015).

Örneğin; İtalya'nın Brescia şehrindeki zaman sınırlaması uygulaması ile beş bin işletmenin bulunduğu şehir merkezinde yük dağıtımı kısıtlanmıştır. Dağıtıcı kamyonet sayısında %18, kamyonlarda 14,5 ve tırlarda %2,5 azalmıştır.

Romanya'nın tarihi şehri olan Lasi'de, acilen trafik azalması ve bölgenin daha yaya-dostu olmasına ihtiyaç duyulmuştur. Sıkı kısıtlama ile en yoğun saatlerde şehir merkezinde %92

oranında araç sayısında azalma olmuştur. CO ve NO_2 ve gürültü kirliliğinde de azalma sağlanmıştır.

b. Yol Ücretlendirmesi; genellikle nüfusu 500 binden fazla olan şehirlerde uygulanmaktadır. Kalabalık olan saatlerde yüksek ücret uygulanarak, AUS gözetleme ve hangi araçların ödeme yaptığını tespit edilmektedir. Kordon veya geniş alanların geçilmesinde kullanılmakta olup gidilen km. sayısında azalma sağlaması, trafik tıkanıklıklarında %20–30 azalma sağlaması, bisiklet veya toplu taşımayı teşvik etmesi, CO2 ve PM emisyonlarında %10'luk azalma, yakıt tüketimi ve gürültü azalması, yol ödemeleri ile gelir artışı, araç ve yaya kazalarında azalma sağlamaktadır.

Norveç'in Oslo şehrindeki uygulama ile yakıt tüketimi %35 azalmıştır. Londra'da trafik tıkanıklığı ücretlendirmesi ile ana hatlarda trafik düzeyinde 2013'te 2003 yılına göre %10 azalma sağlanmıştır. 2012 yılında 2002 yılına göre araç km'si %11 azalmıştır. Ayrıca araç kazalarında %28, yaya yaralanmalarında ise %6 azalma sağlamıştır. 2007'de Londra'da tıkanıklık ücretlendirmesi önlemi 90 milyon Euro maliyete sebep olurken, 213 milyon Euro kazanç getirmiştir. Net kazanç ise 123 milyon Euro olmuştur (CIVITAS, 2015).

c. Şerit yönetimi ile toplu taşıma araçlarının dakiklik ve güvenilirliğinde artış, kaybedilen araç saatlerinde azalma, trafik akımına olumlu katkı, toplu taşıma yolcusundaki artışa bağlı olarak yakıt tasarrufu sağlanması, trafiğin düzelmesine bağlı olarak gürültü ve çevre kirleticilerde küçük azalma, altyapı ihtiyacına gerek duyulması, kullanıcılar tarafından yüksek kabul görmesi, kaza riskini azaltması gibi trafik güvenliğinde olumlu etki yapacak faydalar sağlamaktadır.

Örneğin; İtalya'nın Genova şehrinde gözetleme ve uyarı işaretlerinden oluşan kontrol sistemi yardımıyla, otobüslere ait şeritlerin özel sürücüleri tarafından kullanıldığı tespit edilmiştir. Gözetleme araçları sayesinde, 2007 yılında yasadışı otobüs şeridi kullanımı %71 azalmıştır. Bu durum şerit kullanımı etkinliğini artırmış ve toplu taşıma imajını geliştirmiştir. Kullanıcıların kabul oranı %64 olmuştur (CIVITAS, 2015).

d. Toplu Taşıma Önceliği; ile toplu taşıma kullanıcıların seyahat süresinin %3-16 oranında azalması, toplu taşıma seyahat hızında artış, toplu taşıma araçlarının trafik

ışıklarında bekleme süresinde azalma, toplu ulaşım dakikliğinde iyileşme, otobüslerin yakıt tüketiminde azalma, CO2 emisyon azalma, toplu taşıma talebindeki artışa bağlı olarak gelir artışı, toplu taşıma araçlarının azaltılması ve %70'den fazla kullanıcılar tarafından yüksek kabul oranı sağlamaktadır.

Fransa'nın Toulouse kentinde bütün şehirde entegre bir sistem amaçlanmıştır. Bu uygulama toplu taşıma araçlarının ışıklarda bekleme oranını %52 azaltmıştır. İsveç'in Malmo kentinde 42 trafik lambasında kullanılan sistem ile 10 dk.da bir otobüs geçme sıklığını 7,5 dk.ya düşürmüştür. Dakiklikte artış sağlanmıştır. (Şehir merkezinde %2, şehir dışından %4 artış sağlanmıştır.). Estonya'nın Talinn kentinde otobüslere öncelik sisteminin kurulması ile emisyonlarda azalma sağlanmıştır (PM(partiküller): %-33,3, NO2:-%20, CO: -%26, CO2:-%4,1) (CIVITAS, 2015).

e. Sinyal Kontrolü; ile kavşaklarda etkili ve güvenli trafik akışını kontrolü, trafik akışını hakkında bilgi sunarak etkin biçimde trafiğin yönetilmesini sağlamaktadır. (en Zirve dönemde seyahat süresinde %10 azalma sağlayarak düzgün trafik akışı ile tıkanıklığı önlemektedir. AB ülkelerinde %5-20 ortalama hız artışı sağlamaktadır. Daha etkin araç kullanımı ve düzgün sürüş (dur-kalk azalışı) ile %2–10 oranında CO2 emisyonunu azaltmaktadır. Yakıt tüketiminde azalış sağlamakta ve ağ kullanımında operasyonel etkinliği artırmaktadır. Bu durum yeni ilave yol yapımı ihtiyacının ortadan kalkmasını sağlamaktadır.

Danimarka'nın Aalborg kentinde adaptif trafik sinyal kontrol sistemi en tıkanık yollardan birinde işletilmeye başlanmıştır. Bu önlem ile en kalabalık saatlerde seyahat sürelerinde %8,5 azalma sağlarken; %2,5 yakıt tüketiminde azalma sağlanacağı hesaplanmıştır (CIVITAS, 2015).

f. Park Rehberi ile trafik yoğunluğunda azalma ve ortalama hız artışı sağlarken, sürülen Km. sayısında azalma ile birlikte şehre girişte kolaylık imkanı sunmaktadır. Park kullanım kapasitelerinde optimizasyon, boş alanlara daha kısa sürede ulaşma imkanı, park edilmemesi gereken yerlere park etmenin engellenmesi, park etme davranışlarında değişim, temiz hava kalitesinde küçükde olsa artış imkanı sağlamaktadır. Ayrıca uygulamasının çok

kolay olması ve insanlar tarafından kolayca anlaşılabilmesi bu uygulamanın tercih edilmesini sağlamaktadır.

Örneğin; İtalya'nın Monza kentinde Formula1 yarışlarında 1500 kişinin şehre gelmesiyle birlikte, park rehberi uygulaması kullanılmaya başlanmıştır. Park yeri bilgisi ile ilgili sunulan bilgilerin güvenilir olması araçların garajlara doğru biçimde dağıtılmasını sağlamıştır (CIVITAS, 2015).

g. Seyahat ve trafik bilgilendirmesi; Tıkanıklığın azaltılması, toplu taşımanın teşvik edilmesi, trafik yönetiminin gelişmesi, toplu taşımada sürenin azalması, temiz hava artışı, sunulan hizmetin güvenilir olması halinde düşük ücretler ödemeye razı olunması, toplumda yüksek farkındalık ve kabul, toplu taşımacılıkta yolcu artışı, memnuniyet ve konfor artışı sağlamaktadır.

İtalya'nın Monza kentinde yolculara 10 önemli durak bilgisi verilmekte, elektronik otobüs durak maliyetleri 217,800 Euro ve topla taşıma bu önlemin alınmasıyla birlikte %4,1 artmıştır (CIVITAS, 2015).

10. SONUÇ

Teknolojik gelişme yaşamın her alanında olduğu gibi ulaştırma sektöründe de önemli kolaylıklar ve avantajlar sağlamaktadır. Özellikle günümüz metropol şehirlerinde nüfusun hızla artması, yaşamın çok hızlı akması nedeniyle yollarda geçen zamanların minimize edilmesi hem sosyal hem de ekonomik anlamda bireylere önemli refah artışı ve yaşam standartlarında yükselme sağlamaktadır. Akıllı ulaştırma sistemleri de şehirlerde yaşanan ulaşım sorunlarına en pratik, en ucuz ve kullanımı en kolay çözümler sunmaktadır.

Gelişmiş ülkelerin AUS'a yaptıkları yatırımlarda önemli artış, bu ülkelerin hem enerji tasarrufuna katkı sağlarken, hem ekonomik büyümesine destek olmakta hem de daha temiz bir çevre imkânı sunarak sağlıklı bireyler yetiştirilmesine fırsat sunmaktadır.

Rekabet avantajı ve verimlilik artışı günümüz işletmelerinin en önemli sorunları haline gelmektedir. Verilen siparişlerin zamanında yerine ulaştırılması, malların bozulmadan yerine teslim edilmesi, ulaştırma maliyetlerinin düşürülmesi şirketlere önemli katkı sağlamaktadır.

Bu anlamda AUS şirketlere ve üreticilere fırsat yaratmaktadır. Bireyler açısından bakıldığında ise, işgücünü oluşturan kesimin yollarda zaman kaybetmesi bu işgücünden elde edilecek verimi düşürmektedir. Ayrıca ölümlü veya ağır yaralanmalı kazalar sonucu kaybedilen vatandaşların hem işgücü olarak kaybı hemde sağlık masraflarının artmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla AUS işgücünün etkin kullanımına imkan sunmaktadır. Hükümetler ve devletler olarak ise AUS yatırımlarının artırılması ile birlikte üretim artışı ve ekonomik büyüme potansiyelinin artırılması imkânı sunulmaktadır.

Sonuç olarak bilgi ve iletişim teknolojisinin bir uzantısı olarak AUS'un geliştirilmesi ve yatırım paylarının artırılması hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelere pozitif dışsallıklarıyla birlikte önemli avantajlar ve tasarruf imkânı sunmaktadır.

Kaynakça

Amadi, C., Nyekachi, N., & Nyenke, C. (2013). Public Spending on Transport Infrastructure and Economic Growth in Nigeria: 1981-2010, Journal of Sociological Research, 4(2), 438-446.

Antle, J. M. (1983). Infrastructure and Aggregate Agricultural Productivity: International Evidence. Economic Development and Cultural Change, 31(1), 609-619.

Aschauer, D. (1989). Is Public Expenditure Productive?. Journal of Monetary Economics, 23(2), 177-200.

Boopen, S. (2006). Transport Infrastructure and Economic Growth: Evidence from Africa Using Dynamic Panel Estimates. The Empirical Economic Letters, 5(1), 37-52.

CIVITAS (2015). Intelligent Transport Systems and Traffic Management İn Urban Area, EU Policy Note, Erişim Adresi: http://www.civitas.eu/content/civitas-policy-note-intelligent-transport-systems-and-traffic-management-urban-areas-0, Erişim tarihi: 28.03.20.18.

Cotton, Brian (2016). Intelligent Urban Transportation Predicting, Managing, and Integrating Traffic Operations in Smarter Cities; A Frost & Sullivan White Paper, Erişim Adresi:

https://www-935.ibm.com/services/multimedia/Intelligent_Urban_Transportation.pdf, Erişim Tarihi: 17.03.2018.

Dosya (2016). Herkes için iletişim ve ulaşım, Mart-Nisan 2016, 6-9. Erişim Adresi: http://intes.org.tr/content/intes-154-web.pdf, Erişim Tarihi: 25.03.2018

Environmental Health (2010). Evaluation Of The Public Health Impacts Of Traffic Congestion: A Health Risk Assessment, Harvard Center for Risk Analysis, 9:65, Erişim Adresi: www.ehjournal.net/content/9/1/65, Erişim Tarihi: 24.04.2018.

Ilıcalı Mustafa, Öngel Aybike ve Kızıltaş Mehmet Çağrı (2016). Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Güvenli Ve Düzenli Bir Trafik İçin Önemi, Erişim Adresi: http://ww4.ticaret.edu.tr/ulastirma/wp-content/uploads/sites/85/2016/05/bildiri-AKILLI-ULA%C5%9EIM-S%C4%B0STEMLER%C4%B0N%C4%B0N-G%C3%9CVENL%C4%B0-VE-D%C3%9CZENL%C4%B0-B%C4%B0R-TRAF%C4%B0K-%C4%B0%C3%87%C4%B0N-%C3%96NEM%C4%B0.pdf, Erişim Tarihi: 15.07.2018

ISBAK (2015). Akıllı Şehir İçin Akıllı Ulaşım Sistemleri, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Nisan 2015.

ITS.UK (2016). Intelligent Transport Systems(ITS) And Their Benefits. Mouchel Ltd. England, Erişim Adresi: http://its-uk.org.uk/wp-content/uploads/2017/02/ITS-UK-Benefits-of-ITS.pdf, Erişim Tarihi: 25.03.2018

Zhicai Juan, Jianping Wu ve McDonald Mike (2006). Socio-Economic Impact Assessment of Intelligent Transport Systems, Tsınghua Scıence And Technology, 11(3), 339-350.

Kabaklarlı Esra, Mangır Fatih ve Ayhan Fatih (2018). Ulaştırma Altyapı Yatırımlarının Ekonomik Büyümeye Katkısı: Seçilmiş Ülkeler için Panel Eşbütünleşme Analizi, Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2018 6(ICEESS' 18) 303-309.

Kalkınma Bakanlığı. (2013). 10.Kalkınma Planı (2014-2018). Ankara: Kalkınma Bakanlığı.

Kanninen, Barbara J. (1996). Intelligent Transportation Systems: An Economic And Environmental Policy Assessment, Transpn. Res.-A., 30(1), l-10.

Kartal, İsmail (2016). Akıllı Ulaşım Sistemleri Sayesinde Trafik Kazalarında Azalma Olacak, Dosya Dergisi, Mart-Nisan 2016, 16-20.

Kawakami Tetsu, Tuwari Piyush and Doi Masayuki (2004). Assessing Impact of ITS on Japan's Economy Using a Computable General Equilibrium Model, 525-549, in Economic Impacts of Intelligent Transportation Systems: Innovations and Case Studies (Edt: Bekiaris Evangelos and Nakanishi Yuko J.), Elsevier, USA.

MDOT (2007). MDOT State Long Range Transportation Plan: Economic Impact Analysis of the Michigan Transportation Investment Packages, Michigan Department of Transportation, Wilbur Smith Associates. Erişim Adresi: https://www.michigan.gov/documents/mdot/MDOT_SLRP_Economic_Impact_Analysis_200445_7.pdf, Erişim Tarhii: 14.03.2018

Musaba, E. C., Chilonda, P., & Matehaya. (2013). The Sectoral Impact of Government Expenditure on Economic Growth in Malawi. Journal of Economics and Sustainable Development, 4(2), 71-78.

Thorpe, David (2015). How cities can benefit from intelligent transport systems, World Economic Forum, Erişim Adresi: https://www.weforum.org/agenda/2015/07/how-cities-can-benefit-from-intelligent-transport-systems/, Erişim Tarihi: 27.03.2018.

Tufan, Hasan (2014). Akıllı Ulaşım Sistemleri Uygulamaları ve Türkiye İçin Bir AUS Mimarisi Önerisi, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Uzmanlığı Tezi, T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ankara.

USDOT (U.S. Department of Transportation),(2014). ITS 2015 –2019 Strategic Plan, Intelligent Transportation Systems (ITS) Joint Program Office (JPO).

Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı (2014). Akıllı Ulaştırma Sistemleri Strateji Belgesi (2014-2023) ve Eki Eylem Planı (2014-2016), Ankara.

Otomotiv Teknik Tekstillerinde Kullanılan Liflerin Özelliklerinin İncelenmesi

Ruşen Parlak İNAN[1], Nuray Öz CEVİZ[2]

[1] *İstanbul Arel Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Moda Tasarım Programı, İstanbul, Türkiye, rusenparlak@arel.edu.tr*

[2] *Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Giyim Üretim Teknolojisi, İstanbul, 34760, Türkiye, nuray.ceviz@marmara.edu.tr*

Özet

Trafik yoğunluğunun pek çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de artması neticesinde trafikte aşırı tüketilen zaman ile birlikte, hava kirliliği, gürültü gibi olumsuzlukların arttığı görülmektedir. Bununla birlikte otoyolların trafiğin en üst seviyeye ulaştığı saatlerde bile yetersiz kalması, çözüm için yapılan süper yolların maliyetli olması ve trafik yoğunlukları dışında kalan maliyet unsurları, 21.yüzyılın en çok karşılaşılan "akıllı" sistem ve uygulamalarının taşıma sistemlerinde de kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Dolayısı ile geliştirilen akıllı ulaşım sistemlerinde kullanılan otomotiv ve benzeri araçların içindeki tekstil yüzeyleri ve bu yüzeyleri oluşturulan lifler bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında otomobillerin 28 ayrı yerinde kullanılan ve filtreleme, izolasyon, dekorasyon ve konfor özellikleri açısından iyi bir sürüş keyfi yaşatmayı hedefleyen tekstil materyal ve malzemeleri hakkında bilgi verilmesi hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Taşıt tekstilleri, otomotiv tekstilleri, teknik tekstiller, otomotivler.*

Investigation of the Properties of Fibers Used in Automotive Technical Textiles

Abstract

As the traffic intensity is increasing in many countries as well as in our country, negativities such as excessive consumption of time, air pollution and noise increase in the traffic becomes observed. However, the fact that motorways are inadequate even at the peak hours of traffic, the high cost of superways that are built for the solution to traffic intensity and cost factors other than traffic densities have made it necessary to use the "intelligent" systems and it's applications in transportation systems. Therefore, the textile surfaces used in automotive and similar vehicles which are subject to intelligent transport systems and the fibers formed by these surfaces constitute the subject of this study. The aim of the study is to provide information about textile materials and materials which are used in 28 different locations of automobiles and aim to provide good driving pleasure in terms of filtering, isolation, decoration and comfort features.

Keywords*:* *Mobiltech, automotive textiles, technical textiles, automotives.*

1. Giriş

Günümüzde gittikçe fazla önem kazanan ve kullanım alanları yaygınlaşan teknik tekstiller, yüksek teknik özellikleri ve kalite gerekliliklerini karşılayan malzemeler olarak (ısıl, elektrik, mekaniksel, dayanıklılık gibi) teknik fonksiyonları olan materyallerin genel adını karşılamaktadır [1]. Gösterdikleri performans özellikleri ve fonksiyonları sayesinde artan ürün çeşitliliği ile günlük yaşantımızda daha fazla üründe yer aldıkları görülmektedir. Bu talep artışının, dünya pazarlarındaki gelişmelerin yanı sıra tekstil sektöründe ve ekonomide de yaşanan gelişmeler ile teknik tekstiller arasında doğrudan ilişki sergilediği görülmektedir. Dünyanın mevcut konjonktürüne bakıldığında, kaliteli ve özgün tasarlanmış ürünleri, katma değeri yüksek bir şekilde rekabetçi fiyatlar ile satmayı hedefleyen bir Türk tekstil sektörü göze çarpmaktadır [2]. Firmalar, AR-GE çalışmalarını yenilikleri takip edip, rekabetçi akıllı teknik tekstil ürünleri ile geliştirmektedirler. Öyle ki, büyük ölçekli tekstil firmalarının dünya pazarındaki bilinirliği, firmaları da Türkiye'nin büyük ölçekli firmaları arasına sokmakta ve sadece 2007 yılında bu firmalar arasında teknik tekstil üretimi yapan 9 firma bulunmaktadır. Bu firmalar EDANA (European Disposables and Nonwovens Association) üyesi olup, lokasyon açısından daha çok Marmara Bölgesi (Bursa, İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ) ve Gaziantep'te konuşlanmışlardır [2]. Bu rekabetçi teknik tekstil ürünleri, kullanım alanlarına göre temel olarak 12 gruba ayrılmaktadır. Bu grubun içerisinde yer alan otomotiv tekstilleri (Mobiltech), kara, hava ve deniz taşımacılığında kullanılan dekorasyon, izolasyon ve filtreleme işlevleri olan tekstil materyallerini kapsamaktadır.

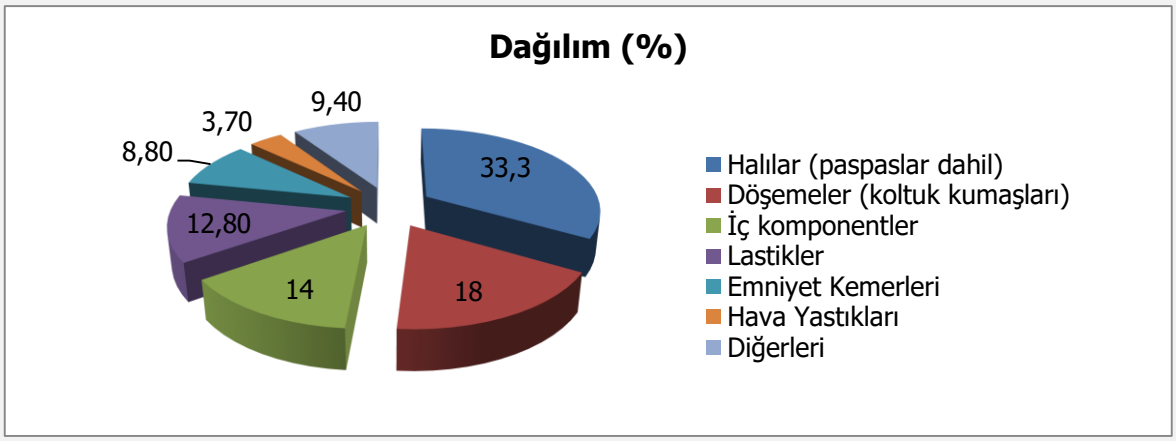
2. Otomotiv Tekstilleri

Otomotiv tekstilleri, kara, deniz, hava taşıma araçlarının yanı sıra, uzay sanayiinde de kullanılan teknik tekstillerden oluşmaktadır. Değer olarak yaklaşık %20'lik paya sahip olan bu tekstil materyalleri, teknik tekstillerin de en önemli grubunu oluşturmaktadır. İzolasyon, güvenlik, dekorasyon ve filtreleme gibi işlevlerin yanı sıra, araçlarda konfor da sağlayan bu

malzemelerin, dünya genelinde motorlu taşıtların artışı ile kullanımlarının da arttığı görülmektedir [3].

Resim 1. Otomobillerde kullanılan tekstil yüzeyleri

Araçlarda, emniyet kemeri, hava yastıkları, iç yüzey kaplama malzemeleri, koltuk döşemelikleri, otomobil örtüleri, kord bezleri, iskelet parçaları, dolgu malzemeleri, lastikler, hortumlar, halı, perde, halat, filtre ve kompozit yapılar gibi 28 ayrı yerinde kullanılan (Resim 1) tekstil ürünlerinin ayrıca taşıtların zırh kaplamalarında da yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir [4, 5]. Tüm bu malzemelerde kullanılan tekstil ürünlerinin, kalite arttırıcı ve daha ekonomik olması yolundaki arayışlar sürmekte ve yüksek mukavemet, uzun süren dayanım, hafif ve iyi bir görünüm sergilemesi beklenmektedir. Özellikle emniyet kemerlerinin üretiminde ve lastiklerde, mukavemet değerleri iyi olan polyester ile aşınma dayanımı yüksek olan poliamid liflerinin kullanıldığı görülmektedir [1, 5]. UV ile hem renk özellikleri hem de kumaş aşınmasının hızı açısından önemli olan güneş ışınları, toplu taşıma araçları için güç tutuşurluk özellikleri ve özellikle koltuk döşemelikleri için aşınma dayanımı temel teknik gereksinimler olarak karşımıza çıkmaktadır. Kumaşların dayanımlarını, aşırı yük ve zorlamalar ile yaş yüzeyle temas vb. etkenler olumsuz yönde etkilemektedir. Bu alanlarda kullanılan liflerin seçimi sırasında, küflenmeye ve çürümeye karşı dayanım ve yüksek sürtünme direnci gibi özellikler de aranmaktadır [6, 7].



Grafik 1. Otomobiller kullanılan tekstil malzemelerinin dağılımları [8]

Halılar otomobillerde kullanılan en büyük orandaki tekstil malzemelerinden oluşur. Otomobillerde görünen açık bölgelerin kapanması, gizlenmesi amacıyla kullanılan bu malzemeler, liflerin kalınlıktaki kesit ve ştapel uzunluk parametreleri ile kirin görünmemesi için de önemlidir. Püsküllü halılarda kullanılan üçgen kesitli poliamid lifleri ile ışığın yansıtılarak kirin gizlenmesi sağlanmıştır [9]. Döşemelikler için kullanılan tekstil malzemeleri %18'lik pay ile ikinci sırada yer almakta, genellikle sandviç yapı olarak hazırlanmış, kumaş yüzü, poliüretan köpük ve ince dokunmuş astar yapıları dikkat çekmektedir. Son yıllarda flok iplikler ile üretilmiş olan kumaşların yüksek aşınma dayanımı ve termal konfor parametrelerinin üstünlüklerinden dolayı koltuk kumaşı olarak tercih edildiği görülmektedir. Bu kumaşlar uzun seyahatler sırasında terlemeyi aza indirgeyerek üstün performans özellikleri sergilemektedir [10]. Tavan kaplamaları otomobilin ön tarafından başlayan ve arka camına kadar olan alanı kapsamaktadır. Bu malzemelerin ekonomiklik ve sağlamlıklarının yanı sıra, şekil alabilme kabiliyeti, renk dayanıklılığı, hafif olması, termal ve akustik yalıtım gibi özellikleri de taşıması gerekmektedir [1]. Daha çok çözgülü örme tekniği ile dokunmuş naylon ve pvc lifleri bu alanların yapımında kullanılmaktadır. İnce denye numaralarında polyester ve polipropilen lifleri ise, daha düşük gramajlarda daha etkin bir örtme sağlayabilmeleri (200 g/m^2) ve aşınmaya karşı dirençlerinden dolayı dokusuz yüzey olarak tavan kaplamalarında kullanılmaktadır[11]. Arabaların bagaj kaplamalarının yapımı sırasında

ise, polyester ve polipropilen liflerinin tercih edildiği görülmektedir. Bu yüzeyler iğneleme tekniği ile oluşturulmuş dokusuz yüzeyler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bagaj kaplamalarında diğer önemli faktör özellikle alt panellere yerleştirilen alanların yol gürültüsünü içeri taşıma faktörüdür. Gürültüyü kesmek amacı ile geri kazanım yolu ile elde edilmiş olan liflerden üretilen battaniyelerin bagaj astarlarının altına yerleştirildiği görülmektedir [9]. İğneleme yöntemi ile özellikle yüksek ışık haslığı gösteren polipropilen liflerinden elde edilmiş yüzeylerin kapı ve duvar kaplamalarında da kullanıldığı görülmektedir [8]. Hava yastıklarının üretimi sırasında yüksek erime sıcaklığı ve düşük yoğunluk sebebi ile tercih edilen PA 6 ve PA 6.6 dtex iplikler ile hızla şişebilen, son derece hafif yüzeyler elde edilmek istenmektedir. Uzama kabiliyeti, polyester lifine göre daha iyi olan bu lifler, ayrıca yüksek dikiş mukavemeti göstermekte ve düşük hava geçirgenliği sergilemektedir [12]. Hava filtreleri ise kağıt hamurundan üretilen selüloz liflerinin az miktarda sentetik lif ile karıştırılması ile üretilir [6, 10]. Polyester ve poliamid lifleri emniyet kemerlerinin üretiminde de kullanılır. Polyesterin mukavemet dayanımı sebebiyle, poliamidin ise yüksek aşınma özelliği sayesinde üretilen bu kemerlerin aynı zamanda hafifi olması da istenmektedir [5]. Lastiklerde kullanılan kord bezi üretiminde de Naylon 6, Naylon 6,6 ve polyester liflerinin kullanıldığı görülmektedir [13]. Aşağıda verilen Tablo 1'de otomobil tekstillerinde kullanılan malzemelere göre lifler sınıflandırılmıştır.

Tablo 1. Otomotiv tekstillerde kullanılan malzeme tipleri ve lif çeşitleri

Malzeme Tipi	**Kullanılan Lif**
Halılar	Nylon 6.6, Poliolefin, Rayon
Döşemeler	Nylon 6.6, Poliester, Yün
Bagaj ve Tavan Kaplamaları	Polyester, Polipropilen, Nylon 6.6
Lastikler	Nylon 6, Nylon 6.6, Poliester
Emniyet Kemeri	Nylon 6.6, Poliester
Hava yastıkları	Nylon 6, Nylon 6.6

3. Otomotiv Tekstillerinde Kullanılan Lifler

3.1. Polyester

Otomobillerde kullanılan lifler içerisinde %90'lık paya sahip olan polyester lifi, çok iyi mekaniksel performans sergilemektedir. Yüksek renk haslığına sahip olan lif, 3,6 g/dtex ile 4.5 g/dtex, 0,35N/tex ile 0,45 N/tex arasında mukavemet değerleri ile dirençli olduğunu gösterir. Aşınma dayanımı ve sürtme haslığı yüksektir. İyi rezilyans özelliği ile deformasyona karşı dirençlidir. Isıl işlemlere karşı, panel şekillendirilmesi sırasında mükemmel bir dayanım sergilerken, güç tutuşurluk özelliği 20,6 (LOI) ile yüksektir [14]. Genelde koltuk ve döşemelerde, tavan kaplamalarında, kapı panelleri ve bagaj kaplamalarında, lastik ve emniyet kemerlerinde kullanılan polyester liflerinin bakımı kolaydır, bakteri, küf ve güvelerden etkilenmezler. Sabun ve deterjanlara karşı da direnç gösterirler [11, 14].

3.2. Poliamid (Naylon PA)

Dünyada üretilen ilk sentetik lif olan poliamid, farklı türlerde hazırlanmış olarak piyasada kullanılmaktadır. En çok üretilen ve tüketilen türleri ise iyi bir mukavemet ve aşınma direnci gösteren, esnek ve dayanıklı Naylon 6 ve Naylon 6,6'dır. Düşük fiyat özellikleri ile üstün rekabet avantajı sağlayan naylon, geniş renk seçenekleri, parlak yapısı, sıvı geçirgenliği ve form kaybetmemesi sebebiyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Hava yastıklarında kullanılan Naylon 6,6, lastik ve emniyet kemeri üretiminde de en çok kullanılan liftir. Bu liften yapılmış olan filament iplikler buhar ve aşınmaya karşı iyi dayanım göstermekte ve yüksek mukavemet değerlerine sahip olmaktadırlar. Ayrıca polyesterden düşük olan modül değerleri sayesinde, hava yastığı açılırken oluşan gerilim kuvvetinin kumaş yüzeyinde homojen olarak yayılmasını sağlamakta ve yaralanma riskini azaltmaktadır. Ayrıca Naylon 6 lifinin esnek ve yumuşak yapısı paketleme işlemlerinde kolaylık sağlamaktadır. Sürtünme sonucu yaralanma riski daha azdır[11].

3.3. Polipropilen

Hidrofibik özelliği, düşük yoğunluğu, maliyet avantajı ve düşük özgül ağırlığı (0,90 g/cm^3) sayesinde yüksek örtücülük kabiliyeti dolayısıyla teknik uygulamalarda en çok kullanılan lif polipropilen lifidir. Sağlam ve sert bir yapıya sahip olan bu lif, arabaların genellikle bagaj kaplamaları, bagaj katları ile kapı panelleri, koltukların arka yüzleri, küçük halı uygulamaları ve buna benzer hazırlanan dokusuz yüzeylerin üretiminde kullanılmaktadır. Nem çekme oranı 0,05 olan polipropilen lifi hem kimyasallardan hem de nemden etkilenmez [11]. Sürtünmeye ve aşınmaya karşı oldukça dirençlidir.

3.4. Viskoz Rayon

Hammaddesi selüloz olan ve yaş eğirme üretim yöntemi ile filament olarak elde edilen viskoz ipeği olarak da bilinen bu lif, rejenere elyaf grubu içerisinde yer alır. İstenilen uzunluklarda hazırlanarak kesikli lif (viskon) haline dönüştürülür. Otomobil yapısındaki bazı özel parçalarda ve kısımlarda kullanılan bu lif, yüksek parlaklık özelliğine sahip olup, istenirse mat hale getirilerek de kullanılabilir. Isıdan zarar gören lifler, zayıf alkali çözeltilerden etkilenmezler.

3.5. Karbon

Otomotiv sektörünün global lif üreticileri tarafından belirtilmiş en çok kullanılan lifi olan karbon elyafı, özellikle kompozit olarak BMW, Lamborghini, Mercedes-Benz gibi birçok lider otomobil üreticisinin tasarımlarında yer bulmaktadır. Bu durumun en önemli sebeplerinden birisi taşıt ağırlığının azaltılmak istenmesidir. Zira kompozit yapıları, çelik konstrüksiyondan 5 kat daha dayanıklı olmasının yanında, ağırlık olarak %20'lerde olan formuyla avantaj sağlar. Hafif ve paslanmaz bir yapıya sahip olan karbon lifi uygulanabilirlik açısından etkin olup, araçların gövde, dişli takımları ve vites yapımında kullanılmaktadır. Yorulma davranışı bilinen tüm metallerden iyi olup, özgül ağırlığı 1.6 -2.2 g/cm^3 arasında değişmektedir. Yüksek sıcaklık ve sönümleme ile kimyasal inertlik kriterleri barındıran

uygulama çalışmalarında kullanılan ve mükemmel sürtünme direnci olan bu karbon fiberler, elektrik ve termal iletkenliği açısından iyi olup, düşük doğrusal termal genleşme katsayısına sahiptir [15]. Hava kirliğinin rahatsız edici boyutlara geldiği ve yeşil çevre kavramının gittikçe önem kazandığı günümüzde, araçların yakıt ekonomisini arttırmak amacıyla ağırlıklarını azaltarak, sera gazı etkisini de düşürmek oldukça mühimdir. Dolayısı ile hafiflik avantajı sunması ve yüksek gerilme mukavemeti sebebiyle karbon lifleri, otomobil sektörü ile birlikte havacılık, enerji, inşaat ve uzay uygulamalarında da tercih edilmektedir [16].

3.6. Geri dönüşümlü lifler

Dokusuz tekstil yüzeylerinin en fazla kullanıldığı alanlardan biri otomotiv endüstrisidir. Bir otomobilin iç kısmında 14,6 ve 28 m^2 arasında dokusuz tekstil yüzeyi kullanıldığı yapılan bir araştırmada gösterilmiştir. Bu araştırmanın sonucu, dokusuz tekstil yüzeyleri için talebi ortaya koymaktadır. Yeni materyaller, uygulamaları ve kullanım teknikleri gösterdikleri performans ve maliyet unsuruna bağlı olarak büyümektedir. Fakat dokusuz tekstil yüzeylerinin kullanımı gramaj ve maliyeti düşürmenin yanı sıra diğer ürünlerden avantajlıdır. Üretimlerinin geniş aralıkta yapılabilmesi, üretim sırasında kolay şekil verilebilmeleri, ses ve akustik kontrolü ve birçok spesifik özelliğe sahip bir şekilde tasarlanmaya uygun olması da dokusuz tekstil yüzeylerinin avantajları arasında yer almaktadır. Otomobil gövdesinin en çok ses emisyonu olan kısımları zemin kaplamaları olduğu için bu kısımlarda ses absorbsiyonu oldukça önem taşımaktadır. Taşıdıkları spesifik özellikler sayesinde, günümüzde dokusuz tekstil yüzeylerinin otomobil iç mekanda kullanımına yönelik önemli gelişmeler gerçekleşmektedir. Otomobilde kullanılan döşemelikler, tavan astarları, koltuk kılıfları ve zemin halıları gibi ürünler avantajlı maliyetleri ve önemli özelliklerinden dolayı dokusuz tekstil yüzeyi olarak tercih edilebilmektedir. Türkiye'deki otomotiv sanayi yatırımları otomotivde kullanılan tekstiller için önemli bir fırsat yaratmaktadır. Türkiye, otomotiv tekstili alanında Dünyadaki lider tedarikçilerin arasında yer almayı hedeflemektedir. Bu bağlamda, otomobil iç mekanında kullanılan otomobil halılarının yeri önemlidir. Otomobil halılarının eskiden lüks olduğu düşünülürken günümüzde gerek estetik açıdan, gerek konfora olan katkısı bakımından aynı

zamanda titreşim ve ses kontrol unsurları olarak iç döşemelerin birer parçası olduğu görülmüştür. Her otomobilde iğneleme veya tafting metoduyla üretilmiş 3,5-4,5 m^2 halı bulunmaktadır. Son yıllarda iğneleme metoduyla üretilmiş halılara talep artmaktadır. Dünyada talep, ince elyaf tercih edilerek otomobillerde kullanılan halılarda düşük gramaja ve yüksek yüzey kaplaması elde edilmesi yönündedir ve bu da tafting yöntemiyle üretilmiş halılarda 405 g/m^2 ve iğneleme metoduyla üretilmiş halılarda 450 g/m^2 veya daha düşük gramajlara karşılık gelmektedir. Bu uygulamada iğneleme metoduyla keçeleştirme daha fazla talep edilen bir metod olmaya başlamıştır. Bunun sebebi iğneleme metodunun tafting işlemine göre daha yeni, hızlı ve ekonomik olmasıdır. İğneleme metoduyla üretilmiş halılar polyester, polipropilen gibi yapay liflerden ve bunların karışımlarından üretilirler. Bu liflerin ikisi de çok yönlüdür ancak poliester daha yüksek dayanıklılık göstermesi ve geri kazanılabilir bir materyal olması nedeniyle daha çok tercih edilir. Geri kazanılabilir materyal işleme teknolojileri sayesinde otomotiv sanayisinde yalnızca maliyet düşürülmesi değil ayrıca materyali daha verimli ve sürdürülebilir kullanma sağlanmaktadır. Geri kazanılmış elyaf kullanımı sağlayabilmesi açısından dokusuz halılar avantaj sunmaktadır. Geri kazanılmış elyaflar, düşük gramajlı otomobil halıları için kullanılmaktadır. Otomobil halısı üretiminde geri kazanılmış elyafı daha fazla kullanmak ama üretimde hem fiziksel hem de görsel olarak kaliteyi düşürmemek üreticiler için oldukça önemlidir. Bu ürünlerde aranılan ortak kalite özellikleri; boncuklaşma dayanımı, aşınma dayanımı, mukavemet, uzama kabiliyeti, kolay temizlenebilmesi, sertlik, yüksek sıcaklıklarda ışık haslığı, eskime dayanımı, boyutsal değişim özellikleri, tüylenme dayanımı, renk solma dayanımı, yanmazlıktır. Kalıplanabilmenin kolay olması, sıkıştırmaya duyarlılığın iyi olması, ısı stabilitesi, iyi yapışma, ıslanabilme, dikilebilme ve otomobilin kullanım boyunca dayanımı gibi özellikler proses gerekliliği olarak ön plana çıkar. Buna ek olarak kalıplanmış halılarda çıkabilecek bazı kalite problemleri ürünün reddedilmesine sebep olabilmektedir. Bu kalite problemleri arasında; halılardaki çizgiler, aşınma dayanımının fazla olması, gramaj varyasyonları, kirlilik, renk uyumsuzluğu sıralanabilir. Ürünü ekonomik üretebilmek doğrultusunda maliyetleri düşürme, kaliteyi yükseltme ve sektördeki rekabeti arttırma üreticilerin hedefleridir. Bu yöndeki çalışmalar ile,

insan ve çevre sağlığına dost geri dönüşebilir materyal kullanımı, tüketilen enerjinin azaltılması, işlem sonrası çıkan atıkların geri kazanımı, üretimde düşük fire oranları elde edilmesi hedeflenmektedir ve bu yöndeki eğilimin arge çalışmalarına yansıdığı tespit edilmiştir [17].

3.7. Diğer Lifler

Akrilik liflerinin %85'i akrilonitril içerir. Modakrilik liflerindeki akrilonitril oranı ise %85-35 arasındadır. Güç tutuşurluk istenilen yerlerde modakrilik lifleri kullanılır. Otomobil lastiklerinde cam, viskoz, polyester, aramid ve nylon lifleri güçlendirici malzeme olması nedeniyle tercih edilmektedir.

Cam, para-aramid, viskoz ve yün liflerinden de daha az oranda da olsa yararlanılmaktadır. Paspas ve döşemelik olarak yün lifi lüks otomobillerde kullanılabilmektedir. Kevlar lifi yüksek performanslı otomobillerde radyatör borularında destek amaçlı kullanılmaktadır. Viskoz ve akrilik liflerinin de otomobilin çeşitli kısımlarında kullanım alanı bulunmaktadır.

Cam elyafı, Nylon, PES Ve Viskoz liflerinden de oldukça iyi özelliktedir. Ancak yapılarının gevrek olmaları nedeniyle reçine yardımıyla kullanılması gereklidir. Kevlar lifinin performansı kayış lifi olarak oldukça iyi olsa da yüksek maliyetinden dolayı kablolama işleminde özellikle de nylon gibi doğal liflerle melez kord yapı olarak kullanılmaktadır.

Otomobillerdeki diğer kullanımlar [18]

Uygulama	Lif Tipi	Materyal tipi	Kaplanan Alan (m2)	Trendler
Tavan Kaplaması	Polyester	Trikot Çözgülü Örme	2,0	İğne vuruşlu non woven yüzeylerin kullanımı fiyat avantajından dolayı gittikçe artmaktadır.
Bagaj Döşemesi	Polyester Nylon Polipropilen	İğne vuruşlu veya tufting dokusuz yüzeyler	2,5	Tekstil lifleri ile kaplı dökme parçalara doğru bir kayma bulunmaktadır.

Arka bölmeler	Polipropilen	İğne vuruşlu dokusuz yüzeyler	1,0	Materyalin ışık haslığı önemini gittikçe arttırmaktadır.
Kapı Panelleri	Polyester	Trikot Çözgülü Örme , iğne vuruşlu dokusuz yüzeyler , bazı düz dokuma kumaşlar	2,0	Tekstil lifleri ile kaplı dökme parçalara doğru bir kayma bulunmaktadır.

Destek, filtrasyon ve binder olarak filtrelemede sıkça kullanılan lifler[18]

Doğal Lifler	Selüloz	Ağaç hamuru (talaş), pamuk, jüt
	Protein	Yün
	Mineral	Asbest
Sentetik	Cam Elyafı , Rayon , Polyester , Poliolefin , Akrilik , Polyamid , Aramid , Politetrafloroetilen , Metal , Poliimid	
Binder	Bikomponent	Yüksek / düşük sıcaklıkta eriyen iki lif
		Kopolimer Polyester
		Polivinil Klorit , Polivinil
		Asetat / Klorit Kopolimer
		Kopolimer Polyamid

3.8. Bikomponent Lifler

Tülbent esaslı kumaş endüstrisinde iç/dış iki bileşenli lifler bağlacı lifler olarak da bilinmektedir. Bu lifler, farklı erime sıcaklığındaki iki polimerin kullanılmasıyla üretilirler. İç kısımda yüksek erime sıcaklığına sahip polimer, dış kısımda ise düşük erime sıcaklığına sahip polimer bulunur. Hem kesikli hem de filament olarak üretilen bu lifler, tülbent doku elde edildikten sonra ısı ile bağlama yöntemi uygulanarak oluşturulur. Bu lifler ile diğer lifler karıştırılarak aşınmaya ve kopmaya mukavemetli yapılar elde edilir [14].

3.9. Yün

Yün %40'lık bir oran ile doğal lifler içinde en iyi uzama özelliğine sahiptir ve buruşmaya karşı dayanıklıdır. Zor kirlenen yün lifinin kokuları hapsetme özelliği vardır. Yün lifi doğal

güç tutuşur özelliğe sahiptir (LOI=25), özellikle lüks otomobil içlerinde doğal ürünlere dönüş ile döşemelik ürünlerde tercih edilmektedir.

3.10. Pamuk

Pamuk lifi aşınmaya karşı mukavemetli ve hacimlilik özelliği de yüksek bir lifttir. Lifin yüzeyinin pürüzlü olması nedeniyle çabuk kirlenir. Pamuk liflerinin inceliği 6-25 µm arasında olup özgül ağırlığı 1,55 g/cm^3'tür. Pamuk lifi otomobil içlerinde döşemelik kumaşların yanı sıra filtrasyon malzemelerinde de tercih edilmektedir.

3.11. Bambu Lifi

Hipoalerjik yapısı ile bambu lifi, doğal antibakteriyellik özelliği taşır ve bunun nedeni yapısındaki "Bambu kun" isimli maddedir. Otomobil endüstrisinde özellikle kalın bambu liflerinin, endüstriyel kayış ve filtreler ile kord bezi üretiminde kullanıldığı görülmektedir [19].

3.12. Kenaf

Daha çok sıcak iklim bitkisi olan kenaf lifi (Hibiscus Cannabinus), bitki köklerinden elde edilir. En çok Güney Afrika, Asya ve Hindistan'da yaygın olarak yetişmektedir [20].Yalın veya kompozit olarak kullanıma olanak veren lifli yapıya sahiptir [21, 22].

3.13. Çay Yaprağı Lifi

Özellikle Karadeniz Bölgesinde bol miktarda yetiştirilen endüstriyel eay yaprağının işlenmesi sırasında oluşan atık malzemelerin değerlendirilmesi sonucu ses yutucu malzemelerin eldesi oluşmuş ve bu yeni malzemenin sentetik elyaf malzemeye kıyasla özellikle 500-3200 Hz ve 500-2400 Hz frekans aralığında 20-30 mm kalınlıkta olumlu sonuçlarına ulaşılmıştır [23].

4. Sonuç

Ulaşımın kolaylaştığı günümüzde akıllı ulaşım sistemleri ile daha da önem kazanan araç yapıları ve bu yapılarda kullanılan malzemeler, gerek üstün özellikleri gerekse kullanım kolaylıkları ile önemli bir yere sahip olmaktadır. Araçlarda giderek yaygınlaşan teknik tekstil ürünlerinin kullanımı %20'lerden %25'lere doğru artış eğilimi göstermektedir. Bu durum ile araçların içerisinde doğal malzemeler yardımıyla daha üstün bir sürüş konforu sağlamak amaçlanmaktadır. Günümüzde araçların 28 ayrı yerinde kullanılan tekstil lifleri yardımıyla, araçların ağırlığı azaltılarak, yüksek yakıt performansı elde edilmeye çalışılmakta ve doğal liflere doğru kayan otomobil malzemeleri ile çevre dostu araçlar tasarlanmaktadır. Dolayısı ile son yıllarda yenilebilirlik ve ucuzluk, düşük yoğunluk nedeniyle yakıt tasarrufu, plastik esaslı kompozitlerle yarışabilecek seviyede spesifik mekanik özellikler ve elastikiyet modülü, kolay şekil verilebilirlik, üretim sırasında daha az enerji gereksinimi, daha az sağlık ve güvenlik riski, doğada biyolojik olarak parçalanabilirlik özellikleri sebebi ile doğal liflerin kullanımının arttığı görülmektedir.

Not: *Bu çalışma "I. International Conference on Intelligent Transportation Systems (BANU-ITSC'18), 19-21 April 2018, Bandırma"da sözlü olarak sunulmuştur.*

Kaynaklar

[1] A. R. Horrocks and S. C. Anand, Handbook of technical textiles. Elsevier, 2000.

[2] " Türkiye'de ve Dünya'da Teknik Tekstiller Üzerine Genel ve Güncel Bilgiler," İTKİB Genel Sekreterliği Ar-Ge ve Mevzuat Şubesi, İstanbul2008.

[3] G. Pamuk and F. Çeken, "Comparatıve Study of the Abrasion Resistance of Automobile Seat Covers," Fibres & Textiles in Eastern Europe, vol. 16, no. 4, p. 69, 2008.

[4] A. Emek, "Teknik Tekstiller Dünya Pazarı, Türkiye'nin Üretim ve Đhraç Đmkânları," TC Başbakanlık dış Ticaret Müsteşarlığı Đhracatı Geliştirme Etüd Merkezi araştırma ve Geliştirme Başkanlığı Sanayi Dairesi Ankara, 2004.

[5] T. Y. M. D. MECİT, T. T. A. Merkezi, T. M. S. ILGAZ, A. G. D. DURAN, T. GÜLÜMSER, and I. TARAKÇIOĞLU, "TEKNİK TEKSTİLLER VE KULLANIM ALANLARI (BÖLÜM 2)," 2007.

[6] U. Kiencke and L. Nielsen, "Automotive control systems: for engine, driveline, and vehicle," ed: IOP Publishing, 2000.

[7] S. MEZARCIÖZ, S. MEZARCIÖZ, and R. T. OĞULATA, "TEKNİK TEKSTİLLER-OTOBÜS KOLTUK DÖŞEMELERİNDE KULLANIMI VE UYGULANAN TEST YÖNTEMLERİ," Journal of Textiles & Engineers/Tekstil ve Mühendis, vol. 18, no. 83, 2011.

[8] S. K. Mukhopadhyay and J. Partridge, "Automotive textiles," Textile progress, vol. 29, no. 1-2, pp. 1-125, 1999.

[9] T. Balcı, "Teknik Tekstillerin Sınıflandırılması ve Özellikleri," Lisans, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 2005.

[10] H. K. ÇOKKESER and E. K. Çeven, "Otomotivde Kullanılan Teknik Tekstiller," Kahramanmaras Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences, vol. 14, no. 3, 2011.

[11] N. Köseoğlu and G. Özyurt, "Otomotivde Kullanılan Koltuk Döşemeliklerinin İncelenmesi, Bitirme Tezi, Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi," Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa, 2010.

[12] N. Deveci, "Lif, İplik ve Dokuma Özelliklerinin Hava Yastığı Üretiminin Performansına Etkileri," Master Degree, Fen Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi İstanbul, 2008.

[13] M. Merdem, "Otomotiv Sektöründe Kullanılan Kumaşlar," Uludağ Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa, 2011.

[14] M. Akalın and M. Özen, "Tülbent Esaslı Dokunmamış Kumaşlar," Nonwoven Fabrics)", NesilMatbaacılık, Istanbul, 2010.

[15] S. Tiwari and J. Bijwe, "Surface treatment of carbon fibers-a review," Procedia Technology, vol. 14, pp. 505-512, 2014.

[16] S.-J. Park and G.-Y. Heo, "Precursors and manufacturing of carbon fibers," in Carbon Fibers: Springer, 2015, pp. 31-66.

[17] R. Atakan, "İğneleme Yöntemi İle Üretilmiş Otomotiv Halılarında Geri Dönüştürülmüş Polyester Lifi Kullanımı," Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.

[18] A. B. Çelikkanat, "Teknik Tekstiller," Master Degree, Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul Teknik Üniversitesi, 2002.

[19] N. Okur, "Bambu Lifi Ve İplik Özelliklerinin Diğer Lif Ve İpliklerin Performans Özellikleri İle Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi," Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.

[20] J. M. Dempsey, Fiber crops. Univ. Presses of Florida, 1975.

[21] U. Berardi and G. Iannace, "Acoustic characterization of natural fibers for sound absorption applications," Building and Environment, vol. 94, pp. 840-852, 2015.

[22] A. İ. KAYA and T. DALGAR, "Ses Yalıtımı Açısından Doğal Liflerin Akustik Özellikleria."

[23] S. Ersoy and H. Küçük, "Investigation of industrial tea-leaf-fibre waste material for its sound absorption properties," Applied Acoustics, vol. 70, no. 1, pp. 215-220, 2009.