

TUAD

Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi

Journal of Traffic and Transportation Research

ISSN: 2667-8071

Cilt/Volume: 5 | Sayı/Issue: 2
Yıl/Year: Güz/Fall 2022



ODTÜ
METU



Safety Research Unit

TRAFİK VE ULAŞIM ARAŞTIRMALARI DERGİSİ
JOURNAL OF TRAFFIC AND TRANSPORTATION RESEARCH

ISSN: 2667-8071

Cilt/Volume: 5 | Sayı/Issue: 2 | Yıl/Year: Güz/Fall – 2022

Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi kör hakemli elektronik bir dergidir. Dergi yılda iki kez (Nisan ve Ekim) yayımlanmaktadır.

The Journal of Traffic and Transportation Research is a blind-reviewed online journal. The journal is published semi-annually (April and October).

Dergi Sahibi | Owner

Prof. Dr. Türker Özkan
Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Baş Editör | Editor-in-Chief

Doç. Dr. Bahar Öz
Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Editörler Kurulu | Managing Editors

Araş. Gör. Gizem Fındık	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>
Dr. İbrahim Öztürk	<i>University of Leeds</i>
Dr. Öğr. Üyesi Gaye Solmazer	<i>İzmir Bakırçay Üniversitesi</i>
Doç. Dr. Yeşim Üzümcüoğlu Zihni	<i>TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi</i>

Yayın Kurulu | Editorial Board

Araş. Gör. Burcu Arslan	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>
Araş. Gör. Gözde Atalan	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>
Dr. Derya Azık	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>
Araş. Gör. Nesrin Budak	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>
Araş. Gör. Uluğhan Ergin	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>
Uzm. U. Uygur Erkuş	<i>HED Akademi</i>
Dr. Öğr. Üyesi Özlem Ersan	<i>Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi</i>
Psk. Ceren Ersöz	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>
Araş. Gör. Bilgesu Kaçan	<i>Necmettin Erbakan Üniversitesi</i>
Psk. Zeynep Mıcık	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>
Dr. Seda Özbozdağlı	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>
Dr. Özgün Özkan	<i>University of Greenwich</i>
Araş. Gör. Batıkan Özkan	<i>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi</i>
Doç. Dr. Burcu Tekeş	<i>Başkent Üniversitesi</i>
Psk. Tuğçe Toy	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>
Araş. Gör. Şerife Yılmaz	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>

Danışma Kurulu | Advisory Board

Doç. Dr. Pınar Bıçaksız	<i>Hacettepe Üniversitesi</i>
Dr. Öğr. Üyesi Başar Demir	<i>Akdeniz Üniversitesi</i>
Dr. Öğr. Üyesi Kürşad Demirutku	<i>TED Üniversitesi</i>
Doç. Dr. Ömür Kaygısız	<i>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi</i>
Dr. Öğr. Üyesi Nevin Kılıç	<i>Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi</i>
Doç. Dr. C. Müjde Koca Atabey	<i>Ankara Medipol Üniversitesi</i>
Doç. Dr. Mehmet Koyuncu	<i>Ege Üniversitesi</i>
Prof. Dr. Timo J. Lajunen	<i>Norwegian University of Science and Technology</i>
Prof. Dr. Mine Mısırlısoy	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>
Prof. Dr. Türker Özkan	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>
Dr. Öğr. Üyesi Hande Işık Öztürk	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>
Prof. Dr. Nebi Sümer	<i>Sabancı Üniversitesi</i>
Prof. Dr. Hediye Tüydeş Yaman	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>
Prof. Dr. Yeşim Yasak	<i>Çankırı Karatekin Üniversitesi</i>

Dil Editörü | Language Editor

Dr. Mojtaba Moharrer	<i>Schepens Eye Research Institute</i>
----------------------	----------------------------------------

Teknik Editör | Technical Editor

Uzm. U. Uygur Erkuş	<i>HED Akademi</i>
Araş. Gör. Batıkan Özkan	<i>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi</i>
Dr. İbrahim Öztürk	<i>University of Leeds</i>

Kapak Tasarım | Cover Design

Gizem Güner
İbrahim Öztürk

Logo Tasarım | Logo Design

Samet Temiz

İletişim | Contact

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Psikoloji Bölümü Güvenlik Araştırma Birimi, Sosyal Bilimler
Binası, 06800, Çankaya, Ankara, Türkiye
E-posta | E-mail: tuad@metu.edu.tr
Ana Sayfa | Main Page: dergipark.org.tr/tuad



Baş Editör'den | Editor-in-Chief's Note

Araştırma Makalesi | Research Article

Bingöl Karakoçan Ayrım Güzergâhında Yavaşlama Ön Uyarı ve Uyarı Yatay Trafik İşaretlerinin Taşıt İşletme Maliyetlerine Etkileri | The Effects of Deceleration Pre-Warning and Warning Horizontal Traffic Signs on Vehicle Operation Costs on Bingöl Karakoçan Separation Route

İhsan Güzel **98-108**

İstanbul Boğazı Gemi Boğaz Geçiş Kuyruk Teorisi Uygulaması ve Süreç Optimizasyonu | Istanbul Strait Ship Traffic Queuing Theory Application and Process Optimization

İsmail Karaca, Özcan Arslan, Ömer Söner **109-129**

İstanbul Havalimanı'nın Çoklu Paralel Pist Konfigürasyonlarının Zaman ve Yakıt Tüketimi Açısından İncelenmesi | Analysis of Istanbul Airport's Multiple Parallel Runway Configurations in Terms of Time and Fuel Consumption

Ayşe Güven, Fulya Aybek Çetek **130-141**

Algılanan Değer, Güven ve Satın Alma Niyeti Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi: Otomobil Paylaşım Platformları Üzerine Bir Çalışma | Investigating the Relationships Among Perceived Value, Trust and Purchase Intention: A Study on Car Sharing Platforms

Fatih Geçti, Hilal Yasatekin, İlknur Koçyiğit Bayniş, Ömer Faruk Üner **142-166**

Cinsiyetin Diğer Erkek ve Kadın Sürücülerin Sürüş Becerileri ve Davranışlarının Değerlendirilmesindeki Rolü | The Role of Sex in Evaluating Other Male and Female Drivers' Driving Skills and Behavior

Batıkan Özkan, Derya Azık **167-182**

Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi'nin Değerli Okurları,

Dergimizin 5. Cildinin 2. Sayısını sizlerle paylaşmanın heyecanını ve mutluluğunu yaşıyoruz. 2022 yılı Güz sayımız genel olarak bakıldığında, farklı ulaşım ortamlarındaki işleyiş ve iyileştirme odaklı araştırma makalelerinin yanı sıra, farklı yol kullanıcılarının çeşitli durum ve konulardaki değerlendirme ve tercihlerini inceleyen çalışmalar içermektedir.

Güz sayımız kapsamında yer alan beş araştırma makalesinden ilki Güzel tarafından yürütülmüş olan, yol trafik işaretlerinin taşıt işletme maliyetleri üzerindeki etkilerinin Bingöl Karakoçan ayırım güzergahı temel alınarak incelendiği çalışmayı içermektedir. Karaca ve arkadaşları tarafından hazırlanmış olan ikinci makalemiz, İstanbul Boğazı gemi geçişi için bir kuyruk modellenmesi tasarlanması ve süreç optimizasyonu gerçekleştirilmesi üzerine yapılmış bir çalışmadır. Üçüncü makalemiz, Güven ve Aybek Çetek tarafından hazırlanmış, İstanbul Havalimanı'nın çoklu paralel pist konfigürasyonlarını zaman ve yakıt tüketimi açısından inceleyen bir çalışmadır. Geçti ve arkadaşları tarafından hazırlanan dördüncü makalemizde, algılanan değer, güven ve satın alma niyeti arasındaki ilişkiler, otomobil paylaşım platformları üzerine yapılan bir çalışmayla incelenmiştir. Özkan ve Azık tarafından hazırlanmış olan güz sayımızın son makalesinde ise yazarlarımız, diğer sürücülerin sürüş becerilerinin ve davranışlarının değerlendirilmesinde cinsiyetin rolünü araştırmışlardır.

2022 Güz sayımızın sorunsuz bir şekilde yayımlanabilmesi için sürecimize tam destek veren tüm makale yazarlarımıza, hakemlerimize, yayın kurulu üyelerimize ve editörlerimize sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Dördüncü cildinden itibaren TR Dizin kapsamında dizinlenmekte olan TUAD'ın yeni sayısının trafik ve ulaşım araştırmaları alanyazınına ve yol güvenliği uygulamalarına anlamlı katkılarda bulunacağını umuyor; trafik ve ulaşım ortamları ile ilgili farklı disiplinlerden araştırmacıların katkılarıyla daha da zenginleşeceğini düşündüğümüz 2023 Bahar sayımızda buluşana dek sağlıklı ve güzel bir dönem geçirmenizi diliyorum.

Saygılarımla.

Doç. Dr. Bahar Öz

Araştırma Makalesi

Bingöl Karakoçan Ayrım Güzergâhında Yavaşlama Ön Uyarı ve Uyarı Yatay Trafik İşaretlerinin Taşıt İşletme Maliyetlerine Etkileri

İhsan Güzel^{1*} ¹ İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bingöl Üniversitesi, Bingöl

Öz

Ülkemizde bitümlü sıcak karışım (BSK) kaplamalı dönel kavşaklar trafik kaza riskini azaltmak için yatay yavaşlama ve ön uyarı (YÖU) çizgileriyle işaretlenmektedir. Belirli kalınlık ve genişlikte olan bu çizgiler kaplamanın Uluslararası Düzgünlük İndeksi'ni (IRI) değiştirerek taşıt işletme maliyetlerini artırmaktadır. Kavşaklarda bu maliyet değişimi Bingöl Karakoçan Ayrım güzergâhının BSK'lı 26,80 kilometrelik kesiminde, mevcut altı adet dönel kavşakta araştırılmıştır. Kavşakların statik seviye ölçüm metoduna göre hesaplanan IRI, güzergâh IRI'ni 0,042985 m/km artırmıştır. Güzergâhta yıllık ortalama günlük trafikte (YOGT) en fazla sayıda olan otomobillere 2021/Aralık ayında yapılan anket sonuçlarına göre IRI artışının faiz, genel giderler ve ekip maliyeti hariç otomobillerin hareketiyle ilgili işletme maliyetlerini yıllık yaklaşık 59,482 TL artırdığı hesaplanmıştır. Bu güzergâhta günlük 2581 adet otomobil için hesaplanan maliyet diğer taşıtlarda göz önüne alındığında, dönel kavşaklarda taşıt işletme maliyeti artışı daha fazla olacaktır. Bu nedenle IRI artışına neden olan YÖU çizgilerinin kalınlıklarının azaltılması ve kavşağa giriş hızına göre sayılarının belirlenmesinin maliyetlerde önemli azalmalar sağlayacağı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: otomobil, yatay, düzgünlük, maliyet, trafik işaretlemeleri

The Effects of Deceleration Pre-Warning and Warning Horizontal Traffic Signs on Vehicle Operation Costs on Bingöl Karakoçan Separation Route

Abstract

In our country, bituminous hot mix (BHM) coated roundabouts are marked with horizontal deceleration and pre-warning (DPW) lines to reduce the risk of traffic accidents. These lines, which are of certain thickness and width, increase the vehicle operating costs by changing the International Roughness Index (IRI) of the pavement. This cost variation at the intersections was investigated at the six existing roundabouts in the 26.80-kilometer part of the Bingöl Karakoçan separation route with BSK. The IRI calculated according to the static level measurement method of the intersections increased the route IRI by 0.042985 m/km. According to the results of the survey conducted in 2021/December, on the cars with the highest annual average daily traffic (AADT) on the route, the increase in IRI is related to interest, general expenses. It has been calculated that the operating costs related to the movement of cars excluding crew costs, increase by approximately 59,482 TL per year. When the cost calculated for 2581 cars per day on this route is considered in other vehicles, the increase in vehicle operating costs will be higher at roundabouts. For this reason, it has been determined that reducing the thickness of the DPW lines that cause IRI increase and determining their number according to the intersection entry speed will provide significant reductions in costs.

Keywords: automobile, horizontal, roughness, cost, traffic signs

* İletişim / Contact: İhsan Güzel, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bingöl Üniversitesi, Bingöl Türkiye. E-Posta / E-mail: guzelihsan23@gmail.com.

Gönderildiği tarihi / Date submitted: 28.12.2021, Kabul edildiği tarih / Date accepted: 18.03.2022

Alıntı / Citation: Güzel, İ. (2022). Bingöl Karakoçan ayrım güzergâhında yavaşlama ön uyarı ve uyarı yatay trafik işaretlerinin taşıt işletme maliyetlerine etkileri. *Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 98–108. doi:10.38002/tuad.1049949



Bingöl Karakoçan Ayrım Güzergâhında Yavaşlama Ön Uyarı ve Uyarı Yatay Trafik İşaretlerinin Taşıt İşletme Maliyetlerine Etkileri

Yol kullanıcı maliyeti taşıt işletme, zaman, kaza, emisyon maliyetlerini içeren kullanıcıları doğrudan parasal yönden etkileyen maliyetler ile çevre, gürültü, inşaat faaliyetlerinin diğer işletmeler üzerindeki etkilerini içeren parasal olmayan iki bileşene göre hesaplanmaktadır (Mallela ve Sadasivam, 2011). Bu maliyetler içerisinde yakıt, motor yağı, lastik aşınması, bakım, onarım, amortisman, faiz, genel giderler ve ekip maliyetini içeren taşıt işletme maliyetleri; taşıt tipi, güzergâhın geometrisi ve kaplamanın fiziksel özellikleriyle yakından ilişkilidir (Mikolaj ve Remek, 2014). Yol kullanıcı maliyetlerinde yaklaşık %60'lık orana sahip olan taşıt işletme maliyetlerinin artmaması proje fizibilitesi açısından önemlidir.

Objektif olarak kaplama performansını değerlendirebilmek amacıyla üstyapı servis yeteneği indeksi, sürüş sayısı, sürüş konforu, Uluslararası Düzgünsüzlük İndeksi gibi çeşitli değerlendirme bileşenleri geliştirilmiştir (Kırbaş, 2018).

Üstyapının mevcut performansı çoğunlukla, tasarımında kullanılan hizmet düzeyiyle doğrudan ilişkili IRI ile değerlendirilmektedir (Kırbaş, Karasahin, Demir ve Ünal, 2015).

İlk yapılan çalışmalarda IRI değerinin artışının genel olarak taşıt işletme maliyetlerini artırdığı fakat yakıt tüketiminde artışın olmadığı; son yıllarda Dünya Bankası tarafından HDM-4 modeliyle gerçekleştirilen çalışmalarda ise yakıt tüketimini arttığı belirlenmiştir (Barnes ve Langworthy, 2003; Robbins ve Tran, 2015). Kaplamanın hizmet süresince IRI iyileştirme çalışmaları için ilk kaplama maliyetinin %30'u oranında ilave bakım onarım maliyetinin, hizmet süresince taşıt işletme maliyetlerinde %60 tasarruf sağlanacağı belirtilmiştir (Islam ve Buttlar 2013).

Zaabar ve Chatti (2010) HDM-4 modeliyle yaptığı çalışmada, kaplamalı yollarda IRI değerinin 1 m/km artışının otomobil ve ağır taşıtlarda, ortalama yakıt tüketimini %2, lastik aşınmasını 88 km/sa hızda %1 artırdığı tespit edilmiştir. Aynı çalışmada IRI değerinin 3 m/km üzerinde 1 m/km artışında ise taşıtların ortalama bakım ve onarım maliyetlerini %20 artırdığı saptanmıştır.

Taşıtların amortisman bedelinin %70'lik kısmının taşıtın yaşına, %30'lik kısmının kilometreye bağlı olduğu, kilometreye ilgili amortisman bedelinin, IRI'nın 1 m/km artışında %1 arttığı belirtilmiştir (aktaran, Islam, 2015).

Ülkemizde Karayolu Trafik İşaretleme Standartları (KTİS) Yönetmeliğine (Karayolları Genel Müdürlüğü [KGM], 2020) göre yerleşim yeri dışı kavşaklarda trafik güvenliği açısından düşey işaretlemelerle beraber yatayda kavşağa belirli mesafede belirli kalınlık ve aralıklarla kaplama yüzeyine YÖÜ çizgileri uygulandığı gözlenmiştir. Bu yatay tarama çizgilerinin belirli kalınlıkta olması nedeniyle bu kesimlerde IRI değerinin artışından dolayı taşıt işletme maliyetleri artmaktadır. Günümüz ekonomik koşulları göz önüne alındığında bu maliyet artışlarının belirlenmesi yol kullanıcıları açısından önemlidir.

Bu çalışmada Bingöl Karakoçan Ayrım güzergâhında bulunan altı adet dönel kavşakta uygulanan YÖÜ çizgilerinin, güzergâhta YOGT'ği en fazla sayıda olan otomobillerin hareketiyle ilgili işletme maliyeti artışları hesaplanmıştır.

YÖÜ çizgilerinden dolayı artan yol kullanıcı maliyetlerinin ülke genelinde maliyet değerlendirmelerine yardımcı olması amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

2. Uluslararası Düzgünsüzlük İndeksi (IRI) ve Taşıt İşletme Maliyetleri

Kaplama düzgünsüzlüğü, Uluslararası Amerikan Test ve Materyalleri Topluluğu (American Society For Testing and Materials [ASTM]) E867-06'ya göre "Bir yüzeyin, araç dinamiklerini ve sürüş kalitesini etkileyen karakteristik boyutlara sahip gerçek bir düzlemsel yüzeyden sapma" olarak tanımlanmaktadır (Buttlar ve Islam, 2014). Yol düzgünsüzlüğü subjektif ve objektif olarak iki ana yöntemle ölçülmektedir (Al-Rousan, Asi ve Abu-Baker, 2010). Subjektif ölçümler sürüş kalitesiyle ilgili fiziksel ve görsel incelemelere, objektif ölçümler ise,

- Hassas profilometre (Seviye çubuğu, yürüme profilmetresi, statik seviye ölçümleri)
- Diğer profilometreler (California Profilografı, yüksek hızlı lazer profilometreler vb.)
- Tepki türü ölçümler (Akıllı telefon, çeyrek veya yarım otomobil modeli) ile yapılmaktadır (Gamage, Pasindu ve Bandara, 2016).

Kaplama üzerinde hareket eden taşıtın dinamik tepkisini simüle edilerek kaplama düzgünsüzlüğü değerlendirmelerini sayısal bir ölçek olarak kullanan IRI, hareket eden aracın çeyrek otomobil matematiksel modeliyle (Chen, Lin, Tang, Chu ve Cheng, 2020) (bkz. Şekil 1) süspansiyon hareketinin toplamı olarak Eşitlik 1'le hesaplanmaktadır (Bilodeau, Gagnon ve Doré, 2017).

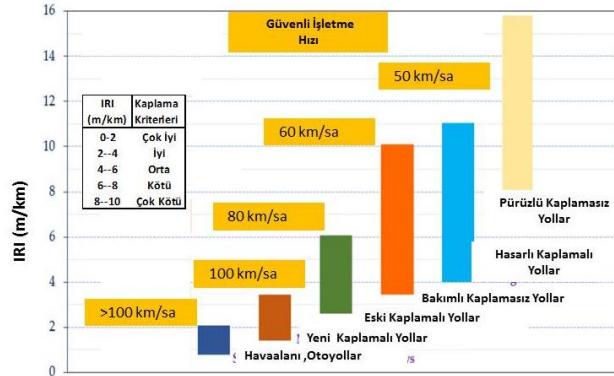


Şekil 1. IRI ölçümü için çeyrek araba modeli (Chen ve ark., 2020)

$$IRI = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^n |Z_s - Z_u| \quad (1)$$

L analiz edilen kaplama uzunluğu (km), Z_s taşıt şasesinin yer değiştirmesi (m), Z_u taşıt aksının yer değiştirmesi (m), n dikey hareket sayısıdır.

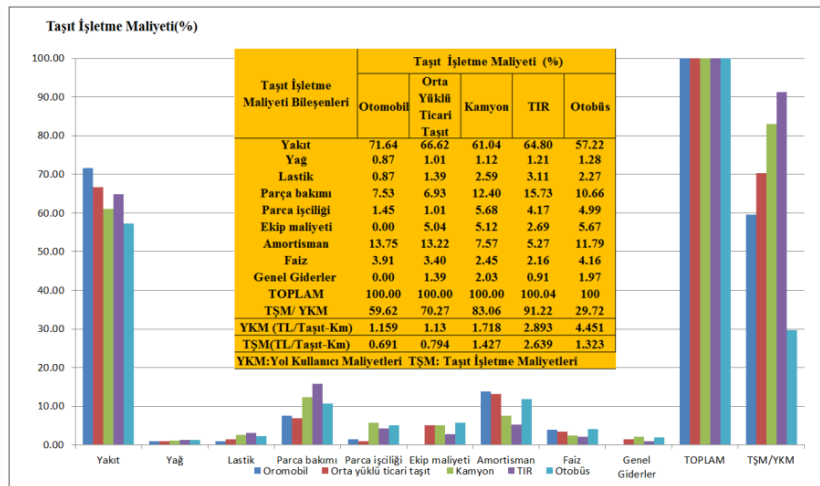
Dünya bankasının 1980 yılında üstyapı durumunu değerlendirme sürecinde nicel parametre olarak kullanılan IRI'nin, nitel kaplama kriterleri ve güvenli işletme hızına göre farklı kaplama tiplerinde değişim aralığı Şekil 2'de gösterilmiştir (Hasibuan ve Surbakti, 2019).



Şekil 2. Farklı kaplamalarda IRI değişim aralığı ve kaplama kriterleri (Chen ve ark., 2020; Hasibuan ve Surbakti, 2019)

Yol kullanıcı maliyetleri ülkelerin ekonomik, sosyal durumu, güzergâhın geometrik, fiziksel ve trafik özelliklerine göre değişmektedir. Kötü durumlu bir kaplamanın kullanıcı ortalama maliyetini ağır yüklü taşıtlarda %20, hafif yüklü taşıtlarda ise % 7 artırdığı belirlenmiştir (Ahmed, 2020).

Hareketli taşıtların dinamiğini etkileyen IRI artışı işletme maliyetlerini artırır. HDM -4 yazılımıyla ülkemize ait bir güzergâhta karayolu işletme maliyetleriyle ilgili 2020 yılında yapılan çalışmanın (Canver, Özen, Saraçoğlu ve Maltaş, 2020) sonuçları özet olarak Şekil 3’de gösterilmiştir. Taşıtların işletme maliyetlerinin yol kullanıcı maliyetlerinin ortalama %59,62’si ile %91,22’si arası faiz, genel giderler ve ekip maliyeti hariç taşıtın hareketiyle ilgili işletme (HTİ) maliyetleri ise taşıt işletme maliyetlerinin %80,20’si ile %96,09’ arasında değişmektedir. IRI değeri 2 m/km esas alınarak yapılan bu çalışmada IRI değerinin 8 m/km olması durumunda yol kullanıcı maliyetleri otomobillerin 1,06, orta yüklü ticari taşıtların 1,03, kamyon 1,08, tır 1,07, otobüs 1,17 kat artmıştır. Çalışmanın faiz, genel giderler ve ekip maliyetleri dikkate alınmadan otomobil işletme maliyetleriyle diğer taşıtların işletme maliyetleri karşılaştırıldığında, orta yüklü ticari taşıtların 1,08, kamyonun 1,94, tırın 3,74, otobüsün 1,74 kat otomobilin işletme maliyetinden fazla olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3. Taşıtların işletme maliyetlerinin bileşenlerinin maliyet % (Canver ve ark., 2020)

Yol kullanıcı modelleri içerisinde gelişmekte olan ülkelerin verilerine göre geliştirilen ve IRI değerinin yakıt tüketimini etkilediği açıkça gösterilen HDM-4 modelinin, ABD koşullarında IRI ile ilişkili yakıt tüketimi, bakım, tamirat, amortisman, lastik maliyet çarpanları Eşitlik 2,3,4,5,’ten hesaplanmaktadır (Islam, 2015).

$$YTA \% = 0.01573.IRI - 0.996 \quad (2)$$

$$BTMF = -5.10^{-6}IRI^2 + 0.0049.IRI + 0.6239 \quad (3)$$

$$AMF = -1.10^{-6}IRI^2 + 0.0007.IRI + 0.9535 \quad (4)$$

$$LMF = -9.10^{-6}IRI^2 + 0.0064.IRI + 0.51333 \quad (5)$$

YTA: Yakıt tüketiminde artış (%)

BTMF: Bakım, tamirat maliyet çarpanı

AMF: Amortisman maliyet çarpanı

LMF: Lastik maliyet çarpanı

IRI Uluslararası düzgünlük indeksi: inch/mil

Ağır taşıtlar ve otomobillerin sabit hızda güzergahın düşey eğim ve IRI değişimine göre yakıt tüketimi Eşitlik 5,6'da yaklaşık hesaplanmaktadır (Velmurugan, Madhu, Nataraju ve Ravinder, 2012).

$$FC_{OTO} = 35 + \frac{983.503}{V_{oto}} + 0,003V_{oto}^2 + 0,002.IRI + 0,452.RS - 1.914.FL \quad (6)$$

$$FC_{AT} = 50 + \frac{8049,95}{V_{AT}} + 0,012V_{AT}^2 + 0,005.IRI - 4,565.RS - 4.904FL - 7,285 \frac{P}{W} \quad (7)$$

FC: Otomobil ve ağır taşıt yakıt tüketimi, ml/km

V_{OTO} , V_{AT} : Otomobil ve ağır taşıt hızı, km/sa

IRI: Uluslararası düzgünlük indeksi, mm/km

RS: Güzergâhın yükselen eğimi, m/km

FL: Güzergâhın alçalan eğimi, m/km

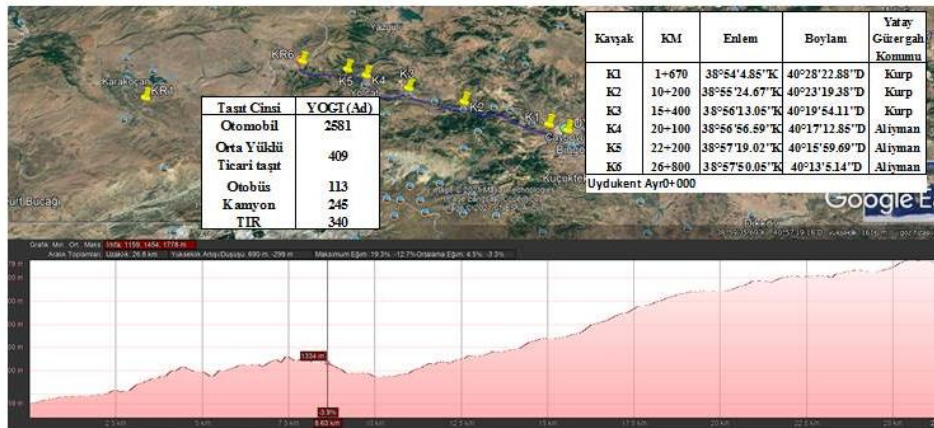
P/W: Taşıtın güç ağırlık oranı

3. Yöntem

Bingöl Karakoçan Ayrımının BSK'lı olan kesiminin dönel kavşaklarında uygulanan YÖÜ çizgileri sayısı ve kalınlığı KTİS' de belirtilen değerler alınarak, güzergâhın IRI değişimi statik seviye ölçüm metoduna göre belirlenmiştir. Taşıt işletme maliyet hesaplamalarında dünya genelinde gelişmekte olan ülkeler tarafından yaygın olarak kullanılan HDM-4 programına maddi zorluklar ve temin etme zorluğu nedeniyle güzergâhı kullanan taşıtlar içerisinde işletme maliyeti bilgilerine hızlı ulaşılan ve maliyetlerinde çok fazla değişkenlik göstermeyen çeşitli markalarda on adet otomobil kullanıcısına IRI'nin HTİ maliyetine etkisini hesaplamak için yapılmıştır. 2021 yılının Aralık ayında güzergâh başlangıcında yapılan dokuz maddelik anket sonuçları ve bu ayın ortalama yakıt ve lastik fiyatları dikkate alınarak, IRI ile ilişkili faktör eşitlikleriyle HTİ maliyet değişimleri hesaplanmıştır.

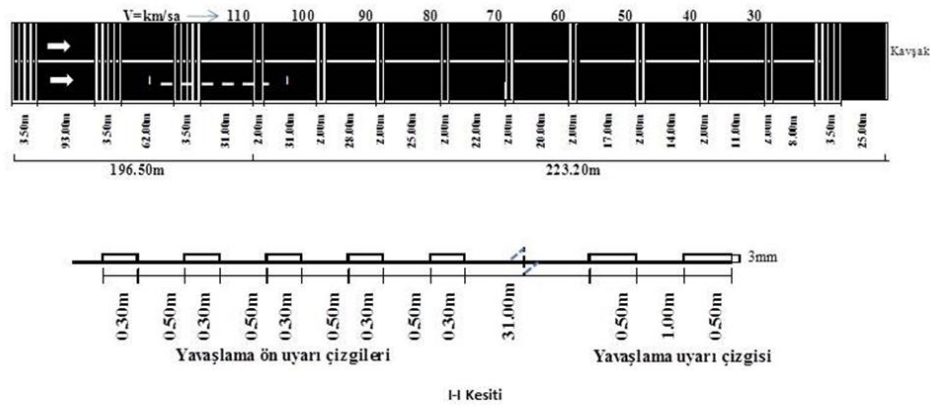
4. Bulgular

Bölünmüş yol olarak hizmet veren Bingöl Karakoçan Ayrım güzergâhının üstyapısı bitümlü sıcak karışım olan 0+000-26+800 kesiminde, YÖÜ çizgileri uygulanan dönel kavşakların Google Earth' de tespit edilen koordinatları ve 2020 yılına ait YOGT sayıları Şekil 4'de gösterilmiştir.



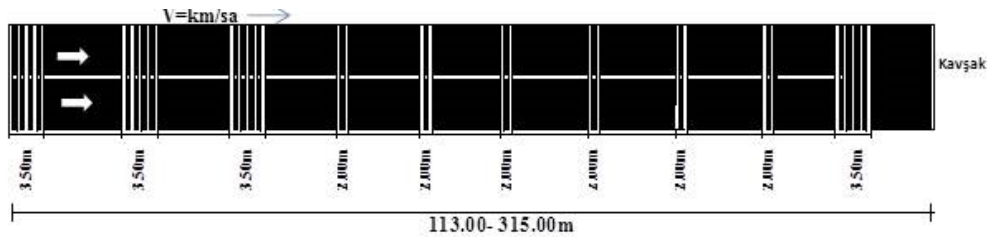
Şekil 4. Bingöl -Karakoçan Ayrım Güzergâhında (15+000-41+800) dönel kavşak koordinatları ve kilometreleri

KTİS'e göre kaza kara noktası ve hız kısıtlaması gereken kesimlerde YÖU çizgilerin alternatif tipinde (bkz. Şekil 5) çizgiler, yaklaşık $1,94\text{m/sn}^2$ yavaşlama ivmesine göre kavşağa 419,70m mesafede, aşınma tabakası üzerine 3mm kalınlığında çift komponentli yol çizgi boyası ile yapılmaktadır.



Şekil 5. Karayolu trafik işaretleme standardına göre alternatif YÖU çizgileri

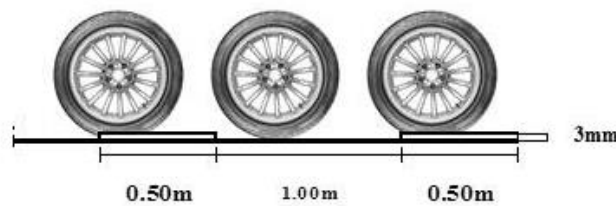
Bingöl Karakoçan Ayrım güzergâhında (0+000-26+800) dönel kavşaklarda uygulanan trafik güvenliği ve hız kontrolü için kavşaklara 113m ile 325m arasında değişen mesafede Şekil 6'da gösterilen biçimde otuz iki adet YÖU çizgisi uygulandığı tespit edilmiştir.



Şekil 6. Kavşaklarda uygulanan YÖU çizgileri

Statik seviye yöntemi ile yol düzgünlüğünün ölçülmesi için test yönteminin açıklandığı ASTM E 1364'e göre kaplamalı ve kaplamasız olmak üzere tüm yüzey tipleri için uygulanabilen bu yöntem, ihtiyaca göre seçilen iki doğruluk seviyesi içerir. Sınıf 1 ve 2 olarak adlandırılan doğruluk seviyelerinde sırasıyla maksimum 30,50 cm, 61 cm aralıklarla nivelman işlemi yapılarak IRI değeri hesaplanmaktadır.

Bu çalışmada statik seviye yöntemine göre YÖU çizgilerinin ortalama kalınlıkları 3 mm kabul edilmiştir. Her kavşakta bir yönde lastiğin 192 mm (32 [çizgi sayısı]x6 [lastiğin her çizgide düşey hareketi]) düşey yönde hareket edecektir (bkz. Şekil 7). Altı adet kavşağın mevcut güzergâh IRI' ni $0,042985\text{ m/km}$ ($0,192 \times 6 / 26800$) artıracığı hesaplanmıştır.



Şekil 7. YÖU çizgilerinde teker hareketi

Güzergâhın IRI artışının otomobillerin HTİ maliyetine etkilerini araştırmak için on adet otomobile yapılan anketin sonucunda yıllık ortalama kilometre, 100 km’de ortalama kullanılan yakıt miktarı, taşıt değeri, lastik kullanım ömrü, bakım tamirat maliyetlerinin ortalamaları, Tablo 1’de gösterilmiştir.

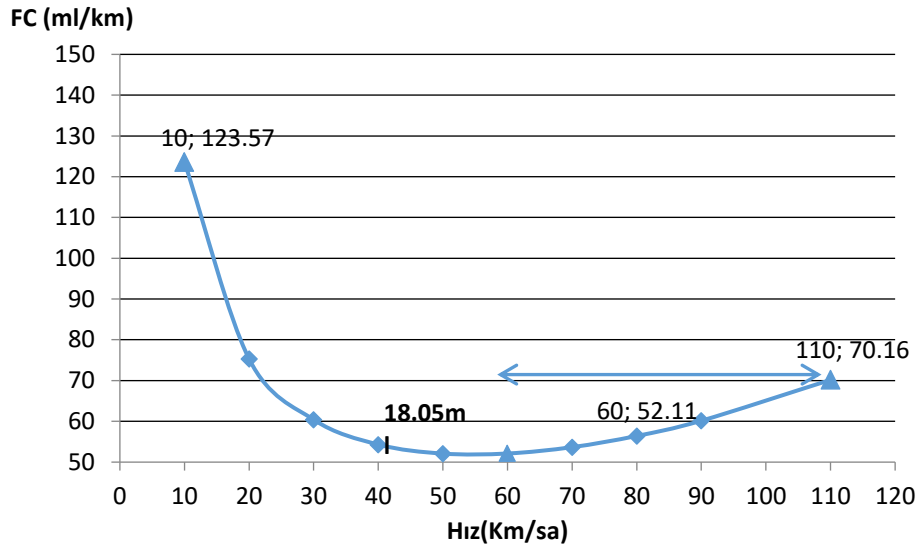
Tablo 1. HTİ maliyeti anketi ve sonuçları

Anket Soruları	Anket Sayısı										Ort.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Marka	D.D	O.A	H.C	S.O	F.E	F.F	O.C	S.F	T.C	F.E	
Model Yılı	2020	2015	2018	2018	2019	2014	2009	2015	2014	2018	-
Motor Gücü (HP)	115	115	125	125	85	110	80	110	90	85	-
K:Yıllık Ortalama Yapılan Ortalama Mesafe (km)	30000	7000	10000	12000	15000	10000	20000	11000	10000	11000	13600
BTM: 2020 veya 2021 Yılında Bakım ve Tamirat Maliyeti (TL)	1850	4500	2500	2000	1700	1500	2500	2860	1500	1200	2211
TD: 2021 Yılı Yaklaşık Taşıt Değeri (10 ³ TL)	310	200	350	375	150	170	110	290	300	Blm.	250,556
Kullanılan Yakıt	B+LPG	B	LPG	M	B	LPG	LPG	B	M	B+LPG	-
YM: Yakıt Miktarı (Lt/100km)	6.9	5.1	9	6.5	8	10	10	6.2	5.1	9	7,58
LK: Lastik kullanım Mesafesi (km)	75000	28000	60000	35000	40000	60000	45000	40000	30000	Blm.	45889

M: Motorin B: Benzin LPG: Sıvılaştırılmış petrol gazı Ort: Ortalama Blm: Bilmiyor

Not: Araç markaları hukuki nedenlerden ötürü açıkça belirtilmemiştir.

Güzergâhın Google Earth üzerinden gidiş yönünde ortalama RS’si 22,053 m/km, geliş yönünde ortalama FL’ si- 22,053 m/km olarak hesaplanmış ve mevcut satıh durumu IRI’si 3 m/km kabul edilerek; hıza göre ortalama yakıt miktarı değişimi Eşitlik 6’dan hesaplanarak Şekil 8’de gösterilmiştir. Hızın 110 km/sa.’ den azalarak, 60 km/sa. olması durumunda bir kilometrede ortalama 9,025ml (18,05/2) yakıt miktarında azalma olacaktır. Gidiş veya geliş yönünde YÖU çizgisi olmayan kavşağa 223,20 m mesafede hız azaltılmaya başlanıldığında ise her otomobilde ortalama 2,01 ml (9,025x223,20/1000) yakıt tasarrufu sağlanmaktadır.



Şekil 8. Otomobillerin hız yakıt tüketimi

Otomobillerin bu güzergâh kesimine ait HTİ maliyetleri anket sonuçları ve piyasanın ortalama fiyatlarına göre (bkz. Tablo 2) 1,29 TL/km olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2. Güzergâhta otomobillerin HTİ maliyetleri

YAKIT	
YM: Lt /100km*	7,58
CK: Çalışılan yol uzunluğu (Km)	26,8
Çalışılan yol uzunluğunda kullanılan yakıt miktarı CYM=CK.YM/100	2,03
YF: Yakıt fiyatı (TL/Lt)**	10,5
Güzergâh maliyeti (TL) TLM=CYM..YF	21,33
LASTİK	
LS: Lastik sayısı	4
LF: Ortalama lastik fiyatı (TL) **	650
LK: Lastik Ömrü (km)*	45889
CK: Çalışılan yol uzunluğu (Km)	26,8
LM: Maliyet (TL/km)=L.S.LF /LK	0.057
Güzergâh maliyeti (TL) TLM=LM.CK	1,518
BAKIM TAMİRAT	
BTM: Yıllık ortalama bakım tamirat fiyat (TL)*	2211
K: Yıllık ortalama yapılan mesafe (km) *	13600
MBT: Yıllık Ortalama maliyet (TL/Km) =BTM/K	0.163
Güzergâh maliyeti (TL) (TL) TBTM=MBT.CK	4,357
AMORTİSMAN	
TD: Yaklaşık taşıt değeri (2021 Yılı TL)*	250556
K: Yıllık ortalama yapılan mesafe (km) *	13600
KÖ: Taşıt kullanım ömrü (Yıl)	15
YA: Yıllık amortisman (TL)=0.20.TD/KÖ***	3340,74
YAK: Yıllık kilometre. Amortisman (TL(km)=YA/K	0.246
Güzergâh maliyeti (TL) TLM=YAK.CK	7,369
* Anket sonuçları ** Ortalama fiyat	
***Normal amortisman yöntemine göre hesaplanmıştır	

Kaplamanın gözlemsel olarak değerlendirilmesi sonucunda kaplamanın iyi durumda olması nedeniyle IRI değeri 3m/km kabulüyle, güzergâhta YÖU çizgilerinden dolayı 0,042938 m/km IRI artışının hesaplanan maliyet çarpanları Tablo 3’ de gösterilmiştir.

Tablo 3. Maliyet çarpanları

Güzergâh Durumu	IRI		Maliyet Çarpanları						
	Birim		YTA(%) (2)	Eş, BTMF (3)	Eş, AMF (4)	Eş, LMF (5)	Eş,	Eş,	
	m/km	(in/mil)							
YÖU çizgisiz	3	189,8	1,99	1,373809	1,050337	1,403843			
YÖU çizgili	3,0429985	192,52	2,0323957	1,381939	1,051201	1,411893			
Maliyet Çarpanları Farkı			0,0427922	0,00813	0,000864	0,00805			

Güzergahın 2020 yılı YOGT’sine göre YÖU çizgilerinden dolayı otomobillerin hareketiyle ilgili maliyetlerin, maliyet çarpanlarıyla hesaplamaları sonucunda (bkz. Tablo 4) YÖU çizgilerinin bu güzergahta yapılan ankete göre günlük 0,01 Oto/TL-kavşak (59481,94/(6x365x2581)) HTİ maliyetini artırmıştır.

Tablo 4. YÖU çizgilerinin HTİ maliyetleri

Hareketli Otomobil İşletme Maliyet Bileşenleri	Maliyet Çarpanı (MÇ)	Güzergâh Maliyeti (M)	YOGT	Yıllık Ortalama Maliyet (MÇ. M.YOGT.365)
Yakıt (%)	0,04279216	21,33	2581	8598,81
Bakım Tamirat	0,00813	4,36	2581	33368,36
Amortisman	0,00086	7,37	2581	5999,60
Lastik	0,00805	1,52	2581	11515,18
TOPLAM (TL)				59481,94

5. Tartışma

YÖU çizgilerinin kalınlığı ve sayısı hareketli taşıtların işletme maliyetlerini artırdığından, KTİS’de belirtilen grup sayılarını ana yol taşıtlarının kavşağa giriş hızına göre hesaplayarak; kalınlığı daha az olan soğuk çizgi boya uygulanması veya başlangıç yavaşlama ön uyarılarının düşey işaretlemelerle yapılması durumlarında sürücü davranışları gözlenerek kaza riskleri araştırılmalıdır.

6. Sonuçlar

Ülkemizde bölünmüş yol dönel kavşaklarında sıklıkla uygulanan sıcak çift komponentli YÖU çizgileri hareketli taşıtların işletme maliyetlerini artırmaktadır. Otomobillerin bakım tamirat ve lastik maliyetlerini daha fazla etkilemesi ve güzergahta diğer taşıtlara ait maliyetlerin artması dikkate alınarak ülke genelinde değerlendirildiğinde maliyetlerin daha fazla artacağı tespit edilmiştir.

Etik Kurul Onay Beyanı

İlgili çalışmada insan veya hayvan katılımcılardan veri toplanmadığı için etik kurul izni gerekmemektedir.

Kaynakça

- Ahmed, K. (2020). Vehicle operating cost (VOC) for all classes of vehicles. (Report No. NTRC-332). National Transport Research Center. [http://www.ntrc.gov.pk/ntrc_studies/VehicleOperatingCost%20\(VOC\)forallClassesofVehicles\(NTRC-332\)May-2020.pdf](http://www.ntrc.gov.pk/ntrc_studies/VehicleOperatingCost%20(VOC)forallClassesofVehicles(NTRC-332)May-2020.pdf)
- Al-Rousan, T., Asi, I. ve Abu-Baker, A. (2010, Ekim). *Roughness evaluation of Jordan Highway Network*. 24th Building on 50 Years of Road and Transport Research Conference, ARR, Melbourne. <https://www.purdue.edu/discoverypark/nextrans/assets/pdf>
- Barnes, G. ve Langworthy, P. (2003). The per-mile costs of operating automobiles and trucks. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, 1864(1), 71-77. doi:10.3141/1864-10
- Bilodeau, J. P., Gagnon, L. ve Doré, G. (2017). Assessment of the relationship between the international roughness index and dynamic loading of heavy vehicles. *International Journal of Pavement Engineering*, 18(8), 693–701. doi:10.1080/10298436.2015.1121780
- Buttlar, W. ve Islam, S. (2014). Integration of Smart-Phone-Based Pavement Roughness Data Collection Tool with Asset Management System. (Proje No . NEXTRANS 098IY04). https://www.researchgate.net/publication/272355273_Integration_of_Smart-Phone-Based_Pavement_Roughness_Data_Collection_Tool_with_Asset_Management_System
- Canver, S., Özen, H., Saraçoğlu, A. ve Maltaş, A. (2020). Yol geometrik standartlarının karayolu işletme maliyetleri üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 4(1), 209–226.
- Chen, S. L., Lin, C. H., Tang, C. W., Chu, L. P. ve Cheng, C. K. (2020). Research on the international roughness index threshold of road rehabilitation in metropolitan areas: A case study in Taipei city. *Sustainability*, 12(24), 1–19. doi:10.3390/su122410536
- Gamage, D., Pasindu, H. R. ve Bandara, S. (2016, Temmuz). *Pavement roughness evaluation method for low volume roads*. 8th International Conference on Maintenance and Rehabilitation of Pavements, Singapur. doi:10.3850/978-981-11-0449-7-199-cd
- Hasibuan, R.P. ve Surbakti, M.S. (2019, Ocak). *Study of Pavement Condition Index (PCI) relationship with International Roughness Index (IRI) on Flexible Pavement*. MATEC Web of Conferences, Online. doi:10.1051/mateconf/201925803019
- Islam, S. (2015). *Development of a smartphone application to measure pavement roughness and to identify surface irregularities* (Yayımlanmamış doktora tezi). Illinois Üniversitesi, Champaign. <https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/89119/ISLAM-DISSERTATION-2015.pdf>
- Islam, S. ve Buttlar, W. (2013, Ocak). *Assessment of emission costs due to maintenance and rehabilitation to reduce pavement roughness*. Transportation Research Board 92nd Annual Meeting Conference, Washington. <https://www.researchgate.net/publication/272355072>

- Karayolları Genel Müdürlüğü (2020). Karayolu trafik işaretleme standartları-1.Trafik Güvenliği Şubesi Müdürlüğü Ankara
- Kırbaş, U. (2018). Konforlu sürüş için uluslararası düzgünlük indeksi sınır değerlerinin belirlenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(2), 301–309. doi:10.21923/jesd.416037
- Kırbaş, U., Karaşahin, M., Demir, B ve Ünal, B. (2015, Mayıs). *Ülkemizde düzgünlük ölçümleri ve bazı verilerin değerlendirilmesi*. 11. Ulaştırma Kongresi, Ankara
- Mallela, J. ve Sadasivam, S. (2011). Work zone road user costs concepts and applications (Rapor No. FHWA 2011- 12-005) Federal Highway Administration. <https://ops.fhwa.dot.gov/wz/resources/publications/fhwahop12005/fhwahop12005.pdf>
- Mikolaj, J. ve Remek, L. (2014). Life cycle cost analysis-integral part of road network management system. *Procedia Engineering*, 91, 487–492. doi:10.1016/j.proeng.2014.12.031
- Robbins, M.ve Tran, N. (2015). Literature review:The effect of pavement roughness on vehicle operating costs. (Report No.NCAT 15-02) National Center for Asphalt Technology. <https://www.eng.auburn.edu/research/centers/ncat/files/technical-reports/rep15-02.pdf>
- Velmurugan, S., Madhu, E., Nataraju, J. ve Ravinder, K. (2012). Development of congestion cost equations for multilane highways in India. *Transportation Research Record*, 2317, 121–130. doi:10.3141/2317-15
- Zaabar, I. ve Chatti, K. (2010). Calibration of HDM-4 models for estimating the effect of pavement roughness on fuel consumption for U. S. conditions. *Transportation Research Record*, 2155, 105–116. doi:10.3141/2155-12

Araştırma Makalesi

İstanbul Boğazı Gemi Boğaz Geçiş Kuyruk Teorisi Uygulaması ve Süreç Optimizasyonu

İsmail KARACA^{1*} , Özcan ARSLAN² , Ömer SÖNER¹ 

¹ Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği, Denizcilik Fakültesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Zeve Kampüsü, Bardakçı, Tuşba, Van, Türkiye

² Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği, Denizcilik Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Tuzla Kampüsü, Manastır Yolu Cad. Postane Mh., Tuzla, İstanbul, Türkiye

Öz

Dünya ekonomisi içerisinde deniz ulaşımının büyük etkisi olduğu yadsınmaz bir gerçektir. Deniz ulaşımı için gemiler ve limanlar kadar dar su yolları da önem arz etmektedir. Bu bağlamda dar su yollarının da dünya ekonomisi içerisinde etkili olduğunu söylemek mümkündür. İstanbul Boğazı dünya ekonomisi için etken rol oynayan dar su yollarının en önemlilerindedir. Her dar su yolunda olduğu gibi İstanbul Boğazı'nda da bekleme oluşabilen, meydana gelen bekleme dünya ekonomisini etkilemektedir. Bu çalışma ile İstanbul Boğazı gemi bekleme kuyruklarının mevcut durumu yasal mevzuat çerçevesinde değerlendirilmektedir. Güncel mevzuat göz önünde bulundurularak İstanbul Boğazı gemi geçişi için bir kuyruk modellemesi tasarlanmakta, 2020 yılı gemi geçiş verileri tanımlayıcı analizleri ile sürecin değerlendirilmesi sağlanmaktadır. Tasarlanan modelleme 2020 yılı gemi geçiş verileri ile kıyaslanarak mevcut durum ortaya konulmaktadır. Makalede bekleme kuyruklarının önüne geçmek amacıyla önerilerde bulunulmakta İstanbul Boğazı gemi geçişi için süreç optimizasyonu gerçekleştirilmektedir. Böylelikle İstanbul Boğazı deniz trafiği süreçlerinin optimizasyonunu sağlamak hedefinde dünya ekonomisine katkı sağlayacağı öngörülen önerilerde bulunmak amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: kuyruk teorisi, tanımlayıcı analiz, dar su yolu gemi geçişi, İstanbul boğazı gemi trafiği, süreç optimizasyonu

Istanbul Strait Ship Traffic Queuing Theory Application and Process Optimization

Abstract

It is an undeniable fact that maritime transportation has a profound impact on the world economy. Narrow waterways are as important as ships and ports for maritime transportation. In this context, it is possible to say that narrow waterways are also effective in the world economy. The Bosphorus is one of the most important narrow waterways that play an active role in the world economy. As in every narrow waterway, delays may occur in the Bosphorus, and the waiting periods affect the world economy. In this study, the current situation of the Istanbul Strait ship waiting queues is evaluated within the framework of legal legislation. Considering the current legislation, a queuing model is designed for the passage of ships in the Bosphorus, and the processes are evaluated with the descriptive analysis of the ship passage data for 2020. The current situation is presented by comparing the queuing modelling with the ship transit data of 2020. In the article, suggestions are made to avoid waiting queues and process optimization is conducted for the passage of ships in the Bosphorus. Thus, it is aimed to make suggestions that will contribute to the world economy to perfect the maritime traffic processes of the Bosphorus.

Keywords: Queuing theory, descriptive analysis, narrow waterway ship sailing, Bosphorus ship traffic, process optimization

* İletişim / Contact: İsmail Karaca, ¹Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği, Denizcilik Fakültesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Zeve Kampüsü, Bardakçı, Tuşba, Van, Türkiye. E-Posta / E-mail: ismailkaraca@yyu.edu.tr.

Gönderildiği tarihi / Date submitted: 30.05.2022, Kabul edildiği tarih / Date accepted: 13.08.2022

Alıntı / Citation: Karaca, İ., Arslan, Ö. ve Söner, Ö. (2022). İstanbul boğazı gemi boğaz geçişi kuyruk teorisi uygulaması ve süreç optimizasyonu. *Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 109–129. doi:10.38002/tuad.1123017



İstanbul Boğazı Gemi Boğaz Geçiş Kuyruk Teorisi Uygulaması ve Süreç Optimizasyonu

Taşımacılık türleri içerisinde en ucuz yöntem olan deniz taşımacılığı küresel ekonomi için önem arz etmektedir (Baird, 2001). Deniz taşımacılığı için gemiler ve limanların önemi uzun yıllardır bilinmekte iken son yıllarda dar su yollarının da gemiler ve limanlar kadar önemli olduğu ortaya konulmuştur (Koday, Koday ve Kaymaz, 2017). Mart 2021'de Süveyş Kanalı'nın altı gün süreyle tıkanmasının neden olduğu ekonomik kriz ile gemilerin dar su yollarında geçiş için beklemelerinin dünya ekonomisi için ne kadar önemli olduğu tekrardan gün yüzüne çıkmıştır (Morrow, 2021). Bu doğrultuda, bu durumun tersi olan beklemelerin azaltılmasının da dünya ekonomisi için kazanç oluşturacağı düşünülebilir. Bu sebeple bu çalışmada dünya ekonomisine katkı sağlayacak bir dar su yolunda gemi geçişi için süreç optimizasyonu gerçekleştirilmektedir.

Karadeniz ile Marmara Denizi'ni birbirine bağlayan İstanbul Boğazı, en işlek ve dar su yollarının en başında gelmesi sebebiyle ulaşım coğrafyası için uluslararası öneme sahiptir (Taşlıgil, 2004). Ayrıca Çanakkale Boğazı ile ele alındığında Karadeniz ülkelerinin tüm dünya ile gerçekleştirecekleri ticari ilişkiler için tek yol olduğu ifade edilmektedir (Sacar, 2018). Bunların yanında İstanbul Boğazı tarih boyunca Türkiye'nin uluslararası ticari faaliyetleri açısından da büyük önem arz etmiştir ve bu durumun devam etmesi öngörülmektedir (Önal Kılıçbeyli, 2018). Böylece İstanbul Boğazı'nda, gemi beklemelerinin küresel ticareti etkileyeceğini söylemek mümkündür. Dolayısıyla çıktılarının küresel ticarete edeceği etki bakımından bu makale önem arz etmektedir.

Yukarıda bahsedilen ekonomik önem sebebiyle İstanbul Boğazı'nda gemi beklemeleri farklı dönemlerde ele alınmıştır. 2004 yılında, 50 bin geminin İstanbul Boğazı'ndan geçtiği, bu durumun bekleme kuyrukları oluşturduğu ifade edilmiştir (Şimşek, 2004). 2010 yılı için dünya ticaret filosunun genişlemesi, Karadeniz ticaretinin artması gibi birçok sebebin İstanbul Boğazı'nda gemi geçiş sayısını artırdığı söylenmiştir (Kol, 2010). 2010 yılından sonra da büyüyen gemi profilleri düşünüldüğünde dar coğrafi yapıya sahip olan İstanbul Boğazı'nda gemi geçişlerinde beklemelerin devam edeceği öngörüsünde bulunulmuştur (Kol, 2010). Daha sonrasında meydana gelen ticari gelişmelerin İstanbul Boğazı'nda gemi trafiğini artıracığı, 2016 yılında da devam edeceği ifade edilmiştir (Ece, 2016). İstanbul Boğazı'ndan geçen gemilerin oluşturduğu yük 2018 yılında da incelenmiş (Kutluk, 2018), 2022 yılında da İstanbul Boğazı trafik yoğunluğu ve bekleme süreleri ele alınmıştır (Balık, Aydın ve Bitiktaş, 2022). Özetlemek gerekirse İstanbul Boğazı bekleme kuyrukları tarih boyunca bir sorun olarak devam etmiş ve günümüzde de hala çözülememiştir. Bu nedenle bu çalışmada İstanbul Boğazı gemi trafiği için süreç optimizasyonu gerçekleştirilecektir.

Yukarıda bahsedilen literatürdeki çalışmalar, İstanbul Boğazı gemi geçişindeki beklemelerin ekonomik etkisini ifade etmiş, özellikle son on yılda bu sorunun çözümüne yönelik öneriler gündeme getirmiştir. Bahsedilen çalışmalarda bekleme kuyruklarını ifade etmede Kuyruk Teorisinin kullanıldığını da görülmektedir. Ancak Türk Boğazlarından geçiş rejimi için 1994 yılından günümüze kadar bir dizi düzenleme yapılmıştır. Yapılan düzenlemeler ışığında gemi beklemelerinin tekrar değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada 2020 yılındaki güncel gemi geçiş mevzuatı baz alınarak bir kuyruk modellemesi tasarlanırken 2020 yılı İstanbul Boğazı gemi geçiş verilerinin ikili ve çoklu değişkenlerinin tanımlayıcı analizleri, güncel mevzuatın ve gemi geçişinin değerlendirmesini mümkün kılınmıştır. Bu çalışmada kullanılan mevzuatın mevcut aktif kullanılan, 2019 yılında yayımlanmış mevzuat olması, yayımlanmasından sonraki yılın verileri olan 2020 yılı İstanbul Boğazı gemi geçiş verileri ile değerlendirilmesi bakımından da önemlidir.

İstanbul Boğazı gemi geçişi, geminin limandan kalkışı ile başlayıp boğazdan geçişine kadar bir süreci ifade etmektedir. Bir gemi boğazdan geçmek istiyorsa kalkış limanından hareketinden sonra yapması gereken raporlamalar ve bildirimler bulunmaktadır. Bu raporlama ve bildirimlere göre Türk Boğazlarından gemi geçişi planlanmaktadır. Gemi geçiş organizasyonları içerisinde raporlama ve bildirimlerin oluşturduğu sistem aktif bir biçimde devam ederken, bu konuda yapılan çalışmalarda raporlama ve bildirim sistemleri detaylıca incelenmemektedir. Bu çalışma raporlama ve bildirimlerin oluşturduğu süreçleri ele almak bakımından da önem arz etmektedir. Makalede Türk Boğazları gemi geçiş süreçleri, raporlama ve bildirim sistemleri temel alınarak tanımlanacak ve İstanbul Boğazı gemi geçiş süreçlerini iyileştirmeye yönelik öneriler, bahsedilen süreçlerin her biri için detaylıca irdelenecektir. Türk Boğazları gemi geçiş süreçlerinin tanımlanması ve İstanbul Boğazı'ndan gemilerin geçişine dair analizlerin tanımlanan süreçler baz alınarak yapılması literatürde bulunmayan bir çalışmanın literatüre kazandırılması açısından da önem arz etmektedir.

Bu çalışmada ilk olarak literatürde daha önce tanımlanmayan Türk Boğazları gemi geçiş süreçleri ifade edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla bu bölümde öncelikle Türk Boğazlarından gemi geçiş süreçlerinin oluşmasının kaynağı olan yasal mevzuat açıklanacak, daha sonrasında gemi geçiş süreçleri açıklanacaktır. Bu bölümün ardından bu çalışma içerisinde kullanılacak olan veri, Kuyruk Teorisi ve tanımlayıcı istatistikler yöntem başlığı altında incelenecektir. Daha sonrasında süreç optimizasyonu başlığı altında kuyruk modellemesi ile olması gereken gemi geçiş modellemesi ortaya konulacak, 2020 yılı İstanbul Boğazı gemi geçiş verileri tanımlayıcı analizler ile gemi geçiş rejimi içerisindeki sorunların tespit edilmesi sağlanacaktır. Son olarak sonuç bölümünde çalışmamızın sonuçlarına yer verilirken İstanbul Boğazı gemi geçiş süreci optimizasyonu ile ilgili tartışmalar, tartışma bölümünde açıklanacaktır.

1.1. Türk Boğazları Gemi Geçişine İlişkin Yasal Mevzuat

Türk Boğazları gemi geçişine ilişkin yasal mevzuat uluslararası mevzuat ve ulusal mevzuat olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu iki mevzuat genel itibari ile değerlendirildiğinde ulusal mevzuatın uluslararası mevzuatın işletilmesine yönelik olduğu ifade edilebilir.

Montreux (Montrö) Boğazlar Sözleşmesi, Türk Boğazlarında gemi geçişinin hukuki esaslarını ve boğazların uluslararası hukuk içerisindeki statüsünü belirleyen temel hukuki metindir (Türker, 2020). Bu sözleşme ticaret ve ulaştırma açısından önemlidir, Türk Boğazlarının tartışma konusu olmasının askeri ve stratejik nedenleri olduğu gibi ticari ve ekonomik nedenleri de olduğunu bilinmekte ve bu nedenlerin de diğerleri kadar önemli olduğunu vurgulanmaktadır (Doğru, 2014). Sözleşmenin 25. Maddesine göre, sözleşmenin hiçbir hükmü, Birleşmiş Milletler çatısı altında doğan haklara ve yükümlülükler ters düşemez. Bu maddeye dayanarak Birleşmiş Milletler çatısı altındaki Uluslararası Denizcilik Örgütü (International Maritime Organization (IMO)) tarafından hazırlanmış, İstanbul Boğazı gemi geçişinde seyir güvenliğini sağlamak için oluşturulan yasal düzenlemelerin ilgili sözleşmenin üzerinde olduğu söylenebilir.

Safety of Life At Sea (SOLAS), Convention on the International Regulations for Preventing Collusion at Sea (COLREG), Standards of Training Certification and Watchkeeping (STCW), International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) gibi IMO düzenlemelerinde, yerel otoriteler için verilen hak ve yükümlülükler boğazlar hususunda da Türkiye Cumhuriyeti Devleti'ne aittir. Bu düzenlemeler ve bunların gerekliliklerinin kontrol ve denetimi Türkiye Cumhuriyeti Devleti'ne aittir. Bunlarla birlikte IMO A.827 (19) ve IMO A.857 (20)'e göre, Türk Boğazları Gemi Trafik Hizmetleri boğazlar bölgesinden geçen her gemi için izleme, trafik denetleme ve danışmanlık görevlerini yerine getirmektedir. Tüm bu konvansiyonlar yerel otoritelere birçok yetki ve sorumluluk vermiştir. Bu sorumluluğun başında da bu yasal düzenlemeleri ulusal mevzuat ile desteklemek gelmektedir.

2015 yılından itibaren Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü (KEGM) ana statüsüne:

- Türk boğazlarında tekel şeklinde olmak üzere, denizlerimizde ve karasularımızda seyir emniyetine yönelik gemi trafik hizmetleri sistemini kurmak,
- Kurulmuş bulunan Türk Boğazları Gemi Trafik Hizmetleri (TBGTH) Sistemini ilgili bakanlık adına işletmek,
- Bu sistemin hizmetle ilgili tüm ihtiyaçlarını karşılamak ve bu amaca yönelik gerekli yatırımları yapmak,
- Gerektiğinde ileride kurulacak gemi trafik hizmetleri sistemlerini Bakanlık adına kurma, kurdurma, işletme, işletirme, kontrol etme, denetleme ve belgelendirme hizmetlerini yapmak maddeleri eklenmiştir.

Bu doğrultuda Türk Boğazları Deniz Trafik Yönetmeliği (TBDTY) ve onu uygulamak üzere Türk Boğazları Deniz Trafik Yönetmeliği Uygulama Yönergesi (TBDTYUY) yürürlüğe girmiştir. Bu çalışmada ifade edilen süreçler ve kuyruk modellemesi, bahsedilen iki ulusal mevzuat doğrultusunda belirlenmiştir.

1.2. Türk Boğazları Gemi Geçiş Süreçleri

Boğazdan geçebilmek için gemilerin öncelikle Seyir Planı 1 (SP-1) göndermeleri gerekmektedir. Gemiler daha sonra boğaz geçişi için Seyir Planı 2 (SP-2)'yi sözlü olarak deniz trafik operatörleri aracılığı ile otoriteye bildirmektedirler. SP-2 verseler dahi bazen gemiler boğaz geçişi için uygun olamayabilirler. Birçok gemi boğaz bölgesinde yakıt, kumanya, personel ikmali yapabilmektedir. Bu ikmaller için Deniz trafik operatörlerinin mesleki tecrübeleri baz alınarak bir hazır zamanı bildirim de önerilmektedir. Daha sonrasında gemiler boğaz girişinde ve boğaz çıkışında gemi trafik hizmetlerine bildirimde bulunmaktadır. Bu bağlamda gemi geçiş süreci içerisinde gemiler SP-1 zamanı, SP-2 zamanı, hazır zamanı, Boğaz giriş zamanı ve Boğaz çıkış zamanı olmak üzere 5 adet zaman bildirilmektedir. Bu çalışma içerisinde elde edilen veriler KEGM'den temin edilmiştir. Şu anda uygulamada hazır zamanı kayıt altına alınmamaktadır. Bu sebeple bu çalışma içerisinde 4 süreç oluşmaktadır. Bu süreçler:

- SP-1 ve SP-2 arası Niyet Süreci (NS)
- SP-2 ve Boğaz giriş zamanı arası Bekleme Süreci (BS)
- Boğaz giriş zamanı ve Boğaz çıkış zamanı arasındaki Seyir Süreci (SS)
- SP-1'den Boğaz çıkış zamanına kadar geçen süreci ifade eden Toplam Süreç (TS) 'dir.

Bu çalışmada gerçekleştirilecek süreç optimizasyonu bu 4 süreç sınıflandırması temelinde gerçekleşecektir.

Gemiler boğazdan geçmek niyetlerini SP-1 ile beyan ederler, SP-2 ile ise niyetlerini tasdik etmiş olurlar. Çünkü artık o bölgeye gelmişlerdir. Bu sebeple bu çalışmada SP-1 zamanı ile SP-2 zamanı arasındaki bu süreç NS olarak adlandırılmıştır. Bu süreci etkileyen birçok etmen söz konusu olabilir fakat bazılarının yasal mevzuattan öngörülmesi mümkündür.

Tehlikeli yük taşıyan gemilerle, 500 GT ve daha büyük gemiler; İstanbul Boğazı'na girişten en az 24 saat önce, Marmara Denizi limanlarından kalkacak tehlikeli yük taşıyan gemilerle, 500 GT ve daha büyük gemiler ise kalkışlarından en az 6 saat önce şekli IMO standartlarına göre Bakanlık/İdare tarafından belirlenmiş SP-1 raporunu yazılı olarak gemi trafik hizmetlerine bildirirler (Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü, 2020). Gemilerin boğaz geçiş niyetlerinin

gösterildiği ilk resmî belge SP-1 raporudur. SP-1 raporunun gönderildiği tarih çalışmamız içerisinde NS'nin başlangıcını ifade eder.

İstanbul veya Çanakkale Boğazlarına girişten 2 saat önce veya 20 mil kala (hangisi önce gelirse) belirlenen VHF/RT kanalı aracılığıyla SP-1 raporu gönderen gemiler teknik açıdan uygun oldukları, boğaz bölgesine gelip boğazdan geçme niyetinde olduklarını bir SP-2 raporu ile gemi trafik hizmetlerine bildirirler (Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü, 2020). SP-2 raporunun verildiği tarih NS'nin bittiği tarihi ifade eder. Bahsedilen başlangıç ve bitiş arasındaki süreç bu çalışmada NS olarak ele alınmaktadır. NS genel itibari ile gemilerin kendi operasyonları ile ilgili olması sebebiyle bu sürecin bağlı olduğu etmenleri bulmak güçtür. Fakat SP-1 raporunda belirtilen Marmara Denizi limanlarından kalkacak gemilere tanınan 6 saat önce opsiyonu sebebiyle, boğazdan geçecek gemilerin yön bilgilerine göre NS ayrıca bu çalışmada ayrıca incelenecektir.

SP-2 raporunu veren gemilerin boğaz girişi yapıncaya kadar geçirmiş oldukları süreç bu çalışmada BS olarak ele alınmaktadır. Bu süreç içerisinde ikmal yapan gemilerin hazır zamanı, uygulamada yer verilen bir zaman olmaması sebebiyle ihmal edilmektedir. Gelecek çalışmalarda bu zaman ile bekleme süreci ikiye ayrılarak daha detaylı bir çalışma yapılması mümkündür.

Gemiler SP-2 raporunu verdikten sonra boğazdan hemen geçemeyebilirler. Boğazdan geçme durumları gemi trafik hizmetleri tarafından yapılacak boğaz geçiş planlamasına bağlıdır. Gemilerin beklemelerinin süreç olarak dağılımı bu çalışmada incelenecek en önemli noktalardandır. Çalışmamız içerisinde İstanbul Boğazı gemi geçişinde yapılan planlamayı daha iyi anlayabilmek için gemi trafik hizmetlerinde iki günlük saha çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu saha çalışmamızda gemi geçiş planlamasında dikkat edilen en önemli unsurun gemi büyüklüğü ve hızı olduğu görülmüştür. Bu değişkenlerin bekleme süresi üzerindeki etkisi çalışmamız içerisinde araştırılmıştır. Ayrıca gemilerin geçiş yönüne göre kılavuz kaptan taleplerinin bekleme süreleri üzerindeki etkisi araştırmamız içerisinde incelenecek bir konudur.

Gemilerin boğaza giriş zamanlarından boğazdan çıkışlarına kadar olan süreç çalışmamız içerisinde SS olarak ele alınmıştır. Bu sürecin gemiler için aşağı yukarı aynı değerlerde olması beklenmektedir. Bu sebeple bu sürecin tanımlayıcı istatistikleri bu çalışmada araştırılacaktır. Yön, kılavuz kaptan alma, hız ve boy değişkenlerine göre bu sürecin değişebileceği öngörüldüğünden bu değişkenlere göre süreç verileri de bu çalışmada incelenecektir.

Boğaz geçişinin bahsedilen her aşamasının ayrı ayrı incelenmesi detaylı bir optimizasyon çalışması için önemlidir, fakat toplam süreç değerlendirmesi yapılmaması durumunda mutlaka gözden kaçan kısımlar olacaktır. Bu sebeple bu çalışmada TS de ele alınacaktır. SP-1 göndermek ile başlayıp boğazdan çıkıncaya kadar geçen süreç bu çalışmada TS olarak ele alınmaktadır. Yön, boy, kılavuz kaptan alma değişkenlerinin TS'ye etkisi ve TS'nin genel dağılımı bu çalışmada araştırılmıştır.

2. Yöntem

Bu çalışmada İstanbul Boğazı gemi geçişinde oluşabilecek kuyruk için 2020 yılına ait güncel mevzuat göz önünde bulundurularak Kuyruk Teorisi temelli boğaz geçişi için kuyruk modellenmesi gerçekleştirilmiştir. Bunun yanında bu çalışmada İstanbul Boğazı gemi geçiş verileri kullanılarak İstanbul Boğaz geçiş süreçleri ve bu süreçlere etkili olacak değişkenlerin ikili ve çoklu değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ile süreç analiz edilecektir. Süreç analizinde 2020 yılı İstanbul Boğazı gemi geçiş verisi kullanılmıştır. Modelleme ve analizlerin birlikte değerlendirilmesi ile İstanbul Boğazı deniz trafiği için süreç optimizasyonu gerçekleştirilecektir.

Optimizasyon problemlerinin çıkış noktası kısıtlı kaynakların en verimli şekilde kullanılması gereğidir (Paksoy, 2018). Dar yapısı, değişebilen doğa koşulları, tahmin edilemeyen sınırsız kaynağın var olması sebebiyle gemi geçişi için İstanbul Boğazı kısıtlı bir kaynaktır ve en verimli gemi geçişinin planlanması bir optimizasyon problemidir. Elbette ki gemilerin İstanbul Boğazı'ndan geçerken emniyetli bir biçimde geçmesi deniz ulaşımı açısından çok önemlidir fakat İstanbul Boğazı'ndan gemi geçişinin en hızlı ve etkili olabilmesinin yolu süreç optimizasyonundan geçmektedir. İstanbul Boğazı'nın gemi geçişi için en verimli şekilde kullanılmasını hedefleyen süreç optimizasyonunun gerçekleştirilebilmesi için öncelikle optimizasyon probleminin iyi tanımlanması, optimuma ulaştıracak modellemenin doğru olması gerekir.

İstanbul Boğazı'nda gemiler geçerken Türk Boğazları gemi geçiş süreçleri kısmında anlatılan süreçlere tabidirler. Bu süreçler olmasına rağmen bazen gemilerin İstanbul Boğazı'ndan geçebilmek için bekleme kuyukları oluşturdukları görülmektedir. Çalışmamız içerisinde gerçekleştirilecek optimizasyon problemi İstanbul Boğazı'nda geçmek için bekleyen gemilerin oluşturdukları bekleme kuyuklarıdır. Bu çalışmada gemilerin İstanbul Boğazı'ndan geçiş için uymak zorunda oldukları yasal kurallar çerçevesinde, bekleme kuyuklarını analiz etmek için, literatürde bekleme kuyuklarını analiz etmek için en yaygın metot olan kullanılan Kuyruk Teorisi baz alınarak İstanbul Boğazı için bir kuyruk modellemesi gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple bu bölümde öncelikle Kuyruk Teorisi anlatılacaktır.

Optimizasyonun çalışmasında amaç eniyileme, en iyiye ulaşmadır. Doğru matematiksel modelleme ile bunu sağlamanız mümkün olsa da uygulamada en iyiye ulaşabilmeniz için var olan ile en iyi arasındaki farkları bulmanız gerekir. Bu çalışmada da Kuyruk Teorisi ile en iyi olan bekleme kuyruğu modellenirken, mevcut gemi geçiş süreçleri farklı değişkenler göz önünde bulundurularak analiz edilecektir. Analizlerde 2020 yılı İstanbul Boğazı gemi geçiş verisi, veri ön işleme basamakları uygulanarak kullanılacaktır. Böylelikle İstanbul Boğazı gemi geçiş süreci optimizasyonunun sağlanması hedeflenmektedir. Bu neden bu bölümde çalışmamızda kullanılacak veri açıklanacak ardından optimizasyon içerisinde kullanılacak Kuyruk Teorisi ve tanımlayıcı analizler açıklanacaktır.

2.1. Veri

Bu çalışmada gemilere ait değişkenlerin İstanbul Boğazı gemi geçiş süreçleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Yasal mevzuata uygunluğun sağlanabilmesi için 2020 yılı verileri KEGM'den talep edilmiş, talep edilen veri, veri talep mekanizması harekete geçirilerek kısa sürede elde edilmiştir. Elde edilen veriler tez ve makale çalışmamızda kullanılmıştır.

Elde edilen veri, İstanbul Boğazı boğaz geçiş operasyonlarından elde edilen veridir. Gemi trafik hizmetleri tarafından kayıt altında tutulan bu veriler SP-1 ve SP-2 raporlarında elde edilmektedir. Bu verilerde bulunmayan bir gemi boğaz geçişi mümkün değildir. Ayrıca bu veriler ile ulusal ve uluslararası istatistikler oluşturulmaktadır.

Elde edilen veride süreç verileri bulunmamaktadır. Bu sebeple zaman verileri veri dönüştürme işlemi ile süreç verilerine dönüştürülmüştür. Veri birleştirme ile her bir süreç verisi, ilgili gemi geçişine ait bir değişken olarak kullanılmıştır.

Çalışmamızda gemilerin çeşitli değişkenlerinin İstanbul Boğazı geçiş süreçlerine etkisi araştırılmaktadır. Çalışmamızda kullanılan veri setinin içerdiği değişkenler ve bu değişkenlerin tür ve birim verileri Tablo 1 de verilmiştir. Bu çalışmada 2020 yılı İstanbul Boğazı gemi geçiş verileri kullanılarak toplamda 10 değişkenli 38404 gemi geçişi ile oluşturulan veri setine dair süreç analizlerine yer verilmiştir.

Tablo 1. Veri setini oluşturan değişkenler, türleri ve birimleri

Değişken	Türü	Birimi
Boy	Nümerik oransal veriler	m
Hız	Nümerik oransal veriler	kts
Su Çekimi	Nümerik oransal veriler	m
Hava Çekimi	Nümerik oransal veriler	m
Yön	Kategorik nominal veriler	KG / GK
Pilot durumu	Kategorik nominal veriler	Var / Yok
NS	Süreç verisi	Gün Saat Dakika
BS	Süreç verisi	Gün Saat Dakika
SS	Süreç verisi	Gün Saat Dakika
TS	Süreç verisi	Gün Saat Dakika

Çalışmamızda kullanılan 2020 yılı İstanbul Boğazı boğaz geçiş süreci için yön ve kılavuz kaptan durumu kategorik nominal verilerin dağılımı Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. 2020 yılı İstanbul Boğazı boğaz geçiş süreci için yön ve kılavuz kaptan durumu dağılımı

Yönü	Kılavuz kaptan bulundurma durumu	Gemi sayısı
GK	Var	12677
GK	Yok	6541
KG	Var	12077
KG	Yok	7109

2020 yılı İstanbul Boğaz geçişi yapan gemilerin boy, en, su çekimi ve hava çekimi nümerik nominal değişkenlerinin genel tanımlayıcı istatistikleri Tablo 3’te verilmiştir. Süreç değişkenlerine ait tanımlayıcı analizler Süreç Optimizasyonu başlığı altında detaylıca incelenecektir.

2.2. Kuyruk Teorisi (Queueing Theory)

Günlük yaşamda birçok kez kuyruk problemleri ile karşılaşmak mümkündür. Bazen bir bankada, bazen bir hastanede, hemen hemen her yerde bir bekleme kuyruğu söz konusu olabilir. Bilim dünyasında 1907 yılında Kuyruk Teorisinin ilk kullanımının yapıldığı düşünülmese de rağmen, Kuyruk Teorisi ile ilgili etkili ilk makaleler 1909’da Karl Erlang tarafından yayımlanmaya başlanmıştır (Johannsen, 1907; Timör, 2001). Kuyruk sistemleri, 1978’de olasılık ve istatistik içerisinde yerini almış ve Kuyruk Teorisinin pek çok uygulaması o yıllarda da gerçekleşmiştir (Arnold O. Allen, 1978). Bilim dünyası bekleme problemlerine genellikle Kuyruk Teorisi ile çözüm aramakta ve birçok probleme de bu şekilde çözüm bulunabilmektedir (Bishop, Okagbue, Oguntunde, Opanuga ve Odetunmibi, 2018; Taufemback ve Da Silva,

2012). Bir markette alınan ürünlerin ödemesini yapmak için kasada beklerken bu çok önemli bir problem olarak gözükmebilir fakat gemi gibi günlük maliyeti yüksek ticari birimin, birkaç saat beklemesi diğer bekleme kuyruklarına oranla daha büyük kayıplara sebep olabilmektedir. Bu sebeple bu çalışmada gemilerin boğazdan geçmek için bekleme sürelerinin en olması gerektiği biçimi Kuyruk Teorisi ile modellenmektedir.

Tablo 3. 2020 yılı İstanbul Boğaz geçişi yapan gemilerin boy, en, su çekimi ve hava çekimi değişkenlerinin genel tanımlayıcı istatistikleri

Değişken	Aritmetik Ortalama	Medyan (Ortanca)	Mod	Değişim Aralığı	Ortalama Sapma	Standart Sapma
Boy	145,92 m	138,3 m	114 m	[17,37 300]	43,86	52,85
Hız	11,35 kts	11,1kts	10 kts	[0 43]	1,717	2,20
Su çekimi	6,70 m	6,1	4 m	[1 19]	2,44	3,055
Hava çekimi	29,80 m	29,2 m	21 m	[0,28 58,85]	6,87	8,01

Birçok kuyruk problemi olması, kuyruk modellemelerinin de farklı farklı olmasına sebep olmuştur. Literatürde kuyruk modellerini birbirinden ayırmak için en çok kabul gören kısaltma gösterimi olan Kendal gösterimi 1953 yılında ortaya çıkmıştır (Kendall, 1953). (a/b/c) : (d/e/f) gösteriminde: a giriş (varış) sürecini, b hizmet sürecini, c sunucu sayısını, d serviste bekleme süresini e servis disiplini ve f istek kaynağının (sonlu veya sonsuz) büyüklüğünü ifade etmektedir (Cooper, 2010).

Kuyruk teorisinde müşteri başına geçen ortalama sistemde bekleme süreci W , (1) eşitliği ile,

$$W = W_q + W_s \quad (1)$$

kuyruksuz bekleme süreci W_q (2), eşitliği ile,

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda_{eff}} \quad (2)$$

servis süreci W_s , (3) eşitliği ile,

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda_{eff}} \quad (3)$$

trafik yoğunluğu ρ , (4) eşitliği ile,

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (4)$$

sistemde olması beklenen birim sayısı L , (5) eşitliği ile ,

$$L = L_q + L_s = \frac{\rho}{1-\rho} + (N+1) \left[1 - \frac{1}{1+\rho^{N+1}} \right] \quad (5)$$

kuyrukta olması beklenen birim sayısı L_q , (6) eşitliği ile,

$$L_q = \frac{\rho^2 (1 + (\rho^N (N-1) - N\rho^{N-1}))}{(1-\rho^{N+1})(1-\rho)} \quad (6)$$

serviste olması beklenen birim sayısı L_s , (7) eşitliği ile,

$$L_s = L - L_q \quad (7)$$

sistemin dolu olması olasılığı P_N , (8) eşitliği ile,

$$P_N = \rho^N \frac{1-\rho}{1-\rho^{N+1}} \quad (8)$$

sistemin boş kalma olasılığı P_0 , (9) eşitliği ile,

$$P_0 = \frac{(1-\rho)}{1-\rho^{N+1}} \quad (9)$$

sisteme dahil olanlar için efektif geliş hızı λ_{eff} , (10) eşitliği ile

$$\lambda_{\text{eff}} = \lambda(1 - P_N) \quad (10)$$

Hesaplanmıştır.

2.2. Tanımlayıcı Analizler

Belli bir araştırma problemine yönelik inceleme ve değerlendirme yapılırken ilgili veriyi elde ettikten sonra o amaca yönelik tanımlayıcı analizler yapmak problemin çözümüne yönelik yorumlamayı kolaylaştırmaktadır. Bu kolaylaştırmada karmaşık ve çok sayıdaki verinin incelenebilirliğini kolaylaştıran grafik, tablo ve istatistiklerin payı yüksektir (National Center for Education Evaluation and Regional Assistance [NCEERA], 2017). Bu çalışmada boğaz geçiş süreçlerinin sebep oldukları İstanbul Boğazı bekleme kuyruklarına çözüm aranırken boğaz gemi geçiş süreçleri 2020 yılı İstanbul Boğazı gemi geçiş süreç verilerinin tanımlayıcı analizleri ile sunulacaktır. Özellikle grafik, tablo ve istatistikler tanımlayıcı analizlerin belirtilmesinde kolaylık sunmaktadır. Bu sebeple Türk Boğazları Gemi Geçiş Süreçleri bölümünde bahsedilen değişkenlerin gemi geçiş süreçleri üzerindeki etkileri grafik, tablo ve istatistikler ile incelenmektedir.

3. Süreç Optimizasyonu

Bu bölümde İstanbul Boğazı gemi geçişi için süreç optimizasyonu gerçekleştirilecektir. Süreç optimizasyonu için kuyruk modellemesi başlığında İstanbul Boğazı gemi boğaz geçişi için Kuyruk Teorisi uygulaması gerçekleşirken, süreç analizleri başlığında 2020 yılı İstanbul Boğazı gemi boğaz geçişi verileri tanımlayıcı analizlerine yer verilecektir.

3.1. Kuyruk Modellemesi

Bu çalışmada ilk giren ilk çıkar (FIFO) servis disiplinine sahip tek kanallı, tek kuyruk bulunduran, tek hizmet esasına dayalı geliş kaynağı sonsuz (M/M/1):(FIFO:8:∞) kuyruk modellemesi uygulanmaktadır.

Yasal mevzuata göre İstanbul Boğazı için gemi boğaz geçiş hızı karaya göre saatte 10 deniz milidir. İstanbul Boğazı, 17 deniz mili mesafededir ve servis süresi ortalama olarak 1.7 saattir (Taşan, 2019). Tehlikeli yük taşıyan gemiler için uygulanan emniyetli mesafenin fazla olması, tehlikeli yük taşıyan gemi geçişlerinin diğer gemi geçişlerinden daha çok olması sebepleri ile

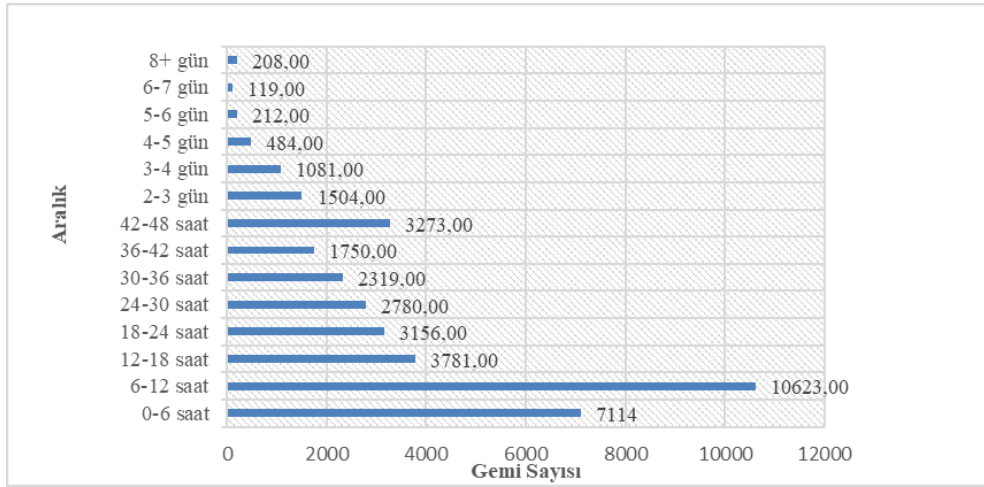
iki gemi arası mesafe bu çalışmada 2 deniz mili olarak belirlenmiştir. Bu durumda bir günde 113 geminin boğazdan geçmesi beklenir. 2020 yılı boğaz geçiş verisine göre de günde ortalama 110 gemi boğazdan geçmiştir. Boğazın bir yılda ortalama 402,5 saat kapalı olduğu belirtilmiştir (Taşan, 2019). Bu durumda İstanbul Boğazı boğaz geçişinde gemilerin oluşturduğu kuyruk modellenmesine ait kuyruk değişkenleri Tablo 4’te belirtilmiştir.

Tablo 4. İstanbul Boğazı gemi geçişi için kuyruk modellenmesi performans ölçütleri

W	W _q	W _s	λ	μ	ρ	L	L _q	L _s	P _N	P ₀
8 saat	40 dk	7 saat 20 dk	110	113	0,97	33.22	2,86	30,36	0.098	0.125

3.2. Süreç Analizleri

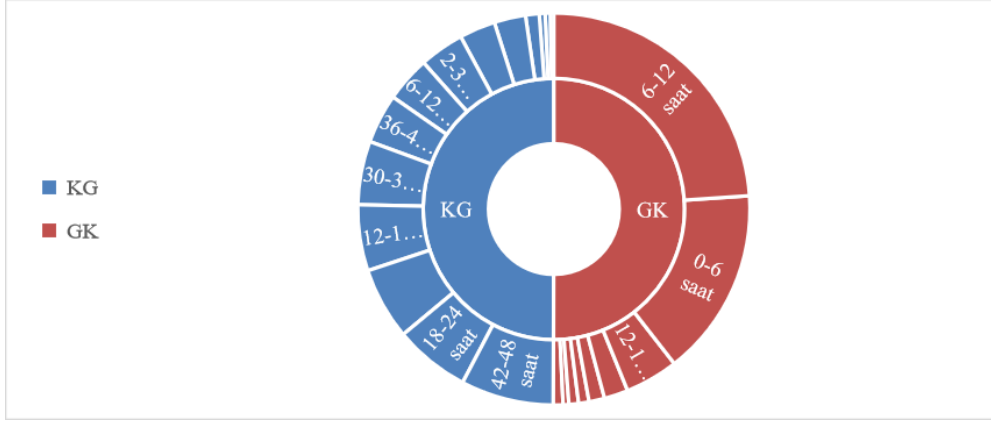
Bu kısımda Türk Boğazları Boğaz Geçiş Süreçleri başlığında tanımlanan 4 sürece ait tanımlayıcı analizlere yer verilmiştir.



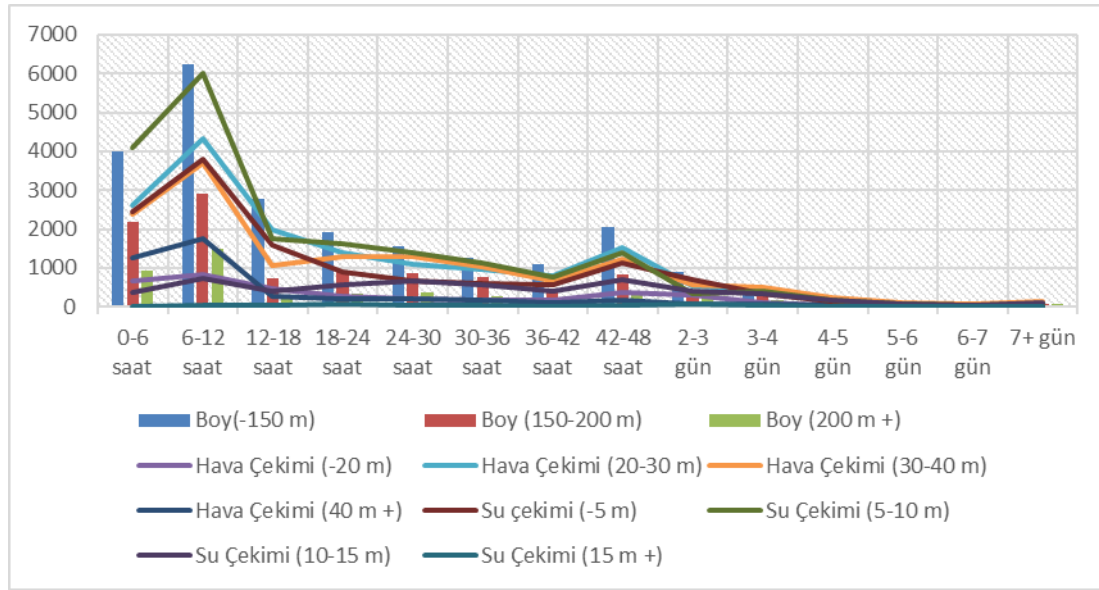
Şekil 1. 2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin NS dağılımları

2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin NS dağılımları Şekil 1’de verilmektedir. Şekil 1’e göre niyet sürecinin dağılımı incelendiğinde, dağılımın 6-12 saatte yoğunlaştığı görülmektedir. Yasal mevzuat içerisinde Marmara Denizi limanları için SP-1 – SP-2 arası süreçte daha az olabilmesi için opsiyon tanınmaktadır. Bu durumun verilere de yansıtacağı varsayılmaktadır ve verilere bakıldığında ikinci yoğunlaşma noktası oluşmuştur. Bu noktanın 42-48 saat olduğu Şekil 1’de görülmektedir. Bu durumda verinin yön değişkenine göre incelenmesi gerekmektedir. Bu sebeple NS dağılımının yön değişkenine göre dağılımı incelenecektir.

2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin yön değişkenlerine göre NS dağılımları Şekil 2’de verilmektedir. Yukarıda ifade edilen yasal mevzuatın verilere yansıdığı Şekil 2’de görülmektedir. KG yönünde geçiş yapacak gemilerin GK yönünde geçiş yapacak gemilere göre NS süreci içerisinde daha fazla bekledikleri görülmektedir. Bu durum KG yönünde bekleme kuyrukları oluşturabilecek bir etmendir. KG yönünde özellikle yakın Karadeniz limanlarından gelecek gemiler için yasal mevzuat oluşması bahsedilen bekleminin önüne geçecek bir etmen olacaktır.



Şekil 2. 2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin yön değişkenlerine göre NS dağılımları

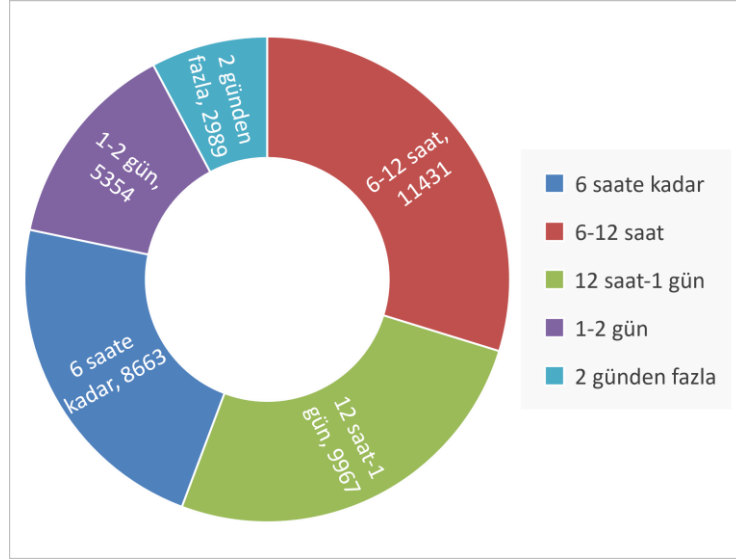


Şekil 3. 2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin büyüklük değişkenlerine göre (Boy, Hava Çekimi, Su Çekimi) NS dağılımları

Bunun yanında GK yönünde yasal mevzuat ile belirlenen en az bekleme süresi 6 saat olmasına karşın 6 saatten daha kısa NS süreci olan çok sayıda gemi olduğu görülmektedir. NS İstanbul Boğaz geçiş süreçlerinde tek bekleme süreci olmaması sebebiyle bu durum, BS analizinde yeniden ele alınacaktır.

2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin büyüklük değişkenlerine göre (Boy, Hava Çekimi, Su Çekimi) NS dağılımları Şekil 3'te verilmektedir. Sürecin genel dağılımının gemi büyüklük değişkenlerine de yansıdığı görülmektedir. Yasal mevzuatta bulunan boy, su çekimi ve hava çekimi değişkenlerinin bu süreçte herhangi bir bekleme oluşturmadığı görülmektedir. Bu değişkenler için yorum yapabilmek için diğer süreçlerde de bu değişkenlere göre analizlere yer verilecektir.

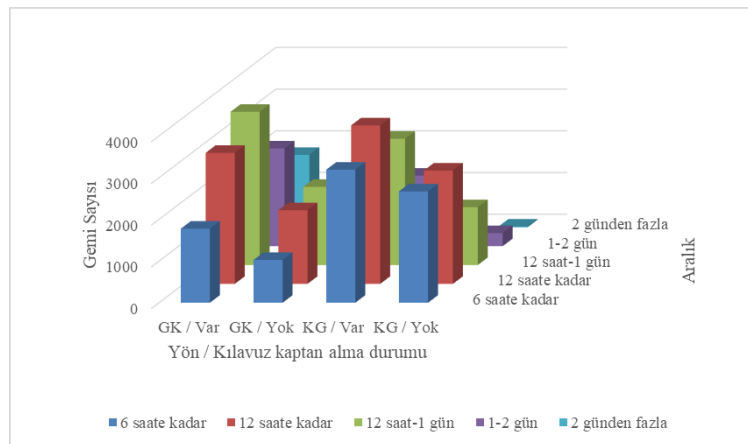
2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin BS dağılımları Şekil 4'te verilmektedir. Şekle göre BS için bekleme sürelerinin en fazla 6-12 saat aralığında olduğu görülmüştür. Yoğunluk sıralamasının 6-12 saat, 12-24 saat ve 6 saatten az sırası ile gitmesi sebebiyle İstanbul Boğazı'ndan geçiş yapacak gemilerin büyük çoğunluğunun bekleme sürecinde 1 günden az beklemediklerini ifade edilebilmektedir.



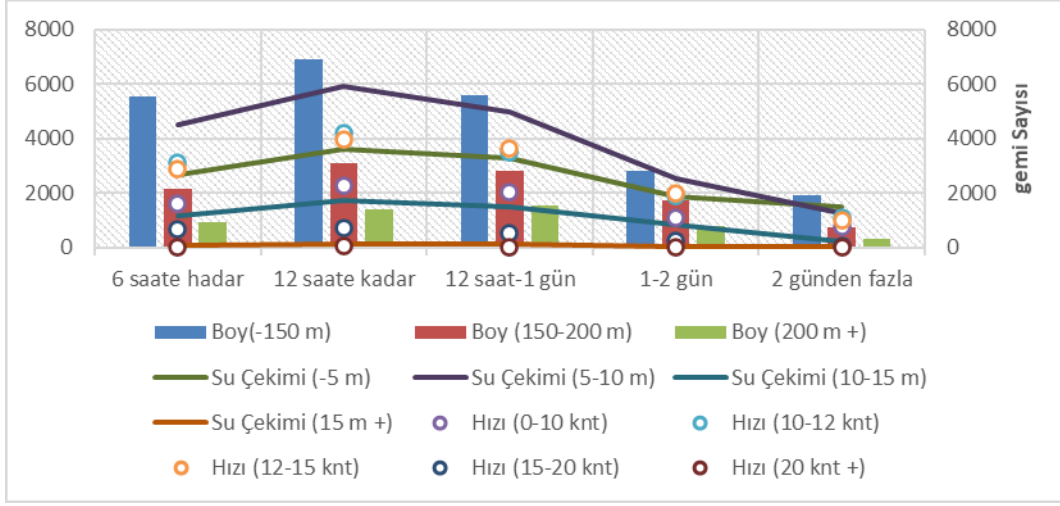
Şekil 4. 2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin BS dağılımları

2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin yön ve kılavuz kaptan bulundurma değişkenlerine göre BS dağılımları Şekil 5'te ifade edilmektedir. Bu şekle göre yön ve kılavuz kaptan durumlarına göre veriler normal dağılım göstermektedir. Verilerin normal dağılım göstermesi verilerinin evreni temsil ettiğinin kanıtlanmaktadır. Bu verilere göre gemilerin İstanbul Boğazı geçişi BS süreçlerinde yön ve kılavuz kaptan bulundurma değişkenlerinin belirleyici unsurlar olduğu söylenebilmektedir. GK yönünde yoğunluğun 12-24 saat aralığında olduğunu KG yönünde ise yoğunluğun 6-12 saat aralığında olduğu şekilde ifade edilmektedir. BS sürecinde GK yönünde KG yönünden daha fazla bekleme olduğu görülmekte, fakat gemilerin İstanbul Boğazı geçişleri için bu yorumu yapmak mümkün değildir. Bir önceki analizde tam tersi bir durum olduğu açıklanmaktadır. Bu sebeple SS ve TS analizleri neticesinde yorum yapmak mümkün olacaktır.

2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin boy, su çekimi ve hız değişkenlerine göre BS dağılımları Şekil 6'da verilmektedir. Tüm değişkenler için en fazla sayıda beklemenin 12 saate kadar olduğu görülmektedir. Değişkenler için ortalama değeri bulmamıza yardımcı olan bu şekle göre boğazdan geçen gemilerin birçoğunun boyu 150 m'den kısa, hızı 10-15 knt aralığında, su çekimi de 5-10 m aralığındadır. Boy, hız, su çekimi de İstanbul Boğazı gemi geçişini etkileyen faktörlerdir.

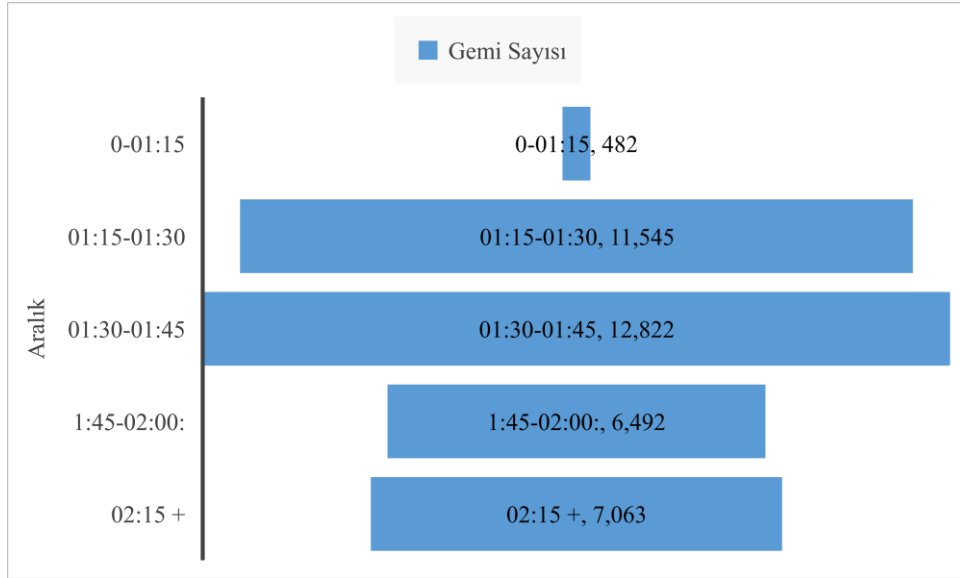


Şekil 5. 2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin yön ve kılavuz kaptan bulundurma değişkenlerine göre BS dağılımları

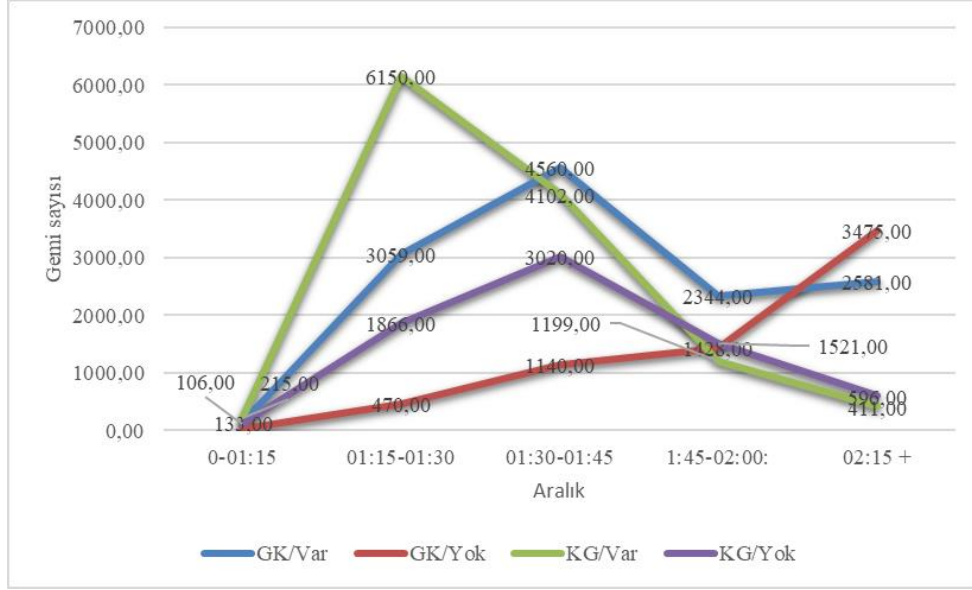


Şekil 6. 2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin boy, su çekimi ve hız değişkenlerine göre BS dağılımları

2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin SS dağılımları Şekil 7’de verilmektedir. Şekle göre verilerin dağılımı normal bir dağılımdır. Bu da verilerin yorumlanmasının geneli ifade ettiğini göstermektedir. Grafığe göre en yoğun SS, 1 saat 30 dk ile 1 saat 45 dk aralığında iken 1 saat 15 dk ile 1 saat 30 dk aralığının da en yoğunu çok yakın olduğu görülmektedir. Bu durumun temel sebebi boğazda var olan akıntı ve akıntının seyri hızlandırmasıdır. Bu sebeple seyrin gemi yönü, kılavuz kaptan bulundurma, hız ve boy değişkenlerine göre SS analizleri incelenmektedir.

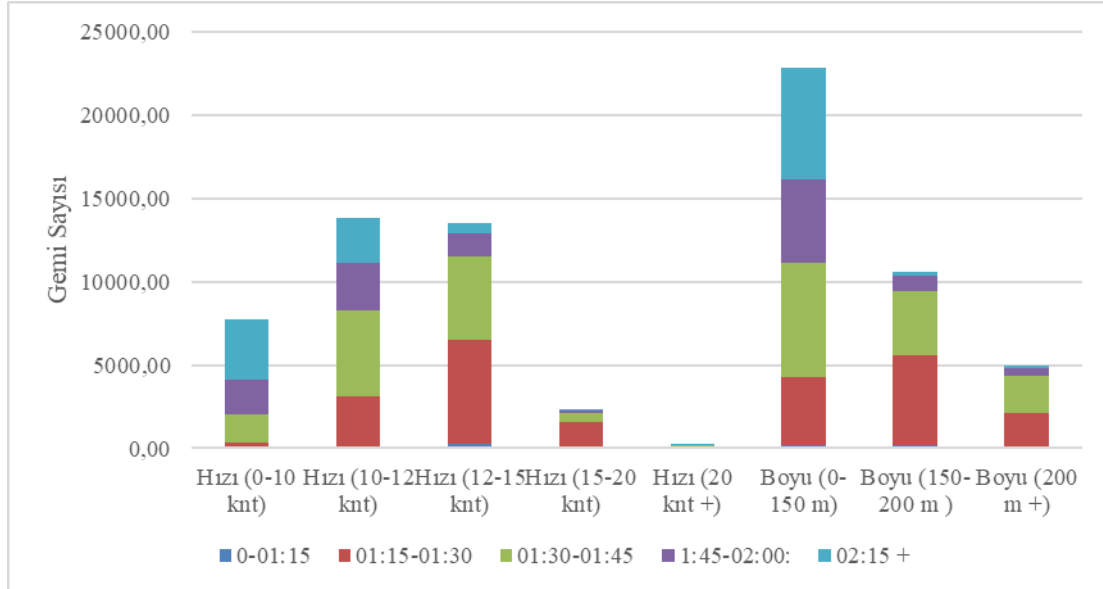


Şekil 7. 2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin SS dağılımları



Şekil 8. 2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin yön ve kılavuz kaptan bulundurma değişkenlerine göre SS dağılımları

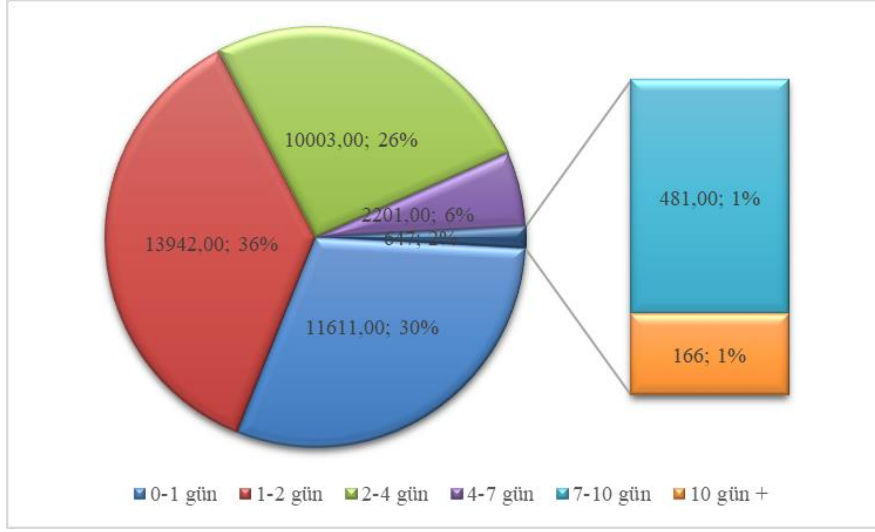
2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin yön ve kılavuz kaptan bulundurma değişkenlerine göre SS dağılımları Şekil 8’de verilmektedir. Şekle göre en fazla gemi geçişi SS aralığı KG yönünde kılavuz kaptan bulunduran gemilerin SS aralığını gösteren 1 saat 15 dk ile 1 saat 30 dk arasındaki süreçtir. İkinci sırada SS aralığı için ise GK yönünde kılavuz kaptan bulunduran gemilerin SS aralığını gösteren 1 saat 30 dk ile 1 saat 45 dk arasındaki süreçtir. Bu sıralamaya göre boğazdaki KG yönlü akıntı gemilerin boğaz seyrini 15 dk etkilemektedir. Aynı şekilde kılavuz kaptanın bulunduran gemilerle kılavuz kaptan bulundurmayan gemilerin seyir süreleri kıyaslandığımızda kılavuz kaptan bulundurmanın seyir sürecini 15 dk kısalttığı gözlenmektedir.



Şekil 9. 2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin hız ve boy değişkenlerine göre SS dağılımları

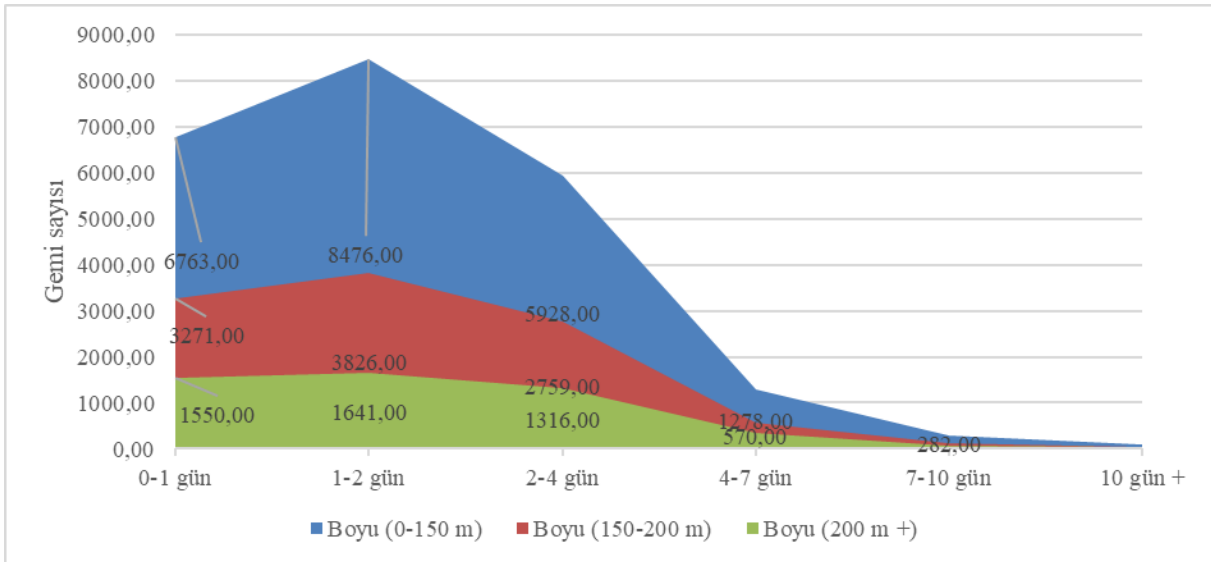
2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin hız ve boy değişkenlerine göre SS dağılımları Şekil 9’da verilmektedir. Hız değişkeni arttıkça geçişin hızlandığını verilerden çıkarmak

mümkündür. Her ne kadar geçişin sabit bir hızda olması istense de gemilerin sabit hızlarla gitmedikleri bu analize göre söylenebilmektedir. Gemi boyu uzadıkça gemilerin emniyetli seyir gereği daha uzun boğaz seyri yapması beklenmektedir, fakat şekle göre boy değişkeninin SS üzerinde önemli değişiklikler yapmadığı tespit edilebilmektedir.



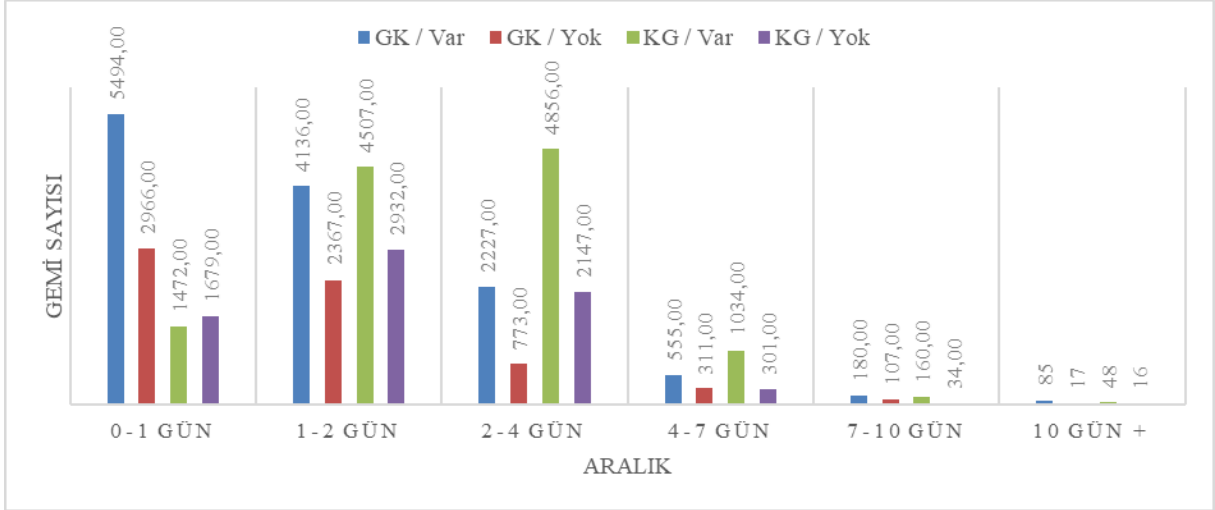
Şekil 10. 2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin TS dağılımları

2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin TS dağılımları Şekil 10'da verilmektedir. Şekil incelendiğinde 2020 yılında İstanbul Boğazı seyri yapan gemilerin, boğaz geçiş sürecinde niyetlerini gösterdikten sonra %30'unun 1 gün içerisinde, %36'sının 1-2 gün aralığında, %26'sının 2-4 gün aralığında seyir sürecini tamamlayarak boğazdan çıkış yaptığı tespit edilebilmektedir.



Şekil 11. 2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin boy değişkenine göre TS dağılımları

2020 yılı İstanbul Boğazı'ndan geçişi yapan gemilerin boy değişkenine göre TS dağılımları Şekil 11'de verilmektedir. Bu grafiğe göre İstanbul Boğazı'ndan geçiş yapan gemilerin boy değişkeninin TS üzerinde çarpıcı etkiler yaptığını söylemek mümkün değildir.



Şekil 12. 2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin yön ve kılavuz kaptan bulundurma değişkenlerine göre TS dağılımları

2020 yılı İstanbul Boğazı geçişi yapan gemilerin yön ve kılavuz kaptan bulundurma değişkenlerine göre TS dağılımları Şekil 12’de verilmektedir. Bu şekle göre GK yönlü gemi geçişi toplam süreci 0-1 ve 1-2 gün aralığında yoğunlaşırken, KG yönlü gemi geçişi toplam süreçleri 1-2 ve 2-4 gün aralığında yoğunlaşmaktadır. Bunların dışında kalan KG yönlü 0-1 gün aralığında ve GK yönlü 2-4 gün ve üstü aralıklarında gemi geçişlerinin de azımsanmayacak miktarda olduğu tespit edilmektedir. Bu konudaki yasal düzenlemeler geliştirilmelidir.

4. Sonuçlar

Gemilerin İstanbul Boğazı’ndan geçmek için bekleme kuyrukları oluşturduğu endüstride ve bilim dünyasında kabul edilen bir olgudur. Oluşan bekleme kuyrukları hem gemilerin ekonomilerini hem de dünya ekonomisini etkileyebilmektedir. Literatürde daha önceden oluşan bekleme kuyrukları değerlendirilmiştir, fakat literatürdeki çalışmalar içerisinde gemilerin boğaz geçiş süreçleri ele alınmamıştır. Ayrıca Türk Boğazları gemi geçiş yasal mevzuatı 2019 yılında değişmiştir, güncel mevzuat ışığında İstanbul Boğazı gemi boğaz geçişi kuyruk modellemesi yapılmamıştır. Bu çalışma 2020 yılı için güncel mevzuat ışığında İstanbul Boğazı gemi geçişi için bir kuyruk modellemesi sunmakta, güncel İstanbul Boğazı 2020 yılı verileri ile 2020 yılı yasal mevzuatı çerçevesinde tasarlanan kuyruk modellemesi karşılaştırıldığında uygulamanın mevzuat çerçevesindeki kuyruk modellemesinden çok uzakta olduğu görülmüştür. Bu çalışmada bu durumun nedenleri gemi geçiş süreçleri tanımlayıcı analizleri ile aranmıştır. Böylelikle İstanbul Boğazı gemi trafiği için süreç optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu çalışma İstanbul Boğazı gemi geçiş süreci konusunda yapılacak gelecek çalışmalara ışık tutacaktır.

Bu çalışmanın bulguları ile yasal mevzuattaki yanlışlara ve eksikliklere dikkat çekilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda Türk Boğazları gemi geçişi yasal mevzuatının değişikliği önerilmektedir. Bunun yanında gemi geçişine yardımcı olan kılavuzluk hizmetinin genişletilmesi de önerilmektedir.

Çalışmada 2020 yılına ait gemi geçiş verileri kullanılarak İstanbul Boğazı gemi geçişi ele alınmıştır, verilerin alındığı süre genişletilebilir. Çanakkale Boğazı gemi geçiş verileri de gelecek çalışmalarda kullanılabilir. Bu çalışmada İstanbul Boğazı gemi geçiş emniyeti ihmal edilmiştir. Gelecek çalışmalarda süreç optimizasyonu emniyet optimizasyonu ile gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada belirlenen İstanbul Boğazı gemi geçiş süreçleri gelecek çalışmalarda geliştirilerek iyileştirilebilir.

5. Tartışma

Bu çalışmada İstanbul Boğazı boğaz geçişi için kuyruk teorisi bazlı kuyruk modellemesi güncel mevzuat göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir. Her değişen yasal mevzuatın İstanbul Boğazı kanal disipliniyi değiştirdiği bulunmuştur. Yasal mevzuatın değişmesi halinde bu çalışmada ortaya konan modellemenin yeni yasal mevzuat temelinde güncellenmesi gerektiği çalışmamız sonucunda önerilmektedir. 2020 yılı ilgili güncel mevzuatı göz önünde bulundurularak (M/M/1) : (FIFO/8/∞) Kendal gösterimli kuyruk modellemesi gerçekleştirilmiştir. Böylelikle optimum, eniyileme sonucu gemi geçişi ortaya konulduğu varsayılmıştır. Optimum gemi geçişi ile güncel mevzuatın uygulandığı 2020 yılı İstanbul Boğazı gemi geçiş verileri kıyaslanmış, bu kıyaslama neticesinde mevzuatın öngördüğü bekleme kuyruklarının sağlanamadığı tespit edilmiştir. Çalışmada bu durumun nedeni tanımlayıcı analizler ile araştırılmış tartışmaya açık bulgulara rastlanmıştır. Bu bölümde bulgulara ilişkin tartışmalara yer verilmiştir. Böylelikle çalışmamız İstanbul Boğazı gemi geçişi için süreç optimizasyonunu gerçekleştirmekte, operasyonun optimizasyonunun sağlanmasına katkı sunacak tartışmalar da değerlendirilmektedir.

Türk Boğazları Gemi trafiği için uygulanan yasal mevzuat bu çalışma içerisinde incelenmiştir. Yasal mevzuat içerisinde Türk Boğazlarından geçmek isteyen gemilerin SP-1 göndermeleri ile ilgili “tahmini boğaza gelişlerinden en az 6 saat önce olmak” üzere gibi alt sınır için sınırlamalar getirilirken, SP-1 göndermede tahmini boğaza gelişleri ile ilgili üst sınırın belli olmadığı tespit edilmiştir. Bu durum gemilerin boğaza gelişlerinden çok öncesinde bildirim yapmalarına sebep olabileceği gibi, tahmini gelişleri ile ilgili belirsizlik de oluşturmaktadır. Bu durum gemi geçiş planlaması açısından da sıkıntılar oluşturabilmektedir. Yasal mevzuatın süreç için minimum standartları getirirken maksimum sınırlamaları getirmesi geçiş sıralamasının belirlenmesi açısından katkı sağlayabilecek, İstanbul Boğazı gemi geçişini süreç bakımından iyileştirebilecektir. Bu çalışmada yasal mevzuat içerisinde SP-1 gönderme ile ilgili minimum zaman sınırının yanında ek olarak maksimum zaman sınırı uygulaması önerilmektedir. SP-1 gönderme ile ilgili bu kısıtlamalar daha çok tartışılmalı ve bu konuda daha çok çalışma yapılmalıdır.

Yasal mevzuatta bulunan diğer bir husus ise gemiler için minimum sınırlar konmasına rağmen bu sınırlara ne kadar uyulduğu konusunun tartışılmalı olmasıdır. Örneğin Marmara Denizi limanlarından kalkan gemiler için SP-1 göndermede minimum zaman sınırlaması daha kısa iken, Karadeniz’de boğaza yakın limanlar için böyle bir kısıtlama söz konusu değildir. Bunun haricinde gemi boyları için de yasal mevzuatta benzer sınırlamalar söz konusudur. Ancak bunlara ne kadar uyulduğu, uyulmaması durumunda nasıl bir yaptırım uygulandığı hatta yaptırım varlığı bile tartışılmalı konulardır. Ayrıca bu kısıtlamaların sağlanabilmesi için ciddi bir farkındalık çalışmasına ihtiyaç vardır. Çalışmamız içerisinde yapılan analizler neticesinde bu sınırlamaların sadeleştirilmesi önerilmekte hatta bu sınırlamaların tamamen kaldırılacağı düşünülmektedir. Boğaz trafiğini önemli ölçüde etkileyecek askeri gemiler, 300 m’den büyük gemilere yine sınırlama uygulanabilir ama onların haricinde Marmara Limanından kalkan gemiler, gemilerin boyuna göre bir alt limit belirlemenin ne kadar yararlı olduğu hususu tartışılmalıdır. Daha önceki sınırlamalarda belirtildiği gibi bu sınırlamalar hususunda daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Çalışmamızda hazır zamanı ile ilgili analizlere de yer verilmek istenmiştir. Fakat verilerin tam anlamıyla güvenilir olmaması yasal mevzuatta bununla ilgili herhangi bir ibare bulunmaması sebebiyle bu zaman ihmal edilmiştir. Halbuki boğaza gelen gemilerin birçoğu boğazda yakıt, kumanya, su veya personel ikmal yapmaktadır. Bu durumda boğazlar bölgesine yaklaşan SP-2 veren her gemi o sırada boğazdan geçmek istemeyebilir. Bu durumda da operasyonel sıkıntıların yaşanması, boğaz geçişlerinde karışıklıkların yaşanması durumu söz konusu

olabilir. Bu durumun önüne geçilecek yasal mevzuata, hazır olma bildiriminin yaygınlaştırılmasına ihtiyaç vardır. Ya da bu durumun önüne geçecek SP-2 ile ilgili yeni düzenlemelere ihtiyaç vardır. Bu konu da beklmeleri ve geçiş planlamasını etkileyen tartışılması gerekli konudur. Bu hususta gelecek çalışmalar ile soruna çözüm üretmek mümkün olacaktır.

Gemilerin boğaz geçişleri incelendiğinde 1 saatten kısa sürede ve 2 saat 15 dk dan fazla sürede gemi geçiş verilerine rastlanmıştır. Herhangi bir acil durum haricinde böyle bir durumun mümkün olmadığı bilinmektedir. Bu verilerin oluşmasının temel sebebi boğaz içerisinde bulunan 2 limana gemilerin giriş çıkış yapmalarıdır. Bu limanlara giriş çıkışın trafik hizmetleri bakımından nasıl yapılacağı, boğaz girişi çıkışı sayılması veya sayılmamasının operasyonel etkileri, bunlara uygulanacak prosedürün belirlenmesi, bu limanların boğaz trafiğinin emniyetini nasıl etkilediği konularının çalışılması ve tartışılması gerekmektedir.

BS analizlerinde görülmüştür ki kılavuz kaptan bulundurma boğaz geçişi için beklmeleri engellemektedir. Hatta kılavuz kaptan talepleri yeni beklmelere sebep olduğu söylenebilir. Kılavuzluk hizmetlerinin artırılması gerekmektedir. Bunun temel sebebi gemilerdeki emniyet bilincinin artması ve kılavuz taleplerinde görülen artışlardır. Bu talebin artması ve bu durumun yeni beklmeler oluşturması muhtemeldir. Bunun önüne geçmek amacıyla kılavuzluk hizmetlerinin genişletilmesi gerekmektedir. Kılavuzluk hizmetinin nasıl geliştirileceği, arz ve talep dengesi bunların nasıl karşılanacağı tartışması gerekli konular olup bu konuda daha çok bilimsel çalışmaya ihtiyaç vardır.

BS analizlerinde gemi büyüklüğü değişkeni olarak kullanılan gemi boyu, hava çekimi ve su çekimi verilerinde paralellik olduğu göze çarpmaktadır. Bu da bu değişkenlerin ayrı ayrı değerlendirilmesi yerine tek bir terimle, tek bir değişkenle bu değişkenlerin ifade edilebileceğini göstermektedir. Böyle bir değişken karmaşıklığı azaltacak, analizleri kolaylaştıracaktır. Bunun yanında bahsedilen değişkenler, gross tonaj, makine büyüklüğü gibi değişkenler de kullanılarak başka bir değişkene de dönüştürülebilir. Bu öneriler Türk Boğazları gemi geçişindeki emniyet tedbirlerinde de kullanılabilir ve önerilenler emniyet için daha da önemli olacaktır. Bu konu gelecekte tartışılmalı ve eniyileme sağlanmalıdır. Ayrıca gemi büyüklüğü değişkenlerinin BS üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı BS analizlerinde görülmüştür. Dolayısı ile gemi büyüklükleri ile ilgili geçiş öncesinde bildirim kısıtlamaları koymak operasyonu iyileştirmemektedir. Gemi büyüklüğü ile ilgili olan bildirim, operasyon planlamasının yapılmasında önemli gibi gözükse de önemsiz hale gelmiştir. Geçiş planlaması yapılırken uygulamada kolaylık sağlayacağı düşünülse de geçiş için küçük gemilere öncelik tanınması, aynı anda birden çok büyük geminin boğaz geçişi yapmamasına önem gösterilmesi, etkili ve sürekli planlama yapılması, büyük gemilerin önceden rapor gönderse de boğaza tahmin edilen zamanda varamaması gibi sebepler ile büyük gemilerin önceden bildirim yapması gereksiz bir önlem haline gelmiştir. Tabi bu durum 300 m'den büyük gemiler için geçerli değildir. Çünkü yapılan saha çalışmasında 300 m'den büyük gemiler için emniyet tedbirlerinin artırıldığı, hatta bu gemilerin boğazdan tek geçtikleri tecrübe edilmiştir. Dolayısı ile gemi büyüklüklerinin gemi geçiş sürecine etkisi tartışılmalı ve optimum çözümlere gelecek çalışmalar ile ulaşılmalıdır.

SS analizleri incelendiğinde görüşmüş ki gemiler boğaz akıntısı sebebiyle KG yönünde 15 dk daha hızlı seyir yaparlar, aynı zamanda kılavuz kaptan alınması da gemilerin seyirleri açısından 15 dk iyileşme sağlayarak operasyonu iyileştirmektedir. Bu çalışma ile kılavuz kaptan alınmasının sadece emniyet açısından değil, süreç bakımından da iyileşme sağladığı ispatlanmıştır. Gemilerin boğaz geçişlerinde sabit hıza sahip olması beklenir ama SS analizlerine göre gemilerin hızı arttıkça boğaz geçiş süreleri de kısalmaktadır. Bu çalışmada gemi boyunun gemi

boğaz seyir sürecini etkilemediği de görülmüştür. Bu durumların gelecek çalışmalarda ayrıca tartışılması ve araştırılması gereklidir.

TS analizleri daha önceki süreç analizlerinde değerlendirildiğinde ortaya çıkan yasal prosedür eksikliklerini destekler nitelikli bulgular sağlarken, 2020 yılında İstanbul Boğaz seyri yapan gemilerin, boğaz geçiş sürecinde niyetlerini gösterdikten sonra %30'unun 1 gün, %66'sının 2 gün, %92'sinin 4 gün içerisinde tüm geçiş süreçlerini tamamlayarak boğazdan çıkış yaptığı tespit edilmiştir. Bu yüzdeler ifadeler gemilerin boğaz geçişi için bekledikleri yönündeki tartışmalar için açıklayıcı nitelikteki ifadelerdir.

Yazar Notu

Bu makale İstanbul Boğazı Deniz Trafığı İçin Kuyruk Teorisi Uygulaması ve Süreç Optimizasyonu yüksek lisans tezi kapsamında hazırlanmıştır (Karaca, 2021). Tez ve makale çalışmamız etik izin gerektirmektedir. Verilerin alındığı kuruluş olan KEGM'de verilerin sadece tez ve makale çalışmamızda kullanılacağına dair taahhüt verilmiştir.

Etik Kurul Onay Beyanı

İlgili çalışmada insan veya hayvan katılımcılardan veri toplanmadığı için etik kurul izni gerekmemektedir.

Kaynakça

- Allen A. O. (1978). Queueing Theory. *Probability, statistics, and queueing theory with computer science applications* içinde (s. 243-619). Londra: Academic Press. doi: 10.1016/B978-0-08-057105-8.50016-3
- Baird, A. J. (2001). Trends in port privatisation in the world's top-100 container ports. 9th Wctr: *Seul. Alan Araştırması*.
- Balık, İ., Aydın, S. Z. ve Bitiktas, F. (2022). Türk Boğazları trafik yoğunluğu, bekleme süreleri ve deniz kazaları. *Kent Akademisi*, 15(1), 262-276. doi:10.35674/KENT.1033749
- Bishop, S. A., Okagbue, H. I., Oguntunde, P. E., Opanuga, A. A. ve Odetunmibi, O. A. (2018). Survey dataset on analysis of queues in some selected banks in Ogun State, Nigeria. *Data in Brief*, 19, 835-841.
- Cooper, R. B. (2010). Queueing notation. Cochran, J. J., Cox Jr., L. A., Keskinocak, P., Kharoufeh, J. ve Smith, J. C. (Ed.). *Wiley encyclopedia of operations research and management science* içinde (s. 1-3). New Jersey: Wiley. doi:10.1002/9780470400531.eorms0702
- Doğru, S. (2013). Türk Boğazları'nın hukuki statüsü: Sevr ve Lozan'dan Montrö'ye geçiş. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 15(2), 123-169.
- Ece, N. J. (2016). Contribution of the pilotage services to maritime safety: An analysis of the relation between ships involved in accidents in the strait of İstanbul and whether if they used pilotage services. *Journal of ETA Maritime Science*, 4(1), 3–21. doi:10.5505/jems.2016.03522
- Johannsen, F. W. (1907). Waiting times and number of calls. *PO Electr. Eng. J.*
- Karaca, İ. (2021). *İstanbul Boğazı deniz trafiği için Kuyruk Teorisi uygulaması ve süreç optimizasyonu* (yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kendall, D. G. (1953). Stochastic processes occurring in the theory of queues and their analysis by the method of the imbedded Markov chain. *The Annals of Mathematical Statistics*, 338-354. doi:10.1214/aoms/1177728975
- Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü (2020). *Türk Boğazları gemi trafik hizmetleri kullanım kılavuzu*.
- Koday, Z., Koday, S., ve Kaymaz, Ç. K. (2017). Dünyadaki bazı önemli boğazlar ile kanalların coğrafi özellikleri ve jeopolitik önemleri. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(3), 879–910.
- Kol, B. (2010). *Türkiye'nin dış ticaretinde deniz taşımacılığının önemi ve sorunları* (yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Kutluk, E. (2018). İstanbul Boğazı'ndan geçen gemilerin oluşturduğu trafik yükünün çevresel etkileri: Ro-Ro gemileri özelinde bir inceleme. *Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi*, 6(1), 285–310. doi:10.14782/MARUSB.412651
- Morrow, B. (2021). Suez Canal blockage reportedly costing \$400 million an hour, could last “weeks.”. *The Weeks*. <https://theweek.com/speedreads/973967/suez-canal-blockage-reportedly-costing-400-million-hour-could-last-weeks>

- National Center for Education Evaluation and Regional Assistance (NCEERA) (2017). *Descriptive analysis in education: A guide for researchers*. <https://eric.ed.gov/?id=ED573325>
- Önal-Kılıçbeyli, E. H. (2018). Türkiye'nin Karadeniz-Kafkasya vizyonu ve perspektifler. Orhan, O. (Ed.), *Karadeniz ve Kafkaslar: Riskler ve fırsatlar içinde* (s. 35-42). İstanbul: TASAM.
- Paksoy, S. (2018). Karma kısıtlı ulaştırma problemleri ve çözüm yöntemi. *Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute*, 33, 341-352.
- Sacar, Ö. (2018). *İpek Yolu güzergahında yapılan lojistik etkinliklerin günümüz lojistik faaliyetleri ile karşılaştırılması* (yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Şimşek, H. (2004). *Kuyruk teorisinin İstanbul Boğazı tanker ve gemi geçişleri ile Haydarpaşa Limanı konteyner terminaline uygulanması* (yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Taşan, M. (2019). *Türk Boğazları'ndan gemi geçişleri ve geçiş sürelerinin analizi* (yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Taşlıgil, N. (2004). İstanbul Boğazı'nın ulaşım coğrafyası açısından önemi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 10, 1–18.
- Taufemback, C. ve Da Silva, S. (2012). Queuing theory applied to the optimal management of bank excess reserves. *Physica A*, 391, 1381–1387. doi:10.1016/j.physa.2011.09.022
- Timör, M. (2001). *Türkiye'nin dış ticaretinde deniz taşımacılığının önemi ve sorunlar*. (yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Türker, A. (2020). *Hukuki açıdan gemi trafik sistemi* (yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.

Araştırma Makalesi

İstanbul Havalimanı'nın Çoklu Paralel Pist Konfigürasyonlarının Zaman ve Yakıt Tüketimi Açısından İncelenmesi

Ayşe Güven^{1*} , Fulya Aybek Çetek¹ 

¹ Lisansüstü Araştırma Enstitüsü, Hava Trafik Anabilim Dalı, Eskişehir Teknik Üniversitesi

Öz

Gelişen hava trafiği talebiyle birlikte havalimanlarına ihtiyaç her geçen gün atmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamak için çoğu zaman mevcut havalimanlarının nasıl daha etkin kullanılabileceği incelenirken, kapasitesinin üzerinde talep olan şehirlerde ise yeni pistler veya havalimanları inşa edilmektedir. Son dönemlerde yeni inşa edilen havalimanlarında ise çoklu paralel pist sistemleri kullanılarak ileride oluşacak yoğun talebi de karşılayacak şekilde tasarlanmaktadır. Çoklu paralel pist sistemlerinde pist konfigürasyonlarının kapasite üzerinde büyük bir etkisi olduğuna dair birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda havalimanı işletmecisi açısından bakılarak havalimanı kaynaklarının etkin kullanımı hedeflenmektedir. Bu çalışmada ise havayolu şirketlerinin bakış açısıyla 2018 yılında kullanıma açılan, Airports Council International (ACI) verilerine göre 2021 yılının en işlek havalimanları sıralamasında ilk sırada yer alan İstanbul Havalimanı'nın pist konfigürasyonları havayolu işletmecisinin bakış açısıyla zaman ve yakıt açısından değerlendirilmektedir. Çalışmada İstanbul Havalimanı'na iniş yapan trafiklere ait iniş pisti, uçak tipi ve taksi süreleri bilgileri değerlendirilerek pist konfigürasyonları incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda minimum taksi süresi ve yakıt tüketimi sağlayan pist konfigürasyonları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: çoklu paralel pist, pist konfigürasyonu, İstanbul havalimanı

Analysis of Istanbul Airport's Multiple Parallel Runway Configurations in Terms of Time and Fuel Consumption

Abstract

The need for airports is increasing day by day with growing air traffic demand. In order to meet this need, while examining how the existing airports can be used more effectively, new runways or airports are built in cities with a demand above their capacity. In recent years, newly built airports are designed to meet the intense demand that will occur in the future by using multiple parallel runway systems. There are many studies that show that runway configurations have a large impact on capacity in multiple parallel runway systems. In this study, the runway configurations of Istanbul Airport, which ranks first in the list of the busiest airports in 2021 according to the Airports Council International (ACI) data, which was opened in 2018 from the perspective of the airline companies, are evaluated in terms of time and fuel from the perspective of the airline operator. In the study, the runway configurations were examined by evaluating the landing runway, aircraft type and taxi times information of the traffic landing at Istanbul Airport. As a result of the study, runway configurations that provide minimum taxi time and fuel consumption were determined.

Keywords: multiple parallel runway, runway configuration, Istanbul airport

* İletişim / Contact: Ayşe Güven, Lisansüstü Araştırma Enstitüsü, Hava Trafik Anabilim Dalı, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Eskişehir Türkiye. E-Posta / E-mail: ayse.guven.91@gmail.com.

Gönderildiği tarihi / Date submitted: 14.03.2022, Kabul edildiği tarih / Date accepted: 23.05.2022

Alıntı / Citation: Güven, A. ve Aybek Çetek F. (2022). İstanbul Havalimanı'nın çoklu paralel pist konfigürasyonlarının zaman ve yakıt tüketimi açısından incelenmesi. *Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 130–141. doi:10.38002/tuad.1087428



İstanbul Havalimanı'nın Çoklu Paralel Pist Konfigürasyonlarının Zaman ve Yakıt Tüketimi Açısından İncelenmesi

Gelişen küresellelikle birlikte hava taşımacılığına olan talep her geçen gün artmaktadır. Bu artan talebi karşılamak için kaynakların etkin kullanımı sağlanarak var olan havalimanlarının kapasitesi genişletilebilmektedir, yetmediği durumlarda birçok yeni havalimanı inşa edilmektedir. Ülkemizde bunun en yakın tarihli örneği artan hava trafiğine yetersiz kalan İstanbul Atatürk Havalimanı'nın yerine İstanbul Havalimanı'nın inşa edilmesidir. Tüm havalimanlarında en çok sayıda trafiğe hizmet verebilmek için etkin pist kullanımı önem arz etmektedir (Delsen, 2016). Bu sebeple birçok havalimanı üzerinde yapılan deneysel çalışmalarla desteklenen pist kullanımına ilişkin akademik çalışmalar bulunmaktadır (Ahmed, Alam ve Barlow, 2018; Neitzke ve Guerreiro, 2014). 2018 yılında yapılan çalışmada Chicago Uluslararası Havalimanı'nda iniş ve kalkış trafik taleplerini poisson dağılımı ile modelleyerek en uygun sıralama ve pist konfigürasyonlarını incelenmiştir. Çalışmada en uygun pist konfigürasyonu ile birlikte en iyi iniş trafiği sıralaması da hedeflenmiştir (Ahmed, Alam ve Barlow, 2018). Bir başka çalışmada John F. Kennedy Uluslararası Havalimanı'nın sahip olduğu pist sistemlerinin kapasitesi değerlendirilerek en uygun pist konfigürasyonunu belirlemesi hedeflenmiştir (Neitzke ve Guerreiro, 2014).

Havalimanı işletmecisi açısından bakılarak yapılan çeşitli çalışmalarda mevcut kaynakları daha etkin kullanarak havalimanı kapasitesini arttırmak hedeflenmektedir. Bu çalışmalar çeşitli faktörleri dikkate alarak farklı pist konfigürasyonlarını incelemektedir. Bazı çalışmalarda dikkate alınan faktör yelpazesinde pist geometrisi ve konfigürasyonlarına ek olarak yakıt tüketimi değerleri, hava trafik yönetim kısıtları, meteorolojik kısıtlar, uçak performans farklılıklarına bağlı ayırma kriterleri, gürültü düzeyi, çevresel etkiler incelenmektedir (Abbenhuis, 2021). Hava koşullarının kapasiteyi sınırladığı havalimanlarında hava durumu ve trafik tahminiyle birlikte uygun pist konfigürasyonunun belirlendiği çalışmada Amsterdam Schiphol Havalimanı'nın pist konfigürasyonlarını incelenerek makine öğrenmesi yöntemiyle uçakların sıralamasını ve orta vadede maksimum çıktıyı sağlayan pist konfigürasyonunun tahmini üzerine çalışmıştır (Ahmed, 2018).

Son dönemde inşa edilen havalimanlarında daha fazla kapasite elde etmek amacıyla çoklu paralel pist sistemleri tercih edilmektedir. 2012 yılında yapılan çalışmada paralel pist kullanımının kapasiteyi önemli oranda arttırdığını ve paralel pistlerde seçilen konfigürasyon farklılıklarının kapasite üzerinde önemli etkisi olduğunu, farklı pist sistemlerine sahip havalimanlarını inceleyerek yaptıkları çalışma ile göstermişlerdir (Şahin ve Usanmaz, 2012). Dünya'nın birçok yerinde çoklu paralel pist operasyonları yapılmaktadır.

Bunlardan birkaçı Amsterdam Schiphol Uluslararası Havalimanı (EHAM), Suudi Arabistan Cidde Kral Abdul Aziz Uluslararası Havalimanı (OEJN), Chicago O'hare Uluslararası Havalimanı (KORD), Hartsfield–Jackson Atlanta Uluslararası Havalimanı (KATL), Charlotte Douglas Uluslararası Havalimanı (KCLT), Houston George Bush Kıtalararası Havalimanı (KIAH)'tır. Bu havalimanlarında kaynakların etkin kullanımıyla kapasite artırımını sağlamak için birçok çalışma yapılmıştır.

2019 yılında yapılan çalışmada havalimanı kapasitesi kavramının çok boyutlu bir konu olduğundan ve havalimanı kapasitesinin büyük oranda uygulanan metot ve odaklanılan konuya göre değişkenlik gösterdiğinden bahsedilmiştir. Çalışmada pist sistemlerinin operasyonel kapasite üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Avrupa’da yer alan beş havalimanı seçilerek kullanılan pist konfigürasyonları ve havalimanı kapasitesi açısından karşılaştırma yapılmıştır (Meson-Mancha, de Lange, Koelle ve Carro, 2019).

2022 yılında yayımlanan çalışmada ise henüz 2006 yılında tasarlanan toplama noktası sisteminin paralel pist operasyonlarında kullanımına örnek olan İstanbul Havalimanı’nda bir araştırma yapılmıştır. Pist ataması ile havalimanı kapasitesinin önemli oranda değişeceği düşünülerek ortaya konulan çalışmada tek ve çok amaçlı programlama modeli kullanarak toplam yakıt tüketimi, toplam uçuş zamanı ve yerdeki gecikmeler de dahil olmak üzere toplam gecikmeyi minimize etmek amaçlanmıştır. İniş ve kalkış trafiklerine farklı pist önerilerinde bulunan modelin İstanbul Havalimanı’na uygulanmasıyla gerçekleştirilen çalışmanın taksidedeki gecikmeler de dahil toplam gecikmeleri %77,5, yakıt tüketimini ise %8,7 azalttığı görülmüştür (Dönmez, Çetek ve Kaya, 2022).

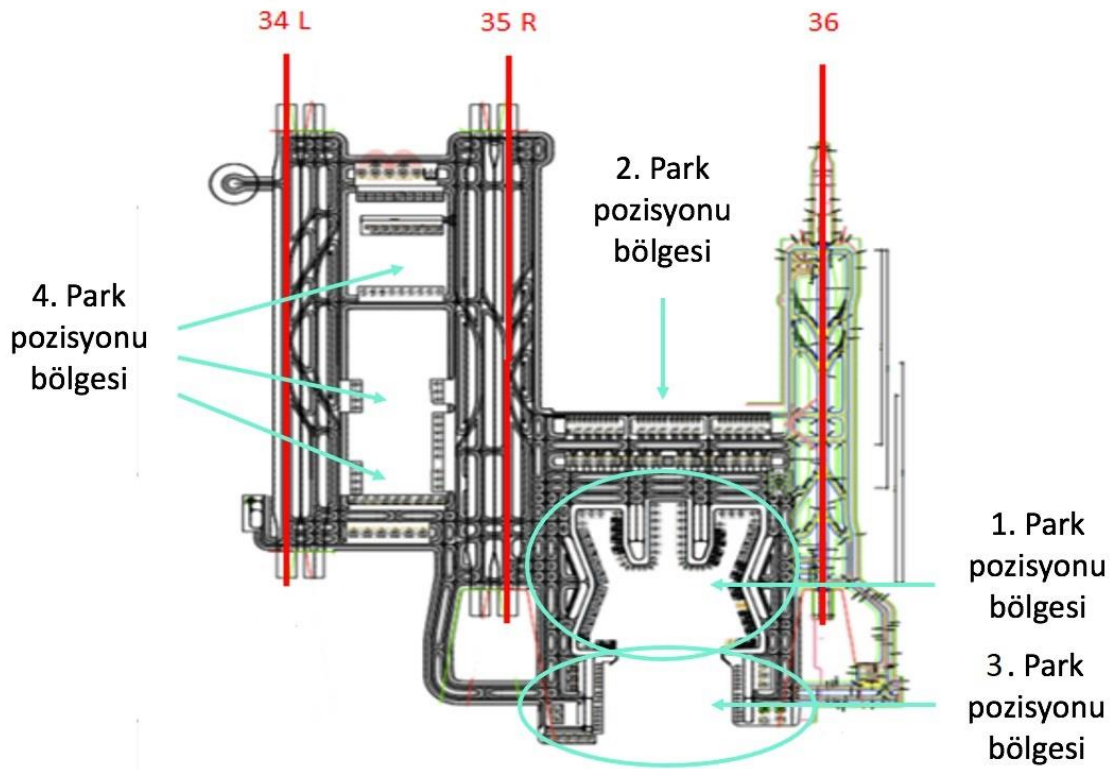
2022 yılında yayımlanan bir başka çalışmada ise veri zarflama analizi kullanılarak 21 büyük havalimanının 2016-2019 yılları arasındaki verileri ile pistlerin operasyonel performansları analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı farklı pist konfigürasyonlarının etkinliğini pist sayısı, pistin boyutu, havalimanı alanı gibi girdi değerleri ile yıllık uçuş sayısı, yıllık toplam yolcu sayısı gibi çıktı değerlerini baz alarak değerlendirmektir. Sonuçlara göre Londra Heathrow Havalimanı ve Münih Uluslararası Havalimanı belirlenen periyotlar için en etkin havalimanları olduğu görülmüştür. Çalışma farklı tipte pist konfigürasyonlarının performanslarının değerlendirilmesi ve karşılaştırılmasına imkân sağlaması yönünden önem taşımaktadır (Wang, Imperial, Huang ve Dang, 2022).

Havayolu işletmecilerinin operasyonlardaki temel hedefi ticari karını arttırabilmek için yakıt ve zamanı etkin kullanmaktır. Bu çalışmada ise havayolu taşımacılık şirketlerinin kaynaklarının etkin kullanımı üzerine bir inceleme yapılmıştır. Çalışmada İstanbul Havalimanı’nın pist konfigürasyonlarına göre ortalama yakıt tüketimi ve ortalama taksit süreleri incelenerek en uygun iniş konfigürasyonu değerlendirilmiştir. Havayolu işletmecisinin bakış açısı dikkate alınarak yapılan çalışmada, yeni kurulan bir havalimanı olan İstanbul Havalimanı’nın mevcut pistleri üzerinde geliş trafikleriyle en uygun iniş pisti konfigürasyonu incelenmektedir. Kalkış trafiklerinin yoğunluk sebebiyle yerde beklemelerinin olması ve bunun değerlendirmeyi yanlış yönde etkilemesini engellemek için çalışmada kalkış trafikleri ve kalkış pist konfigürasyonlarına yer verilmemektedir. Çalışmada taksit süreleri ve ICAO motor emisyon veri bankasından (ICAO Engine Exhaust Emissions Data Bank, 2014) alınan uçak kategorilerine göre yakıt tüketim değerleri üzerinden karşılaştırma yapılarak geliş trafik bilgileri ile en uygun iniş konfigürasyonu bulunmuştur.

2. İstanbul Havalimanı

21 Haziran 2018’de inşaat süreci tamamlanan İstanbul Havalimanı’na ilk uçak indirilmiştir. 29 Ekim 2018’de Faz 1a aşaması tamamlanarak hizmete açılmıştır. Pandemi sürecinde de devam eden Faz 1b çalışmaları 18 Haziran 2020’de tamamlanarak var olan paralel pistlere paralel bir

adet daha pistin inşasıyla birlikte 3lü paralel pist operasyonlarını sağlayan toplamda 5 adet piste sahip olmuştur. İstanbul Havalimanı'nın Faz 2 aşamasında bu pistlere ilave olarak doğu-batı yönlü bir pist daha inşa edilecektir. Faz 3 aşamasında ise var olan paralel pistlere ek olarak bir adet daha bağımsız paralel pist ve onun yedek pisti inşa edilerek 4lü paralel pist operasyonuna açılacaktır. Faz 4 aşamasında var olan pistlere bir adet daha bağımsız paralel pist ve yedek pisti tamamlanarak 5li bağımsız paralel pist operasyonları uygulanabilecektir. Halihazırda Faz 2 aşamasının inşası devam etmekte olan İstanbul Havalimanı'nda 3lü paralel pist operasyonu uygulanmaktadır. Mevcut paralel pistler rüzgârın yönü ve şiddetine göre kuzey ve güney olmak üzere iki farklı yönlü kullanılmaktadır. Kuzey konfigürasyona göre pist numaraları 34L-34R-35L-35R-36'dır. 34L-34R bağımlı paralel iken diğer tüm pistlerle ise bağımsız paraleldir, 35L-35R bağımlı paralel iken diğer tüm pistlerle ise bağımsız paraleldir (Şekil 1).

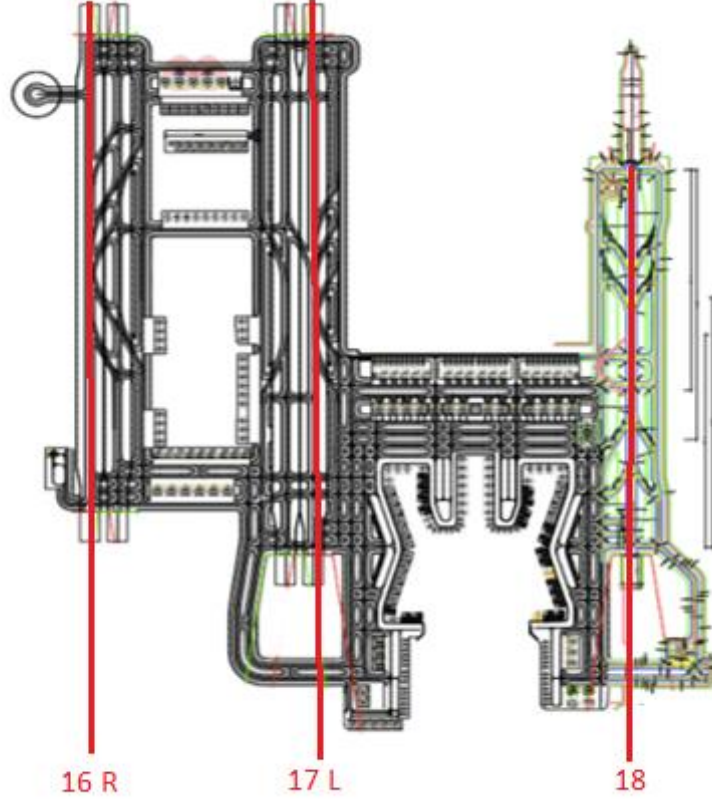


Şekil 1. İstanbul Havalimanı Kuzey Konfigürasyonu (İGA, 2022)

Güney konfigürasyona göre pist numaraları 16R-16L-17R-17L-18'dir. 16R-16L bağımlı paralel iken diğer tüm pistlerle ise bağımsız paraleldir, 17L-17R bağımlı paralel iken diğer tüm pistlerle ise bağımsız paraleldir (Şekil 2).

Bir konfigürasyondaki tüm pistler kullanımda olduğunda operasyonlar pistlerden ikisi iniş ikisi de kalkış için seçilerek dokuz farklı operasyon modunda gerçekleştirilmektedir. Operasyon modu meydan kontrol ünitesi ve yaklaşma kontrol ünitesinin mevcut rüzgâr ve pistin durumuna göre ortak aldığı kararla belirlenmektedir. Bu süreçte meydan kontrol ünitesi öncelikli olarak rüzgârın yönüne göre konfigürasyonun kuzey ya da güney olacağına karar verip yaklaşma kontrol ünitesiyle görüşerek hangi pistlerin iniş, hangi pistlerin kalkış için kullanılacağına karar vermektedir. Her pist için DHMİ Havacılık Bilgi Yayını Türkiye'de (Aeronautical Information Publication-AIP, 2021) belirtilen ayırma değerlerinden kaynaklı saatlik iniş kalkış kapasiteleri

bulunmaktadır. Meydan kontrol ile yaklaşma kontrol ünitesi iniş ve kalkış trafiklerinin yoğunluğunu, pistlerde herhangi bir notam olup olmadığını göz önünde bulundurarak o anki duruma göre iniş kalkış pist ikililerini belirlemektedir.



Şekil 2. İstanbul Havalimanı Güney Konfigürasyonu (İGA,2022)

DHMİ Havacılık Bilgi Yayını Türkiye’den (Aeronautical Information Publication-AIP, 2021) alınan verilere göre kuzey konfigürasyon için kullanılan pistlere göre uygulanması gereken iniş ayırmaları Tablo 1’deki gibidir, güney konfigürasyon için kullanılan pistlere göre uygulanması gereken iniş ayırmaları Tablo 2’deki gibidir.

Tablo 1. Kuzey Konfigürasyon için Gerekli Ayırmalar

İniş Yapılan Pist	Kalkış Yapılan Pist	İniş Ayırmaları
34L-35R	34R-35L	34L: 8 NM 35R: 5 NM
34L-36	34R-35L	34L: 8 NM 36: 4 NM
35R-36	34R-35L	35R: 5 NM 36: 4 NM
34L-35R	34R-36	34L: 8 NM 35R: 4 NM
34L-36	34R-36	34L: 8 NM 36: 8 NM
35R-36	34R-36	35R: 4 NM 36: 8 NM
34L-35R	35L-36	34L: 4 NM 35R: 5 NM
34L-36	35L-36	34L: 4 NM 36: 8 NM
35R-36	35L-36	35R:5 NM 36: 8 NM

Tablo 2. Güney Konfigürasyon için Gerekli Ayırmalar

İniş Yapılan Pist	Kalkış Yapılan Pist	İniş Ayırmaları
16R-17L	16L-17R	16R: 8 NM 17L: 5 NM
16R-18	16L-17R	16R: 8 NM 18: 4 NM
17L-18	16L-17R	17L: 5 NM 18: 4 NM
16R-17L	16L-18	16R: 8 NM 17L: 4 NM
16R-18	16L-18	16R: 8 NM 18: 8 NM
17L-18	16L-18	17L: 4 NM 18: 8 NM
16R-17L	17R-18	16R: 4 NM 17L: 5 NM
16R-18	17R-18	16R: 4 NM 18: 8 NM
17L-18	17R-18	17L:5 NM 18: 8 NM

DHMI Havacılık Bilgi Yayını Türkiye’den (Aeronautical Information Publication-AIP, 2021) alınan verilere göre havalimanı park pozisyonları dört bölgeden oluşmaktadır. Havalimanında kargo apronu ve karla mücadele apronları dahil olmak üzere toplam 456 adet park yeri bulunmaktadır. İniş trafiklerine seferin iç veya dış hat olması ve kargo uçuşu olup olmadığı dikkate alınarak park pozisyonu ataması yapılmaktadır. Park pozisyonu atamasında öncelikle kargo ve yolcu uçakları olarak ayrılarak kargo uçakları belli bir park pozisyonuna atanmaktadır. Yolcu uçakları ise iç veya dış hat seferi olmasına bağlı olarak park pozisyonuna atanmaktadır. Yolcu uçakları 1. ve 2. park pozisyonu bölgesine, kargo uçakları ise 4.park pozisyonu bölgesine park etmektedir (Şekil 1). Park pozisyonu atamasında iniş yapılan pist dikkate alınmamaktadır. Yaklaşma kontrol ünitesine gelen iniş trafiklerinin pisti atan park pozisyonuna göre değiştirilmek zorunda değildir.

Devlet Hava Meydanları İşletmesi otoritesinden elde edilen verilere göre 2021 yılındaki iniş trafikleri incelendiğinde aylık ortalama 23.342 trafiğe hizmet verilmektedir. Yıllık iniş trafiklerinin %4,9’unu kargo uçakları, %94,55’ini yolcu uçuşları, geriye kalan %0,55’lik kısmı ise genel havacılık uçuşları, devlete ait uçuşlar ve askeri uçuşlardan oluşmaktadır. İnişlerin %28,5’ini iç hat uçuşları oluştururken %71,5’ini dış hat uçuşlar oluşturmaktadır. İstanbul Havalimanı’na aylık ortalama 1150 tane kargo uçağı inerken 21870 tane yolcu uçağı inmektedir. Yıllık bazda yolcu uçuşlarına bakıldığında %29,7’sini iç hat uçuşları oluştururken %70,3’ünü dış hat uçuşları oluşturmaktadır. Yıllık kargo uçuşlarının ise %98’i dış hat uçuşudur. %2’lik kısmı ise yurt içi kargo uçuşlarından oluşmaktadır. Buna göre yolcu ve kargo uçuşları incelendiğinde uçuşların büyük çoğunluğunun uluslararası uçuş olduğu görülmektedir.

3. Analiz ve Sonuçlar

Pandemi döneminde küresel olarak azalan hava trafiği talebi 2021 Eylül ayından itibaren yeniden artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Devlet Hava Meydanları İşletmesi’nden elde edilen 2021 yılının Aralık ayının ilk haftası için İstanbul Havalimanına iniş yapan tüm uçakların tipi, iniş pisti, park pozisyonu ve takside geçirdikleri süre bilgileri incelenmiştir. Toplamda 3708 adet iniş verisine ulaşılmıştır. İncelenen iniş trafiklerinin pistlere göre dağılımı Tablo 3’teki gibidir.

Ulaşılan 3708 adet iniş trafiği bilgisi yıl içinde İstanbul Havalimanına gelen uçak tiplerinin tamamını içeren bir kesittir. Covid-19 Pandemisi sonrasında beklenen uçuş talebi sayısına

ulaşma sürecinde uçuş sayıları her geçen gün artmaktadır. Bu süreçte yapılmış olan bu çalışmada geniş zaman aralığı seçildiği takdirde olağanüstü düşük uçuş talebi yanıtıcı olacağından uçuş verileri için en yakın tarihli ve en yoğun dönem seçilmiştir. Bu sebeple çalışmada bir haftalık veri kullanımı uygun görülmüştür. Aralık ayının ilk haftasının seçilmesinin sebebi aynı hafta içinde İstanbul’da hakim olan lodos rüzgarları sebebiyle hem kuzey hem de güney konfigürasyonda inişler yaptırılmasıdır. Dolayısıyla bu dönem seçilerek her iki konfigürasyonu inceleme imkânı sağlanmıştır.

Tablo 3. Trafiklerin İniş Pistine göre Dağılımı

İniş Pisti	İniş Trafiği Sayısı
34L	221
35R	724
36	607
16R	596
17L	905
18	655
Toplam	3708

Bu çalışmada uçakların taksi süreleri düşünülerek hangi operasyon modunun yakıt tüketimi açısından en uygun olacağı geçmiş dönem verilerine göre incelenmiştir. Çalışmada belli durumlarda hava trafiğindeki yoğunluktan kaynaklı uçaklar pist başında ve park pozisyonlarında uzun bekleme yapılmıştır ve asıl amacımız olan hangi pistin park pozisyonları açısından daha az yakıt tüketimi sağlayacağı bilgisine ulaşmamızı engellemesini önlemek için kalkış verileri dikkate alınmamıştır. Bu yüzden çalışmada kuzey konfigürasyon için 34L-35R,34L-36,35R-36 modları ve 34L,35R,36 pistleri için ayrı ayrı; güney konfigürasyon için 16R-17L,16R-18, 17L-18 modları ve 16R,17L,18 pistleri için ayrı ayrı inceleme yapılmıştır.

Havalimanı işletmecisinden elde edilen veriye göre bu dönemde inen uçaklar incelendiğinde 47 farklı uçak tipi havalimanına iniş yapmıştır. Bunlardan Jumbo kategorisinde sadece Airbus A380 modeli inerken ağır kategoride 19 farklı uçak tipi, orta kategoride 26 farklı uçak tipi, hafif kategoride ise bir adet uçak tipinin iniş yaptığı görülmüştür. İnişlerin %55’ini orta kategorideki uçaklar oluşturmaktadır. Elde edilen uçak tipi verilerine göre her bir uçağın taksi boyunca yakıt tüketim miktarlarına ulaşmak için her bir uçak tipine ait kullanılabilecek motor tipleri ve sayıları Eurocontrol verilerinden çekilmiştir (Skybrary, 2021). Elde edilen verilere göre ICAO Motor Emisyon Veri Bankası’ndan (ICAO Engine Exhaust Emissions Data Bank, 2014) her bir uçak tipi için alternatif tüm motor tiplerine göre yakıt tüketimleri listelenmiştir. Farklı motor kullanımları farklı yakıt tüketimine sebep olacağı için iki farklı yakıt tüketimi tablosu oluşturulmuştur. Bu tablolardan biri minimum yakıt tüketen motor tipi tercihi varsayımıyla diğeri de maksimum yakıt tüketen motor tercihi varsayımıyla oluşturulmuştur. İstanbul Havalimanı’nda pist kullanımları için ayırma değerleri de göz önünde bulundurularak yapılan maksimum iniş ve kalkış trafiği değerleri incelemesine göre mevcutta kullanılan pistlerin ikisinin iniş ikisinin kalkış için kullanılması havalimanının maksimum kapasiteye ulaşmasını sağladığı için çalışmada kullanılabilecek pist ikilileri de seçilerek incelenmiştir.

Kuzey konfigürasyonları için 34L-35R,34L-36,35R-36 konfigürasyonlarının, güney konfigürasyonları için 16R-17L,16R-18,17L-18 konfigürasyonlarının kullanıldığı zaman dilimlerinden ayrı tablolar oluşturulmuştur. Java programlama dili kullanılarak oluşturulan yazılımla pistlere göre iniş yapan trafiklerin uçak tipi, ve taksi sürelerinden oluşan veriler ile her bir uçak tipi için maksimum ve minimum yakıt tüketim değerlerine göre her bir pist için ayrı ayrı ve pist ikilileri için ortalama yakıt tüketim değerleri hesaplanmıştır.

3.1. Kuzey Konfigürasyon

İstanbul Havalimanı'nın konumu ve ülkemizin coğrafi yapısı sebebiyle mevsim geçiş dönemleri haricinde iniş pistleri için yoğunluklu olarak kuzey yönlü pist konfigürasyonu tercih edilmektedir. Kuzey konfigürasyonun kullanımı yılın büyük bir kısmını içermektedir. Bu sebeple güney konfigürasyona göre daha büyük önem arz etmektedir.

Kuzey yönlü konfigürasyon için iniş pisti olarak kullanılan 34L, 35L,36 pistleri ve bunun ikili kombinasyonları incelenmiştir. Ayrı ayrı her pist için yakıt tüketimleri incelendiğinde 34L pistinin ortalama taksi süresinin en uzun olduğu ve buna bağlı olarak da ortalama yakıt tüketiminin maksimum ve minimum yakıt tüketimi varsayımlarına göre de en fazla olduğu görülmüştür. İncelemede en az ortalama taksi süresi 35R pistine ait olmakla birlikte 36 pisti ile çok yakın sonuçlar vermiştir. Aynı şekilde 35R ve 36 pistlerinin ortalama yakıt tüketim değerleri de birbirine çok yakın olduğu görülmüştür (Tablo 4).

Tablo 4. Kuzey Konfigürasyon için Minimum ve Maksimum Yakıt Tüketimi Varsayımıyla Her Bir Pist İçin Ortalama Yakıt Tüketimi

Pist	Ortalama Taksi Süresi (Dk)	Minimum Yakıt Tüketimi Varsayımı İçin Taksi Boyunca Harcanan Ortalama Yakıt (L)	Maksimum Yakıt Tüketimi Varsayımı İçin Taksi Boyunca Harcanan Ortalama Yakıt (L)
34L	17,97 Dk	170,43 L	564,56 L
35R	10,20 Dk	99,9 L	291,44 L
36	10,45 Dk	94,5 L	247,35 L

Daha sonra iniş pistlerinin ikili kombinasyonları incelenmiştir. Bu incelemenin sonucunda 35R-36 İniş konfigürasyonunun ortalama yakıt tüketimi açısından minimum ve maksimum yakıt tüketim değerleriyle ayrı ayrı yapılan incelemede de minimum yakıt tüketimi sağladığı görülmüştür. İncelemenin sonucunda ortaya çıkan değerler Tablo 5'teki gibidir.

Tablo 5. Kuzey Konfigürasyon için Minimum ve Maksimum Yakıt Tüketimi Varsayımıyla Ortalama Yakıt Tüketimi

Konfigürasyon	Ortalama Taksi Süresi (Dk)	Minimum Yakıt Tüketimi Varsayımı İçin Taksi Boyunca Harcanan Ortalama Yakıt (L)	Maksimum Yakıt Tüketimi Varsayımı İçin Taksi Boyunca Harcanan Ortalama Yakıt (L)
34L-35R	13,61 Dk	125,7 L	379,52 L
34L-36	13,73 Dk	136,75 L	429,8 L
35R-36	10,18 Dk	97,17 L	273,46 L

Buradan anlaşılmaktadır ki 35R ve 36 pistleri gerek ortalama taksi süreleri gerekse bu pistlere atanan uçak tiplerine göre ortaya çıkan ortalama yakıt tüketim değerleri açısından kuzey yönlü konfigürasyonda en uygun iniş pisti ikilisini oluşturmaktadır. Bu incelemelerde görülmektedir ki 34L pisti gerek taksi süreleri gerekse buna bağlı olarak yakıt tüketimi açısından uygun değildir. Fakat 34L pisti ile 35R pistlerinin arasında kargo apronu bulunmaktadır. Bu sebeple ilerleyen dönemlerde havalimanının genişlemesi ve yeni pistlerin inşasıyla birlikte 34L pistinin sadece kargo uçuşlarına ayrılarak daha etkin bir yer trafiği için planlandığı düşünülebilir.

3.2. Güney Konfigürasyon

İstanbul Havalimanı'nda çoğunlukla mevsim geçiş dönemlerinde esen rüzgarların yönü sebebiyle güney yönlü konfigürasyon kullanılmaktadır. Yıl içinde kuzey konfigürasyona nispeten daha az kullanılmaktadır.

Güney yönlü konfigürasyon için iniş pisti olarak kullanılan 16R, 17L,18 pistleri ve bunun ikili kombinasyonları incelenmiştir. Java programlama dili ile oluşturulan yazılım aracılığıyla her bir konfigürasyon için minimum ve maksimum yakıt tüketimi varsayımına göre konfigürasyonların ortalama yakıt tüketimi hesaplanmıştır.

Ayrı ayrı her pist için yakıt tüketimleri incelendiğinde ise 16R pistinin ortalama taksi süresinin en uzun olduğu ve buna bağlı olarak da ortalama yakıt tüketiminin maksimum ve minimum yakıt tüketimi varsayımlarına göre de en fazla olduğu görülmüştür. İncelemede en az ortalama taksi süresi 18 pistine ait olmakla birlikte 17L pisti ile ortalama taksi süresinin çok yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Aynı şekilde 17L ve 18 pistlerinin ortalama yakıt tüketim değerleri de birbirine çok yakın olduğu görülmüştür (Tablo 6).

Tablo 6. Güney Konfigürasyon için Minimum ve Maksimum Yakıt Tüketimi Varsayımıyla Her Bir Pist İçin Ortalama Yakıt Tüketimi

Pist	Ortalama Taksi Süresi (Dk)	Minimum Yakıt Tüketimi Varsayımı İçin Taksi Boyunca Harcanan Ortalama Yakıt (L)	Maksimum Yakıt Tüketimi Varsayımı İçin Taksi Boyunca Harcanan Ortalama Yakıt (L)
16R	14,73 Dk	137,14 L	443,67 L
17L	8,6 Dk	79,45 L	254,8 L
18	7,95 Dk	69,08 L	228,2 L

Daha sonra iniş pistlerinin ikili kombinasyonları incelenmiştir. Bu incelemenin sonucunda 17L-18 İniş konfigürasyonunun ortalama yakıt tüketimi açısından minimum ve maksimum yakıt tüketim değerleriyle ayrı ayrı yapılan incelemede de minimum yakıt tüketimi sağladığı görülmüştür. İncelemenin sonucunda ortaya çıkan değerler Tablo 7'deki gibidir.

Buradan anlaşılmaktadır ki güney konfigürasyon için 17L ve 18 pistleri gerek ortalama taksi süreleri gerekse bu pistlere atanan uçak tiplerine göre ortaya çıkan ortalama yakıt tüketim değerleri açısından en uygun iniş konfigürasyonunu oluşturmaktadır. Güney konfigürasyonlar incelendiğinde kuzey konfigürasyonda yer alan 34L pistinin durumuna benzer durum 16R pisti için gözlemlenmektedir. Fakat güney konfigürasyonlarda pist sonunun apronlara daha yakın

olması sebebiyle 34L pistinin kullanımında harcanan yakıt tüketimine nispeten 16R pistinin kullanımında daha az yakıt tüketildiği görülmektedir.

Tablo 7. Güney Konfigürasyon için Minimum ve Maksimum Yakıt Tüketimi Varsayımıyla Ortalama Yakıt Tüketimi

Konfigürasyon	Ortalama Taksi Süresi (Dk)	Minimum Yakıt Tüketimi Varsayımı İçin Taksi Boyunca Harcanan Ortalama Yakıt (L)	Maksimum Yakıt Tüketimi Varsayımı İçin Taksi Boyunca Harcanan Ortalama Yakıt (L)
16R-17L	12,08 Dk	110,3 L	314,34 L
16R-18	11,84 Dk	115,3 L	374,1 L
17L-18	8,17 Dk	75,66 L	251,8 L

4. Sonuç ve Tartışma

İstanbul Havalimanı çoklu paralel pistlerinin incelenmesinde kuzey ve güney konfigürasyon için yapılan en uygun iniş konfigürasyonunun belirlenmesi çalışmasında, kuzey konfigürasyon için en uygun iniş pisti ikilisi en düşük ortalama taksi süresi ve en az ortalama yakıt tüketim ortalamasını sağlayan 35R-36 pistleri olarak belirlenmiştir. Güney konfigürasyon içinse en uygun iniş pisti ikilisi en düşük ortalama taksi süresi ve en az ortalama yakıt tüketim ortalamasını sağlayan 17L-18 pistleri olarak belirlenmiştir. Bu noktada görülmektedir ki 34L-16R pistleri havalimanının yerleşim planına göre genel havacılık apronlarına en uzak kısımda yer almaktadır. Bu sebeple taksi süreleri diğer pistlere göre daha uzundur. İstanbul Havalimanı'na ilerleyen aşamalarda inşası planlanan diğer pistlerin tamamlanmasıyla birlikte 34L-16R pistinin kargo apronlarına olan yakınlığı sebebiyle sadece kargo trafikleri için kullanılacağı öngörülmektedir. Bunlara ilave olarak 34L-16R pisti Terkos Gölü'ne en yakın pozisyonda bulunan pisttir. Taşımacılığın ilerlemesiyle birlikte denizyolu taşımacılığı ve havayolu taşımacılığının entegrasyonuna imkân sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmada oluşturulan minimum ve maksimum yakıt tüketimi varsayımları incelendiğinde maksimum yakıt tüketen motor tercih edildiğinde minimum yakıt tüketen motor tercihi göre üç kat daha fazla yakıt tüketimine sebep olduğu görülmektedir. Bunun uçak motorlarındaki ekipman değişikliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin Airbus A320 NEO modeli bir uçakta çoklu jet motor kullanılmaktadır fakat kullanılan motor modeli CFM International LEAP ya da Pratt & Whitney PW1000G olarak tercih edilebilmektedir. Bu iki motor tipinin yakıt tüketimleri incelendiğinde birbirine çok yakın değerler olmadığı görülmektedir. Bu sebeple pistlere göre ortalama yakıt tüketimi değerleri maksimum ve minimum yakıt tüketime sebep olan motor tercihiyle ilgili olarak ortalamada yaklaşık üç katı bir değer ortaya çıktığı görülmüştür. Bu sonuçtan da anlaşılmaktadır ki şirketlerin uçaklarında kullanmayı tercih ettiği motor tipleri de yakıt tüketim değerlerini önemli ölçüde etkilemektedir.

Kuzey ve güney konfigürasyonlar karşılaştırıldığında güney konfigürasyonda pist terk ediş noktalarının park yerlerine yakınlığından dolayı daha az taksi süresine sebep olduğu ve bu sebeple yaklaşık %20 daha az yakıt tüketimi sağlandığı gözlemlenmiştir. Havalimanın inşaatının planlanması aşamasında rüzgâr yönü ve yıl içerisindeki seyri incelenerek park

pozisyonları daha kuzeyde konumlandırılması yıl içerisindeki pist konfigürasyonları da düşünülerek daha az yakıt tüketimi sağlanabilirdi. Ancak İstanbul Havalimanı bu durum gözetilerek planlanmadığı ve İstanbul'un coğrafi konumu gereği mevsim geçiş dönemleri haricinde yani yılın büyük bir çoğunluğunda kuzey konfigürasyon kullanılması sebebiyle kuzey konfigürasyonun incelenmesi havayolu işletmecileri için daha büyük önem arz etmektedir.

Etik Kurul Onay Beyanı

İlgili çalışmada insan veya hayvan katılımcılardan veri toplanmadığı için etik kurul izni gerekmemektedir.

Kaynakça

- Abbenhuis, A. (2021). Flexible runway scheduling for complex runway systems: A multi-objective optimization for fuel use and noise disturbance at Amsterdam Airport Schiphol, Delft University of Technology (Yayımlanmamış doktora tezi). Delft, Netherlands.
- Ahmed, M. S. (2018). Maximising runway capacity by mid-term prediction of runway configuration and aircraft sequencing using machine learning (Yayımlanmamış doktora tezi). University of New South Wales, Sydney, Australia.
- Ahmed, M. S., Alam, S. ve Barlow, M. (2018). A cooperative co-evolutionary optimisation model for best-fit aircraft sequence and feasible runway configuration in a multi-runway airport. *Aerospace*, 5(3), 85.
- Delsen, J. G. (2016). Flexible arrival & departure runway allocation using mixed-integer linear programming: A Schiphol Airport case study (Yayımlanmamış doktora tezi). Delft University of Technology, Delft, Netherlands.
- Devlet Hava Meydanları İşletmesi, DHMİ. (2021, Kasım). Aeronautical Information Publication (AIP), Havacılık Bilgi Yayını. Ankara, Türkiye.
- Dönmez, K., Çetek, C. ve Kaya, O. (2022). Aircraft sequencing and scheduling in parallel-point merge systems for multiple parallel runways. *Transportation Research Record*, 2676(3), 108–124. <https://doi.org/10.1177/03611981211049410>
- ICAO Engine Exhaust Emissions Data Bank, <https://www.easa.europa.eu/en/domains/environment/icao-aircraft-engine-emissions-databank>
- İGA , “İGA” [Erişim Tarihi: 17-Ocak-2022]. <http://iga.phtools.net/index.html>
- Meson-Mancha, S., de Lange, T., Koelle, R. ve Carro, I. G. O. (2019, Nisan). Assessing the Impact of the Runway System Configuration on Airport Capacity. *Integrated Communications, Navigation and Surveillance Conference (ICNS)* içinde (s.1-9). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICNSURV.2019.8735166>.
- Neitzke, K. W. ve Guerreiro, N. (2014). Exploration of the Theoretical Physical Capacity of the John F. Kennedy International Airport Runway System. In *AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference* (s. 0806).
- SKYBRARY, <https://skybrary.aero/aircraft-types>.
- Şahin, Ö. ve Usanmaz, Ö. (2012). The evaluation of aircraft operations at airports having different numbers and configurations of runways. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 5(4), 15–24.
- Wang, C., Imperial, K., Huang, C. ve Dang, T. (2022). Output targeting and runway utilization of major international airports: A comparative analysis using DEA. *Mathematics (Basel)*, 10(4), 551. <https://doi.org/10.3390/math10040551>

Araştırma Makalesi

Algılanan Değer, Güven ve Satın Alma Niyeti Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi: Otomobil Paylaşım Platformları Üzerine Bir Çalışma

Fatih Geçti^{1*} , Hilal Yasatekin² , İlknur Koçyiğit Bayniş¹ , Ömer Faruk Üner³ 

¹ İşletme Bölümü, Yalova Üniversitesi, Yalova, Türkiye

² İşletme Bilim Uzmanı

³ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yalova Üniversitesi, Yalova, Türkiye

Öz

Bu çalışmanın temel amacı tüketicilerin otomobil paylaşım hizmetlerine yönelik algıladıkları değer, güven ve satın alma niyeti arasındaki ilişkileri incelemektir. Çalışmanın diğer bir amacı da otomobil paylaşım platformları bağlamında algılanan değer kavramını oluşturan boyutların bu kavramı ne ölçüde açıkladığının ortaya konulmasıdır. Çalışmanın amaçları doğrultusunda bir araştırma modeli geliştirilmiştir. Kolayda örnekleme yöntemine göre belirlenen ilgili tüketicilere internet üzerinden online anket gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda önerilen hipotezlerin hepsi kabul edilmiştir. Tüketicilerin otomobil paylaşımı hizmetlerine yönelik olarak algıladıkları değer ve satın alma niyetleri arasındaki ilişkide güvenin kısmi aracılık etkisi de bulunmuştur. Bunun yanı sıra, otomobil paylaşım platformlarındaki hizmetlere yönelik algılanan değer kavramını en iyi açıklayan boyutun algılanan itibar değeri olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmanın bulgularının gelecekte paylaşım ekonomisi alanında çalışma yapacak araştırmacılara incelenen değişkenler çerçevesinde farklı bir bakış açısı ve otomobil paylaşım platformlarındaki uygulamalara da tüketicilerle ilgili farklı pazarlama stratejilerinin oluşturulmasında katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: otomobil paylaşımı, algılanan değer, güven, satın alma niyeti

Investigating the Relationships Among Perceived Value, Trust and Purchase Intention: A Study on Car Sharing Platforms

Abstract

The purpose of this study is to investigate the relationships among consumers' perceived value, trust and purchase intentions on car sharing platforms. Another aim of this study is to reveal the extent to which the dimensions of the concept of perceived value in the context of car-sharing platforms explain this concept. In order to achieve these aims, a research model and several hypotheses were developed. By using the convenience sampling, online questionnaires were conducted over the internet to the relevant consumers. As a result, all proposed hypotheses were accepted. It was also found that trust positively mediated the relationship between consumers' perceived value and purchase intention. In addition, it was revealed that the dimension that best explained the concept of perceived value was perceived reputation value. It is expected that the findings might provide a different perspective to the scholars studying in the field of sharing economy and contribute to the practitioners working on these platforms in creating different marketing strategies for consumers.

Keywords: car sharing, perceived value, trust, purchase intention

* İletişim / Contact: Fatih Geçti, İşletme Bölümü, Yalova Üniversitesi, Yalova, Türkiye. E-Posta / E-mail: fgecti@yalova.edu.tr
Gönderildiği tarihi / Date submitted: 09.09.2022, Kabul edildiği tarih / Date accepted: 04.10.2022

Alıntı / Citation: Geçti, F., Yasatekin, H., Koçyiğit Bayniş, İ. ve Üner, F. Ü. (2022). Algılanan değer, güven ve satın alma niyeti arasındaki ilişkilerin incelenmesi: Otomobil paylaşım platformları üzerine bir çalışma. *Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 142–166. doi:10.38002/tuad.1173248



Algılanan Değer, Güven ve Satın Alma Niyeti Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi: Otomobil Paylaşım Platformları Üzerine Bir Çalışma

Günümüz dünyasında bireylerin karşı karşıya kaldıkları bazı ekonomik, toplumsal ve ekolojik sebepler onları paylaşma yöneltmektedir. Bu sebeplerden bazılarının; küresel ölçekte bireylerin hayatını etkileyen Covid-19 pandemisi ve beraberinde yaşanan ekonomik sorunlar, kaynakların daha etkin kullanımı için sürdürülebilir yaşam arzusu ve çevresel kaygılar olduğunu söylemek mümkündür. Paylaşım, insanlık tarihi kadar eski bir kavram olsa da teknolojik gelişmelerin katkısıyla günümüzde farklı bir boyuta taşınmıştır (Belk, 2014). Özellikle Web 2.0 teknolojileri ile hayatımıza giren internet temelli uygulamalarla, paylaşım bireylerin kendi çevresiyle olan sınırı aşmış ve paylaşım ekonomisi olarak adlandırılan alternatif bir ekonomik sistem haline gelmiştir (Kacar ve Yakın, 2018). Böylece sahiplik üzerine kurulu ekonomik sistem yerini, takas, kiralama, iş birlikleri ve ortak ulaşım gibi paylaşım çözümlerine bırakmıştır (Kiracı, 2017). İlk kez 2008 yılında Lessig tarafından kullanılan paylaşım ekonomisi ifadesi herhangi bir sahiplik elde etmeden kaynakların kiralanması ve mübadelesi gibi paylaşım faaliyetlerinin oluşturduğu ekonomik bir kavram olarak tanımlanmaktadır (Alarçin, 2021). Paylaşım ekonomisinde bireylerin maddi veya manevi bir kazanç elde etme üzere atıl durumda olan çeşitli kaynaklarını diğerleriyle paylaşması söz konusudur (Yakın, 2018). Paylaşım ekonomisi akademisyenlerin ilgisini çeken bir kavram olmasının yanı sıra ekonomik hayatta da karşılık bulan önemli bir iş modelidir. Bu iş modelinin en bilinen şirketleri arasında otomobil paylaşım hizmeti sağlayan şirketler yer almaktadır. Modele göre internet tabanlı teknolojilerle geliştirilen bazı platformlar bireylerin araçlarını diğerleriyle paylaşmasına imkân sağlamaktadır. Bu platformlara Uber ve BlaBlaCar gibi uygulamalar örnek verilebilir. Bahsi geçen uygulamalar, taraflara araç/müşteri bulma, ödeme, güzergâh ve fiyat belirleme konularında hizmet vermektedir. Tüketici açısından bir markayı sürekli satın almadaki ilk motivasyonunun o markanın değerli olması ve algılanan değer de satın alma niyetini en çok etkileyen değişkenlerden birisi olduğu belirtilmektedir (Koç, 2021; Yang ve Peterson, 2004). Çünkü algılanan değer tüketici ve ürün (hizmet) arasındaki etkileşimi vurgulamaktadır (Türkmendağ ve Köroğlu, 2018). Erdil ve Uzun (2009), bu duygunun tüketici tarafından inanılan emniyet duygusu olduğunu ifade etmişlerdir. Güven tüketicinin değer ve değeri sunana yönelik uyum algısıyla da ilişkili bir kavramdır (Sirdeshmukh, Singh ve Sabol, 2002). Bu çalışmada temel olarak tüketicilerin otomobil paylaşım hizmetlerine ilişkin algıladıkları değer satın alma niyeti üzerindeki etkisini otomobil paylaşım platformları bağlamında incelemektedir. Çalışmada ayrıca tüketicilerin otomobil paylaşım platformlarına duydukları güvenin bu platformlardan hizmet satın alma niyetleri üzerindeki etkisi de araştırılmaktadır. Bu bağlamda bu çalışmayla amaçlanan algılanan değer, güven ve satın alma niyeti arasındaki ilişkilerin otomobil paylaşım platformları açısından analiz edilmesidir. Paylaşım ekonomisi alan yazınında son 15 yıldır gündemde olan bir kavram olup popülerliği ülkemizde de gittikçe artmaktadır. Ancak bir konunun akademik olarak popüler hale gelmesi o konuya ilişkin literatürün zengin olduğu anlamına gelmeyebilir. Bu bağlamda bu çalışmayla paylaşım ekonomisinin sürükleyici alanlarından olan otomobil paylaşım hizmetlerine yönelik algılanan değer, güven ve satın alma niyeti arasındaki ilişkilerin araştırılmasının özellikle ülkemiz literatürüne katkılar sağlayacağı ve bunun da çalışmanın özgün değerini oluşturacağı düşünülmektedir.

1. Teorik Arka Plan

1.1. Paylaşım Ekonomisi Kavramı

Belk (2010) hediyeleşme ve ticari mübadele ile birlikte paylaşım terimini de kullanarak üç tür pazar davranışından bahsetmiştir. Ozanne ve Ballantine (2010) ise hediyeleşme ve ticari mübadelede sahiplik devri ve karşılığın söz konusu olduğunu ancak paylaşımında karşılık

beklenmeksizin ortak kullanımın bulunduğunu belirtmiştir. Konaklama, ulaşım, yayıncılık, perakende, medya ve finansal hizmetler gibi pek çok sektörde çeşitli dönüşümlere sebep olan paylaşım ekonomisi özellikle son yıllarda ülkemizdeki araştırmacıların da gündeminde olan bir konu haline gelmiştir. İlgili literatür incelendiğinde farklı yazarlar tarafından farklı şekillerde paylaşım ekonomisi tanımları yapıldığı görülmektedir. Bu tanımlardan bazıları aşağıda yer almaktadır:

- “*Birey veya organizasyonların, fazla kapasiteyi daha etkin kullanması süreci*” (Brachya ve Collins, 2016, s. 4)
- “*Varlıkların veya hizmetlerin özel kişiler arasındaki ücretsiz veya ücretli olarak, tipik olarak internet aracılığıyla paylaşıldığı bir ekonomik sistem*” (Habibi, Kim ve Laroche, 2016, s. 277)
- “*Mülkiyet devrinin gerçekleşmediği piyasa aracılı olabilecek işlemler*” (Bardhi ve Eckhardt (2012, s. 881)
- “*Ürünlere sahip olmadan kaynakların paylaşımı, değiş tokuşu ve kiralanması faaliyetleriyle yapılan işbirlikçi tüketim*” (Lessig, 2008, s. 143)

Yukarıdaki tanımlar incelendiğinde paylaşım ekonomisi kavramı oldukça popüler bir kavram olmasına rağmen farklı sektör ve ekonomik yapılarda uygulanması nedeniyle yaygın olarak kullanılan ortak ya da net bir tanım konusunda bir birlik olmadığı ifade edilmektedir (Kumar, Lahiri ve Doğan, 2018; Yavaş, 2020). Kavramla ilgili ortak bir tanıma ulaşılamamasının altında yatan farklı faktörlerin de olduğu belirtilmektedir. Bu faktörlerin, a) paylaşım ekonomisinin içinde tanımlanacak uygulamaların sürekli olarak değişiyor ve gelişiyor olması, b) sürekli olarak değişen ve gelişen uygulamalarla meşgul olan insanların kendilerini paylaşım ekonomisinin bir parçasıymış gibi hissedememeleri ve c) fayda ve çıkar temelli bir oluşum sergilendiği için insanların paylaşım ekonomisini neyin oluşturduğuyla ilgili kıstaslar oluşturmayı tercih etmemeleri olduğu ifade edilmektedir (Herbert ve Collin-Lachaud, 2017). Bir platform olarak ele alındığında paylaşım ekonomisinin tüketicilerin ürün ve hizmetleri tedarik etmeleri için başka insanlarla bağlantı kurmalarını sağlayan platformlar olduğu vurgulanmaktadır (Nica ve Potcovaru, 2015). Bu platformların çeşitli özellikleri olmasına rağmen en temel özelliğinin ise alışveriş yaparken alma veya satma işlemi maliyetlerini ve ürün arama maliyetlerini önemli ölçüde azaltarak tüketici ve satıcı arasındaki işlemlerde aracılık konumunda bulunmasıdır (Anderson ve Huffman, 2018; Wen ve Siqin, 2020). Paylaşım ekonomisi platformları küçük girişimcilerin ortaya çıkmasını sağlamış ve bireylerin atıl durumdaki oda, otomobil, kitap, kıyafet vb. eşyalarını ücretli veya ücretsiz paylaşmasına ortam sağlamıştır (Gül, Dinçer ve Çetin, 2018). Seyahat (Airbnb Couchsurfing vb.), araç paylaşımı/kirama (Uber Blabalacar, Lyft, Zipcar vb.), hizmet (Fiverr, Skillshare vb.), kıyafet (Dolap, Gardrops vb.) gibi birçok alanda faaliyette bulunan paylaşım ekonomisi platformları bulunmaktadır.

1.2. Algılanan Değer

Algılanan değer, işletme yönetimi, psikoloji, ekonomi ve pazarlama gibi disiplinlerde ele alınan çok boyutlu bir kavramdır (Tuncer, Unusan ve Cobanoğlu, 2021). Algılanan değer, bir tüketicinin bir ürün karşılığında ne kazandığının ve ne ifade ettiğinin algılanmasına ilişkin olarak o ürün hakkındaki genel fayda değerlendirmesi olarak tanımlanmaktadır (Zeithaml, 1988). Algılanan değer, tüketicilerin satın alma öncesi, satın alma sırası ve satın alma sonrası tüm aşamalarda var olabilen, bir ya da birden fazla ürün veya hizmeti değerlendirme sürecidir (Acquila-Natale ve Iglesias-Pradas, 2021; Solakis, Pena-Vinces ve Lopez-Bonilla, 2022; Zhang, Jahromi ve Kizildağ, 2018).

Algılanan değer hakkında yapılan literatür taramasında algılanan değerın çeşitli boyutlarla ele alındığı görülmüştür. Holbrook ve Corfman (1985) faydacı ve hedonik değer olarak iki boyutta incelemiştir. Sheth, Newman ve Gross (1991) ise fonksiyonel, sosyal, duygusal, epistemik ve durumsal olmak üzere beş boyutta değerlendirmişlerdir. Sweeney ve Soutar (2001) algılanan değeri dört boyutta incelemiştir, bunlar fonksiyonel değer (kalite/performans değeri), duygusal değer, fonksiyonel değer (para için fiyat değeri) ve sosyal değerdir. Petrick (2002) ise algılanan değeri, kalite değeri, duygusal değer, parasal finansal değer, davranışsal finansal değer ve itibar değeri olmak üzere beş boyutta ele almıştır. İlgili literatür incelendiğinde yukarıda da görüldüğü üzere algılanan değer kavramı boyutsal olarak ele alınmış ancak kaç boyuttan oluşacağına ilişkin ortak bir kanıya varılamamıştır. Bu durumun nedeni algılanan değer kavramının soyut olması ve aslında değer algısını ölçmeye çalıştığı için kişilerin değer algılarının da sübjektiflik içermesi olabilir. Algılanan değerın boyutlarını oluşturan değişkenler şu şekillerde özetlenebilir (Jiang, Zhou, Ren ve Yang, 2021; Liu, Li, Dai ve Guo, 2021; Mingione, Cristofaro ve Mondì, 2020; Roh, Seok ve Kim, 2022; Touni, Kim, Haldorai ve Rady, 2022):

- Algılanan sosyal değer tüketicilerin başka tüketiciler ile etkileşim halinde olması ve etkileşimlerin tüketiciler tarafından değerlendirilmesi ve yardımlaşmadan gelmekte olan olumlu ya da olumsuz düşünceleri,
- Algılanan fonksiyonel değer, muhtemel tüketicinin sorunlarını çözebileceğine veya taleplerine karşılık bulabileceğine dair algıladığı yarar,
- Algılanan işlevsel değer, muhtemel tüketicilerin ürün veya hizmetin özellikleri hakkında yapılan bilgilendirmeleri kıymetli bulması durumu,
- Algılanan finansal değer fiyatlar ve bu fiyatlar bağlamında ürün veya hizmetin işe yarama durumuna göre algılanma durumu,
- Algılanan duygusal değer, satıcıların ve muhtemel tüketicilerin paylaştığı bilgiler sayesinde boş zamanlarını alışveriş yaparak, dinlenerek veya eğlenerek geçirmelerini teşvik eden ve bunun sonucunda mutluluk gibi algılanan hissi kıymetler,
- Algılanan bilgi (epistemik) değeri, muhtemel tüketicilerin ürün ya da hizmet ile ilgili elde edebildiği bilginin kıymet derecesini algılaması,

Algılanan itibar değeri, ürün veya hizmeti sunanların (satıcı veya platform) saygınlık derecesine ve muhtemel tüketicilerin bu saygınlık derecesine atfettiği kıymeti nasıl algıladığına bağlı olarak ürün veya hizmete verdiği değer.

1.3. Güven

Güven bir ürünü ya da markayı satın almadan önce o ürüne ya da markaya inanma duygusu olarak açıklanmaktadır (Onurlubaş ve Altunışık, 2019). Güvenin oluşumunun insanların karşısındaki kişi ya da kuruluşlara karşı çeşitli olgulardan meydana geldiği belirtilmektedir (Dal ve Şahin, 2018). Güven, etkileşimin ve ilişkinin temelini oluşturmaktadır (Fedosov, Zavolokina, Krumhard ve Huang, 2022). Güven özellikle tüketicinin süzgecinden geçirilmiş olan değerlendirmenin olumsuz olma ihtimalini ve emniyetsizliği ortadan kaldırmada katkısı olduğundan etkili sonuçların kısa sürede alınabileceği kavramlardan biridir (Mittendorf, 2017).

Kişiler arası ilişkilerin, iletişimlerin ve etkileşimlerin temelini oluşturan güven kavramı oldukça önemli bir kavramdır (Furnell ve Karweni, 1999; Marriott ve Williams, 2018). Güveni önemli yapan pek çok neden bulunmasına rağmen ön plana çıkan üç neden bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla a) tarafların bilinmiyor ve tanınmıyor olması, b) verilerin kontrol edilmesinin tamamıyla mümkün olmaması ve c) karşı tarafın bilinmeyen bir konumda olmasıdır (Furnell ve

Karweni, 1999). Güven, geçmiş tecrübelerin temelinde oluşan ve sonuçlara dayalı bir kavram olmakla beraber eğer sonuç olumluysa güven artmakta ancak sonuç olumsuz olduğunda ise güven azalmaktadır (Onurlubaş ve Altunışık, 2019). Bazı çalışmalar güveni üç boyutta incelemektedir. Bu boyutlarından birincisi, tüketicinin kendi içerisinde bir platforma ya da satıcıya hissetmiş olduğu bireysel güvendir. İkinci boyut, tüketicinin iletişim içerisinde olduğu diğer muhataplarının dürüstlüğünden kuşku duymaması yani kişilerarası güvendir. Üçüncü boyut, bir platformu kullanan tüketicilerin belirsizlik ve öngörülemez durumlarda platformun/satıcının bu durumu üstlenerek bilgilendirmesi, yönlendirmesi veya yaklaşımlarının çözüm odaklı ve net olduğu örgütsel güvendir (Yang, 2017). Güven, kişisel bilgilerin paylaşılmamasını, işlemlerin dürüst bir şekilde yürütülmesini ve diğer kullanıcıların tecrübelerinin doğru bir şekilde aktarılmasını, satıcıların/platformun doğru bilgilendirmeler ve yönlendirmelerde bulunmasını içermektedir (Akhmedova, Vila-Brunet ve Mas-Machuca, 2021). Bu durumda güven, tüketicinin öngöremediği durumlara olan belirsizliğini azaltmaktadır (Solakis ve ark., 2022). Singh ve Sinha (2020) güven algısının, tüketicinin platforma/satıcıya güvenmesi için teşvik edildiği bir duygu durumu olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda güven algısının güvenilirlik ve emniyet hissini ifade eden öznel bir duygu olduğu ifade edilebilir (Wu, Zeng ve Xie, 2017).

1.4. Satın Alma Niyeti

Bir tüketicinin bir ürünle ilgili değerlendirmelerini ya da tutumlarını ifade eden satın alma niyeti tüketicinin satın almak için hangi işletmeyi seçeceği yönündeki tahmini olarak karakterize edilmektedir (Demirgüneş, 2015). Satın alma niyeti bir tüketicinin bir ürün veya hizmeti satın almaya ihtiyacı olduğunu düşündüğü için o ürün veya hizmeti satın almayı tercih etmesi, o ürüne (hizmete) olan tutumu ve ürün algısı anlamına gelmektedir (Madahi ve Sukati, 2012). Satın alma niyetinin, tüketicinin satın alma kararı vermesinden önce tüketim ile ilgili tutumunun ve harekete geçmeye ile ilgili tüketici davranışının bir bölümü olduğunu ifade eden araştırmacılar da bulunmaktadır (Kinnear ve Taylor, 1987). Satın alma niyeti ayrıca tüketicinin bir platform ya da satıcıyla ilgili genel değerlendirmesi sonrasında tüketicinin bu platform ya da satıcıdan satın alma işlemi yapma ihtimali olarak da açıklanmaktadır (Roh ve ark., 2022). Bugün gelişen teknoloji, internet siteleri ve ülke ekonomileri ile beraber tüketicilerin alışveriş yapma ve satın alma yöntemlerinde de değişiklikler olmaktadır. Tüketicilerin satın alma niyetinin değerlendirilebilmesi, platform sahiplerinin ya da satıcılarının pazarın eğilimini yakından takip etmelerine yardımcı olmaktadır (Yulisetiari, Subagio, Paramu ve Irawan, 2017). Bu yüzden satın alma niyeti, satın alma davranışlarını öngörmede önemli bir unsurdur.

1.5. Değişkenler Arasındaki İlişkiler

1.5.1. Algılanan Değer ve Güven İlişkisi.

İlgili literatür incelendiğinde algılanan değer ve güven arasındaki ilişkileri ortaya koyan çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Ok, Choi ve Hyun (2011), algılanan değer ve markanın güvenilirliği ilişkisini inceledikleri araştırmalarında faydacı değer marka güvenine olan etkisinin marka güvenilirliği aracılığıyla, hazcı ve sosyal değerlerin marka güvenine etkilerinin ise marka prestiji yoluyla gerçekleştiği sonucuna ulaşmışlardır.

Bayır (2021)'in çalışmasında dijital çağda tüketicilerin kullandığı mobil ödemelere ilişkin bulgularına göre güven algısı mobil ödeme kullanma sıklığı, mobil ödeme sistem tercihi ve demografik verilere (yaş, cinsiyet, eğitim durumu ve gelir durumuna) göre değişiklik göstermektedir. Brezilya'daki organik gıda pazarı tüketicilerinin satın alma niyetleri üzerinde algılanan değer ve güvenin incelendiği araştırmada fonksiyonel ve duygusal değer güven üzerinde olumlu etkileri bulunmuştur (Watanabe, Alfinito, Curvelo ve Hamza, 2020). Wijaya, Surachman ve Mugiono (2020) Endonezya'da gerçekleştirdikleri çalışmada bir ulusal sağlık

sigorta ofisinden hizmet alanlara yönelik bir araştırma yapmışlardır. Araştırma sonucunda ilgili hizmete yönelik algılanan değerini güveni olumlu yönde etkilediği ortaya çıkmıştır. Harris ve Goode (2004), online olarak kitap ve uçak bileti satın alan iki ayrı gruba araştırma yapmışlardır. Bulgular algılanan değer ve güven arasında pozitif yönde ilişkilerin olduğunu göstermiştir. Hasan, Kiong ve Ainuddin (2014), Malezya'daki yabancı banka müşterilerinin müşteri bağlılıklarını inceledikleri çalışmaları sonucunda algılanan değerini güveni olumlu yönde etkilediğini ortaya çıkartmışlardır. İncelenen literatür ve yukarıda verilen açıklamalar ışığında aşağıdaki hipotez önerilmiştir.

H1: Tüketicilerin otomobil paylaşım hizmetlerine yönelik algıladıkları değer bu hizmetlere duydukları güveni olumlu yönde etkilemektedir.

1.5.2. Algılanan Değer ve Satın Alma Niyeti İlişkisi.

Algılanan değer ve satın alma niyeti ilişkisi tüketici davranışı literatüründe çalışılan araştırma konularından birisi olarak bilinmektedir. Literatür incelendiğinde tüketicilerin satın alma niyetlerini etkileyen birçok faktörün olduğu ve algılanan değerini de bu faktörlerden birisi olarak kabul edildiği ifade edilmektedir (İslamoğlu ve Altunışık, 2018; Koç, 2021). Algılanan değerini satın alma niyetinin en önemli öncüllerinden birisi olduğu kabul edilmektedir (Jiang, Deng, Fan ve Jia, 2022). Tüketici tarafından algılanan değer, bir rekabet avantajı kaynağı ve bir işletmenin büyümesinin önemli bir belirleyicisidir. (Liu ve ark., 2021). Benzer şekilde, tüketicilerin algılamış olduğu değer, davranışlarının ve niyetlerinin temel bir tetikleyicisi olarak addedilmektedir (Kumar ve Reinartz, 2016; Liu ve ark., 2021). Gan ve Wang (2017), algılanan değer (faydacı, hazzı ve sosyal) ve satın alma niyeti arasındaki ilişkiyi sosyal ticaret bağlamında incelemişlerdir. Araştırma sonucunda faydacı, hazzı ve sosyal değerini satın alma niyeti üzerinde olumlu etkileri bulunmuştur. Wang ve ark. (2019) tüketicinin faydacı, hedonik ve sosyal olarak algıladığı değer ve tüketicinin otomobil paylaşımı platformlarındaki hizmetleri kullanma istekliliği üzerinde olumlu bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Liu ve ark. (2021) yapmış oldukları çalışma sonucunda yüksek düzeyde duygusal olarak algılanan değerini tüketicinin otomobil paylaşımı platformlarından satın alma niyetlerini artırdığını ortaya koymuşlardır. Habibi ve Rasoolimanesh (2021) algılanan kalite değerini tüketicinin satın alma niyetlerini etkilemede kilit bir faktör olduğunu belirtmişlerdir. Yin ve Qiu (2021) paylaşım ekonomisi platformlarında, platform itibarının algılanan değerini tüketicinin satın alma niyetini olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Ofori ve ark. (2022) Uber gibi otomobil paylaşım platformları bağlamında tüketicinin hedonik ve ekonomik olarak algılanan değerini devam etme niyeti üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu bulmuştur. Sharma (2019) tüketicinin otomobil paylaşım platformlarındaki hizmetler (Uber ve Ola) için algılanan hedonik değerini ve algılanan sembolik değerini satın alma niyetini olumlu olarak etkilediğini belirtmiştir. Wang ve ark. (2019) tüketicinin faydacı, hedonik ve sosyal olarak algıladığı değer ve tüketicinin otomobil paylaşımı platformlarındaki hizmetleri kullanma istekliliği üzerinde olumlu bir etkisinin olduğunu bulmuştur. Bu bilgilerden yola çıkarak aşağıdaki hipotez önerilmiştir.

H2: Tüketicilerin otomobil paylaşım hizmetlerine yönelik algıladıkları değer bu hizmetleri satın alma niyetlerini olumlu yönde etkilemektedir.

1.5.3. Güven ve Satın Alma Niyeti İlişkisi.

Literatür incelendiğinde güven ve satın alma niyeti ilişkisine dair çeşitli çalışmaların bulunduğu görülmektedir. Meida ve Trifiyanto (2022) Kebumen Regency'deki Shopee Paylater hizmeti için yaptıkları çalışmanın sonuçlarına göre tüketicilerin algıladığı güven tüketicilerin davranışsal niyetleri üzerinde etkilidir. Hakiem, Muslimin, Subchi ve Ahlan (2022) güven algısının kullanım niyeti ve kullanım davranışı üzerinde etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Aslan

(2019) tüketicilerin paylaşım platformuna olan güveninin artmasının paylaşım hizmetlerini kullanma niyetini pozitif yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Seo ve Lee (2021) otomobil paylaşımı platformlarında güven algısının tüketicinin beklentisinin karşılanacağından emin olmasını sağladığını ifade etmişlerdir. Park, Ahn, Thavisay ve Ren (2019) güvenin satın alma (kullanım) niyetini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuşlardır. Li ve Tsai (2022)'ye göre tüketicilerin güvendikleri bir otomobil paylaşımı platformlarından ürün veya hizmet satın alma niyetleri daha yüksektir. Lee, Chan, Balaji ve Chong (2018)'nin tüketicilerin Uber otomobil paylaşımı platformuna katılma niyetleri üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmaya göre platforma duyulan güven tüketicilerin katılma niyeti üzerinde olumlu ve anlamlı bir etki göstermektedir. Bappy, Haque, Bint Halim ve Hossain (2020) Bangladeş'teki tüketicilerin Uber'i benimseme davranışını tahmin etmeye çalıştıkları araştırma sonucunda Uber platformuna duyulan güvenin tüketicilerin Uber'i benimseme niyetini ve Uber kullanım davranışlarını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuşlardır. Kiracı ve Akdemir (2020) potansiyel kullanıcıların yaklaşımlarını ortaya koymak için yaptığı çalışmada Uber platformuna karşı algılanan güvenin Uber platformunu kullanma niyeti üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yukarıda verilen açıklamalar ve literatürde yer alan çalışmalar çerçevesinde aşağıdaki hipotez öne sürülmüştür.

H3: Tüketicilerin otomobil paylaşım hizmetlerine yönelik duydukları güven bu hizmetleri satın alma niyetlerini olumlu yönde etkilemektedir.

1.5.4. Algılanan Değer ve Satın Alma Niyeti İlişkisinde Güvenin Rolü.

Satın alma niyetini etkileyen çeşitli faktörler olduğu yukarıdaki bölümlerde detaylıca belirtilmişti. Bu etkiler bazen doğrudan etkiler şeklinde olduğu gibi bazen de bazı değişkenler aracılığıyla gerçekleşmektedir. Bu bağlamda ilgili literatür incelendiğinde algılanan değer ve satın alma niyeti arasındaki ilişkiye güven değişkeninin aracılık ettiği de görülmektedir. Bu tür bir aracılık etkisinin incelendiği çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Polat (2021) medikal turizm sektörüne yönelik yapmış olduğu çalışma sonucunda tüketici güveninin, deneyimleme kalite algısı ve tavsiye etme niyeti üzerinde bir aracılık etkisinin olduğu ortaya çıkartmıştır. Jamrozy ve Lawonk (2017) ekoturizm konusunda yapmış olduğu araştırma sonucunda güvenin algılanan değerler ile satın alma niyeti arasındaki ilişkiye kısmen aracılık ettiğini bulmuştur. Qalati ve ark. (2021) çevrimiçi alışverişte güvenin öncülleri ile satın alma niyeti arasındaki ilişkileri ele aldığı araştırmalarının sonucunda güven değişkeninin algılanan hizmet kalitesi, algılanan web sitesi kalitesi ve algılanan itibar ile çevrimiçi alışverişte tüketici satın alma niyeti arasındaki ilişkilere kısmen aracılık ettiği ortaya çıkmıştır. Sullivan ve Kim (2018) e-ticaret ortamlarında tüketici değerlendirmelerini incelikleri çalışmalarıyla tüketici güveninin, algılanan değer ile tekrar satın alma niyeti arasındaki ilişkiye aracılık ettiği sonucuna ulaşmışlardır. Bu bilgiler doğrultusunda aşağıdaki hipotez geliştirilmiştir.

H4: Tüketicilerin otomobil paylaşım hizmetlerine yönelik algıladıkları değer ve satın alma niyeti arasındaki ilişkiye duydukları güven aracılık etmektedir.

2. Araştırmanın Metodolojisi

2.1. Çalışmanın Amacı ve Araştırma Soruları

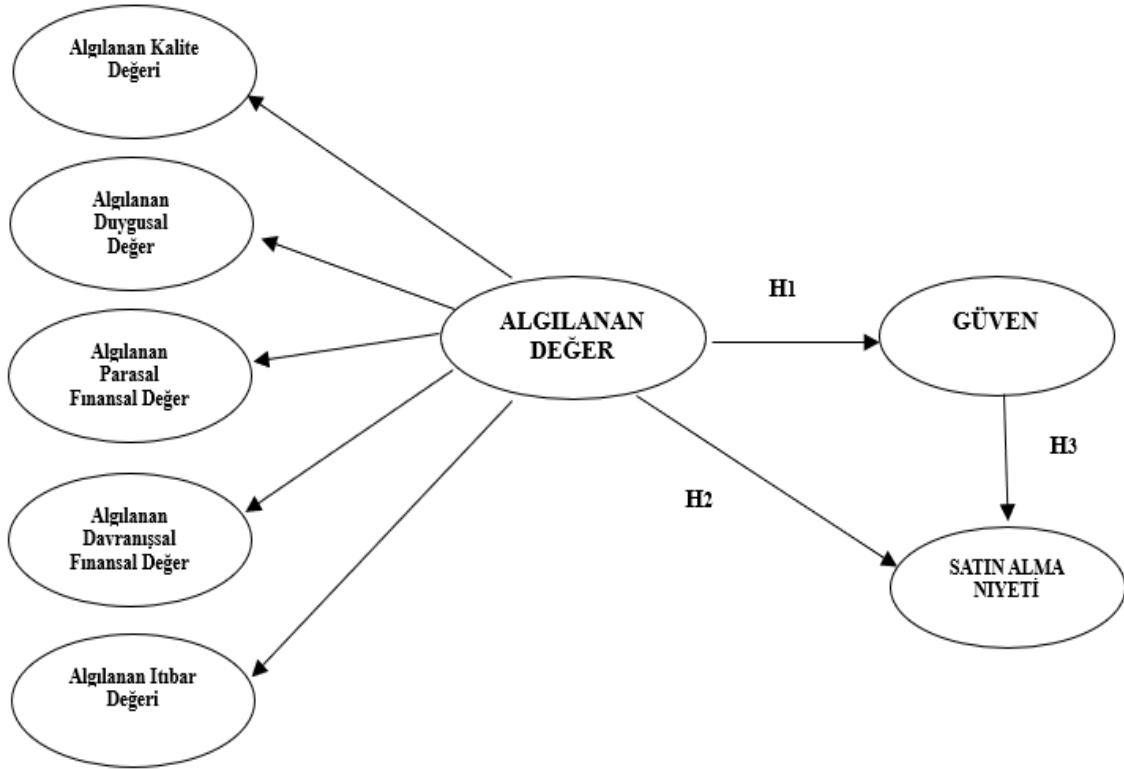
Bu çalışmanın amacı otomobil paylaşım platformlarından hizmetleri satın alma niyeti, otomobil paylaşım platformlarında hizmetlere duyulan güven ve otomobil paylaşım platformlarında hizmetlere ilişkin algılanan değer arasındaki ilişkileri incelemektir. Bu bağlamda bu çalışmayla tüketicilerin otomobil paylaşım platformlarındaki hizmetlere yönelik değer algılarının bu hizmetleri satın alma niyetleri üzerinde hem doğrudan hem de bu hizmetlere yönelik güven aracılığıyla dolaylı ne tür etkilerinin olduğu test edilmeye çalışılmaktadır. Ayrıca otomobil

paylaşım platformlarında hizmetlere yönelik algılanan değer kavramını oluşturan değişkenlerin (boyutların) bu kavramı ne ölçüde temsil ettiğinin açığa çıkarılması da çalışmanın diğer bir amacını oluşturmaktadır. Yukarıdaki bölümlerde detaylıca anlatılan bilgiler ve bulgular doğrultusunda bu çalışmayla cevabı aranan araştırma soruları aşağıdaki gibidir;

- Tüketicilerin otomobil paylaşım hizmetlerine yönelik algıladıkları değeri oluşturan alt boyutlar, algılanan değer temel boyutunu ne ölçüde temsil etmektedir?
- Tüketicilerin otomobil paylaşım hizmetlerine yönelik algıladıkları değer bu hizmetlere duydukları güven üzerinde ne tür etkileri vardır?
- Tüketicilerin otomobil hizmetlerine yönelik algıladıkları değer bu hizmetleri satın alma niyetleri üzerinde ne tür etkileri vardır?
- Tüketicilerin otomobil paylaşım hizmetlerine yönelik duydukları güvenin bu hizmetleri satın alma niyetleri üzerinde ne tür etkileri vardır?

Tüketicilerin otomobil paylaşım hizmetlerine yönelik algıladıkları değer ve satın alma niyeti arasındaki ilişki üzerinde bu hizmetlere duydukları güvenin aracılık etkisi var mıdır?

2.2. Araştırmanın Modeli



Şekil 1. Araştırmanın Modeli

2.3. Örneklem ve Veri Toplama

Araştırmanın evrenini Türkiye'de yaşayan, 18 yaş üzerinde olan, daha önce otomobil paylaşım platformlarından hizmeti kullanmış veya hiç kullanmamış tüm tüketiciler girmektedir. İlgili otomobil paylaşım platformlarından hizmetleri kullanan veya hiç kullanmayan tüketicilere ilişkin bir örneklem çerçevesi bulunmadığı için araştırmada kolayda örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Hazırlanan online anket formu ilgili internet sitesinde (<https://docs.google.com>)

yayınlanmış ve katılımcılara online anketin linki ulaştırılmıştır. Ağustos-Eylül 2022 döneminde kolayda örnekleme yöntemi kullanılarak internet üzerinden çevrimiçi (online) anket şeklinde gerçekleştirilen araştırmaya 477 kişi katılmıştır. Ancak elde edilen verilerden 40 tanesi rastgele doldurma ve eksik bilgi nedeniyle çalışmadan çıkarılmış ve 437 anket ile analiz gerçekleştirilmiştir.

2.4. Ölçekler

Araştırmanın anketi iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde araştırmanın modelini test etmek üzere kullanılan ölçeklere ait ifadeler bulunmaktadır. Ankette 5'li Likert tipi ölçek kullanılmıştır. Algılanan değer ölçeği Petrick (2004)'in çalışmasından uyarlanmıştır. Güven değişkeninin ölçülmesinde Gümüş ve Gegez (2017) ile Martínez-González, Parra-López ve Barrientos-Báez (2021)'nin çalışmalarından yararlanılmıştır. Satın alma niyeti ise Venkatesh ve Bala (2008)'nin çalışmasından uyarlanmıştır. İngilizce dilindeki ölçekler alanında uzman bir pazarlama akademisyeni gözetiminde İngilizceden Türkçeye tercüme edilmiş ardından tekrar İngilizceye çevrilerek anlamsal farklılıkların olup olmadığı kontrol edilmiştir. Önemli bir anlamsal farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Güven değişkeninin ölçülmesinde yararlanılmış olan ölçeklerden biri ise Gümüş ve Gegez (2017) tarafından Möhlmann (2015)'dan Türkçeye uyarlanan çalışmadan alınmıştır.

Anketin ikinci bölümünde ise örnek kitleye ilişkin demografik bilgiler (cinsiyet, medeni durum, yaş, gelir durumu ve eğitim düzeyi) yer almaktadır. Nihai araştırmaya geçmeden önce taslak bir anket formu oluşturulmuş ve bu form 45 kullanıcıya bir pilot çalışma (pretest) şeklinde uygulanmıştır. Pilot çalışmadan gelen geri bildirimler doğrultusunda anket revize edilmiş ve araştırmaya başlanmıştır.

2.4. Analiz Yöntemi

Araştırmanın verileri SPSS 26 ve AMOS 24 programı vasıtasıyla analizlere tabi tutulmuştur. Önerilen araştırma hipotezleri YEM (yapısal eşitlik modellemesi) prosedürlerine göre test edilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Katılımcı Profili ve Demografik Özellikler

Araştırmaya toplam 437 kişi katılmıştır. Araştırmaya katılanların %58,4'ünü kadınlar ve 41,6'sını erkekler oluşturmaktadır. Katılımcıların büyük bir çoğunluğu (%83,5) 34 yaşın altındadır. Katılımcıların %93,2'sini üniversite ve yüksek lisans mezunları oluşturmaktadır. Katılımcıların %57,4'ünün aylık kişisel gelirleri 6000 TL'den azdır. Katılımcıların çoğunluğu (%76,7) bekârlardan oluşmaktadır. Ayrıca araştırmaya katılanların %51,9'u otomobil paylaşım platformlarındaki hizmetlerden hiç kullanmadıklarını, % 15,1'i Uber kullandıklarını ve % 9,6'sı ise BlaBlaCars kullandıklarını belirtmişlerdir.

3.2. Ölçüm Modeli

Araştırmanın hipotezleri test edilmeden önce Anderson ve Gerbing (1988) tarafından önerilen iki adımlı yaklaşım kullanılmıştır. Buna göre öncelikle doğrulayıcı faktör analizleri gerçekleştirilerek ölçüm modelinin geçerlilik ve güvenilirliği analiz edilmiş, daha sonra ise önerilen hipotezler yapısal eşitlik modeli yoluyla test edilmiştir. Ölçüm modelinde yer alan yapılara ilişkin doğrulayıcı faktör analizi sonuçları 'maximum likelihood estimation' yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Ölçüm modelinde yer alan yapılar algılanan kalite değeri, algılanan duygusal değer, algılanan parasal finansal değer, algılanan davranışsal finansal değer, algılanan itibar değeri, güven ve satın alma niyetidir. Öncelikle bu yapılara ilişkin birinci düzey

doğrulayıcı faktör analizleri yapılmıştır. Daha sonra ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi yapılarak algılanan değer faktörünü oluşturan yapıların temsil güçleri ölçülmüştür. Doğrulayıcı faktör analizine ilişkin sonuçlar Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçları

Ölçek/İfadeler	Birinci Düzey Model	İkinci Düzey Model
	Faktör Yükleri	Faktör Yükleri
Algılanan Kalite Değeri (C.R.=0.89, AVE= 0.54, α =0.87)		
KD2-Otomobil paylaşım hizmetleri çok güvenlidir.	0.85	0.84
KD3-Otomobil paylaşım hizmetleri çok güvenilirdir.	0.91	0.92
KD4-Otomobil paylaşım hizmetleri çok tutarlı bir kalitededir.	0.78	0.79
Algılanan Duygusal Değer (C.R.=0.92, AVE= 0.73, α =0.92)		
DD1-Otomobil paylaşım hizmetleri bana kendimi iyi hissettirir.	0.89	0.89
DD2-Otomobil paylaşım hizmetleri bana keyif verir.	0.90	0.90
DD3-Otomobil paylaşım hizmetleri bana neşe verir.	0.85	0.85
DD4-Otomobil paylaşım hizmetleri beni memnun hissettirir.	0.83	0.83
Algılanan Finansal Değer (C.R.=0.89, AVE= 0.79, α =0.88)		
PFD1-Otomobil paylaşım hizmetleri çok uygun fiyatlıdır.	0.74	0.73
PFD3-Otomobil paylaşım hizmetleri adil bir şekilde fiyatlandırılır.	0.79	0.80
PFD4-Otomobil paylaşım hizmetleri makul fiyatlıdır.	0.93	0.93
PFD5-Otomobil paylaşım hizmetleri ekonomiktir.	0.91	0.91
PFD6-Otomobil paylaşım hizmetleri uygun fiyatlı gibi gözükmemektedir.	0.53	0.53
Algılanan Davranışsal Finansal Değer (C.R.=0.90, AVE= 0.82, α =0.90)		
DFD1-Otomobil paylaşım hizmetlerini satın almak kolaydır.	0.86	0.85
DFD2-Otomobil paylaşım hizmetlerini satın almak için çok az gayret gerekir.	0.80	0.80
DFD3-Otomobil paylaşım hizmetlerini araştırmak kolaydır.	0.67	0.67
DFD4-Otomobil paylaşım hizmetlerini satın almak çok az çaba gerektirir.	0.85	0.85
DFD5-Otomobil paylaşım hizmetleri kolayca satın alınır.	0.85	0.85
Algılanan İtibar Değeri (C.R.=0.89, AVE= 0.76, α =0.89)		
ID1-Otomobil paylaşım hizmetleri iyi bir itibara sahiptir.	0.80	0.80
ID2-Otomobil paylaşım hizmetleri saygındır.	0.83	0.83
ID3-Otomobil paylaşım hizmetleri iyi düşünülmüş tasarlanmıştır.	0.72	0.72
ID4-Otomobil paylaşım hizmetlerinin statüsü vardır.	0.75	0.75
ID5-Otomobil paylaşım hizmetleri itibarlıdır.	0.80	0.80

Tablo 1. Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçları (devam edilen)

İkinci Düzey Modelin Yapısal Parametreleri			
Algılanan Değer	→	Algılanan Kalite Değeri	0.79
Algılanan Değer	→	Algılanan Duygusal Değer	0.76
Algılanan Değer	→	Algılanan Parasal Finansal Değer	0.55
Algılanan Değer	→	Algılanan Davranışsal Finansal Değer	0.59
Algılanan Değer	→	Algılanan İtibar Değeri	0.89
Model Uyum İstatistikleri		(χ^2)	= (χ^2) =
		465.635	497.515
		Df= 193	Df= 200
		$\chi^2/df = 2.39$	$\chi^2/df = 2.49$
		GFI = 0.91	GFI = 0.90
		AGFI = 0.89	AGFI = 0.89
		TLI = 0.95	TLI = 0.95
		CFI = 0.96	CFI = 0.96
		RMSEA =	RMSEA =
		0.056	0.058
Güven (C.R.=0.88, AVE= 0.76, α =0.89)			
G1-Otomobil paylaşım hizmetleri bana göre güvenilirdir.		0.81	
G2-Otomobil paylaşım hizmetlerinin vaatlerini ve taahhütlerini yerine getireceğini düşünürüm.		0.84	
G3-Otomobil paylaşım hizmetleriyle müşterilere en iyi ilginin sunulacağını düşünürüm.		0.88	
G4-Otomobil paylaşım hizmetlerini sağlayanların yetkinliğine ve profesyonelliğine değer veririm.		0.68	
G5-Otomobil paylaşım hizmetlerini sağlayanların dürüstlüğüne ve doğruluğuna değer veririm.		0.67	
Model Uyum İstatistikleri		(χ^2) = 6.068	
		Df= 4	
		$\chi^2/df = 1.52$	
		GFI = 0.99	
		AGFI = 0.98	
		TLI = 0.99	
		CFI = 0.99	
		RMSEA =	
		0.034	
Satın Alma Niyeti (C.R.=0.92, AVE= 0.60, α =0.92)			
SN1-Otomobil paylaşım hizmetlerine erişim imkânım olduğu sürece, bu hizmetleri kullanma niyetim vardır.		0.89	
SN2-Otomobil paylaşım hizmetlerine erişim imkânım olduğu sürece, bu hizmetleri kullanacağımı tahmin ediyorum.		0.94	
SN3-Otomobil paylaşım hizmetlerini bundan sonraki zamanlarda kullanmayı planlıyorum.		0.86	
Model Uyum İstatistikleri		(χ^2) = 0	
		Df= 0	
		$\chi^2/df = -$	
		GFI = 1	
		AGFI = 1	
		TLI = 1	
		CFI = 1	
		RMSEA = -	

Tablo 1 incelendiğinde faktör yüklerinin algılanan kalite değeri için 0.78 ve 0.92; algılanan duygusal değer için 0.83 ve 0.90; algılanan parasal finansal değer için 0.53 ve 0.93; algılanan davranışsal finansal değer için 0.67 ve 0.86; algılanan itibar değeri için 0.72 ve 0.83; güven için 0.67 ve 0.88; ve satın alma niyeti için ise 0.86 ve 0.94 arasında dağılım gösterdiği görülmektedir. Modelin uyum istatistiklerine bakıldığında ise ölçüm modelinin kabul edilebilir bir uyum sağladığı ifade edilebilir (Karagöz, 2019, Kline, 2011). Algılanan değeri oluşturan yapıların kavramı ne ölçüde temsil ettiği, ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi yapılarak ortaya konulmuştur. Tabloda görüldüğü üzere açıklayıcılığı en yüksek olan değişkenlerin algılanan itibar değeri (0.89) ve algılanan kalite değeri (0.79) olduğu ortaya çıkmıştır. Ölçüm modelinde yer alan her bir yapının birleşik güvenilirlikleri (Composite Reliability-C.R.) ve ortalama açıklanan varyans (Average Variance Extracted-AVE) katsayıları hesaplanmıştır. C.R. değeri sayıca birden fazla, heterojen, ancak benzer ifadelerin genel güvenilirliğini ölçmek amacıyla kullanılan bir değer olup Cronbach's Alpha değerine bir alternatif olarak veya bir kontrol aracı olarak kullanılmaktadır. C.R. değerinin 0.70'ten büyük olması arzu edilir. AVE skoru faktöre ilişkin ifadelerin kovaryanslarının (yüklerinin) karelerinin toplamının ifade sayısına bölünmesiyle hesaplanmaktadır. AVE değerinin ise 0.50'den büyük olması beklenir (Yaşlıoğlu, 2017). Tüm yapıların kabul edilebilir düzeyler arasında C.R. (0.88 ve 0.92) ve AVE (0.54 ve 0.82) katsayılarına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle gerek uyum indeksleri gerekse faktör yükleri kabul edilebilir oranlarda olduğu için ölçüm modelinde yer alan boyutlara ilişkin yakınsak geçerliliğin (convergent validity) sağlandığı söylenebilir. Ölçüm modelindeki değişkenlerin birbirinden farklı yapılar olup olmadığı ayırt etme geçerliliğiyle (discriminant validity) analiz edilmektedir. Ayırt etme geçerliliği, boyutlar arasındaki korelasyonların 1'e sabitlendirildiği *Kısıtlandırılmış Model 1* ile boyutlar arasındaki korelasyonların serbest bırakıldığı *Kısıtlandırılmamış Model 2* arasındaki ki kare (χ^2) fark testi yoluyla analiz edilmektedir (Bagozzi, Yi ve Phillips, 1991; Zait ve Berdea, 2011). Ayırt etme geçerliliğine ilişkin analiz sonuçları Tablo 2'de görüldüğü gibidir.

Tablo 2. Ayırt Etme Geçerliliği Analiz Sonucu

Modeller	(χ^2)	Serbestlik Derecesi (df)
Kısıtlandırılmış Model 1	1.176.179	400
Kısıtlandırılmamış Model 2	856.552	379
$\Delta \chi^2$	319.637	
Δdf		21

Ayırt etme geçerliliği, kısıtlandırılmamış modelin ki kare değerinin kısıtlandırılmış modelin ki kare değerinden daha düşük olması sonucu ortaya çıkmaktadır. Ki kare dağılım tablosundaki 21 serbestlik derecesinin kritik değeri 32.670'dir. Bu bağlamda ($\chi^2(21) > 32.670$) olduğu için ayırt etme geçerliliği sağlanmıştır.

Tablo 3'te ölçüm modelinde yer alan değişkenler arasındaki korelasyon değerleri görülmektedir.

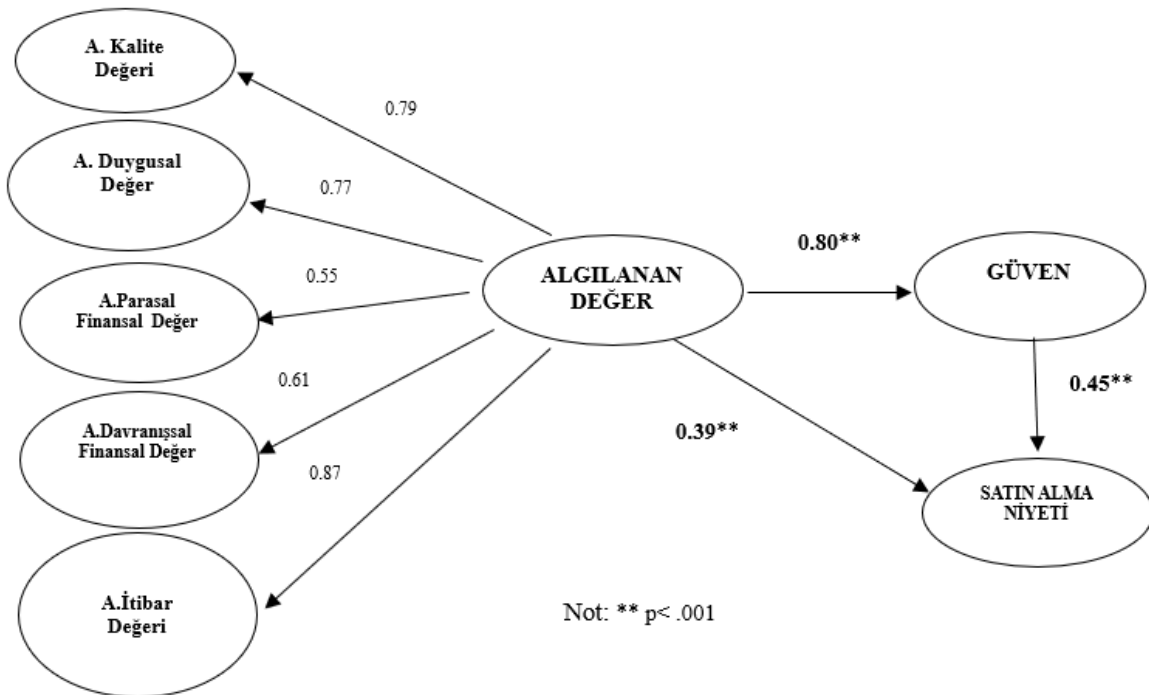
Korelasyon analizinde modelde yer alan değişkenler arasındaki ilişkilerin yönü ve şiddetiyle ilgili bilgiler sağlanmaktadır. Buna göre ölçüm modelindeki değişkenlerin aralarındaki korelasyon değerleri 0.39 ile 0.76 arasında yer almaktadır. Tablo incelendiğinde aralarında en güçlü korelasyon ($r=0.76$) görünen iki değişken güven ve satın alma niyettir. Bu iki değişken arasındaki ilişki pozitif yönlüdür. Algılanan davranışsal finansal değer ve algılanan duygusal değer arasında ise pozitif yönde zayıf bir korelasyon ($r=0.39$) görülmektedir.

Tablo 3. Değişkenler Arasındaki Korelasyon Değerleri

Değişkenler	A. Kalite Değeri	A.Duygusal Değer	A.Parasal Finansal Değer	A.Davranışsal Finansal Değer	İtibar Değeri	Güven	Satın Alma Niyeti
A.Kalite Değeri	1.00						
A.Duygusal Değer	0.63	1.00					
A.Parasal Finansal Değer	0.42	0.40	1.00				
A.Davranışsal Finansal Değer	0.42	0.39	0.49	1.00			
A.İtibar Değeri	0.71	0.68	0.45	0.54	1.00		
Güven	0.67	0.60	0.45	0.49	0.67	1.00	
Satın Alma Niyeti	0.56	0.61	0.40	0.51	0.65	0.76	1.00

3.3. Yapısal Model ve Hipotez Testleri

Araştırmanın hipotezlerini test etmek için yapısal eşitlik modellemesi kullanılmıştır. Yapısal eşitlik modeli sonuçları aşağıdaki Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2. Yapısal Model

Araştırma bağlamında önerilen hipotezlere ilişkin test sonuçları Tablo 4’te görülmektedir.

Tablo incelendiğinde algılanan değer in güven üzerinde anlamlı ve olumlu yönde etkisi olduğunu öneren **H1** hipotezi kabul edilmiştir ($B = 0.80$; $t = 13.789$; $p < .001$). Benzer şekilde

algılanan değerlerin satın alma niyeti üzerinde anlamlı ve olumlu yönde etkisi söz konusudur ve **H2** hipotezi desteklenmiştir ($B= 0.39$; $t= 5.047$; $\rho < .001$). Güven ve satın alma niyeti arasında pozitif yönde bir ilişki olduğunu öneren **H3** hipotezi de kabul edilmiştir ($B=0.45$; $t= 6.043$; $\rho < .001$). Tablo 4 yapısal modele ilişkin bütün uyum indekslerinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde ($(\chi^2)= 905.956$; Serbestlik Derecesi (Df) = 392; $\chi^2/df= 2.31$; $GFI= 0.88$; $AGFI= 0.86$; $TLI= 0.94$; $CFI= 0.95$; $RMSEA= 0.055$) değerler aldığını göstermektedir. Ayrıca modelde yer alan Güven faktörünün $R^2 = 0.64$ ve Satın Alma Niyeti faktörünün $R^2 = 0.64$ oranında varyansı açıkladığı ortaya çıkmıştır.

Tablo 4. Hipotez Testi Sonuçları

Hipotezler	B Katsayısı	t-değeri	Anlamlılık	Sonuç
H1: Algılanan Değer → Güven	0.80	13.789	***	Kabul
H2: Algılanan Değer → Satın Alma Niyeti	0.39	5.047	***	Kabul
H3: Güven → Satın Alma Niyeti	0.45	6.043	***	Kabul

R^2 (Güven) = **0.64** ; R^2 (Satın Alma Niyeti) = **0.64**

Not: *** $\rho < .001$

Model Uyum İstatistikleri

$(\chi^2)= 905.956$ Serbestlik Derecesi (Df) = 392 $\chi^2/df= 2.31$ $GFI= 0.88$ $AGFI= 0.86$ $TLI= 0.94$ $CFI= 0.95$
 $RMSEA= 0.055$

H4 hipotezini test etmek üzere Bootsrap analizi uygulanmıştır. Yapılan analiz sonucu ulaşılan toplam, doğrudan ve dolaylı etkilere ilişkin katsayılar Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Aracılık Rolü Analizi

	B Katsayısı	Güven Aralığı Alt Düzeyi	Güven Aralığı Üst Düzeyi
Algılanan Değerin Satın Alma Niyetine Toplam Etkisi	0.75***	0.693	0.804
Algılanan Değerin Yabancı Ürün Satın Alma Niyetine Doğrudan Etkisi	0.39***	0.230	0.546
Algılanan Değerin Satın Alma Niyetine Güven Aracılığı ile Dolaylı Etkisi	0.36***	0.237	0.500

*** $\rho < .001$

Tablo 5'te verilen bulgular incelendiğinde, $p < .001$ anlamlılık düzeyinde algılanan değerlerin satın alma niyetine toplam etkisi 0.75 ve doğrudan etkisi 0.39 olarak hesaplandığı görülmektedir. Güven faktörünün aracı değişken olarak bulunduğu dolaylı etki ise 0.36 olarak hesaplanmıştır. Aracı değişken etkisinin Bootsrap güven aralığı alt ve üst değerleri arasında bir değer olması ve sıfırı kapsamaması gerekmektedir (Hayes, 2013). Tabloda yer alan değerler aracı değişken etkisinin alt ve üst değerler arasında yer aldığı ve bu değerlerin sıfırı kapsamadığını göstermektedir. Bu bağlamda algılanan değer ve satın alma niyeti arasındaki ilişkide güvenin kısmi aracılık etkisi olduğu görülmüş ve **H4** hipotezi kabul edilmiştir.

4. Sonuç ve Çıkarımlar

Bu çalışmada temel olarak tüketicilerin otomobil paylaşım hizmetlerine ilişkin algıladıkları değer ve tüketicilerin bu hizmetleri satın alma niyetleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada ayrıca tüketicilerin otomobil paylaşım hizmetlerine duydukları güvenin bu değişkenler (algılanan değer ve satın alma niyeti) arasındaki aracılık etkisi de araştırılmıştır. Araştırmanın amacı doğrultusunda ve literatürde yer alan bilgiler ekseninde bir araştırma modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen araştırma modeli yapısal eşitlik modellemesi prosedürlerine göre analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda içerik, yakınsak ve ayırt etme geçerlilikleri temin edilmiştir. Tüketicilerin otomobil paylaşım hizmetlerine ilişkin algıladıkları değer beş alt boyuttan (algılanan kalite değeri, algılanan duygusal değer, algılanan parasal finansal değer, algılanan davranışsal finansal değer ve algılanan itibar değeri) oluşmaktadır. Yapılan analizler sonucunda algılanan değer kavramını en iyi açıklayan (temsil eden) boyutun algılanan itibar değeri (0.87) olduğu ortaya çıkmıştır. Yapılan analizler sonucunda önerilen tüm araştırma hipotezleri kabul edilmiştir. Detaylandırmak gerekirse, tüketicilerin otomobil paylaşım hizmetlerine yönelik algıladıkları değer bu hizmetlere duydukları güveni olumlu yönde etkilemektedir (H1). Bu bulgu, Ma ve ark. (2020)'nin çalışmalarının sonuçlarıyla paralellik arz etmektedir. Tüketicinin hizmete ilişkin algıladığı değer ne kadar yüksek olursa tüketicinin o hizmet ilişkin güven algısı da o ölçüde yükselmektedir. Tüketicilerin hizmete ilişkin değer ve güven algıları öznel bir değerlendirmedir. Hizmeti değerli olarak algılayan tüketicinin otomobil paylaşım platformundaki hizmete iyi düşünceler besleyeceği ve bunun da bu platformlardaki hizmete duydukları güveni pozitif olarak etkileyeceği beklenir. Ancak bu bulgu Putrianti ve Samuel (2018)'in çalışmasındaki bulgularla kısmen çelişmektedir. İlgili yazarlar algılanan değer ve güven arasındaki ilişkileri incelerken güvenin algılanan değer bir öncülü olduğunu ifade etmişlerdir. Her ne kadar böyle bir ilişki kurulabilir olsa da algılanan değer ve güvenin birbirlerini karşılıklı olarak etkiledikleri de ifade edilebilir (Aw, Basha ve Sambasivan, 2019). Araştırma sonucunda tüketicilerin otomobil paylaşım hizmetlerine yönelik algıladıkları değer bu hizmetleri satın alma niyetlerini olumlu yönde etkilediği ortaya çıkmıştır (H2). Bu bulgu, Del Mar Alonso-Almeida (2019) ile Aw ve ark. (2019) çalışmalarının sonuçlarıyla benzerlikler göstermektedir. Buna göre tüketiciler otomobil paylaşım hizmetlerini ne ölçüde değerli olarak algıladıkları erişim imkânları olduğu sürece otomobil paylaşımı hizmetlerini o ölçüde kullanma niyeti içerisinde olacakları ve ilerleyen zamanlarda bu hizmetleri de kullanma planı oluşturabilecekleri ifade edilebilir. Bunun yanı sıra, araştırma sonucunda güvenin satın alma niyeti üzerinde pozitif yönde etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Ulaşılan bu sonucun literatürdeki bazı çalışmaların sonuçlarıyla da uyumlu olduğu anlaşılmaktadır (Cha ve Lee, 2022; Putrianti ve Samuel, 2018). Nyamekye, Kosiba, Boateng ve Agbemabiese (2022) ve Mattia, Principato, Di Pietro ve Pratesi (2020) güvenin tüketicilerin paylaşım ekonomisi platformlarına sürekli katılımını sağlayan kilit unsurlardan biri olduğunu belirtmişlerdir. Tüketici davranışları literatürü ve pratik uygulamalar da dikkate alındığında güvenin satın alma niyetinin önemli öncüllerinden birisi olduğu görülmektedir. Bu bağlamda bu çalışmada da bu bataryanın tekrardan tesis edildiği söylenebilir. Araştırma ayrıca algılanan değer ve satın alma niyeti arasındaki ilişkide güvenin aracılık rolünün olup olmadığı da test edilmiştir (H4). Yapılan analiz sonucunda güvenin algılanan değer ve satın alma niyeti ilişkisinde kısmi aracılık rolünün bulunduğu görülmüştür. Buradan hareketle algılanan değer ve satın alma niyeti ilişkisinde güvene ek olarak başka değişkenlerin de etkili olduğunu söylemek mümkündür. Tüketicilerin algıladıkları değer duydukları güven aracılığıyla, otomobil paylaşım hizmetlerine erişim imkânı olduğu sürece, bu hizmetleri satın alma niyetini geliştirmelerinde ve gelecekte bu hizmetleri kullanmalarında etkili olmaktadır. Ulaşılan sonuç Sullivan ve Kim'in (2018) çalışmalarında ulaştıkları E-ticaret web sitesine olan güven, algılanan değer ile tekrar satın alma niyeti arasındaki ilişkiye aracılık etmektedir sonucunu destekler niteliktedir. Çalışmanın sunduğu bazı teorik katkılar bulunmaktadır. İlk olarak geliştirilen kavramsal modelin paylaşım ekonomisi

bağlamında algılanan değer ve güven arasındaki ilişkileri değerlendirmesidir. Bir diğer katkı ise algılanan değeri açıklayan boyutların incelenmesidir. Bu boyutlardan algılanan itibar değerinin kavramı en iyi açıklayan boyut olduğu bu çalışmada ortaya konmuştur. Güven değişkeninin algılanan değer ve satın alma niyeti ilişkisinde aracılık rolünün paylaşım ekonomisi literatüründe özellikle son beş yıl içerisinde yapılan çalışmalarda incelendiği görülmüştür. Bu noktada bu çalışmada güvenin aracılık rolünün incelenmesinin paylaşım ekonomisi bağlamında görece yeni olan literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Tüketicinin otomobil paylaşımı platformlarında güvenini kazanmak ve bu güvenin devamlılığını sağlamak için etkin bir paylaşım platformu yönetiminin yapılması önemlidir (Wirtz, So, Mody, Liu ve Chun, 2019). Güvenin satın alma niyetini olumlu yönde etkilemesi söz konusu olduğu için otomobil paylaşım platformunda yer alan hizmet sağlayıcıların tüketicilerin güvenlerini kazanmak ve bunu sürdürmek için çabalamaya devam etmeleri gereklidir. Bu noktadan hareketle bu çalışmanın uygulayıcılara pazarlama stratejilerinin oluşturulmasında katkı sağlayacağı da düşünülmektedir.

5. Tartışma

Bu araştırmanın sonuçları algılanan değer ve güvenin ayrı olarak tek başlarına tüketicilerin otomobil paylaşımı platformlarındaki hizmetlere ilişkin satın alma niyetleri üzerinde etkisinin olduğunu, ancak her ikisinin bir arada değerlendirilerek tüketicilerin satın alma niyetleri üzerinde görece daha fazla etkisinin olduğunu göstermektedir. Otomobil paylaşım platformlarındaki hizmetlerin gelişmesi hemen hemen her konunun teknoloji ve dijital tabanlı olarak ilerlediği yeni dünya düzeninde insanların seyahat alışkanlıklarını da değiştirmektedir. Tüketicilerin otomobil paylaşımı platformlarında güvenini kazanmak ve bu güvenin devamlılığını sağlamak için etkin bir paylaşım platformu yönetiminin yapılması önemlidir (Wirtz ve ark., 2019). Otomobil paylaşımı platformunda yer alan hizmet sağlayıcılar, tüketicilerinin satın alma niyeti üzerinde etkiye sahip olacağından tüketicilerine güven sağladıklarını vurgulamalıdır. Bu çalışmanın çeşitli kısıtları bulunmaktadır. Otomobil paylaşım platformlarından hizmetleri kullanan ve kullanmayan tüketiciler hakkında bir örneklem çerçevesi bulunmadığı için kolayda örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu örnekleme yönteminin kullanılması ve verilerin sadece araştırmanın anketine katılan kişilerden oluşması önemli bir kısıt olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda sonuçların genelleştirilebilmesi zor gözükmektedir. Ayrıca katılımcı profilinin yaş ve gelir ortalamasının oldukça düşük olması da bir kısıt olarak ifade edilebilir. Çalışmanın diğer bir kısıtı, otomobil paylaşım platformlarındaki hizmetleri kullanan ya da kullanmayan tüketicilerin ayrı ayrı incelenmemiş olmasıdır. Türkiye’de otomobil paylaşım platformlarındaki hizmetlerin kullanımının henüz yaygınlaşmamış olması, insanların otomobil paylaşım platformlarını ve bu platformlardaki hizmetlere yeterince aşına olmamasına sebebiyet vermesi de başka bir kısıt olarak değerlendirilebilir. Ayrıca araştırmanın verilerinin online anket yoluyla toplanması da bir kısıt oluşturabilir. Çünkü ankete katılan kişiler sadece ankete katılma konusunda istekli olan kişilerden oluşmaktadır. Ayrıca ankete katılan bu kişilerin online anketlere katılım becerileri, anketlere katıldıkları andaki durumları ve psikolojik şartlar da gözlenemediği için cevapların güvenilirliği konusunda soru işaretleri de oluşabilmektedir. Bu araştırmanın verilerinin anlık olarak tek seferde toplanması tüketicilerin otomobil paylaşım hizmetlerine yönelik değişen algılamalarının göz ardı edilmesine de sebebiyet verebilir. Bu durum da bir kısıt oluşturmaktadır. Gelecek araştırmalarda otomobil paylaşım platformlarındaki hizmetleri kullanan ve kullanmayan tüketiciler ayrı ayrı değerlendirilerek sonuçlar karşılaştırılabilir. Otomobil paylaşımı platformlarında akıllı tüketici chat robotlarının kullanılmasının tüketici davranışlarında nasıl bir değişikliğe yol açtığı incelenebilir. Araştırmanın modelinde yer alan değişkenlere ek olarak farklı değişkenler arasındaki ilişkiler de analiz edilebilir. Ayrıca otomobil paylaşım hizmetleri Batı ülkelerinde çok yaygın olarak kullanıldığı için ülkemizin de

dâhil olduğu kùltùrler arası çalışmalar yapılarak bu konunun derinlemesine irdelenmesi sağlanabilir.

Etik Kurul Onay Beyanı

Bu çalışmanın verileri Yalova Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu'nun 24.08.2022 tarih ve 2022/106 protokol numaralı toplantısında verilen etik onay raporuna binaen toplanmıştır.

Kaynakça

- Acquila-Natale, E. ve Iglesias-Pradas, S. (2021). A matter of value? predicting channels preference and multichannel behaviors in retail. *Technological Forecasting Social Change*, 162, 120401, 1-14. doi:10.1016/j.techfore.2020.120401
- Akhmedova, A., Vila-Brunet, N. ve Mas-Machuca, M. (2021). Building trust in sharing economy platforms: trust antecedents and their configurations. *Internet Research*, 31(4), 1463-1490. doi:10.1108/INTR-04-2020-0212
- Alarçin, M. (2021). *Paylaşım Ekonomisinde Otomobil Paylaşım Niyetini Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Araştırma* (yayımlanmamış doktora tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Anderson, J. C. ve Gerbing, D. W. (1988). Structural equation modeling in practice: a review and recommended two-step approach. *Psychological Bulletin*, 103(3), 411-423. doi: 10.1037/0033-2909.103.3.411
- Anderson, M. ve M. Huffman (2018). The sharing economy meets the sherman act: is Uber a firm, a cartel, or something in between?. *Columbia Business Law Review*, (1), 861-933. doi: 10.7916/cblr.v2017i3.1725
- Aslan, T. (2019). *Türkiye’de Paylaşım Hizmetlerine Katılımı Etkileyen Güven Faktörlerinin Belirlenmesi* (yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Aw, E.C.-X., Basha, N.K., Ng, S.I. ve Sambasivan, M. (2019). To grab or not to grab? The role of trust and perceived value in on-demand ridesharing services. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 31(5), 1442-1465. doi:10.1108/APJML-09-2018-0368
- Bagozzi, R. P., Yi, Y. ve Phillips, L. W. (1991). Assessing construct validity in organizational research. *Administrative Science Quarterly*, 36(3), 421-458. doi:10.2307/2393203
- Bappy, T.A., Haque, S.S., Bint Halim, S. ve Hossain, M.N. (2020). Predicting passengers’ Uber adoption behaviour: evidence from Bangladesh. *South Asian Journal of Marketing*, 1(1), 86-126.
- Bardhi, F., ve Eckhardt, G. M. (2012). Access-based consumption: the case of car sharing. *Journal of Consumer Research*, 39(4), 881-898. doi:10.1086/666376
- Bayır, T. (2021). Covid-19 (koronavirüs) salgını sürecinde mobil ödeme sistemlerinin algılanan risk, algılanan güven ve kullanma niyeti üzerine bir araştırma. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 13(3), 2272-2288. Doi: 10.20491/isarder.2021.1261
- Belk, R. (2010). Sharing. *Journal on Consumer Research*, 36(5), 715-734. doi:10.1086/612649
- Belk, R. (2014). You are what you can access: sharing and collaborative consumption online. *Journal of Business Research*, 67(8), 1595-1600. doi:10.1016/j.jbusres.2013.10.001
- Brachya, V. ve Collins, L. (2016). The sharing economy and sustainability. *Jerusalem: Urban Sustainability Project*, 3, 1-30.
- Cha, M. K. ve Lee, H. J. (2022). Does social trust always explain the active use of sharing-based programs?: a cross-national comparison of Indian and US rideshare consumers. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 65, 102515, 1-9. doi:10.1016/j.jretconser.2021.102515

- Dal, N. E. ve Şahin, Ö. (2018). Elektronik ticarete güven oluşturan faktörlerin satınalma niyeti ile ilişkisi: Trendyol alışveriş sitesi müşterileri ile bir araştırma. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(12), 240-259.
- Del Mar Alonso-Almeida, M. (2019). Carsharing: another gender issue? drivers of carsharing usage among women and relationship to perceived value. *Travel Behaviour and Society*, 17, 36-45. doi:10.1016/j.tbs.2019.06.003
- Demirgüneş, B. K. (2015). Sosyal sorumluluk projelerine yönelik tutumun, satın alma davranışı ve satın alma niyeti üzerindeki etkisi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(3), 47-74. doi:10.17065/huiibf.89064
- Erdil, T. S. ve Uzun, Y. (2009). *Marka Olmak (1. Baskı)*. İstanbul: Beta Yayınları.
- Fedosov, A., Zavolokina, L., Krumhard, S. ve Huang, E. (2022). Toward unpacking trust in a local sharing economy community in Switzerland. “İçinde” Proceedings of the International Conference on Privacy-friendly and Trustworthy Technology for Society –COST Action CA19121 - Network on Privacy-Aware Audio- and Video-Based Applications for Active and Assisted Living, 61-65. doi:10.5281/zenodo.6813377
- Furnell, S.M. ve Karweni, T. (1999). Security implications of electronic commerce: a survey of consumers and businesses. *Internet Research*, 9(5), 372-382. doi:10.1108/10662249910297778
- Gan, C. ve Wang, W. (2017). The influence of perceived value on purchase intention in social commerce context. *Internet Research*, 27(4), 772-785. doi:10.1108/IntR-06-2016-0164
- Gül, İ., Dinçer, M.Z. ve Çetin, G. (2018). Paylaşım ekonomisi ve turizme etkileri üzerine bir değerlendirme. *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 7-16.
- Gümüş, B. ve Gegez, E.E. (2017). Değişen tüketimde yeni trend: ortak tüketim. *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 10(20), 155-178.
- Habibi, A. ve Rasoolimanesh, S. M. (2021). Experience and service quality on perceived value and behavioral intention: moderating effect of perceived risk and fee. *Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism*, 22(6), 711-737. doi:10.1080/1528008X.2020.1837050
- Habibi, M. R., Kim, A. ve Laroche, M. (2016). From sharing to exchange: an extended framework of dual modes of collaborative nonownership consumption. *Journal of the Association for Consumer Research*, 1(2), 277-294. doi:10.1086/684685
- Hakim, N., Muslimin, J. M., Subchi, I. ve Ahlan, A. R. (2022). The impacts of perceived trust and perceived validity on the religious electronic resource acceptance. *ICIC Express Letters*, 16(9), 1019–1026. doi:10.24507/icicel.16.09.1019
- Harris, L. C. ve Goode, M. M. (2004). The four levels of loyalty and the pivotal role of trust: a study of online service dynamics. *Journal of Retailing*, 80(2), 139-158. doi:10.1016/j.jretai.2004.04.002
- Hasan, H., Kiong, T.P. ve Ainuddin, R. A. (2014). Effects of perceived value and trust on customer loyalty towards foreign banks in Sabah, Malaysia. *Global Journal of Emerging Trends in e-Business, Marketing and Consumer Psychology*, 1(2), 137-153.
- Hayes, A. F. (2013). *Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis: A Regression-Based Approach*. New York, NY: The Guilford Press.

- Herbert, M. ve Collin-Lachaud, I. (2017). Collaborative practices and consumerist habitus: an analysis of the transformative mechanisms of collaborative consumption. *Recherche et Applications en Marketing (English Edition)*, 32(1), 40–60. doi:10.1177/2051570716678736
- Holbrook, M. B. ve Corfman, K. P. (1985). Quality and value in the consumption experience: Phaedrus rides again. *Perceived Quality*, 31(2), 31-57.
- İslamoğlu, A. H. ve Altunışık, R. (2018). *Tüketici Davranışları*. Beta Yayınları.
- Jamrozy, U. ve Lawonk, K. (2017). The multiple dimensions of consumption values in ecotourism. *International Journal of Culture, Tourism and Hospitality Research*, 11(1), 18-34. doi:10.1108/IJCTHR-09-2015-0114
- Jiang, L., Zhou, W., Ren, Z. ve Yang, Z. (2021). Make the apps stand out: discoverability and perceived value are vital for adoption. *Journal of Research in Interactive Marketing*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. doi:10.1108/JRIM-03-2021-0076
- Jiang, X., Deng, N., Fan, X. ve Jia, H. (2022). Examining the role of perceived value and consumer innovativeness on consumers' intention to watch intellectual property films. *Entertainment Computing*, 40, 100453, 1-10. doi:10.1016/j.entcom.2021.100453
- Kacar, A. İ. ve Yakın, V. (2018). Paylaşım ekonomisi ve değer yaratmak: kanvas iş modeli örneği. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi*, 53 (3), 724-739. doi:10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.18.09.962
- Karagöz, Y. (2019). *SPSS-AMOS-META uygulamalı istatistiksel analizler*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Kinney, T. C. ve Taylor, J. R. (1987). *Marketing Research: An Applied Approach*. New York, NY: McGraw-Hill Companies.
- Kıracı, H. (2017). Ortak tüketim ekseninde paylaşılan / paylaşılamayan varlıklar ve bireylerin paylaşım davranışlarını etkileyen faktörler üzerine bir araştırma. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 16. UIK Özel Sayısı, 51-70. doi:10.18092/ulikidince.321984
- Kıracı, H. ve Akdemir, R. (2020). Taksiciler – Uber tartışmasına tüketici gözlüğünden bir bakış: Uber platformunu kullanma ve tavsiye etme niyetini belirleyen etkenler üzerine bir araştırma. *Alanya Akademik Bakış*, 4(2), 425-444. doi:10.29023/alanyaakademik.689951
- Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling (3. Baskı)*. New York, NY: Guilford.
- Koç, E. (2021). *Tüketici Davranışı ve Pazarlama Stratejileri: Global ve Yerel Yaklaşım*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Kumar, V. ve Reinartz, W. (2016). Creating enduring customer value. *Journal of Marketing*, 80(6), 36–68. doi:10.1509/jm.15.0414
- Kumar, V., Lahiri, A. ve Doğan, O. B. (2018). A strategic framework for a profitable business model in the sharing economy. *Industrial Marketing Management*, 69, 147-160. doi:10.1016/j.indmarman.2017.08.021

- Lee, Z.W.Y., Chan, T.K.H., Balaji, M.S. ve Chong, A.Y.-L. (2018). Why people participate in the sharing economy: an empirical investigation of Uber. *Internet Research*, 28(3), 829-850. doi:10.1108/IntR-01-2017-0037
- Lessig, L. (2008). *Remix: Making Art and Commerce Thrive in a Hybrid Economy*. New York: Bloomsbury Academic.
- Li, C. Y. ve Tsai, M. C. (2022). What makes guests trust airbnb? consumer trust formation and its impact on continuance intention in the sharing economy. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 50, 44-54. doi:10.1016/j.jhtm.2021.12.001
- Liu, P., Li, M., Dai, D. ve Guo, L. (2021). The effects of social commerce environmental characteristics on customers' purchase intentions: the chain mediating effect of customer-to-customer interaction and customer-perceived value. *Electronic Commerce Research and Applications*, 48, 101073, 1-14. doi:10.1016/j.elerap.2021.101073
- Ma, F., Guo, D., Yuen, K. F., Sun, Q., Ren, F., Xu, X. ve Zhao, C. (2020). The influence of continuous improvement of public car-sharing platforms on passenger loyalty: a mediation and moderation analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2756, 1-21. doi:10.3390/ijerph17082756
- Madahi, A. ve Sukati, I. (2012). The effect of external factors on purchase intention amongst young generation in Malaysia. *International Business Research*, 5(8), 153-159. doi:10.5539/ibr.v5n8p153
- Marriott, H. R. ve Williams, M. D. (2018). Exploring consumers perceived risk and trust for mobile shopping: a theoretical framework and empirical study. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 42, 133-146. doi:10.1016/j.jretconser.2018.01.017
- Martínez-González, J. A., Parra-López, E. ve Barrientos-Báez, A. (2021). Young consumers' intention to participate in the sharing economy: an integrated model. *Sustainability*, 13(1), 430. doi:10.3390/su13010430
- Mattia, G., Principato, L., Di Pietro, L. ve Pratesi, C. A. (2020). Enabling factors of ridesharing: trust is the main driver for potential users. *Grand Challenges: Companies and Universities working for a better society*. Electronic Conference Proceedings of Sinergie - Sima Management Conference, Grand Challenges: Companies and Universities Working for A Better Society Pisa, 7-8 September 2020, University of Pisa - Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa, 445-449. doi:10.7433/SRECP.EA.2020.01
- Meida, L. ve Trifiyanto, K. (2022). Pengaruh perceived trust dan perceived risk terhadap behavioral intention dengan perceived ease of use sebagai variabel intervening. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Manajemen, Bisnis dan Akuntansi (JIMMBA)*, 4(2), 217-232. doi:10.32639/jimmba.v4i2.92
- Mingione, M., Cristofaro, M. ve Mondini, D., (2020). 'If i give you my emotion, what do i get?' conceptualizing and measuring the co-created emotional value of the brand. *Journal of Business Research*, 109, 310–320. doi:10.1016/j.jbusres.2019.11.071
- Mittendorf, C. (2017, January). *The implications of trust in the sharing economy—an empirical analysis of Uber*. "İçinde" Proceedings of The 50th Hawaii International Conference on System Sciences. doi:10.24251/HICSS.2017.703

- Möhlmann, M. (2015). Collaborative consumption: determinants of satisfaction and the likelihood of using a sharing economy option again. *Journal of Consumer Behaviour*, 14(3), 193–207. doi:10.1002/cb.1512
- Nica, E. ve Potcovaru, A. M. (2015). The social sustainability of the sharing economy. *Economics, Management & Financial Markets*, 10(4), 69–75.
- Nyamekye, M. B., Kosiba, J. P., Boateng, H. ve Agbemabiese, G. C. (2022). Building trust in the sharing economy by signaling trustworthiness, and satisfaction. *Research in Transportation Business & Management*, 43, 100727, 1-8. doi:10.1016/j.rtbm.2021.100727
- Ofori, K.S., Anyigba, H., Adeola, O., Junwu, C., Osakwe, C.N. ve David-West, O. (2022). Understanding post-adoption behaviour in the context of ride-hailing apps: the role of customer perceived value. *Information Technology & People*, 35(5), 1540-1562. doi:10.1108/ITP-06-2019-0285
- Ok, C., Choi, Y. G. ve Hyun, S. S. (2011). *Roles of brand value perception in the development of brand credibility and brand prestige*. International CHRIE Conference-Refereed Track, 13, 1-8. reed Track. 13. https://scholarworks.umass.edu/refereed/ICHRIE_2011/Wednesday/13
- Onurlubaş, E. ve Altunışık, R. (2019). Marka güveninin satın alma niyeti üzerindeki etkisinde marka aşkının aracılık rolü. *Kesit Akademi Dergisi*, (18), 116-135.
- Ozanne, L. K. ve Ballantine, P. W. (2010). Sharing as a form of anti-consumption? an examination of toy library users. *Journal of Consumer Behaviour*, 9(6), 485-498. doi:10.1002/cb.334
- Park, J., Ahn, J., Thavisay, T. ve Ren, T. (2019). Examining the role of anxiety and social influence in multi-benefits of mobile payment service. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 47, 140-149. doi:10.1016/j.jretconser.2018.11.015
- Petrick, J. F. (2002). Development of a multi-dimensional scale for measuring the perceived value of a service. *Journal of Leisure Research*, 34(2), 119-134. doi:10.1080/00222216.2002.11949965
- Petrick, J. F. (2004). The roles of quality, value, and satisfaction in predicting cruise passengers' behavioral intentions. *Journal of Travel Research*, 42(4), 397-407. doi:10.1177/0047287504263037
- Polat, G. (2021). *Medikal Turistlerin Deneyimleme Kalite Algıları ve Tavsiye Etme Niyeti Arasındaki İlişkide Müşteri Güveni ve Müşteri Memnuniyetinin Aracılık Rolü* (yayımlanmamış doktora tezi). Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Nevşehir.
- Putrianti, A. S. ve Samuel, H. (2018). The analysis of e-service quality, customer trust, perceived value, and behavioral intention on online transportation in Surabaya. *International Journal of Business Studies* (Petra IJBS), 1(1), 1-10. doi:10.9744/ijbs.1.1.1–10
- Qalati, S. A., Vela, E. G., Li, W., Dakhan, S. A., Hong Thuy, T. T. ve Merani, S. H. (2021). Effects of perceived service quality, website quality, and reputation on purchase intention: the mediating and moderating roles of trust and perceived risk in online shopping. *Cogent Business & Management*, 8(1), 1869363, 1-20. doi:10.1080/23311975.2020.1869363

- Roh, T., Seok, J. ve Kim, Y. (2022). Unveiling ways to reach organic purchase: green perceived value, perceived knowledge, attitude, subjective norm, and trust. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 67, 102988, 1-13. doi:10.1016/j.jretconser.2022.102988
- Seo, K. H. ve Lee, J. H. (2021). The emergence of service robots at restaurants: integrating trust, perceived risk, and satisfaction. *Sustainability*, 13(8), 4431, 1-16. doi:10.3390/su13084431
- Sharma, S. (2019). The role of perceived value and gender on customers' purchase intention of ride sharing services. *International Journal of Asian Business and Information Management (IJABIM)*, 10(4), 31-46. doi:10.4018/IJABIM.2019100103
- Sheth, J.N., Newman, B.I. ve Gross, B.L. (1991). Why we buy what we buy: a theory of consumption values. *Journal of Business Research*, 22(2), 159-170. doi:10.1016/0148-2963(91)90050-8
- Singh, N. ve Sinha, N. (2020). How perceived trust mediates merchant's intention to use a mobile wallet technology. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 52, 101894, 1-13. doi:10.1016/j.jretconser.2019.101894
- Sirdeshmukh, D., Singh, J. ve Sabol, B. (2002). Consumer trust, value, and loyalty in relational exchanges. *Journal of Marketing*, 66(1), 15-37. doi:10.1509/jmkg.66.1.15.18449
- Solakıs, K., Pena-Vinces, J. ve Lopez-Bonilla, J. M. (2022). Value co-creation and perceived value: a customer perspective in the hospitality context. *European Research on Management and Business Economics*, 28(1), 100175. doi:10.1016/j.iedeen.2021.100175
- Sullivan, Y. W. ve Kim, D. J. (2018). Assessing the effects of consumers' product evaluations and trust on repurchase intention in e-commerce environments. *International Journal of Information Management*, 39, 199-219. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.008
- Sweeney, J. C. ve Soutar, G. N. (2001). Consumer perceived value: the development of a multiple item scale. *Journal of Retailing*, 77(2), 203-220. doi:10.1016/S0022-4359(01)00041-0
- Touni, R., Kim, W. G., Haldorai, K. ve Rady, A. (2022). Customer engagement and hotel booking intention: the mediating and moderating roles of customer-perceived value and brand reputation. *International Journal of Hospitality Management*, 104, 103246, 1-11. doi:10.1016/j.ijhm.2022.103246
- Tuncer, İ., Unusan, C. ve Cobanoğlu, C. (2021). Service quality, perceived value and customer satisfaction on behavioral intention in restaurants: an integrated structural model. *Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism*, 22(4), 447-475. doi:10.1080/1528008X.2020.1802390
- Türkmendağ, T. ve Köroğlu, A. (2018). Algılanan değerın marka kişiliği üzerine etkisi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 14(4), 1121-1146. doi:10.17130/ijmeb.2018445673
- Venkatesh, V. ve Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273-315. doi:10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x

- Wang, Y., Gu, J., Wang, S. ve Wang, J. (2019). Understanding consumers' willingness to use ride-sharing services: the roles of perceived value and perceived risk. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 105, 504-519. doi:10.1016/j.trc.2019.05.044
- Watanabe, E.A.d.M., Alfinito, S., Curvelo, I.C.G. ve Hamza, K.M. (2020). Perceived value, trust and purchase intention of organic food: a study with Brazilian consumers. *British Food Journal*, 122(4), 1070-1184. doi:10.1108/BFJ-05-2019-0363
- Wen, X. ve Siqin, T. (2020). How do product quality uncertainties affect the sharing economy platforms with risk considerations? a mean-variance analysis. *International Journal of Production Economics*, 224, 107544, 1-10. doi:10.1016/j.ijpe.2019.107544
- Wijaya, A. F. B., Surachman, S. ve Mugiono, M. (2020), The effect of service quality, perceived value and mediating effect of brand image on brand trust. *Jurnal Manajemen Dan Kewirausahaan*, 22(1), 45-56. doi:10.9744/jmk.22.1.45-56
- Wirtz, J., So, K.K.F., Mody, M.A., Liu, S.Q. ve Chun, H.H. (2019). Platforms in the peer-to-peer sharing economy. *Journal of Service Management*, 30(4), 452-483. doi:10.1108/JOSM-11-2018-0369
- Wu, J., Zeng, M. ve Xie, K. L. (2017). Chinese travelers' behavioral intentions toward room-sharing platforms: the influence of motivations, perceived trust, and past experience. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 29(10), 2688-2707. doi:10.1108/IJCHM-08-2016-0481
- Yakın, V. (2018). Paylaşım Ekonomisi. *Paylaşım Ekonomisi: Tanımı ve Sınıflandırmaları*. (s. 19-30) Ankara: Akademisyen Kitabevi. doi:10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.18.09.962
- Yang, L. (2017). *Effect of product review, interactivity, social inequality, and culture on trust in online retailers: a comparison between china and the u.s.* (unpublished doctoral thesis). Bowling Green State University, ABD.
- Yang, Z. ve Peterson, R. T. (2004). Customer perceived value, satisfaction, and loyalty: the role of switching costs. *Psychology & Marketing*, 21(10), 799-822. doi:10.1002/mar.20030
- Yaşlıoğlu, M.M. (2017). Sosyal bilimlerde faktör analizi ve geçerlilik: keşfedici ve doğrulayıcı faktör analizlerinin kullanılması, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 40(0), 74-85.
- Yavaş, V. (2020). *Türk Sivil Hava Taşımacılığında Hibrit İş Modelleri: Paylaşım Ekonomisi ve Üyelik Ekonomisinin Hava Taşımacılığına Uyarlaması* (yayımlanmamış doktora tezi). Ege Üniversitesi, İzmir.
- Yin, J. ve Qiu, X. (2021). AI technology and online purchase intention: structural equation model based on perceived value. *Sustainability*, 13(10), 5671, 1-16. doi:10.3390/su13105671
- Yulisetiari, D., Subagio, A., Paramu, H. ve Irawan, B. (2017). Customer repurchase intention and satisfaction in online shopping. *International Business Management*, 11(1), 215-221.
- Zaiğ, A. ve Berteau, P. S. P. E. (2011). Methods for testing discriminant validity. *Management & Marketing Journal*, 9(2), 217-224.

- Zeithaml, V. A. (1988). Consumer perceptions of price, quality, and value: a means-end model and synthesis of evidence. *Journal of Marketing*, 52(3), 2-22. doi:10.1177/002224298805200302
- Zhang, T. C., Jahromi, M. F. ve Kizildag, M. (2018). Value co-creation in a sharing economy: the end of price wars?. *International Journal of Hospitality Management*, 71, 51-58. doi:10.1016/j.ijhm.2017.11.010

Araştırma Makalesi

The Role of Sex in Evaluating Other Male and Female Drivers' Driving Skills and Behavior

Batkan Özkan^{1,2*} , Derya Azık¹ 

¹ Safety Research Unit, Department of Psychology, Middle East Technical University, Ankara, Turkey

² Experimental Psychology, Faculty of Arts and Sciences, Niğde Ömer Halisdemir University, Niğde, Turkey

Abstract

Countries with wider gender gap might host sex-based stereotypical evaluations, which might be present from the early ages and persist. It might also hinder the stereotyped groups' performance on the stereotyped field, such as driving (Granié and Papafava, 2011; Moè, Cadinu, & Maass, 2015; Steele & Aronson, 1995). Although the effect of sex and gender roles in self-evaluated driving skills and behaviors are studied, the possible effect of sex in evaluating other male and female drivers in their driving skills and behaviors was not a topic of interest in road safety studies. Thus, the aim of the current study was to investigate whether sex of the participants was a significant factor in evaluating other male and female drivers' driving skills and behavior. 92 Female and 70 male drivers participated in the study. Participants were asked to fill forms of Driver Skill Inventory (DSI) and Driver Behavior Questionnaire (DBQ) to assess driving skills and behaviors of other male and female drivers. The results indicated significant differences between male and female participants in evaluations of other female drivers' perceptual-motor skills, safety skills, and driving errors. In line with the literature, female drivers were endorsed for their safety skills, and male participants were endorsed for their perceptual motor skills. Similarly, female drivers received higher mean values for lapses and male drivers received higher mean values for errors, aggressive violations, and ordinary violations. Results are important in raising awareness regarding sex-based stereotypical evaluations of drivers, especially towards female drivers, in Turkey.

Keywords: driver skill inventory, driver behavior questionnaire, female drivers, stereotype

Cinsiyetin Diğer Erkek ve Kadın Sürücülerin Sürüş Becerileri ve Davranışlarının Değerlendirilmesindeki Rolü

Öz

Araştırmalar, cinsiyet eşitsizliğinin ön planda olduğu ülkelerde cinsiyet temelli basmakalıp inanışların bulunabileceğini ve bu inanışların bireylerde erken yaşlarda yer edinmeye başlayıp daha sonra da devam edebileceğini göstermiştir. Ayrıca basmakalıp inanışların, bu inanışlara maruz kalan grubun sürüş gibi performansları üzerinde olumsuz etkisi olduğu da raporlanmıştır (Granié and Papafava, 2011; Moè, Cadinu, & Maass, 2015; Steele & Aronson, 1995). Cinsiyet ve cinsiyet rollerinin öz beyana dayalı sürüş becerileri ve davranışları ölçümlerine olan etkileri çalışılmış olsa da, cinsiyetin diğer erkek ve diğer kadın sürücülerin sürüş becerileri ve davranışlarının değerlendirilmesindeki muhtemel etkisi üzerinde yeterince yoğunlaşmamıştır. Bu nedenle mevcut çalışma, katılımcıların cinsiyetinin diğer erkek ve kadın sürücülerin sürüş becerileri ve davranışlarının değerlendirilmesinde belirgin bir faktör olup olmadığını araştırmayı amaçlamıştır. Çalışmaya 92 kadın ve 70 erkek sürücü dahil olmuştur. Katılımcılara Sürücü Becerileri Ölçeği ve Sürücü Davranışları Ölçeği formları, kadın ve erkek sürücülerini değerlendirecekleri şekilde sunulmuştur. Sonuçlar erkek ve kadın katılımcıların kadın sürücülerin algı-motor becerileri, güvenlik becerileri ve sürüş hatalarına yönelik yapmış oldukları değerlendirmeler arasında belirgin fark olduğunu ortaya koymuştur. Alanyazın ile uygun şekilde kadın sürücüler genel olarak güvenlik becerileri bakımından, erkek katılımcılar ise algı-motor becerileri bakımından becerikli olarak değerlendirilmiştir. Yine alanyazınla uygun şekilde kadın sürücüler dalgınlıklar bakımından daha yüksek ortalama değerler elde ederken, erkek sürücüler hatalar, saldırgan ihlaller ve sıradan ihlaller alt ölçeklerinde daha yüksek ortalama ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar, Türkiye'de özellikle kadın sürücülere yönelik cinsiyet temelli basmakalıp inanışlara dair farkındalık oluşturabilmesi adına değerlidir.

Anahtar kelimeler: sürücü becerileri ölçeği, sürücü davranışları ölçeği, kadın sürücüler, stereotip

* İletişim / Contact: Batkan Özkan, Safety Research Unit, Department of Psychology, Middle East Technical University, Ankara Turkey. E-Posta / E-mail: batikanoozkan@gmail.com.

Gönderildiği tarihi / Date submitted: 17.04.2022, Kabul edildiği tarihi / Date accepted: 29.06.2022

Alıntı / Citation: Özkan, B. ve Azık D. (2022). The role of sex in evaluating other male and female drivers' driving skills and behavior. *Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 167–182. doi:10.38002/tuad.1104273



The Role of Sex in Evaluating Other Male and Female Drivers' Driving Skills and Behavior

Before the detailed investigation about the possible sources and the differences related to road traffic accidents, some of the basics of the road safety should be stressed. According to Özkan and Lajunen (2011), the accidents are the conjoint product of human factors and situation which includes vehicle and the traffic environment. Human factors that lead to road accidents can be explained under many topics such as driver skills, driving style, personality, speeding, young and old age, fatigue, inexperience, overestimation of driving skills, diminished cognitive and psychomotor functions, panic reaction, incorrect evaluation of the situation, inattention, impaired vision and hearing, inappropriate overtaking, familiarity with road, driving under substance effect, and so on (Akanbi, Charles-Owaba & Oluleye, 2009; Bucsházy, Matuchová, Zůvala, Moravcová, Kostíková & Mikulec, 2020; Eleander, West & French, 1993; Zhang, Jing, Sun, Fang & Feng, 2019). Driving skills and behaviors are factors related to road safety that are investigated in numerous traffic studies. The focus of the current study was also driving skills and behaviors; however, apart from the majority of the literature, it focuses on how sex might affect the evaluations of other drivers in their driving skills and behavior, rather than measuring self-evaluated driving skills and behavior.

1.1. Driving Skills, Driver Behaviors, and Road Safety

Driver behaviors are defined as the way drivers prefer to use the vehicle (Özkan & Lajunen, 2011), and are measured with Driver Behavior Questionnaire (DBQ) developed by Reason, Manstead, Stradling, Baxter and Campbell in 1990. DBQ is a frequently used tool for the self-evaluation of driving behaviors (Bener, Yildirim, Bolat, Özkan, & Lajunen, 2016; Martinussen, Hakamies-Blomqvist, Møller, Özkan & Lajunen, 2013), and measures driving behavior on three dimensions, which are the violations, errors, and lapses (Reason, et al., 1990). Violations are defined as deliberate actions in driving that violate the traffic laws and practices of safe driving, while the errors are defined as unintended actions that might put drivers in danger; and the lapses are defined as faults in cognitive processes that might or might not lead to dangerous outcomes (Stephens & Fitzharris 2016). Various versions of DBQ are translated and validated in numerous countries like Australia (Stephens & Fitzharris 2016), France (Guého, Granié, & Abric, 2014), Finland and The Netherlands (Lajunen, Parker, & Summala, 2004), Portugal (Dourado, Marques, Pereira, Nogueira, Macedo, Silva & Seco, 2017) and Turkey (Lajunen & Özkan, 2004), and the factors suggested by the original study (Reason et al., 1990) were confirmed. Driver skills are defined as the cognitive and motor capabilities of the driver (Özkan & Lajunen, 2011), and are frequently measured with Driver Skill Inventory (DSI), which is developed by Lajunen and Summala (1995). DSI consists of two components, which are perceptual-motor skills and safety skills (Özkan, Lajunen, Chliaoutakis, Parker & Summala, 2006). DSI is translated, validated and utilized in numerous countries such as Australia and Finland (Lajunen, Corry, Summala, & Hartley, 1998), Iran, Greece and Turkey (Özkan, et. al., 2006), and Germany (Ostapczuk, Joseph, Pufal, & Musch, 2017), and yielded good results of reliability and validity. Self-assessed driving skills and behaviors are demonstrated to have good value in predicting accident involvement (af Wählberg, Dorn & Kline 2011; de Winter & Dodou, 2010). Therefore, use of DSI and DBQ are convenient methods for studying some human factors related to the road safety.

1.2. Stereotypical Evaluations Based on Sex and Road Safety

As self-assessed driving skills and behaviors are found to be promising in studying road safety, the current study assumes that evaluations of other drivers' driving skills and behavior, especially based on sex, might also be beneficial in studying road safety. Various research

suggested that stereotypical evaluations related to drivers based on gender and sex exist. It is beneficial to consider that the term “sex” is considered as biological, whereas the term “gender” is considered as cultural, even though some authors use these terms interchangeably (Muehlenhard & Peterson, 2011). Research suggested that younger male drivers were perceived as more aggressive than older male and female drivers (Davies & Patel, 2005). In a study for which a questionnaire of stereotypical views associated with driving was developed, it was reported that female participants attributed risk avoidance to female drivers more than males, while the male participants endorsed male drivers’ driving skills more than females, emphasizing gender-based stereotypical evaluations in driving (Pravossoudovitch, Martha, Cury & Granié, 2015). Granié and Papafava (2011) reported that female drivers were associated with poor driving skills and with frequently being involved in road accidents. The same study also reported that such stereotypes regarding female drivers could exist even at the age of adolescence. In the case of Turkey, studies demonstrated masculinity score and being male was positively associated with perceptual-motor skills dimension of DSI, whereas femininity score was positively associated with the safety skills dimension (Özkan & Lajunen, 2006). In another study, being male was found to be associated with ordinary violations dimension of DBQ, while masculinity score was positively associated with both aggressive and ordinary violations dimensions, and femininity score was negatively associated with aggressive and ordinary violations, and errors dimensions in DBQ (Özkan & Lajunen, 2005a). Another study conducted with Turkish participants using DBQ and DSI reported that masculinity score was positively associated with violations while femininity score was negatively associated with violations, and both femininity and masculinity were positively associated with positive driver behaviors and perceptual-motor skills (Öztürk, Fındık & Özkan, 2019). On the other hand, sex differences were limited to higher perceptual-motor skills in male participants and higher lapses in female participants (Öztürk, Fındık & Özkan, 2019). Sex differences in accident involvement is a significant issue in Turkey. Even though the lowest number of traffic accidents since 2009 and the lowest number of accidents with death or injuries since 2012 were recorded in 2020, the recorded number of total crashes still indicates undesired levels of road safety in Turkey, and the sex disparity in accident involvement persists over the years regardless from the total number of road accidents. According to Turkish Statistical Institute (TSI) report (2021), 79% of over 4800 road users that had lost their lives in road accidents and 71% of over 226,000 road users that were injured in road accidents were males in 2020. The numbers for male involvement in accidents with death or injuries were 76% for deaths and 67% for injuries in 2019; 75% for deaths and 67% for injuries in 2018; and 76% for deaths and 68% for injuries in 2017 (TSI, 2018; TSI, 2019; TSI, 2020). The consistent pattern in higher male road user deaths and injuries over the years in Turkey makes investigating possible sources of the difference between sexes meaningful. When it is considered that Turkey is ranked as the 133th out of 156 countries in gender gap index (World Economic Forum, 2021), gender-based discrimination and stereotyping were assumed as a possible factor in understanding sex differences in accidents in Turkey. As defined in Moè, Cadinu, and Maass (2015), stereotypes are cultural phenomena and are transmitted through social experiences, and these stereotypes might have an impact on driver performance. The impact of driver sex and related stereotypical evaluations in road safety can vary for males and females. For example, Bucsházy et al. (2020) reported that women are prone to experience road accidents due to panic reaction and inattentiveness, because women are more prone to experience driving anxiety and fear than men (Taylor, Alpass, Stephens & Towers, 2011), and give emotional responses such as panic reaction, whereas men are more prone to experience road accidents due to not being able to evaluate the situation correctly, inattentiveness, inexperience, and unfamiliarity with road. Therefore, it is assumed that while overestimation of driving skills might lead to a risky driving style and cause

accidents in men, stereotypical views of women in traffic might lead to anxiety and fear, and threaten road safety (Bucsuházy et al., 2020).

In the light of the information given above, it is assumed that Turkish drivers hold stereotypical evaluations of male and female drivers' driving skills and behavior, which is assumed to be a helpful phenomenon in explaining sex differences in accident involvement. Therefore, the aim of the current study was to investigate the possible difference in how drivers of different sex evaluate drivers of their own sex and the other sex in driving skills and behavior. To obtain more robust results, our analysis included self-esteem and locus of control as control variables, as it was reported that locus of control, which is whether individuals make causal attributions to external or internal factors for their performance or events, was influential in stereotype studies (Cadinu, Maass, Lombardo & Frigerio, 2006), and self-esteem was found to be a moderator variable in stereotype effect (Rydell & Boucher, 2010) and higher self-esteem was said to lead to greater self-enhancement (Tesser, 1988). Rather than general locus of control, our study utilized the traffic locus of control scale (T-LOC) (Özkan & Lajunen, 2005b), which measures the locus of control in traffic setting. Self-esteem was measured with Rosenberg Self-Esteem Scale (RSES) (Rosenberg, 1965). To authors' knowledge, the inclusion of locus of control and self-esteem to the analysis was a unique contribution of the current study to driving skill and behavior evaluations of other drivers in traffic studies. In addition, as other studies investigated the effect of gender roles and sex in self-evaluated driving skill and behavior scores in Turkish context (Özkan & Lajunen, 2005a; Özkan & Lajunen, 2006; Öztürk, Fındık & Özkan, 2019), another unique contribution of the current study was demonstrating how evaluating driving skills and behaviors of the drivers of own sex and the other sex might differ based on the participants' sex.

2. Method

2.1. Participants

A total of 181 participants were obtained from Middle East Technical University students and outside of the university with the snowball method. As the focal point of the current study was to observe the group differences of sex in evaluating own and the other sex of drivers, three data were removed for demonstrating straight-line response pattern throughout the questionnaire. 16 data were removed for taking too little (under 5 minutes) or too much (above 100 minutes) time to finish the survey. It took approximately 20 minutes for every participant to finish the survey. The final sample was consisted of 162 participants (92 females). Having a driver's license was compulsory to participate in the study.

2.2. Materials

2.2.1. Demographics Questionnaire.

In order to obtain descriptive information regarding the sample, participants were given a short survey asking about age, sex, whether they are actively driving, how many years they have their driving license, how many accidents they had for the last three years, how many fines they have received for the last three years, and how fast they use the vehicle in urban or inter-urban roads.

2.2.2. Traffic Locus of Control Scale.

Traffic Locus of Control Scale (T-LOC) was developed by Özkan & Lajunen (2005b) and modified by Özkan, Lajunen and Kaistinen (2005), and it measures whether drivers attribute accidents to internal or external factors through four dimensions. These dimensions are "Other drivers" (6 items), "Self" (5 items), "Vehicle and environment" (3 items), "Fate" (3 items). Participants answered 17 items with 5 Likert-type choices ranging from 1 to 5 (1=Not at all

possible, 5=Highly possible), and evaluated whether or not getting into accidents depends on other drivers, self, vehicle and environment, or fate. Higher scores indicated whether the participants attribute road accidents to others, self, vehicle and environment, or fate. Internal reliability analysis of the T-LOC in the current study for other drivers, self, vehicle and environment, and fate yielded Cronbach's alpha coefficients of .76, .79, .68, and .72.

2.2.3. Rosenberg Self-Esteem Scale.

Rosenberg Self-Esteem Scale (RSES), which measures how much value one gives to self (Blascovich & Tomaka, 1991) was developed by Rosenberg (1965) and became one of the most frequently used self-esteem measurement tools in psychological research (Blascovich & Tomaka, 1991). RSES form utilized in the current study was translated to Turkish by Çuhadaroğlu (1986). The scale is consisted of 10 statements such as "I take a positive attitude toward myself" which participants evaluate on 4 Likert-type choices ranging from 1 to 4 (1=Strongly disagree, 4=Strongly agree). Minimum obtainable score was 10 and maximum obtainable score was 40, with higher scores indicating higher self-esteem. Five of the items are reverse scored. Internal reliability analysis of the RSES in the current study yielded a Cronbach's alpha coefficient of .91.

2.2.4. Driver Skill Inventory.

Participants' evaluations of perceptual-motor skills and safety skills were obtained with Driver Skill Inventory (DSI), which is developed by Lajunen and Summala in 1995, and translated to Turkish by Sümer and Özkan (2002). DSI is consisted of 20 items (10 items for perceptual-motor skills and 10 items for safety skills) which participants evaluate themselves on a 5 Likert-type choices (1 = Very poor, 5 = Very strong). In order to ask for driving skills evaluations for male and female drivers, two equivalent forms of DSI were prepared for the current study. For example, the item "Conforming to the speed limits" was reframed as "Male drivers conform to the speed limits" for the male version of the DSI and "Female drivers conform to the speed limits" for the female version of the DSI. By doing so, the questionnaire was modified in order to let participants evaluate their own sex and the other sex in driving skills, rather than evaluate themselves in driving skills. Internal reliability analysis of perceptual-motor skills and safety skills dimensions of the male version of DSI yielded Cronbach's alpha coefficients of .78 and .73. For the female version of the DSI, perceptual-motor skills and safety skills dimensions yielded Cronbach's alpha coefficients of .86 and .76.

2.2.5. Driver Behavior Questionnaire.

Participants' evaluations of driver behaviors were obtained with Driver Behavior Questionnaire (DBQ; Reason et al., 1990), which is translated to Turkish by Lajunen and Özkan (2004). There are 42-item and 28-item versions of DBQ, and as the current study required filling DBQ for both male and female drivers similar to DSI, 28-item version (8 items for lapses, 8 items for errors, 3 items for aggressive violations, and 9 items for ordinary violations) of the DBQ was used to prepare two forms of DBQ for evaluating male and female drivers' driver behaviors. Rather than asking "How often the given situations have happened to you", participants were asked "How often the given situations might be happening to male drivers?" and "How often the given situations might be happening to female drivers?" for the participants to rate male and female drivers on items such as "Hit something when reversing that you had not previously seen". Internal reliability analysis of lapses, errors, aggressive violations, and ordinary violations of the male version of the DBQ yielded Cronbach's alpha coefficients of .80, .86, .83 and .92; and .82, .86, .70 and .85 for the female version of the DBQ.

2.3. Procedure

The ethical approval for the study was given by Middle East Technical University Human Subjects Ethics Committee. An online surveying platform, Qualtrics was utilized to distribute the survey to the participants. Participants filled an informed consent form before beginning the survey. After filling the demographics questionnaire, participants filled in T-LOC and RSES. Demonstration of T-LOC and RSES was randomized. Afterwards, participants filled male and female forms of DSI and DBQ, and the presentation order of DSI and DBQ, and the male and female forms were randomized. Participants from METU received bonus points for their classes for their participation, and participants outside of the university that are recruited with snowball sampling method did not receive incentives for their participation.

2.4. Analysis

A descriptive analysis to observe mean, standard deviation, minimum and maximum values, frequencies and percentages for the demographic information was conducted. A series of independent samples t-tests were run to observe possible group differences in demographic informations and control variables, which were self-esteem and locus of control. A multivariate analysis of covariance (MANCOVA) was run to investigate the difference in how male and female participants evaluated male and female drivers' driving skills and driving behaviors, while controlling the effects of locus of control and self-esteem. Evaluations for male and female drivers' perceptual-motor skills, safety skills, lapses, errors, aggressive violations, and ordinary violations were compared together in graphs to observe how the participant's sex affects the evaluations. The Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) program was used to run the analysis.

3. Results

3.1. Descriptive Statistics

The sample consisted of 162 participants, with 70 males (43.2%) and 92 females (56.8%). Mean age for male participants was 28.40 ($SD = 12.34$), while the mean age for female participants was 26.17 ($SD = 9.85$). Independent samples t-test results demonstrated that there were no significant differences of mean age between male and female groups, $t(160) = 1.27$, $p = .20$. Mean age for the overall sample was 27.13 with a standard deviation of 11.01. Mean duration of having a driving license was 7.82 ($SD = 10.16$) for males and 5.79 ($SD = 7.54$) for females, while the mean for the overall sample was 6.67 with a standard deviation of 8.80. Independent samples t-test results showed that mean duration of driving license possession did not significantly differ between males and females, $t(160) = 1.45$, $p = .14$. When asked how fast in km/h participants drive in inter-urban and urban roads, male participants reported a mean of 110.51 ($SD = 18.72$) and 63.54 ($SD = 16.57$), while female participants reported a mean of 95.78 ($SD = 29.13$) and 63.18 ($SD = 18.49$). Mean speed of male and female participants did not differ in urban roads ($t(160) = .13$, $p = .89$), whereas male participants would drive significantly faster in inter-urban roads ($t(160) = 3.72$, $p = .000$). When asked if the participants were actively driving, all male participants reported actively driving a vehicle in the traffic, while 21.7% of female participants reported not actively driving. When asked how many road accidents participants have had for the last three years, 55.6% of participants reported zero accidents, 23.5% of participants reported having a single accident, 14.2% of participants reported having two accidents, and 6.8% of participants reported having three or more accidents. While 52.9% of male participants reported zero accidents, 22.9% reported having a single accident, 14.3% reported having two accidents, and 10% reported having three or more accidents, 57.6% of female participants reported zero accidents, 23.9% reported having a single

accident, 14.1% reported having two accidents, and 4.4% reported having three or more accidents in the last three years.

Table 1. Descriptive Statistics of Demographics Questionnaire of Male Participants

Male Participants	N	Mean	SD	Min	Max	Percent
Age	70	28.40	12.34	18	60	-
How long have you had a driver's license? (year)	70	7.82	10.16	0	35	-
What is your average speed in urban roads?	70	63.54	16.57	30	70	-
What is your average speed in inter-urban roads?	70	110.51	18.72	70	170	-
How many road accidents have you experienced for the last three years?	70	-	-	-	-	100
0	37	-	-	-	-	52.9
1	16	-	-	-	-	22.9
2	10	-	-	-	-	14.3
3+	7	-	-	-	-	10
How many times have you received a fine for speeding for the last three years?	70	-	-	-	-	100
0	55	-	-	-	-	78.6
1	10	-	-	-	-	14.3
2	2	-	-	-	-	2.9
3+	3	-	-	-	-	4.3

Even though male participants reported more accident involvement, there were no significant differences in the mean number of accidents male ($M = .82$, $SD = 1.06$) and female ($M = .71$, $SD = 1.21$) participants reported, $t(160) = .60$, $p = .54$. Finally, participants were asked how many times they have received a fine for various violations for the last three years. For speeding, 78.6% of males and 89.1% of females reported zero tickets, 14.3% of males and 4.3% of females reported a single ticket, 2.9% of males and 4.3% of females reported two tickets, 4.3% of males and 2.2% of females reported three or more tickets. The number of fines received by male and female participants did not differ significantly. Further details on demographic information are presented in Table 1 and Table 2.

3.2. Rosenberg Self-Esteem Scale

Mean value of RSES score was 32.30 ($SD = 5.73$) for male participants and ranged from 11.00 to 40.00; and 30.19 ($SD = 5.81$) for female participants and ranged from 14.00 to 40.00. Overall mean score for the sample was 31.10 ($SD = 5.85$). An independent samples t-test was run and a statistically significant difference between mean self-esteem scores of male and female participants was found, $t(160) = 2.29$, $p = .02$. Therefore, the effect of self-esteem was controlled in the subsequent analyses.

Table 2. Descriptive Statistics of Demographics Questionnaire of Female Participants

Male Participants	N	Mean	SD	Min	Max	Percent
Age	92	26.17	9.85	18	54	-
How long have you had a driver's license? (year)	92	5.79	7.54	0	28	-
What is your average speed in urban roads?	92	63.18	18.49	0	100	-
What is your average speed in inter-urban roads?	92	95.78	29.13	0	150	-
How many road accidents have you experienced for the last three years?	92	-	-	-	-	100
0	53	-	-	-	-	57.6
1	22	-	-	-	-	23.9
2	13	-	-	-	-	14.1
3+	4	-	-	-	-	4.4
How many times have you received a fine for speeding for the last three years?	92	-	-	-	-	100
0	82	-	-	-	-	89.1
1	4	-	-	-	-	4.3
2	4	-	-	-	-	4.3
3+	2	-	-	-	-	2.2

3.3. Traffic Locus of Control Scale

For the male participants, mean scores for the dimensions others, self, vehicle and environment, and fate was 3.97 ($SD = .60$), 3.19 ($SD = 1.04$), 3.25 ($SD = .74$), and 2.09 ($SD = .86$), and 4.01 ($SD = .48$), 3.30 ($SD = .86$), 3.60 ($SD = .68$), and 2.07 ($SD = .80$) for female participants. A series of independent samples t-tests were run to see whether there were statistically significant differences between male and female participants in the dimensions of T-LOC. There were no statistically significant difference between male and female participants in dimensions of others ($t(160) = -.39, p = .69$) self ($t(160) = -.70, p = .48$), and fate ($t(160) = .52, p = .91$). On the other hand, female participants attributed accidents to vehicle and environment significantly more than male participants ($t(160) = -3.16, p = .002$). The effect of locus of control was controlled in the subsequent analyses.

3.4. Effect of Participants' Sex in Evaluating Male and Female Drivers in DSI and DBQ

In order to demonstrate whether there is a significant difference in how male and female participants evaluate male and female drivers in perceptual-motor skills and safety skills dimensions of DSI, and errors, lapses, aggressive violations, and ordinary violations dimensions of DBQ, a MANCOVA analysis was run. The effects of self-esteem and locus of control were statistically controlled. Significant differences found in how female drivers were evaluated by male and female participants in perceptual-motor skills ($F(1, 155) = 14.57, p = .000, n^2=.08$), and safety skills ($F(1,155) = 15.95, p = .000, n^2=.09$) dimensions of DSI (See Table 3), and errors dimension ($F(1, 155) = 14.76, p = .000, n^2=.08$) of DBQ (See Table 4). In particular,

female participants ($M = 3.16$, $SD = .53$) rated perceptual-motor skills of female drivers higher than male participants ($M = 2.82$, $SD = .58$) rated female drivers. Similarly, female participants ($M = 3.78$, $SD = .42$) rated safety skills of female drivers higher than male participants ($M = 3.47$, $SD = .48$) did. In contrast, male participants ($M = 2.84$, $SD = .71$) rated female drivers higher in errors as compared to female participants ($M = 2.43$, $SD = .69$). No significant differences in how female drivers are evaluated in lapses, aggressive violations, and ordinary violations; and how male drivers are evaluated by male and female participants in any of the dimensions of DBQ or DSI were found.

Table 3. Mean and Standard Deviation Values for Dependent Variables in Male and Female Versions of DSI across Groups (Participant sex)

Dependent Variable	Male Participants ($n = 70$)		Female Participants ($n = 92$)		Error	df	F	p	η^2
	M	SD	M	SD					
Perceptual-motor skills (Female Drivers)	2.82	.58	3.16	.53	155	1	14.57*	.000	.086
Safety Skills (Female Drivers)	3.47	.48	3.78	.42	155	1	15.95*	.000	.093
Perceptual-motor skills (Male Drivers)	3.68	.45	3.75	.42	155	1	.79	.37	.005
Safety Skills (Male Drivers)	2.81	.46	2.76	.53	155	1	.02	.88	.000

* Statistically significant at $p < .001$ level

4. Discussion

The distribution of sex in groups and the mean ages of the groups were similar. It was important to keep the number of male and female participants and the mean age of the groups in balance as the main aim of the study was to examine the differences between the two sexes. There were also no significant differences between male and female drivers in the duration of driver's license possession, which was important since driving experience was found to be influential in driving evaluations of the self (Lajunen & Summala, 1995). Even though male participants reported more involvement in accidents, the groups did not significantly differ. This was not expected, as the TSI statistics clearly demonstrated a significant gap between male and female drivers in accident involvement. However, self-report measures might be subject to under-reporting or bias, which might explain the lack of a significant difference between male and female participants in number of accidents reported. The average speed of male participants in inter-urban roads was significantly higher than females, which might indicate a riskier driving preference. An interesting result was that while all the male participants reported actively driving, 21.7% of the female drivers reported not actively driving, even though they had a driver's licence. As reported in Granié and Papafava (2011), female drivers are associated with poorer driving skills, and these stereotypical views were present even in the participants that are at the age of adolescence. Steele and Aronson (1995) reported that negative stereotypical views might have an everlasting effect on the stereotyped group, and continue to hinder their performance on the stereotyped domain.

Table 4. Mean and Standard Deviation Values for Dependent Variables in Male and Female Versions of DBQ across Groups (Participant sex)

Dependent Variable	Male Participants (n = 70)		Female Participants (n = 92)		Error	df	F	p	η^2
	M	SD	M	SD					
Lapses (Female Drivers)	2.73	.65	2.75	.77	155	1	.000	.98	.000
Errors (Female Drivers)	2.84	.71	2.43	.69	155	1	14.76*	.000	.087
Aggressive Violations (Female Drivers)	2.03	.83	2.18	.89	155	1	1.28	.26	.008
Ordinary Violations (Female Drivers)	2.23	.65	2.20	.68	155	1	.27	.60	.002
Lapses (Male Drivers)	2.40	.64	2.56	.65	155	1	1.13	.28	.007
Errors (Male Drivers)	2.99	.82	3.07	.87	155	1	.07	.78	.001
Aggressive Violations (Male Drivers)	4.27	1.20	4.46	1.06	155	1	.26	.60	.002
Ordinary Violations (Male Drivers)	3.86	1.08	3.93	.94	155	1	.01	.90	.000

* Statistically significant at $p < .001$ level

The average self-esteem scores of the male drivers were also significantly higher than the average self-esteem scores of the female drivers participated in the current study. As research demonstrated, female drivers also experience significantly more driving anxiety compared to male drivers (Taylor, Alpass, Stephens & Towers, 2011). Thus, it was assumed that the reason why female drivers might be refraining from driving could be an effect of female driver stereotype, and its possible impact on self-esteem, driving anxiety, and driving abilities of female drivers. On the other hand, the self-esteem measurement that was taken in the current study was measuring general self-esteem. Therefore, a driving related self-esteem measurement would have been more convenient to tell if self-esteem had an impact on female drivers refraining from driving. For the locus of control, only significant difference between male and female participants was found to be the vehicle and environment-related factors. Generally, females attributed accidents more to vehicle and environment as compared to males, which was in accord with the study of Holland, Geraghty, and Shah (2010), which reported that female drivers had more external locus of control compared to male drivers.

Significant differences between male and female participants were obtained in evaluations of some DSI and DBQ dimensions. The comparison of how male and female drivers evaluated driver skills of other male and female drivers demonstrated similar results to previous research. Similar to the results of Özkan and Lajunen (2006) and Lajunen et al., (1998) in which being male was positively associated with perceptual-motor skills, both male and female participants endorsed male drivers for their perceptual-motor skills as compared to female drivers. However,

interestingly, while the mean scores of perceptual-motor skills the male drivers received from male and female participants did not significantly differ, the mean scores of perceptual-motor skills the female drivers received from male and female participants significantly differed from each other. In particular, male participants scored female drivers' perceptual-motor skills the lowest. However, even though the female participants scored female drivers' perceptual-motor skills lower than they scored male drivers', they scored female drivers' perceptual-motor skills significantly higher than male participants. Based on these findings, it was assumed that female drivers are seen significantly lower in perceptual-motor skills in driving by males than females, and it might be a factor that strengthens negative female driver stereotypes in Turkey. Furthermore, negative stereotypes towards female drivers' ability to drive might also be one of the reasons why female drivers might be refraining from driving even though they have a driving license, or score lower in self-esteem assesment. Results regarding safety skills of DSI also demonstrated similar findings to previous research. Özkan and Lajunen (2006) reported that femininity score, which was measured with Bem Sex Role Inventory, was related to safety skills. On the other hand, the study conducted by Özkan and Lajunen (2006) has not found an effect of being female in safety skills measures. The current study, differing from the Özkan and Lajunen (2006), did not measure self-evaluated driving skills, but rather asked male and female drivers to evaluate other male and female drivers. While there was no significant difference in how male drivers were evaluated by male and female participants in safety skills, there was a significant difference in how female drivers were evaluated by male and female participants. In particular, female participants evaluated other female drivers higher in safety skills as compared to male participants. The mean values of safety skills of female drivers was also assessed higher as compared to male drivers by both male and female participants. Therefore, the results further supported the fact that males are endorsed for their perceptual-motor skills and females for their safety skills, and sex was an effective factor in determining how other female drivers are evaluated in their perceptual-motor skills and safety skills by male and female drivers. To the authors' knowledge, the current study was the pioneer in demonstrating the significant difference in evaluations of other female drivers in their driving skills by male and female drivers, while this difference was absent in evaluating other male drivers' driving skills.

The mean scores of DBQ indicated findings similar to literature. Both male and female participants evaluated male drivers as higher in aggressive violations, ordinary violations, and errors. However, these evaluations did not differ significantly between male and female participants. Furthermore, female drivers were evaluated higher in lapses by both male and female participants; however, these evaluations did not differ significantly between male and female participants. On the other hand, female participants evaluated female drivers significantly lower in errors as compared to male participants' evaluations of female drivers. In general, the current study pointed out that sex-based significant differences do exist in how the female drivers are evaluated in their driving skills and behaviors by males and females but not how the male drivers are evaluated.

The current study was important in demonstrating how male and female drivers would evaluate other male and female drivers in driving skills and behaviors and demonstrating a possible effect of female driver stereotype on how other female drivers are evaluated while taking the effect of self-esteem and locus of control in account. On the other hand, there are several limitations about the current study and recommendations for future studies are made. Firstly, it was reported that stereotypical evaluations might be entwined in culture, and can resist to change (Moè, Cadinu, & Maass, 2015). The same study also reported that even though female drivers could drive successfully, they would evaluate their performance lower than they actually performed due to existing stereotypical beliefs about female drivers. The study of Moè, Cadinu,

and Maass (2015) was conducted in Italy, which was referred by the authors as a country with evident gender gap. As the authors cited, Italy was ranked 74th out of 135 countries in the 2011 global gender gap report (World Economic Forum, 2011), and ranked 63th out of 156 countries in the latest report of WEF in 2021 (World Economic Forum, 2021). Turkey, on the other hand, was ranked as 133th out of 156 countries in the global gender gap report of WEF in 2021 (World Economic Forum, 2021). Therefore, the results of the current study further support the notion that countries with pronounced gender gap would hold more negative and unfair beliefs towards female drivers. On the other hand, since both Italy and Turkey can be considered as countries with evident gender gap, replicating the study in countries with less evident gender gap is recommended to observe whether gender gap is a significant factor in how other female drivers would be evaluated by male and female participants. Secondly, while both the perceptual-motor skills and the safety skills dimensions of DSI were found to be significantly affected by the evaluators' sex when evaluating female drivers, only the errors dimension of DBQ was found to be affected by the evaluators' sex when evaluating female drivers. Although this might point out a difference in how the evaluators' sex would affect the evaluations of other female drivers when evaluating driver skills versus driving behavior, further studies are required to investigate the variables that might affect the evaluations of driver behaviors of other male and female drivers. One variable that might have been beneficial to include the study could be the gender roles. Previous research demonstrated some gender differences, apart from sex, in evaluations of driving behaviors and skills (Özkan & Lajunen, 2005a; Özkan & Lajunen, 2006; Öztürk, Fındık & Özkan, 2019). Including a gender roles inventory might have provided a better comparative value to the current study; however, the current study already required participants to participate in a relatively long study and fill forms of DBQ and DSI both for male and female drivers, and also RSES and T-LOC. Thus, adding another scale to measure gender roles would overcrowd the study and induce boredom and fatigue to the participants. Further research is required to see how gender roles might interact with how other male and female drivers are evaluated by male and female drivers. Thirdly, a limitation of the study was the age distribution of the sample. Since the participants were mostly university students, amongst the 162 participants, 77.8% were between ages 18 to 30, 21.6% were between ages 30 to 60, and only .6% were above the age of 60. Even though the groups did not significantly differ in mean age, replicating the study with a sample that consists of equally distributed groups of younger, middle-aged, and elderly participants can provide a better look in how age might affect the way other male and female drivers are evaluated in their driving skills and behavior depending on the participants' sex. In addition, replicating the study with such equally distributed age groups would make it possible to observe whether negative beliefs towards female drivers differ between participants of different age groups. Finally, using a driving-oriented self-esteem measurement rather than general self-esteem to further explore reasons behind female drivers' refrainment from driving is recommended.

Ethics Committee Approval Statement

Ethics committee approval of the study was obtained from Middle East Technical University Human Subjects Ethics Committee (Date 21/12/2020 and Application Number: 347-ODTU-2020).

References

- Af Wählberg, A., Dorn, L., & Kline, T. (2011). The Manchester Driver Behaviour Questionnaire as a predictor of road traffic accidents. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 12(1), 66-86.
- Akanbi, O. G., Charles-Owaba, O. E., & Oluleye, A. E. (2009). Human factors in traffic accidents in Lagos, Nigeria. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*. 18(4), 397-409. doi.org/10.1108/09653560910984456
- Bener, A., Yildirim, E., Bolat, E., Özkan, T., & Lajunen, T. (2016). The driver behaviour questionnaire as an accident predictor in cross-cultural countries in Qatar and Turkey: Global Public Health Problem. *Brit J Med Res*, 15(7), 1-9.
- Blascovich, J., & Tomaka, J. (1991). The self-esteem scale. In J. P. Robinson, P. R. Shaver, & L. S. Wrightsman (Eds.), *Measure of personality and social psychological attitudes* (pp. 115–160). New York: Academic.
- Bucsuházy, K., Matuchová, E., Zůvala, R., Moravcová, P., Kostíková, M., & Mikulec, R. (2020). Human factors contributing to the road traffic accident occurrence. *Transportation Research Procedia*, 45, 555-561.
- Cadinu, M., Maass, A., Lombardo, M., & Frigerio, S. (2006). Stereotype threat: The moderating role of locus of control beliefs. *European Journal of Social Psychology*, 36(2), 183-197.
- Çuhadaroğlu, F. (1986). *Adolesanlarda benlik saygısı*. Uzmanlık Tezi, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Psikiyatri Anabilim Dalı, Ankara.
- Davies, G. M., & Patel, D. (2005). The influence of car and driver stereotypes on attributions of vehicle speed, position on the road and culpability in a road accident scenario. *Legal and Criminological Psychology*, 10(1), 45-62.
- De Winter, J. C., & Dodou, D. (2010). The Driver Behaviour Questionnaire as a predictor of accidents: A meta-analysis. *Journal of Safety Research*, 41(6), 463-470.
- Dourado, J. F., Marques, C., Pereira, A. T., Nogueira, V., Macedo, A., Silva, A. B., & Seco, A. J. M. (2017). Further validation of the driver behaviour questionnaire–confirmatory factor analysis in a Portuguese sample. *European Psychiatry*, 41(S1), S694-S694.
- Elander, J., West, R., & French, D. (1993). Behavioral correlates of individual differences in road-traffic crash risk: An examination of methods and findings. *Psychological Bulletin*, 113(2), 279.
- Granié, M., & Papafava, M. E. (2011). Gender stereotypes associated with vehicle driving among French preadolescents and adolescents. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 2011, 14 (5), pp.341-353. doi:10.1016/j.trf.2011.04.002
- Guého, L., Granié, M. A., & Abric, J. C. (2014). French validation of a new version of the Driver Behavior Questionnaire (DBQ) for drivers of all ages and level of experiences. *Accident Analysis & Prevention*, 63, 41-48.
- Holland, C., Geraghty, J., & Shah, K. (2010). Differential moderating effect of locus of control on effect of driving experience in young male and female drivers. *Personality and Individual Differences*, 48(7), 821-826.

- Lajunen, T., & Özkan, T. (2004). Culture, safety culture, and traffic safety in Turkey and in Europe. The Turkish Driver Behaviour Questionnaire (T-DBQ): Validity and norms. Report no: SBB-3023. The Scientific and Technical Research Council of Turkey (TÜBİTAK), June 2004, Ankara, Turkey.
- Lajunen, T., & Summala, H. (1995). Driving experience, personality, and skill and safety-motive dimensions in drivers' self-assessments. *Personality and Individual Differences*, 19(3), 307-318.
- Lajunen, T., Corry, A., Summala, H., & Hartley, L. (1998). Cross-cultural differences in drivers' self-assessments of their perceptual-motor and safety skills: Australians and Finns. *Personality and Individual Differences*, 24(4), 539-550.
- Lajunen, T., Parker, D., & Summala, H. (2004). The Manchester driver behaviour questionnaire: a cross-cultural study. *Accident Analysis & Prevention*, 36(2), 231-238.
- Martinussen, L. M., Hakamies-Blomqvist, L., Møller, M., Özkan, T., & Lajunen, T. (2013). Age, gender, mileage and the DBQ: The validity of the Driver Behavior Questionnaire in different driver groups. *Accident Analysis & Prevention*, 52, 228-236.
- Moè, A., Cadinu, M., & Maass, A. (2015). Women drive better if not stereotyped. *Accident Analysis & Prevention*, 85, 199-206.
- Muehlenhard, C. L., & Peterson, Z. D. (2011). Distinguishing between sex and gender: History, current conceptualizations, and implications. *Sex Roles*, 64(11), 791-803.
- Ostapczuk, M., Joseph, R., Pufal, J., & Musch, J. (2017). Validation of the German version of the driver skill inventory (DSI) and the driver social desirability scales (DSDS). *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 45, 169-182.
- Özkan, T. ve Lajunen, T. (2011). Person and environment: Traffic culture. In B. E. Porter (Eds.), *Handbook of Traffic Psychology* (pp.179-192). San Diego, CA: Elsevier.
- Özkan, T., & Lajunen, T. (2005a). Why are there sex differences in risky driving? The relationship between sex and gender-role on aggressive driving, traffic offences, and accident involvement among young Turkish drivers. *Aggressive Behavior: Official Journal of the International Society for Research on Aggression*, 31(6), 547-558.
- Özkan, T., & Lajunen, T. (2005b). Multidimensional Traffic Locus of Control Scale (T-LOC): factor structure and relationship to risky driving. *Personality and Individual Differences*, 38(3), 533-545.
- Özkan, T., & Lajunen, T. (2006). What causes the differences in driving between young men and women? The effects of gender roles and sex on young drivers' driving behaviour and self-assessment of skills. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 9(4), 269-277.
- Özkan, T., Lajunen, T., Chliaoutakis, J. E., Parker, D., & Summala, H. (2006). Cross-cultural differences in driving skills: A comparison of six countries. *Accident Analysis & Prevention*, 38(5), 1011-1018.
- Özkan, T., Lajunen, T., Kaistinen, J. (2005). Traffic Locus of control, driving skills, and attitudes towards in-vehicle technologies (ISA and ACC). 18th International Cooperation on Theories and Concepts in Traffic Safety (ICTCT), Helsinki, Finland.

- Öztürk, İ., Fındık, G., & Özkan, T. (2019). Trafik ortamında cinsiyet rollerinin sürücü davranışları ve sürüş becerileriyle ilişkisi. *Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 78-92.
- Pravossoudovitch, K., Martha, C., Cury, F., & Granié, M. A. (2015). Sex and age differences in the endorsement of sex stereotypes associated with driving. *The Spanish Journal of Psychology*, 18.
- Reason, J., Manstead, A., Stradling, S., Baxter, J., & Campbell, K. (1990). Errors and violations on the roads: a real distinction?. *Ergonomics*, 33(10-11), 1315-1332.
- Rosenberg, M. (1965). *Society and the adolescent self-image*. Princeton: Princeton University Press.
- Rydell, R. J., & Boucher, K. L. (2010). Capitalizing on multiple social identities to prevent stereotype threat: The moderating role of self-esteem. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 36(2), 239-250.
- Steele, C. M., & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69(5), 797–811. doi.org/10.1037/0022-3514.69.5.797
- Stephens, A. N., & Fitzharris, M. (2016). Validation of the driver behaviour questionnaire in a representative sample of drivers in Australia. *Accident Analysis & Prevention*, 86, 186-198.
- Sümer, N., & Özkan, T. (2002). Sürücü Davranışları, Becerileri, Bazı Kişilik Özellikleri ve Psikolojik Berlirtilerin Trafik Kazalarındaki Rollerini. *Türk Psikoloji Dergisi*. 17(50), 1–25
- Taylor, J. E., Alpass, F., Stephens, C., & Towers, A. (2011). Driving anxiety and fear in 55–70 year-old New Zealanders. *Age Ageing*, 40(1), 62-66.
- Tesser, A. (1988). Toward a self-evaluation maintenance model of social behavior. In L. Berkowitz, et al. (Eds.), *Advances in Experimental Social Psychology*, pp. 181-227. Academic Press.
- Turkish Statistical Institute (2018). *Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri, 2017*. Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Karayolu-Trafik-Kaza-Istatistikleri-2017-27668>
- Turkish Statistical Institute (2019). *Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri, 2018*. Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Karayolu-Trafik-Kaza-Istatistikleri-2018-30640>
- Turkish Statistical Institute (2020). *Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri, 2019*. Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Karayolu-Trafik-Kaza-Istatistikleri-2019-33628>
- Turkish Statistical Institute (2021). *Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri, 2020*. Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Karayolu-Trafik-Kaza-Istatistikleri-2020-37436>
- World Economic Forum (WEF). (2011). *The Global Gender Gap Report 2011*. Retrieved from https://www3.weforum.org/docs/WEF_GenderGap_Report_2011.pdf

World Economic Forum (WEF). (2021). *The Global Gender Gap Report 2021*. Retrieved from https://www3.weforum.org/docs/WEF_GGGR_2021.pdf

Zhang, Y., Jing, L., Sun, C., Fang, J., & Feng, Y. (2019). Human factors related to major road traffic accidents in China. *Traffic Injury Prevention, 20*(8), 796-800.

TUAD

Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi
Journal of Traffic and Transportation Research



ODTÜ
METU



Safety Research Unit