

**KENT İÇİ TOPLU TAŞIMADA BELEDİYE OTOBÜSLERİNİN
KARIŞTIĞI TRAFİK KAZALARININ LOJİSTİK REGRESYON İLE
İNCELENMESİ**

*INVESTIGATION OF TRAFFIC ACCIDENTS INVOLVING MUNICIPALITY
BUSES IN URBAN PUBLIC TRANSPORT BY LOGISTIC REGRESSION*

Ümit KUVVETLİ*, Ali Rıza FİRUZAN**

*Geliş Tarihi: 24.07.2020
(Received)*

*Kabul Tarihi: 03.06.2021
(Accepted)*

ÖZ: Trafik kazaları, birçok gelişmekte olan ülke için önemli sorunlardan bir tanesidir. Literatürde trafik kazalarını farklı açılardan değerlendiren birçok çalışma olmasına karşılık, kent içi toplu taşımada sıklıkla kullanılan belediye otobüslerinin karıştığı trafik kazaları ile ilgili çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Bu çalışma, literatürdeki bu boşluğun dolmasına katkı sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmada İzmir’de kullanılan belediye otobüslerinin bir yıl içinde karıştıkları trafik kazalarına etki eden faktörler lojistik regresyon kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın ilk kısmında, yaralamalı/ölümlü trafik kazalarına etki eden faktörler ikili lojistik regresyon ile belirlenmiştir. Bu modele göre mevsim ve şoför tecrübesi değişkenleri anlamlı bulunmuştur. İkinci kısımda ise, kazalar, kuruma olan toplam maliyetlerine göre gruplanmış ve kazanın maddi büyüklüğüne etki eden faktörler ordinal regresyon ile analiz edilmiştir ve elde edilen modele göre kazanın büyüklüğüne anlamlı etki eden faktörler belirlenmiştir. Son olarak ise, elde edilen tüm bulgular genel olarak değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: trafik kazaları, lojistik regresyon analizi, kent içi toplu taşıma

ABSTRACT: Traffic accidents are one of the important problems for many developing countries. Although there are many studies in the literature evaluating traffic accidents from different perspectives, the number of studies related to traffic accidents involving city buses, which are frequently used in urban public transportation, is quite limited. This study has been prepared to contribute to filling this gap in the literature. In the study, the factors affecting the traffic accidents involving the city buses used in İzmir within a year were analyzed using logistic regression. In the first part of the study, the factors affecting injured / fatal traffic accidents were determined by binary logistic regression. According to this model, season and driver experience were found statistically significant. In the second part, the accidents were grouped according to their total costs to the institution and the factors affecting the magnitude of the accidents have been determined by using ordinal regression model. Finally, all findings obtained in the study were generally evaluated and interpreted.

Key Words: traffic accidents, logistic regression analysis, public transportation

* Dr. Öğr. Üyesi, Bakırçay Üniversitesi, umit.kuvvetli@bakircay.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9567-3675.

** Prof. Dr. Dokuz Eylül Üniversitesi, aliriza.firuzan@deu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8337-2349.

EXTENDED ABSTRACT

Traffic accidents are one of the important problems for many developing countries. Although there are many studies in the literature evaluating traffic accidents from different perspectives, the number of studies related to traffic accidents involving city buses, which are frequently used in urban public transportation, is quite limited. This study has been prepared to contribute to filling this gap in the literature.

In the study, the factors affecting the traffic accidents involving the city buses used in İzmir within a year were analyzed using logistic regression. In the first part of the study, the factors affecting injured /fatal traffic accidents were determined by binary logistic regression. In the second part, the accidents were grouped according to their total costs to the institution and the factors affecting the magnitude of the accidents have been determined by using ordinal regression model.

In binary logistic regression, all accident results (0: no injury or dead, 1: at least one injury/dead) are used as the dependent variable in the analysis; the variables about bus driver such as experience, age, whether the bus involved in accident is registered to bus driver, driver's practice on the relevant bus (whether the driver has used the same bus brand involved in accident for a certain period of time) and the groups formed by considering the number of faulty accidents, the variables about the line that accident occurred such as the average distance between two bus stops, passenger density, the slopes of the routes, passenger density at the time of the accident (capacity utilization rate), average traffic density on the routes at the time of the accident and the cluster of the lines, variables about buses such as the types and models of the buses and environmental variables like the season, time interval of the day, the daily rainfall, whether the accidents occurred in black spots have been used as independent variables. According to the binary regression results, the winter months have higher risk for accidents causing injury or death. In addition, as the drivers experience increases, the risk of accidents with injury or dead increases.

One of the negative effects of traffic accidents involving public buses is the property damage to the organizations. In addition, while all traffic does not accidents cause the same property damage; different sized- accidents occurred within the analysis period. For this reason, all traffic accidents involving public buses, according to the total cost to the institution, have been divided into three groups as minor, medium, and major and the factors affecting the magnitude of the accidents have been determined by using ordinal regression model. The magnitude of the accident was used as dependent variable in the ordinal regression and the independent variables in the binary regression were used as independent variables. Bus type, the average distance between bus stops on the route, whether debit of the bus belongs to bus drivers, capacity utilization rate, driver's practice on the bus, group of the bus driver, the cluster of line and the slope of the route are statistically significant.

According to the ordinal regression, the odds of involving bigger traffic accident for the articulated buses are 1.22 times higher than the odds for solo buses. The risk of major accident on the lines that the average distance between bus stops on their route is greater than 700 meters is 1.340 times higher than the lines that the average distance between bus stops on their route is between 400 and 700 meters and 1.524 times higher than the lines that the average distance between bus stops on their route is less than 400 meters. These values show

that bus drivers have major accidents as the distance between bus stops increases. As the distance between bus stops increase, increasing the speed by bus drivers can be considered as possible cause of this condition. The number of passengers in the buses is a factor influencing the concentration and stress level of the bus drivers. The capacity utilization rate (the number of passengers in the bus at the time of the accident / bus capacity) is a factor that increases the risk of more major accidents. 1 unit increase in the density of passengers in the bus increases the risk of the driver to be involved in a major accident increases by 1.005 (95% CI, 1.001 to 1.010) times.

The risk of bus drivers with lower rate of faulty accident to be involved in major accident is 1.318 times higher than the drivers with higher rate of faulty. Similarly, the risk of major accident on the lines that the number of traffic accidents per 100,000 bus kms is lower is 1.448 times higher than the lines that the number of traffic accidents per 100,000 bus kms is higher. Both statistics show the bigger accidents occur in the groups where the accident risk is low compared to groups where the risk of accidents is high. It is possible to interpret this situation as increase in the driver's carelessness at low-risk situations.

The basic results achieved in both binary and ordinal regression analyses is that the groups where the probability of accident is low have bigger risk of the involved in the accident included injury/fatality or in the major accident in terms of property damages. This result shows that different precautions are necessary to be taken for reducing traffic accidents for different groups.

1. GİRİŞ

Trafik kazaları, sebep olduğu olumsuz sonuçlar nedeniyle bugün birçok ülkenin öncelikli konularından bir tanesidir. Trafik kazalarının azaltılmasına yönelik alınan önlemlerden bir tanesi toplu taşımanın özendirilmesidir. Bununla birlikte, otobüs ile yolculuk etmenin diğer yolculuk türlerine göre daha güvenli bir ulaşım şekli olmasına (Chimba vd, 2010) ve yolculuk sırasında ciddi yaralanma ve ölme olasılığının özel araç ile yolculuk etmeye kıyasla kent içi toplu taşıma araçlarında birkaç kat daha düşük olmasına rağmen (Yang et al., 2009) özellikle kent içi toplu taşıma araçlarının karıştığı trafik kazalarında yaşanan can ve mal kaybı azımsanacak düzeyde değildir.

Kentlilerin, şehir içi toplu taşıma hizmeti veren kurumlardan temel beklentileri, gitmek istedikleri yere güvenli ve zamanında ulaşımının sağlanmasıdır. Özellikle şehir içi toplu taşıma hizmetinde kullanılan otobüslerin karışıklıkları trafik kazaları, yolcuların can güvenliğini tehdit etmekte, kalıcı sakatlıklara ve mal kayıplarına sebep olabilmektedir. Herhangi bir can ve mal kaybına sebep olmasa dahi, otobüslerin karıştığı trafik kazalarından dolayı gerek toplu taşıma işletmeleri gerek ise yolcular çeşitli zorluklar yaşamaktadırlar. Herhangi bir trafik kazasına karışan otobüs, yapması gereken planlanmış seferlerini aksatmakta, bunun sonucu olarak da kaza sırasında otobüste olmayan yolcular bile, trafik kazalarından dolayı etkilenmekte, bu durum da yolcu memnuniyetini olumsuz etkilemektedir. Tüm bu olumsuzluklara ek olarak, trafik kazaları kurumlara ciddi ekonomik zarar vermektedir. Bu sebeplerden dolayı, şehir içi toplu ulaşım

hizmeti veren kurumlar açısından trafik kazalarının önlenmesi ve sayılarının azaltılması, kurumların ulaşım stratejilerindeki en kritik konuların bir tanesidir (Kuvvetli ve Firuzan, 2019).

Trafik kazalarının ülke ekonomilerine ciddi ekonomik zararları olduğundan dolayı, Dünya Sağlık Örgütü'ne göre trafik kazalarının sebep olduğu zararı en aza indirmek için trafik kazalarına etkileyen faktörlerin tespiti oldukça önemlidir (WHO, 2018). Benzer durum otobüsler ile kent içi toplu taşıma hizmeti sunan işletmeler için de geçerli olmasına rağmen, literatürde bu alanda yapılan çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır.

Son yıllarda, trafik kazalarının önlenmesi amaçlı yapılan çalışmalarda, trafik kazalarının sayısının azaltılması yanında kaza şiddetinin de azaltılması hedeflenmektedir. Her iki hedefe de ulaşmanın yolu, kazaları etkileyen faktörlerin tespit edilmesinden geçmekte olup; trafik kazalarını etkileyen hava durumu, yol tipi, kaza yeri, saat aralığı, aydınlanma durumu gibi birçok faktörün incelendiği çalışmalar literatürde bulunmaktadır. Bütün bu faktörlerin kontrol altına alınması oldukça zordur ve günümüzde trafik kazalarını tamamen önlemek mümkün değildir.

Kent içi toplu taşıma işletmeleri açısından değerlendirildiğinde ise kendi araçlarının karıştığı trafik kazaları, sundukları hizmet kalitesini olumsuz etkileyen önemli konulardan bir tanesidir. Bununla birlikte, trafik kazalarına etki eden genel faktörlerin yanı sıra, söz konusu işletmeler için güzergah durumu, otobüs tipi, şoför tecrübesi, yolcu yoğunluğu gibi başka faktörler de söz konusudur. Fakat, bu faktörlerin kontrol altına alınması diğer trafik kazalarını etkileyen faktörlere kıyasla daha olasıdır. Bu sebeple, diğer trafik kazalarının sayısının azaltılması seçeneğiyle karşılaştırıldığında, çeşitli teknikler uygulayarak kent içi toplu taşıma şirketlerinin karıştıkları trafik kazalarının sayısını azaltmaları nispeten daha kolaydır.

Trafik kazalarının bazı alt konuları ile ilgili çalışma sayısı oldukça azdır. Bu konulardan bir tanesi kent içi toplu taşıma araçlarının karıştığı trafik kazalarıdır. Bu çalışmada ilgili konu ele alınmış, kent içi toplu taşımada kullanılan otobüslerin karıştığı trafik kazalarını etkileyen faktörler lojistik regresyon kullanılarak analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar paylaşılmıştır. Makalede, bu bölümünden sonra, konu ile ilgili literatür taramasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde, kullanılan yöntem ve veri kaynağı ile ilgili bilgiler paylaşılmış, dördüncü bölümde ise uygulama sonuçlarına yer verilmiştir. Makalenin son kısmında ise elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirilmiş ve sonraki çalışmalar ile ilgili tecrübeler paylaşılmıştır.

2. LİTERATÜR

Trafik kazaları sadece ülkemizde değil dünya genelinde ciddi bir sorundur. Trafiğe yeni araçların eklenmesi, nüfusun artması gibi faktörlerin de etkisiyle her geçen yıl trafik kazalarının sayısı ve bu kazalardaki can ve mal kaybı artmaktadır. Literatürde, trafik kazalarının azaltılmasına katkı sağlayacak birçok çalışma yer

almaktadır. Genel olarak trafik kazaları ile ilgili araştırma sayısı fazla olmasına karşın, kamyonlar, motosikletler, ölümlü/yaralamalı kazalar, kent içi yollarda/şehirlerarası yollarda meydana gelen kazalar gibi daha spesifik kapsamda yapılan çalışma sayısı daha sınırlıdır. Bu sınırlı çalışma konularından bir tanesi de kent içi toplu taşımada kullanılan otobüslerin karıştığı trafik kazalarıdır. Kent içi toplu taşımada, kent içi trafik yoğunluğunu ve kirliliği azaltması, dolayısıyla diğer ulaşım araçlarına göre daha güvenli olmasının (Brenac and Clabaux, 2005) yanı sıra bu konudaki verilere ulaşmanın zorluğu gibi faktörler bu konuda sınırlı çalışma olmasının sebepleri olarak kabul edilebilir.

Wahlberg (2002; 2004) İsveç'in Uppsala kentinde kent içi ulaşımında otobüslerin düşük hızda meydana gelen kazalarını analiz etmiştir. Toplam 2.237 kazanın çeşitli faktörlere göre sınıflandırıldığı çalışmalarda, araçların aldığı hasar bölgelerinin tespiti, otobüs duraklarının güvenilirliğinin araştırılmasının yanında, kaza raporları, istatistikleri, değerlendirmeleri için kaza raporlarının nasıl tutulması gerektiği de tartışılmıştır.

Kharola vd (2010) Bengaluru, Hindistan'daki toplu taşıma otobüslerinin karıştığı ölümlü kazaları analiz etmişlerdir.

Güner ve diğerleri (2014) Sakarya'da 2006-2012 yılları arasında meydana gelen ve kent içi toplu taşıma araçlarının karıştığı toplam 525 ölümlü ve yaralamalı trafik kazasını k-means kümeleme algoritması ile analiz etmiş ve kaza karakteristiklerini belirlemişlerdir. Çalışmada, araçlar ile olan kazalar ve yayalar ile olan kazalar olarak iki farklı küme elde edilmiş ve bu kümeler arasındaki temel farkın mevsim ve kavşaklardan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada her iki küme için trafik kazalarının azaltılması için bazı önerilerde bulunulmuştur.

Selanik ve diğerleri (2014) ise İzmir'de belediye otobüslerinin karıştığı trafik kazalarının istatistiksel analizin yaptıkları çalışmada, otobüslerin en sık kaza yaptıkları lokasyonları belirlemiş, ayrıca aylara, saat dilimlerine göre kaza sayılarını karşılaştırmışlardır. Hat bazında da kaza sayılarının incelendiği çalışmada, otobüs şoförleri açısından da kazalar değerlendirilmiştir. Şoförlerin sıklıkla yaptıkları kusurlar ve çalışmaya başladıktan ne kadar süre sonra kazaya karışma risklerinin arttığı da araştırılmıştır.

Krstanoski ve Gjorgievski (2016) Üsküp'te kent içi otobüs şoförlerinin sebep olduğu 2010 Nisan-2015 Aralık dönemi içinde meydana gelen trafik kazalarının istatistiksel analizini yapmışlardır. İlgili dönem içerisinde kaza yeri, gün zaman dilimi, kazaya karışan diğer taraf ve kaza tipinin analiz edildiği çalışmada bazı önerilere de yer verilmiştir.

Taşbakan vd. (2018) Berlin'de şehir içi otobüs şoförlerinin kaza risklerini değerlendirmek amacıyla şoförlerin alkol, sigara kullanımı, uykusuzluk, uyku apnesi vb. rahatsızlıklarını bir anket aracılığıyla araştırmışlardır. Çalışma sonucunda uyku

apnesi riski yüksek olan şoförlerin kaza riskinin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İran'ın Meşhed kentinde yapılan bir çalışmada ise, kent içi ulaşımında kullanılan otobüslerin 2014-2016 yılları arasında karıştığı toplam 4.910 trafik kazası analiz edilmiş ve kaza riskini etkileyen faktörler araştırılmıştır. Çalışmaya göre, otobüs duraklarında ve kavşaklarda meydana gelen kazalarda ölme ya da yaralanma riski diğer yerlerdeki kazalara kıyasla daha düşüktür. Benzer şekilde, yandan veya köşeden çarpmanın gerçekleştiği kazalarda ölüm ya da yaralanma riski daha düşüktür. Buna karşın kazalarda otobüs yaşının ya da modelinin etkisi anlamlı bulunmamıştır (Nasri ve Aghabayk,2020).

Trafik kazalarının yanı sıra, otobüslerin ani hareketleri de yolcular için risk oluşturmaktadır. Otobüslerin ani durması ya da hızlanması sonucu meydana gelen yaralanma sayısı trafik kazalarının sebep olduğu yaralanmalardan daha fazladır. İngiltere'de yapılan bir çalışmaya göre, otobüs kazalarındaki yaralanmaların %63'ü trafik kazası dışındaki olaylarda gerçekleşmiştir (Palacio vd., 2009; Fruin vd., 1994).

3. YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde, kullanılan yöntem ile veri kaynağı hakkında bilgi verilmiştir.

3.1 Veri Kaynağı

İzmir, 4.367.251 (TÜİK, 2020) olan nüfusu ile Türkiye'nin en fazla nüfusa sahip 3. kentidir. Kentte, kent içi toplu taşıma hizmetleri, otobüs, metro, hafif raylı sistem, tramvay ve denizyolu modlarında sağlanmaktadır. Günlük ortalama 2 milyona yakın binişin yapıldığı kentte, yolcuların %58,3'ü otobüsler, %38,2'si raylı sistemler ve %3,5'i ise denizyolu ile taşınmaktadır. Kentte, çalışmanın uygulama kısmının gerçekleştirildiği kurum olan ESHOT'un tüm kent içi toplu taşıma sistemi içindeki payı %46,8'dir (ESHOT, 2020). Kentte, her gün şehir içi toplu taşıma hizmeti veren yaklaşık 1.500 otobüs, şehir içi yolları aktif olarak kullanmakta ve şehir trafiği açısından ciddi bir etkiye sahip bulunmaktadır.

Çalışmada, 2014 Eylül-2015 Ağustos dönemi arasında, ESHOT Genel Müdürlüğü'ne ait otobüslerin karıştığı 3.279 trafik kazası analiz edilmiştir. Ayrıca, garajlarda meydana gelen trafik kazaları ile vandalizm ve araç içi yolcu düşmesi ile oluşan kazalar çalışma kapsamına alınmamıştır.

Trafik kazaları sonrası kurum bilirkişilerinin ve trafik polislerinin hazırladıkları tutanaklarda yer alan bilgiler kullanılmıştır. Söz konusu bilgilerin yanı sıra, daha detaylı analizler yapabilmek için kurumun diğer verilerinden de yararlanılmıştır.

Çalışma kapsamında, kazaya karışan otobüs tipi (minibüs, solo ve körüklü), otobüs modeli (otobüs filosunda bulunan 11 farklı model bilgisi), kazanın meydana geldiği mevsim (ilkbahar, yaz, sonbahar, kış), kazanın meydana geldiği saat aralığı (sabah, öğle, akşamüstü, akşam ve gece), kazaya karışan şoförün toplam iş tecrübesi

(3 yıldan az, 3-6 yıl arası, 6 yıldan çok), kazaya karışan şoför yaşı (35 yaş altı, 35-40 yaş arası, 40 yaş üstü), kazanın olduğu hattaki herhangi iki durak arası ortalama mesafe (yakın, orta, uzak), kazanın olduğu hattaki yolcu yoğunluğu (az yoğun, normal, çok yoğun), kazanın olduğu hattaki eğim (yok, az, orta, çok), kazaya karışan aracın kazaya karışan şoföre zimmetli olup olmaması (evet; hayır), kazanın olduğu gündeki yağmur miktarı (yağmur yok, hafif yağmurlu, yağmurlu, şiddetli yağmurlu), kazanın kara noktada olup olmaması (evet, hayır), kazaya karışan şoförün kazaya karışan araca alışkın olup olmaması (evet, hayır), kaza anındaki otobüsün içindeki yolcu kapasitesi, kazaya karışan otobüsün çalıştığı hattaki trafik yoğunluğu (az, orta, çok), kazadaki toplam yaralamalı/ölümlü kişi sayısı ve kazanın kuruma olan maliyeti (küçük, orta, büyük) değişkenleri kullanılmıştır. Bu değişkenlerin yanı sıra, kurum bünyesinde çalışan şoförler k-means kümeleme yöntemi kullanılarak son bir yıldaki toplam kaza sayısı ve toplam çalıştıkları km. baz alınarak gruplanmıştır. Bu analize göre tüm şoförler düşük, normal, yüksek kaza riskine sahip şoförler olarak üç farklı gruba ayrılmıştır. Benzer analiz, kaza sayısı ve toplam yapılan km. baz alınarak hizmet sunulan bütün hatlar için de gerçekleştirilmiş ve hatlar da düşük, normal, yüksek kaza riskine sahip hatlar olmak üzere üç farklı gruba ayrılmıştır. Şoförler ve hatlar için yapılan bu analizlerin sonuçları da çalışmada bağımsız değişken olarak kullanılmıştır.

3.2 Lojistik Regresyon Analizi

Bu çalışmanın temel amacı, kent içi toplu taşımada kullanılan otobüslerin karıştığı trafik kazalarının kuruma olan maliyetini ve ayrıca kazaların ölümlü/yaralamalı olmasını etkileyen faktörlerin belirlenmesidir. Her iki amaç için de bağımlı değişkenin (kazanın yaralamalı/ölümlü olup olmaması ve kazanın kuruma maliyetinin düşük/orta/yüksek olması) kategorik değişken olması sebebiyle çalışmada lojistik regresyon analizi kullanılmıştır.

Lojistik regresyon, kategorik bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamak amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Lojistik regresyonun temel ilkesi, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki korelasyonu inceleyerek bir olayın olasılığını elde etmektir (Umar ve Bashir, 2019). Literatürde lojistik regresyon ile ilgili birçok kaynak bulunmaktadır (Lawal,2003; Pham,2006; Marques de Sa,2007).

Lojistik regresyon modeli aşağıdaki gibidir;

$$\text{logit}(P) = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_i X_i$$

Bu modelde P, yaralamalı/ölümlü kaza gerçekleşme olasılığını, X_i , i. bağımsız değişkeni ve β_i i. değişkene ait model katsayısını ifade etmektedir. β_i aynı zamanda OR değerini belirleyen katsayıdır.

Lojistik regresyonu, doğrusal regresyon analizinden farklı kılan unsur olasılık hesabına dayanmasıdır. Lojistik regresyonda kullanılan odds ratio (OR) değeri exp

(β_i) değerine eşittir ve i. bağımsız değişkenin, diğer tüm değişkenler sabit iken bağımlı değişken üzerindeki etkisini gösterir. Bu değer 1'den büyük olması riskin büyüdüğünü gösterir iken, 1'den küçük değerler riskteki azalmayı ifade eder. Özellikle, kategorik bağımsız değişkenlerin kullanıldığı bu çalışmada OR değerleri, farklı değişkenlerin kaza risklerini karşılaştırmak için kullanılır (Meuleners vd, 2017; Batool vd, 2018; Chen ve diğerleri, 2012; Hosmer ve Lemeshow, 2000; Karacasu vd, 2014).

Literatürde, trafik kazalarının şiddetini ve yaralamalı/ölümlü kaza olup olmamasını etkileyen faktörlerin tespitinde lojistik regresyonun uygulandığı birçok çalışma yer almaktadır (Shnkar ve Mannering, 1996; Milton vd, 2008; Bektas ve Hınıs, 2008; Kartal vd, 2011; Kaplan ve Prato, 2012; Nasri ve Aghabayk,2020).

4. UYGULAMA

Çalışmanın uygulama aşamasında, kazaların yaralamalı/ölümlü olması ve kazanın kuruma olan maddi hasarının büyüklüğüne etki eden faktörlerin belirlenmesi için lojistik regresyondan yararlanılmıştır. Bu doğrultuda, analizi yapılan dönemde meydana gelen tüm kazalar, kazada yaralanan ve/veya ölen olup olmamasına göre kodlanmış ve binary (ikili) regresyon modeli aracılığıyla riski arttıran faktörler belirlenmiştir. Benzer şekilde, kazanın kuruma olan maliyetine göre kazalar küçük, orta ve büyük olmak üzere 3 gruba ayrılmış ve ordinal regresyon modeli aracılığıyla kazanın büyüklüğüne etki eden faktörler tespit edilmiştir.

4.1 Binary (İkili) Regresyon Analizi

Binary regresyon için, yaralamalı/ölümlü olmayan kazalar 0; yaralamalı/ölümlü olan kazalar ise 1 olarak kodlanmıştır. Analize dahil edilen bağımsız değişkenler ile bu değişkenlere ait ki-kare ve p değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan bağımsız değişkenlerin tamamı, diğer değişkenlerin etkisi olmaksızın etkisinin ölçülebilmesi amacıyla modele teker teker dahil edilmiştir. Tablo 1'de verilen bağımsız değişkenlerden sadece mevsim ve şoför tecrübe değişkenleri $\alpha = 0,10$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Tablo 1. Binary Regresyon Modeline Dahil Edilen Değişkenler ve Anlamlılık Katsayıları

Bağımsız Değişken	Gruplar	Ki-kare	p-value
Mevsim	1: Sonbahar (Eylül-Kasım)	7,225	0,065
	2: Kış (Aralık- Şubat)		
	3: İlkbahar (Mart-Mayıs)		
	4: Yaz (Haziran-Ağustos)		
Saat aralığı	1: Sabah (06:00-09:00)	3,139	0,371
	2: Öğle (09:00-16:00)		
	3: Akşamüstü (16:00-20:00)		
	4: Akşam (20:00-00:00)		
	5 :Gece (00:00-06:00)		
Otobüs model	11 model otobüs, her model ayrı olacak şekilde gruplanmıştır.	12,660	0,243
Otobüs tipi	1: Minibüs (7.5 m.)	1,064	0,588
	2: Solo (12 m.)		
	3: Körüklü (18 m.)		
Şoför tecrübe	1: 3 yıldan az	4,777	0,092
	2:3-6 yıl arası		
	3: 6 yıldan çok		
Şoför yaşı	1:35 altı	2,386	0,303
	2: 36-40 arası		
	3: 40 üstü		
İki durak arası mesafe	1: Yakın (400 m.'den az)	4,796	0,091
	2:Normal (400-700 m.)		
	3: Uzak (700 m.den çok)		
Yolcu yoğunluğu	1: az yoğun (2.000 binış altı)	3,481	0,175
	2: normal (2.000-5.000)		
	3: yoğun (5.000 üstü)		
Eğim	0: yok	1,385	0,709
	1: az		
	2: orta		
	3: çok		
Zimmet	0: zimmet değil	2,173	0,140
	1: zimmet		
Yağmur miktarı	0: yağmur yok (1 mm altı)	5,187	0,159
	1: hafif yağmurlu (1-12 mm arası)		
	2: yağmurlu (12-25 mm arası)		
	3: şiddetli yağmurlu (26 mm üstü)		
Kara nokta	0: kara nokta değil	1,153	0,283
	1: kara nokta		
Kapasite kullanım oranı	Kaza anındaki kapasite kullanım değeri (mean value)	1,478	0,224
Trafik yoğunluğu	1:az	0,173	0,917
	2: orta		

	3: çok		
Alışıklık	0: alışık değil (%60 altı)	1,290	0,256
	1: alışık (%60 ve üstü)		
Şoför grup	1: kaza sayısı düşük (k-means)	1,770	0,413
	2: kaza sayısı orta		
	3: kaza sayısı yüksek		
Hat grup	1: kaza sayısı düşük (k-means)	2,758	0,252
	2: kaza sayısı orta		
	3: kaza sayısı yüksek		

Binary regresyon modelinde sadece mevsim değişkeni kullanıldığında, sadece kış aylarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Tablo 2’de Exp (B) sütununda verilen odds oranları incelendiğinde, kış mevsimi için bu oran 1,848 olarak bulunmuştur. Bu katsayı, kış aylarında, yaralamalı/ölümlü kazanın gerçekleşme riskinin yaz aylarına göre 1,848 (%95CI, 1,116 to 3,062) kat fazla olduğunu göstermektedir.

Tablo 2. Mevsim Değişkeninin Modele Dahil Edildiği Lojistik Regresyon Modeli

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I.for EXP(B)	
							Lower	Upper
mevsim			7,509	3	,057			
mevsim (1)	,191	,272	,495	1	,482	1,211	,711	2,062
mevsim (2)	,614	,258	5,690	1	,017	1,848	1,116	3,062
mevsim (3)	,136	,277	,242	1	,623	1,146	,666	1,972
Constant	-3,338	,208	258,267	1	,000	,036		

a. Variable(s) entered on step 1: mevsim.

Şoförlerin iş tecrübesi bağımsız değişken olarak kullanıldığında ise, sadece 3 yıldan daha az tecrübesi olan şoförler için anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Tablo 3’de Exp (B) sütununda verilen odds oranları incelendiğinde, iş tecrübesi 3 yıldan az olan şoförler için bu oran 0,636 olarak bulunmuştur. Bu katsayı, iş tecrübesi 3 yıldan az olan şoförlerin, iş tecrübesinin 6 yıldan fazla olan şoförlere göre yaralamalı/ölümlü kazanın gerçekleşme riskinin 0,636 (95%CI, 0,420 to 0,963) kat az olduğunu göstermektedir.

Tablo 3. Şoför Tecrübe Değişkeninin Modele Dahil Edildiği Lojistik Regresyon Modeli

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I.for EXP(B)	
							Lower	Upper
şoför tecrübe			4,833	2	,089			
şoför tecrübe (1)	-,453	,21	4,562	1	,033	,636	,420	,963
şoför tecrübe (2)	-,298	,21	1,942	1	,163	,742	,488	1,129
Constant	-2,83	,14	409,3	1	,000	,059		

a. Variable(s) entered on step 1: şoför tecrübe

Şoförlerin iş tecrübesinin logaritmik değeri bağımsız değişken olarak kullanıldığında ise, $\alpha = 0,10$ düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Tablo 4’de

verilen katsayılar incelendiğinde, şoförlerin logaritmik iş tecrübesindeki 1 birimlik artışın, yaralamalı/ölümlü kazaya karışma riskini 1,342 (95%CI, 0,951 to 1,892) kat arttırdığı söylenilebilir.

Tablo 4. Şoför Tecrübe Değişkeninin Modele Dahil Edildiği Lojistik Regresyon Modeli

Step	log_tecrube_yil	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I.for EXP(B)	
								Lower	Upper
1 ^a	Constant	-3,209	,122	687,080	1	,000	,040		

a. Variable(s) entered on step 1: log_tecrube_yil.

4.2 Ordinal Regresyon Analizi

Belediye otobüslerinin karıştığı trafik kazaları, kuruma olan maliyetlerine göre küçük (toplam hasar miktarı < 500 TL), orta (501 TL < toplam hasar miktarı < 1.000 TL) ve büyük kazalar (toplam hasar miktarı > 1.000 TL) olarak 3 gruba ayrılmış ve kazanın büyüklüğüne etki eden faktörler ordinal regresyon modeli kullanılarak tespit edilmiştir. Analize dahil edilen bağımsız değişkenler ile bu değişkenlere ait ki-kare ve p-value değerleri aşağıda verilmiştir. Buna göre, mevsim, otobüs tipi, iki durak arası mesafe, eğim, zimmer, kapasite kullanım oranı, şoförün otobüse alışkanlığı, şoförün kaza grubu ve hattın kaza grubu istatistiksel olarak $\alpha = 0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Anlamlı bulunan değişkenlere ait parametre tahminleri ve odds ratio değerleri Tablo 5’de özetlenmiştir.

Tablo 5. Ordinal Regresyon Modeline Dahil Edilen Değişkenler ve Anlamlılık Katsayıları

Değişken	Kategori	Tahmin	S.E.	Wald	df	Sig.	Odds Ratio	95% C.I.for EXP(B)	
								Lower	Upper
Mevsim	Sonbahar	-,159	,098	2,595	1	,107	0,853	,0703	1,035
	Kış	,148	,100	2,208	1	,137	1,160	,954	1,411
	İlkbahar	,141	0,99	,172	1	,678	1,042	0,859	1,264
	Yaz	0 ^a			0				
Otobüs tipi	Minibüs	-0,180	,354	,258	1	,611	0,836	0,418	1,671
	Solo	-0,197	0,71	7,680	1	,006	0,821	0,714	0,944
	Körüklü	0 ^a			0				
Durak arası mesafe	Yakın	-,421	,147	8,211	1	,004	0,656	0,492	0,875
	Normal	-,293	,151	3,767	1	,052	0,746	0,555	1,003
	Uzak	0 ^a			0				
Eğim	Yok	,175	,092	3,617	1	,057	1,192	0,995	1,427
	Az	,096	,103	,879	1	,348	1,101	0,900	1,347
	Orta	-,104	,102	1,027	1	,311	0,902	,738	1,102

	Çok	0 ^a			0				
Zimmet	Hayır	-,182	,077	5,552	1	,018	0,834	0,717	0,970
	Evet	0 ^a			0				
Kapasite kullanımı		0,005	0,002	6,594	1	,010	1,005	1,001	1,010
Alışkanlık	Hayır	-,184	,079	5,364	1	,021	0,832	0,712	0,972
	Evet	0 ^a			0				
Şoför_grup	Düşük	,276	,098	8,020	1	,005	1,318	1,089	1,596
	Normal	,106	,085	1,566	1	,211	1,112	,942	1,314
	Yüksek	0 ^a			0				
Hat_grup	Düşük	,397	,131	9,168	1	,002	1,488	1,150	1,924
	Normal	,078	,123	,397	1	,528	1,081	0,849	1,376
	Yüksek	0 ^a			0				

a. This parameter is set to zero because it is redundant.

Değişkenlerin risk değerlendirmesi yapıldığında ise, körüklü otobüslerin solo otobüslere göre daha büyük maddi hasarlı kazaya karışma riskinin 1,22 (1/0,821) kat daha fazla olduğu görülmektedir. Buna karşın, minibüsler ile körüklü otobüsler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Daha önceki çalışmalardan otobüs şoförlerinin kazalarda en fazla işledikleri trafik kusurlarının hız yapma ve şerit değiştirme kurallarına uymama olduğu bilinmektedir. Bu noktadan hareketle, kazanın gerçekleştiği hattın güzergahında bulunan duraklar arası ortalama mesafenin, kazanın büyüklüğüne etki edebileceği düşünülmüş ve bu doğrultuda ortalama iki durak arası mesafenin 400 m.den az olan hatlar “yakın”, 400-700 m. arası olanlar “normal” ve 700 m.den fazla olanlar “uzak” olarak gruplandırılmıştır. Durak arası mesafenin “yakın” ve “normal” olduğu hatlar istatistiksel olarak “uzak” olan hatlara göre daha az risklidir. İki durak arası ortalama mesafenin 700 m.den fazla olduğu hatlarda, daha büyük maddi hasarlı kazaya karışılma riski, durak arası mesafenin 400-700m. arası olduğu hatlara göre 1.340 (95%CI, 0,997 to 1,802) kat, durak arası mesafenin 400 m.den az olduğu hatlara göre ise 1.524 (95%CI, 1,143 to 2,033) kat fazladır. Bu değerler, durak arası mesafe arttıkça, şoförlerin daha büyük maddi hasarlı kazaya karıştıklarını göstermektedir. Şoförlerin mesafe arttıkça daha hızlı gitmeleri, bu durumun olası sebebi olarak düşünülebilir.

Durak arası ortalama mesafe arttıkça daha büyük maddi hasarlı kazanın olma riskinin artmasına ilave olarak, hattın güzergahındaki eğim miktarı arttıkça, daha büyük maddi hasarlı kazaya karışma riskinin azaldığı görülmektedir. Eğimin hemen hemen olmadığı hatlarda, daha büyük maddi hasarlı kazaya karışma riski, eğimin çok olduğu hatlara göre 1,192 (95%CI, 0,995 to 1,427) kat daha fazladır. Şoförlerin eğimin fazla olduğu yerlerde daha dikkatli davranmaları, ya da o hatlarda daha az riskli, daha yeni otobüslerin kullanılması, şoförlerin eğimin fazla olduğu hatlarda hız yapamaması, eğimin azaldıkça kazanın büyüklüğünün artmasının sebebi olarak düşünülebilir.

Otobüslerin büyük kısmı, daha iyi sahiplenilmesi, arıza oranının daha düşük olması ve bakımların aksatılmaması gibi sebeplerden dolayı, şoförlere zimmetlenmektedir. Bir otobüs, genellikle 2 şoföre zimmetlenmekte ve o otobüs genellikle zimmetlendiği 2 şoför tarafından kullanılmaktadır. Bu durum genel olarak geçerli olup, şoförün kendisine zimmetli olmayan otobüsleri de kullanması olasıdır. Şoförlerin, kendilerine zimmetli otobüs ile mi yoksa zimmetli olmayan otobüs ile daha büyük maddi hasarlı kazaya karıştıkları araştırılmıştır. Tablo 5’de yer alan değerlere göre, şoförlerin kendilerine zimmetli otobüsler ile büyük maddi hasarlı kazaya karışma riski, zimmetli olmayan otobüsler ile karışmalarına göre 1,199 (95%CI, 1,031 to 1,395) kat daha fazladır. Bu istatistiği, şoförün otobüse olan alışkanlığı da desteklemektedir. Uygulamanın gerçekleştirildiği kurumda 11 farklı model otobüs yer almakta olup, bir otobüs şoförü, birden fazla marka otobüsü kullanabilmektedir. Bu durum, şoförlerin otobüslere alışmasını zorlaştıran bir faktördür. Bu sebeple, şoförlerin, kaza anında kullandıkları otobüs ile aynı marka otobüsleri daha önce kullanıp kullanmadıkları araştırılmıştır. Her şoför için yaptıkları toplam km.nin %60 ve daha fazlasını kaza yaptıkları otobüs markası ile yapmaları durumunda, şoförün otobüse alışık olduğu varsayılmıştır. Tablo 5’de yer alan değerlere göre, şoförlerin alışık oldukları marka otobüsler ile daha büyük maddi hasarlı kazaya karışma riski, alışık olmadıkları marka otobüsler ile karışmalarına göre 1,202 (95%CI, 1,029 to 1,404) kat daha fazladır.

Otobüslerin içindeki yolcu sayısı, şoförün işine olan konsantrasyonunu etkileyen bir faktördür. Kaza anında otobüsün içindeki yolcu sayısı (kapasite kullanım oranı/ otobüs içindeki yolcu yoğunluğu) Tablo 5’e göre daha büyük kazalar için bir risk faktörüdür. Otobüs içindeki yolcu yoğunluğundaki 1 birim artış, şoförün daha büyük kazaya karışma riskini 1,005 (95%CI, 1,001 to 1,010) kat arttırmaktadır. Diğer bir deyişle, otobüs içindeki yolcu sayısının fazla olması, şoförü olumsuz etkilemekte ve kaza riskini arttırmaktadır.

Şoförler ve hatlar, k-means kümeleme analizi aracılığıyla, kaza sayısının “düşük”, “normal” ve “yüksek” olarak gruplanmıştır. Bu gruplar, bağımsız değişken olarak modele dahil edildiğinde, gerek şoförler gerek ise hatlar için benzer sonuçların elde edildiği görülmüştür. 100.000 km.deki kaza sayısının düşük olduğu şoförlerin, yüksek olan şoförlere göre daha büyük maddi hasarlı kazaya karışma riski 1,318 (95%CI, 1,089 to 1,596) kat daha fazladır. Benzer şekilde, 100.000 km.deki kaza sayısının düşük olduğu hatlarda, daha büyük maddi hasarlı kazaya karışma riski 100.000 km.deki kaza sayısının yüksek olduğu hatlara göre 1,488 (95%CI, 1,150 to 1,5924) kat daha fazladır. Her iki istatistik de, kaza riskinin düşük olduğu gruplarda, riskin fazla olduğu gruplara göre daha büyük kazaların olduğunu göstermesi açısından ilginçtir. Bu durumu, riskin az olmasının şoförlerde dikkatsizliği arttırdığı şeklinde yorumlamak mümkündür.

5. GENEL DEĞERLENDİRME

Trafik kazaları ile ilgili literatürde birçok çalışma bulunmasına karşın, kent içi toplu taşıma hizmetinde kullanılan belediye otobüslerinin karıştığı trafik kazaları ile ilgili çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Bu çalışma, belediye otobüslerinin kazaya karışma olasılığı ile ilgili risk faktörleri hakkında fikir vermesi sebebiyle gerek kent içi toplu taşıma hizmeti sunan kurum ve kuruluşlara gerek ise bu sektördeki diğer paydaşlara yardımcı olabilir. Bunun yanı sıra çalışma, yaralamalı/ölümlü kaza sayısının ve kazalar sonucu oluşan maddi kaybın azaltılmasına katkı sağlayabilir.

Çalışmada, İzmir’de belediye otobüslerinin karıştığı trafik kazalarının yaralamalı/ölümlü olup olmamasını ve kaza sonucu kuruma oluşan toplam maliyetin büyüklüğünü etkileyen faktörler lojistik regresyon analizi yardımıyla analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, yaralamalı/ölümlü kazalarda mevsim ve şoför tecrübesinin anlamlı birer faktör olduğu görülmüştür. Yaralamalı/ölümlü kazaların kış aylarında gerçekleşme olasılığı, diğer mevsimlere göre daha yüksektir. Bununla birlikte, şoför tecrübesi arttıkça şoförün yaralamalı/ölümlü trafik kazasına karışma olasılığının arttığı belirlenmiştir.

Belediye otobüslerinin karıştığı trafik kazalarının, kuruma olan maliyetlerinin büyüklüğü açısından değerlendirildiğinde ise, mevsim, otobüs tipi, iki durak arası mesafe, eğim, zimmet, kapasite kullanım oranı, şoförün otobüse alışkanlığı, şoförün kaza grubu ve hattın kaza grubu değişkenlerinin anlamlı derecede etkili olduğu görülmüştür. Durak arası ortalama mesafe arttıkça, kazaların daha büyük hasarlı olduğu, buna karşın hattaki eğim arttıkça, kazaların daha küçük hasarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, şoförlerin kendilerine zimmetli otobüslerde ya da alışık oldukları otobüslerde büyük hasarlı trafik kazasına karışma riskinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Otobüs içindeki yolcu yoğunluğunun, şoförün daha büyük kazaya karışma riskini arttığı da çalışmada elde edilen diğer bir bulgudur. Son olarak, daha az kazaya karışan şoförlerin, büyük maddi hasarlı kazaya karışma riskinin, çok kaza yapan şoförlere göre daha yüksek olduğu ve daha az kazanın olduğu hatlarda meydana gelen trafik kazalarının daha büyük maddi hasarlara sebebiyet verdiği tespit edilmiştir. Elde edilen tüm bulgular, riskin görece az olduğu durumlarda, dikkatsizliğin arttığı ve bunun da daha büyük olumsuzluklara sebebiyet verdiğini göstermektedir.

Çalışma bulguları, kentlerdeki trafik sorunları için çözüm olarak sunulan toplu taşıma sistemlerinin omurgasını oluşturan otobüslerin güvenliği konusunda daha fazla araştırma yapılması gerektiğini göstermektedir. Bu çalışma, İzmir’deki belediye otobüslerinin bir yıl içindeki kazalarını analiz etmekte iken, daha fazla süreye ait verinin analiz edilmesi ya da diğer şehirlerdeki benzer analizler bu konuda ilerleme yaşanmasının sağlayacaktır. Bununla birlikte, otobüs şoförleri ile ilgili demografik ve psikolojik risk faktörlerinin araştırılması, kazalara etki eden şoförler, otobüslerin bakım ve arıza durumları, çevresel değişkenler gibi faktörlerin

ağırlığının belirlenmesi gerek ülkemiz gerek ise diğer gelişmekte olan ülkelerdeki otobüs kazalarının azaltılması konusunda yardımcı olacaktır.

Teşekkürler

Çalışma kapsamında veri desteği sağlayan İzmir Büyükşehir Belediyesi ESHOT Genel Müdürlüğü Ulaşım Planlama Daire Başkanlığı İstatistik Şube Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- af Wählberg, A.E. (2002). Characteristics of low speed accidents with buses in public transport. *Accident Analysis and Prevention* 34, 637-647.
- af Wählberg AE (2004) Characteristics of low speed accidents with buses in public transport: part II. *Accident Anal Prev* 36:63-71
- Batool I, Hussain G, Kanwal N, Abid M. (2018) Identifying the Factors Behind Fatal and Non-Fatal Road Crashes: A Case Study of Lahore, Pakistan. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 25(4), 1-7.
- Bektaş, H., Hınıs, M.A. (2008). Şehir içi trafik kazalarına etki eden faktörlerin lojistik regresyon modeli incelenmesi: Aksaray Örneği, *J. Fac. Eng. Arch. Selçuk Üniversitesi*, 23(3), pp.25-33.
- Brenac, T., Clabaux, N., (2005). The indirect involvement of buses in traffic accident processes. *Saf. Sci.* 43 (10), 835-843.
- Chen, X., Pan, L., Wei, W., & Zhibin, L. (2012). Evaluation of the impacts of traffic states on crash risks on freeways. *Accident Analysis and Prevention*, 47, 162-171.
- Chimba D, Sando T, Kwigizile V. (2010) Effect of bus size and operation to crash occurrences. *Accid Anal Prev.* 42 (6): 2063-2067.
- ESHOT (2020). ESHOT Genel Müdürlüğü 2020-2024 Stratejik Planı
- Fruin J, Huang HF, Zegeer CV (1994). Recommendations for reducing noncollision bus passenger injuries. *Transport Res Record.* 1433:41-48.
- Güner, S., Coşkun, E., Geçer, H.S., (2014) Toplu Taşıma Araçlarının Dahil Olduğu Trafik Kazalarının k-ortalama kümeleme algoritması ile analizi: Sakarya uygulaması. *TRANSİST 2014 VII. Ulaşım Sempozyumu ve Sergisi*, 19 - 20 Aralık 2014, İstanbul, Türkiye, s.165.
- Hosmer, D., & Lemeshow, S. (2000). *Applied logistic regression*. Wiley series in probability and statistic (2nd ed.). New York, NY: Wiley Interscience.
- Kalaycı, S., (2008) *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Asil Yayın Dağıtım.
- Kaplan S, Prato CG. (2012) Risk factors associated with bus accident severity in the United States: a generalized ordered logit model. *J Safety Res.* 43(3):171-180.
- Karacasu M., Ergül B. & Yavuz A.A. (2014) Estimating the causes of traffic accidents using logistic regression and discriminant analysis, *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 21:4, 305-313.
- Kartal, M., Kutlar, A. ve Beğen, A. (2011) Lojistik regresyon tekniği ile trafik kazalarını etkileyen risk faktörlerinin incelenmesi: Sivas, Kayseri, Yozgat örneği. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt:7, Sayı:2, ss.45-68.
- Kharola, P.S., Tiwari, G., Mohan, D., (2010). Traffic safety and city public transport system: Case study of Bengaluru, India. *Journal of Public Transportation*, Vol. 13, No. 4.

- Krstanoski N. ve Gjorgievski I. (2016) Analysis of Traffic Accidents Caused by Public Transport Drivers in Skopje.
- Kuvvetli Ü. & Firuzan A. R. (2019) Applying Six Sigma in urban public transportation to reduce traffic accidents involving municipality buses, *Total Quality Management & Business Excellence*, 30:1-2, 82-107.
- Lawal, B. (2003). *Categorical Data Analysis with SAS and SPSS Applications*. Lawrence Erlbaum Ass. London.
- Marques de Sa J.P., (2007). *Applied Statistics Using SPSS, Statistica, Matlab and R*, 2nd edition, Springer- Verlag, Berlin.
- Meuleners L, Fraser M, Govorko M, Stevenson M. (2017) Determinants of the Occupational Environment and Heavy Vehicle Crashes in Western Australia: A Case-Control Study". *Accident Analysis and Prevention*, 99, 452–458.
- Milton C, Shankar V, Mannering F. (2008). Highway accident severities and the mixed logit model: an exploratory empirical analysis. *Accid Anal Prev*. 40(1):260–266.
- Nasri M.& Aghabayk K. (2020): Assessing risk factors associated with urban transit bus involved accident severity: a case study of a Middle East country, *International Journal of Crashworthiness*.
- Palacio A, Tamburro G, O'Neill D (2009) Non-collision injuries in urban buses—strategies for prevention. *Accid Anal Prev*. 41(1):1–9.
- Pham. H. (2006). *Handbook of Engineering Statistics*. Springer-Verlag. London.
- Selanik M., Osmanogullari E. ve Kuvvetli Ü. (2014) Belediye Otobüslerinin Karıştığı Trafik Kazalarının İstatistiksel Analizi: İzmir Örneği" *TRANSİST 2014 VII. Ulaşım Sempozyumu ve Sergisi*, 19 - 20 Aralık 2014, İstanbul, Türkiye, s.114.
- Shankar V, Mannering F. (1996).An exploratory multinomial logit analysis of single-vehicle motorcycle accident severity. *J Safety Res*.27(3):183–194
- Taşbakan MS, Korkmaz Ekren P, Uysal FE (2018). Evaluation of Traffic Accident Risk in In-City Bus Drivers: The Use of Berlin Questionnaire. *Turk Thorac J*. 19; 73-6.
- TUIK. (2020). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, www.tuik.gov.tr, erişim tarihi. 11.04.2020
- Umar İ.K. & Bashir S. (2019) Investigation of the factors contributing to truck driver's involvement in an injury accident, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*,
- WHO (World Health Organization), 2018, *Global status report on road safety*, isbn 978-92-4-156568-4
- Yang J, Peek-Asa C, Cheng G, (2009) Incidence and characteristics of school bus crashes and injuries. *Accid Anal Prev*. 41(2):336–341.