



Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyufbed>



Araştırma Makalesi

Türkiye’de Meydana Gelen Trafik Kazalarının Yıllara ve Kazaya Sebebiyet Veren Kusurlara Göre Analizi

Serpil AKTAŞ ALTUNAY

Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, 06800, Ankara, TÜRKİYE

Serpil AKTAŞ ALTUNAY, ORCID No: 0000-0003-3364-6388

Sorumlu yazar e-posta: spxl@hacettepe.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 07.02.2023
Kabul: 07.06.2023
Online Aralık 2023

DOI:10.53433/yyufbed.1248794

Anahtar Kelimeler

Genelleştirilmiş Doğrusal Modeller,
Sürücü kusuru,
Trafik kazaları

Öz: Trafik kazaları hem can hem de mal kaybına sebebiyet veren çok önemli bir felakettir. Trafik kazalarına neden olan unsurlar: sürücü kusuru, yolcu kusuru, yaya kusuru, yol kusuru ve araç kusuru olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada Türkiye genelinde 2008-2021 yılları arasında meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza sayıları ve buna sebep olan kusurlar ele alınarak Genelleştirilmiş Doğrusal Modeller (GDM) yardımı ile analiz edilmiştir. GDM özellikle hatanın dağılımının Normal dağılıma uymadığı, sabit varyans olmadığı, yanıt değişkeninin kategorik ya da kesikli olduğu durumda doğrusal modeller yerine kullanılan ve daha esnek olan bir yöntemdir. Kaza sayısında yıllara göre değişim olup olmadığı ve en çok hangi kusur sebebiyle kazaların meydana geldiği araştırılmıştır. Kaza sayıları değişkeninde aşırı yayılım söz konusu olduğundan aşırı yayılım durumunu dikkate alan ve Poisson dağılımının kullanıldığı GDM ile çözümleme yapılmıştır. Çözümleme sonucunda hem yıl değişkenine ait hem de kusur değişkenine ait parametre tahminleri elde edilmiştir. Sonuçlara göre ölümlü ve yaralanmalı kazalara sebebiyet veren kusurlar içinde en yüksek oranı sürücü kusuru oluşturmaktadır. Yıllara göre ölümlü ve yaralanmalı kaza sayılarında anlamlı bir düşüş olmadığı gözlemlenmiştir.

Analysis of Traffic Accidents in Turkey by Years and Faults Causing the Accident

Article Info

Received: 07.02.2023
Accepted: 07.06.2023
Online December 2023

DOI:10.53433/yyufbed.1248794

Keywords

Driver fault,
Generalized Linear Models,
Traffic accidents

Abstract: Traffic accidents are a critical disaster that causes loss of life and property. Factors causing traffic accidents are defined as driver fault, passenger fault, pedestrian fault, road fault, and vehicle fault. In this study, we analyzed the number of fatal and injury traffic accidents-occurred in Turkey between 2008-2021 and the resulting defects by the support of Generalized Linear Models (GDM). GDM is a more flexible method that is used instead of linear models, especially in cases where the error distribution does not fit the Normal distribution, there is no fixed variance, or the response variable is categorical or discrete. We investigate whether there is a change in the number of accidents according to the years and which faults occur the most. Since there is overdispersion in the accident number variable, we used the GDM for the analysis which considers the overdispersion and uses the Poisson distribution. As a result, we estimated the parameters for both variables, i.e., the year and defect. Driver fault has the highest rate among the faults causing fatal and injury accidents. We found that there was no significant decrease in the number of fatal and injury accidents over the years.

1. Giriş

Türkiye’de ulaşımın %90’dan fazlası karayolları ile yapılmakta ve buna bağlı olarak da trafik kazaları ciddi bir tehdit olarak süregelmektedir. Trafik kazaları can ve mal kaybına yol açtığı gibi aynı zamanda toplum üzerinde de ciddi sosyolojik ve psikolojik yıkımlara sebep olmaktadır. TÜİK Trafik Kazaları 2021 raporunda yer alan bilgilere göre 2021 yılında toplam 1186353 adet trafik kazası meydana gelmiş; bu kazaların 998390 adedi maddi hasarlı, 187963 adedi ise ölümlü yaralanmalı sonuçlanmıştır. Trafik güvenliğine ilişkin önlemlerin alınabilmesi hem araç hem yaya trafiğinin düzenlenmesi ve denetlenmesi amacıyla trafik istatistiklerin düzenli bir şekilde toplanması ve bu rakamlardan yararlanılması ve bununla ilgili kuralların koyulması çok önemlidir. Trafik kazalarının ciddi bir toplumsal sorun olması ve sorunun sebeplerinin ortaya çıkarılması, kaza sayılarının azaltılmasıyla ilgili Türkiye’de ve dünyada çok sayıda araştırma yapılmaktadır (Kockelman & Kweon, 2002; Yamamoto & Shankar, 2004; Chang & Wang, 2006; Milton ve ark., 2008; Singh 2017). Bu araştırmalardan elde edilen her türlü bulgulara göre kuralların hangi unsur ya da unsurlara bağlı olarak düzenlenmesi, geliştirilmesi, toplumun bilinçlendirilmesi, dikkatin hangi alana çekilmesine karar verilmesi açısından çok önemlidir.

Temel & Özcebe (2006) Türkiye’de trafik kazalarının epidemiyolojisi ve nedenlerini tartışmıştır. Akgüngör & Doğan (2010) regresyon analizi, yapay sinir ağları (YSA) ve genetik algoritma yöntemlerini kullanarak İzmir ili için trafik kaza tahmin modelleri geliştirmişlerdir. Bayata & Hattatoğlu (2010) 1974–2007 yılları arasındaki ceza alan istatistiksel bir modelleme yapmış, sonuçta ceza alan sürücülerin sayısının artması, kaza sayılarında bir azalma göstermediği sonucuna ulaşmışlardır. Delice (2012) Türkiye’de polis tarafından yapılan trafik denetimleri sayıları ile trafik kazaları sayıları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çinicioğlu ve ark. (2013) trafik kazalarının oluşumunda rol oynayan faktörlerin tespiti ve bu faktörlerin birbirleriyle olan etkileşimlerinin Bayes Ağları aracılığıyla analiz etmişlerdir. Sungur ve ark. (2014) trafik kazalarında insan faktörünün yani sürücü, yolcu ve yaya’nın % 99.12 sorumlu olduğunu ifade etmişlerdir. Coğrafi Bilgi sistemleri kullanılarak da trafik kazalarının incelendiği çalışmalar da mevcuttur (Yılmaz ve ark., 2009; Siyavuş, 2022). Ünlü & Aktaş (2015) Çokterimli Dağılım varsayımı altında trafik kazalarının günlere ve aylara göre dağılımlarının rastgele olup olmadığı eşit olasılıklar olarak test etmişlerdir. Hipotez testi sonucunda yıllara ve haftanın günlerine göre dağılımların eşit olasılıklı olduğu iddiası reddedilmiştir. Söylemez ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada Ankara ilinde 2010 yılında meydana gelen trafik kazaları için birliktelik kuralı analizi kullanarak kural çıkarımı çalışması yapmışlardır. Bu kurallar sayesinde yol durumu, hava durumu vb. durumlarda hangi olasılıklarla kazalarda kaza sonucu kimsenin ölümü veya yaralı olmama durumu tahmin etmişlerdir. Trafik kazaları ile ilgili mekansal analizlerde yapılmaktadır (Black, 1991; Özlü ve ark., 2021). Bu gibi analizlerde kaza sayılarının analizinin yanı sıra kazanın olduğu konum bilgisi de modellerde yer almaktadır.

Emniyet Genel Müdürlüğü tarafından Temmuz 2023’de yayınlanan Trafik İstatistik Bülteninde yer alan, Karayolu Trafik Kaza İstatistiklerinde, trafik kazalarına sebep olan kusurlar şu şekilde tanımlanmıştır: Sürücü kusuru, Yaya kusuru, Yolcu kusuru, Araç ve Yol kusurudur. Kazalarda en büyük payı sürücü kaynaklı kusurlar almaktadır (EGM Trafik İstatistik Bülteni, 2023).

Bu çalışmada yıllara göre trafik kazalarına sebep olan kusurlar incelenmiş ve yıllara göre bir değişiklik olup olmadığı Genelleştirilmiş Doğrusal Modeller (GDM) ile analiz edilmiştir. Amaç trafik kazalarında yıllara göre nasıl bir trend olduğunu görmek hem de kusurları analiz etmektir.

2. Yöntem

Bu çalışmada Türkiye genelinde 2008-2021 yılları arasında meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı olarak sonuçlanan trafik kazalarına sebep olan kusurların (sürücü kusuru, yolcu kusuru, yaya kusuru, yol kusuru ve araç kusuru) hangilerinin kazaya sebebiyet vermede daha önemli olduğu ve aynı zamanda bu sebeplerde yıllara göre bir değişiklik olup olmadığı GDM ile incelenmiştir.

Doğrusal modellerde, parametre tahmini, hipotez testleri ve güven aralıklarının tahmini gibi çıkarsamalı istatistiğe dayalı işlemlerde yanıt değişkeni üzerinde normallik varsayımı çok önemlidir. Bu gibi bazı temel varsayımların sağlanmadığı durumlarda GDM kullanılmaktadır. GDM ise doğrusal regresyon modelinin genel ve daha esnek bir yapısıdır. Eğer açıklayıcı değişkenler ile yanıt değişkeni arasındaki ilişki doğrusal değilse; hata varyansı sabit değilse ya da yanıt değişkeni kategorik ya da kesikli ise klasik doğrusal regresyon modeli uygun olmayacaktır (McCullagh & Nelder, 1989). Bu

durumda GDM kullanılır ve daha iyi sonuçlar verir. Bu tür modellerde bağımlı değişkenin ya da yanıt değişkenine ait hataların üstel aileden geldiği varsayılır. Üstel dağılım ailesi Normal, Binom, Poisson ve Gamma gibi dağılımlardan oluşur. GDM, sistematik bileşen, rastgele bileşen ve bağ fonksiyonu olmak üzere üç bileşenden oluşur. Y bağımlı değişken μ_i ortalamaya sahip ve üstel aileden gelen yanıt değişkeni olsun.

X_1, X_2, \dots, X_k ‘dan oluşan açıklayıcı değişkenler için doğrusal tahmin edici η olmak üzere

$$\eta_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} \quad (1)$$

olarak tanımlanır.

Link fonksiyonu i . gözlemin ortalaması ile doğrusal bileşen arasında bir ilişkiyi tanımlar ve $g(.)$ ile gösterilir.

$$\eta_i = g(E(Y_i)) = g(\mu_i) = X' \beta. \quad (2)$$

Buradan

$$\mu_i = E(Y_i) = g^{-1}(\eta_i) = g^{-1}(X' \beta) \quad (3)$$

elde edilir.

GDM yaklaşımında eğer, X 'ler ve Y arasındaki ilişki doğrusal değilse, bu durum link fonksiyonu yardımıyla doğrusal tahmin ediciye bağlı olarak kitle ortalaması tahmin edilir (Madsen & Thyregod, 2011).

GDM'nin varsayımları şunlardır:

- Veriler bağımsız ve rastgele olmalıdır. Herbir rastlantı değişkeni aynı olasılık dağılımına sahip olmalıdır.
- Yanıt değişkeni Normal dağılımdan gelmek zorunda değildir ancak Binom, Poisson, Çokterimli gibi üstel aileden gelmelidir.
- Yanıt değişkeni bağımlı değişkenler ile doğrusal bir ilişkiye sahip olmak zorunda değildir ancak link fonksiyonu ile doğrusal olarak bağımlı olmalıdır.
- Hatalar bağımsız olmalıdır.

GDM'de parametre tahminleri Olağan Enküçük Kareler (OLS) ile değil Ençok Olabilirlik (ML) yöntemi ile yapılır. Dağılımlara göre hangi link fonksiyonunun uygun olduğu Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Dağılımlara göre link fonksiyonları

Olasılık Dağılımı	Link fonksiyonu
Normal dağılım	Birim fonksiyon
Binom dağılımı	Lojit fonksiyon
Poisson dağılımı	Log-link, log-linear

Bu çalışmada yanıt değişkeni kaza sayıları olduğu için Poisson dağılımına uygun olarak log-linear link fonksiyonu kullanılmıştır. Poisson dağılımına göre aşırı yayılım(overdispersion) olduğundan aşırıyayılım varsayımı altında Poisson dağılımına göre olan GDM kullanılmıştır. Poisson dağılımı varsayımına göre çözülen GDM'de temel bir sorun aşırıyayılım durumudur. Yani Poisson dağılımında beklenen değer ile varyansın eşit olmaması durumudur. Bu durumun varlığı n : denek sayısı ; k : değişken sayısı olmak üzere aşırıyayılım indeksi ile hesaplanır (ϕ).

Bu indeks,

$$\phi = \frac{\sum_i \frac{(Y_i - \hat{\mu}_i)^2}{\hat{\mu}_i}}{n - k} \quad (4)$$

formülü ile hesaplanır. Eğer $\phi > 1$ ise aşırıyayılım vardır (Cameron & Trivedi,1998). GDM model varsayımı altında Odds oranı, bir kategorinin bir referens grubuna göre yanıt değişkeni üzerinde yaratacağı değişikliği göstermektedir (Myers ve ark., 2010). Eğer log link fonksiyonu ile Poisson dağılımı varsayımı altında GDM çözümlenmesi yapılıyorsa; açıklayıcı değişkenlerden birisine ait i . kategorinin referans kategorisine göre yanıt değişkeni üzerinde $Exp(\beta)$ kadar bir değişiklik yaratacağı anlamına gelmektedir (Aktaş Altunay ve ark., 2021).

3. Bulgular

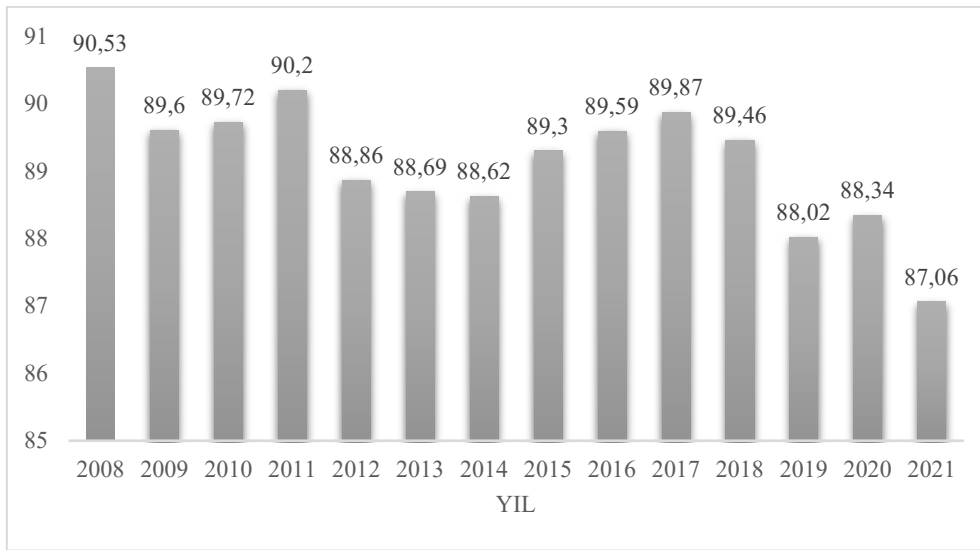
Veriler TÜİK İstatistik Veri Portal’ından alınmıştır (<https://data.tuik.gov.tr/>). Aynı zamanda TÜİK tarafından yayınlanan Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri 2021’den de yararlanılmıştır. Veriler herkesin kullanımına açık bir kaynaktan elde edildiği için bu çalışma için etik kurul onayına gerek yoktur.

Trafik kazaları istatistiklerinde kazaya sebep olan kusur türleri Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Trafik kazalarına sebebiyet veren kusur çeşitleri.

Şekil 2’de sürücü kusurunun yıllara göre toplam kaza sayısındaki oranı verilmiştir. Sürücü kaynaklı kazaların toplam kaza sayısındaki payında 2008’den 2021’e sadece %3.47’lik bir azalma olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Yıllara göre sürücü kusurunun toplam kaza sayısına oranı.

Çizelge 2’de TÜİK İstatistik Veri Portalı Ulaştırma ve Haberleşme İstatistiklerinde 2002-2021 yılları arasında meydana gelen kazaların kusurlara göre dağılımı yer almaktadır. Ancak 2008 yılından itibaren sadece ölüm ve yaralanmalı kaza sayıları verildiğinden 2008-2021 yıllarına ait veriler kullanılmıştır. Çizelge 3’te ise kusurların toplam kaza sayısındaki oranı verilmiştir.

Çizelge 2. 2008-2021 Yılları arasında meydana gelen trafik kazalarının kusurlara göre dağılımı

Yıl	Toplam	Sürücü kusuru	Yolcu kusuru	Yaya kusuru	Yol kusuru	Araç kusuru
2008	167 231	151 386	713	13 995	698	439
2009	155 982	139 758	640	14 181	958	445
2010	157 970	141 728	564	14 171	992	515
2011	174 605	157 494	677	14 860	1044	530
2012	181 266	161 076	797	17 672	1124	597
2013	183 030	162 327	774	16 458	1913	1558
2014	193 215	171 236	901	18 115	1841	1122
2015	21 0498	187 980	915	18 522	1916	1165
2016	213 149	190 954	869	18 612	1717	997
2017	213 325	191 717	782	18 095	1619	1112
2018	217 898	194 928	1916	18 394	1300	1360
2019	204 538	180 042	2572	16 726	1045	4153
2020	177 867	157 128	2577	12 520	897	4745
2021	224 418	195 382	3941	18 398	936	5761

Çizelge 3. Kusurların toplam kaza sayısındaki oranı

YIL	Toplam Kaza Sayısı	Sürücü kusurunun toplam kusura oranı %	Yolcu kusurunun toplam kusura oranı %	Yaya kusurunun toplam kusura oranı %	Yol kusurunun toplam kusura oranı %	Araç kusurunun toplam kusura oranı %
2008	167 231	90.53	0.43	8.37	0.42	0.26
2009	155 982	89.60	0.41	9.09	0.61	0.29
2010	157 970	89.72	0.39	9.86	0.69	0.36
2011	174 605	90.20	0.39	8.51	0.60	0.30
2012	181 266	88.86	0.44	9.75	0.62	0.33
2013	183 030	88.69	0.42	8.99	1.05	0.85
2014	193 215	88.62	0.47	9.38	0.95	0.58
2015	210 498	89.30	0.43	8.80	0.91	0.55
2016	213 149	89.59	0.41	8.73	0.81	0.47
2017	213 325	89.87	0.37	8.48	0.70	0.52
2018	217 898	89.46	0.88	8.44	0.60	0.62
2019	204 538	88.02	1.26	8.18	0.51	2.03
2020	177 867	88.34	1.45	7.04	0.50	2.67
2021	224 418	87.06	1.76	8.20	0.42	2.57

Veriler, R Programı, Jamovi ve SPSS programlarında GDM ile çözülmüş ve Aşırıyayılım indeksi $\hat{\phi} = 683.879$ olarak hesaplanmıştır (Gallucci, 2019). Bu indeksin ‘1’den oldukça büyük olması bağımlı değişkende yani kaza sayıları değişkeninde aşırıyayılım olduğunu göstermektedir. Aşırıyayılım bir sorun olduğu için bu sorunu gideren yöntemler kullanılmalıdır. Bu nedenle aşırıyayılım varsayımı altında Poisson GDM kullanılmıştır. Modelde kaza sayısı yanıt değişkeni, kusur türleri ve yıl değişkenleri de açıklayıcı değişken olarak alınmıştır. Çizelge 4’de verilen Olabilirlik Oran değerlerine göre hem “Kusur” hem de “Yıl” değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir

($P < 0.001$). Olabilirlik oran sonuçlarında “Yıl” değişkeni hem eşdeğişken(covariate), hem de faktör alınarak çözümlene yapılmıştır. Bu etkilerin anlamlı olmaları kusurlara göre bir farklılık ve yıllara göre bir trend olduğu anlamına gelir.

Çizelge 4. Olabilirlik oran test sonuçları

Değişken	Ki-Kare	sd	P	Değişken	Ki-Kare	sd	P
Kusur	9261.8	4	<0.001	Kusur	10443.8	4	<0.001
YIL (eşdeğişken)	32.8	1	<0.001	Yıl (faktör)	59.8	13	<0.001

Poisson dağılımı varsayımı ile elde edilen GDM modeline ait parametre tahminleri ve %95 güven aralıkları Çizelge 5’te verilmiştir. Burada elde edilen modelde 2008 ile 2021 yılları arasındaki “Yıl” değişkeni eşdeğişken alınmıştır. Sürücü, yolcu, yaya, yol ve araç kusurlarına ait parametre tahminlerinin anlamlı olduğu görülmektedir ($P < 0.001$).

Çizelge 5. Parametre tahminleri ve %95 güven aralıkları (yıl değişkeni eşdeğişken)

Parametre	β	St.Hata	%95 GA Alt Sınır	%95 GA Üst Sınır	Wald Ki-kare	sd	P
Sabit	-38.362	0.3064	-38.963	-37.761	15670.568	1	<0.001
Sürücü kusuru	4.578	0.0064	4.565	4.590	508125.483	1	<0.001
Yolcu kusuru	-0.273	0.0097	-0.292	-0.254	791.390	1	<0.001
Yaya kusuru	2.243	0.0067	2.229	2.256	111381.162	1	<0.001
Yol kusuru	-0.308	0.0098	-0.328	-0.289	986.005	1	<0.001
Araç kusuru	0 ^a	.	.	.	.	.	.
YIL	0.023	0.0002	0.022	0.023	22378.847	1	<0.001

“Yıl” değişkeni de anlamlı elde edilmiştir ancak bu değer sıfıra çok yakın olduğundan yıllara göre bir trend olup olmadığına net karar verilemez. Bu bilgi yıl değişkeninin hangi yıla göre olduğu bilgisini vermediğinden daha detaylı bilgi elde etmek için “Yıl” değişkeninin faktör olarak alındığı modele ait parametre sonuçları da Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6’daki parametre tahminlerine bakıldığında tüm katsayıların anlamlı olduğu görülmektedir ($P < 0.001$). Bu model bir ANOVA modeli gibi düşünülürse yanıt değişkeni üzerinde etkili olan değişkenlerden hangilerinin farkı yarattığını ortaya çıkarmak için post-hoc testi yapılır. “Kusur” ve “Yıl” değişkenlerine ait post-hoc sonuçları Çizelge 7-8’de verilmiştir. Post-hoc testlerinde karşılaştırmalara ait P değerlerinde Holm düzeltmesi kullanılmıştır.

Çizelge 7’de yer alan ikili karşılaştırmalar hem iki kusur arasında fark olup olmadığını göstermekte hem de aralarında fark olan karşılaştırmalar için odds oranını vermektedir. Örneğin sürücü kusuru ile araç kusuru arasında fark vardır. Bu farka ait odds oranı 97.2748 elde edilmiştir. Bu değer; bir kazanın araç kusuruna göre sürücü kusuru ile meydana gelmesi, kaza sayısını 97.2748 kat arttırmaktadır. Odds oranının anlamlı olarak yorumlanabilmesi için 1’den büyük olması gereklidir. Örneğin yol kusuru ile araç kusuru arasında fark olmadığı görülmektedir ve aynı zamanda bu iki farka ait odds oranı 0.7347’dir. Bu değer 1’den küçük olduğu için iki kusur arasında bir üstünlük yer almamaktadır. Çizelge 8’de aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark olan yıllar verilmiştir. Bunun dışında kalan tüm karşılaştırmalarda fark çıkmamıştır.

Çizelge 6. Parametre tahminleri ve %95 güven aralıkları (yıl değişkeni faktör)

Parametre	β	St.Hata	%95 GA Alt Sınır	%95 GA Üst Sınır	Wald Ki-kare	sd	P
(Intercept)	7.628	0.0067	7.615	7.641	1295973.495	1	<0.001
Sürücü kusuru	4.578	0.0064	4.565	4.590	508125.370	1	<0.001
Yolcu kusuru	-0.273	0.0097	-0.292	-0.254	791.388	1	<0.001
Yaya kusuru	2.243	0.0067	2.229	2.256	111381.162	1	<0.001
Yol kusur	-0.308	0.0098	-0.328	-0.289	986.003	1	<0.001
Araç kusuru	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[YIL=2008]	-0.294	0.0032	-0.300	-0.288	8290.272	1	<0.001
[YIL=2009]	-0.364	0.0033	-0.370	-0.357	12177.128	1	<0.001
[YIL=2010]	-0.351	0.0033	-0.358	-0.345	11428.854	1	<0.001
[YIL=2011]	-0.251	0.0032	-0.257	-0.245	6185.985	1	<0.001
[YIL=2012]	-0.214	0.0032	-0.220	-0.207	4572.611	1	<0.001
[YIL=2013]	-0.204	0.0031	-0.210	-0.198	4189.606	1	<0.001
[YIL=2014]	-0.150	0.0031	-0.156	-0.144	2326.949	1	<0.001
[YIL=2015]	-0.064	0.0030	-0.070	-0.058	445.374	1	<0.001
[YIL=2016]	-0.052	0.0030	-0.057	-0.046	290.155	1	<0.001
[YIL=2017]	-0.051	0.0030	-0.057	-0.045	281.051	1	<0.001
[YIL=2018]	-0.029	0.0030	-0.035	-0.024	96.102	1	<0.001
[YIL=2019]	-0.093	0.0031	-0.099	-0.087	920.680	1	<0.001
[YIL=2020]	-0.232	0.0032	-0.239	-0.226	5362.523	1	<0.001
[YIL=2021]	0 ^a	.	.	.	.	.	.

Çizelge 7. Kusur değişkeni için Post-Hoc karşılaştırmalar

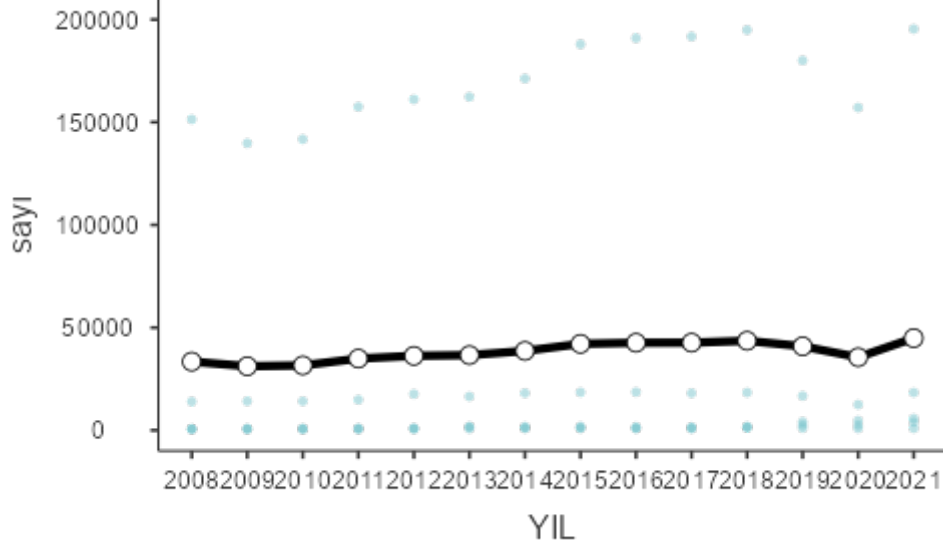
Kusur	Exp(β)	St.Hata	Z	P
Sürücü kusuru araç kusuru	97.2748	16.3357	27.258	<.001
Sürücü kusuru yaya kusuru	10.3292	0.5890	40.951	<.001
Sürücü kusuru yol kusuru	132.3964	25.9038	24.972	<.001
Sürücü kusuru yolcu kusuru	127.8644	24.5885	25.226	<.001
Yaya kusuru araç kusuru	9.4175	1.6549	12.762	<.001
Yaya kusuru yol kusuru	12.8177	2.5940	12.604	<.001
Yol kusuru araç kusuru	0.7347	0.1886	-1.201	0.690
Yolcu kusuru araç kusuru	0.7608	0.1934	-1.076	0.690
Yolcu kusuru yaya kusuru	0.0808	0.0161	-12.634	<.001
Yolcu kusuru yol kusuru	1.0354	0.2830	0.127	0.899

Çizelge 8. Yıl değişkeni için Post-Hoc karşılaştırmalar

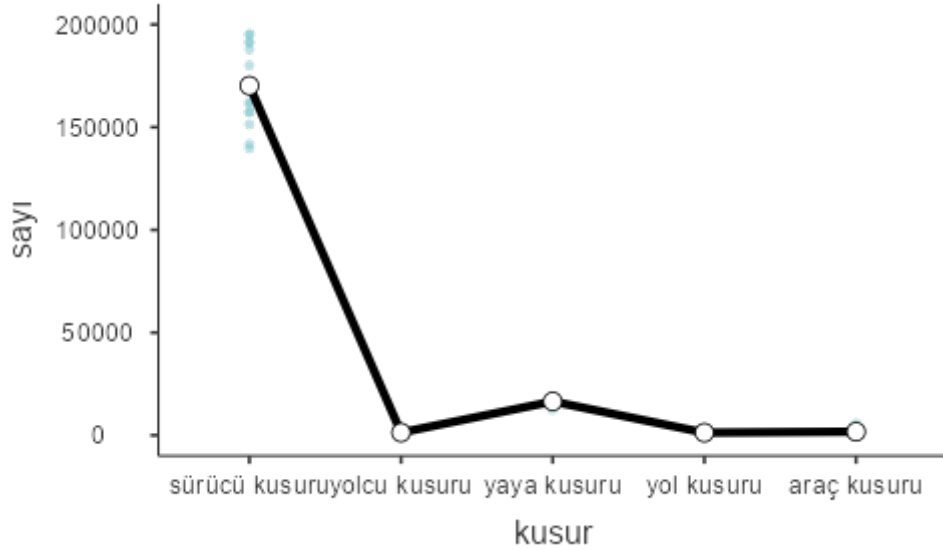
YIL	Exp(β)	St.Hata	Z	P
2008 2018	0.767	0.0614	-3.3056	0.076**
2009 2015	0.741	0.0610	-3.6431	0.022*
2009 2016	0.732	0.0600	-3.8053	0.012*
2009 2017	0.731	0.0600	-3.8160	0.012*
2009 2018	0.716	0.0585	-4.0927	0.004*
2009 2019	0.763	0.0631	-3.2737	0.084**
2009 2021	0.695	0.0564	-4.4809	<.001
2010 2015	0.750	0.0615	-3.5018	0.037*
2010 2016	0.741	0.0606	-3.6643	0.021*
2010 2017	0.741	0.0605	-3.6750	0.020*
2010 2018	0.725	0.0590	-3.9522	0.007*
2010 2021	0.704	0.0569	-4.3410	0.001*

** : P<0.10'da anlamlı ; * : P<0.05'de anlamlı

2020’de kazalarda bir azalış sözkonusu iken 2021’de tekrar bir artış gözlenmektedir (Şekil 3). Ardışık gelen yılların hiçbirisinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmezken en az 5 yıl sonraki zaman diliminde kaza sayılarında bir değişim olduğu görülmektedir. Bu değişim sürekli düşüş şeklinde gerçekleşmemiş zaman zamanda artışlar gözlenmiştir. Artışların nedeni trafiğe her yıl kayıt olan araç sayısının artması ve nüfus artışı ile orantılıdır. Kusurlarda ise birinci sırada açık ara ile sürücü kusuru gelmektedir. İkinci sırada ise yaya kusuru gelmektedir (Şekil 4).



Şekil 3. Yıllara göre toplam kaza sayısı.



Şekil 4. Kusura göre kazaların dağılımı.

4. Tartışma ve Sonuç

Trafik kazaları can ve mal kaybına neden olmasının yanında ekonomik, sosyolojik ve psikolojik açıdan da ciddi sorunlara yol açmaktadır. Yapılan çalışmalar kazalara sebebiyet veren bir numaralı faktörün sürücü kaynaklı kusurlar olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, Türkiye’de 2008-2021 yılları arasında meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarının incelenmesi amaçlanmıştır.

GDM ile kaza sayısı yanıt değişkeni; yıl ve kusur türleri de açıklayıcı değişkenler alınıp bir modelleme yapılmıştır. GDM sonucunda hem “Kusur” hem de “Yıl” değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kusurlara bakıldığında 2008 ile 2021 yılları arasında en büyük payı %88 - %90 ile (Çizelge 3) sürücü kaynaklı kusurların oluşturduğu görülmektedir. Bu gözlenen durum, model sonucunda post-hoc testinde de ortaya çıkmış, sürücü kaynaklı kusurlar diğerlerinden farklı bulunmuştur. Sürücü hatalarına bağlı kazalar; aşırı hız, hatalı sollama, takip mesafesine uymama, uykusuz ve yorgun araç kullanma, alkollü olarak araç kullanma, kırmızı ışık ihlali, emniyet kemerinin takılmaması ve diğer hayati trafik kurallarına uyulmaması gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Tablo 6’deki sonuçlara bakıldığında sürücü kusurunun diğer kusurlara göre ciddi oranda kazayı arttırdığı odds oranlarından da görülmektedir. 1 Temmuz 2017 tarihinde uygulamaya geçen Elektronik Denetim Sistemleri ile de kazalarda bir azalış olduğu ifade edilsede yine de kaza sayılarında önemli bir düşüş olmadığı gözlenmektedir. Emniyet genel müdürlüğü tarafından yayınlanan Temmuz 2022 ayına ait trafik istatistik bülteninde trafik kazalarına neden olan unsurlar 2022’de yine Sürücü kusuru=107524; Yaya kusuru=12051; Araç kusuru=2931; Yol kusuru=486 ve Yolcu kusuru=1760 olarak verilmiştir.

Kazalarda en büyük payın sürücü kaynaklı kusurlardan kaynaklandığı gerçeği ile toplumda trafik ile ilgili farkındalığın artırılması, toplumun trafik konusunda eğitilmesi, bu bilincin çok küçük yaşlardan itibaren verilmesi önem kazanmaktadır. Ayrıca gelişen mühendislik teknolojileri ile yol ve araç güvenliğini arttıran ve hatta otonom araçların devreye girmesi ile insan faktörünün azaltılması kazaların azalmasında bir önlem olacaktır. Çalışmanın kısıtları olarak; daha uzun yıllar veri toplanabilmesi, incelenen zaman aralığında hem nüfus artışı hem de her yıl trafiğe yeni kayıt olan araç sayısının modele katılmaması olarak söylenebilir.

Kaynakça

- Akgüngör, A. P., & Doğan, E. (2010). Farklı yöntemler kullanılarak geliştirilen trafik kaza tahmin modelleri ve analizi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 2(1), 16-22.
- Aktaş Altunay, S., Yılmaz, A. E., Bahcecitapar, M., & Bakacak Karabenli, L. (2021). *SPSS ve R Uygulamalı Kategorik Veri Çözümlemesi*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Bayata, H., & Hattatoğlu, F. (2010). Yapay sinir ağları ve çok değişkenli istatistik yöntemlerle trafik kaza modellemesi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 3(2), 207-219.
- Black, W. R. (1991). Highway accidents: A spatial and temporal analysis. *Transportation Research Record*, 1318, 75-82.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. New York, USA: Cambridge University Press.
- Chang, L. Y., & Wang, H. W. (2006). Analysis of traffic injury severity: An application of non-parametric classification tree techniques. *Accident Analysis and Prevention*, 38(5), 1019-1027. doi:10.1016/j.aap.2006.04.009
- Çinicioğlu, E. N., Atalay, M., & Yorulmaz, H. (2013). Trafik kazaları analizi için bayes ağları modeli. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 6(2), 41-52.
- Delice, M. (2012). Hız, alkol ve genel trafik denetimlerinin trafik kazaları üzerindeki etkilerinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(2), 27-44.
- EGM Trafik İstatistik Bülteni (2023). *EGM Trafik İstatistik Bülteni, 2023*. EGM Trafik Başkanlığı. <https://www.trafik.gov.tr/kurumlar/trafik.gov.tr/04-Istatistik/Aylik/202305/Mayis2023.pdf>
Erişim tarihi: 03.12.2023.
- Gallucci, M. (2019). *GAMLj: General analyses for linear models*. [jamovi module]. Retrieved from <https://gamlj.github.io/>.
- IBM SPSS. (2021) IBM Corp. Released 2021. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 28.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Jamovi (2021). *jamovi*. (Version 1.8) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- Kockelman, K. M., & Kweon, Y. J. (2002). Driver injury severity: an application of ordered probit models. *Accident Analysis and Prevention*, 34(3), 313-321. doi:10.1016/S0001-4575(01)00028-8
- Madsen, H., & Thyregod, P. (2011). *Introduction to General and Generalized Linear Models*. Chapman & Hall.

- McCullagh, P., & Nelder, J. (1989). *Generalized Linear Models (2nd ed.)*. Boca Raton, FL: Chapman and Hall/CRC.
- Milton, J. C., Shankar, V.N. & Mannering F.L. (2008). Highway accident severities and the mixed logit model: An exploratory empirical analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 40(1), 260-266. doi:10.1016/j.aap.2007.06.006
- Myers, R.H., Montgomery, D.C., Vining, G.G., & Robinson, T.J. (2010). *Generalized Linear Models with Applications in Engineering and the Sciences*, John Wiley & Sons.
- Özlü, T., Haybat, H., & Zerenöglu, H. (2021). Trafik kazalarının zamansal ve mekânsal incelenmesi: Eskişehir şehir örneği. *International Journal of Geography and Geography Education*, 43, 136-158. doi:10.32003/igge.746447
- R Core Team (2021). *R: A Language and environment for statistical computing*. (Version 4.0) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>.
- Singh, S. K. (2017). Road traffic accidents in India: issues and challenges. *Transportation Research Procedia*, 25, 4708-4719. doi:10.1016/j.trpro.2017.05.484
- Siyavuş, A. E. (2022). Üsküdar'da meydana gelen trafik kazalarının coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla analizi. *Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 65–82. doi:10.38002/tuad.1097692
- Söylemez, İ., Doğan, A., & Özcan, U. (2016). Trafik kazalarında birliktelik kuralı analizi: Ankara ili örneği. *Ege Academic Review*, 16, 11-20.
- Sungur, İ., Akdur, R., & Piyal, B. (2014). Türkiye'deki trafik kazalarının analizi. *Ankara Medical Journal*, 14(3), 114-124.
- Temel, F., & Özcebe, H. (2006), Türkiye'de karayollarında trafik kazaları. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 15(11), 192-198.
- Ünlü, H., & Aktaş, S. (2015, Kasım), *Çok terimli dağılım varsayımı altında trafik kazalarının aylara ve günlere göre dağılımı*. 6. Karayolu Trafik Güvenliği Sempozyumu, Ankara.
- Yamamoto, T., & Shankar, V. N. (2004). Bivariate ordered-response probit model of driver's and passenger's injury severities in collisions with fixed objects. *Accident Analysis and Prevention*, 36(5), 869-876. doi:10.1016/j.aap.2003.09.002
- Yılmaz, İ., Erdoğan, S., Baybura, T., Güllü, M., & Uysal, M. (2009). Coğrafi Bilgi Sistemi yardımıyla trafik kazalarının analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(2), 135-150.