

İSTATİSTİKSEL YAKLAŞIMLA TRAFİK KAZALARINDAKİ ÖLÜM VE YARALANMA DURUMLARININ KUSURLU UNSURLARLA İLİŞKİLERİNİN İNCELENMESİ

Mehmet BALCI¹, Adem GÖLCÜK², Humar KAHRAMANLI³

¹Selçuk Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Konya Türkiye

²Selçuk Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Konya Türkiye

³Selçuk Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Konya Türkiye

mehmetbalci@selcuk.edu.tr, adem.golcuk@selcuk.edu.tr, hkahramanli@selcuk.edu.tr

Özet

Zaman ilerledikçe insanların ulaşım alanındaki gereksinimleri artmaktadır. Bu gereksinimler yeni teknolojilerle birlikte farklı ulaştırma alanlarında yeni yatırımları da doğurmuştur. Tüm bu farklı alanların yanında karayolu taşımacılığı hâlâ tüm dünyada popüleritesini korumakta ve bununla birlikte karayollarında seyreden araç sayılarında da hızlı bir artış görülmektedir. Bu artışla birlikte trafik yoğunluğu artmış ve trafikte güvenlik kavramı daha önemli hale gelmiştir. Trafik güvenliğini tehlikeye atan ya da başka bir deyişle trafik kazalarına sebep olan unsurlar farklı kaynaklarda farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yapılan trafik kazaları ile ilgili araştırmalarda esas alınan beş kusurlu unsurun kaza sonucu meydana gelen ölüm ve yaralanma sayıları üzerinde etkileri incelenmiştir. Bu etkiler TÜİK verilerine dayanılarak araştırılmış ve sonuçlar farklı açılardan değerlendirilmiştir. Kaza sonucu meydana gelen hem ölü hem de yaralı sayısı üzerinde beş unsurun bir arada etkisinin en fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bunun yanında yaya kusurunun etkisi ölüm sayıları üzerinde ihmal edilebilecek düzeyde düşüktür. Araç kusurunun hem ölüm hem de yaralı sayıları üzerinde doğrudan en etkili unsur olmasının yanında, ikinci etkili unsur değişim göstermektedir. Ölüm sayılarında ikinci kusurlu neden yol kusuru, yaralı sayılarında ise sürücü kusuru olmuştur. Çalışmada ölü sayısına etki eden unsurların incelendiği regresyon modelleri arasında en yüksek belirleme

katsayısı $R^2=0,640$, yaralı sayısına etki eden unsurların incelendiği regresyon modelleri arasında da en yüksek belirleme katsayısı $R^2=0,736$ değerleri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İstatistik, Doğrusal Regresyon, Trafik Kazaları, Kusurlu Unsurlar

INVESTIGATION OF RELATIONSHIP BETWEEN DEATH AND INJURY STATUS AND DEFECTIVE ELEMENTS IN TRAFFIC ACCIDENTS BY STATISTICAL APPROACH

Abstract

As time progresses, the needs of people in the field of transportation are increasing. These requirements, along with new technologies, have also led to new investments in different transport areas. Next to all these different fields the road transport still maintains its popularity on all over the world and it is seen a rapid increase in the number of vehicles on the roads. With this increase, traffic density has increased and the concept of security in traffic has become more important. Elements that put traffic safety at risk or in other words cause traffic accidents are classified in different forms in different sources. In this study, the effects of five imperfect factors which is uses in the researches relating to traffic accidents conducted by Turkey Statistical Institute (TSI) on the number of deaths and injuries from the traffic accident were examined. These effects were investigated based on TSI data and the results were evaluated from different aspects. It was observed that the combination of the five factors on the number of both dead and injured from the traffic accident was the largest. Besides, the effect of pedestrian flaw on the number of deaths is low level enough to be neglected. Vehicle flaws are the most direct effect on both death and injured numbers; however, the second factor is changing. The second cause in death numbers is the road flaw, while in the injuries number is the driver fault. $R^2=0.640$ and $R^2=0.736$ have been obtained for best models among the regression models in which the elements affecting the number of deaths and injured were examined, respectively.

Keywords: Statistics, Linear Regression, Traffic Accidents, Imperfect Factors

1. Giriş

Ulaştırma denildiği zaman karayolu, havayolu, denizyolu ve borulu ulaşım olmak üzere dört farklı ulaştırma akla gelmektedir. Gelişmiş ülkelerde diğer ulaştırma

yollarının kullanımı artsa da hiç bir zaman karayolları kullanımı popülaritesini yitirmemiştir. Hızla gelişen ve değişen dünyamızda, insanların refah seviyeleri de gelişmelerle aynı doğrultuda artmıştır. Bu artış beraberinde araç sayısında da bir artış meydana getirmiştir. Araç sayılarının artması ise daha kalabalık yollar ve trafik problemleri anlamına gelmektedir. Ülkemizde de bu problemlerle başa çıkmak için her geçen gün ulaştırma yatırımları artmaktadır. Ülkelerin maddi refah seviyeleri artsa da, yeni yollar ve yeni yatırımlar yapılırsa da, maalesef trafik kazalarının önüne geçilememektedir. Ülkemizde meydana gelen trafik kazaları ile ilgili istatistiksel kayıtlar Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından tutulmaktadır. TÜİK verilerine [1] baktığımızda son yıllarda trafik kazasına karışan araç sayısının trafiğe kayıtlı araç sayısına oranı yaklaşık %6 seviyelerindedir. Bu oran ilk bakışta küçük gibi görünse de 2016 yılında trafikteki kayıtlı araç sayısının 21.090.424 olduğu düşünüldüğünde ne kadar fazla olduğu daha iyi anlaşılmaktadır [1]. Ülkemizdeki trafik kazalarına karışan araç oranı 2011 yılına kadar artış göstermiş ve % 7,6 seviyelerine kadar çıkmıştır. 2011 yılından sonra bu oran önemli ölçüde düşüş göstererek 2016 yılında %5,6 seviyesine gerilemiştir. Bu elbette ki sevindirici bir durum olsa da tam olarak trafik kazalarının sorun olmaktan çıktığı anlamına kesinlikle gelmemektedir. Trafik kazaları tüm gelişen ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de önemli bir halk sağlığı sorunu olarak tanımlanmaktadır [2]. Meydana gelen trafik kazaları maddi kayıplarla birlikte ölüm ve yaralanmalarla da sonuçlanabilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün yayınladığı "World Report on Road Traffic Injury Prevention" adlı rapora göre karayollarında tüm dünyada her yıl ortalama 1,2 milyon kişi hayatını kaybetmektedir. Aynı rapora göre 20 ile 50 milyon arasında kişi de yaralanmaktadır [7]. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) trafik kazalarında meydana gelen kazaları "karayolunda seyreden bir aracın çarpması ile oluşan her türlü yaralanma" olarak tanımlamaktadır [2, 3].

1.1 Trafik Kazalarının Nedenleri

Dünya Sağlık Örgütü trafik kazalarındaki risk faktörlerini 4 ana grupta toplamıştır [2, 4]:

- Riskle karşılaşmayı artıran etmenler,
- Kaza oluşumunu belirleyen etmenler,
- Çarpışma şiddetini belirleyen etmenler,
- Çarpışma sonrası riski belirleyen etmenler.

Ulaştırma Bakanlığı tarafından hazırlanan 9. Ulaştırma Şurası raporunda ise trafik kazalarının nedenleri yukarıdaki dört ana başlık çerçevesinde açıklanmıştır [5]. Temel ve Özcebe tarafından yapılan bir çalışmada bu nedenler aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır [2].

Riskle karşılaşmayı artıran etmenler:

- Ekonomik etmenler
- Demografik etmenler
- Ulaşımı etkileyen arazi kullanımı
- Bisikletliler ve yayalarla yüksek-hızda motorize kullanımı trafiğin birlikteliği

Kaza oluşumunu belirleyen etmenler:

- Yetersiz ya da yüksek hız
- Alkol, ilaç ya da madde kullanımı
- Genç ve erkek olmak
- Korunmasız yol kullanıcıları
- Karanlıkta yolculuk
- Yolun yapısı
- Yol görüşünün bozulmasına neden olan etmenler

Çarpışma şiddetini belirleyen etmenler,

- İnsan faktörü
- Yetersiz ya da yüksek hız
- Emniyet kemeri kullanımı
- Çocuk kemeri kullanımı
- Kask kullanımı
- Araca bağlı etmenler

Çarpışma sonrası riski belirleyen etmenler.

- Kazayı haber almada gecikme
- Kaza sonrası yangın
- Zararlı madde sızıntısı
- Alkol, ilaç ya da madde kullanımı
- Hastane-öncesi sağlık hizmetinde yetersizlikler
- Kaza sonrası araçtan çıkarma ve kurtarma sırasındaki zorluklar

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre ise trafik kazalarına neden olan kusurlar 5 başlık altında toplanmış ve istatistiksel çalışmalar bu yönde yapılmıştır. Bunlar şunlardır [6]:

- Sürücü Kusuru
- Yolcu Kusuru
- Yaya Kusuru
- Yol Kusuru
- Araç Kusuru

Karayollarında meydana gelen kazaları incelerken ilk önce ülkemizde resmi olarak karayolu tanımını ve karayolları ile ilgili düzenlemeleri içeren “Karayolları Trafik Kanunu” incelemek gerekir. Bu kanunun amacı, karayollarında, can ve mal güvenliği yönünden trafik düzenini sağlamak ve trafik güvenliğini ilgilendiren tüm konularda alınacak önlemleri belirlemektir [8]. Aynı kanunda karayolunun tanımı “Trafik için, kamunun yararlanmasına açık olan arazi şeridi, köprüler ve alanlardır.” şeklinde yapılmaktadır.

1.2 Literatür Araştırması

Literatürde trafik kazaları ile ilgili birçok çalışma yer almaktadır. Bunlardan biri Kartal ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmadır [7]. Bu çalışmada 2003 -2007 yılları arasında Sivas, Kayseri ve Yozgat illerinde meydana gelen kazalarda kazaları etkileyen risk faktörleri incelenmiştir. Çalışmada yöntem olarak Lojistik Regresyon Analizi tercih edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre Türkiye nüfus oranına göre en düşük yaralanmanın olduğu ülkeler sıralamasında Avrupa Birliği ülkeleri içerisinde üçüncü sırada gelmektedir. En düşük ölümlerin olduğu ülkeler sıralamasında ise Türkiye dördüncü sırada yer almaktadır.

Literatürde yer alan ve Evren tarafından yapılan bir başka çalışmada [12], kazalarda genel olarak insan faktörünün ön planda olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada verilen sayısal verilere göre insan faktörünün yaklaşık %99, bunun içinde de sürücü faktörü yaklaşık %90 gibi yüksek bir oranda kusurlu olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada verilen ölümlü ve yaralanmalı kazalarda sebep olan yol kusurlarına ait bilgilerde yol sathında gevşek malzeme kullanılmasının da %42 oranında etkili olduğu belirtilmiştir.

Trafik kazalarının analiz edilmesinde regresyon analizi, yapay sinir ağları, Bayes ağları, coğrafi bilgi sistemleri, veri madenciliği gibi birçok yöntemi kullanan çalışmalar literatürde yer almaktadır. Çinicioğlu ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada da trafik kazalarının Bayes ağları modeli ile analizi yapılmıştır [13]. Çalışmada mevsim, kazanın meydana geldiği gün, araç sayısı, kazanın oluşu, yolun yüzeyi, araç kusuru, sürücü kusuru, vb. gibi birçok değişken kullanılmış ve bu değişkenlerin birbirleri olan koşullu olasılık bağlantıları çıkarılarak bir analiz yapılmıştır. Oluşturulan Bayes ağı veri seti sayesinde eğitilmiş ve oluşturulan modelde test verileri üzerinde %71,45 doğru tahmin oranına ulaşılmıştır.

Yapılan bir başka çalışma ise Bayata ve Hattaoğlu tarafından yapılan çalışmadır [14]. Bu çalışmada yapay sinir ağları ve çoklu regresyon analizi yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada 3 katmandan oluşan bir yapay sinir ağı oluşturulmuş ve geri beslemeli ağ modeli uygulanmıştır. Bu modelle ceza alan sürücü sayısı, yıl ve kaza sayısı arasındaki ilişkiler ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Uygulanan yapay sinir ağının performansını gösteren ortalama karesel hata değeri 0,003392 olarak tespit edilmiştir. R² değeri ise 0,98 olarak bulunmuştur. Çoklu regresyon analizinde ise ceza alan sürücü sayısı ile kaza sayısı arasındaki ilişkide R² değeri 0,782 olarak bulunmuştur.

Akgüngör ve Doğan tarafından yapılan bir başka çalışmada yapay sinir ağları, genetik algoritmalar ve regresyon analizi gibi farklı yöntemler kullanılarak trafik kazaları için tahmin modelleri geliştirilmiştir. Çalışmada İzmir ili için kaza modeli geliştirilirken doğrusal olmayan regresyon analizi ile Smeed ve Andreassen kaza modelleri kullanılmıştır. Smeed modeli, 20 ülkenin nüfus ve araç sayıları ile ölü sayılarına ait 1938 yılı verileri kullanılarak geliştirilmiş bir denklemdir. Smeed modeli denklemi aşağıda görülmektedir.

$$\frac{D}{N} = 0,0003 \left(\frac{N}{P} \right)^{-0,67} \quad (1)$$

Bu modelde;

D: Ölü sayısı, N: Motorlu araç sayısı, P: Nüfustur.

Çalışmada aynı zamanda çok katmanlı bir yapay sinir ağı modeli kullanılmıştır. Bu ağ giriş katmanında 2, gizli katmanda 5, çıkış katmanında 3 nörondan oluşmaktadır. Çalışmada bir de genetik algoritmalar yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem uygulanırken popülasyon büyüklüğü 50, jenerasyon 200, çaprazlama oranı 0,50, mutasyon oranı ise

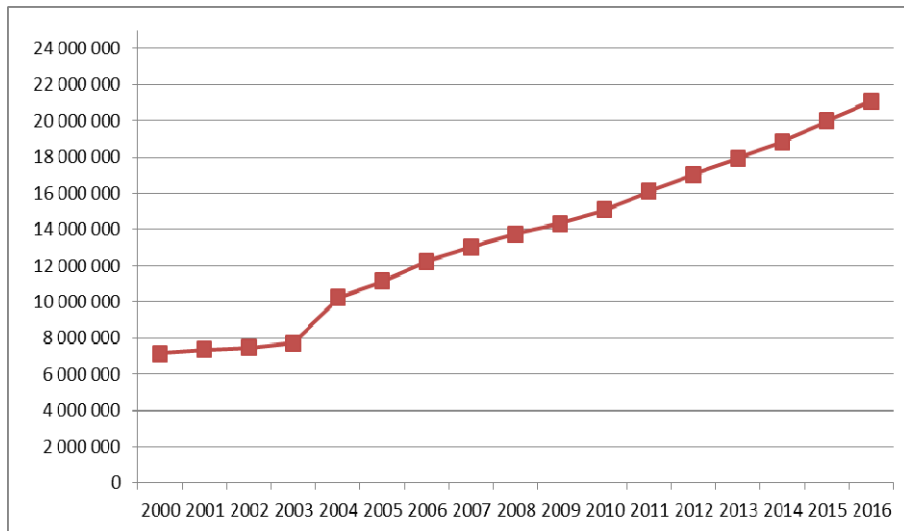
0,02 olarak alınmıştır. Sonuç olarak üç yöntem kıyaslanmış ve genetik algoritmalar yöntemi ile geliştirilen modelin İzmir ili için en uygun kaza tahmin modeli olduğu belirtilmiştir.

Soehodho tarafından yapılan bir çalışmada [16] kazaların genellikle insan faktörleri, araçlarla ilgili faktörler ve bununla birlikte yol koşulları gibi durumları içeren dış faktörlerden kaynaklandığı belirtilmiştir. Yapılan çalışmada insan faktörlerinin trafik kazalarındaki en etkili unsur olduğu vurgulanmıştır.

Tanishita ve van Wee tarafından yapılan çalışmada [17] ise trafikte hız ve hız değişimi kavramlarının kazaların anlaşılmasındaki temel konular olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada iki boyutlu toplamsal (additive) Poisson modeli uygulanarak ortalama hızları ve ortalama hız değişimlerinin trafik kazalarını nasıl etkiledikleri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, kaza olasılığını yükselten önemli göstergelerden biri ortalama hızın 65 km/s'ten 90 km/s'e yükselmesidir. Bu değerlerle birlikte hava şartlarının da kaza riskini artırdığı çalışmada vurgulanmıştır.

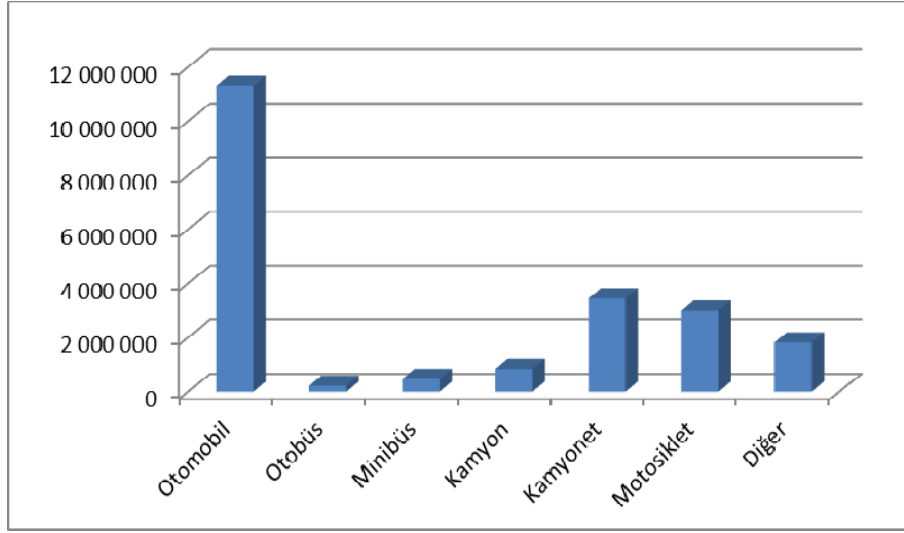
2. Materyal ve Metot

Türkiye’de her geçen gün trafiğe kayıtlı araç sayısı artmaktadır. Ülkemizde 2000 yılında 7.161.379 olan trafiğe kayıtlı araç sayısı 2016 yılında neredeyse 3 katına çıkarak 21.090.424 olmuştur [9]. Bu hızlı artış, Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre hazırlanan ve 2000-2016 yılları arasındaki araç sayısındaki değişimi gösteren Şekil 1’deki grafikte görülmektedir.



Şekil 1. Yıllara Göre Araç Sayısındaki Artış Grafiği

Yukarıda da ifade edildiği gibi TÜİK verilerine göre 2016 yılı itibariyle trafiğe kayıtlı araç sayısı 21.090.424 'tür. Bu sayının 11.317.998'ini otomobiller, 463.933'ünü minibüsler, 825.334'ünü kamyonlar, 3.442.483'ünü kamyonetler, 3.003.733'ünü motosikletler ve 1.816.582'sini de diğer araçlar oluşturmaktadır [9]. Araç sayılarının türlere göre dağılımı aşağıda Şekil 2'deki grafikte görülmektedir.



Şekil 2. Trafiğe Kayıtlı Araç Sayılarının Türlerine Göre Dağılımı

Trafik kazalarına karışan araçların oranlarına bakıldığında trafiğe kayıtlı otomobillerin %1,4'ü, otobüslerin %3,1'i, minibüslerin %2'si, kamyonların %1,9'u, kamyonetlerin %1,3'ü, motosikletlerin %1,5'i ve diğer araçların %0,8'inin kazalara karıştığı görülmektedir [9]. En yüksek kazaya karışma oranının diğerlerine göre daha büyük araçlar olan otobüslerde daha sonra da kamyonlarda olduğunu bilgisine ulaşılmaktadır.

2.1 Kullanılan Veri Kümesi

Türkiye İstatistik Kurumu tarafından kayıt altına alınan trafik kazalarına ilişkin birçok sayısal bilgi mevcuttur. Bunlardan birisi kazaya sebep olan unsurlar, biri de kazaların sonucunda meydana gelen ölü ve yaralı sayılarıdır. Bu çalışmada kullanılan veri kümesinin oluşturulmasında Türkiye'de meydana gelen trafik kazalarına ilişkin TÜİK tarafından kayıt altına alınan Trafik Kaza İstatistikleri [9] verileri kullanılmıştır. Oluşturulan veri kümesinde 1995–2014 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarındaki kusurlu unsurların sayıları, oranları ve bu kazalar neticesinde oluşan ölü ve yaralı sayıları ile bunların ülke nüfusuna oranları yer almaktadır. Veri kümesi Tablo1'de görülmektedir.

Tablo 1. 1995-2014 yılları arasında meydana gelen trafik kazaları istatistikleri

Yıl	Sürücü Kusuru	Oranı %	Yolcu Kusuru	Oranı %	Yaya Kusuru	Oranı %	Yol Kusuru	Oranı %	Araç Kusuru	Oranı %	Ölü Sayısı	Nüfusa Oranı (%)	Yaralı Sayısı	Nüfusa Oranı (%)
1995	356707	93,26	507	0,13	16559	4,33	5759	1,51	2948	0,77	6004	0,10	114319	1,85
1996	398782	94,94	2288	0,54	16702	3,98	572	0,14	1692	0,40	5428	0,09	104599	1,66
1997	649955	97,31	894	0,13	14297	2,14	28	0,00	2725	0,41	5125	0,08	106246	1,66
1998	528921	95,96	1419	0,26	15004	2,72	2459	0,45	3408	0,62	6083	0,09	125793	1,93
1999	539563	95,99	1279	0,23	15133	2,69	3148	0,56	2981	0,53	5713	0,09	125158	1,89
2000	576668	96,06	1485	0,25	14435	2,40	4604	0,77	3106	0,52	5510	0,08	136751	2,03
2001	546233	96,56	1738	0,31	13105	2,32	2457	0,43	2149	0,38	4386	0,06	116203	1,70
2002	521227	96,82	1254	0,23	12867	2,39	1332	0,25	1666	0,31	4093	0,06	116412	1,68
2003	551467	97,03	882	0,16	13208	2,32	1255	0,22	1552	0,27	3946	0,06	118214	1,68
2004	623578	97,30	710	0,11	13987	2,18	1216	0,19	1415	0,22	4427	0,06	136437	1,92
2005	711572	97,39	769	0,11	14882	2,04	1603	0,22	1797	0,25	4505	0,06	154086	2,14
2006	834681	98,07	739	0,09	13789	1,62	1100	0,13	841	0,10	4633	0,06	169080	2,32
2007	903860	98,03	795	0,09	15086	1,64	994	0,11	1269	0,14	5007	0,07	189057	2,68
2008	151386	90,53	713	0,43	13995	8,37	698	0,42	439	0,26	4236	0,06	184468	2,58
2009	139758	89,60	640	0,41	14181	9,09	958	0,61	445	0,29	4324	0,06	201380	2,78
2010	141728	89,72	564	0,39	14171	9,86	992	0,69	515	0,36	4045	0,05	211496	2,87
2011	157494	90,20	677	0,39	14860	8,51	1044	0,60	530	0,30	3835	0,05	238074	3,19
2012	161076	88,86	797	0,44	17672	9,75	1124	0,62	597	0,33	3750	0,05	268079	3,54
2013	162327	88,69	774	0,42	16458	8,99	1913	1,05	1558	0,85	3685	0,05	274829	3,58
2014	171236	88,62	901	0,47	18115	9,38	1841	0,95	1122	0,58	3524	0,05	285059	3,67

2.2 Doğrusal Regresyon Analizi

Bu çalışmada kazaya sebep olan kusurlu unsurlar ile ölü ve yaralı sayıları arasındaki ilişkiler istatistiksel bir yaklaşımla farklı açılardan incelenmiştir. Oluşturulan veri kümesi üzerinde Doğrusal Regresyon Analizi yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemin uygulanmasında geniş bir kullanım alanı olan istatistik hesaplama yazılımı (SPSS Version 22) kullanılmıştır.

Regresyon, aralarında sebep-sonuç ilişkisi bulunan iki ya da daha fazla değişkenin aralarındaki ilişkiyi belirlemek için kullanılan istatistiksel analiz yöntemidir. Regresyon analizi bazen kestirim bazen de tahminler yapmak amacıyla kullanılabilir [10, 18]. Aralarındaki ilişki analiz edilecek değişkenler bağımlı ve bağımsız değişkenler olarak isimlendirilirler. Regresyon analizinde bağımlı değişken, açıklanan ya da tahmin edilen

değişken demektir. Bir başka ifade ile bağımlı değişken, bağımsız değişkenden etkilenen yani sonuç değişkeni olarak da tanımlanabilir. Bağımsız değişken ise açıklayıcı ya da bağımlı değişkenin değerinin tahmin edilmesini sağlayan değişken olarak tanımlanabilir. Regresyon analizlerinde bağımlı değişken sayısı genelde bir tane dir. Bağımsız değişkenlerin sayısı ise bir ya da daha fazla olabilir. Bağımlı değişken üzerindeki etkisi incelenecek olan bağımsız değişkenlerin sayısı bir tane ise bu analize basit regresyon analizi, birden fazla ile çoklu regresyon analizi denir.

Basit regresyon analizinin matematiksel ifadesi aşağıdaki denklemlerle ifade edilebilir [11, 18].

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \quad (2)$$

Bu modelde;

Y: Bağımlı değişken, X: Bağımsız değişken, β_0 : Sabit terim ($X=0$ olduğunda Y'nin aldığı değer), β_1 : Regresyon katsayısı (Regresyon doğrusunun eğimi), ε : Hata terimidir.

3. Bulgular

Çalışmada trafik kazalarındaki 5 farklı kusurlu unsur incelenmiştir. Bunlar

- Sürücü Kusuru (K1)
- Yolcu Kusuru (K2)
- Yaya Kusuru (K3)
- Yol Kusuru (K4)
- Araç Kusuru (K5) 'dur.

Bu bölümde kaza sonucu meydana gelen ölü ve yaralı sayıları üzerinde kusurlu unsurların etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla Basit Doğrusal Regresyon Analizi kullanılmıştır. Analiz aşamasında önce kusurlu unsurların her birinin ayrı ayrı etkileri incelenmiştir. Ardından, kusurlu unsurların ikili, üçlü, dördü ve beşli gruplar halinde etkileri incelenmiştir. Yapılan regresyon analizi sonuçları aşağıda Tablo 2 ve Tablo 3'de görülmektedir.

Tablo 2 incelendiğinde tüm kusurların bir arada en çok ölüme sebep olduğu görülmekle beraber kaza sonucu meydana gelen ölü sayısı üzerinde diğerlerine göre daha etkili kusurun Araç kusuru (K5) olduğu görülebilir. Araç kusurunun dâhil

olmadığı regresyon modellerinde belirleme katsayısı düşük çıkarken aynı modele K5'in eklenmesiyle oluşturulan modellerde ise belirleme katsayısında dikkate değer bir artış gözlenmiştir. Diğer kusur türlerinin ölü sayısı üzerindeki doğrudan etkileri araç kusuru kadar görülmemektedir. R^2 değerleri incelendiğinde yaya kusurunun (K3) ölüm sayıları üzerinde etkisinin ihmal edilebilir düzeyde olduğu, yolcu kusurunun (K2) ise az da olsa etkili olduğu görülmektedir. Etkinlik düzeyi araç kusuru (K5)'den sonra en etkili olan yol kusuru (K4) olarak görülmektedir.

Tablo 2. Farklı kusur gruplarının kaza sonucu oluşan ölü sayısı üzerine etkileri

Bağımsız Değişkenler	R^2	Düzelmiş R^2	Std.Tahmin Hatası
K1	0,203	0,159	727,386
K2	0,151	0,104	750,913
K3	0,000	0,056	814,821
K4	0,276	0,235	693,516
K5	0,615	0,593	505,769
K1, K2	0,295	0,213	703,760
K1, K5	0,630	0,586	510,087
K2, K5	0,616	0,571	519,388
K3, K4	0,286	0,202	708,676
K4, K5	0,616	0,570	519,878
K1, K2, K5	0,631	0,562	524,736
K1, K2, K3	0,324	0,198	710,369
K2, K3, K4, K5	0,618	0,516	551,591
K1, K2, K4, K5	0,640	0,544	535,564
K1, K2, K3, K4, K5	0,643	0,516	552,033

Tablo 2'deki sonuçlara göre en iyi modele ait doğrusal regresyon analizi sonuçları Tablo 3'te görülmektedir.

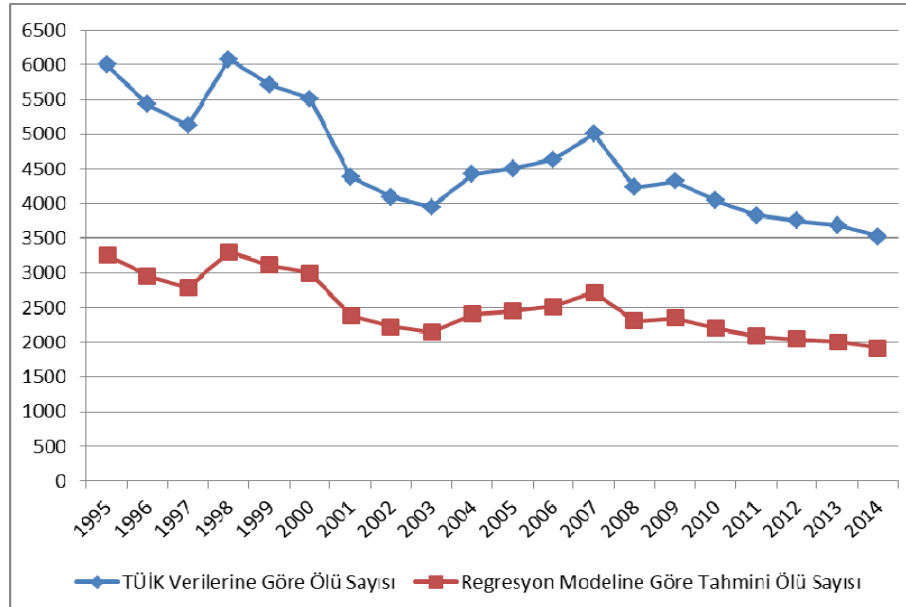
Tablo 3. En İyi Modele ait Regresyon Analizi Sonuçları

Bağımsız Değişkenler	R^2	Düzelmiş R^2	Std.Tahmin Hatası
K1, K2, K4, K5	0,640	0,544	535,564

Tablo 3'ten de görüldüğü üzere yaya kusurunun (K3) kaza sonucu ölüm sayıları üzerinde ihmal edilebilir etkisi vardır. Tablo 3'teki en iyi model referans alınarak bağımlı değişken olan ölü sayısı, doğrusal regresyon analizi matematiksel denklemi ile yeniden hesaplanmıştır. Regresyon modeline göre tahmini değer hesaplanmasında kullanılan denklem aşağıda görülmektedir.

$$\hat{y} = 0 + 0,544 X \quad (3)$$

Yapılan hesaplama ile elde edilen değerler ile TÜİK verilerinden elde edilen ölü sayısı değerlerinin karşılaştırması aşağıda Şekil 3'deki grafikte görülmektedir.



Şekil 3. Regresyon Modeline Göre Ölü Sayıları ile TÜİK Verileri Karşılaştırması

Tablo 4 incelendiğinde tüm kusurların bir arada en çok yaralı sayısına sebep olduğu görülmektedir. Burada da diğerlerine göre daha etkili kusur türü araç kusuru (K5) olmakla beraber, ikinci önemli kusur sürücü kusurudur (K1). Yaralı sayıları üzerinde en az etkili kusur ise yol kusuru (K4) olmuştur. Tablodan görülebilecek en ilginç sonuç ise en etkili kusurun araç kusuru (K5) olmasına rağmen sürücü kusuru (K1) ve yolcu kusurunun (K2) bir arada yaralı sayısına araç kusurundan (K5)' daha etkili olmasıdır. Bu kusurlara yaya kusuru (K3) da eklendiğinde yaralı sayısı ciddi bir şekilde artmaktadır. Bu da yaralı sayısı üzerinde insan faktörünün çok etkili olduğunu göstermektedir.

Tablo 4'deki sonuçlara göre en iyi modele ait doğrusal regresyon analizi sonuçları Tablo 5'te görülmektedir.

Tablo 4. Farklı kusur gruplarının kaza sonucu oluşan yaralı sayısı üzerine etkileri

Bağımsız Değişkenler	R ²	Düzelmiş R ²	Std.Tahmin Hatası
K1	0,361	0,326	49152,472
K2	0,228	0,185	54032,585
K3	0,285	0,245	52009,572
K4	0,053	0,000	59849,906
K5	0,411	0,378	47212,703
K1, K2	0,494	0,434	45020,311
K1, K5	0,539	0,485	42950,586
K2, K5	0,455	0,391	46700,498
K3, K4	0,395	0,324	49217,170
K4, K5	0,466	0,404	46223,243
K1, K2, K5	0,583	0,505	42120,416
K1, K2, K3	0,617	0,545	40380,917
K2, K3, K4, K5	0,736	0,666	34599,434
K1, K2, K4, K5	0,586	0,476	43337,400
K1, K2, K3, K4, K5	0,753	0,665	34663,632

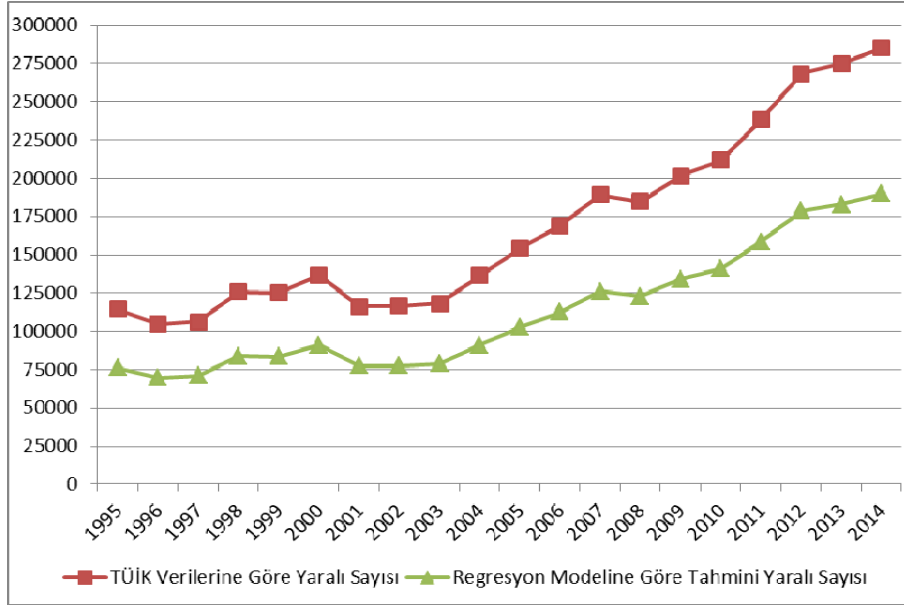
Tablo 5. En İyi Modele ait Regresyon Analizi Sonuçları

Bağımsız Değişkenler	R ²	Düzelmiş R ²	Std.Tahmin Hatası
K2, K3, K4, K5	0,736	0,666	34599,434

En iyi ilişki değerini sunan model referans alınarak bağımlı değişken olan yaralı sayısı, doğrusal regresyon analizi matematiksel denklemi ile yeniden hesaplanmıştır. Regresyon modeline göre tahmini değer hesaplanmasında kullanılan denklem aşağıda görülmektedir.

$$\hat{y} = 0 + 0,666 X \quad (4)$$

Yapılan hesaplama ile elde edilen değerler ile TÜİK verilerinden elde edilen yaralı sayısı değerlerinin karşılaştırması aşağıda Şekil 4'deki grafikte görülmektedir.



Şekil 4. Regresyon Modeline Göre Yaralı Sayıları ile TÜİK Verileri Karşılaştırması

4. Sonuçlar ve Değerlendirme

Bu çalışmada TÜİK istatistiklerinden elde edilen veriler üzerinde araştırma yapılmıştır. Araştırmada trafik kazaları sonucu ölü ve yaralı sayıları üzerinde etkili olan kusur türleri incelenmiştir. Sürücü kusuru, yolcu kusuru, yaya kusuru, yol kusuru ve araç kusuru olmak üzere beş farklı unsur incelenmiştir. Çalışmada değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkisini bulmamıza olanak sağlayan regresyon analizi tercih edilmiştir. Elde edilen bulgular incelendiğinde kaza sonucu meydana gelen ölü ve yaralı sayısının değişmesinde diğerlerine göre daha etkili unsurun araç kusuru olduğu görülmüştür. Sürücü hatası, yaralı sayıları üzerinde etkili olmakta iken, ölü sayıları ile olan ilişkisi araç kusur kadar yüksek bir ilişki düzeyine sahip değildir. Çalışma ile ortaya çıkan en ilginç sonuçlardan biri de, yol hatasının ölüm sayıları ile olan ilişki düzeyi bakımından ikinci sırada olmasına rağmen, yaralı sayıları üzerinde çok fazla etkisinin olmadığıdır. Diğer ilginç bir sonuç ise yaya kusurunun ölü sayıları üzerinde etkisiz olmasına rağmen, yaralı sayıları üzerinde etkili olduğunun gözlemlendiğidir. İnsan faktörü incelendiğinde, ölü sayıları üzerinde diğerlerine göre daha etkili kombinasyonun insan dışı kusurlar (Araç + Yol kusuru) olduğu görülürken, tamamen insanî faktörler olan sürücü, yaya, yolcu kusurlarının birlikte yaralı sayısına ciddi etki ettiği görülmektedir. Yapılan çoklu regresyon analizlerinde tüm modeller

incelendiğinde bağımlı değişkenin ölü sayısı olduğu analizlerde en iyi model bağımsız değişkenlerin K1, K2, K4, K5 olduğu model olarak belirlenmiştir. Bu modelde R^2 katsayısı 0,640 olarak bulunmuştur. Yaralı sayısının bağımlı değişken olduğu analizlerde de yine en iyi model bağımsız değişkenlerin K2, K3, K4, K5 olduğu model olarak belirlenmiştir. Bu modelde ise R^2 katsayısı 0,736 olarak bulunmuştur.

Çalışmanın sonucu olarak ölü sayılarının değişmesi üzerinde doğrudan etkili olan en önemli kusurun araç kusuru olduğu görülmüştür. Buna dayanarak, araçlar için bir zorunluluk olan teknik muayenelerin insan hayatı üzerinde çok etkili bir işlem olduğu ve muayenelerin zamanında yapılmamasının ağır sonuçlar doğurabileceği söylenebilir. Yaralı sayıları üzerinde ise en etkili unsurların insanlardan kaynaklanan kusurlar olduğu düşünüldüğünde, toplumdaki trafik bilinci ve bilgisinin artırılması için eğitim faaliyetlerinin ne kadar önemli olduğu bir kez daha ortaya çıkmıştır.

Kaynaklar

- [1] Türkiye İstatistik Kurumu, 2017, Ulaştırma İstatistikleri, Trafik Kaza Sayısı ve Sonuçları, http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=362 [Erişim Tarihi: 7 Kasım 2017]
- [2] Temel F., Özcebe H., Türkiye'de Karayollarında Trafik Kazaları, Road Traffic Accidents in Turkey Dergisi, 2006, Cilt: 15, Sayı: 11, Sayfa: 192-198.
- [3] WHO Injury Chart Book 2002. Department of Injuries and Violence Prevention Noncommunicable Diseases and Mental Health Cluster, World Health Organization, Geneva, 2002.
- [4] The World Report on Traffic Injury Prevention 2004. The Fundamentals, Chapter One, Geneva, 2004.
- [5] Trafik Güvenliği Çalışma Grubu Raporu, 9.Ulaştırma Şurası, www.ubak.gov.tr/tr/sura/kara/RAP2.doc [Erişim Tarihi: 24.03.2004]
- [6] Türkiye İstatistik Kurumu, 2017, Ulaştırma İstatistikleri, Trafik Kazalarına Neden Olan Kusurlar, http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=365 [Erişim Tarihi: 7 Kasım 2017]
- [7] Kartal M., Kutlar A., Beğen A., Logistik Regresyon Tekniği ile Trafik Kazalarını Etkileyen Risk Faktörlerinin İncelenmesi: Sivas, Kayseri, Yozgat Örneği, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, Güz 2011, Cilt:7, Yıl:7, Sayı:2, 7:45-68.

- [8] Karayolları Trafik Kanunu, T.C. Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü Mevzuat Bilgi Sistemi, www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2918.doc [Erişim Tarihi: 10.11.2017]
- [9] Türkiye İstatistik Kurumu, 2016, Ulaştırma İstatistikleri, Trafik Kaza İstatistikleri, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1051 [Erişim Tarihi: 20 Haziran 2016]
- [10] Şentuna B., Korelasyon ve Regresyon Analizi, Ders Notu, <http://w3.balikesir.edu.tr/~bsentuna/wp-content/uploads/2013/04/Regrasyon.ppt> [Erişim Tarihi: 12.11.2017]
- [11] Taşdemir Ş., Yüzey Pürüzlülüğünün Yapay Sinir Ağı Ve Regresyon Modelleri İle Belirlenmesi Ve Karşılaştırılması, *Selçuk-Teknik Dergisi*, Cilt 10, Sayı: 3-2011, 215-226.
- [12] Evren M., Trafik Kazalarının Soruşturulmasında Kusur Tespitine Yardımcı Disiplinler Arası Ekip Çalışmasının Gerekliliği, Master Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013.
- [13] Çinicioğlu E.N., Atalay M., Yorulmaz H., Trafik Kazaları Analizi için Bayes Ağları Modeli, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, Mayıs 2013, Cilt: 6, Sayı: 2, 41-54.
- [14] Bayata H.F., Hattatoğlu F., Yapay Sinir Ağları Ve Çok Değişkenli İstatistik Yöntemlerle Trafik Kaza Modellemesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2010, Cilt: 3, Sayı: 2, 207-219.
- [15] Akgüngör A.P., Doğan E., Farklı Yöntemler Kullanılarak Geliştirilen Trafik Kaza Tahmin Modelleri ve Analizi, *Int.J.Eng.Research & Development*, 2010, Vol.2, No.1, 16-22.
- [16] Soehodho S., Public Transportation Development and Traffic Accident Prevention in Indonesia, *Journal of International Association of Traffic and Safety Sciences*, 2017, Volume 40, Issue 2, Pages 76-80.
- [17] Tanishita M., van Wee B., Impact of Vehicle Speeds and Changes in Mean Speeds on Per Vehicle-Kilometer Traffic Accident Rates in Japan, *Journal of International Association of Traffic and Safety Sciences*, 2017, Volume 41, Issue 3, Pages 107-112.
- [18] Tasdemir, S., Urkmez, A., Inal, S., Determination of body measurements on the Holstein cows using digital image analysis and estimation of live weight with regression analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2011, 76 (2), 189-197.