

ŞEHİRİÇİ TRAFİK KAZALARINA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN LOJİSTİK REGRESYON MODELİ İLE İNCELENMESİ: AKSARAY ÖRNEĞİ

Salih BEKTAŞ ve Mehmet Ali HINIS

Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 68100, AKSARAY

ÖZET: Türkiye’de 2005 yılı verilerine göre, trafik kazalarında 4525 kişi ölmüş ve 154094 kişi yaralanmıştır. Ölümün %25,6’sı, yaralanmaların %50,52 ‘si ve maddi hasarların da %60,3 ‘ü şehir içindeki trafik kazalarında meydana gelmiştir. Bu maddi hasarların bedeli 1 milyon TL’nin üzerindedir. Bu çalışmada Aksaray ili şehir içindeki trafik kazalarına karışan yaya, bisikletli, motorsikletli (YBM) ve taşıt sürücülerinin (SC), trafik kazasına karışmalarına etki eden 15 adet faktör incelenmiş ve bunlara ait temel istatistik değerler sunulmuştur. Çalışmanın ikinci bölümünde ise sadece taşıtların karıştığı şehiriçinde meydana gelen trafik kazaları incelenmiştir. Kaza sonucu maddi hasar ve diğerleri (ölüm, yaralanma) alınarak sınıflandırılmış ve bağımlı değişken olarak lojistik regresyon analizine tabi tutularak incelenmiş ve bu kazalara etki eden istatistik açısından önemli olan 6 adet faktör (mevsim, zaman, kaplama cinsi, yol yüzeyi, sürücü yaşı ve sürücü tecrübesi) belirlenmiştir. Bunların bağımlı değişken ile ilişkileri ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Şehiriçi trafik kazaları, Aksaray örneği, Lojistik regresyon.

Investigation of Parameters Effecting Accidents in Urban Roads by Logistic Regression Modelling: Aksaray Case

ABSTRACT: Based on the database on traffic accidents in 2005, there were 4525 fatalities and 154094 injured in traffic accidents in Turkey. Out of 25,6% of fatalities, 50,52% of injuries and 60,3% of physical damages occurred in urban roads traffic accidents. Physical damages cost more than 1 million TL. In the present study, 15 parameters were investigated in part of traffic accidents in urban roads of Aksaray city in which car driver (SC) and pedestrian, cyclist or motorcyclist (PCM) are involved and descriptive statistical results were given. The second part of the study was focused on only in car accidents. Accident results were classified as physical damages and others (fatalities or injuries) and a logistic regression model was constructed by taking accident results as dependent variable. Six effective factors (season, time, pavement type, surface type of road, age of driver, and experience of driver) were determined as important to define the accident results and kept in the logistic model. Effects of independent factors on dependent factor were determined as a result of logistic regression analysis.

Key Words: *Urban traffic accident, Aksaray example, Logistic regression.*

GİRİŞ

Türkiye, 72 milyon insanın yaşadığı, 814578 km² yüzölçümüne sahip, Asya ve Avrupa’yı birbirine bağlayan hızlı bir şekilde gelişen ve değişen bir ülkedir. Kişi başına düşen milli gelir 2005 yılı verilerine göre 5200 \$’dır. 2006 yılı Aralık ayı sonu itibariyle trafiğe

kayıtlı toplam 12 milyon 227 bin 393 adet taşıtın, % 50.2’sini otomobil, %14.9’unu motosiklet, % 13.9’unu kamyonet, %10.6’sını traktör, % 5.8’ini kamyon, %2.9’unu minibüs, % 1.4’ünü otobüs, %0.3’ünü ise özel amaçlı taşıtlar oluşturmaktadır. Trafik güvenliği açısından pek çok problemi olan ülkemizde, 2005 yılında 621183 adet trafik kazasında 4525 kişi ölmüş,

154094 kişi yaralanmış ve bir milyon TL'nin üzerinde maddi hasar meydana gelmiştir (Anonim, 2006a). Ölümlerin %25,6'sı, yaralanmaların % 50,52 'si ve maddi hasarların da % 60,3 'ü şehir içindeki trafik kazalarında meydana gelmiştir. Bu kazalarda en fazla zarar görenler, tehlikelere karşı korumasız olan yaya, bisikletli ve motorsikletlilerdir.

Bu çalışmada; öncelikle Türkiye'deki trafik güvenliğinin durumu diğer ülkelerle kıyaslanmıştır. Aksaray Emniyet Müdürlüğü'nden 2000-2003 yılları arasındaki şehirci trafik kazası verileri elde edilmiştir (Anonim, 2006b). Bu trafik kazası verileri kullanılarak ölümlü, yaralanmalı ve maddi hasarlı kazalara karışma riskini etkileyen faktörlere bağlı bir sayısal model oluşturulmuştur. Model sonuçları dikkate alınarak, trafik güvenliğini artırıcı önlemler açıklanmıştır.

TRAFİK GÜVENLİĞİ AÇISINDAN TÜRKİYE'NİN DURUMU

Trafik güvenliği tüm ülkeler için tamamen çözümlenmiş bir problem olmayıp, ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre farklılıklar arz etmektedir. Çeşitli ülkelerdeki trafik verileri Türkiye ile karşılaştırmalı olarak Tablo 1'de verilmiştir. Araç ve nüfus sayıları ile bunlara karşılık gelen ölüm sayısı kıyaslandığında Türkiye'nin durumu gelişmiş ülkelere göre, güvenlik açısından alt düzeyde yer almaktadır. 100.000 araca düşen ölüm sayısı; Almanya, Finlandiya, Hollanda, İsveç, İsviçre İzlanda, Norveç gibi Avrupa ülkelerinde ve Japonya'da 15'in altındadır. Özellikle İskandinav ülkelerinde bu oran oldukça düşüktür. Polonya, Çek Cumhuriyeti, Portekiz 30 civarında olup; 41 ile Türkiye, Kore ile birlikte en yüksek orana sahiptir. Gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkeler arasında üç-dört kat fark bulunmaktadır. 100.000 nüfusa düşen ölü sayısına bakıldığında; gelişmiş ülkelerin oranları 10 ve altındadır. Ülkemizde bu oranın 6 olması yanıltıcıdır. Çünkü taşıt sahipliği diğer ülkelere göre daha azdır (1000 kişiye düşen taşıt sayısı; Türkiye 155, Almanya 650, İzlanda 714, Kanada 601). Bu nedenle nüfusa

düşen ölüm oranı ülkemiz için doğru bir kriter olamayacaktır. Ölüm sayısının belirlenmesinde kullanılan bu rakamların aynı ölçekte olmaması da yanlış yorumlamalara yol açmaktadır. Trafik kazalarındaki ölüm sayılarının belirlenmesinde Türkiye ile diğer ülkeler arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır. Çoğu Avrupa ülkesinde, kaza sonrası ölümlerde kesin zaman aralığı direk ve indirek etki sonucu 30 gündür. İtalyada 7 gün, Fransada 6 gün, Portekizde 1 gün, Yunanistanda 3 gündür (Simomcic, 2001). Ülkemizde sadece kaza anındaki ölümler dikkate alınmakta, yolda ve hastanedeki ölümler kayda alınmamaktadır. Bu ise sadece kaza anında yazılan raporlara geçen ölüm sayısının kullanılmasına yol açmakta ve karşılaştırma yapmayı güçleştirmektedir. Bu durumu düzeltmek için diğer ülkelerde bazı katsayılar kullanılmaktadır. Bu katsayılar, İtalya için 1.078, Fransa için 1.3 Portekiz ve Yunanistan için 1.18'dir (Simomcic, 2001). Ülkemiz için de bir katsayının belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca tüm trafik kazaları polis tarafından kayıt altına alınmamaktadır. Özellikle korumasız yol kullanıcılarının (YBM) karıştığı kazaların kayıt oranları oldukça düşüktür. Bu konuda yapılan araştırmalarda, motorsikletlilerin karıştığı kazaların ancak % 52'si (Marshall ve diğer., 1993), yayaların karıştığı kazaların %55'i, sürücülerin karıştığı kazaların ancak % 79'u (Alsop ve Langley, 2001) rapor edilebilmiştir. Trafik güvenliği açısından, sürücü hızı, yol kullanımı (şehirci, şehirdışı), yol geometrisi, kavşak yoğunluğu, iklim gibi parametreler birçok çalışmada (Elvik ve diğer., 2004) kaza riski açısından önemli bulunmuştur. Önden çarpma sonucu oluşan ve ölümlerle sonuçlanan otomobil kazalarında, emniyet kemeri kullanımı, bireyin yaşı, bireyin otomobildeki oturduğu yer ve otomobilin çarpma hızı bağımsız değişken olarak ele alınmış ve bu değişkenlerin ölüm riski üzerine etkileri araştırılmıştır (Çolak ve Özdamar, 2004). Çalışmanın sonucunda emniyet kemerinin takılı olması (emniyet kemeri takmayanlar takanlara göre 6.4 kat daha fazla ölüm riski altında) ve arka koltukta oturmanın ölüm riskini önemli ölçüde azalttığı (otomobilin önünde oturanlar, arkadaki

bireylere göre 5.13 kat daha fazla ölüm riski altında), hız artışlarının ise ölüm riskini (otomobil hızındaki 20 km/sa'lik artış ölüm riskini 2.4 kat artırmakta) önemli ölçüde

artırdığı, yaşın etkisinin ise önemsiz olduğu bulunmuştur.

Tablo 1. Çeşitli ülkelerin trafik verilerinin karşılaştırılması (Anonim, 2008).

Table 1.

ÜLKE	Kaza Sayısı (yaralanmalı)	Ölü Sayısı	Araç Sayısı (X 1000)	Nüfus Sayısı (X 1000)	1000 Kişiye Düşen Araç Sayısı	100.000 Araca Düşen	100.000 Nüfusa Düşen
						Ölü Sayısı	Ölü Sayısı
NORVEÇ	7 921	280	2 752	4577	601	10	6
İSVEÇ	18 365	529	4 998	8941	559	11	6
İSVİÇRE	23 840	546	4 888	7318	668	11	8
İZLANDA	787	23	207	290	714	11	8
JAPONYA	947 993	8 877	80 970	127619	635	11	7
İNGİLTERE	220 079	3 658	31 950	59554	537	11	6
ALMANYA	354 534	6 613	53 656	82537	650	12	8
HOLLANDA	31 635	1 028	8 387	16192	518	12	6
FİNLANDİYA	6 907	379	2 567	5206	510	14	7
KANADA	156 904	2 766	18 869	31630	597	15	9
Y. ZELANDA	10 615	461	2 801	4009	697	16	11
FRANSA	90 220	6 058	36 198	59625	608	17	10
AVUSTURYA	43 426	931	5 114	8118	630	18	12
İSPANYA	99 987	5 399	25 170	42196	597	22	13
SLOVENYA	11 910	242	1 065	1996	534	23	12
PORTEKİZ	41 495	1 546	5 197	10475	496	30	15
ÇEK CUMH.	27 320	1 447	4 490	10203	441	32	14
POLONYA	51 078	5 640	15 899	38191	416	36	15
KORE	240 832	7 212	17 519	47925	366	41	15
TÜRKİYE	83 788	4 525	11 146	72065	155	41	6

MATERYAL VE METOT

Materyal

Ülkemizde karayolu trafik kazaları raporları kent ve mücavir alanda trafik polisleri tarafından, kırsalda ise jandarma tarafından düzenlenmektedir. Trafik kazası genel olarak en az bir aracın karıştığı, sonucunda ölüm, yaralanma veya maddi hasarlardan birisinin meydana geldiği olay olarak tanımlanabilir. Gerçekte polis ve jandarmanın tuttuğu raporlardan daha fazla trafik kazası meydana gelmektedir. Bir kaza raporunda kazayla ilgili (tarih, yer, zaman, hava koşulu, yol durumu,...vb) ve kazaya karışanlarla ilgili (yaş, cinsiyet, sürücü tecrübesi, taşıt tipi, koruyucu aletler, ...vb) birçok bilgi bulunmaktadır.

Bu çalışma iki bölüm halinde hazırlanmıştır. İlk bölümde; Aksaray İli şehirçinde meydana gelen üç yıllık trafik

kazası verileri kullanılarak, trafik kazası sonucu maddi hasar veya ölüm ve yaralanmaya sebep olan etkili faktörlerin analizi yapılmıştır. Üç yıllık zaman periyodunda (2000-2003) meydana gelen toplam 1480 adet trafik kazası incelenmiş ve kaza sonucuna göre 15 adet faktör ve bunların frekansları Tablo 2'de verilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde ise sadece taşıtların karıştığı toplam 1268 adet kaza ele alınarak kaza sonucunun (bağımlı değişkenin) maddi hasarlı veya diğer (ölümlü veya yaralanmalı) olmasına göre kaza sonucuna etki eden 9 adet faktör (bağımsız değişkenler) ve etki dereceleri lojistik regresyon analizi ile incelenmiştir.

Toplam veriler dikkate alındığında, Aksaray ili şehir içinde üç yılda meydana gelen toplam 1480 adet trafik kazasının % 76,8'si maddi hasarlı, % 23,2'si ise ölümlü veya yaralanmalı kazalardır. Karayolunu kullananların kazaya karışma oranları ise: taşıt

sürücüleri %85,7 ve yaya, bisikletli ve motosikletliler %14,3 olup, kazaların %76,1'i gündüz, % 23,9'u gece meydana gelmiştir. Kazaların %73,6'sı hafta içi ve %26,4'ü hafta sonu meydana gelmiştir. Mevsimler açısından kazaların dağılımında en fazla trafik kazası kış mevsiminde (% 29,5), en az kaza ise ilkbaharda (% 18,3) meydana gelmiştir. Yine kazaların % 92,2'si asfalt kaplamalarda ve %80,7'si kuru yol yüzeylerinde meydana gelmiştir.

Kaza sebebi incelendiğinde, kazaya karışanların en fazla ihlal ettiği asli kusur, %

29,3 ile 11 nolu kusurdur (Park için ayrılmış yerlerde veya taşıt yolu dışında kurallara uygun olarak park etmiş araçlara çarpma). %22,4 ile 7 nolu kusur (kavşaklarda geçiş önceliğine uymama), %14,9 ile 3 nolu kusur (arkadan çarpma), daha sonra %11,8 ile 5 nolu (doğrultu değiştirme manevralarını yanlış yapma) kusur gelmektedir. Kazayı başlatan %4,4 ile YBM'ler ve %95,6 gibi büyük bir oranla da taşıt sürücüleridir.

Tablo 2. Trafik kazalarında ölüm, yaralanma ve maddi hasar kaybına etki eden faktörlerin frekans analizi.

Table 2.

	Faktörler	Frekans
1) Kaza sonucu	0.Ölüm ve yaralanma	343
	1.Maddi hasar	1137
2) Yol kullanıcı türü	0.Yaya, bisikletli ve motosikletli (YBM)	212
	1. Taşıt sürücü (SC)	1268
3) Zaman	0.gece	353
	1.gündüz	1127
4) Gün	0. Hafta içi	1090
	1.Hafta sonu	390
5) Mevsimler	0. Kış	436
	1. İlkbahar	271
	2. Yaz	380
	3. Sonbahar	393
6) Kaplama cinsi	0.asfalt	1365
	1.beton	115
7) Yol yüzeyi	0.kuru	1195
	1.diğer (ıslak, çamurlu, karlı, buzlu, tozlu, ...vb)	285
8) Kaza sebebi	0.kırmızı ışıklı trafik işaretinde veya yetkili...	47
	1.taşıtlı taşıt taşıma trafik işaretinin bulunduğu...	17
	2.ikiden fazla şeritli taşıt yollarında, karşı yol...	11
	3.arkadan çarpma	220
	4.geçme yasağı olan yerde geçme	18
	5.doğrultu değiştirme manevralarını yanlış yapma	174
	6.şeride tecavüz etme	50
	7.kavşaklarda geçiş önceliğine uymama	332
	8.kaplamanın dar olduğu yerde geçiş önceliğine uymama	8
	9.manevraları düzenleyen genel şartlara uymama	134
	10.yerleşim birimi dışındaki karayolunun taşıt yolu üzerin...	35
	11.park için ayrılmış yerlerde veya taşıt yolu üzerinde zor...	434
12.diğer	47	
9) Yaş (YBM)	0. (1-9)	51
	1. (10-19)	53
	2. (20-29)	32
	3. (30-39)	14
	4. (40-49)	12
	5. (>50)	5
10) Alkol (YBM)	0. Evet	160
	1. Hayır	1320
11) Kaza başlangıç sebebi sürücü (SC)	0. hayır	65
	1. evet	1415

12) Sürücü yaşı	0. (30-)	1180
	1. (0-30)	300
13) Sürücü belgesi yılı (Tecrübe)	0. (0-5)	869
	1. (>5)	611
14) Sürücü alkol (SC)	0. evet	22
	1. hayır	1458
15) Sürücü cinsiyet (SC)	0.erkek	1393
	1.kadın	87

Kazaya karışan YBM' nin %31,73'ü (10-19) yaşları arasında %30,53'ü (1-9) yaşları arasında, %19,16 sı (20-29) yaşları arasındadır ve YBM 'lerin % 10,8 sinde alkol tespit edilmiştir. Kazaya karışan sürücülerin % 20,3'ü (0-30) yaşları arasında, %79,7'si 30 yaşın üzerindedir. Kazaya karışan sürücülerin %58,7'si (0-5) yılları arasında tecrübeye, %41,3'ü 5 yıl ve üzeri tecrübeye sahiptir. Kazaya karışan taşıt sürücülerinin %1,5' i alkollü olup sürücülerin %94,1' i erkek ve %5,9' u kadındır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, 2000-2003 yılları arasında Aksaray şehir içinde meydana gelen sadece taşıtların karıştığı 1268 adet trafik kazası lojistik regresyon modeli ile analiz edilmiştir. Bu modelde bağımlı değişken olarak kaza sonucu maddi hasarlı veya diğer (ölümlü veya yaralanma) olarak belirlenmiştir. Yaya, bisikletli ve motosikletli sürücülerin karıştığı kazalar ve bunlara ait faktörler çıkarılarak oluşturulan modelde toplam 1 bağımlı (kaza sonucu) ve 9 adet bağımsız değişken göz önüne alınmıştır. Analizde kullanılan değişkenlerin tamamı Tablo 3'te, analiz sonucu önemli olan bağımsız değişkenler ise sonuçlar kısmında Tablo 4'te verilmiştir.

Metot

Bu çalışmada kaza sonucuna etki eden faktörlerin değerlendirilmesi ve modelin kurulmasında lojistik regresyon analizi (binary logistic) kullanılmıştır.

Lojistik regresyon analizinde bağımlı değişken ikili (dichotomy) olarak ifade edilmekte ve bağımsız değişken herhangi tipte (kategorik veya nümerik) olabilmektedir. Bağımlı değişkenlerin ikiden fazla olduğu durumda ise çoklu (multi nominal) lojistik regresyon tercih edilmektedir. Lojistik regresyon analizi için pek çok kaynak literatürde mevcuttur (Agresti, 1990), (Hosmer

ve Lemeshow, 2000), (Lawal,2003), (Pham,2006), (Marques de Sa,2007).

Lojistik regresyon modeli genel hali ile aşağıdaki gibi verilebilir:

$$\log\left(\frac{p(Y=1|x)}{1-p(Y=1|x)}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (1)$$

Burada Y, bağımlı değişken, $p(Y = 1|x)$ bağımlı değişkenin verilen bağımsız değişkene eşit olması şartıyla belirlenen sınıf içerisinde (burada 1.ci sınıf maddi hasarla sonuçlanmış olan kazalar) bulunma olasılığı, X_1, X_2, \dots, X_k bağımsız değişkenler, ve $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ regresyon katsayılarıdır. 1-p ise verilen şartlar altında olayın gerçekleşmemesi olasılığıdır. Bu denklemdeki $\frac{p}{1-p}$ terimi bir olayın

gerçekleşme olasılığının gerçekleşmeme olasılığına oranı olarak literatürde (odd's ratio) bilinir. Bu oran, bu çalışmada ilgilenilen olayın "gerçekleşme şansı" olarak adlandırılmıştır. Bu oranın 1'den küçük olması şansın azalması, büyük olması ise bu şansın artması olarak yorumlanır. Şans oranının 1 olması ise bağımsız değişkenlerde meydana gelebilecek değişimlerin bağımlı değişkende bir etki yapmayacağını gösterir. Bu oranın logaritması lojit olarak adlandırılır ve lojistik regresyon denkleminin sol tarafını oluşturur.

$$\log(\text{odds}) = \text{lojit}(P) = \log\left(\frac{p}{1-p}\right) \quad (2)$$

Verilen şarta bağlı olarak bir olayın oluşma ihtimalini tahmin eden lojistik regresyon denklemi, bağımlı değişkenin lojisinin değişimini hesaplar, bağımlı değişkenin değişimini hesaplamaz. Klasik En Küçük Kareler (EKK) Metodu ile hesaplanan regresyon ise bağımlı değişkenin değişimini hesaplar. Bu yönü lojistik regresyon

metodunun klasik regresyondan en büyük farkıdır.

Lojistik regresyon denkleminde p olasılığı çekilirse aşağıdaki gibi verilebilir;

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k)}} \quad (3)$$

Lojistik regresyon denkleminde e^{β_i} ifadeleri her bir bağımlı değişkenin (x_i) daha önce açıklanan $\frac{p}{1-p}$ (odds ratio) gerçekleşme şansını verir. Buna göre oluşturulan lojistik regresyon modelinde;

Eğer $\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k \rightarrow 0$ olursa $P=0,5$ olur, yani incelenen olayın gerçekleşme olasılığı (p) ile gerçekleşmeme olasılığı ($1-p$) birbirine eşittir.

Eğer $\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k \rightarrow \gg$ (çok büyük) olursa $P \approx 1$ olur.

Eğer $\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k \rightarrow \ll$ (çok küçük) olursa $P \approx 0$ olur.

Lojistik regresyon modelinin parametreleri, en uygun hesaplama tekniği olarak, iteratif bir yöntem olan Maksimum Olabilirlik tekniğiyle tahmin edilmektedir (Alsop ve Langley, 2001). Bu çalışmada model parametreleri ve parametrelerin istatistik testleri SPSS paket programı (SPSS Inc, 2004) kullanılarak bulunmuştur.

Lojistik regresyon ile oluşturulan model katsayılarının önemini belirlemek için kullanılan testler arasında Wald testi yaygın uygulanır. Lojit katsayılarının önemli olmadığı sıfır hipotezine karşı kurulan Wald istatistiği; sınıflandırılmamış lojit katsayısının standart hatasına oranının karesidir. Wald testi sonucu önemsiz bulunan bağımsız değişkenler modelden çıkarılır. Wald testi büyük örnekler için iyi sonuç vermektedir (Kalaycı 2005). Modelin test edilmesi için, gözlem değerleri modelde elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılır. Böylece modelin doğru sınıflama gücü hesaplanır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Lojistik regresyon ile oluşturulan modelde bir bağımlı (kaza sonucu) ve 9 adet bağımsız

değişken kullanılmıştır. Modelde kaza sonucu maddi hasar ve diğer (ölümlü veya yaralanmalı) olarak iki grupta tanımlanmıştır.

$$Y = \begin{cases} 0, \text{eğer_kaza_sonucu_ölümlü_veya_yaralanmalı_ise} \\ 1, \text{eğer_kaza_sonucu_maddi_hasarlı_ise} \end{cases} \quad (4)$$

İlk yapılan lojistik regresyon analizinde önce bütün bağımsız değişkenler ele alınmış ve ileri adım yöntemi kullanılarak önemli olmayan değişkenler çıkarılmış önemli olan değişkenler kullanılarak toplam sekiz adımda sonuca ulaşılmıştır. Lojistik regresyon analizinde kullanılan değişkenler ve bunların kodlanması Tablo 3'te verilmiştir. Mevsimler değişkeni için kukla değişken türü kullanılmış diğer değişkenler ise ikili (0 ve 1) olarak alınmıştır. Kukla değişken kodlaması ile mevsimler değişkeni sonuçları; (Kod 1= İlkbahar; Kod 2= Yaz; Kod 3= Sonbahar olmak üzere) kış mevsimine göre diğer mevsimlerde meydana gelen maddi hasarla sonuçlanan kazaların oranını vermektedir.

Lojistik regresyon modeli sonucu Tablo 4'de verilmiştir. Gün ve sürücü cinsiyeti ve sürücü alkol parametreleri analiz sonucu önemli bulunmayıp Tablo 4'e dahil edilmemiştir. Analizde kullanılıp önemli bulunan bağımsız değişkenler: mevsimler, zaman, kaplama cinsi, yol yüzeyi, sürücü yaşı, sürücü belgesi yılı olup bu değişkenler bağımlı değişken olan kaza sonucuna (maddi hasarlı olması veya diğer (ölümlü veya yaralanmalı) olması) göre incelenmiştir. Tabloda verilen $\text{Exp}(\ast)$ ifadesi olayın oluşma şansını (odds ratio) göstermektedir. Tablo 4 incelendiğinde bağımsız değişkenlerin her birinin model içerisindeki ağırlığı (bağımlı değişken olan kaza sonucuna etkileri) ayrı ayrı görülebilir. Tablo 4'de modelde yer alan değişkenlerin katsayıları (\ast 'lar), bu katsayılara ait olan standart hatalar, Wald istatistikleri, anlamlılık düzeyleri (sig.), $\text{Exp}(\ast)$ ve $\text{Exp}(\ast)$ için %95 alt ve üst güven aralıkları verilmiştir. Bu istatistikler modeldeki diğer parametreler sabit tutulması halinde ilgili değişkenin üstünlük oranında hangi düzeyde artış olacağını belirtmektedir. \ast katsayısı pozitif ise üstünlük oranının artacağını, negatif ise azalacağını ve sıfır ise değişmeyeceğini göstermektedir. (Kalaycı, 2005). Tabloda verilen diğer bir

değişken olan anlamlılık düzeyi (significance level), Tip1 hata işleme olasılığını yani gerçek hipotezin reddedilme olasılığını verir (Simonic, 2001). $Exp(*)$ parametresinin %95 güven aralığında değeri (normal dağılım standart z skoru=1.946 alınarak),

$$e^{(*\pm z*st.hata)} \quad (5)$$

formülü ile bulunur. Örneđin, zaman değişkeni (gece:0, gündüz:1) için $*$ = -0,59 ve standart hata = 0,18 bulunmuştur. Yani, modeldeki diğer değişkenler sabit tutulduğunda, gündüz meydana gelen kazaların maddi hasarla sonuçlanması, gece meydana gelen kazaların maddi hasarla sonuçlanmasına göre $Exp(*) = e^{-0,59} = 0,56$ kat daha fazla şansa sahiptir. Diğer bir değişle gece meydana gelen kazaların maddi hasarla sonuçlanması gündüz meydana gelen kazalara göre (1/0,56) 1,78 kat daha fazladır. $Exp(*)$ için %95 güven aralığı ise $e^{(-0,59\pm 1,946*0,18)}$ (Minimum 0,39 ve maksimum 0,79) olarak bulunmuştur. Aynı şekilde kazaların maddi hasarla sonuçlanmasına etki eden diğer faktörlerin etkisi aşağıda verilmiştir.

Meydana gelen kazaların maddi hasarla sonuçlanmasına; kaplama cinsinin beton olması, asfalt olmasına göre 0.45 kat, yol yüzeyinin diğer (ıslak, çamurlu, karlı vb.)

olması kuru olmasına göre 0,58 kat, taşıt sürücü yaşının (0-30) arasında olmasının 30'dan büyük olmasına göre 1,93 kat, sürücü tecrübesinin 5 yıldan fazla olmasının 5 yıldan az olmasına göre 0,48 kat daha fazladır.

Mevsimler için kurulan kukla değişkenlerin analiz sonucu; ilkbaharda meydana gelen kazaların kışın meydana gelen kazalara göre 1,36 kat daha fazla maddi hasarla sonuçlandığı görülmektedir. Ayrıca, maddi hasarla sonuçlanan kazaların yazın meydana gelmesi kışa göre 0,72 kat ve sonbaharda meydana gelmesi kışa göre 1,35 kat daha fazladır. Aynı zamanda ilkbaharda meydana gelen maddi hasarla sonuçlanan kazaların yazın meydana gelen maddi hasarla sonuçlanan kazalara göre (1,36/0,72) 1,8 kat daha fazla olduğu hesaplanabilir. Kurulan modelde tahmin edilen ve edilemeyen durumlar gözlemler ile karşılaştırılmış ve modelin validasyonu Tablo 5'te verilmiştir. Tablo 5 kaza sonucu ölüm ve yaralanma olarak sonuçlanan kazaların 186 tanesinin hatalı olarak maddi hasarlı kaza olarak tahmin edildiğini ancak 1078 adedinin doğru olarak (maddi hasarlı kazalar olarak) tahmin edildiğini göstermektedir. Buna göre modelin genel olarak doğru sınıflandırma gücü %85,3 bulunmuştur.

Tablo 3. Lojistik regresyon analizinde kullanılan kategorik değişkenler ve kodlanmaları ve frekansları.

Table 3.

Kategorik Değişkenlerin Kodlanması					
		Frekans	Parametre Kodu		
			(1)	(2)	(3)
Mevsimler	0	409	1	0	0
	1	228	0	1	0
	2	299	0	0	1
	3	332	0	0	0
Zaman	0	296	1		
	1	972	0		
Gün	0	937	1		
	1	331	0		
Kaplama cinsi	0	1162	1		
	1	106	0		
Sürücü alkol	0	21	1		
	1	1247	0		

Taşıt Sürücü Yaşı	0	1031	1		
	1	237	0		
Sürücü Belgesi Yılı	0	749	1		
	1	519	0		
Sürücü cinsiyeti	0	1195	1		
	1	73	0		
Yol yüzeyi	0	993	1		
	1	275	0		

Tablo 4. Lojistik regresyon modeli sonuçları.

Table 4.

Faktörler	*	S.E. (Standart Hata)	Wald	df (Serbestlik derecesi)	Sig. (Önem seviyesi)	e ^B	e ^(B) için % 95.0 güven aralığı	
							Alt	Üst
Mevsimler			9.89	3	0.02			
Mevsimler(1)	0.31	0.24	1.63	1	0.20	1.36	0.85	2.20
Mevsimler (2)	-0.33	0.22	2.23	1	0.14	0.72	0.46	1.11
Mevsimler (3)	0.30	0.23	1.78	1	0.18	1.35	0.87	2.11
Zaman(1)	-0.59	0.18	10.74	1	0.00	0.56	0.39	0.79
Kaplama cinsi(1)	-0.80	0.38	4.34	1	0.04	0.45	0.21	0.95
Yol yüzeyi(1)	-0.55	0.26	4.44	1	0.04	0.58	0.34	0.96
Taşıt Sürücü yaşı(1)	0.66	0.20	11.02	1	0.00	1.93	1.31	2.84
Sürücü Belgesi Yılı(1)	-0.73	0.18	16.56	1	0.00	0.48	0.34	0.68
Sabit	2.97	0.50	35.65	1	0.00	19.55		

Tablo 5. Lojistik regresyon modeli ile tahmin edilen kaza sonucu sınıflandırması.

Table 5.

		Kaza sonucu Sınıfları (Tahmin edilen)		Doğruluk Yüzdesi
		0	1	
Kaza sonucu Sınıfları (Gözlenen)	0	3	186	1,6
	1	1	1078	99,9
Genel Yüzdesi				85,3

*Kaza sonucu=1 Maddi hasarlı kazalar, Kaza sonucu=0 Ölüm veya yaralanma ile sonuçlanan kazalar.

SONUÇLAR

Bu çalışmada Aksaray ilinde şehir içinde meydana gelen 3 yıllık kaza sonuçları istatistiksel olarak incelenmiştir. Daha sonra sadece taşıtların karıştığı kazalar, kaza sonuçları maddi hasarlı veya diğer (ölümlü veya yaralanmalı) olarak sınıflandırılarak bu sonuçlarda etkili olan faktörler lojistik regresyon analizi metodu ile incelenmiştir. İnceleme sonucunda mevsimler, zaman,

kaplama cinsi, yol yüzeyi, taşıt sürücü yaşı, taşıt sürücü belgesi yılı kaza sonucuna etki eden önemli parametreler olarak belirlenmiştir. İncelenen diğer faktörler; gün ve sürücü cinsiyeti ve sürücünün alkollü olup olmaması istatistik olarak kaza sonucuna etkileri önemsiz bulunmuştur. Önemli bulunan parametrelerin etki oranları 4. bölümde verilmiştir.

Bulunan sonuçlar incelendiğinde, maddi hasarlı kazaların gündüz meydana gelme olasılığı geceye göre 1.78 kat (1/0.56) daha fazladır. Mevsimler açısından incelendiğinde ilkbaharda meydana gelen maddi hasarlı kazalar kış mevsimine göre 1.36 kat daha fazladır. Taşıt sürücü yaşı 30 yaşın altında olanların, 30 yaşın üstünde olanlara göre maddi hasarlı kazalara karışma olasılığı 1.93 kat daha fazladır. Tecrübesi 5 yıldan az olanların maddi hasarlı kazalara karışma olasılığı tecrübesi 5 yıldan fazla olanlara göre 2.08 (1/0.48) kat olduğu bulunmuştur.

Aksaray ili için öncelikli alınması gereken önlemler arasında; yollar önem derecesine göre sınıflandırılarak yatay ve düşey işaretlemeler yapılmalıdır. Böylece sürücü davranışı iyileştirilebilir. İle özgü trafik güvenliği programları yapılarak okul çağındaki gençler bilinçlendirilmeli ve bilinçli sürücü ve yaya yetiştirilmesi hedeflenmelidir. Transit trafiğin Aksaray geçişinin kaza yönünden olumsuz etkilerini azaltmak için çevre yolunun bir an önce yapılması gereklidir. Böylece daha hızlı olan transit trafik ile yavaş olan yerel trafik çatışmaları azaltılabilecektir.

KAYNAKLAR

- Agresti, A. 1990. Categorical Data Analysis. Wiley & Sons, New York.
- Alsop, J., Langley, J. 2001. Under-reporting of motor vehicle traffic crash victims in New Zeland. Accident Analysis and Prevention 33, 353-359.
- Anonim, 2006a. KGM Bakım Dairesi Başkanlığı, Trafik Kazaları Özeti 2005, Haziran, Ankara.
- Anonim, 2006b. Aksaray Emniyet Müdürlüğü, Trafik Şube Müdürlüğü. Aksaray Şehirçi 2000-2003 Trafik Kazası Dosyaları, Aksaray.
- Anonim, 2008. IRTAD (International Road Traffic And Accident Data Base), <http://www.irtad.net> , Kasım 2008.
- Çolak, E., Özdamar, K. 2004. Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazalarında Risk Faktörlerinin Koşullu ve Sınırlanmış Lojistik Regresyon Yöntemleri İle İncelenmesi, OGÜ Tıp Fakültesi Dergisi, 26 (1), 7-14.
- Elvik, R., Christensen, P., Amundsen, A. 2004. Speed and road accidents. An evaluation of Power Model. Institute of Transport Economics TOI, Oslo
- Hosmer, D., Lemeshow, S. 2000. Applied Logistic Regression Wiley & Sons, New York.
- Kalaycı, Ş. (Editör) 2005. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, Asil Yayın Dağıtım, Ankara.
- Marshall, S.W., Langley, J.D., Begg, D.J. 1993. Motorcycle fatalities in New Zeland: a database linkage study. Road Transport Research 2, 46-55.
- Marques de Sa J.P., 2007. Applied Statistics Using SPSS, Statistica, Matlab and R, 2nd edition, Springer- Verlag, Berlin.
- Lawal, B. 2003. Categorical Data Analysis with SAS and SPSS Applications. Lawrence Erlbaum Ass. London.
- Pham, H.(Ed.) 2006. Handbook of Engineering Statistics. Springer-Verlag. London.
- Simomcic, M. 2001. Road accident in Slovenia involving a pedestrian, cyclist or motorcyclist anda car. Accident Analysis and Prevention 33, 147-156.
- SPSS Inc., SPSS 13 for Windows, Release 13, 2004.

