

ERZURUM-PASINLER YOLU TRAFİK KAZA TAHMİN MODELİ

Muhammed Yasin ÇODUR*, Ahmet TORTUM

Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye.

Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye.

ÖZET

Trafik kazaları, bütün insanların yaşamını ve sağlığını doğrudan tehdit eden küresel bir sorun ve çözüm bekleyen çok önemli bir konudur. Bu tehlikeli problemin çözümü için bilimsel ve sistematik çalışmaların yapılması kaçınılmazdır. 2005-2010 yılları arasında Erzurum –Pasinler Yoluna ait trafik kaza raporlarından elde edilen veriler gruplandırılarak kullanılmıştır. Bu çalışmada karayolu güvenliğini sağlamak amacıyla kazalara neden olan faktörlerin incelenmesi ve bu faktörlerin birbiriyle ilişkilerini içine alan Genelleştirilmiş Lineer Regresyon tekniği ile kaza tahmin modelinin oluşturulması hedeflenmiştir. Sonuç olarak kurulan model ve modele etki eden parametrelerin önem düzeyleri çalışmada kapsamında sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Trafik kaza tahmin modeli, Genelleştirilmiş lineer modeller, Erzurum-Pasinler.

ERZURUM-PASINLER ROAD TRAFFIC ACCIDENT PREDICTION MODEL

ABSTRACT

Traffic accidents are a direct threat to the life and health of all people and are a global problem which is a very important issue to be solved. This is a dangerous problem for the solution of scientific and systematic studies are inevitable. The data obtained from traffic accident reports of Erzurum - Pasinler Road was classified and used between 2005 to 2010. In this study, it is aimed to investigate factors which cause accidents, for providing road safety and to create accident prediction model with the technic of Generalized Linear Model which includes

* Sorumlu Yazar: mycodur@erzurum.edu.tr

relations between these factors. As a result the model and the significance level of parameters affecting the model were presented in this study.

Keywords: Traffic accident prediction model, Generalized linear models, Erzurum-Pasinler

1. G R

Teknolojinin ilerlemesi, insan ihtiyaç ve istekleri ile paralel olarak üretimi artırmı ve çe itlendirmi tir. Bu ihtiyaç ve isteklerin ba ında, hızlı ve güvenli ula ım gelmektedir. Ülkemizde ula ım faaliyetinin ana ö esi trafik olup trafik güvenli ine etki eden unsurlardan birisi de karayollarıdır. Motorlu araçların insan hizmetine sunulması, sürücü ve araç sayısının artması; trafik güvenli i ihtiyacını da ortaya çıkarmı tır [1].

Karayolu güvenli i ile ilgili planlama sürecinin belirlenmesinde, ileriye yönelik trafik kaza tahminlerinin modellenmesi gerekmektedir. Kullanılan modellerin geçerlili i; trafik kaza raporlarının güvenilirli ine, modelin kurulması dü ünülen yolda kazayı etkileyen parametrelerin do ru olarak belirlenmesine ve kullanılan istatistiksel analiz yönteminin ba arısına ba lıdır. Literatürde farklı yakla ımlar ve analizler kullanılmı , bunun sonucunda birçok kaza tahmin modeli geli tirilmi tir.

Trafik kaza analizleri konusunda yapılan çalı malar genellikle 1960 yılının ortasına do ru tamamlanmı tır. Bu yıllardan sonra, ara tırmacılar daha çok kaza tahmin modellemesi ile ilgilenmi lerdir. Bilinen en eski modellerden biri olan ve Smeed Kanunu olarak bilinen modelde 1938 yılına ait 20 farklı ülkeden alınan veriler yardımıyla ölüm, araç sayısı ve nüfus arasındaki ili ki incelenmi tir[2]. Ancak, Andreassen, Smeed modelinin verilerin bir yıla ait oldu unu, bir zaman serisi içermedi ini ve modele ait sabit ve üstel de erlerinin her ülke için farklı olabilece inden dolayı bütün ülkelere uygulanabilmesinin mümkün olamayaca ını ifade ederek farklı bir model önermi tir [3]. Partyka i ve nüfus verilerini kullanarak bir kaza tahmin modeli önermi tir. Modelinde çalı an ki i sayısı, çalı acak durumda olan fakat i siz olan ki i sayısı ve çalı amayacak olan ki i sayılarını model parametreleri olarak kullanmı tır [4]. Dineshand Bawa, ölümlü kazaları Hindistan'ın Delhi kenti örne inde incelemi lerdir. 1984 yılında Delhi'nin di er sanayile mi kentlerden farklı oldu unu kazaların %80'nin yayaların, iki tekerlekli araçların ve otobüslerin neden oldu unu ve di er motorlu ta ıtların ölümlerde daha az bir etkiye sahip oldu unu belirtmi tir [5]. Mekky ise geli mekte olan ülkelere ta ıtlardaki hızlı artı ın ölüm oranlarına olan etkisini incelemi ve sanayile mi ülkeler ile geli mekte olan ülkelere araç ba ına ölüm oranları ile motorlu ta ıt sayıları arasında ters bir ili kinin oldu unu ortaya koymu tur [6]. Zegeer trafik, yol geometrisi ve arazi yapısının kazaların meydana gelmesi

üzerinde etkin parametreler oldu unu vurgulamı ve bu parametrelere ait verileri kullanarak bir kaza tahmin modeli geli tirmi tir [7]. Valli, Hindistan ve metropol kentleri için Smeed ve Andreassen ba ntılarından faydalanarak kaza tahmin modelleri önermi tir ve bu modeller yardımıyla 2007 ve 2010 yılı için kaza, yaralı ve ölü sayılarını tahmin etmeye çalı mı tır[8].

Akgüngör ve Yıldız ise kısmi faktöriyel metodunu kullanarak Zeeger in modelindeki parametrelerin duyarlılıklarını incelemi ler ve yıllık ortalama günlük trafi in modeldeki en etkin parametre oldu unu ortaya koymu lardır [9]. Akgüngör ve Do an [10] 1985-2005 yılları arasındaki nüfus, araç, kaza, yaralı ve ölü sayılarına ait verileri kullanarak Türkiye için Smeed Benze im Modelini geli tirmi lerdir. Kibar [11], Trabzon bölünmü sahil yolundan yakla ık 113,5 km'lik karayolu kesimini kullanmı tır. Bu kesimden 5 yıllık trafik kaza verileri alınarak önce Poisson Regresyon Modelinin geli tirildi i Genelle tirilmi Lineer Model yakla ımı kullanılmı , ancak verinin a ırı yayılım yapmasından dolayı Negatif Binom Regresyon Modeli uygulanmı ve kaza tahmin modeli olu turulmu tur. Akgüngör ve Do an [12] 1986-2005 yılları arasındaki verilerden yararlanarak zmir ili için regresyon analizi, yapay sinir a ları ve genetik algoritma yöntemleri kullanarak trafik kaza tahmin modellerini geli tirmi lerdir.

Bu çalı ma kapsamında 2005-2010 yılları arasındaki Erzurum-Pasinler Yolu verileri kullanılmı tır. Trafik kazalarının sayısını azaltabilmek için trafik kazalarına etki etti i dü ünülen parametreler belirlenmi ve Genelle tirilmi Lineer Regresyon ile modelleme çalı ması yapılmı tır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

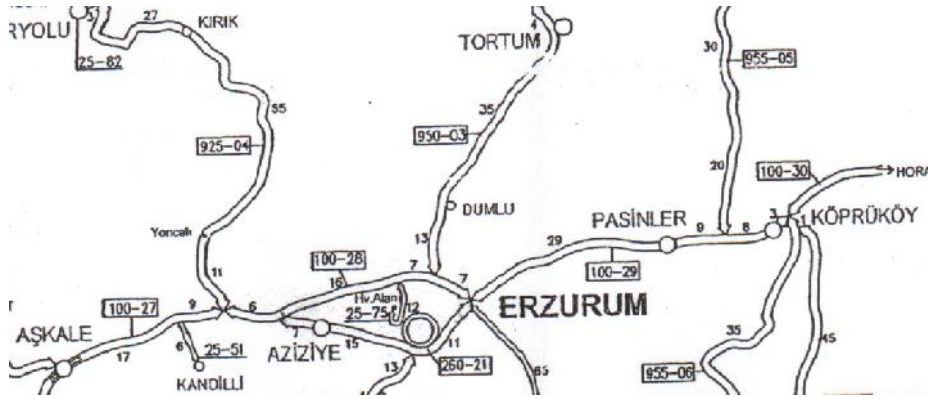
2.1. Materyal

Do u Anadolu'nun en büyük kenti olan Erzurum'un MÖ 4900 yıllarında kuruldu u tahmin edilmektedir. Kent, Orta Ça 'dan itibaren, İran-Hint ve Orta Asya ticaretinin Akdeniz ülkelerine giden önemli bir konaklama ve ticaret merkezi olmu tur. Tiflis-Kars üzerinden gelen Kafkas yolu ve Tebriz-Do ubeyazıt'tan geçen Kuzey ran yolu: Sivas üzerinden Diyarbakır-Irak-Suriye-Basra körfezine ve Akdeniz kıyılarına giden yollar ile yine Sivas üzerinden Ankara, stanbul ve Ankara-zmir'e giden yollar burada birle mektedir. Erzurum'dan geçen transit yollar, Kuzey Anadolu da larını Kop ve Zigana geçitlerini aarak Trabzon'a ve Karadeniz'e ula maktadır. ehir spir üzerinden Rize'ye, Bingöl üzerinden de Diyarbakır iline ba lanmaktadır.

Erzurum ili karayolu, demiryolu ve havayolu ta ımacılı ı yönünden bulundu u Do u Anadolu Bölgesinde önemli bir konuma sahiptir. Ayrıca pek yolu güzergâhı üzerinde bulunan Erzurum ilinde de Türkiye'nin genelinde oldu u gibi karayolu ta ımacılı ının üstünlü ü mevcuttur.

Türkiye statistik Kurumu'nun 2010 yılı sonu istatistik verilerine göre motorlu kara taşıtı sayısı Erzurum'da bir önceki yıla göre yüzde 11 artarak, 80 149 ye yükselmiştir. 2010 yılsonu itibariyle Erzurum'da 39 419 otomobil, 16 303 kamyonet, 5 622 kamyon, 2 982 minibüs, 1 047 otobüs, 2 230 motosiklet, 294 özel amaçlı taşıt ve 12 252 traktörün trafikte kaydı bulunmaktadır [13]. Ülkemizi etkileyen trafik kaza sorunu Erzurum ilinde de kendini göstermekte ve çözüm yollarını beklemektedir.

Bu çalışmada, Karayolları 12. Bölge Müdürlüğü'ne bağlı, Erzurum Bölge Trafik Denetleme Übe Müdürlüğü görev alanındaki 100-29 numaralı Pasinler güzergâhının kaza tahmin modellemesi yapılmıştır. Bu yol Erzurum Nene Hatun Köprüsü Kavşağı'ndan 0+00 km ile başlayan ve Pasinler ilçesinde 30+00 km ile biten kesimdir (ekil 1).



ekil 1. Erzurum Pasinler Yolu.

Trafik kaza tahmin model çalışmaları genellikle istatistiğe dayalı çalışmalardır ve diğer trafik çalışmalarından oldukça farklıdır. Çünkü trafik kazaları, ne zaman ve nerede meydana geleceği önceden tahmin edilemeyen, meydana gelişleri ise objektif olarak izlenemeyen olaylardır. Bu nedenle trafik kaza analizleriyle ulaşarak kazaların yerlerini, şiddetlerini, sıklıklarını, tiplerini ve diğer özelliklerini tam ve doğru olarak gösterecek bilgi ve kayıtlara ihtiyaçları vardır. Bu bilgileri sağlayacak temel kaynaklar ise, kaza sonrasında hazırlanan trafik kaza tespit tutanaklarıdır. Bu nedenle, yapılacak olan kaza analizlerinin sonuçlarının doğruluğu bu raporların eksiksiz ve tam olarak doldurulmasına ayrıca raporun içeriğinin analiz çalışmaları için gerekli olan bilgiler açısından yeterli olmasına bağlıdır. Bu çalışmada belirtilen yola ait 2005-2010 yılları arasında meydana gelen trafik kaza raporları Erzurum Trafik Denetleme Übe Müdürlüğü'nden alınmıştır. Ayrıca yola ait bazı geometrik verilerde Karayolları 12. Bölge Müdürlüğü'nden

temin edilerek detaylı bir ön çalışma yapılmıştır. Bu ön çalışma sonrasında anlamlı çıkan parametreler kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Genelleştirilmiş Lineer Modeller

Lineer ve lineer olmayan regresyon modellerinde normal dağılım önemli bir rol oynamaktadır. Hem lineer hem de lineer olmayan modellerde sonuç çıkarımı için yanıt değişkeninin normal dağılıma sahip olduğu varsayılmaktadır. Bazı durumlarda bu varsayım gerçekçi olmamaktadır. Yanıt değişkeninin sayı (count) gibi kesikli değişken olması durumu, yani kusurların sayısı, trafik kazaları belirli hastalığa yakalanan insanların sayısı veya deprem ve kasırgaları içeren doğal olayların meydana gelme sayısı gibi “nadir olaylar” örnek olarak verilebilir.

Genelleştirilmiş Lineer Modeller, yanıtın Üssel aileden olması halinde regresyon modellerini uydurmaya izin vermektedir. Üssel ailenin genel formu,

$$f(y; \theta, \phi) = \exp \left\{ \frac{y\theta - b(\theta)}{a(\phi)} + c(y, \phi) \right\} \quad (I)$$

eklenmiştir. Burada $a(\cdot)$, $b(\cdot)$ ve $c(\cdot)$, belirli fonksiyonlardır. θ Parametresi doğal konum parametresidir, ϕ ise yayılım (dispersion) veya ölçek (scale) parametresidir.

Genel olarak, Genelleştirilmiş Lineer Modeller üç bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler; (1) Yanıtın dağılımı, (2) Lineer kestiricilerin bulunduğu sistematik kısım ve (3) Link fonksiyonudur. Yapının daha açık biçimi aşağıdaki gibi verilebilir.

- 1) y_1, y_2, \dots, y_n sırasıyla $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ ortalamalı bağımsız yanıt gözlemler
- 2) y_i gözlemleri Üssel aile üyesi olan bir dağılıma sahiptir.
- 3) Modelin sistematik kısmı x_1, x_2, \dots, x_k açıklayıcı değişkenlerini içermektedir.
- 4) Model $\eta = x' \beta = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i$ lineer kestirici civarında inşaat edilir.
- 5) Model bir link fonksiyonu aracılığıyla bulunur.

$$\eta_i = g(\mu_i), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (II)$$

Link terimi, ortalama ve lineer kestirici arasında bağılayıcı fonksiyon gerçeğinden türetilmiştir. Beklenen yanıt $E(y_i) = g^{-1}(\eta_i) = g^{-1}(x' \beta)$ dir.

Çoklu lineer regresyonda model,

$$\mu_i = \eta_i = x_i' \beta, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (\text{III})$$

özel bir durumu göstermektedir. Yani $g(\mu_i) = \mu_i$ dir. Bu durumda birim link fonksiyonu kullanılmaktadır.

- 6) Link fonksiyonu diferansiyellenebilen monoton bir fonksiyondur.
- 7) $\sigma_i^2 (i = 1, 2, \dots, n)$ varyansı, μ_i ortalamasının bir fonksiyonudur.

Genelle tirilmi Lineer Modellerde link fonksiyonu yanıtın do al da ılım avantajını üstlenmektedir. Özellikle link fonksiyonunun yanlı seçimi do al da ılımı etkileyece inden sonuçları olumsuz yönde etkilemektedir. Bu çalı mada Genelle tirilmi Lineer Model Stata paket programı kullanılarak kurulmu tur.

Genelle tirilmi Lineer Modeller için Sonuç Çıkarımı

statistiksel sonuç çıkarımının iki esas aracı, güven aralıkları ve hipotez testleridir. Genelle tirilmi Lineer Modeller için güven aralıkları ve testler ayrıntılı olarak [14], [15] ve [16-17]'de ele alınmaktadır.

Herhangi bir model uydurma i leminde oldu u gibi, artıkların analizi Genelle tirilmi Lineer Modellerde de önemlidir. Artıklar, varsayımların gerçekte mesinde modelin tüm yeterlili i ile ilgili kılavuz bilgiler sa ladı ı gibi seçilen link fonksiyonun uygunlu u ile de bilgi vermektedir. Genel olarak, sapma artıkları, normal lineer regresyondaki standart artıklara benzer olarak davranmaktadır. Bu nedenle, standart normal lineer regresyondaki modellerin yeterlilikleri için kullanılan normal olasılık grafi i ve kestirilen de erlere kar ı artıkların grafi i Genelle tirilmi Lineer Modeller için de kullanılmaktadır. Fakat standart artıkların Genelle tirilmi Lineer Modeller için uygun olmaması nedeniyle, standart artıklar yerine sapma artıkları kullanılmaktadır.

Bu çalı mada poisson ve ardından negatif binom regresyon modelleri denenmi fakat Genelle tirilmi Lineer Regresyon Modeli kadar trafik kaza de i kenlerinin kaza sayısını tahmin etmesinde ba arılı olamamı tır. Trafik kazalarının modellenmesinde Genelle tirilmi Lineer Regresyon Modeli kurulmu tur.

3. ARA TIRMA BULGULARI

3.1. Veri setinin olu turulması

Trafik kazalarına etki etti i dü ünülen, trafik kaza tahmin raporlarını ve yolun geometrik verilerini içeren detaylı bir tablo olu turulmu tur. Bu tablodan hareketle çe itli denemeler yapılmı ve yol kesim kilometresi, yıllık ortalama günlük trafik (YOGT), dü ey kurp sayısı, yatay kurp sayısı, yaz mevsiminde meydana gelen kazaların yüzdesi, kazalara karı an a ır araçların yüzdesi de i kenler olarak denenmi yatay kurp sayısı ve dü ey kurp sayısı anlamlı bulunmamı tur. Kaza sayısı ba ımlı de i ken olarak belirlenmi tir. D-100-29 yolu 9 ve21 km'lik iki bölüme ayrılmı tur. Kaza sayıları gruplandırıldıktan sonra veriler toplam 12 tanedir. Kaza sayısı verilerinin ortalamaları 39,33, standart sapmaları 6,02, varyansları33,22'dir. Model parametreleri %95 güven aralı nda anlamlı bulunmu ortalama Pearson Ki-kare (Pearson Ki-kare de erinin serbestlik derecesine bölümü) de erinin 1,044 oldu u görülmü tür. Hadayeghi [18] modelin negatif binom regresyonuna uyması için ortalama Pearson Ki-kare de erinin 0,8 ile 1,2 arasında olması gerekti ini belirtmi tir. Bu nedenle genelle tirilmi modelin link fonksiyonlarından biri negatif binom regresyonu seçilmi tir.

Çizelge 1. Genelle tirilmi Lineer Model Sonuçları.

n= 12sd=n-p=12-4=8Pearson $\chi^2 =8,352$				
Parametre	Katsayı	Standart Hata	Z oranı	P > z
Sabit	3,6102	0,0093	7,60	0,000
A ır Araç	0,7003	0, 0004	1,76	0,020
Yaz Mev.	0,2501	0,0208	1,85	0,004
YOGT	0,1962	0,0257	1,85	0,001
Yol Kes. Km.	-0,0086	0,3034	-2,18	0,042

*n: Gözlem sayısı, p: Parametre sayısı, sd: Serbestlik derecesi

Çizelge 1 parametrelerin katsayılarının, standart hatalarının **|z|** ve P de erlerinin yer aldı ı genelle tirilmi lineer regresyon model sonucunu göstermektedir. Bu modelde P de erleri %95 güven aralı nda olup 0,05 de erinden küçüktür. Kurulan modelde trafik kazalarının artmasında en etkili parametre A ır araçların karı tı ı kazaların yüzdesi olarak bulunmu tur. Modelin genel denklemi a a ıda verilmektedir.

$$E(KS) = \exp (b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots \dots \dots b_nX_n) \quad (IV)$$

Burada;

E (KS) : Ba ımlı de i ken

X_i: Ba ımsız de i kenler

b₀, b₁, b₂,.....,b_n : Katsayılar

$$E(KS) = \exp (3,6102 + 0,7003 * AA + 0,2501 * YM + 0,1962 * YOGT - 0,0086 * YKKM)$$

(V)

Elde edilen modelde;

E (KS) : Tahmin edilen kaza sayısı

YKKM: Yol kesim kilometresi

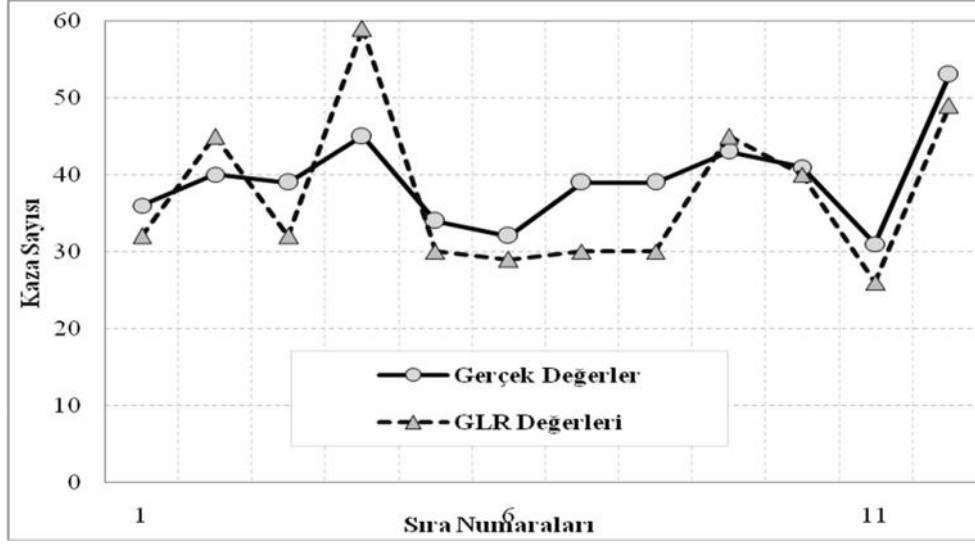
YOGT : Yıllık ortalama günlük trafik

YM : Yaz mevsiminde meydana gelen kazaların yüzdesi

AA : A ır araçların karı tı ı kazaların yüzdesi tanımlamaları yapılmaktadır.

4. SONUÇLAR

Dünyanın birçok ülkesinde oldu u gibi ülkemizde de yol güvenli inin ltt olan trafik kazalarına çözüm aranmaktadır. Geli mi ülkelerin karayolu güvenli i problemlerinin çözümünde gösterdikleri ba arının en önemli nedeni; karayolu planlaması ve trafik mühendisli ine verdikleri önemdir. Mevcut yollar için kazaların meydana geldi i yol kesimlerinde gerekli iyile tirmelerin yapılması ku kusuz en önemli adımdır. Bunun haricinde kazaya etki eden di er faktörlerin belirlenmesi olası di er kazaların azaltılmasında etkili bir yol sunacaktır.



ekil 2. Gerçekle en ve GLR De erlerinin Kar ıla tırılması.

ekil 2 Gerçekle en ve GLR modeli ile bulunan de erleri göstermektedir. Y ekseninde kaza sayıları X ekseninde ise kaza sıra numaraları bulunmaktadır. Modelin istatistiksel uyumu sa lanmı olup model sonucunda, mevcut bölünmü yollarda kazaya karı an a ır araçların yüzdesi, yaz mevsiminde olan kazaların yüzdesi ve yıllık ortalama günlük trafik arttı ında kaza sayılarının arttı ı; buna kar ın yol kesim kilometresinin artması ile kaza sayılarının azaldı ı bulunmu tur.

Bu çalı mada, karayolu güvenli inin de erlendirilmesinde, ülkemiz ula tırma tercihinin ortaya çıkardı ı trafik kazaları sorunundan yola çıkarak, kazaların azaltılmasında yolun geometrik özellikleri ve trafik karakteristiklerinin kaza olu umlarındaki etkileri göz önünde bulundurularak Genelle tirilmi Lineer Regresyon yöntemi ile Erzurum-Pasinler yolunun kaza tahmin modeli olu turulmu tur. Olu turulan modelde A ır araçların karı tı ı kazaların yüzdesi en anlamlı de i ken olarak bulunmu tur. Sonrasında Yaz mevsiminde meydana gelen kazaların yüzdesi ve Yıllık Ortalama Günlük Trafik de i kenleri de anlamlı de i kenler olarak bulunmu tur.

Te ekkür Bu çalı ma Atatürk Üniversitesi BAP 2011/410 nolu proje tarafından desteklenmi olup Erzurum Trafik Denetleme ube Müdürlü ü ve Karayolları 12. Bölge Müdürlü ü personellerine verdikleri desteklerden dolayı te ekkür ederiz.

5. KAYNAKLAR

- [1] Çodur, M.Y., Tortum A., Çodur M. (2013), “Genelle tirilmi Lineer Regresyon ile Erzurum Kuzey Çevre Yolu Kaza Tahmin Modeli”, I dır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, cilt 3,sayı 1, 69, I dır.
- [2] Smeed, R.J., (1949). “Some Statistics Aspects of Road Safety Research”, Journal of the Royal Statistical Society, Series A, Part I, Vol.112, pp.1-34.
- [3] Andreassen, D.C., (1985). “Linking deaths with vehicle sand population, Traffic Engineering & Control”, Vol.26 No.11 pp. 547-549.
- [4] Partyka,C.,(1984).“Simplemodelsof fatality trends using employment and population data”, Accident Analysis &Prevention, Cilt 16, No 3, 211-222.
- [5] Dinesh, M. andBawa, B.S., (1985). “An analysis of road traffic fatalities in Delhi”, India, Accident Analysis &Prevention, Cilt 17, No 1, 33-45.
- [6] Mekky, A., (1985). “Effect of rapidincrease in motorizationlevels on road fatality rates in some rich developing countries”, Accident Analysis and Prevention, Vol.17 No.2 pp. 101-109.
- [7] Zegeer, C. V., and Deacon, J. A., (1987). “Effect of lanewidth, shoulder widthand shoulder type on highway safety”, InState of the Art Report 6, TRB, National Research Council, Washington, D.C.,pp. 1-21.
- [8] Valli, P.P., (2005). “Road Accident models for large metropolitancities of India”, IATSS Research, Cilt 29, No 1, 57-65.
- [9] Akgüngör, A.P. ve Yıldız, O., (2007). “Sensitivity analysis of an accident prediction model by the fractional factorial method”, Accident Analysis &Prevention, Cilt 39, No 1, 63-68.
- [10] Akgüngör, A.P. ve Do an, E., (2008). “Smeed ve Andreassen kaza modellerinin Türkiye uygulaması: Farklı senaryo analizleri”, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi. Cilt 23, no: 24, 821-827.
- [11] Kibar, (Türe), F., 2008. “Trafik kazaları ve Trabzon bölünmü sahil yolu örne inde kaza tahmin modelinin olu turulması”, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- [12] Akgüngör, A.P. ve Do an, E., (2010). “Farklı yöntemler kullanılarak geli tirilen trafik kaza tahmin modelleri ve analizi”, Int. J. Eng. Researchand Development, vol 2, no:1.

- [13] statistiki veriler, 05.03.2011. http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=52
- [14] McCullagh, P. and Nelder, J. A., (1989). “Generalized Linear Models”, 2nd ed. Chapman & Hall.
- [15] Myers, R. H., Montgomery, D. C. and Vining, G. G., (2001). “Generalized Linear Models with Applications in Engineering and the Sciences”, John Wiley & Sons, New York.
- [16] Lewis, S. L., Montgomery, D. C. and Myers, R. H., (2001a). “Examples of Designed Experiments with Nonnormal Responses”, *Journal of Quality Technology*, 33 265-278.
- [17] Lewis, S. L., Montgomery, D. C. And Myers, R. H., (2001b). “Confidence Interval Coverage for Designed Experiments Analyzed with GLMs”, *Journal of Quality Technology*, 33/279-292.
- [18] Hadayeghi, A., 2002. “Accident Prediction Models for Safety Evaluation of Urban Safety Transportation”, MS Thesis, Toronto University, Civil Engineering Dep., Canada.