

# TRAFİK KAZA KARA NOKTALARININ BELİRLENMESİ İÇİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) DESTEKLİ MEKÂNSAL İSTATİSTİKSEL METODLARIN KULLANILMASI

M.A. DERELİ<sup>1</sup>, S. ERDOĞAN<sup>2</sup>, Ö. SOYSAL, A. ÇABUK, M. UYSAL, İ. TİRYAKIOĞLU, H. AKBULUT, S. DÜNDAR, M. YALÇIN, A.E. GULAL, M. KANTAR, Y. ARSLAN

<sup>1</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, [madereli@aku.edu.tr](mailto:madereli@aku.edu.tr)

<sup>2</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, [serdogan@aku.edu.tr](mailto:serdogan@aku.edu.tr)

## Özet

*Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization- WHO)' nün 2014 yılı raporuna göre her yıl yollarda 1.2 milyon insanın öldüğü ve 50 milyondan fazla insanın da yaralandığı tahmin edilmektedir. Ülkemizde de trafik kazalarından her yıl için en az bin kişi yaşamını yitirmekte ve yaklaşık olarak da 50 bin kişi yaralanmaktadır. Bu durum karşısında ülkemizde, trafik kazalarının önüne geçebilmek adına önemli yatırımlar yapılmaktadır.*

*Trafik kazalarının azaltılmasına yönelik yapılan çalışmalara baktığımızda, öncelikli olarak trafik kaza kara noktalarının belirlenmesinin büyük önem arz ettiği görülmektedir. Tehlikeli olan bu alanların belirlenmesinde farklı istatistiksel metodlar kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında istatistiksel yöntemlerden olan Poisson regresyon ve NB regresyon (NB) yöntemleri konu alınmıştır. Bu yöntemler kullanılarak örnek bir çalışma alanı üzerinde uygulama yapılmıştır. Poisson regresyon yöntemi, kullanılan verilerdeki varyansın ortama eşit olması durumu ifade etmektedir. Bundan dolayı verilerde meydana gelen aşırı yayılım ya da düşük yayılım olgularını hesaba katmamaktadır. NB yöntemi de bu eksikliği gidermek amacıyla kullanılmaktadır.*

*Yapılan çalışma kapsamında hem Poisson hem de NB yöntemlerine göre trafik kaza kara noktalarını belirlemek için örnek alan üzerinde uygulanmıştır. Her iki yöntemde de çakışan yerler belirlenerek, çalışma alanı sınırları içerisinde kara noktalar belirlenmiştir. Belirlenmiş olan alanlar Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) destekli yazılımlar yardımıyla görselleştirilmiştir.*

*Anahtar kelimeler: Kara Nokta, Poisson Regresyon, Negatif Binomiyal Regresyon, CBS*

## Abstract

*According to 2014 report of World Health Organization (WHO), it is estimated that 1.2 million people are killed in road crashes and as many as 50 million are injured each year. In Turkey the traffic accidents have caused at least a thousand people die and 50 thousand of injury in a year. Under these circumstances, major investments are made in order to prevent traffic accidents in our country.*

*Depends on the studies to reduce traffic accidents, determination of the traffic accident black spots is a vital step. Different statistical methods are used to determine black spots. In this study, Poisson regression and Negative Binomial Regression methods are used. Poisson regression method represents by equal to mean of the variance in using data. It does not take into account overdispersion and*

*underdispersion phenomena. Negative Binomial method are used in order to overcome this deficiency. Application results in the sample study area are shown in this paper.*

*Both Poisson regression and Negative Binomial regression methods are carried out at same sample study area in order to determine traffic accident black spot. The overlapping areas in both methods are detected as black spots. These areas are visualized in Geographical Information System (GIS) aided software.*

*Keywords: Black Spot, Poisson Regression, Negative Binomial Regression, GIS*

## 1. Giriş

Trafik kazaları dünya genelinde doğal felaketlerden sonra insanların yaşamını tehdit eden en büyük problemlerden birisidir. Bu kapsamda trafik kazalarının ya da kaza sonucu hayatını kaybedenlerin sayısının azaltılmasına yönelik çok farklı çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle trafik kazalarının meydana geldiği bölgeler incelenerek trafik kaza kara noktalarının belirlenmesi için uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Lord (2010) ve Elvik (2008) Poisson ve NB yöntemlerini kullanarak kara nokta belirleme çalışmaları yapmışlardır. Erdoğan (2007) Afyon bölgesinde yapmış olduğu çalışmada Poisson regresyon yöntemine göre, çalışma alanındaki kara noktaları belirlemiştir. Kuzey Amerika bulunan bir çok eyalette trafik güvenliği çalışmalarında (Srinivasan, vd., 2010; Garber, vd., 2010; Tegge, vd., 2010 ) hem Poisson hem de NB yöntemleri kullanılarak sonuç raporlar hazırlanmıştır. Bu veriler çerçevesinde bahsi geçen bu yöntemler, detaylı bir şekilde ilerleyen bölümlerde anlatılmaktadır.

## 2. Yöntem

### 2.1 Poisson Regresyon Yöntemi

Trafik kazalarının güvenlik ölçümlerinde ya da incelemelerinde Standart Poisson regresyon modeli, kaza verilerinin modellenmesi için uygulanmaktadır. Bu regresyon modelinde,  $i$  noktasındaki belirli zaman periyotlarında meydana gelen kaza sayıları  $Y_i$  olarak farz edilirse, o zaman Poisson dağılımı;

$$Y_i|\mu_i \sim \text{Poisson}(\mu_i)$$

şeklinde olur.

Burada  $n$  bölgeleri için bağımsız gözlemler grubu  $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ , vektörüyle ifade edilmektedir. Aynı zamanda kaza ortalaması  $\mu_i = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)$  ile gösterilmektedir. Bu model  $E(Y_i|\mu_i) = \text{Var}(Y_i|\mu_i) = \mu_i$  varsayımı ile sınırlandırılmaktadır.

Poisson regresyon modelinde, belirli zaman periyodundaki  $y_i$  kazalarının oluştuğu yol,  $i$  nesnelere (segment, kesişim, vb.) olasılığı eşitlik 1.1'deki gibi olur.

$$P(y_i) = \left( \frac{EXP(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \right)$$

Eşitlik 1.1

$\mu_i$

Burada  $\mu_i$ , i yol nesnelere için Poisson parametresidir. Poisson regresyon modelleri Poisson

$\mu_i$

parametresi  $\mu_i$ 'nin belirlenmesiyle tahmin edilmektedir.  $\mu_i$  yaygın bir şekilde ortak değişkenler vektörünün üstel bir fonksiyonu  $\mu_i = \exp(x_i\beta)$  olarak tanımlanmaktadır.

Bu formülde  $x_i = (1, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik})$  ortak değişkenler vektörü ve  $\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k)$  verilerden tahmin edilen regresyon parametresi olarak karşımıza çıkmaktadır (Miranda, 2005).

Bu modelin bir eksikliği genellikle ortak değişken vektörleri, dışsal değişken ya da rastgele değişkenlerin ihmal edilmesinden dolayı koşullu ortalama tamamen açıklanamamaktadır. Örnek olarak kaza olaylarının doğal karmaşık yapılarından dolayı ve kaza ile ilgili bilgilerin kısıtlılığından dolayı (sürücü davranışı, hava koşulları, vb.) kaza oluşumuna etki eden tüm faktörleri düşünmek mümkün olamamaktadır. Bu yüzden Poisson modelleri, yüksek ve düşük yayılımı (under – over dispersion) çözmekte başarılı değildir (Lord, ve Mannering, 2010).

Poisson dağılımı Genelleştirilmiş Lineer Model (GLM) ailesindedir. Bu dağılımda Deviance ( $G^2$  istatistiği) ve Pearson Ki-Kare istatistikleri, uygulanan modele ilişkin aşırı yayılım-overdispersion (varyansın ortalamadan büyük olması durumu) veya düşük yayılım-underdispersion (varyansın ortalamadan küçük olması durumu) parametrelerini belirlemek için kullanılır. Burada aşırı yayılım ya da düşük yayılım olması, tahmin değerinin uygun olup olmadığını göstermektedir. Eğer modelde aşırı yayılım olursa burada tahmin değerinin tutarlı olduğunu ancak bu yeterli olmadığı anlaşılacaktır. Bu gibi durumlarda Poisson dağılımı yerine GLM ailesinden NB dağılımının kullanılması uygun olacaktır (Ankaralı, vd., 2005).

## 2.2 Negatif Binomiyal Regresyon Yöntemi (Poisson Gama)

NB (Poisson-Gamma) modeli, verilerdeki mevcut aşırı yayılımın üstesinden gelmek için Poisson modelin bir uzantısıdır. Poisson dağılımına ve modeline benzer bir model olan NB Modeli karmaşık ve nadir olayların oluşumunu tanımlar. Ancak Poisson dağılımının (ortalamanın varyansa eşit olduğu varsayımı),

NB dağılımında varyansın ortalamadan daha büyük olması durumu ile belirtilir. NB dağılımında varyans  $\mu_i + k(\mu_i)^2$  olarak tanımlanmaktadır. Burada k aşırı yayılım (over-dispersion) parametresidir.

Birçok araştırmaya baktığımızda kazaların modellenmesinde, hesaba katılmayan değişkenlerden dolayı NB yönteminin daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. NB yöntemi, eşitlik 1.2'de belirtilen şekilde hesaplanmaktadır (Vogt and Bared, 1998):

$$P(y_i) = \frac{\Gamma(y_i + \frac{1}{k})}{y_i! \Gamma(\frac{1}{k})} \left( \frac{k\mu_i}{1 + k\mu_i} \right)^{y_i} \left( \frac{1}{1 + k\mu_i} \right)^{\frac{1}{k}}$$

Eşitlik 1.2

### 3. Uygulama

Kazalar, yol ağlarında (segmentler, kavşaklar, vb.) meydana gelen doğal bir olgudur. Meydana gelen bu kazalarda ölü ve yaralı sayısının azaltacak önlemler, ilgili kurumlar ya da yöneticiler tarafından alınmalıdır. Bu kapsamda alınacak olan tedbirlerin, hangi yol segmentinde ya da hangi yol kavşağında olacağını belirlemek gerekmektedir. Güvenlik Performans Fonksiyonu mevcut veriler yardımı ile ilgili yol segmentinde beklenen kaza sayılarını tahmin edebilmektedir.

Uygulama için Afyonkarahisar-Konya illerine bağlı 30 Kontrol Kesim Numarasına (KKN) ilişkin karayolları örnek çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 1).



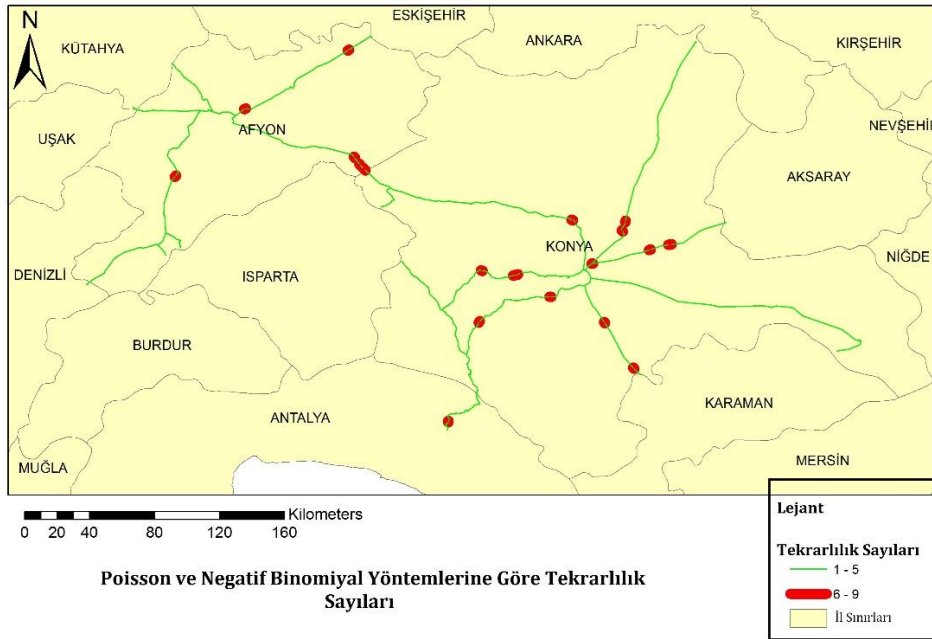
Şekil 1. Çalışma alanı

## Trafik Kaza Kara Noktalarının Belirlenmesi İçin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ...

Yol segmentlerinin her biri, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı yardımı ile 1'er km'lik segmentlere bölünmüş ve böylece toplam 1415 yol segmenti elde edilmiştir. Bu yol segmentlerinde gerçekleşen kazalara ilişkin her bir veri için 32 sınıfta öznitelik bilgisi bulunmaktadır. Belirlenen bu karayollarına ilişkin 2005-2011 yıllarına ait trafik kaza verileri ilgili müdürlüklerden, Karayolları Genel Müdürlüğü ve Emniyet Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

7 yıllık süre zarfında pilot bölge içerisinde toplam 9280 kaza olayı meydana gelmiştir. Bu kazalar sonucunda 965 kişi yaşamını yitirmiş ve 22011 kişi de bu kazalar sonucu yaralanmıştır. Trafik kazaları sonucu ölçülebilen bu değerlerin yanı sıra ölçülemeyen maddi ve manevi boyutlarda zararlarında olduğunu söyleyebiliriz.

2005-2011 yıllarına ait veriler yardımı ile R istatistik paket programında, Poisson Regresyon ve NB regresyon metodlarına göre parametre tahminleri yapılmıştır. Bu tahminler Genelleştirilmiş Lineer Model kapsamında bulunan fonksiyonel ara yüzler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerden hem Poisson hem de NB metotları ayrı ayrı incelenmiş olup, sonuçlar CBS yazılımı ile birlikte görselleştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Belirlenmiş kara nokta haritası

### 4. Sonuç ve Öneriler

Trafik kazaların azaltılmasına yönelik yapılan bu çalışma kapsamında 20 nokta kara nokta olarak belirlenmiştir. Hem Poisson hem de NB yöntemlerinin bulgular ışığında, trafik kaza kara noktalarının

*Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu*  
*7. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*  
*15-17 Ekim 2014, Hitit Üniversitesi - Çorum*

belirlenmesinde önemli istatistiksel teknikler olduğu belirlenmiştir. Bu tekniklerden NB yöntemi, Poisson yöntemine göre, aşırı ya da düşük yayılım bilgilerini hesaba katmasından dolayı daha iyi sonuçlar ortaya koyduğu belirlenmiştir.

Ülkemizde trafik kaza kara nokta belirleme çalışmalarında, kullanımı yaygın olmayan bu tekniklerin kullanımının yaygınlaşması ile trafik kazalarının azalmasının da paralel olacağı öngörülmektedir. Ayrıca belirlenmiş olan bu noktaların iyileştirilmesi için ilgili birimlerle irtibat halinde olunması, farkındalığı da arttıracaktır.

## 5. Teşekkürler

Bu çalışma 113Y417 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmektedir.

## 6. Kaynaklar

Ankaralı, H., (2005). Mersin’ de Yaşayan Çocuklarda İntihar Girişim Sıklığı İçin Poisson Regresyon Modelinin Kullanımı, *VIII. Ulusal Biyoistatistik Kongresi*, 20-22 Eylül 2005.

Elvik, R. (2008). The predictive validity of empirical Bayes estimates of road safety. *Accident analysis and prevention*, 40(6).

Erdogan, S., Yilmaz, I., Baybura, T., ve Güllü, M. (2007). Geographical information systems aided traffic accident analysis system case study: city of Afyonkarahisar. *Accident Analysis and Prevention*, 40(1), 174–81.

Garber, N. J., ve Ph, D. (2010). Contract Report Safety Performance Functions For Intersections On Highways Maintained By The Virginia Department Of Transportation.

Lord, D., ve Mannering, F. (2010). The statistical analysis of crash-frequency data: A review and assessment of methodological alternatives. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(5), 291–305.

Miranda-Moreno, L. F., & Lord, D. ( 2005). Bayesian road safety analysis : incorporation of past experiences and effect of hyper-prior choice, (519), 1–39.

Powers M. ve Carson J., 2004. Before-After Crash Analysis: A Primer for Using the Empirical Bayes Method. Montana State University, Department of Civil Engineering.

Srinivasan, R., Carter, D., & Hill, C. (2010). 2010-09 Final Report Development Of Safety Performance Functions For North Carolina Performing Agency : University of North Carolina Highway Safety Research Center 730 Martin Luther King Jr Blvd (pp. 919–962).

Tegge, R. A., ve Jo, J. (2010). Development And Application Of Safety Performance Functions For Illinois Research Report (2009-2010).

Vogt, A. and Bared, J.G. (1998), Accident Models for Two-lane Rural Roads: Segments and Intersections, Federal Highway Administration, Report FHWA-RD-98-133.