

ARAŞTIRMA MAKALESİ/RESEARCH ARTICLE

MÜDAHALELİ TRAFİK KAZALARI SERİLERİNİN LOGNORMAL DAĞILIMA UYARLANMASI VE PARAMETRE TAHMİNLERİNİN ELDE EDİLMESİ

Esin FİRUZAN¹, C.Cengiz ÇELİKOĞLU²

ÖZ

Günümüzde, trafik kazaları, sosyoekonomik yasamdaki gelişmeler ve değişimler nedeniyle oldukça önemli bir problem haline gelmiştir. Bu çalışma, trafik kazaları serisinin lognormal dağılıma uyarlanması yaklaşımını içermektedir. Bu yaklaşımda, trafik kazalarının meydana geldiği güzergah ile ilgili bazı varsayımlara bağlıdır.

Bunun için İzmir'de trafik kazalarının oldukça sık meydana geldiği, birbirleriyle bağlantılı ve radar uygulamasının yeni başladığı bir güzergah seçilmiştir. Radar uygulamasının trafik kazaları serisini etkilediği varsayıldığından, seriye bir müdahale olarak düşünülmüştür. Varsayımların geçerliliği, uyum iyiliği testleri sonuçlarıyla desteklenmiştir.

Trafik kazaları ile ilgili daha önce yapılan araştırmalarda, pek çok istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Özellikle, trafik kazalarının kesikli olması ve negatif değerler alamaması, araştırmacıların Poisson, Negatif Binom gibi dağılımlara uygun olduğu düşüncesine sevk etmiştir. Trafik kazalarının Lognormal dağılıma uyarlanması ve parametre tahminleyicilerinin elde edilmesi literatürde yapılan ilk çalışmadır.

Müdahaleli trafik kazaları serisinin, üç parametrelili lognormal dağılıma uyduğu görüldükten sonra, dağılımın parametre tahminleyicileri. Moment Tahminleme ve Uyarlanmış Moment Tahminleme Yöntemleri kullanılarak tahminlenmiştir.

Çalışmanın sonunda, üç parametrelili lognormal dağılıma uyan trafik kazaları serisinin parametre tahminleyicilerinin her iki yöntemle elde edilen sonuçları birbirlerine oldukça yakın oldukları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Trafik kazaları serisi, Lognormal dağılım, Moment tahminleme yöntemi, Uyarlanmış moment tahminleme yöntemi.

ADAPTATION TO THE LOGNORMAL DISTRIBUTION WITH INTERVENED TRAFFIC ACCIDENT SERIES AND PARAMETER ESTIMATION

ABSTRACT

Nowadays, traffic accidents have been big problem during the last years because of the fundamental changes in social economic life. This study comprises approximation of adapting traffic accidents to the lognormal distribution. This approach depends on assumption that accidents occurred on the routes are correlated each other.

Therefore, Yeşildere, Yenışehir and Karabağlar routes have been selected for examination in İzmir, These routes are connected to each other and they are effected by multiplicative factors. The new mobile radar control has just been started on these routes by İzmir Traffic Control Department The radar control is assumed as an intervention to the series of traffic accidents.

In past research several studies have implemented many statistical methods. Especially, researchers know that the accident frequencies and accident ratios must be non-negative. In fact, the Poisson and Negative Binomial Distributions are often more appropriate for discrete counts of events. This study is the first in literature by adapting the traffic accident series to the lognormal distribution.

After the adaptation to the lognormal distribution, the estimators of the parameters of three parameter lognormal distribution were estimated by using Moment Estimation and Modified Moment Estimation Methods. At the end of the study, the results of both methods are close to each other.

Key Words: Traffic accident series, Lognormal distribution, Moment estimation methods, Modified moment estimation methods.

¹ Öğretim Görevlisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, İzmir. E-posta: esin.firuzan@deu.edu.tr
² Yard.Doç.Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü İzmir. E-posta: cengizcelikoglu@deu.edu.tr
Geliş: 01 Nisan 2004; Kabul: 11 Mayıs 2004

1. GİRİŞ

Türkiye'de gerek trafik kazalarının, gerekse bu kazalarda meydana gelen ölümlerin özellikle son dönemlerde büyük artış göstermesi, kazaların meydana gelişine etki eden faktörler ve önleyici tedbirlerin belirlenmesi açısından pek çok çalışmanın yapılmasını gerekli kılmaktadır. Türkiye'de son on yedi yılda (1984-2002) meydana gelen kaza sayısı 4,586,082, kazalardaki ölü sayısının 106,488 ve yaralı sayısının 1,748,565 olması trafik kazalarındaki tabloyu ortaya koymaktadır (www.iem.gov.tr).

Geçmişteki araştırmalarda, genellikle basit çoklu doğrusal regresyonda kaza oranlarının bağımlı değişken olarak kullanımıyla kaza tahminleme modelleri elde edilmeye çalışılmıştır. Bu geleneksel yaklaşımda, bağımlı değişkenlerin (kaza oranları) normal dağıldığı varsayımı altında, birbirleriyle etkileşimli ya da etkileşimsiz, yol ve çevre ile ilgili parametrelerin doğrusal kombinasyonu olarak modelleme yapılmaya çalışılmıştır. Bu yaklaşımdan elde edilen sonuçlar,

model tarafından açıklanan kaza oranlarındaki değişim oranının açıklanmasında hayal kırıklığı yaratmıştır. Geçmişteki araştırmalarda, hayal kırıklığı yaratan sonuçların bir nedeni de, bu gibi ilişkilerin açıklanması için çoklu regresyonun uygun olmamasıdır.

Çoklu regresyonun uygun olmamasının birçok nedeni bulunmaktadır. Birincisi, kaza oranları genellikle normal dağılıma uymaz. Trafik kazaları rassaldır ve kesikli olaylardır. Kaza oranları sürekli rassal değişken olarak düşünülse bile, kaza verilerinin temelinde kesikli doğası değişmeyecektir. İkinci olarak, meydana gelen trafik kazaları tipik olarak küçük tamsayılardır. Gerçekte, çalışılan periyod boyunca belirlenen boyutta hiç kaza olmaması pek rastlanan bir durum değildir. Aslında, Poisson veya Negatif Binom dağılımları, verilen bir zamanda 0 veya küçük bir tamsayı olan olayların kesikli değerleri için daha uygundur.

Sonuç olarak, kaza frekansları ve kaza oranlarının negatif olmaması gerekir. Bununla birlikte, geleneksel çoklu regresyon modelleri ile negatif kaza frekansları veya kaza oranlarından tahminleme yapmada herhangi bir kısıtlama yoktur. Bu durum, tahminlenen modelin kullanımında anlamsız sonuçlarla karşı karşıya kalınmasına sebep olacaktır.

Son dönemde, çoklu regresyon yerine geleneksel olmayan istatistiksel yaklaşımların kullanıldığı gözlemlenmektedir. Normal dağılım varsayımları yerine diğer dağılımların varsayımlarına dayanarak araştırmalar yapılmaktadır. Son dönemlerde yapılan çalışmalarda, trafik kazaları için parametrik olmayan analizlerin yapıldığı da görülmektedir.

2. VERİ TANIMLAMA

Çalışma, temelde iki varsayımın geçerliliğine bağlıdır. İlk olarak, 3 noktada akşam meydana gelen trafik kazalarının gündüz meydana gelen trafik kazalarına oranlarının lognormal dağılıma uyacağı varsayımı, ikinci olarak da verilerin müdahaleli zaman serisi biçiminde dağıldıkları varsayımı, çalışmanın temelini oluşturan iki varsayım olmuştur.

İzmir Merkez sınırları içerisinde meydana gelen kazalarda, dış etkenlerin çarpımsal olduğu ve birbirine bağımlılık özelliği nedeniyle birbirine bağlı 3 nokta Yeşildere, Yenışehir ve Karabağlar noktaları belirlenmiştir. Bu noktalar üzerinde meydana gelen maddi hasarlı ve ölümlü yaralanmalı kazaların istatistikleri incelenmiştir. Aynı yol üzerinde bağlantılı olmasından dolayı, bu noktalardan herhangi birinde meydana gelen kazanın bir önceki kaza ile bağımlı ve etkenlerin çarpımsal olacağı düşünüldüğünden, bunun yanısıra dış etkenlerden (sürücü hatası, yolun geometrik özellikleri, ehliyetin alındığı yıl gibi) etkilendiği düşünüldüğü için bu üç nokta (Yenişehir, Yeşildere ve Karabağlar yolu) seçilmiştir. İzmir Trafik Denetleme Şube Müdürlüğü, bu noktalarda radar uygulaması yapmaktadır. Bu uygulamaları gündüz yapmakta ancak bu uygulama sıklığı akşam en aza indirmektedir. Bu uygulamaların sadece gün durumuna (gündüz veya akşam saatleri) göre yapılması durumunun trafik kazaları serisine müdahale olduğu düşünülmüştür.

3. TRAFİK KAZALARI VERİLERİNDE LOGNORMAL DAĞILIM

GGN_{it} , belirlenen 3 noktada, 83 haftada gündüz gerçekleşen maddi hasarlı ve ölümlü yaralanmalı kazalara ait verilerin ($i=1,2,3$) geometrik ortalamalarını, GAK_{it} de akşam gerçekleşen maddi hasarlı ve ölümlü yaralanmalı kazalara ait verilerin geometrik ortalamalarını göstermede kullanılan simgelerdir. Akşam oluşan trafik kazaları ile gündüz oluşan trafik kazaları arasında $R_{it} = GAK_{it} / GGN_{it}$ oranı elde edilmiştir. Şu ana kadar incelenen trafik kazaları istatistiklerinde akşam meydana gelen kazaların daha fazla olacağı düşünülmekte, gündüz ise radar ve kontrol uygulamaları nedeniyle daha az kaza olacağı düşünülmektedir. Bu üç noktanın da aynı yol üzerinde bağlantılı olmasından dolayı, bu noktalardan herhangi birinde meydana gelen kazanın bir önceki kaza ile bağımlı ve çarpımsal olduğundan, bunun yanısıra dış etkenlerden (sürücü hatası, yolun geometrik özellikleri, ehliyetin alındığı yıl gibi) etkilendiği düşünüldüğü için lognormal dağılıma uyacağı varsayılmaktadır. Bundan dolayı, t zamanında i .nci noktadaki R_{it} oranı ile aşağıdaki gibi bir ilişki elde edilebilir.

$$R_{ij} = L_i R_{i-1,j} \quad i = 1, 2, 3; \quad t = 0, 1, 2, \dots, 83$$

Burada (L_1, L_2, L_3) pozitif rassal vektördür. Böylece,

$$R_{3,t} = R_0 \prod_{i=1}^3 L_i \quad t = 1, 2, \dots, 83 \quad (1)$$

Burada R_0 , bu oranların ilk değeridir. Notasyonumuzda, $R_{3,t}$ i.nci nokta için son oran değeri olduğundan $R_{it} = R_t$ olacaktır. Dolayısıyla, R_t oram, tekrar yazılmaya çalışıldığında,

$$R_t = R_0 \left[\prod_{i=1}^3 L_i^{1/3} \right]^3 = R_0 [G_3]^3 \quad t = 1, 2, \dots, 83 \quad (2)$$

Burada G_3, L_1, L_2, L_3 ($G_3 = \sqrt[3]{\prod_{i=1}^3 L_i}$) için geometrik ortalamadır. Denklem (2)'deki ilişkiden dolayı, R_t oranının, 3 nokta boyunca oluşan kazaların oranlarının geometrik ortalamasının çarpımsal olduğu sonucu çıkarılabilir.

R_t 'nin, 1'den büyük olması durumunda akşam radar ve kontrollerin daha az yapılması nedeniyle trafik kazalarının daha fazla olduğu, 1'den küçük ise daha az olduğu, 1'e eşitse durağan olduğu düşünülmektedir "Cohen ve Whitten (1988)". Belirlenen 3 noktanın herhangi birinde meydana gelen trafik kazalarındaki herhangi bir değişim, diğer bir noktada meydana gelen trafik kazalarında çarpımsal bir etki ile değişim yaratacağı düşünülmemesinin yanısıra, hata kaynaklarının R_{it} oranında çarpımsal etki sağlayacağından dolayı, ilgilenilen modelin eklemeli yerine çarpımsal hatalar üreteceğine inanmak daha mantıklı olmuştur. Bu varsayımlar altında, Crow ve Schimuzu (1985) tarafından elde edilen sonuçlara bağlı olarak, R_t aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$R_t = R_0 \prod_{i=1}^3 (1 + \delta_i) \quad t = 1, 2, \dots, 83 \quad (3)$$

Burada $\{\delta_i\}$ birbirinden bağımsız ve ayrık, dağılımı tanımlı ve $|\delta_i| < 1$ olan rassal değişkenlerdir.

$L_i = 1 + \delta_i$ kullanılarak, Denklem (1)'den yola çıkarak Denklem (3)'teki ilişki elde edilebilir. $\ln(1 + \delta_i)$ nin Taylor dönüşümü kullanılarak, ayrıca eklemeli merkezi limit teoremi ile $\ln R_t$ asimtotik olarak dağılır "Crow ve Schimuzu (1988)".

$$\ln R_t = \ln R_0 + \sum_{i=1}^3 \delta_i$$

Eğer rassal değişken $Y = \ln(R - \gamma)$, $R > \gamma$ olduğu durumlarda, normal $[N(\mu, \sigma^2), \sigma > 0]$ dağılıyorsa R rassal değişkeninin, üç parametrelili lognormal dağılım $R \sim \Lambda(\gamma, \mu, \sigma)$ göstermektedir. R rassal değişkeninin olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir.

$$f(r, \gamma, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi} (r - \gamma)} \exp \frac{-1}{2\sigma^2} [\ln(r - \gamma) - \mu]^2 \quad \gamma < r < \infty \quad (4)$$

Geometrik ortalamaların oranları için üç parametrelili lognormal dağılımın kullanılması uygun görülmüştür. Gözlemlenen değerlerin soldan kesilmiş olduğu görülmüştür. R rassal değişkeninin bütün değerlerinin γ gibi bir sabitten büyük olması ve $Y = \ln(R - \gamma)$

ortalaması μ varyansı σ olan normal dağılım göstermesi nedeniyle, R rassal değişkeninin üç parametrelili lognormal dağıldığı belirlenmiştir. Bu, γ başlangıç (threshold) parametrelili olasılık modellerinin kesilmiş bir parçası için dağılım ayarlaması olarak düşünülmüştür. Burada γ , başlangıç (threshold) parametresidir.

4. ÜÇ PARAMETRELİ LOGNORMAL DAĞILIMIN NOKTA TAHMİNLEYİCİLERİ

Verilerin lognormal dağılıma uyduğunun gösterilmesinden sonra, üç parametrelili lognormal dağılımın γ , μ ve σ parametre değerleri çeşitli tahmin yöntemleri kullanılarak tahminlendirilebilir "Crow ve Schimuzu (1988)". Çalışmada ele alınan örneklem büyüklüğü için, tahminlemede kullanılacak eşitlikler aşağıda verilmiştir.

$$E(R) = \bar{r}, \quad V(R) = s^2 \quad \text{ve} \quad E[\ln(R_i - \gamma)] = \ln(r_i - \gamma) \quad (5)$$

\bar{r} ve s^2 örneklem ortalaması ve varyansını (yansız) ifade etmektedir. R_j örneklem büyüklüğü 83 olan bir örneklemde, birinci sıralı istatistiktir ve r_j ilgili örneklem ilk değeridir.

Lognormal dağılımın momentleri için uygun eşitlikler aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned}\bar{r} &= \gamma + e^\mu e^{\sigma^2/2} \\ s^2 &= e^{2\mu} e^{\sigma^2} (e^{\sigma^2} - 1) \\ r_1 &= \gamma + e^\mu \exp(\sigma EZ_{1,n})\end{aligned}\quad (6)$$

$EZ_{1,n}$, ortalaması 0 varyansı 1 olan standart normal dağılımın birinci sıralı istatistiğinin beklenen değeridir.

Yukarıdaki eşitlikler çözüldüğünde,

$$\begin{aligned}\hat{\mu} &= \ln \left\{ s \left[e^{\hat{\sigma}^2} (e^{\hat{\sigma}^2} - 1) \right]^{-1/2} \right\} \\ \hat{\gamma} &= \bar{r} - s \left(e^{\hat{\sigma}^2} - 1 \right)^{-1/2}\end{aligned}\quad (7)$$

parametre tahminleri için denklemler elde edilmiş olur. $\hat{\sigma}$, lognormal dağılım için geliştirilen tablo ve grafik yardımıyla bulunmuştur. "Crow ve Schimuzu (1988)". $J(N, \hat{\sigma}) = s^2 (\bar{r} - r_1)^2$ formülü ile hesaplanan değerinin, şekil veya tabloda denk gelen değeri $\hat{\sigma}$ yı vermektedir Parametre değerleri şöyle elde edilmiştir:

$$\bar{r} = 8.825 \quad s^2 = 21.59 \quad s = 1.5683 \quad J = 0.5515 \quad \hat{\sigma} = 0.53$$

Denklem (6) kullanılarak; $\hat{\mu} = 1.9587$, $\hat{\gamma} = 0.666$ parametre değerleri elde edilmiştir. Sonuç olarak, trafik kazalarının geometrik ortalamalarının oranları $R \sim A(0.666, 1.9587, 0.53)$ üç parametrelili lognormal dağılıma uymaktadır.

Çalışmada, ayrıca Moment Tahminleyicileri (Moment Estimator-ME) ve Uyarlanmış Moment Tahminleyicileri (Modified Moment Estimates -MME) de elde edilmiştir. Sonuçlar Tablo 1'de verilmektedir.

En çok olabilirlik tahminleyicisi elde edilemediğinden dolayı, asimtotik standart sapmalar uygulanamamıştır. Merkezi Limit Teoreminden $\hat{\sigma}_{\bar{r}} = 0.51017$ elde edilir.

MME ve ME tahmin yöntemi ile hesaplanan parametre değerlerinin birbirlerine oldukça yakın oldukları dikkati çekmektedir. Bu tahminler arasındaki karşılaştırılabilir farklar MME'nin hesaplandığı pek çok uygulamada gözlenmektedir. $\hat{\alpha}_3$ çok küçük olmadıkça, MME'nin kullanılması tercih edilir, $\hat{\alpha}_3$ küçükse normal dağılım lognormal dağılıma göre daha çok tercih edilen bir modeldir. Sonuçta, MME'nin daha güvenilir olması sebebiyle, MME'nin parametre tahminleri dikkate alınmıştır.

5. LOGNORMAL DAĞILIM İÇİN UYGUNLUK TESTLERİ

Trafik kazalarının geometrik ortalamalarının oranlarından ilgili başlangıç parametresi çıkarılarak, değişkenler farklı bir hale dönüştürülmüştür. Başlangıç parametresi uyarlandıktan sonra, oranlara doğal logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Dönüştürülen $\ln(R - \gamma)$ değişkeninin Normal dağılması gerektiği düşünülmüştür. Dönüştürülen değişkene ait Normal Dağılım Çizimine bakıldığında, değişkenin Normal dağılıma uyduğu görülmüştür. Normallik Test (Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling ve W Testleri) sonuçları Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2'deki sonuçlar incelendiğinde, bütün testlerde *p-value* değeri $\alpha, 0.05$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi reddedilemez. $\ln(r\text{-gamma})$ değişkeninin normal dağılıma uyduğu görülmektedir. Bu noktadan sonra, (*r-gamma*) değişkeninin lognormal dağıldığı sonucuna varılmaktadır.

6. SONUÇLAR/TARTIŞMA

Müdahaleli trafik kazaları serisine lognormal dağılım çalışmasının yapılmasının amacı, son günlerin en büyük toplumsal sorunu haline gelen trafik kazaları üzerinde dağılım teorisini incelemek, verilerin lognormal dağıldığı gösterebilmektir.

Çalışmada, trafik kazalarının oldukça yoğun olduğu ve radar uygulamasına yeni başlanan bir yol üzerinde üç nokta belirlenmiştir. 5 km. olan Yeşildere yolu üzerinde Karabağlar bağlantı noktası ve Yenişehir bağlantı noktasında meydana gelen trafik kazaları incelenmiştir.

Veriler, 2002-2003 yıllarında belirlenen üç noktada meydana gelen trafik kazaları haftalık olarak düzenlenmiştir. Güzergah üzerindeki noktaların, hem zamanla ilişkili olması hem de birbirleriyle bağlantılı olmasından dolayı gözlemlerin birbirleriyle ilişkili olduğu düşünülmüştür.

Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Çalışmanın birinci aşamasını belirlenen yol üzerinde uygulamaya başlanan radar uygulamasının seriye dışarıdan bir müdahale olarak varsayılması oluşturmuştur. İkinci aşamasında, belirlenen noktalarda meydana gelen trafik kazalarının geometrik ortalamalarının oranlarının lognormal dağılıma uyması oluşturmaktadır.

Müdahaleli trafik kazaları serisinin üç parametrelili lognormal dağılıma uyması, sosyal içerikli olan trafik kazaları problemine farklı bir bakış açısı getirmiştir. R rassal değişkeninin beklenen değerinin yaklaşık olarak 7 çıkması, gece meydana gelen trafik kazalarının geometrik ortalamalarının gündüz meydana gelen trafik kazalarından daha fazla olduğunu düşüncesini desteklemektedir. Bu da R oranının 1 'den büyük olduğunda radar uygulamasının olmaması sebebiyle daha çok trafik kazasının meydana geldiğini göstermektedir.

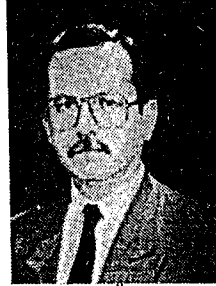
İleriye yönelik, sosyal veya ekonomik veriler üzerinde dağılım teorisi ile ilgili birçok uygulama yapılabilir. Sadece geometrik ortalamalarının oranlarını alarak değil, rassal değişkenlerin çarpımlarının, kuvvetlerinin alınması gibi dönüştürme işlemleri ile herhangi başka bir dağılıma uyup uymadığına bakılabilir. Ayrıca, üç parametrelili lognormal dağılıma uyan veriler üzerinde parametrelerin tahminleyicilerin etkin, yansız ve tutarlı tahminleyici olduğu gösterilebilir.

KAYNAKÇA

- Al-Khalidi, A.S, (2002), Measuring water sources pollution using intervention analysis in time series and lognormal model, *Environmetrics*, 11, pp:693-710
- Cohen, A. C., & Whitten B. J. (1980). Estimation in the three-parameter lognormal distribution. *Journal of the American Statistical Association*, 75, 399-404
- Cohen, A. C., & Whitten B. J. (1988). *Parameter estimation in reliability and life span models*. New York: Marcel Dekker
- Crow, E. L., & Shimizu, K. (1988). *Lognormal Distributions: Theory and Application* New York: Marcel Dekker
- Daniel, W. W. (1978). *Applied Nonparametric Statistics*, USA: Houghton Mifflin
- Fase, M. G. M., (1971). On the estimation of Lifetime Income. *Journal of the American Statistical Association*, 66, 686-691
- Firuzan, E., (2004), *Application of intervention Analysis to Time Series Data on Economic and Social Problems (With Lognormal Noise)*, D.E.Ü. Fen Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi
- Fowlkes, B. E. (1979). Some methods for studying the mixture of two normal(Lognormal) distributions. *Journal of the American Statistical Association*,

74, 561-575

- Kotz, S. (1973). Normality versus lognormality with applications. *Communication in Statistics*, 1(2), 113-132
- Kotz, S., Johnson N. L., (1970). *Continuous Univariate Distributions*, USA: John Wiley & Sons
- Shen, W. (1998). Estimation of parameters of a lognormal distribution. *Taiwanese Journal of Mathematics*, 2, 243-250



Can Cengiz ÇELİKOĞLU, 1956 yılında doğdu. 1980 yılında Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümü'nü bitirdi. 1983 yılında Ege Üniversitesi Hesap Bilimleri Enstitüsü'nde Uygulamalı İstatistik yüksek lisans derecesi, 1989 yılında Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği doktora derecesi aldı. A.Ü., Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde 8 yıl, Ege Üniversitesi, İstatistik Bölümü'nde 9 yıl çalıştı. 1998'den beri Dokuz Eylül Üniversitesi, İstatistik Bölümü'nde Yard.Doç.Dr. olarak çalışmaktadır.



Esin FİRUZAN, 1972 yılında doğdu. 1995 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü'nü bitirdi. 1997 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde Ekonometri yüksek lisans derecesi, 2004 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Doktora derecesi aldı. 1998 yılından beri Dokuz Eylül Üniversitesi İstatistik Bölümü'nde Öğretim Görevlisidir.

Tablo 1. Oranlar için lognormal dağılımın parametre tahminleri

Tahminleyiciler	$\hat{\gamma}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{E}(R)$	$\sqrt{\hat{V}(R)}$	$\hat{\alpha}_3(R)$	$\hat{\alpha}_4(R)$
ME	0.7454	0.3362	1.900	7.825	5.999	1.079	5.140
MME	0.6839	0.4813	2.092	9.780	4.646	1.665	8.302

Tablo 2. Normal dağılım için uyum iyiliği test sonuçları

Normal Dağılım için Uyum iyiliği Test Sonuçları			
Test	İstatistik	SD	p-değer
Kolmogorov-Smirnov(D)	0.049	Pr > D	0.059
Anderson-Darling(A-sq)	0.747	Pr > A-Sq	0.051
W Test	0.987	Pr > W	0.097