



Zorunlu Trafik Sigortalarının Fiyatlandırılmasında Negatif Binom Dağılımına Göre Ödül/Ceza Sistemi

Bonus/Malus System in Pricing Compulsory Traffic Insurance According to The Negative Binomial Distribution

Ali KÖSE¹

Geliş Tarihi: 04.05.2017 / Düzenleme Tarihi: 12.03.2018 / Kabul Tarihi: 16.03.2018

Özet

Ödül/ceza sistemi, sigortalının geçmiş yıllardaki hasar sayılarını dikkate alarak mevcut yıl için prim tutarında bir azaltma ya da artırma sağlayarak sonuç üretmektedir. Geçmiş hasar verilerinin olasılık dağılımına uygunluğunun tespiti ile sigortalının prim tutarlarını belirleme temeline dayanan sistem, adil prim tutarları elde etmek, daha dikkatli araç sürüşüne yönlendirmek gibi amaçlara sahiptir.

Bu çalışmada, Türkiye'deki zorunlu trafik sigortalarına ait ödül/ceza prim değerlerinin, negatif binom dağılımı kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, ödül/ceza yöntemi ile sigortalıların yaptıkları hasar sayılarına göre hem sigortalı hem de sigortacı açısından adil prim sonuçlarına ulaşılmaya çalışılmıştır. Çalışmada sektörden elde edilen, zorunlu trafik sigortasına ait 2015 yılı gerçek hasar sayıları kullanılmıştır. Negatif binom dağılımı baz alınarak bir ödül/ceza sistemi oluşturulmuş ve trafik sigortasına ilişkin sigortalıların hasar sayılarına göre değişkenlik gösteren adil prim tutarlarını ifade eden sonuçlara ulaşılmıştır. Sonuç olarak oluşturulan sisteminin bir önceki yıla göre prim değişikliklerindeki cezai artışların, ödül artışlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ödül/Ceza Sistemi, Negatif Binom Dağılımı, Zorunlu Trafik Sigortası.

Abstract

The bonus/malus system produces results by providing reduction or increase in premiums for the current year, considering the insured's losses in the past years. The system, which depends on the determination of the suitability of past claims data to a probability distribution the premiums of the insured, has the aim of obtaining fair premiums and directing them towards more careful vehicle driving.

The aim of study is to determine the bonus/malus premiums of compulsory traffic insurances in Turkey based on negative binomial distribution. For this purpose it has been tried to reach the fair premium results in terms of both the insured and the insurer according to the number of claims made by the insured by the bonus/malus method. In study the real damage numbers of the compulsory traffic insurance for 2015 were used. A system was established and the results indicating fair premium amounts varying according to the damage numbers have been obtained. Finally, it has been found the malus increases in the premium changes compared to the previous year are higher than the bonus increases.

Keywords: Bonus/Malus System, Negative Binomial Distribution, Compulsory Traffic Insurance.

Giriş

Türkiye'de trafikte yer alan her araç sahibinin kanunen yaptırması zorunlu olan trafik sigortası, aracın işletilmesi sırasında ölüme, yaralanmaya veya maddi zarara yol açılması durumunda işletenin sorumluluğunu sigorta limitlerine kadar temin etmektedir. Türkiye'de trafik sigortasına ait primler 2014 yılı itibarıyla sigorta şirketleri tarafından serbestçe belirlenmektedir. Şirketler tarafından belirlenen trafik sigortası primleri basamaklı ödül/ceza sistemi esasına göre oluşturulmakta ve basamaklarda yer alan oranlar mevcut geçmiş istatistikler dikkate alınarak hesaplanmaktadır.

Ödül/ceza sistemi, sigortalının mevcut yıl içindeki hasar sayısına bağlı olarak bir sonraki yılda prim tutarını oluşturmayı temel almaktadır. Bu sisteme göre yıl içinde hiç hasar oluşturmamış bir sigortalının sonraki yıl prim tutarı düşerken, yıl içinde hasar gerçekleşmesi durumunda hasar sayısı arttıkça sigorta prim tutarı artmaktadır. Sigortacılık sisteminde kişinin mevcut risklerine paralel olarak kişisel prim tutarının belirlenmesi söz konusudur. Bu nedenle ödül/ceza sistemi bağlamında da az hasar üreten kişi daha çok hasara neden olan kişiye göre bir sonraki yıl belli oranlarda ödüllendirilerek daha düşük prim ödemektedir. Ayrıca sistem sayesinde sürücüler daha dikkatli bir sürüşe özendirilmektedirler.

Uygulamada ödül/ceza sisteminde yer alan oranlar, farklı yöntemlerle belirlenebilmektedir. Çalışmanın ilk bölümünde ödül/ceza sistemi açıklanmış, sonrasında söz konusu sistemin uygulanmasında kullanılan negatif binom dağılımı kısaca

¹ Prof. Dr., Marmara Üniversitesi, Bankacılık ve Sigortacılık Yüksekokulu, Aktüerya Bölümü. İstanbul, Türkiye.
E-posta: akose@marmara.edu.tr

tanımlanmıştır. Uygulama bölümünde, sektörden elde edilen, zorunlu trafik sigortasına ait 2015 yılı gerçek hasar sayıları kullanılmıştır. Öncelikle veri setinin ödül/ceza sisteminde kullanılacak olan negatif binom dağılımına uygunluğu incelenmiştir. Son bölümde negatif binom dağılımı baz alınarak bir ödül/ceza sistemi oluşturulmuş ve trafik sigortasına ilişkin sigortalıların hasar sayılarına göre değişkenlik gösteren adil prim tutarlarını ifade eden sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Literatür Taraması

Gómez, Hernández, Pérez ve Polo yaptıkları çalışmalarında uygulamada sıklıkla kullanılan Bayes yönteminin avantajlarını açıklarken Poisson-Gamma modelini kullanarak ödül/ceza sisteminin pratik bir durumunu ortaya koymuşlardır. Sonuç olarak yazarlar, Bayes yaklaşımının, sigorta şirketlerinin rekabet sorunlarına göreceli prim varyasyonları ile çözüm sağlayabilecek aktüeryal bir yaklaşım olduğuna işaret etmişlerdir. (Gómez vd., 2002).

Morillo ve Bermúdez, çalışmalarında ödül/ceza sisteminde genellikle ikinci dereceden kayıp fonksiyonlarının kullanıldığını ve bu uygulamanın çok yüksek cezalara yol açtığını ifade edip ikinci derece kayıp fonksiyonu yerine üstel kayıp fonksiyonu kullanmışlardır. Sonrasında ise Poisson-Ters Gauss dağılımı ile oluşturdukları ödül/ceza sistemi ile daha düşük ceza değerleri elde ettiklerini vurgulayarak yeni modelin eski modele göre daha uygun olduğunu belirtmişlerdir. (Morillo ve Bermúdez, 2003).

Mert ve Saykan, klasik ödül/ceza sistemini, hasar şiddetini de dikkate alan ödül/ceza sistemi ile karşılaştırırken Geometrik ve Pareto dağılımlarını kullanmışlardır. İkinci dereceden kayıp fonksiyonu ve net prim ile oluşturdukları sistemler sonucunda hasar frekansı ve hasar şiddetini dikkate alan sistemlerin daha adil sonuçlar ürettiği sonucuna ulaşmışlardır. (Mert ve Saykan, 2005).

Durak ve Erdoğan, negatif binom dağılımını kullanarak bir ödül/ceza sistemi oluştururlarken ikinci derece ve üstel kayıp fonksiyonu kullanarak iki farklı sonuç belirleyip iki kayıp fonksiyonunu karşılaştırmışlardır. Karşılaştırma sonucuna göre üstel kayıp fonksiyonun daha düşük oranlar oluşturduğunu tespit etmişlerdir. (Durak ve Erdoğan, 2010).

Déniz, Bastida ve Sánchezz, çalışmalarında toplam hasar miktarlarının iki parametreliliğe uygun olduğunu varsayarak ikili dağılıma uygun olarak oluşturdukları prim formüllerini ödül /ceza sisteminde kullanmışlardır. Çalışmada gerçek kasko verileri kullanılarak en çok olabirlik yöntemi ile formül parametreleri belirlenerek ödül/ceza primleri elde edilmiştir. (Déniz vd., 2014).

Kafková, 2015 yılındaki çalışmasında, örnek bir veri seti için Bayes temelli bir ödül/ceza sistemi oluşturmuş, sonrasında bu sistemi Çek Cumhuriyeti'nde kullanılan birkaç ödül/ceza sistemi ile karşılaştırmıştır. Karşılaştırmada ödül/ceza sistemlerinin etkinliklerini Loimaranta etkinlik ölçütü ile değerlendirmiş ve yeni oluşturulan ödül/ceza sisteminin daha etkin olduğu sonucuna ulaşmıştır. (Kafková, 2015a).

Kafková, 2014 yılında yaptığı çalışmasında, yıllık hasar frekanslarını tahmin ederken bu tahminlerden hareketle ödül/ceza sistemini uygulamaya çalışmıştır. Çalışmada, gerçek araç sigorta verilerine ait portföy kullanılarak genelleştirilmiş doğrusal modeller ile sürücüler sınıflandırılmaya ve ayrıca farklı değişkenler ile modellerdeki sapmalar değerlendirilerek en iyi model belirlenmeye çalışılmıştır. Sonrasında Bayes ödül/ceza sistemi kullanılarak farklı sınıflara ait prim değerleri hesaplanmıştır. Sonuç olarak, farklı sürücü grupları için adil prim tutarlarına ulaşılmıştır. (Kafková, 2015b).

Yung-Ching ve diğerleri, 2015 yılında yaptıkları çalışmalarında Tayvan ve Singapur'a ait verilerden hareketle araç sigortalı ile kazalar arasında bir ilişki olup olmadığını incelemişlerdir. Probit model kullanarak oluşturdukları çalışmalarında hasarlı araca sahip sigortalıların sigorta kapsamalarını genişlettiklerini ve daha fazla kaza yapma olasılığına sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Bu durumda sigorta kapsamının, kaza riski düzeylerini değerlendirmede kullanılabilecek bilgileri içereceği sonucuna ulaşmışlar ve bu sonuca göre de ödül/ceza sisteminin kullanılmasının doğru ve gerekli olduğunu belirtmişlerdir. (Yung-Ching vd., 2015).

Baykal ve Bülbül, iyi risk/kötü risk modeline göre oluşturdukları optimal ödül/ceza sisteminde trafik sigortası hasar talebi sayılarını kullanmışlardır. Kredibilite teorisi, bayesci yaklaşım ve beklenen değer prim prensibi kullanılarak veri setine uygunluğu belirlenen iyi risk/kötü risk modeli ile optimal ödül/ceza sistemi oluşturularak ödül/ceza oranları bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, iyi risk/kötü risk modeline göre oluşturulan ödül ceza sisteminin hem ödül hem de ceza oranlarının eski sisteme göre genel olarak yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. (Baykal & Bülbül, 2016a).

Bülbül ve Baykal, çalışmalarında negatif binom dağılımına göre belirlemiş oldukları yeni optimal ödül/ceza sistemini oluştururlarken kredibilite teorisi, bayesci yaklaşım ve beklenen değer prim prensibinden yararlanmışlar ve oluşturulan yeni sistemin eski sisteme göre daha yüksek ceza prim değerleri ürettiğini tespit etmişlerdir. Ancak oluşturulan yeni sistemin mevcut sisteme göre uzun dönemde sigortalıların kendi risklerine göre prim ödeme avantajı sağlayacağı sonucuna ulaşmışlardır. (Baykal & Bülbül, 2016b).

2. Ödül Ceza Sistemi

Sigortalının geçmiş kayıtlarından hareketle bugünkü ve gelecekteki prim tutarlarını belirlemeyi amaçlayan ödül/ceza sistemi, sigortalının genellikle geçmiş yıllardaki hasar sayılarını dikkate alarak mevcut yıl için prim tutarında bir indirim (ödül) ya da arttırma (ceza) sağlar. Bu sisteme göre sigortalı geçmiş yıllarında ne kadar az hasar oluşturmuşsa daha fazla hasar oluşturan sigortalılara göre daha az prim ödeyecektir.

Sigortacılar ödül/ceza sistemlerini otomobil sigortalarında iki ana amaç için kullanmaktadırlar: Bunlardan ilki hasarsız geçen bir yıl sonunda indirim vererek sürücüleri daha dikkatli araç kullanmaya teşvik etmek, ikincisi ise hasar geçmişi

bilgisinden elde edilen bireysel riskleri primlere yansıtarak, her sigortalının, uzun vadede, kendi hasar frekansına göre prim ödemesini sağlamaktır. Ödül/ceza sistemleri, hasar geçmişi bilgisini kullanarak risk sınıflarındaki heterojenliği azaltmaktadır. Sigortalılar kendi risk seviyelerine göre prim ödemekte ve bunun bir sonucu olarak da primlerde adalet sağlanmış olmaktadır. (Baykal ve Bülbül, 2016a:21).

Ödül/ceza sisteminde sigortalı, sigorta başlangıcında, başlangıç basamağından sisteme girer ve sigortasını yenilediği her yıl, bir önceki yıldaki hasar sayısına göre ödül veya ceza olarak sigortasını yeniler. Eğer sigortalı bir yılı hasarsız geçirmişse prim indirimi ile ödüllendirilirken, kusuru bulunan bir kaza sonucunda hasar talebinde bulunmuş ise prim artışı ile cezalandırılır. Ödül/ceza sistemlerinde ödül/ceza tutarlarının belirlenebilmesi için bir prim ölçeğine ihtiyaç vardır. Prim ölçeği ödül/ceza sisteminin temel aldığı olasılık dağılımına göre hesaplanır ve olasılık dağılımının yapısına göre farklılık gösterir. (Frees, 2009:464).

Ödül/ceza sisteminde, genellikle sadece bildirilen hasar sayıları kullanılmaktadır. Hasar sayısı, sigortalının kusurlu olduğu bir kaza sonucunda sigorta şirketinden talepte bulunduğu hasarların sayısını ifade eder. Sigortalının kusurunun bulunmadığı kazalarda hasar ödemeleri karşı tarafın sigorta şirketinden tahsil edileceği için kusuru bulunmayan sigortalının hasarsızlık indirimi bozulmayacaktır. Otomobil sigortalarında hasar sayılarının yanı sıra bazı çalışmalarda, hasar şiddeti baz alınarak da oluşturulmuş ödül/ceza sistemleri mevcuttur. (Kaas vd., 2008:138).

Türkiye’de, 1 Ocak 2014 tarihi itibarıyla Zorunlu Trafik Sigortası uygulamalarında serbest tarife rejimine geçilmiş ve mevcut basamak sisteminin kullanılmaya devam edilerek sigorta şirketlerine hasarsızlık sebebiyle prim indirim oranlarını ve hasar sebebiyle prim artırımı oranlarını serbestçe belirleyebilme imkânı tanınmıştır. (Baykal ve Bülbül, 2016a:23).

3. Negatif Binom Dağılımı

Sigorta şirketleri daha adil bir fiyatlandırma yapabilmek için çeşitli değişkenlere göre portföylerine ait gruplarda homojen yapılar oluşturmaya çalışırlar. Ancak değişken sayısının fazla olması homojen gruplar oluşturulmasını engellemekte olup heterojen portföyler oluşmasına yol açmaktadır. Homojen grupların oluşturulamaması nedeniyle portföydeki her grup farklı riske sahip olacaktır. Bu durumda bu farklı risklere bağlı olarak farklı prim tutarlarının belirlenmesi adil bir fiyatlandırma için gerekli bir durum olarak ortaya çıkmaktadır. Ödül/ceza sistemi çeşitli olasılık dağılımlarını dikkate alarak en uygun fiyatlama değerlerini oluşturmaya çalışan bir sistem olarak geliştirilmiştir.

Heterojen portföylerin yapısını en uygun şekilde açıklayabilmek için literatürde genellikle Poisson dağılımı kullanılmakla birlikte Negatif Binom, Poisson-Ters Gauss ve İyi Risk/Kötü Risk dağılımları gibi diğer olasılık dağılımlarından da yararlanılmaktadır.

Ancak daha fazla yayılıma sahip dağılımlarda Poisson dağılımı yerine varyansı ortalamasından büyük olan negatif binom dağılımını kullanmak daha etkilidir. Ayrıca negatif binom dağılımı iki parametrelidir (a ve τ) bir dağılımdır. Bu nedenle de Poisson dağılımına göre daha fazla esnekliğe sahiptir. (Klugman vd., 2012:83). Bu nedenlerden ötürü negatif binom dağılımı, yayılımı fazla olan portföylerin incelenmesinde tercih edilmektedirler. (Denuit vd., 2007:28).

Negatif binom dağılımının olasılık değerleri, $P_0 = \left(\frac{\tau}{1+\tau}\right)^a$, $P_{k+1} = P_k \frac{k+a}{(k+1)(1+\tau)}$ formülasyonları ile yinelemeli olarak hesaplanırken dağılımın ortalaması ve varyansı dağılımın parametrelerine bağlı olarak $\mu = \frac{a}{\tau}$, $\sigma^2 = \frac{a}{\tau} \left(1 + \frac{1}{\tau}\right)$ şeklinde elde edilir. Parametre tahminleri ise $\hat{a} = \frac{\bar{x}^2}{s^2 - \bar{x}}$, $\hat{\tau} = \frac{\bar{x}}{s^2 - \bar{x}}$ şeklinde elde edilirler. (Lemaire, 1995:32).

4. Negatif Binom Dağılımı ile Ödül Ceza Sistemi Uygulaması

4.1 Veri Seti

Çalışmanın veri seti, Türkiye’de faaliyet gösteren bir sigorta şirketine ait özel otomobil sürücülerinin zorunlu trafik sigortası verilerinden oluşmaktadır. Veri seti, bir yılını dolduran zorunlu trafik sigortası poliçelerine ait bir yıl (01.01.2015-31.12.2015) içerisinde bildirilen hasar sayısını içermektedir. Verilerin frekans dağılımı Tablo 1’de verildiği gibidir.

Tablo 1. Trafik Sigortası Hasar Frekansları

Hasar Sayısı (k)	Frekanslar
0	329.322
1	19.213
2	1.786
3	187
4	24
5	5
6+	0
Toplam	350.537

Tablo 1'deki verilere bakıldığında bir yıl boyunca hiç hasar talebinde bulunmamış poliçe sayısı 329.322 iken beş kez hasar talebinde bulunan poliçe sayısı 5'tir. Yıl içinde 6 ve daha fazla hasar talebinde bulunan sigortalı bulunmamaktadır. Veri setinin ortalaması 0,066946, varyansı ise 0,076962 olarak belirlenmiştir.

4.2 Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, Türkiye'deki zorunlu trafik sigortalarına ait ödül/ceza prim değerlerinin negatif binom dağılımı baz alınarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, sigortalıların yaptıkları hasar sayılarına göre hem sigortalı hem de sigortacı açısından adil bir ödül/ceza sisteminin sonuçları belirlenmeye çalışılmıştır.

4.3 Veri Setinin Negatif Binom Dağılımına Uygunluğu

Çalışmada veri grubuna ait gözlem değerlerinin negatif binom dağılımına uygun olup olmadığı Ki-kare (χ^2) uygunluk testi ile araştırılmıştır. Testin uygulanabilmesi için gözlenen frekanslarla birlikte beklenen (teorik) frekanslara da ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmanın veri setine ilişkin gözlenen frekanslar, negatif binom dağılımına ilişkin olasılık değerleri ve teorik frekanslar aşağıda Tablo 2'de gösterilmiştir.

Negatif binom dağılımına göre olasılık değerleri belirlenirken öncelikle veri setinin ortalaması (0,066946) ve varyansı (0,076962) ile $\hat{a} = \frac{\bar{x}^2}{s^2 - \bar{x}}$, $\hat{t} = \frac{\bar{x}}{s^2 - \bar{x}}$ formüllerinden hareketle dağılımın parametreleri $\hat{a} = 0,4475$ ve $\hat{t} = 6,6839$ olarak belirlenmiş olup sonrasında olasılık değerleri hasar sayısına (k) bağlı olarak $P_0 = \left(\frac{\tau}{1+\tau}\right)^a$, $P_{k+1} = P_k \frac{k+a}{(k+1)(1+\tau)}$ formülasyonları ile yinelemeli olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2. Gözlenen Frekanslar ve Negatif Binom Dağılımına Göre Olasılık Değerleri ile Beklenen Frekanslar

Hasar Sayısı (k)	Gözlenen Frekanslar	Olasılık Değerleri (P_k)	Beklenen Frekanslar $n(P_k)$
0	329.322	0,939519	329.336,16
1	19.213	0,054711	19.178,35
2	1.786	0,005153	1.806,37
3	187	0,000547	191,79
4	24	0,000061	21,51
5	5	0,000007	2,49
Toplam	350.537		350.536,67

Tablo 2'deki verilerden hareketle çalışmaya ait veri setinin negatif binom dağılımına uygunluğu $\alpha=0,05$ hata payına göre Ki-kare uygunluk testi ile araştırılmış ve oluşturulan hipotezlere göre aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

H_0 : Örneğin seçildiği anakütle dağılımı negatif binom dağılımına uygundur.

H_A : Örneğin seçildiği anakütle dağılımı negatif binom dağılımına uygun değildir.

Hesaplanan χ^2 değeri 3,2297 olarak elde edilmiş ve tablo $\chi^2_{3,0,05}$ değeri 7,82 ile karşılaştırıldığında H_0 hipotezinin reddi için yeterli kanıt bulunamamış olup H_0 hipotezi kabul edilmiştir. Bu sonuca göre, çalışmada kullanılan veri setinin %5 hata payı ile negatif binom dağılımına uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

4.4 Negatif Binom Dağılımına Göre Ödül Ceza Sisteminin Oluşturulması

Bir önceki sonuçlar doğrultusunda, negatif binom dağılımına uygunluğu istatistiksel olarak ispatlanan veri setinden hareketle ödül/ceza sistemine ait prim değerleri belirlenebilecektir. Prim değerleri belirlenirken sigortalının net priminin üstüne net primiyle orantılı bir güvenlik yüklemesi yapılmasını öngören beklenen değer prim hesaplama prensibi kullanılmıştır. Güvenlik yüklemesi, şirketten şirkete farklılık göstermesi nedeniyle bu çalışmada göz ardı edilerek ve $t=0$ anında sisteme giren ve sıfır hasara ($k=0$) sahip bir sürücünün primi 100 TL kabul edilerek ödül/ceza sistemi oluşturulmuştur. (Bülbül & Baykal, 2016b, s. 209). Ödül/ceza sisteminde yıllara göre gerçekleşen hasar sayılarına bağlı olarak prim değerleri oluşturulurken zamanı (t) ve hasar sayılarını (k) dikkate alan ve aşağıda belirtilmiş olan ölçeğe ihtiyaç duyulmaktadır. (Lemaire, 1979:276).

$$Prim_{t+1}(k_1, k_2, \dots, k_t) = \frac{100 \frac{a+k}{\tau+t}}{\frac{a}{\tau}}$$

Daha önce belirlenmiş olan \hat{a} (0,4475) ve \hat{t} (6,6839) parametrelerin tahmini değerleri ile yukarıda belirtilen ölçeğe bağlı kalınarak ödül/ceza sistemine ait prim değerleri Tablo 3'de gösterildiği şekilde elde edilmiştir. Ödül/ceza sistemine ilişkin hesaplamalarda hasar sayısı ve süre değerleri sonsuza kadar devam etmekle birlikte genellikle literatürde zaman olarak 10 yıllık bir süre dikkate alınırken hasar (veya kaza) sayısı 5-10 arasında bir değer seçilerek sistem oluşturulmaktadır.

Tablo 3'de yer alan ödül/ceza sistemine ilişkin prim değerleri oluşturulurken hasar sayısı 5, süre ise 10 yıl olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 3: Negatif Binom Dağılımına Göre Ödül/Ceza Sistemi Prim Tutarları

Yıllar (t)	Hasar (Kaza) Sayısı (k)					
	0	1	2	3	4	5
0	100					
1	86,99	281,37	475,75	670,13	864,51	1058,89
2	76,97	248,97	420,96	592,96	764,96	936,96
3	69,02	223,26	377,49	531,73	685,97	840,20
4	62,56	202,36	342,16	481,96	621,76	761,56
5	57,21	185,04	312,88	440,71	568,55	696,38
6	52,70	170,45	288,21	405,96	523,72	641,48
7	48,84	158,00	267,15	376,30	485,45	594,60
8	45,52	147,24	248,95	350,67	452,39	554,11
9	42,62	137,85	233,08	328,31	423,54	518,78
10	40,06	129,59	219,11	308,63	398,16	487,68

Elde edilen ödül /ceza sistemi sonuçlarına göre sisteme sıfır hasar ile giren bir müşteri hasarsızlığını devam ettirdiği sürece her yıl daha düşük prim tutarları ödeyerek hasarsızlığı sayesinde her yıl indirim kazanmış olacaktır. Sisteme göre, 100 TL prim ve sıfır kaza ile sisteme dahil olan bir kişi sonraki yıla hasarsızlığını devam ettirerek girerse yeni yılda ödeyeceği prim tutarı yaklaşık %13 oranında azalacak ve 1. yılında ödeyeceği prim tutarı 86,99 TL olacaktır. Hasarsızlık durumu devam ettiği sürece de her yeni yılda ödeyeceği prim tutarı düşerek ödüllendirilmiş olacaktır. Diğer durumlarda hasar olduğu veya kaza yaptığı ve kaza nedeniyle sigorta şirketinden talepte bulunduğu takdirde başlangıç anında ödendiği prime göre daha yüksek bir prim ödemek zorunda kalarak cezalandırılmış olacaktır. Sıfır hasar ve 100 TL prim ile sisteme dahil olan bir kişi birinci yıl içinde sadece 1 kaza yaparsa sonraki yılda ödeyeceği prim tutarı yaklaşık %181 oranında artarak 281,37 TL'ye yükselecektir. Genel olarak hasar sayısı arttıkça sonraki yılda ödeyeceği trafik sigortası primi bir önceki yıla göre her zaman artış gösterecektir.

Sonuç

Ödül/ceza sistemi, kişilerin başlangıç anındaki veya mevcut yapılarını korumaları durumunda sonraki yılda ödeyecekleri prim tutarlarında bir indirim tutarı sağlayarak ödüllendirirken, mevcut yapılarından daha olumsuz bir yapıya geçmeleri durumunda sonraki yılda ödeyecekleri prim tutarında bir artışla karşı karşıya kalarak cezalandırılmalarına yol açan bir sistemdir. Bu indirim veya artış oranları veri setlerine bağlı olarak değişkenlik gösterecekleri için farklı ülkeler, farklı sigorta şirketleri dolayısıyla her farklı portföy için farklılık gösterecektir. Dolayısıyla ödül/ceza sistemi açısından sigorta şirketleri, hem portföylerinde yer alan müşterilerine doğru ve adil fiyatlar sağlayabilmeleri açısından hem de şirketin hasar/prim dengesini sağlıklı belirleyebilmeleri için müşterilerinin hasar geçmişlerini önemli bir parametre olarak değerlendirebilmektedirler.

Bu çalışmada, zorunlu trafik sigortası verilerinden hareketle ödül/ceza sistemine yönelik bir değerlendirme yapılmıştır. Öncelikle Türk sigorta sektöründe yer alan bir sigorta şirketinden temin edilen verilerin dağılım yapısının negatif binom dağılımına uygun olup olmadığı araştırılmış, uygunluğu istatistiksel olarak kanıtlandıktan sonra verilere ilişkin parametre değerlerinden hareketle negatif binom dağılımı ekseninde ödül/ceza sistemine ait prim tutarları oluşturulmuştur.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, sistemin genel işleyişine uygun olarak, hasar sayısı az olan sigortalıların hasar sayısı fazla olan sigortalılara göre bir sonraki yıl daha düşük prim ödedikleri sonucuna ulaşılrken, hasar sayısı arttıkça bir sonraki yıl ödenecek prim tutarlarının da arttığı gözlenmektedir. Bu sonuca göre her bir sigortalı yıl içindeki kendi hasar sayısına göre bir sonraki yılda kendi ödeyeceği prim tutarında indirim ya da artış elde etme imkanına sahip olacaktır. Bu durum hiç hasarı olmayan veya daha az hasara sahip sigortalıların daha fazla hasara sahip sigortalılara göre daha adaletli bir prim tutarı ödemelerini sağlamaktadır.

Ödül/ceza sisteminde elde edilen sonuçlar, tutarlar yerine artış oranları olarak değerlendirildiğinde, bir önceki yıla göre prim indirim oranları her yıl azalarak devam etmektedir. Bu sonuca göre örneğin sıfır hasara sahip bir sigortalıya birinci yılda sağlanan indirim oranı %13 iken ikinci yılda sağlanan indirim oranı %11,5'e düşmüştür.

Bununla birlikte ceza oranlarının ödül oranlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Negatif binom dağılımına göre oluşturulan ödül/ceza sisteminde belirlenen bu oransal farklılık, kötü sürücüler olarak nitelendirilen yıl içinde daha fazla hasar sayısına (kazaya) sahip sürücülere ait prim tutarlarının iyi sürücülere sağlanan indirim oranlarından daha yüksek artırım oranları ile gerçekleşmesine neden olmaktadır.

Sigorta şirketleri açısından ise ödül/ceza sistemi ile sigortalılarına sağladıkları indirimleri cezalar nedeniyle aldıkları yüksek prim tutarları ile dengeleyerek hasar/prim dengesi elde etmiş olacaktırlar. Bununla birlikte elde edilen sonuçlara göre, sigortalılar, bir sonraki yıl prim ödemesinde artış yaşamamak için, ufak hasar durumlarında sigorta şirketinde talepte bulunmayabileceklerdir.

Ayrıca ödül/ceza sistemi, prim indiriminden yararlanmak isteyen sigortalıların daha dikkatli araç kullanmalarını teşvik etmesi nedeniyle hasar sayılarının azalmasını ve sigorta şirketlerinin daha az tutarda hasar ödemelerini sağlayabilmektedir. Bu durum sigorta şirketlerinin teknik kârlarına olumlu katkı sağlayacak bir unsurdur. Dikkatli araç kullanımı dolaylı olarak toplum içinde trafik sigortası ile ilişkili diğer risklerin de (ölüm, sakatlanma vb.) azalmasına katkı sağlamaktadır.

Ödül/ceza sisteminin ürettiği sonuçlar veri setlerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilecekleri gibi sistemde kullanılacak olan olasılık dağılımlarına göre de farklılık gösterebilecektir. Bu nedenle sigorta şirketleri, portföy verilerine uygun farklı dağılımlar ile çeşitli ödül/ceza sistemlerine ilişkin değerler elde ederek sonuçları değerlendirirlerse, hem sigortalı hem de sigortacı açısından en uygun faydayı sağlayacak sistemi uygulamaya geçirerek yoğun rekabetin yaşandığı sigorta sektörü içinde konumlarını daha ileri noktalara taşıyabilirler.

Kaynakça

- Baykal, K. B., Bülbül, S. E. (2016a). Türkiye'de Trafik Sigortalarında Optimal Ödül-Ceza Sistemi Tasarımı: İyi Risk/Kötü Risk Modeli. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*. Cilt 8 (14), 17–31.
- Bülbül, S. E., Baykal, K. B. (2016b). Optimal Bonus-Malus System Design in Motor Third-Party Liability Insurance in Turkey: Negative Binomial Model. *International Journal of Economics and Finance*. 8 (8), 205–211.
- Déniz, E. G., Hernández-Bastida, A., Fernández-Sánchez, M. P. (2014). Computing Credibility Bonus-Malus Premiums Using The Total Claim Amount Distribution. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*. 43 (6), 1047–1061.
- Denuit, M., Maréchal, Xavier., Pitrebois, S., Walhin, J.F. (2007). *Actuarial Modelling of Claim Counts: Risk Classification, Credibility and Bonus-Malus Systems*. New York: John Wiley & Sons Ltd.
- Durak, N. T., Erdoğan, K. (2010). Trafik Sigortaları'nda Ödül-Ceza Sistemi Üzerine Bir Uygulama. *Reasürör*, (Ekim), 4–13.
- Frangos, N. E., Vrontos, S. D. (2001). Design of optimal bonus-malus systems with a frequency and a severity component on an individual basis in automobile insurance. *ASTIN Bulletin*. 31 (1), 1–22.
- Frees, E. W. (2009). *Regression Modeling with Actuarial and Financial Applications*, New York: Cambridge University Press.
- Gómez, E., Hernández, A., Pérez, J.M., Vázquez-Polo, F.J. (2002). Measuring Sensitivity In A Bonus-Malus System. *Insurance: Mathematics and Economics*. 31, 105–113.
- Kaas, R., Goovaerts, M., Dhaene, J., Denuit, M. (2008). *Modern Actuarial Risk Theory: Using R*. 2nd. Edition. Berlin: Springer Science & Business Media.
- Kafková, S. (2015a). A Comparison of Several Bonus Malus Systems. *Procedia Economics and Finance*. 26, 188–193.
- Kafková, S. (2015b). Bonus-Malus Systems in Vehicle Insurance. *Procedia Economics and Finance*. 23, 216–222.
- Klugman, S. A., Panjer, H. H., Willmot, G. E.. (2012). *Loss Models: From Data Decisions*. 4th. Edition. New Jersey: John Wiley & Sons Ltd.
- Lemaire, J. (1979). How to Define a Bonus-Malus System with an Exponential Utility Function. *ASTIN Bulletin*. 10 (3), 274–282.
- Lemaire, J. (1995). *Bonus-Malus Systems In Automobile Insurance*. Boston: Kluwer Academic Publisher.
- Mert, M., Saykan, Y. (2005). On A Bonus-Malus System Where The Claim Frequency Distribution Is Geometric And The Claim Severity Distribution Is Pareto. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, 34, 75–81.
- Morillo, I., Bermúdez, L. (2003). Bonus-Malus System Using An Exponential Loss Function With An Inverse Gaussian Distribution. *Insurance: Mathematics and Economics*, 33, 49–57.
- Yung-Ching, H., Yung-Ming, S., Pai-Lung, C., Yen-Ming, J. C. (2015). Vehicle Insurance And The Risk Of Road Traffic Accidents. *Transportation Research, Part A*. 74, 201–209.

Summary

Compulsory traffic insurance is an insurance that provides the liability of the insured to survive in the event of a death, injured or pecuniary accident. The traffic insurance premiums determined by the insurance companies are generally calculated on the basis of the stepwise the bonus/malus system considering the existing statistics. The bonus/malus system is based on creating the premium amount for the following year, depending on the insured's current year's number of losses. According to this system, the premium amount of the insured which has not caused any damage during the year falls while the amount of insurance premium increases as the number of claims increases in case of damages during the year. In the bonus/malus system, the insured enters the system at the beginning of the insurance, at the beginning step and renews his insurance by reward or punishment according to the previous year's number of damage every year. In order to determine bonus/malus amounts in the bonus/malus system, a premium scale is needed. The premium scale is calculated according to the probability distribution based on the bonus/malus system and differs according to the structure of the probability distribution. For the bonus/malus system, the Poisson distribution is generally used and other probability distributions such as Negative Binom, Poisson-Reverse Gauss and Good Risk / Bad Risk distributions are also used. The negative binomial distribution is used in the study because of the negative binomial distribution is a two parameter distribution and has more flexibility than the Poisson distribution.

The study's dataset consists of the compulsory traffic insurance claim numbers of 2015 of the private car drivers belonging to an insurance company in Turkey. The aim of the study is to determine the bonus/malus premiums of compulsory traffic insurances in Turkey based on the negative binomial distribution. For this purpose, the bonus amounts for the bonus/malus system were established according to the negative binomial distribution. When the results obtained

are examined, it is observed that as the number of claims increases, the amount of premiums to be paid next year is increased as the number of claims is increased in accordance with the general operation of the system, while the insureds paying lower premiums are paid the following year. When the results obtained in the the bonus/malus system are evaluated as increase rates instead of amounts, the premium discount rates compared to the previous year are decreasing every year. However, the malus rates were found to be higher than the bonus rates. This proportional difference in the bonus/malus system, which is established according to the negative binomial distribution, causes the premium amounts of the drivers with more damage during the year, which are considered bad drivers, to be realized with higher increase rates than the discount rates provided by the good drivers. In terms of insurance companies, they will have a balance of damage/premiums balancing with the high premium amounts they receive due to malus for discounts on insurers. In addition, the bonus/malus system can reduce the number of claims due to the fact that the insurers who want to take advantage of the premium discount encourage more careful driving, and the insurance companies can pay less damage. This is a positive contribution to the technical profits of insurance companies. Careful use of the vehicle indirectly contributes to the reduction of other risks associated with traffic insurance (death, disability, etc.) in the community.
