

ANTALYA İLİNDE 2012-2016 YILLARI ARASINDA YAŞANMIŞ TRAFİK KAZALARININ LOGLINEER MODELLEME YÖNTEMİ İLE ANALİZİ

Arzu ER^{1*}, Murat KARACASU², Ahmet ÇOŞGUN³, Arzu ALTIN YAVUZ⁴

¹Akdeniz Üniversitesi T.B.M.Y.O. İnşaat Bölümü, İnşaat Teknolojisi Programı, Antalya
ORCID No : <https://orcid.org/0000-0003-4433-1410>

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Müh.Mim.Fak. İnşaat Müh.Bölümü, Eskişehir
ORCID No: <https://orcid.org/0000-0001-9721-0984>

³Akdeniz Üniversitesi T.B.M.Y.O. Elek.ve Enerji Bölümü, Antalya
ORCID No : <https://orcid.org/0000-0002-0243-5476>

⁴Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü, Eskişehir
ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-3277-740X>

DOI : <http://dx.doi.org/10.31796/ogummf.568802>

Anahtar Kelimeler	Öz
Trafik Kaza Antalya Loglineer	<i>Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de trafik kazaları, sebep olduğu maddi ve manevi kayıplar nedeniyle sürekli olarak gündemdeki yerini korumaktadır. İnsan, yol, araç ve çevre koşulları gibi etkenlerden bir veya birkaç etkenin bir araya gelmesiyle, telafi edilebilen maddi kazalar veya telafisi mümkün olmayan ölümlü kazalar meydana gelebilmektedir. Trafik kazalarının sayısını ve etkilerini en aza indirebilmek için ülkeler bu konularda çeşitli stratejiler ve uygulamalar geliştirmektedir. Genel olarak trafik kazalarını azaltabilmek, kazaya sebep olan etkenlerin tespit edilip ortadan kaldırılmasıyla mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada 2012 ile 2016 yılları arasında Antalya ili ve ilçelerinde yaşanmış, ölümlü, yaralanmalı ve maddi hasarlı olmak üzere toplam 30.232 adet trafik kazasına ait veriler incelenmiştir. Yöntem olarak kategorik değişkenlerin etkileşimlerine ait hipotez testlerinin yapıldığı loglineer modelleme ve uyum analizi kullanılmış, sonuçta değişkenlerin ikili ya da üçlü etkileşimlerinin kaza oluşumu üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı, Antalya ilinde, trafik güvenliğinin sağlanması için, kazaya etken olan değişkenlerin etkileşimlerinin önemini ortaya koyarak, önleyici tedbirlerin alınmasını sağlamaktır. Bu şekilde kazaların en aza indirildiği, sürdürülebilir ulaştırma faaliyetleri sağlanmış olacaktır. Analiz sonuçlarına göre, Antalya bölgesinde, bölünmüş yol tipi ve asfalt kaplama ile tek yön yol tipi ve asfalt kaplama olan yerlerde trafik kazalarının olduğu belirlenmiştir. Kaza yeri ve kaza oluş biçimi ile kaza yeri ve trafik lambası durumu arasında anlamlı ilişki olduğu belirlenmiştir.</i>

ANALYSIS OF THE TRAFFIC ACCIDENTS OF ANTALYA PROVINCE BETWEEN 2012-2016 WITH LOG-LINEAR ANALYSIS

Keywords	Abstract
Traffic Accidents Antalya Log-Linear	<i>All over the world as well as in traffic accidents in Turkey, due to the material and spiritual losses caused continuously maintain its place on the agenda. Human, road, vehicle and environmental conditions, such as a combination of one or several factors combined, can be compensated material accidents or irreparable fatal accidents can occur. In order to minimize the number and impact of traffic accidents, countries develop various strategies and practices on these issues. Generally, it is possible to reduce the traffic accidents by determining and eliminating the factors causing the accident. In this study, a total of 30,232 traffic accidents, including fatalities, injuries and material damage, were observed between 2012 and 2016 in Antalya and its districts. As a method, loglinear modeling and correspondence analysis were used for the hypothesis testing of the categorical variables. Finally, the effects of binary or multiple interactions of variables on the occurrence of accidents were evaluated. The aim of the study is to provide the safety of traffic in Antalya province by demonstrating the importance of the</i>

* Sorumlu yazar; e-posta : arzubodurer@gmail.com

interaction of the variables affecting the accident, and taking preventive measures. In this way, sustainable transport activities will be ensured, where accidents are minimized. According to the results of the analysis, it was determined that there were traffic accidents in the Antalya region where there were split road type and asphalt pavement and one way road type and asphalt pavement. It was determined that there was a significant relationship between accident site and accident type and accident site and traffic light status.

Araştırma Makalesi		Research Article	
Başvuru Tarihi	: 22.05.2019	Submission Date	: 22.05.2019
Kabul Tarihi	: 16.10.2019	Accepted Date	: 16.10.2019

1. Giriş

Ulaşım insanoğlunun en temel ihtiyaçlarından biridir. İnsan ve yük taşınması için yol ve araçlara ihtiyaç duyulmuş, bu ihtiyaçlar hızla gelişen teknolojiyle giderilmeye çalışılmıştır. Ülkelerde, teknolojinin ve gelişmişliğin derecesini en iyi yansıtan ölçek niteliğinde olan ulaşım kalitesini iyileştirmeler yönünde sürekli çalışmalar yapılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde ulaşım sektörüne yatırım yapılırken aynı zamanda ulaştırma alanındaki araştırma geliştirme faaliyetlerine de bütçe ayrıldığından, az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelere göre daha az kaza, yaralanma ve ölüm olayı yaşanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre; trafik kazalarında ölüm oranının, yüksek gelirli ülkelerde %8.7, orta gelirli ülkelerde %20.1 ve düşük gelirli ülkelerde %18.3 olduğu görülmektedir (World Health Organization, 2013).

Dünya genelinde ölüm nedenleri sıralamalarında, trafik kazaları nedeniyle ölüm ilk sıralarda yerini almaktadır. Ortalama, yılda 1.24 milyondan fazla kişi, günde de 3700'den fazla kişi hayatını kaybetmekte ve 20-50 Milyon arasındaki kişi yaralanmakta veya sakat kalmaktadır. Türkiye'nin de içinde yer aldığı gelişmekte olan ülkeler, dünyadaki taşıtların yarısına sahip olmasına karşın, trafik kazalarındaki ölümlerin %80'i bu ülkelerde meydana gelmektedir (Kaygısız ve Sümer; 2017). Araç sayısı ve gidilen kilometre dikkate alındığında ülkemizde, Avrupa Birliği (AB) ortalamasından 6-11 kat daha fazla ölümlü kaza meydana geldiği görülmektedir. Resmi istatistikler ve trafik güvenliği raporlarına göre, 2015 yılında Türkiye'de trafik kazalarında 7.530 kişi hayatını kaybetmiş ve 304.421 kişi yaralanmıştır (Türkiye İstatistik Kurumu, 2019)

Ulaşım kalitesinde gelişmiş ülkeler seviyesine gelinebilmesi için, güvenli ve hızlı ulaşımın aynı zamanda konforlu ve çevreyi en az kirletecek şekilde sağlanması gerekmektedir. Yapılan uygulamaların bazen ulaşımındaki güvenliği sağlamadığı ya da yetersiz kaldığı, o noktada sıklıkla yaşanan trafik kazaları ile kendini göstermektedir. Bu durumda yapılması gereken; kazaların nedenlerinin iyi analiz edilmesi ve bu nedenlerin ortadan kaldırılmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmesidir.

Trafik kazaları, kazaya neden olan değişkenlerin insan, yol, çevre gibi çok çeşitli olması ve sonucunda da toplumu ekonomik, sosyal, psikolojik gibi birçok yönden etkilemesi nedeniyle, ilgili tüm disiplinlerin birlikte ve etkileşim halinde çalışarak çözüme kavuşturulması gereken toplumsal bir sorundur. Dünyada ve Türkiye'de bu sorunun çözümüne yönelik yürütülen akademik çalışmaların çoğunda kazaya neden olan değişkenlerin tespiti için analizler yapıldığı ve sonuç olarak; ileri yaştaki sürücülerin sürücü lisanslarında kısıtlamaya gidilmesi (Asbridge, Poulin ve Donato, 2005), trafiğin yoğun olduğu gün ve saatlerde denetimlerin artırılması (Bagloee ve Asadi, 2016) gibi öneriler geliştirildiği görülmektedir.

Dünyada ve ülkemizde kazaların nedenleri üzerine yapılan çalışmalarda trafik kazaları ile ilgili pek çok değişken incelenmiştir. Kavşaklarda EDS'nin (Elektronik Denetleme Sistemi) olup olmasının kaza sayısı üzerinde etkisinin olmadığı (Kaygısız ve Sümer, 2017); sürücülere uygulanan ceza miktarının artmasının kaza sayısını azaltmadığı, aksine arttırdığı (Bayata ve Hattatoğlu, 2010); kadın sürücü oranlarının bir ilde artması ile o ilde trafik kazalarının da arttığı (Delice, 2012); sürücü dikkatsizliğinin tatil günlerinde arttığı, gündüz erkeklerin daha fazla kazaya karıştığı, kadınların daha çok ölümlü/ yaralanmalı kazalara karıştığı (Olmuş ve Erbaş, 2012); sürücü yaşı, hava durumu, mevsim, yolun geometrik yapısı, sürücü eğitimi ve araç cinsi değişkenlerinin trafik kazası oluşumunda etkin olarak rol oynadığı (Çelik ve Senger, 2014); kazaların sıklıkla yerleşim yeri dışında, gündüz, açık havada meydana geldiği (Doğrul, Akay ve Kurt, 2015); kent içi asfalt kaplamalı yollarda meydana gelen kazaların yaralanmalı kazalar olduğu, şehir içinde meydana gelen kazalarda ölümlü kazaların daha az görüldüğü, aydınlatma, trafik lambası ve yaya kaldırımı olan yerlerde ölümlü kazaların daha az olduğu, emniyet kemerinin takılı olduğu durumlarda ölen sürücü sayısının daha az olduğu, günün gündüz/gece olması, kaza tipinin çok araçlı/tek araçlı olması, kaza türü, kavşağın olup olmaması gibi parametrelerin, ölümlü ve yaralanmalı kazalardaki en önemli parametreler olduğu (Tercan ve Beşdok, 2018) ve sürücü dikkatsizliğinin kazalar üzerindeki etkisinin önemli olduğu

(Mahmoudzadeh, Razi-Ardakani, Kermanshah, 2018) gibi birçok belirleyici sonuca ulaşılmıştır.

Literatürde; kazaların analizinde kullanılabilirlik farklı metodolojilerin ve kullanılabilirlik durumlarının yorumlandığı (Lord ve Mannering, 2010) çalışmalar, toplam ölü ve yaralı sayısı ve bu sayıları etkileyen trafik kazalarına ait risk faktörlerinin istatistiksel yöntemler ve modeller kullanılarak araştırıldığı çalışmalar (Ünlü, Biçer ve Özcebe, 2017), bir sorunun eldeki verilerden hareket ile modellemeye çalışan bilgisayar destekli makine öğrenmesi adı verilen tekniklerin kullanıldığı çalışmalar (Çodur ve Tortum, 2015; Acı ve Yılmaz, 2017), trafik kazalarının en çok meydana geldiği noktaların görsel olarak harita üzerinde tespit edilebilmesine yönelik coğrafi bilgi sistemi yönteminin kullanıldığı araştırmalar (Yılmaz, Erdoğan, Baybura, Güllü, Uysal, 2007; Kabakuş, Tortum ve Çodur, 2012) bulunmaktadır.

Bu çalışmada ise 2012-2016 yılları arasında Antalya ili ve ilçelerinde meydana gelmiş 30.232 adet trafik kazasına ait tutanaklarda yer alan; kaza yeri, yol tipi, kaplama türü, yol sınıfı, hava durumu, yolun yatay düzlemdeki geometrik yapısı, yolun düşey düzlemdeki geometrik yapısı, kavşağın geometrik yapısı, geçitlerin geometrik yapısı, yol yüzeyi, trafik lambası, aydınlatma, trafik görevlisi, kazaya karışan araç sayısı, yaya yolu, kaza oluş biçimi değişkenlerinin etkileşimleri incelenmiş ve en iyi model elde edilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmada sürücü davranışlarının tek başına trafik kazaları üzerinde etkisinin olmadığı, yol şartları ve diğer sürücüler ile olan ilişkinin de etkili olabileceği öngörülmüştür. Bu sebeple çalışmaya yol şartları ve belirtilen diğer unsurlar da eklenerek sözü edilen durumların trafik kazası ile olan ilişkilerinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, trafik kazalarına etki eden temel faktörleri tespit etmek amacıyla en uygun modeli belirlemek için loglineer analiz ve belirlenen en uygun modeli görsel ve yorumsal açıdan değerlendirmek için uyum analizi yöntemleri kullanılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan veriler (2012 ile 2016 yılları arasında Antalya ili ve ilçelerinde yaşanmış, ölümlü, yaralanmalı ve maddi hasarlı trafik kazaları verileri), T.C. İçişleri Bakanlığı Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı'ndan temin edilmiştir.

Verilere dayalı olarak yapılan istatistiksel analizlerin, en önemli aşamalarından bir tanesi değişken yapılarına göre uygulanacak analiz yöntemlerinin seçilmesidir. Bu çalışmada, kesikli veriler için yaygın olarak kullanılan çok değişkenli veri analizlerinden loglineer modelleme ve uyum analizi tercih edilmiştir. Verilere ilk aşamada

loglineer modelleme uygulanmış ve sonrasında uyum analizi ile devam edilmiştir.

2.1. Loglineer Analiz

Kateri'ye (2010) göre; kesikli değişkenlerden elde edilen kategorik tipteki verilerin kontenjans tablolarında gösterilmesi sıklıkla kullanılmaktadır ve bu tabloların en basiti iki yönlü kontenjan tablolarıdır. Veriler genel olarak üç veya daha çok sayıda değişkenlerin oluşturduğu kontenjans tabloları ile ifade edilmektedirler. Lawal'ın (2003) belirttiği üzere çok boyutlu kontenjan tablolarında, değişkenlerin karşılıklı bağımsızlığı, koşullu bağımsızlığı ile kısmi bağımsızlığına ait hipotezler kurulmalıdır.

İki kategorik değişken arasındaki ilişkinin incelendiği kontenjans tablo analizleri, çoğu durumda yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, çok boyutlu tabloların analizlerinde kategorik değişkenlerin etkileşimlerine ait hipotez testlerinin yapıldığı loglineer analiz, çok değişkenli analizler arasında önemli bir yere sahiptir (Christensen, 1997). Kontenjans tablolarının analizinde kullanılan loglineer modelleme, sürekli dağılıma sahip faktörün bağımlı değişkenler ile açıklandığı varyans analizine benzerliği ile dikkat çekmektedir.

Loglineer analiz ile en iyi modelin bulunmasına çalışılırken, kurulan modelin anlamlılık sınamalarının da yapılmasını sağlamaktadır (Howell, 2009).

Kesikli değişkenlerden oluşan verilerin yapısının araştırılması ile değişken/ değişkenlerin kombinasyonlarının etkisinin gösterilmesinde, verilerin daha basit bir forma indirgenmesi sağlanır (Lee, 1977).

Bu çalışmada üç boyutlu kontenjans tablolarının analizi yapıldığından, üç boyutlu kontenjans tabloları hakkında bilgi verilecektir. Loglineer modelde, göze adı verilen tablo içindeki hücre değerlerinin doğal logaritması, kategorik değişkenlerin etkilerinin ve etkileşimlerinin doğrusal bir fonksiyonu olarak modellenir. Örnek olarak sırasıyla i, j ve k sayıda kategoriye sahip A, B ve C değişkenleri arasındaki ilişkilerin incelenmek istendiği varsayalım. Bu durumda A, B ve C kategorik değişkenlerinin $i = 1, 2, \dots, I$, $j = 1, 2, \dots, J$ ve $k = 1, 2, \dots, K$ düzeylerinin her bir kombinasyonu için oluşturulacak logaritmik doğrusal model;

$$\ln(F_{ijk}) = \mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC} + \lambda_{ijk}^{ABC} \quad (1)$$

şeklinde ifade edilir. Bu model, içinde ortalama ana (sabit) etkiyi (μ), diğer ana etkileri, bütün olası ikili etkileşimleri ve üçlü etkileşimi içermektedir.

Modelde;

$Ln(F_{ijk})$: ijk gözesi için beklenen frekansın doğal logaritması,

μ : ijk gözesi için beklenen frekansların doğal logaritmalarının ortalaması (sabit terim),

λ_i^A : A değişkeninin ana etkisi,

λ_j^B : B değişkeninin ana etkisi,

λ_k^C : C değişkeninin ana etkisi,

λ_{ij}^{AB} : A ve B değişkenleri için ikinci dereceden etkileşim etkisi,

λ_{ik}^{AC} : A ve C değişkenleri için ikinci dereceden etkileşim etkisi,

λ_{jk}^{BC} : B ve C değişkenleri için ikinci dereceden etkileşim etkisi,

λ_{ijk}^{ABC} : A,B,C değişkenleri için üçüncü dereceden etkileşim etkisini gösterir (Agresti, 2002:204).

Verilere ait en uygun modelin seçilmesi aşamasından önce, hangi etkilerin önemli olup olmadığını araştırılması için etkilerin elenmesi aşaması gerekmektedir. Bazı eleme sonuçları araştırmacıya yeterli bilgi verebilir. Modelleme işlemi, bağımsız değişkenler arasındaki olası mümkün tüm etkileşimler ile başlar. Eğer üç bağımsız değişken varsa, model için tek, iki ve üç yönlü tüm etkileşimler ile işleme başlanır. Olası tüm etkileri içeren en uygun daha basit bir model bulabilmek için, modellerin hiyerarşik anlamda incelenmesi ve model uygunluğuna en az katkıyı sağlayan etkileşimlerin elenmesi gerekir. Bu amaçla genellikle geriye doğru aşamalı eleme işlemi kullanılır. Daha yüksek dereceye sahip etkileşimler, genel olarak önce incelenir. Eğer yüksek dereceli etkileşim, istatistiksel olarak anlamlı değilse elenir ve ikinci dereceden etkileşimler de uygun yöntemlerle incelenir. Eleme işlemi, araştırmacı tarafından kabul edilen olasılık düzeyine bağlı olarak, modele uygun veriler kabul edilemez oluncaya kadar devam eder. Bir modelin tamamen uygun olup olmadığı, her bir model için gözlenen frekanslarla beklenen frekanslar karşılaştırılarak belirlenir (Oğuzlar, 2004).

Parametre tahminleri, bağımsız değişkenlerin görece önemini açıklamak için kullanılmaktadır. Herhangi iki göznenin, standartlaştırılmış parametre tahminlerinin mutlak büyüklük oranı, ilgili parametreler için frekansların açıklanmasında oransal önemi yansıtır (Garson, 2007).

2.2. Uyum Analizi

Uyum analizi; değişkenler arasındaki ilişkilerin iki veya çok boyutlu kontenjans tablolar ile incelendiği durumlarda loglineer analize yardımcı olarak kullanılmaktadır. Diğer bir deyişle, kontenjans tablo analizinin tamamlayıcısı olan çok değişkenli istatistiksel bir tekniktir. Bu analiz sayesinde, her bir değişkenin kategorileri arasındaki ilişkiler grafiksel olarak yorumlanabilmektedir. Kısaca, uyum analizi iki ya da daha çok kategoriye sahip veriler arasındaki uyumu incelemektedir (Bartholomew, Steele, Moustaki ve Galbraith, 2008).

Kategorik olarak elde edilen veya kategorik hale getirilen verilerin analizinde, uyum analizi kullanılır.

Uyum analizinin 2 temel amacı vardır. Bunlar, kontenjans tablosundaki satır ve sütun kategorileri arasındaki ilişkiyi grafiksel olarak göstermek ve kontenjans tablosunun boyut sayısının azaltılması şeklinde belirtilmiştir (Alpar, 2013).

Uyum analizi, kontenjans tablosunun içerdiği değişken sayısına göre adlandırılmaktadır. Kontenjans tablosundaki değişken sayısı 2 olduğunda basit uyum analizi, 3 ve daha fazla değişken olduğunda ise çoklu uyum analizi olarak adlandırılmaktadır (Özdamar, 2013).

Uyum analizin tek varsayımı, kontenjans tablosundaki sıklıkların pozitif sayılar olmasıdır. Bunun dışından değişkenlerin dağılımı açısından bir varsayımı bulunmaması tekniğin avantajıdır (Clausen, 1998).

3. Uygulama

Bu bölümde Antalya ili trafik kaza verileri için loglineer ve uyum analizleri, SPSS 18 programında analiz edilmiştir. Antalya İlinde 2012-2016 yılında gerçekleşen kazalara ilişkin frekans analizi Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre, kazaya karışanların %84,4'ü yerleşim yerinde ve %15,6'sı yerleşim yeri dışında kazaya karışmıştır. Antalya İli'ndeki kazaların %58,6'sı bölünmüş yolda, %33,0'ı da iki yönlü yolda meydana gelmiştir. Trafik kazalarının %94,6'sı asfalt yolda olmuştur. Antalya İli'ndeki kazaların %62,5'i cadde, %21,2'si de devlet yolunda meydana gelmiştir. Yine kazaların %89,2'si düz yolda, %86,7'si eğimsiz yolda ve %56,9'u kavşağın olmadığı alanlarda, %88,8'i de geçidin olmadığı alanlarda olmuştur. Benzer şekilde, trafik kazalarının %91,6'sının açık havada meydana geldiği görülmüştür. Antalya İli'ndeki kazaların %90,4'ü de kuru yol yüzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Trafik kazalarının %41,4'ü yandan çarpma şeklinde gelişmiştir.

Antalya İli'ndeki kazaların %90,4'ü de kuru yol yüzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Trafik kazalarının %41,4'ü yandan çarpma şeklinde gelişmiştir. Antalya İli'nde olan trafik kazalarının %59,3'ü de iki aracın çarpışması şeklinde meydana gelmiştir. Trafik kazalarının %57,7'si de yaya yolu bulunan yerlerde oluşmuştur. Yine, trafik kazalarının %68,5'i aydınlatması olan yerlerde ve %99,5'i de trafik görevlisinin bulunmadığı alanlarda olmuştur.

Zincirleme	0.1	İki araç	59.3
Çoklu	0.1	Çok araç	6.2
Engele	5.7	Yaya yolu (YY)	
Yayaya	12.1	Var	57.7
Hayvana	0.3	Yok	42.3
Takla	9.4		
Yoldan Çıkma	8.4		
Araçtan insan	0.3		
Araçtan cisim	0.1		

Tablo 1
Antalya İli Trafik Kaza Verilerine İlişkin Frekans Analizi

Değişken	%	Değişken	%
Kaza Yeri (KY)		Geo. Düşey (GD)	
Yerleşim Yeri	84,4	Eğimsiz	86,7
Yerleşim Yeri Dışı	15.6	Eğimli	12.6
Yol Tipi (YT)		Tehlikeli Eğim	0.5
Bölünmüş	58.6	Tepe Üstü	0.2
Tek yön	7.0	Geo. Kavşak (GK)	
İki yön	33.0	Üç yön T	10.4
Diğer	1.4	Üç yön Y	1.5
Kaplama Türü (KT)		Dört yön	23.2
Asfalt	94.6	Dönel Kavşak	5.7
Sathi Kaplama	1.4	Köprülü	0.3
Beton	0.2	Diğer	2.0
Parke	3.4	Hemzemin	0.1
Stabilize	0.3	Kavşak yok	56.9
Toprak	0.1	Geo. Geçit (GG)	
Yol Sınıfı (YS)		Kont.lü demiryolu	0.2
Devlet yolu	21.2	Kont.süz demiryolu	0.4
Sokak	15.2	Okul geçidi	0.1
Cadde	62.5	Yaya geçidi	10.5
Park Alanı	0.1	Geçit yok	88.8
Diğer	0.2	Hava Durumu (HD)	
İl Yolu	0.2	Açık	91.6
Tesis Önü	0.1	Sis	0.7
Servis Yolu	0.1	Yağmur	7.1
Bağlantı Yolu	0.1	Kar	0.1
Köy Yolu	0.1	Sulusepken	0.1
Orman Yolu	0.1	Dolu	0.1
Geo. Yatay (GY)		Tipi	0.1
Düz	89.2	Rüzgar	0.1
Viraj	8.9	Kum Fırtanası	0.1
Tehlikeli Viraj	1.9		
Yol yüzey (YY)		Trafik Lamba (TL)	
Kuru	90.4	Var	15.8
Islak	9.1	Bozuk	3.7
Karlı	0.1	Yok	80.4
Buzlu	0.1	Aydınlatma (AY)	
Su birikintisi	0.1	Var	68.5
Diğer	0.2	Bozuk	1.9
Kaza Oluş Biçimi		Yok	29.6
Karşılıklı	6.1	Trafik Görevli (TG)	
Arkadan	12.1	Var	0.5
Yandan	41.4	Yok	99.5
Yan Yana	1.6	Araç sayıya göre	
Duran Araca	2.2	Tek araç	34.5

3.1. Antalya Trafik Kazaları İçin Loglineer Analiz

3.1.1. Model 1

Kontenjans Tablosu verilerinin loglineer analizi için üç yaklaşım vardır. İlk aşama k-yönlü etkilerin anlamlılığının sınanmasıdır. İkinci aşama kısmi ki-kare değerlerinin incelenmesidir. Üçüncü aşama ise, geriye doğru eleme aşamasıdır. K-yönlü etkilerin ve kısmi ilişkiler için anlamlılık sınaması Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2

KY, YT ve KT Verileri için k-yönlü Etkiler ve Kısmi İlişkiler

Etki	K	s.d.	Olabilirlik Oran Ki-Kare	p	Pearson Ki-Kare	p
K-yönlü ve daha yüksek düzeyli etkiler	1	47	110373.217	0.001	323889.409	0.001
	2	38	1124.054	0.001	2073.582	0.001
	3	15	21.391	0.125	35.269	0.002
K-yönlü etkiler	1	9	109249.163	0.001	321815.828	0.001
	2	23	1102.663	0.001	2038.313	0.001
	3	15	21.391	0.125	35.269	0.002

Etki	s.d.	Kısmi Ki-Kare	p
KY*YT	3	258.643	0.001
KY*KT	5	276.463	0.001
YT*KT	15	490.067	0.001
KY	1	12632.655	0.001
YT	3	22432.776	0.001
KT	5	74183.732	0.001

Tablo 2'den görüleceği üzere, ana etkiler (k=1), iki değişkenli etkileşim etkileri (k=2) ve üç değişkenli etkileşim etkileri (k=3) Pearson ki-kare değerine göre istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). Ancak Olabilirlik Oran ki-kare değerine göre, üç değişkenli etkileşim etkileri (k=3) anlamsızdır (p>0,05). Modelde ana etkiler dışında iki değişkenli etkileşim etkileri de yer almalıdır. Uygun modelin seçimi için kısmi ilişkiler yaklaşımı sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'den anlaşılacağı üzere, tüm ana ve iki değişkenli etkileşim etkilerinin anlamlı olduğu görülmektedir (p<0,05).

Geriye doğru eleme aşaması için sonuç Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3

Geriye Doğru Eleme Aşaması

Adım	Etki	Ki-Kare	s.d.	p
1 k-yönlü etki	KY*YT, KY*KT, YT*KT	21.391	15	0.125
Silinen Etki	1 KY*YT	258.643	3	0.001
	2 KY*KT	276.463	5	0.001
	3 YT*KT	490.067	15	0.001
2 k-yönlü etki	KY*YT, KY*KT, YT*KT	21.391	15	0.125

Tablo 3'den görüldüğü gibi, üç yönlü etkinin modelden silinmesi anlamlıdır ($p>0,05$). Parametrelerin anlamlılık sınamaları Tablo 4'te verilmiştir. Model eşitlikte verildiği gibidir;

$$\ln A = \text{Sabit terim} + KY + YT + KT + KY*YT + KY*KT + YT*KT + KY*YT*KY \quad (2)$$

Tablo 4

Parametrelerin Anlamlılık Sınaması

	Kestirim	Std.	Z	p
KY*YT	-0.108	0.193	-0.560	0.576
	-0.144	0.198	-0.727	0.467
KY*KT	-0.194	0.112	-1.737	0.082
	1.551	0.195	7.939	0.001
YT*KT	1.066	0.223	4.789	0.001
	1.301	0.107	12.133	0.001
YT	0.435	0.193	2.259	0.024
KT	4.093	0.112	36.604	0.001
	0.556	0.149	3.737	0.001

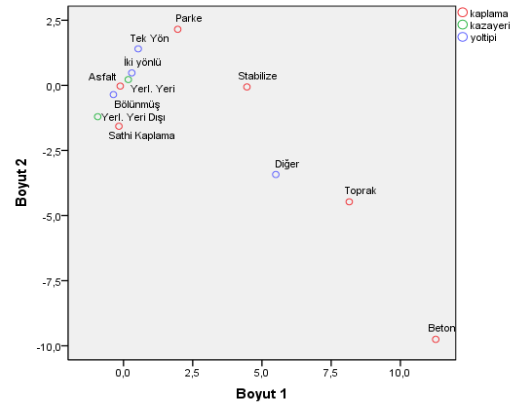
Tablo 4 incelendiğinde, iki yönlü ilişkiler için, kaza yeri ve yol tipi ile kaza yeri ve kaplama türü parametre değerlerinin anlamsız olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$). Yol tipi ve kaplama türü parametre değeri anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Bölünmüş ve tek yön yol tipleri ile asfalt kaplama olması durumu arasında ilişki olduğu söylenebilir. Antalya bölgesinde, bölünmüş yol tipi ve asfalt kaplama ile tek yön yol tipi ve asfalt kaplama olan yerlerde trafik kazalarının olduğu belirlenmiştir.

Uygulanan çoklu uyum analizi sonucunda elde edilen tablo ve grafikler izleyen kısımda verilmektedir. Grafikselleştirimdeki boyutlarla açıklanan inertia değerleri Tablo 5'de yer almaktadır. İki boyut toplam varyansın yaklaşık % 79'unu açıklamaktadır. Şekil 1 incelendiğinde, Antalya İlinde bölünmüş yol ve asfalt kaplama tipindeki trafik kazaları yerleşim yerinde olmaktadır.

Tablo 5

KY, YT, KT için Uyum Analizi Sonuçları

Boyut	Hesaplanan Varyans		
	Toplam (Özdeğer)	Inertia	Varyans %
1	1.258	0.419	41.927
2	1.127	0.376	37.571
Toplam	2.385	0.795	79.498



Şekil 1. KT, KY, YT için çoklu uyum grafiği

3.1.2. Model 2

Benzer şekilde, K-yönlü etkilerin anlamlılık sınaması Tablo 6'da verilmiştir. Tablo 6'dan görüleceği üzere, ana etkiler ($k=1$), iki değişkenli etkileşim etkileri ($k=2$) ve üç değişkenli etkileşim etkileri ($k=3$) istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Modelde ana etkiler dışında iki ve üç değişkenli etkileşim etkileri de yer almaktadır. Uygun modelin seçimi için kısmi ilişkiler yaklaşımı sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6

KY, KO ve TL Verileri için k-yönlü Etkiler ve Kısmi İlişkiler

Etki	Olabilirlik Oran			Pearson		
	K	s.d.	Ki-Kare	p	Ki-Kare	p
K-yönlü ve daha yüksek düzeyli etkiler	1	83	78622.051	0.001	220131.305	0.001
	2	67	2919.361	0.001	3386.849	0.001
	3	26	189.693	0.001	186.102	0.001
K-yönlü etkiler	1	16	75702.690	0.001	216744.455	0.001
	2	41	2729.668	0.001	3200.747	0.001
	3	26	189.693	0.001	186.102	0.001
Etkiler	s.d.	Kısmi Ki-Kare		p		
KY*KO	13	2090.616		0.001		
KY*TL	2	26.306		0.001		
KO*TL	26	655.171		0.001		
KY	1	12632.655		0.001		
KO	13	38362.410		0.001		
TL	2	24707.625		0.001		

Tablo 6'dan anlaşılacağı üzere, tüm ana ve iki değişkenli etkileşim etkilerinin anlamlı olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Tablo 7'den görüldüğü gibi, üç yönlü etkinin modelden silinmesi anlamsızdır ($p<0,05$).

Tablo 7

Geriye Doğru Eleme Aşaması

Adım	Etki	Ki-Kare	s.d.	p	
Silinen Etki	1	KY*KO*TL	189.693	26	0,001

Model eşitlikte verildiği gibidir;

$$\ln A = \text{Sabit terim} + KY + KO + TL + KY*KO + KY*TL + KO*TL + KY*KO*TL \quad (3)$$

Parametrelerin anlamlılık sınamaları Tablo 8'de verilmiştir. Tabloya göre, üç yönlü ilişkiler için, kaza yeri, kaza oluş biçimi ve trafik lambası durumu arasında ilişki bulunmuştur.

Tablo 8

Parametrelerin Anlamlılık Sınaması

Etki	Kestirim	Std. Hata	Z	p
KY*KO*TL	0.069	0.139	0.495	0.621
	0.283	0.123	2.130	0.021
KY*KO	0.311	0.101	3.094	0.002
	-0.023	0.075	-0.309	0.757
KY*TL	-0.002	0.088	-0.019	0.985
KO*TL	-0.287	0.139	-2.065	0.046
KY	0.697	0.063	10.980	0.001
KO	0.955	0.101	9.495	0.001
TL	-0.244	0.088	-2.771	0.006

Antalya bölgesinde, yerleşim yeri içinde duran araca çarpma durumunda trafik lambasının olmadığı belirlenmiştir ($p<0,05$). İki yönlü ilişkiler için, kaza yeri ve kaza oluş biçimi ile kaza yeri ve trafik lambası durumu parametre değerlerinin anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Bölünmüş yol tipleri ile karşılıklı kaza olması durumu arasında ilişki olduğu söylenebilir. Antalya bölgesinde, bölünmüş yol tipi olan bölgelerde karşılıklı kaza olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, Antalya bölgesi için, karşılıklı çarpışma olan bölgelerde trafik lambasının olduğu görülmüştür.

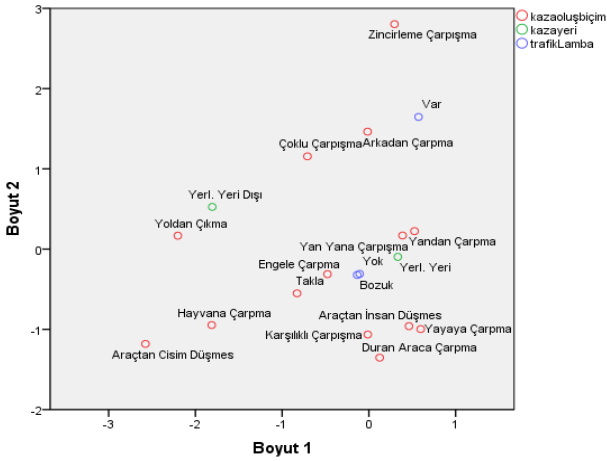
Uygulanan çoklu uyum analizi sonucunda elde edilen inertia değerleri ve ilgili grafik izleyen kısımda verilmiştir. Inertia değerleri Tablo 9'da yer almaktadır.

Tablo 9

KY, KO, TL için Uyum Analizi Sonuçları

Boyut	Hesaplanan Varyans		
	Toplam (Özdeğer)	Inertia	Varyans %
1	1,327	,442	44,221
2	1,127	,376	37,556
Toplam	2,453	,818	

İki boyut toplam varyansın %81,777'sini açıklamaktadır. Şekil 2'ye göre, Antalya ilinde yerleşim yeri içinde araç çarpışmaları olduğu yerlerde trafik lambasının olmadığı görülmüştür. Arkadan çarpma olan yerlerde trafik lambasının olduğu söylenebilir.



Şekil 2. KO, KY, TL için grafik

3.1.3. Model 3

Tablo 10'da K-yönlü ve kısmi ilişkiler için anlamlılık sınaması sonuçları verilmiştir. Tablo 14'den görüleceği üzere, ana etkiler ($k=1$) ve iki değişkenli etkileşim etkileri ($k=2$) istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Modelde ana etkiler dışında iki değişkenli etkileşim etkileri de yer almalıdır. Tablo 10'den anlaşılacağı üzere, tüm ana ve iki değişkenli etkileşim etkilerinin anlamlı olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Tablo 11'den görüldüğü gibi, üç yönlü etkinin modelden silinmesi anlamlıdır ($p>0,05$). Model eşitlikte verildiği gibidir;

$$\ln A = \text{Sabit terim} + KO + TL + AY + KO*TL + KO*AY + TL*AY \quad (4)$$

Parametrelerin anlamlılık sınamaları Tablo 12'de verilmiştir. Tablo 12'ye göre, iki yönlü ilişkiler için, trafik lambası ile aydınlatma parametre değerinin anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Trafik lambasının olduğu ve aydınlatmanın bulunduğu parametrenin ilişki olduğu söylenebilir. Antalya bölgesi için, trafik lambası ve aydınlatmanın olduğu durumda kaza olduğu görülmüştür.

Uygulanan çoklu uyum analizi sonucunda grafiksel gösterimdeki boyutlarla açıklanan inertia değerleri Tablo 13'de yer almaktadır. İki boyut toplam varyansın yaklaşık % 88'ini açıklamaktadır. Şekil 3 incelendiğinde, Antalya ilinde aydınlatma ve trafik lambasının olmadığı bölgelerde yayaya çarpma biçiminde kaza olduğu söylenebilir.

Tablo 10

KO, TL ve AY Verileri için k-yönlü Etkiler ve Kısmi İlişkiler

Etki	K	Olabilirlik Oran		Pearson		
		s.d.	Ki-Kare	p	Ki-Kare	p
K-yönlü ve daha yüksek düzeyli etkiler	1	12586225,771	0,001	235364,474	0,001	
	2	108	3509,146	0,001	4967,362	0,001
	3	52	46,246	0,699	42,660	0,819
K-yönlü etkiler	1	1782716,625	0,001	230397,113	0,001	
	2	56	3462,900	0,001	4924,702	0,001
	3	52	46,246	0,699	42,660	0,819
Etkiler	s.d.	Kısmi Ki-Kare		p		
KO*TL	26	459,985		0,001		
KO*AY	26	1083,068		0,001		
TL*AY	4	1571,899		0,001		
KO	13	38362,410		0,001		
TL	2	24707,625		0,001		
AY	2	19646,590		0,001		

Tablo 11

Geriye Doğru Eleme Aşaması

Adım	Etki	Ki-Kare	s.d.	p
1	k-yönlü etki	KO*TL, KO*AY, TL*AY	46,246	52 ,699
	Silinen Etki	KO*TL	459,985	26 ,001
		KO*AY	1083,068	26 ,001
		TL*AY	1571,899	4 ,001
2	k-yönlü etki	KO*TL, KO*AY, TL*AY	46,246	52 ,699

Tablo 12.

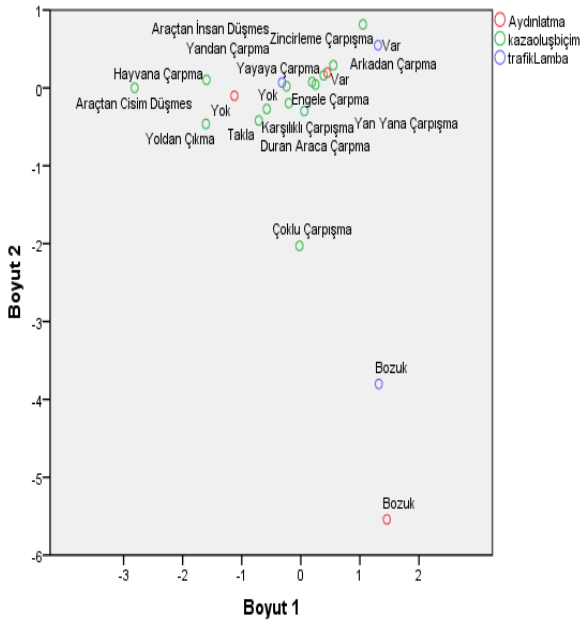
Parametrelerin Anlamlılık Sınaması

Etkiler	Kestirim	Std. Hata	Z	p
KO*TL	-0,215	0,150	-1,431	0,153
	0,513	0,117	4,397	0,001
KO*AY	0,143	0,113	1,269	0,204
	0,321	0,096	3,332	0,001
TL*AY	0,363	0,109	3,339	0,001
KO	1,007	0,098	10,272	0,001
TL	-0,435	0,090	-4,833	0,001
AY	1,217	0,076	16,105	0,001

Tablo 13.

AY, KO, TL için Uyum Analizi Sonuçları

Boyut	Hesaplanan Varyans		
	Toplam (Özdeğer)	Inertia	Varyans %
1	1,374	,458	45,800
2	1,267	,422	42,230
Toplam	2,641	,880	



Şekil 3. AY, KO, TL için grafik

3.1.4. Model 4

K-yönlü etkilerin ve kısmi ilişkiler anlamlılık sınaması Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14

KO, TL ve YY Verileri için k-yönlü Etkiler

Etki	K	s.d.	Olabilirlik Oran		Pearson	
			Ki-Kare	p	Ki-Kare	p
K-yönlü ve daha yüksek düzeyli etkiler	1	251	134908,844	0,001	737248,643	0,001
	2	231	1202,259	0,001	1338,517	0,001
	3	130	68,725	1,000	71,409	1,000
K-yönlü etkiler	1	20	133706,585	0,001	735910,126	0,001
	2	101	1133,533	0,001	1267,108	0,001
	3	130	68,725	1,000	71,409	1,000
		s.d.	Kısmi Ki-Kare		p	
KO*TL	26		639,731		0,001	
KO*YY	65		482,365		0,001	
TL*YY	10		22,981		0,011	
KO	13		38362,410		0,001	
TL	2		24707,625		0,001	
YY	5		70636,550		0,001	

Tablo 14’den görüleceği üzere, ana etkiler (k=1) ve iki değişkenli etkileşim etkileri (k=2) istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). Modelde ana etkiler dışında iki değişkenli etkileşim etkileri de yer almalıdır. Uygun modelin seçimi için kısmi ilişkiler yaklaşımı sonuçları Tablo 14’de verilmiştir. Tablo 18’den anlaşılacağı üzere, tüm ana ve iki değişkenli etkileşim etkilerinin anlamlı olduğu görülmektedir (p<0,05). Geriye doğru eleme aşaması için sonuç Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 15

Geriye Doğru Eleme Aşaması

Adım	Etki	Ki-Kare	s.d.	p
1 k-yönlü etki	KO*TL, KO*YY, TL*YY	68,725	130	1,000
Silinen Etki	1 KO*TL	639,731	26	,0001
	2 KO*YY	482,365	65	,001
	3 TL*YY	22,981	10	,011
2 k-yönlü etki	KO*TL, KO*YY, TL*YY	68,725	130	1,000

Tablo 15'den görüldüğü gibi, üç yönlü etkinin modelden silinmesi anlamlıdır ($p>0,05$). Model eşitlikte verildiği gibidir;

$$\ln A = \text{Sabit terim} + KO + TL + YY + KO*TL + KO*YY + TL*YY \quad (5)$$

Parametrelerin anlamlılık sınamaları Tablo 16'da verilmiştir. İki yönlü ilişkiler için, kaza oluş biçimi ile yol yüzeyi parametre değerinin anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Karşılıklı çarpışma ve kuru yüzey parametrenin ilişki olduğu söylenebilir.

Tablo 16

Parametrelerin Anlamlılık Sınaması

	Kestirim	Std. Hata	Z	p
KO*TL	-0,299	0,356	-0,841	0,400
KO*YY	0,786	0,250	3,150	0,002
TL*YY	-0,087	0,132	-0,658	0,510
KO	0,396	0,138	2,869	0,033
TL	-0,194	0,094	-2,064	0,046
YY	3,300	0,094	35,191	0,001

Antalya bölgesi için, karşılıklı çarpışma türü kazalar kuru zeminde olmaktadır.

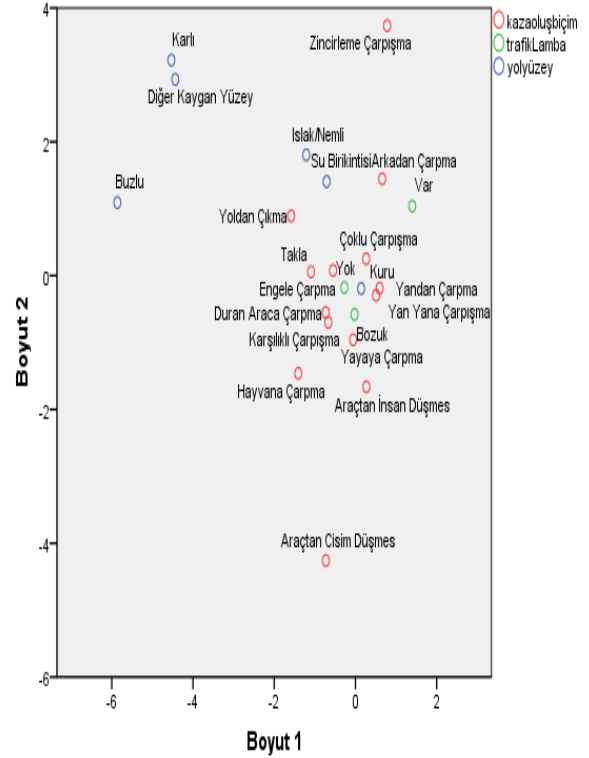
Çoklu uyum analizi sonucunda elde edilen grafiksel gösterimdeki boyutlarla açıklanan inertia değerleri Tablo 17'de yer almaktadır. İki boyut toplam varyansın yaklaşık %76'sını açıklamaktadır.

Tablo 17

KO, TL, YY için Uyum Analizi Sonuçları

Boyut	Hesaplanan Varyans		
	Toplam (Özdeğer)	Inertia	Varyans %
1	1,184	,395	39,480
2	1,095	,365	36,506
Toplam	2,280	,760	

Şekil 4 incelendiğinde, Antalya İlinde trafik lambasının olmadığı kuru yüzeye sahip bölgelerde karşılıklı ve yandan çarpışma türünde kaza olduğu söylenebilir.



Şekil 4. KO, TL, YY için grafik

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmanın temel amacı, Antalya İlinde trafik kazalarının, trafik güvenliğinin sağlanması için, kazaya etken değişkenlerin etkileşimlerinin önemini ortaya koymaktır. Beklenmeyen durumlar olduğu zaman olan trafik kazaları için oluşturulan çok boyutlu kontenjans tablolarına, loglineer modeller uygulayarak, değişkenler arasındaki ilişki yapısını ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda, çalışmada yol ve yerleşim yerine göre elde edilen trafik kaza verileri arasındaki ilişki yapısını ortaya koymak için loglineer analizler uygulanmıştır. Yol tipi ve kaplama türü parametre değeri anlamlı bulunduğundan dolayı bölünmüş ve tek yön yol tipleri ile asfalt kaplama olması durumu arasında ilişki olduğu söylenebilir. Antalya bölgesinde, bölünmüş yol tipi ve asfalt kaplama ile tek yön yol tipi ve asfalt kaplama olan yerlerde trafik kazalarının olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucuyla örtüşen bulgulara rastlamak mümkündür. Özen, Genç ve Kaya (2014), ortaya koymuş oldukları çalışmada kazaların yolların teknik ve fiziksel olarak önemli sorunlar taşımasından kaynaklandığını belirtmiştir.

Antalya bölgesinde, yerleşim yeri içinde duran araca çarpma durumunda trafik lambasının olmadığı belirlenmiştir. İki yönlü ilişkiler için, kaza yeri ve kaza oluş biçimi ile kaza yeri ve trafik lambası durumu

parametre değerlerinin anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bölünmüş yol tipleri ile karşılıklı kaza olması durumu arasında ilişki olduğu söylenebilir. Antalya bölgesinde, bölünmüş yol tipi olan bölgelerde karşılıklı kaza olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Antalya bölgesi için, karşılıklı çarpışma olan bölgelerde trafik lambasının olduğu görülmüştür. Antalya bölgesi için, trafik lambası ve aydınlatmanın olduğu bölgelerde kaza olduğu belirlenmiştir. Antalya bölgesinde, karşılıklı çarpışma türü kazalar kuru zeminde olmaktadır.

Uyum analizi sonuçlarının da loglineer analiz sonuçları ile örtüştüğü tespit edilmiştir. Uyum analizinin çok boyutlu kontenjans tablolarının analizinde kullanılan loglineer analizinin tamamlayıcısı bir analiz olduğu görülmektedir. Hem loglineer analizi hem de uyum analizi ile benzer sonuçlar bulunmuştur.

Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan, 2012 ile 2016 yılları arasında Antalya ili ve ilçelerinde yaşanmış, ölümlü, yaralanmalı ve maddi hasarlı trafik kazaları verilerinin temin edilmesinde, kurumsal desteklerini esirgemeyen T.C. İçişleri Bakanlığı Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

- Acı, Ç. ve Yılmaz, A. C. (2017). Maddi hasarlı trafik kazaları için sinirsel-bulanık ağ tabanlı bir kusur tespit modeli, *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 29(2), 241-250. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/fumbd/issue/31208/339605>.
- Agresti, A. (2002). *Categorical data analysis* (2nd ed.). New Jersey: John Wiley & Sons. doi : <https://doi.org/10.1002/0471249688>
- Alpar, R. (2013). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel yöntemler*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Asbridge, M., Poulin, C. & Donato A. (2005). Motor vehicle collision risk and driving under the influence of cannabis: evidence from adolescents in Atlantic Canada, *Accident Analysis and Prevention*, 37(6), 1025-1034. doi : <https://doi.org/10.1016/j.aap.2005.05.006>
- Bagloee, S. A., & Asadi, M. (2016). Crash analysis at intersections in the CBD: A survival analysis model. *Transportation Research Part A: Policy and*

Practice, 94, 558-572. doi : <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.10.019>

- Bartholomew, D. J., Steele, F., Moustaki, I., & Galbraith, J. I. (2008). *Analysis of multivariate social science data*. Florida: Chapman & Hall/CRC Press.
- Bayata, F. ve Hattatoğlu, F. (2010). Yapay sinir ağları ve çok değişkenli istatistik yöntemlerle trafik kaza modellemesi. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* Cilt-Sayı: 3-2 Yıl: 2010 207-219. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/68394>.
- Christensen, R. (1997). *Log-Linear models and logistic regression*. New York: Springer Book Archive.
- Clausen, S. E. (1998). *Applied correspondence analysis: An introduction*. California: Sage Publications.
- Çelik, A.K. ve Senger, Ö. (2014). Risk factor affecting fatal versus non-fatal road traffic accidents: the case of Kars, Turkey. *International Journal For Traffic and Transport Engineering*, 4(3), 339-351. doi : [http://dx.doi.org/10.7708/ijtte.2014.4\(3\).07](http://dx.doi.org/10.7708/ijtte.2014.4(3).07)
- Çodur, M. ve Tortum, A. (2015). An artificial neural network model for highway accident prediction: a case study of Erzurum, Turkey. *Promet Traffic & Transportation*, 27(3), 217-225. doi : <https://doi.org/10.7307/ptt.v27i3.1551>
- Delice, M. (2012). Kadın sürücülerin trafik kazaları üzerindeki etkilerinin incelenmesi. *AÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(49), 63-87. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/445286>.
- Doğrul, G., Akay, D. & Kurt, M. (2015). Trafik Kazalarının Birliktelik Kuralları ile Analizi. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(2), 265-284. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/302959>.
- Garson, G. D. (2007). *Log-Linear, Logit and Probit Models*. Erişim adresi: <http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/logit.htm>.
- Howell, D.C. (2009) *Statistical methods for psychology*. Canada: Wadsworth Publishing.
- Kabakuş, N., Tortum, A. & Çodur, M. Y. (2012). Erzurum ilçelerinde meydana gelen trafik kazalarının coğrafi bilgi sistemleri ile değerlendirilmesi, *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2), 78-92. Erişim adresi: <http://btd.odu.edu.tr/files/7.pdf>.
- Kateri, M. (2010). *Contingency table analysis: Methods and implementation using R*. New York: Birkhäuser Press.
- Kaygısız, Ö. ve Sümer, N. (2017). Kentsel kavşaklardaki elektronik denetim sistemlerinin trafik kazalarına etkisi: Ankara örneği. *Orta Doğu Teknik Üniversitesi*

- Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34(2), 225-244. doi: <https://doi.org/10.4305/METU.JFA.2017.2.3>
- Lawal, B. (2003). *Categorical data analysis with SAS and SPSS Applicatons*. London: Lawrance Erlbaum Associates.
- Lee, S. K. (1977). On the asymptotic variances of u terms in loglinear models of multidimensional contingency tables. *Journal of the American Statistical Association*, 72(358), 412-419. doi : <https://doi.org/10.1080/01621459.1977.10481011>
- Lord, D. ve Mannering, F. L. (2010). The statistical analysis of crash-frequency data: a review and assessment of methodological alternatives. *Transportation Research Part A Policy and Practise*, 44(5), 291-305. doi : <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.02.001>
- Mahmoudzadeh, A., Razi-Ardakani, H. & Kermanshah, M. (2018). Studying crash avoidance maneuvers prior to an impact considering different types of driver's distractions. *Transportation Research Procedia*. doi : <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.184>
- Oğuzlar, A. (2004). Hiyerarşik logaritmik doğrusal modeller arasından en uygun modelin seçimi. *Öneri Dergisi*, 6(21), 235-245.
- Olmuş, H. ve Erbaş, S. (2012). Analysis of traffic accidents caused by drivers by using log-linear models. *Promet Traffic & Transportation*, 24(6), 495-504. Erişim adresi: <https://pdfs.semanticscholar.org/f151/ae4afe38fcd614f1b2aa58c21ef636237a65.pdf>.
- Özdamar, K. (2013). *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi*. Eskişehir : Nisan Kitabevi.
- Özen, E., Genç, E. & Kaya, Z. (2014). Trafik kazalarının nedenlerine ilişkin düşünceler ve trafikte farkındalık. *Optimum Journal of Economics and Management Sciences*, 1(1), 1-19. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/202149>.
- Tercan, E. ve Beşdok, E. (2018). Trafik kazalarına etki eden faktörler arasındaki ilişkilerin tba bi-plot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 103-111. <https://doi.org/10.21597/jist.4078484>
- Türkiye İstatistik Enstitüsü. Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri. (2015). Erişim adresi: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21611>.
- Ünlü, H., Biçer, B. & Özcebe, H. (2017). Türkiye'de 2005-2014 yılları arasında ölüm/yaralanma ile sonuçlanan trafik kaza verilerinin değerlendirilmesi, *Turk J. Public Health*, 15(2). Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/346197>.
- World Health Organization. (2013). erişim adresi: http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/facts/en/
- Yılmaz, İ., Erdoğan, S., Baybura, T., Güllü, M. & Uysal, M. (2007). Coğrafi bilgi sistemi yardımıyla trafik kazalarının analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2), 135-150. Erişim adresi: [https://fenbildergi.aku.edu.tr/pdf/0702/7-2\(143-158\).pdf](https://fenbildergi.aku.edu.tr/pdf/0702/7-2(143-158).pdf).