

FAKTÖR ANALİZİ KULLANILARAK TRAFİK KAZALARININ MODELLENMESİ

Modeling of Traffic Accidents by Using Factor Analysis

Ahmet Atalay *
Ahmet Tortum **
Yasin M. Çodur ***

Öz

Bu çalışmada, trafik kazalarının oluşmasında etkili olabileceğini düşündüğümüz sosyoekonomik ve ulaşım ile ilgili 20 farklı değişken belirlenmiştir. Türkiye’de 81 il için bu değişkenlerin istatistik değerleri elde edilmiş ve çalışmanın veri tabanı oluşturulmuştur. Bu değişkenleri belli gruplar altında toplamak amacıyla faktör analizi yapılmıştır. Faktör analizi sonucunda değişkenler dört faktör (nüfus-ulaşım, gelişmişlik, yol, sağlık) altında toplanmıştır. Faktör skorları kullanılarak her il için genel faktör skoru oluşturulmuştur. Genel faktör skoruna göre illerin tematik haritaları oluşturulmuştur. En önemli faktör değişkenleri olarak; nüfus, şehirleşme oranı, nüfus yoğunluğu, imalat ve sanayi işyeri sayısı, ortalama motorlu kara taşıt sayısı, ortalama taşınan yolcu-km değeri, ortalama seyahat eden taşıt-km değeri ve ortalama taşınan ton-km değeri belirlenmiştir. Trafik kaza sayısı bağımlı değişken ve elde edilen faktörler bağımsız değişken olmak üzere çoklu doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Regresyon analizi sonuçlarına göre, bu faktörler trafik kazalarını %91 oranında açıklamaktadır. Bu faktörlerin etkisi bölge ve illere göre değişmektedir. Birinci faktördeki değerlerin azaltılması, diğerlerin ise artırılması şehir dışı trafik kazalarının azaltılmasında önemli rol oynamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Trafik kazaları, faktör analizi, regresyon analizi

ABSTRACT

In this study, 20 different variables that are likely to be related with traffic accidents were identified. Statistical values of these variables were obtained for 81 provinces of Turkey which created the database. Factor analysis was conducted in order to collect these variables in certain groups. As a result of the factor analysis, the variables are grouped under the four factors (population-transportation, development, roads and health). According to the general factor score of

* Yrd. Doç. Dr., Atatürk Üniversitesi, Narman Meslek Yüksekokulu, Erzurum, ahatalay@atauni.edu.tr

** Doç. Dr., Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Erzurum

***Yrd. Doç. Dr., Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Erzurum

thematic maps of the provinces, the most important factor variables are population, urbanization rate, population density, the number of manufacturing establishments, the average number of motor vehicles, and the average value of the passenger-km. All these factors was used as independent variables. Number of road traffic accidents was used as dependent variable. The results of multiple linear regression analysis by using these variables show that these 4 factors explain 91 percent of traffic accidents. The effects of these factors depend on the city and region in Turkey. The decrease of values in factor 1and increase of values in other 3 factors lead to decrease of traffic accidents in urban areas.

Keywords: Traffic accidents, factor analysis, regression analysis

Giriş

Trafik kazalarının analizlerinde genel olarak trafik kazalarının yoğunlaştığı kesimler incelenmektedir. Bu analizlerin yanında ülkemizde trafik kazalarının hangi faktörlerden meydana geldiği türündeki araştırmalar az sayıda yapılmıştır. Van Beeck vd.(1991) yaptıkları çalışmada, 1980–1984 yılları arasında Hollanda’da meydana gelen trafik kazalarının coğrafik analizini yapmışlardır. Çalışmada kurulan modelde; trafik kaza ölümlülüğünü, trafik hareketliliğini, ölümlü yaralanma oranını, yaralanma oranını ve kazazedenin ölümlülük oranını belirlemişlerdir. Belirlenen ölüm oranlarına göre büyük şehirlerin coğrafik sınırlarına göre bölgesel trafik zonları oluşturarak Hollanda’nın trafik kazalarından dolayı ölüm oranlarını gösteren haritasını oluşturmuşlardır. Çalışmada iki aşamada çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Birinci olarak sosyo-demografik faktörlerin etkisi incelenmiştir. Sosyo-demografik faktörleri; mili gelir, kentleşme seviyesi, işsizlik oranı ve nüfustaki Katolik oranı olarak dört tane değişken belirlemişlerdir. Bu değişkenler bağımsız değişken olarak alınıp, ölümlülük oranı, trafik hareketliliği ve ölümlü yaralanma oranı değişkenleri de bağımlı değişken olarak alınıp ayrı ayrı çoklu lineer regresyon analizi yapılmıştır.

Levine vd. (1995) yaptıkları çalışmada; seyahat üreten aktiviteler ile motorlu taşıt çarpışmaları arasındaki ilişkileri belirlemeye çalışmışlardır. Seyahat üreten aktivitelerini; nüfus sayısı, işyeri sayısı ve yol karakteristikleri olarak belirlemişlerdir. Erdoğan, (2009) yaptığı çalışmada; Türkiye’de iller bazında, 2001–2006 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarının mekânsal analizini yapmıştır. Çalışmada kaza sayısı ve ölü sayısı bağımlı değişken, karayolu uzunluğu, il yolu uzunluğu, otomobil, otobüs, minibüs, kamyon, kamyonet ve motor bisiklet sayıları da bağımsız değişken olarak regresyon model kurulmuş bağımsız değişkenlerin etkileri incelenmiştir.

Manga ve Murat (2009) yaptıkları çalışmada Denizli kentindeki kara noktalarda (belirli kavşaklarda) 2004–2005–2006 yıllarında meydana gelen trafik kazaları faktör analizi yöntemiyle incelenmişlerdir. Darçın (2006) yaptığı çalışmada illere ait ulaşım göstergelerinin karşılaştırılmasında faktör analizi kullanarak incelemiştir. Trafik kaza analizlerinde faktör analizi son zamanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, trafik kazalarının meydana gelmesinde katkısı olabilecek 20 değişken belirlenmiştir. Bu değişkenler bağımsız değişken ve trafik kaza sayısı bağımlı değişken olmak üzere çoklu regresyon analizi yapılmıştır, fakat bağımsız değişkenler arasında ilişki olduğundan dolayı çoklu doğrusal bağıntı problemi ortaya çıkmıştır. Çoklu doğrusal bağıntı problemini ortadan kaldırmak için bağımsız değişkenlere faktör analizi uygulanmıştır.

Çalışmanın değişken veri setini 10 adet ulaşım değişkeni ve 10 adet sosyoekonomik değişken olarak ayrılmıştır (Tablo 1 ve Tablo 2). Çalışma dönemi 1997–2006 yıllarını kapsamakta olup bu dönemde meydana gelen şehir dışı trafik kazaları istatistikleri her il için istatistik değerleri toplanmıştır. Ayrıca çalışmada sosyoekonomik değişkenler ve ulaştırma değişkenleri değerleri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) ve Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) ve 2002 yılından önceki trafik kaza istatistik değerleri Emniyet Genel Müdürlüğü (EGM)'nden elde edilmiştir.

Tablo 1. Sosyoekonomik Göstergeler

Sembol	Değişken	Birimi	Yıl	Kaynak
S1	Sosyoekonomik gelişmişlik sırası	Sayı	2003	DPT
S2	Nüfus	Kişi	2000	DPT
S3	Şehirleşme oranı	Yüzde	2000	DPT
S4	Nüfus yoğunluğu	Kişi/km ²	2000	DPT
S5	Okuryazar nüfus oranı	Yüzde	2000	DPT
S6	Onbin kişiye düşen hekim sayısı	Kişi	2000	DPT
S7	Onbinkişiyeye düşen hastane yatağı sayısı	Hastane yatağı	2000	DPT
S8	Küçük sanayi sitesi işyeri sayısı	Adet	2000	DPT
S9	İmalat sanayi işyeri sayısı	Adet	2000	DPT
S10	Fert başına gayri safi yurt içi hasıla	TL	2000	DPT

Tablo 2. Ulaştırma Göstergeleri

Sembol	Değişken	Birimi	Yıl	Kaynak
U1	Kırsalda asfalt yol oranı	Yüzde	2000	DPT
U2	TCK asfalt yol oranı	Yüzde	2000	DPT
U3	Onbin kişiye düşen özel otomobil sayısı	Adet	2000	DPT
U4	Ortalama motorlu kara taşıt sayısı	Adet	1997-2006	EMG
U5	Ortalama bölünmüş yol uzunluğu	Km	1997-2006	KGM
U6	Ortalama köy yolu uzunluğu	Km	1998-2006	KGM
U7	Ortalama devlet yolu-il yolu-otoyol uzunluğu	Km	1997-2006	KGM
U8	Ortalama Taşınan yolcu-km değeri	Yolcu-km	1997-2006	KGM
U9	Ortalama seyahat eden taşıt-km değeri	Taşıt-km	1997-2006	KGM
U10	Ortalama taşınan ton-km değeri	Ton-km	1997-2006	KGM

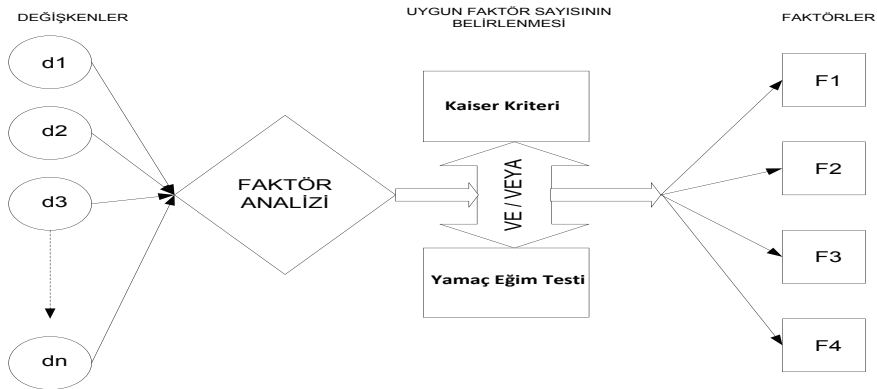
Bu çalışmada kullanılan değişkenleri (Tablo1 ve Tablo 2) gruplar altında toplamak veya değişken sayısını azaltmak için faktör analizi kullanılmıştır. Faktör analizi sonucu elde edilen faktör skorları kullanılarak trafik kaza sayıları ile faktörler arasında regresyon analizi yapılarak kaza tahmin modeli oluşturulmuştur.

1.Yöntem

1.1. Faktör Analizi

Faktör analizi, aynı yapıyı ölçen çok sayıda değişkenden, az sayıda ve tanımlanabilir nitelikte anlamlı değişkenler elde etmeye yönelik çok değişkenli bir istatistiktir (Büyükköztürk, 2002).

Çizelge 1. Faktör Analizi



Uygun faktör sayısının belirlenmesi faktör analizinin başarısı için en önemli hususlardan birisidir. Faktör sayısını belirlemek için çeşitli kriterler geliştirilmiş olup, bunlardan en çok kullanılanları Kaiser Kriteri ve yamaç eğim testidir (Darçın, 2006).

Tablo 3. Herhangi Bir Veri Setinin Faktör Analizi İçin Uygunluğu

KMO Değeri (Kaiser-Meyer-Olkin)	Yorum
0,90	Mükemmel
0,80	Çok iyi
0,70	İyi
0,60	Orta
0,50	Zayıf
0,50 nin altı	Kabul edilmez

Yamaç eğim testi: Faktör sayısı ve öz değerlerin xy koordinat sisteminde çizgi eğim grafiğinin çizilmesi esasına dayanır. Bileşen sayısı arttıkça öz değerlerin azalışını gösteren yamaç eğim grafiğinde, eğimin kaybolmaya başladığı noktadaki bileşen sayısı faktör sayısı olarak belirlenir (Darçın, 2006).

Çoklu doğrusal regresyon analizi: Basit doğrusal regresyon modeli birçok durum için elverişli olabilir ancak gerçek hayatta birçok modelin açıklanması için iki veya daha fazla açıklayıcı değişkene gerek duyulmaktadır. Birden çok açıklayıcı değişkenli modeller çoklu regresyon modeli olarak adlandırılmaktadır. Çoklu regresyon modelinde tek bir bağımlı değişken ile iki veya daha çok sayıda bağımsız(açıklayıcı) değişken arasındaki ilişki araştırılmaktadır.

Çoklu doğrusal regresyon modelin denklemleri aşağıdaki gibidir;

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon$$

Y: Bağımlı değişken

X_i: Bağımsız değişken

β_i: Tahmin edilecek parametreler

e: Hata terimi

e modelin stokastik olduğunu ifade eder ve modele dahil edilmeyen değişkenleri içerir. Ayrıca model spesifikasyonunda yapılan hataların etkisi de hata terimine yansır.

Çoklu doğrusal regresyon modelinin varsayımları aşağıdaki gibidir;

1. Normal dağılım
2. Doğrusallık
3. Hata terimlerinin ortalaması sıfırdır
4. Sabit varyans
5. Otokorelasyon olmaması
6. Bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantı olmaması

Çoklu doğrusal regresyon analizinde hipotez testleri: Çoklu doğrusal regresyon modelinde H_0 hipotezi tüm regresyon katsayılarının sıfıra eşit olduğu şeklinde kurulurken, H_a hipotezi en az bir β_i 'nin sıfırdan farklı olduğu şeklinde kurulur. Parametrelerin tek tek istatistiksel olarak anlamlılığı için t testi ve modelin bir bütün olarak anlamlı olup olmadığını test etmek için ise F testine bakılır.

Belirlilik katsayısı: Belirlilik katsayısı (R^2) bağımlı değişkenin yüzde kaçının modele dahil edilen bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını gösterir. Yalnız çoklu regresyon modelinde dikkat edilmesi gereken nokta; belirlilik katsayısı modele dâhil edilen değişken sayısı arttıkça artar. Böyle durumlarda, düzeltilmiş belirlilik katsayısına (Adjusted R^2) bakılmalıdır.

2. Bulgular

Bu çalışmada trafik kazalarının oluşmasında etkili olabileceğini düşündüğümüz toplam 20 farklı değişken belirlenmiştir. Bu 20 değişkeni belli gruplar altında toplamak amacıyla faktör analizi yapılmıştır. Bu çalışmada faktör analizi için SPSS 13.0 paket programı kullanılmıştır. Öncelikli olarak veri setimizin faktör analizi için uygun olup olmadığını belirlememiz gerekmektedir. Herhangi bir veri setine faktör analizi uygulamak için öncelikle KMO değerinin 0,50 den büyük olması gerekir. Çalışmamızdaki veri setinin KMO değeri 0,841 olduğu için veri setimiz faktör analizi için Tablo 4'e göre çok iyi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Bartlett'in küresellik testine göre de veri setimiz faktör analizi için uygun olduğu yine Tablo 4'de belirtilmiştir.

Tablo 4. Veri Setinin Uygunluk Çizelgesi (Atalay, 2010)

KMO Örneklem Uygunluğu Ölçütü		,841
Bartlett'in Küresellik Testi	Yaklaşık Ki-Kare	2434,609
	df	190
	Önem	,000

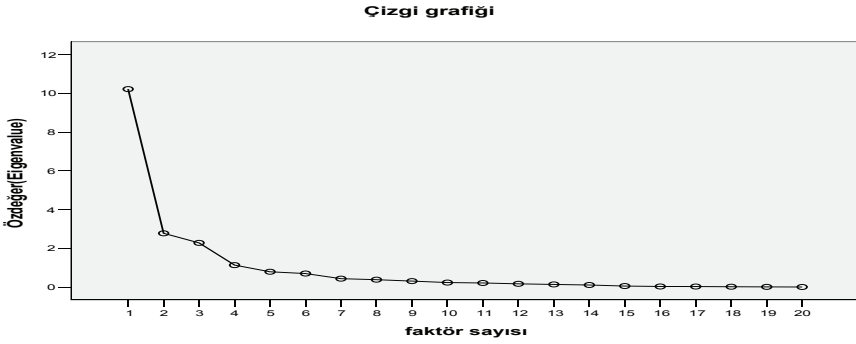
2.1. Faktör Sayısının Belirlenmesi

Çalışmada özdeğer istatistiği (Eigenvalue) 1'den büyük olan faktörleri anlamlı olarak belirledik. Aşağıdaki Tablo 5'de özdeğer istatistiği 1 den büyük olan 4 faktör söz konusudur. Birinci faktör toplam varyansın %31,256'sını açıklamaktadır. Birinci ve ikinci faktörler birlikte toplam varyansın %50,525'ini açıklamaktadır, dört faktör ise toplam varyansın %82,075'ini açıklamaktadır.

Tablo 5. Açıklanan Toplam Varyans Çizelgesi (Atalay, 2010, s. 119)

Faktörler	Başlangıç Özdeğerleri (Eigenvalue)			Faktörleştirme Sonrası Değerler		
	Toplam	% Varyans	Kümülatif %	Toplam	% Varyans	Kümülatif %
1	10,225	51,127	51,127	6,251	31,256	31,256
2	2,776	13,879	65,006	3,854	19,269	50,525
3	2,281	11,405	76,411	3,472	17,360	67,885
4	1,133	5,664	82,075	2,838	14,190	82,075
5	,789	3,943	86,018			
6	,698	3,488	89,505			
7	,433	2,164	91,670			
8	,380	1,902	93,571			
9	,307	1,535	95,106			
10	,231	1,156	96,262			
11	,210	1,049	97,311			
12	,166	,828	98,139			
13	,135	,677	98,817			
14	,105	,527	99,344			
15	,051	,255	99,599			
16	,029	,143	99,742			
17	,025	,126	99,868			
18	,016	,081	99,949			
19	,008	,039	99,988			
20	,002	,012	100,000			

Rotasyona tabi olacak faktör sayısını belirlerken özdeğer istatistiğinden başka kullanabileceğimiz yöntemlerde vardır. Örneğin aşağıdaki Çizelge 2'de faktör analizi çizgi grafiğinde eğimin kaybolmaya başladığı noktanın işaret ettiği sayıda faktör belirlenir. Buna göre grafikte dördüncü faktörden itibaren çizgi grafiği eğimini önemli ölçüde kaybetmeye başlamaktadır. Bu nedenle faktör sayısını 4 veya 5 faktör ile sınırlayabiliriz.

Çizelge 2. Faktör Analizi Çizgi Grafiği (Atalay, 2010)

2.2. Değişkenlerin Ortak Varyansı

Ortak varyans (communality) bir değişkenin analizde yer alan diğer değişkenlerle paylaştığı varyans miktarıdır. Faktör analizinde düşük ortak varyansa sahip olan değişkenler (örneğin 0,50' nin altında) analizden çıkarılarak faktör analizi yeniden yapılabilir. Bu durumda hem KMO hem de açıklanan varyans değeri istatistiği daha yüksek bir değere ulaşacaktır. Eğer ortak varyansın değeri 1'in üstünde çıkarsa bu durumda ya veri seti çok küçüktür ya da araştırmada çok sayıda yada az sayıda faktör belirlenmiştir. Aşağıdaki Tablo 6'da en yüksek ortak varyansa S9 ve S2 değişkenleri sahip oldukları belirlenmiştir. Çalışmada ortak varyansı 0,50'nin altında S3 değişkeninin ortak varyansı 0,425 bu değer de 0,50 ye yakın olduğu için analizden çıkarılmamıştır. S3 ün haricinde diğer değişkenlerin ortak varyansları 0,50'nin çok üstündedir.

Tablo 6. Ortak Varyanslar (Atalay, 2010)

Değişken	Başlangıç	Çıkarım	Değişken	Başlangıç	Çıkarım
S1	1,000	,897	U1	1,000	,845
S2	1,000	,957	U2	1,000	,588
S3	1,000	,425	U3	1,000	,839
S4	1,000	,920	U4	1,000	,944
S5	1,000	,758	U5	1,000	,809
S6	1,000	,817	U6	1,000	,805
S7	1,000	,799	U7	1,000	,859
S8	1,000	,751	U8	1,000	,936
S9	1,000	,958	U9	1,000	,945
S10	1,000	,710	U10	1,000	,852

Aşağıda döndürülmüş faktör matrisi (Rotated Component Matrix) görülmektedir (Tablo 7). Bu matris faktör analizinin nihai sonucudur. Matriste orijinal değişken ve onun faktörü arasındaki korelasyonlar görülmektedir. Bir değişkenin hangi faktör altında mutlak değer olarak büyük ağırlığa sahipse o değişken o faktör ile yakın ilişki içindedir demektir. 350 ve üzerindeki (gözlem) sayısı için faktör ağırlığının 0,30 ve üzerinde olması gerekir. 0,50 ve üzerindeki ağırlıklar ise oldukça iyi olarak kabul edilir. Çalışmamızda Tablo 7’de, dört faktör (sütunlar) ve her bir değişkenin faktörler altındaki ağırlıkları (Factor loadings- değişkenler ve faktörler arasındaki korelasyon katsayısı) verilmiştir.

Tablo 7. Döndürülmüş Faktör Matrisi (Atalay, 2010)

Değişken	Faktör			
	1	2	3	4
S9	,960	,122	,008	,145
S4	,941	,055	-,159	,076
S2	,940	,075	,237	,114
U4	,914	,139	,221	,203
U9	,800	,300	,434	,161
U8	,770	,313	,453	,197
U10	,655	,355	,531	,122
S3	,549	,172	,216	,219
U1	,235	,889	-,008	,023
U2	,055	,748	,095	,132
S1	-,271	-,700	-,180	-,548
S5	,084	,669	,031	,550
S10	,281	,592	,027	,529
U7	,147	,002	,909	,105
U6	-,076	-,447	,750	,193
U5	,313	,304	,750	,240
S8	,385	,363	,684	,055
S7	,100	,057	,163	,871
S6	,417	,302	,230	,706
U3	,294	,557	,280	,603

Tablo 7’de değişkenler buldukları satırda en büyük ağırlığı hangi faktör altında almışsa o faktör altında toplanmaktadırlar. Örneğin S9 değişkeni bulunduğu satırda en büyük ağırlığı 1. faktör altında almıştır. Benzer şekilde U1 değişkeni yine bulunduğu satırda en büyük ağırlığı 2. faktörde almıştır. Buna göre faktörlerdeki değişkenler; 1. Faktör: S9, S4, S2, U4, U9, U8, U10 ve S3 2. Faktör: U1, U2, S1, S5 ve S10 3. Faktör: U7, U6, U5 ve S8 4. Faktör: S7, S6

ve U3 olarak belirlenmiştir. Faktörlerin adlandırılması faktörlerin bünyesinde toplanan değişkenlere göre yapılmıştır (Tablo 8).

Tablo 8. Faktör İsimleri (Atalay, 2010)

S2	Nüfus	
S3	Şehirleşme oranı	
S4	Nüfus yoğunluğu	
S9	İmalat sanayi işyeri sayısı	1. FAKTÖR
U4	Ortalama motorlu kara taşıt sayısı	NÜFUS -ULAŞIM
U8	Ortalama Taşınan yolcu-km değeri	
U9	Ortalama seyahat eden taşıt-km değeri	
U10	Ortalama taşınan ton-km değeri	
U1	Kırsalda asfalt yol oranı	
U2	TCK asfalt yol oranı	
S1	Sosyoekonomik gelişmişlik sırası	2. FAKTÖR
S5	Okuryazar nüfus oranı	GELİŞMİŞLİK
S10	Fert başına gayri safi yurt içi hasıla	
U5	Ortalama bölünmüş yol uzunluğu	
U6	Ortalama köy yolu uzunluğu	3. FAKTÖR
U7	Ortalama devlet yolu-il yolu-otoyol uzunluğu	YOL
S8	Küçük sanayi sitesi işyeri sayısı	
S6	Onbin kişiye düşen hekim sayısı	4. FAKTÖR
S7	Onbinkişiyeye düşen hastane yatağı sayısı	SAĞLIK
U3	Onbin kişiye düşen özel otomobil sayısı	

2.3. Faktör Skorları

Faktör analizinin temel amacı veri setinin daha az sayıda ve anlamlı faktörlere indirgenmesiydi. Faktör analizine başlamadan önce 20 değişkenimiz vardı, faktör analizi sonrasında 20 değişken 4 faktöre indirgenmiş oldu. Aynı zamanda faktör sayısı kadar da faktör skoru elde ettik. Başka bir ifadeyle her bir değişken için bir faktör skoru sütunu elde edilmiş oldu. Elde edilen faktör skorlarının özelliği normal dağılım şartını sağlıyor olmaları ve çoklu bağıntı problemi taşıyor olmamalarıdır. Elde edilen faktör skorları birer değişken olarak başka analizlerde kullanılabilir.

Faktör analizi sonucu elde edilen dört faktör skorunu tek bir faktör skoru ile açıklamak için genel faktör skoru belirlenmiştir. Genel faktör skoru faktörlerin varyans açıklama yüzdeleri kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışmada, tüm faktörlerin toplam varyans açıklama yüzdeleri kullanılarak oluşturulan, ağırlıklandırılmış genel faktöre göre iller sıralanmıştır (Tablo 9).

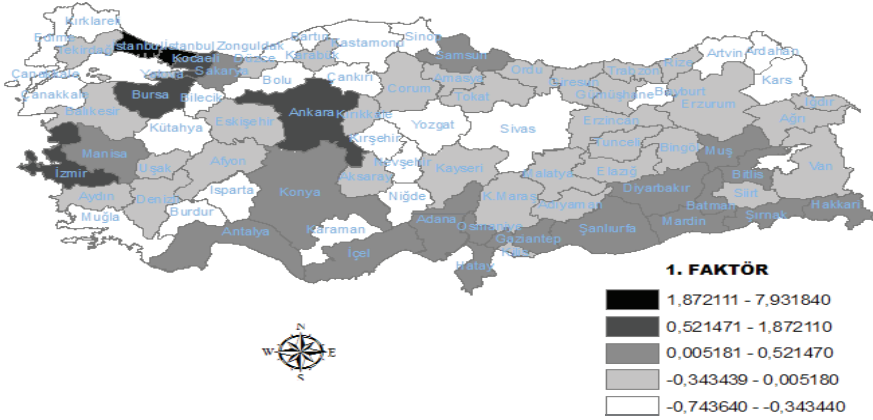
Tablo 9. Genel Faktör Skoruna Göre İllerin Sıralaması (Atalay, 2010, s.125)

Sıra	İller	Genel	Sıra	İller	Genel
1	İstanbul	2.625962	42	K.Maraş	-0.09481
2	Ankara	1.760475	43	Amasya	-0.11832
3	İzmir	1.449401	44	Kastamonu	-0.12909
4	Bursa	0.921225	45	Aksaray	-0.13876
5	Konya	0.833529	46	Karaman	-0.14135
6	Kocaeli	0.770922	47	Niğde	-0.14172
7	Antalya	0.66661	48	Şanlıurfa	-0.15242
8	Adana	0.513264	49	Uşak	-0.15701
9	İçel	0.49612	50	Osmaniye	-0.19267
10	Manisa	0.46343	51	Yozgat	-0.21046
11	Gaziantep	0.436586	52	Diyarbakır	-0.21708
12	Eskişehir	0.423795	53	Tokat	-0.21715
13	Balıkesir	0.355291	54	Düzce	-0.21853
14	Kayseri	0.32084	55	Samsun	-0.22071
15	Bolu	0.272266	56	Karabük	-0.22893
16	Sakarya	0.257166	57	Giresun	-0.25491
17	Aydın	0.229629	58	Ordu	-0.27527
18	Tekirdağ	0.220442	59	Rize	-0.27582
19	Denizli	0.219362	60	Çankırı	-0.27936
20	Afyon	0.219098	61	Kilis	-0.30959
21	Muğla	0.208515	62	Erzincan	-0.31517
22	Isparta	0.102686	63	Van	-0.34739
23	Edirne	0.093525	64	Artvin	-0.35887
24	Hatay	0.089288	65	Sinop	-0.3607
25	Kırklareli	0.064918	66	Adıyaman	-0.36478
26	Burdur	0.022869	67	Mardin	-0.37516
27	Çanakkale	0.019059	68	Bartın	-0.43872
28	Sivas	0.011775	69	Kars	-0.44923
29	Zonguldak	-0.00614	70	Batman	-0.46622
30	Yalova	-0.00681	71	Bitlis	-0.48826
31	Elazığ	-0.00842	72	Bayburt	-0.49496
32	Bilecik	-0.01115	73	İğdır	-0.49555
33	Corum	-0.04019	74	Tunceli	-0.50611
34	Nevşehir	-0.04607	75	Gümüşhane	-0.51809
35	Kütahya	-0.05257	76	Ağrı	-0.523
36	Kırıkkale	-0.0574	77	Bingöl	-0.56033
37	Siirt	-0.0609	78	Şırnak	-0.56117
38	Erzurum	-0.06691	79	Ardahan	-0.58307
39	Malatya	-0.07939	80	Hakkari	-0.62099
40	Kırşehir	-0.09015	81	Muş	-0.64576
41	Trabzon	-0.09444			

Genel faktör skoruna göre İstanbul, Ankara, İzmir ve Bursa illeri ilk sırada yer almaktadırlar. En son sırada ise Ardahan, Hakkâri ve Muş illeri yer almaktadır. Genel faktör skorunda en yüksek sırada yer alan iller trafik kazalarında da ilk sırada yer almaktadırlar.

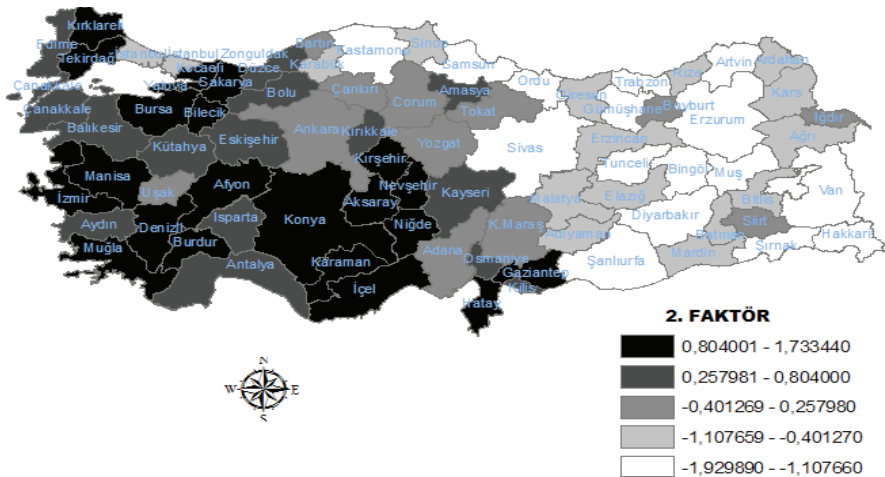
Çalışmada elde edilen faktör skorlarına göre illerin tematik haritaları Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı olan ArcInfo programı ile yapılmıştır. Tematik haritalar yardımı ile faktör skorlarının görselleştirilmesi ve daha kolay anlaşılması amaçlanmıştır. Kazaların azaltılabilmesi için özellikle birinci faktör değişkenlerinin değerlerinin azaltılması gerekmektedir (Harita 1).

Harita 1. Birinci Faktör Skoruna Göre İllerin Dağılımı (Atalay, 2010)



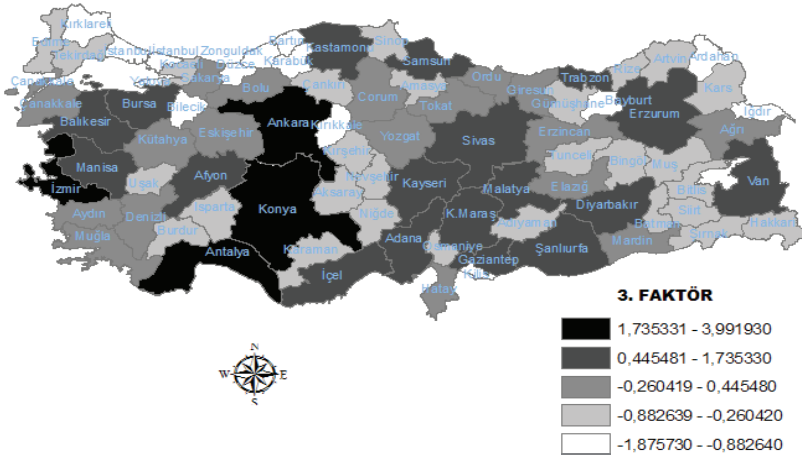
İkinci faktör skorunun iller bazında dağılım haritasından Türkiye'nin doğu ve güneydoğu bölgelerindeki illerin düşük değerlere sahip oldukları batıdaki illerin ise daha yüksek değerlere sahip oldukları belirlenmiştir (Harita 2).

Harita 2. İkinci Faktör Skoruna Göre İllerin Dağılımı (Atalay, 2010)



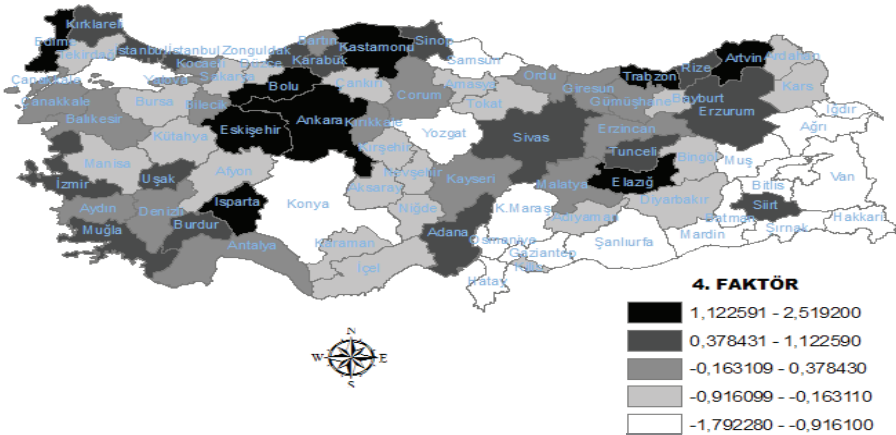
Üçüncü faktör skorlarının dağılım haritasında Ankara, Konya, Antalya, İzmir ve Sivas illeri en yüksek değerlere sahip olmasına karşın İstanbul düşük değere sahiptir. Bunun şehirleşme çok yüksek olduğundan köy yolu, bölünmüş yol gibi yollar şehir içi yol durumuna geçtiğinden dolayı bu faktörün skoru İstanbul için düşük çıkmıştır (Harita 3).

Harita 3. Üçüncü Faktör Skoruna Göre İllerin Dağılımı (Atalay, 2010)



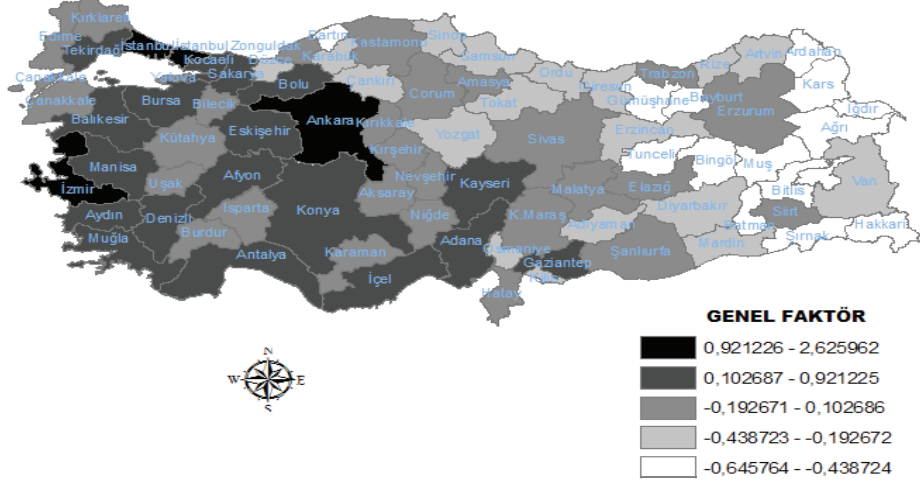
Dördüncü faktör sağlıklı ilgi değişkenlerden oluşmaktadır. Türkiye'nin güneydoğusunda bulunan illerin düşük değerlere sahip oldukları belirlenmiştir (Harita 4). Buda trafik kazası anında ilk yardım acil müdahale ihtiyacının karşılanamaması sonucu ölümlerin meydana gelmesine neden olmaktadır.

Harita 4. Dördüncü Faktör Skoruna Göre İllerin Dağılımı (Atalay, 2010)



Genel faktör skorunun en yüksek olduğu bölgeler Türkiye'nin batı bölümü, en düşük olduğu bölüm ise doğu bölümüdür. Nüfusun, gelişmişliğin yüksek olduğu bölgelerde genel faktör skoru yüksek olmasına karşın nüfus ve gelişmişliğin düşük olduğu bölgelerde genel faktör skoru düşük olduğu gözlenmiştir (Harita 5).

Harita 5. Genel faktör skoruna göre illerin dağılımı (Atalay, 2010)



2. 4. Çoklu Regresyon Analizi

Çoklu regresyon analizi, 1997–2006 yıllarında meydana gelen toplam şehir dışı kaza sayısı bağımlı değişken ve faktör analizi sonucu elde edilen 4 faktöre ait faktör skorları bağımsız değişken olarak belirlenip, SPSS programı kullanılarak yapılmıştır.

Regresyon analizinin sonucu Tablo 10'da gösterilmiştir. R^2 bize bağımlı değişkenin yüzde kaçlık kısmının bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını göstermektedir. Çalışmada bağımlı değişkendeki değişimin %91,9'unun modele dâhil ettiğimiz faktörler tarafından açıklanmaktadır. Geriye kalan %8,1'lik kısım ise hata terimi vasıtasıyla modele dâhil etmediğimiz değişkenler tarafından açıklanır. Modeldeki bağımsız değişken sayısını artırdığımızda (eklenen değişken ister ilgili ister ilgisiz olsun) R^2 artar. Buna karşılık Düzeltilmiş R^2 ye bakmak gerekir. Düzeltilmiş R^2 yalnızca eklenen değişken modelle ilişkili ise artar. Yine Tablo 10'da önemli bir test de Durbin-Watson (DW) testidir. Modelimizde otokorelasyon olup olmadığını gösterir. Genellikle 1,5-2,5 civarında bir DW testi değeri otokorelasyon olmadığını gösterir. Tabloda Durbin-Watson (DW) istatistiği modelimizde otokorelasyon olup olmadığını gösterir (DW=1,914).

Tablo 10. Çoklu Regresyon Modelinin Özet İstatistikleri (Atalay, 2010)

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tahminin Std. Hatası	Değişim İstatistikleri				Durbin-Watson	
					R ²	F	df1	df2		Sig. F
1	,959	,919	,915	2456,155	,919	215,447	4	76	,000	1,914

Tablo 10'dan trafik kaza sayıları ve faktör skorları arasındaki doğrusal ilişkinin derecesi (çoklu korelasyon katsayısı) %95,9'dur. Modelin belirlilik katsayısı (R²) %91,9'dur. Belirlilik katsayısı bağımlı değişkene ilişkin toplam varyansın (bilginin) %91,9'unun bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını göstermektedir. Bu katsayı modelin serbestlik derecesine göre düzeltildiğinde açıklanan oranın %91,5'e düştüğü anlaşılmaktadır.

% 91,9 değeri ANOVA çizelgesindeki (Tablo 11) regresyon modelinin açıkladığı bilginin (modelin kareler toplamının) toplam açıklanması gereken bilgiye (toplam kareler toplamı) oranlanarak ($5E+009/6E+009=91,9$) hesaplanmaktadır. ANOVA Çizelgesi modelimizin bir bütün olarak anlamlı olup olmadığını test etmemize yarar. Tablo 11'deki 215,447 F değeri, modelimizin bir bütün olarak her düzeyde anlamlı olduğunu gösterir (Anl.=,000).

Tablo 11. Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) Çizelgesi (Atalay, 2010)

Model		Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F-değer	Anl.
1	Regresyon	5E+009	4	1299728655	215,447	,000(a)
	Kalıntı	5E+008	76	6032696,405		
	Toplam	6E+009	80			

Tek yönlü varyans analizi ANOVA (veya F testi) genel olarak modelin anlamlılığını test eder. Modele ilişkin F değeri 215,447 (1299728655/6032696,405) ve F değerinin anlamlılığını gösteren p-değeri 0,000 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar modelin oldukça anlamlı olduğunu göstermiştir. Diğer bir anlatımla trafik kaza sayısı değerleri faktör skorları ile anlamlı bir şekilde açıklanabileceğini göstermektedir. Her bir açıklayıcı faktörün anlamlılığını (önemini) değerlendirmek için regresyon katsayıları çizelgesinin incelenmesi gerekmektedir (Tablo 12). Bu çizelgedeki faktörlere ilişkin t değerleri veya bu değerlere ilişkin p-değerleri incelendiğinde F1, F2, F3 ve F4 faktörlerin %1 anlamlılık düzeyinde kaza sayılarını açıklamada önemli değişkenler oldukları anlaşılmaktadır. Çünkü, bu faktörlere ilişkin p değerleri %1'den küçüktür. Regresyon katsayılarının işareti ilgili faktörle kaza sayısı arasındaki ilişkinin yönünü, büyüklüğü ise önemini (bağımsız değişkenler standartlaştırılmış değişkenler olduğundan) göstermektedir. Yani bağımsız değişkenlerin önemlilik sıralaması hem kısmi regresyon hem de beta (kısmi korelasyon) katsayılarına göre yapılabilmektedir. Beta, kısmi korelasyon katsayıları olup diğer bağımsız değişkenler sabit

tutulduğunda bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişkinin bir ölçütüdür.

Tablo 12. Model İçin Regresyon Katsayıları (Atalay, 2010)

Faktörler	Standartlaştırılmamış Katsayılar		Standart Katsayılar	t-değer	Anl.
	B	Std. Error	Beta		
(Sabit)	4948,813	272,906		18,134	,000
F1	7647,211	274,607	,909	27,848	,000
F2	1537,469	274,606	,183	5,599	,000
F3	1170,929	274,606	,139	4,264	,000
F4	1664,844	274,606	,198	6,063	,000

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada iller bazında 1997–2006 yıllarında meydana gelen şehir dışı trafik kazaları ve bu kazaları etkileyebilecek 20 farklı değişken incelenmiştir. Değişkenlerin etkisini belirlemeden önce değişkenleri belli gruplar altında toplamak için faktör analizi uygulanmıştır. Faktör analizi sonucu dört farklı faktör elde edilmiştir. Faktör analizi sonucu her bir faktör için faktör skorları elde edilmiştir. Ayrıca faktör skorları kullanılarak ve faktörün açıkladığı varyans oranına göre her il için genel faktör skoru elde edilmiştir. Elde edilen faktör skorlarına göre illerin tematik haritaları elde edilmiştir. Faktör analizi sonucu en önemli faktör 1. Faktör olduğu belirlenmiştir.

Birinci faktörün (nüfus-ulaşım) İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa, Yalova ve Kocaeli illerinde en yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Güneydoğu Anadolu bölgesi ve Akdeniz bölgesinde birinci yüksek faktör olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebi bazı illerde nüfus, bazı illerde trafik hareketliliği ve bazı illerde imalat sanayi işyeri sayılarının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Yang vd. (1997) yaptıkları çalışmada, kentsel alanlarda hem erkek hem de bayanlar için düşük ölüm oranları gözlemlemiştir. Aksine kırsal alanlarda daha yüksek ölüm oranları gözlenmiştir. Kırsal alanlarda bakımsız yollar, eski taşıtlar, aşırı hız, alkol kullanımı ve ilk yardım müdahalesinin yetersizliğinin yüksek ölüm oranlarına neden olduğunu belirtmişlerdir. Lassare and Thomas (2005) yaptıkları çalışmada, düşük nüfus yoğunluğu ve küçük ekonomik aktiviteye sahip büyük alanlarda az trafik olması düşük ölüm oranlarını meydana getirdiğini belirtmiştir.

İkinci faktör (gelişmişlik) kırsalda asfalt yol oranı, gelişmişlik sırası, okuryazar nüfus oranı ve fert başına gayri safi yurt içi hâsıla, değişkenlerinden oluşmaktadır. İkinci faktör skorunun en yüksek olduğu bölgeler Akdeniz, Ege, Marmara ve İç Anadolu bölgeleridir. Doğu, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgelerinde en düşük seviyededir. Regresyon analizi sonucuna göre ikinci faktör ile kaza sayısı arasında pozitif ilişki olduğu görülmektedir (0,183). Bu çalışmada bulunan pozitif ilişki derecesi küçük olduğundan dolayı

ikinci faktör değişkenlerinin değerlerinin artması trafik kaza sayısını büyük bir oranda artırmayacaktır. Asioğulları (1994) yaptığı çalışmada, trafik kazalarını yapanların eğitim seviyelerine göre sıralandığında en fazla ilkokul, orta, lise ve üniversite mezunlarının kaza yaptıkları belirtmiştir. Ayrıca eğitim seviyesi yüksek toplumlarda kaza sayısı az iken tersi toplumlarda kaza sayısı her geçen gün artış gösterdiğini belirtmiştir. Jones vd. (2008) yaptıkları çalışmada milli gelir başına ortalama otomobil sayısı ile ölü sayısı arasında pozitif ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, ağır ve hafif yaralı sayıları içinde benzerdir. Sonuç olarak kent içi alanlarda, nüfusun fazla olduğu alanlarda, ekonominin geliştiği yerlerde trafik kaza riski daha fazla kırsal alanlarda daha az olduğu belirlenmiştir.

Üçüncü faktör yol uzunlukları (bölünmüş, devlet ve il yolu, otoyol, köy yolu) değişkenlerinden oluşmaktadır. Üçüncü faktör skoru en yüksek değerleri Ankara, Konya ve Antalya illerinde belirlenmiştir. İstanbul, Kırklareli, Zonguldak, Bayburt Karabük, Kırıkkale, Bilecik ve Bartın illerinde en düşük seviyededir. Yol uzunluklarının yüksek değerlerde olması trafik tıkanıklığının azaltılması özellikle bölünmüş yol uzunluklarının artması trafik kazalarının azalmasında önemli rol oynayacaktır. Jegede (1988) yapmış olduğu çalışmada, trafik kazalarına en yüksek katkıyı endüstri kuruluşlarının sayısının neden olduğunu belirtmiştir. İkinci en yüksek değişken olarak da nüfus büyüklüğü olduğu belirtilmiştir. Üçüncü en yüksek katkıyı sağlayan değişken olarak da yerel yönetim yollarının uzunluğu olduğu ve diğer değişkenlerin trafik kazalarına katkısının bu üç değişkene göre daha az olduğu belirlenmiştir.

Dördüncü faktör (sağlık) hekim sayısı, hastane yatağı sayısı ve özel otomobil sayısı değişkenlerinden oluşmaktadır. Bu faktör skoruna göre Güneydoğu Anadolu bölgesi en düşük seviyededir. Ayrıca Konya, Yozgat ve Samsun illeri en düşük seviyededir. Isparta, Bolu, Eskişehir, Kastamonu, Elazığ, Trabzon ve Artvin illeri en yüksek seviyededir. Trafik kazaları sonucu meydana gelen yaralanmalara ilk müdahale büyük önem taşımaktadır. Dördüncü faktör değişken değerlerinin artması trafik kazalarında ilk yardım müdahalesinin daha kısa sürede yapılmasını sağlayacaktır.

Genel faktör skoruna göre illerin dağılım haritasından Ankara, İstanbul ve İzmir'in en yüksek faktör skoruna sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Türkiye'nin Doğu, Güneydoğu ve Doğu Karadeniz bölgelerinde genel faktör skorunun en düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. Faktörlerdeki değişkenlere göre sonuç olarak birinci faktör değişkenlerinin azaltılması diğer faktör değişken değerlerinin artırılması şehir dışı trafik kazalarının azaltılmasında önemli ölçüde rol oynayacaktır.

Çalışmada elde edilen faktör skorları bağımsız değişken ve trafik kaza sayıları bağımlı değişken olmak üzere çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Regresyon analizi sonucu en önemli faktörün 1. Faktör olduğu belirlenmiştir. Birinci faktör değişkenleri de; nüfus, şehirleşme oranı, nüfus yoğunluğu, imalat sanayi işyeri sayısı, ortalama motorlu kara taşıt sayısı, ortalama taşınan yolcu-km değeri, ortalama seyahat eden taşıt-km değeri, ortalama taşınan ton-km değeridir. Bunun sonucu olarak nüfus ve trafik hareketliliğinin şehir dışı trafik kazalarında önemli rol oynadığı bir kez daha bu çalışma ile belirlenmiştir.

Kaynakça

- Asioğulları, E. (1994). "Trafik kazalarının etmenleri ve Ankara örneği". Yüksek Lisans Tezi", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Atalay, A. (2010). "Türkiye'deki trafik kazalarının mekânsal ve zamansal analizi", Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Büyüköztürk, Ş. (2002). Faktör Analizi: Temel kavramlar ve ölçek geliştirmede kullanımı. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*. 32, 470-483.
- Darçın, M. (2006). "Türkiye'de ulaşım göstergelerinin iller bazında çok değişkenli analiz teknikleri yardımı ile karşılaştırılması", Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- DPT (2003). İllerin Sosyoekonomik Gelişmişlik Göstergeleri, Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı.
- EGM (Emniyet Genel Müdürlüğü) (1997a). *Trafik İstatistik Yıllığı*, Ankara: EGM Eğitim Dairesi Başkanlığı.
- EGM (Emniyet Genel Müdürlüğü) (1998a). *Trafik İstatistik Yıllığı*, Ankara: EGM Eğitim Dairesi Başkanlığı.
- EGM (Emniyet Genel Müdürlüğü) (1999a). *Trafik İstatistik Yıllığı*, Ankara: EGM Eğitim Dairesi Başkanlığı.
- EGM (Emniyet Genel Müdürlüğü) (2000a). *Trafik İstatistik Yıllığı*, Ankara: EGM Eğitim Dairesi Başkanlığı.
- EGM (Emniyet Genel Müdürlüğü) (2001a). *Trafik İstatistik Yıllığı*, Ankara: EGM Eğitim Dairesi Başkanlığı.
- EGM (Emniyet Genel Müdürlüğü) (2002a). *Trafik İstatistik Yıllığı*, Ankara: EGM Eğitim Dairesi Başkanlığı.

- Erdoğan, S. (2009). Explorative spatial analysis of traffic accident statistics and road mortality among the provinces of Turkey. *Journal of Safety Research, 40*, 341–351.
- Jegede, F.J. (1988). Spatio-temporal analysis of road traffic accidents in Oyo State, Nigerya. *Accident Analysis & Prevention 20*, 227-243.
- Jones.,A.P., Haynes, R., Kennedy, V., Harvey, I.M., Jewell, T., ve Lea, D. (2008). Geographical variations in mortality and morbidity from road traffic accidents in England and Wales. *Healt &Place, 14*, 519-535.
- Lassare, S., ve Thomas, I. (2005). Exploring road mortality ratios in Europe: National versus regional realites. *J.R. Statist. Soc. 168* (1),127-144.
- Levine, N., Kim, K.E. ve Nitz, L.H. (1995). Spatial analysis of Honolulu motor vehicle crashes: II. zonal generators. *Accid. Anal. and Prev.*, 27 (5), 675-685.
- Manga, A.O., ve Murat, Y.S. (2009). Trafik kazalarının faktör analizi yöntemiyle incelenmesi, İzmir Ulaşım Sempozyumu Bildiri Kitabı (ss. 532-540), TMMOB İnşaat Müh. Odası İzmir Şubesi.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (1997). *Motorlu Taşıt İstatistikleri*, Ankara: TÜİK
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (1998). *Motorlu Taşıt İstatistikleri*, Ankara: TÜİK
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (1999). *Motorlu Taşıt İstatistikleri*, Ankara: TÜİK
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2000). *Motorlu Taşıt İstatistikleri*, Ankara: TÜİK
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2001). *Motorlu Taşıt İstatistikleri*, Ankara: TÜİK
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2002). *Motorlu Taşıt İstatistikleri*, Ankara: TÜİK
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2003a). *Trafik Kaza İstatistikleri*, Ankara: TÜİK
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2003b). *Motorlu Taşıt İstatistikleri*, Ankara: TÜİK
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2004a). *Trafik Kaza İstatistikleri*, Ankara: TÜİK

- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2004b). *Motorlu Taşıt İstatistikleri*, Ankara: TÜİK
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2005a). *Trafik Kaza İstatistikleri*. Ankara: TÜİK
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2005b). *Motorlu Taşıt İstatistikleri*, Ankara: TÜİK
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2006a). *Trafik Kaza İstatistikleri*, Ankara: TÜİK
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2006b). *Motorlu Taşıt İstatistikleri*, Ankara: TÜİK
- Van Beeck E.F., Mackenbach J. P., Looman C.W.N. ve Kunst A.E. (1991). Determinants of traffic accidents mortality in the Netherlands: A geographical analysis. *International Journal of Epidemiology*, 20(3), 698-706.
- Yang, C-Y., Chiu, J-F., Lin, M-C., and Cheng, M-F. (1997). Geographic variations in mortality from motor vehicle crashes in Taiwan. *The Journal of Trauma: Injury, Infection and Critical Care*, 43(1),74-77.