

Türkiye'deki illerin trafik risk endeksi Traffic risk index of cities in Turkey

Ebru ARIKAN ÖZTÜRK^{1*}

¹Trafik Planlaması ve Uygulaması Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
eozturk@gazi.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 11.06.2015, Kabul Tarihi/Accepted: 13.10.2015
* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2015.93446
Araştırma Makalesi/Research Article

Öz

Türkiye'de son 30 yılda yaklaşık 160 bin kişi trafik kazalarında hayatını kaybetmiştir. Trafik kazalarının sosyo-ekonomik maliyetinin ise yılda yaklaşık 20 milyar TL olduğu tahmin edilmektedir. 2020 yılına kadar trafik kazalarından kaynaklanan ölümleri %50 oranında azaltmayı hedefleyen Türkiye'nin, ivedilikle rasyonel çözümler üretmesi gerekmektedir. Yol ve trafik güvenliği konusunda farkındalık yaratmak, risk faktörleri ve öncelikli alanların tespitine yönelik hedef ve strateji geliştirmek, politika yapımcıları ve uygulayıcıları harekete geçirmek için kapsamlı analizlere ihtiyaç vardır. Bu çalışmada, yol ve trafik güvenliğine ilişkin parametreler kullanılarak bir "Trafik Risk Endeksi" geliştirilmiş, geliştirilen endeks ile 81 ilin trafik güvenliği düzeyi karşılaştırılmıştır. Trafik risk endeksi oluşturulurken, tehlike endeksi metodundan faydalanılmıştır. Çalışmada, 2013 yılı için trafik güvenliği açısından en riskli il Bingöl olurken, endeks değerine göre en güvenli il ise İstanbul olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Trafik güvenliği, Tehlike endeksi, Yol güvenliği

Abstract

In Turkey, nearly 160 thousand people lost their lives in traffic accidents in the last 3 decades. It is estimated that the socio-economic cost of traffic accidents is 20 billion TL in annual scale. Turkey is aiming to reduce the deaths stemming from traffic accidents at a rate of 50% until 2020, and needs to produce urgent rational solutions. Comprehensive analyses are needed in order to create awareness on the issue of safety of the roads and traffic, to develop targets and strategies to determine the risk factors that have priority, and activate the policy makers and practitioners. In this study, a "Traffic Risk Index" was developed by using the parameters on the road and traffic safety, and the traffic safety levels of 81 cities were compared by using this index. The Hazard Index Method was made use of to develop the Traffic Risk Index. The most risky city in terms of traffic safety was determined to be Bingöl for the year 2013 in the study, and the safest city was determined to be Istanbul according to the Index values.

Keywords: Traffic safety, Risk index, Road safety

1 Giriş

Trafik kazalarında meydana gelen ölüm, yaralanma ve maddi kayıplar tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de büyük önem taşıyan bir halk sağlığı sorunudur. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre her yıl 1.5 milyona yakın kişi trafik kazası nedeniyle hayatını kaybetmekte, 50 milyonun üzerinde kişi de yaralanmaktadır. Kaza kurbanlarının neredeyse yarısını yayalar ile bisiklet ve motosiklet sürücüleri oluşturmaktadır. Ölümlü trafik kazalarının yaklaşık %90'ı orta ve düşük gelirli ülkelerde meydana gelmektedir [1]. Ayrıca trafik kazaları neticesinde miktarı ciddi boyutlara ulaşan toplumsal ve ekonomik kayıplar oluşmaktadır.

Trafik kazaları önceden tahmin edilebilir ve önlenbilir. Yüksek gelir sahibi sahip pek çok ülke, yol ve trafik güvenliğine yönelik sistem yaklaşımı benimseyerek, son 20 yılda, kazalarda ve kaza kurbanlarının sayısında önemli azalmalar sağlayabilmiştir. Düşük ve orta gelirli ülkeler için geçerli çözümler, uzun süredir motorize olmuş ve yüksek gelir sahibi ülkelere göre farklılıklar gösterse de temel ilkeler aynıdır. Literatürde, karayolu trafik kazalarının önlenemediğini doğrulayan çalışmalar mevcuttur. Yapılan bu çalışmalar göstermiştir ki, yeterli bir bütçe ve istikrarlı bir yaklaşım ile karayolu trafik kazaları önemli ölçüde azaltılabilir [1]. Nitekim birçok Avrupa ülkesi geliştirdikleri önlemlerle 2001-2010 yılları arasında trafik kazası ölümlerini %50 oranında azaltmayı başarmıştır. Bu tür faaliyetlerin dünya genelinde yürütülmesi amacıyla, Birleşmiş Milletler önderliğinde ve Dünya Sağlık Örgütü'nün koordinasyonunda 10 yıllık eylem planı hazırlanmıştır. Eylem planı ile 2011-2020 yılları arasında olması beklenen karayolu trafik kazası ölümlerinin %50 oranında azaltılarak 5 milyon hayatın

kurtarılması ve 50 milyon yaralanmanın da önüne geçilmesi hedeflenmektedir. 20 Kasım 2010 tarihinde Moskova'da düzenlenen ve Türkiye'nin de katıldığı "Birinci Küresel Karayolu Güvenliği Bakanlar Konferansı'nda, hükümetlerin taahhütlerini içeren Moskova Deklarasyonu kabul edilmiştir. Bu deklarasyona takiben Türkiye'de "Karayolu Trafik Güvenliği 10 Yıllık Eylem Planı" hazırlanmış ve plan 30 Mayıs 2012'de uygulamaya konulmuştur [2].

Tablo 1'de yer alan 2003-2014 yılları arasında Türkiye'de meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kazaları ile ölü ve yaralı sayıları incelendiğinde, 12 yıllık süreçte, kaza ve yaralı sayılarının arttığı, ölü sayısının ise 2003-2007 yılları arasında arttığı, 2007 yılından sonra azaldığı anlaşılmaktadır [3].

Tablo1: 2003-2014 yılları arasında meydana gelen trafik kazası, ölü ve yaralı sayıları [3].

Yıl	Ölümlü ve yaralanmalı kaza sayısı	Ölü sayısı	Yaralı sayısı
2003	67031	3946	118214
2004	77008	4427	136437
2005	87273	4505	154086
2006	96128	4633	169080
2007	106994	5007	189057
2008	104212	4236	184468
2009	111121	4324	201380
2010	116804	4045	211496
2011	131845	3835	238074
2012	153552	3750	268079
2013	161306	3685	274829
2014	168512	3524	285059

Türkiye'de, istatistiklere yansıyan trafik kazalarındaki ölü sayısı, kaza yerinde meydana gelen ölü sayısıdır. Trafik kazası

nedeniyle hastanede ya da bir süre sonra evinde ölenlerin sayısı istatistiklere yansımamaktadır. Dolayısıyla istatistiklere yansıyan sayı gerçek değerinden altındadır. Türkiye’de yol ve trafik güvenliğine ilişkin karşımıza çıkan bu tabloyu oluşturan temel etmenler şöyle sıralanabilir [4]:

- Taşıma türlerindeki dengesizlik: Yük ve yolcu taşımalarının yüksek oranda karayolları ile yapılması,
- Yol kullanıcı davranışları: Trafikte karşılaşılabilecek riskler konusunda yeterli bilgiye sahip olmamak ve farkındalığın yetersiz olması, yol kullanıcıların fiziksel yapısı (görme-ışıtme-reaksiyon yetenekleri, yaş vb.) ve psikolojik durumunda karşılaşılan problemler,
- Taşıtlardan kaynaklanan nedenler: Teknik şartları uygun olmayan taşıtların trafikte yer almaları, aşırı yüklenme, yetersiz araç bakımı,
- Karayolu altyapısından kaynaklanan nedenler: Tasarım-geometri hataları, eksik-hatalı işaretleme, trafik kontrol sistemi eksiklikleri, yetersiz aydınlatma,
- Trafik yönetimi, denetimini ilişkin hususlar: Etkili ve sürekli denetimin yapılamaması, cezaların caydırıcı olmaması, trafik yönetimi konusunda yaşanan sıkıntılar,
- Hızlı ve plansız şehirleşme: Sürdürülebilir planlama çalışmalarında eksiklikler, hızla büyüyen kentlerin ulaşım ana planlarının olmayışı,
- Çevre şartları: Yağış, buzlanma, sis, heyelan, sel, deprem,
- Yol ve trafik güvenliği konusunda yaşanan sosyal kayıtsızlık, kaza mağdurlarının sayısını azaltma amacının gündelik yaşamda öncelik taşımaması.

Bu temel etmenlerden de anlaşılacağı gibi trafik sistemi, içerisinde insan, araç ve yolu barındıran, bununla birlikte eğitim, denetleme, mühendislik, trafik yönetimi, ilkyardım, çevresel koşullar, mevzuat, savunuculuk ve politika üretme gibi boyutları da olan karmaşık bir sistemler bütünüdür. Sistem içerisindeki bu bileşenlere ait münferit hatalar ve eksiklikler ile birden fazla bileşenin bir arada oluşturduğu hatalar ve eksiklikler, trafik kazalarının meydana gelmesine neden olmaktadır. Bu kayıpların önlenmesinde, kentlerin birbirleriyle ölçülebilir ve görel olarak karşılaştırılabilir yol ve trafik güvenliği düzeylerinin saptanması, yapılacak çalışmaların planlanması ve rasyonel politikaların üretilmesinde yol gösterici olacaktır.

Türkiye’de trafik güvenliğine yönelik yapılan değerlendirmelerde genellikle zaman dilimleri esas alınmakta (bayram trafiği, tatil trafiği vb.), trafik güvenliği kavramı; kaza sayıları, araç ve nüfus başına ölümler ve yaralanmalar gibi oransal kavramlarla açıklanmaktadır. Diğer tüm problemlerde olduğu gibi karayolu trafik kazalarının önlenmesinde de öncelikle sorunun doğru teşhis edilmesi, soruna tek bir perspektiften değil geniş açıdan bakılabilmesi ve çalışmaların nereden başlayacağını sağlıklı bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, Türkiye’deki 81 ilin yol ve trafik güvenliği verileri dikkate alınarak bir “Trafik Risk Endeksi (TRE)” geliştirilmiştir. TRE oluşturulurken, tehlike indeksi metodundan faydalanılmıştır. Çalışmada temel amaç, illerin trafik güvenliğine ilişkin düzeylerinin karşılaştırmalı olarak ortaya konulmasıdır. Geliştirilen endeksin, Türkiye’nin hedeflediği 2020 yılına kadar karayolu ölümlerindeki %50 azalmanın sağlanması için, çalışma yapılacak yerlerin belirlenmesi ve önceliklendirilmesinde fayda sağlayacağı

düşünülmektedir. Ayrıca hesaplanan endeks değerlerine göre her il trafik güvenliği açısından sıralamadaki yerini görerek gerekli çalışmaları yapabilecektir.

2 Kuramsal çerçeve

Endeksler, iktisat, işletme ve sosyal olaylara ilişkin konuların izlenmesinde sıkça başvurulan göstergelerdir. Ölçme, açıklama, takip ve tahmin amaçlı kullanılan bu endekslere örnek olarak; enflasyonu ölçmek için kullanılan fiyat endeksleri ve geçinme endeksleri, üretimi ölçmek için kullanılan sanayi üretim endeksleri, istihdam ve işgücünün yapısına ilişkin değişimleri gösteren işgücü endeksleri gibi endeksler gösterilebilir. Ülkeler, çeşitli alanlarda hesaplanan bu endekslere göre, ilgili konudaki yerlerini görebilmekte, böylece eksikliklerini giderebilmek ve gerekli çalışmaları yapabilmek için fırsat bulabilmektedirler [5].

Türkiye’de karayolu istatistiklerine ait veriler, ilgili kurumların idari kayıtlarından ve etüt çalışmalarından elde edilmektedir. Motorlu kara taşıtları istatistikleri kapsamında, trafiğe kaydı yapılan ve kaydı silinen taşıtların cinsi, markası, tipi, modeli ve kullanım amacına ait bilgiler il düzeyinde Emniyet Genel Müdürlüğü (EGM) tarafından takip edilmektedir. Motorlu kara taşıtları istatistikleri aylık haber bülteni olarak, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) web sayfasında ayrıca yıllık olarak da CD ortamında yayımlanmaktadır. Trafik kazalarına ait istatistikler EGM ve Jandarma Genel Komutanlığı idari kayıtlarından derlenmekte ve aylık olarak EGM web sayfasında haber bülteni şeklinde, yıllık olarak ta TÜİK tarafından web sayfasında haber bülteni ve CD ortamında yayımlanmaktadır [6]. Tüm bu istatistiklerin her biri tek başına birer gösterge olmakla birlikte, bir yerin trafik güvenliği açısından durumunun objektif olarak değerlendirilebilmesi için, trafik güvenliğini etkileyen parametrelerin bir arada değerlendirilmesi gereklidir.

Taylor ve Thompson [7] tarafından geliştirilen “Tehlike İndeksi” metodu, hem bir bölgenin/kesimin kaza potansiyelini belirlemek için, hem de problemleri bölgeyi birbiri ile karşılaştırarak sıralamak için kullanılan bir yöntemdir. Tehlike indeksi yönteminde indeks değeri hesaplanırken kazaya ait veriler (kaza sayısı, kaza oranı, kaza şiddeti) ile kazaya ait olmayan veriler (trafik çakışma oranı, hacim/kapasite oranı, görüş mesafesi, düzensiz manevra, sürücü beklentileri, bilgi sistem eksiklikleri) kullanılmaktadır. Ham verilere ait gösterge değerleri bir dönüşüm eğrisi yardımıyla belirlendikten sonra, ağırlık faktörleri ile çarpılarak ağırlıklandırılması yapılmakta ve hesaplanan kısmi indeksler kullanılarak Eşitlik 1 yardımı ile etüt edilen bölgenin tehlike indeksi hesaplanmaktadır.

$$T_i = \frac{\sum(W_i \cdot GD_i)}{\sum W_i} \quad (1)$$

Burada, T_i bölgenin tehlike indeksi; W_i , i. gösterge için ağırlık değeri; GD_i , i. gösterge değeri olarak verilmiştir.

Çalışmada, tehlike indeksi metodunda kullanılan sistematik yaklaşımdan faydalanılarak bir model geliştirilmeye çalışılmıştır. Tehlike indeksi yönteminde, etüt edilen bölgenin ya da kesimin sahip olduğu kaza potansiyeli, kazaya ilişkin veriler ile kazaya ilişkin olmayan ancak kazanın oluşmasına zemin hazırlayabilecek verilerle belirlenmektedir. Bu çalışmada da illerin trafik güvenlik düzeyleri, kazayla ilişkili ve kazayla ilişkisi olmayan veriler kullanılarak hesaplanan endeks değerleriyle karşılaştırılmıştır. Çalışmada kazaya ait veriler; yüz bin kişi başına ölü sayısı, yüz bin kişi başına yaralı

sayısı, on bin araç başına ölü sayısı, 5 yıllık ölü sayısı değişimi, kazaya ait olmayan veriler ise emniyet kemeri takan sürücü oranı, emniyet kemeri takan ön koltuk yolcu oranı, on bin sürücü başına ehliyeti alınan sürücü sayısı, araç plakasına yazılan ceza oranı, bölünmüş yol oranı, yüz bin kişi başına hastane yatak sayısı, bin kişi başına düşen otomobil sayısı, çocuk nüfusu oranı (5-14 yaş), ile yaşlı nüfusu oranıdır (65-90+ yaş). Veriler belirlenirken uzman görüşüne başvurulmuş, bununla birlikte ulaşılabilir ve yenilenebilir olan veriler seçilmiştir.

2.1 Literatür araştırması

Ghazwan A.H. 13 Avrupa Birliği ülkesinin yol güvenliğini karşılaştırmak amacıyla bir "Yol Güvenliği Gelişim Endeksi" modeli geliştirmiştir. 3 grup gösterge kullanılarak geliştirilen endeks ile çalışmada, yüksek oranda motorize olmuş 8 Avrupa Birliği ülkesi ile düşük oranda motorize olan 5 ülke karşılaştırılmıştır. Kullanılan göstergeler; yol kullanıcı davranışlarına ait verilerin yer aldığı insana ait göstergeler, güvenli araçlar, güvenli yollar, denetleme ve trafik yönetimine ilişkin verilerin yer aldığı sistem göstergeleri ve kaza ölüm oranı verilerinin yer aldığı üretim göstergeleridir [8].

Hermans E. ve diğ. seçtikleri 6 risk alanını kullanarak (alkol ve uyuşturucu, hız, koruyucu sistemler, araç, yol ve kriz yönetimi) bir yol güvenliği endeksi geliştirmiştir. Çalışmada 21 Avrupa ülkesine ait elde edilen endeks değerleri karşılaştırılmıştır [9].

Wegman F. ve diğ. yol güvenliği performans göstergeleri, uygulama performansı göstergeleri ve politika performans göstergeleri olmak üzere seçtikleri 3 tip gösterge ve göstergelere ait alt değişkenler ile 27 Avrupa ülkesinin yol güvenliği endeks değerini hesaplamıştır [10].

Shen Y. ve diğ. seçtikleri 4 tip ana göstergeye (kaza göstergeleri, yol güvenliği performans göstergeleri, politika performans göstergeleri ve kültürel göstergeler) ait 21 alt değişkene veri zarflama yöntemini uygulayarak, 26 Avrupa ülkesinin yol güvenlik performansını tespit etmiş ve değerleri karşılaştırmıştır [11].

Bax C. ve diğ. tarafından yürütülen "Yol Güvenliği Endeksi Geliştirilmesi" başlıklı projede ülkelerin yol güvenliği durumlarını kolayca karşılaştırabilmeleri için bir endeks modeli geliştirilmiştir. Çalışmada model katmanları, üçgen hiyerarşisi (yol güvenliği piramidi) üzerine inşa edilmiştir [12].

Ozan C. ve diğ. Denizli kentinin trafik hacmi açısından en yoğun bölgelerini içeren ulaşım ağında tehlike indeksi uygulamasında kullanılacak verileri toplamış, bölgedeki linkler için tehlike indekslerini hesaplamış ve risk derecelendirmesi yapmıştır [13].

Atalay A. ve diğ. tarafından trafik kazalarının oluşmasında etkili olabileceği düşünülen, sosyoekonomik ve ulaşım ile ilgili 20 farklı değişken belirlenmiş, Türkiye'de 81 il için bu değişkenlerin istatistik değerleri elde edilerek bir veri tabanı oluşturulmuştur. Çalışmada faktör analizi yapılarak değişkenler dört faktör (nüfus-ulaşım, gelişmişlik, yol, sağlık) altında toplanmıştır. Faktör skorları kullanılarak her il için genel faktör skoru hesaplanmış ve genel faktör skoruna göre de illerin tematik haritaları oluşturulmuştur [14].

Çoruh E. ve Tortum A. tarafından Türkiye'de trafik kaza sayısına etki eden faktörler Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi kullanılarak incelenmiş, 81 ilin risk alanları dikkate alınarak

yol güvenlik sıralamaları belirlenmiştir. Çalışmada her ilin 2008, 2009, 2010 yıllarına ait ekonomik ve demografik göstergeleri, ulaştırma risk göstergeleri, ulaştırma altyapı göstergeleri ile sağlık ve eğitim göstergeleri ile bunlara ait 44 adet alt değişken kullanılmış olup illerin her üç yıl için yol güvenlik sıralamasındaki yerleri belirlenmiştir [15].

3 Yöntem

Ölüm, yaralanma ve kazalarla ilişkili nedenselliği ölçmek ve kazaları doğuran süreçleri anlamak için birçok gösterge mevcuttur. Bu çalışmada, öncelikle bu nedenselliği açıklayabilecek ve süreçleri daha doğru analiz etmeyi sağlayabilecek veriler tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunu takiben veriler detaylı bir şekilde incelenmiş ve 81 il için mevcut ve her yıl yenilenebilir özellikte olan veri grupları belirlenmiştir. Daha sonra, çalışmanın temel amacı olan, illerin trafik güvenliği düzeylerini karşılaştırmalı olarak ortaya koyacak bir TRE oluşturmak için dört ana gösterge belirlenmiştir. Bu dört göstergenin her biri farklı sayıda alt değişkeni içermektedir. Değişkenlerin belirlenmesi sırasında; uzman görüşleri ve veri bulma imkânları göz önünde bulundurulmuştur. Belirlenen dört ana gösterge şunlardır:

- Trafik Kaza Göstergeleri (TKG),
- Yol Kullanıcı Göstergeleri (YKG),
- Sistem Göstergeleri (SG),
- Demografik Göstergeler (DG).

Bu dört ana göstergeye ait 13 alt değişken ile alt değişkenlerin ağırlıkları 7 farklı uzman görüşüne başvurularak tespit edilmiştir. Her bir alt değişkenin trafik güvenliğine etkisini belirlemek üzere uzmanlardan, 5'li Likert derecelendirmesinin (1: Az etkisi var, 2: Biraz etkisi var, 3: Orta etkisi var, 4: Çok etkisi var, 5: Tam etkisi var) yer aldığı bir form doldurması istenmiştir. Formlardan elde edilen bilgiler doğrultusunda Tablo 2-3-4 ve 5'teki ağırlıklar tespit edilmiştir. Uzmanlardan değişkenin endekse etkisi ters yönlü (trafik riskini azaltan) ise bunu belirtmeleri istenmiştir. Ters yönlü bu değişkenlerin ağırlıkları da negatif değer olarak kullanılmıştır.

Trafik kaza göstergelerine ait alt değişkenler; yüz bin kişi başına ölü ve yaralı sayısı, on bin araç başına ölü sayısı ile 2009-2013 yılları arası trafik kazalarındaki ölü sayısı değişim yüzdesidir (Tablo 2). Yol ve trafik güvenliğinde en büyük risk ölüm ve yaralanmaların meydana gelmesi olduğu için, bu dört alt değişkenin, bir yerin yol ve trafik güvenliği açısından riskli olarak değerlendirilmesinde en etkili faktörler olduğu düşünülmektedir.

Emniyet kemeri kullanımı, kazanın ölümle neticelenme olasılığını azaltan basit, ancak derece etkili bir önlemdir. Dolayısıyla, sürücü ve ön koltukta oturan yolcunun emniyet kemeri takma oranları endekse etkileri negatif olan yani trafik güvenliğini artıran parametrelerdir. Emniyet kemerine ilişkin veriler, Ortadoğu Teknik Üniversitesi ile Emniyet Genel Müdürlüğü'nün ortak bir çalışması olan "Türkiye Analizi 1:Sürücü ve Ön Koltuk Yolcularının Emniyet Kemeri Kullanımı" başlıklı rapordaki istatistiklerden alınmıştır [16].

Kural ihlallerini ve bu ihlallerin niteliği ile niceliğini belirten denetleme verileri de, bir yerin trafik güvenliğine ilişkin bilgi veren önemli verilerdir. Dolayısıyla çalışmada, denetleme verilerinden elde edilen, 100 ceza puanı+5 hız ihlali+Alkol nedeni ile ehliyeti alınan sürücü sayısı ile araç plakasına yazılan ceza oranları, trafik güvenliğini azaltan ve riski artıran

parametreler olarak endekse pozitif yönlü dahil edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 2: Trafik kaza göstergeleri ve ağırlıkları.

Trafik kaza göstergeleri		
Değişken	Ağırlık	Hesaplama yöntemi
Yüz bin kişi başına ölü	5	100.000*Trafik kazalarındaki ölü sayısı/il nüfusu
Yüz bin kişi başına yaralı	4	100.000*Trafik kazalarındaki yaralı sayısı/il nüfusu
On bin araç başına ölü	5	10.000* Trafik kazalarındaki ölü sayısı/İlde kayıtlı motorlu araç sayısı
5 yıllık ölü sayısı değişimi	4	2009-2013 yılları arası ölü sayısındaki % değişim

Tablo 3: Yol kullanıcı göstergeleri ve ağırlıkları.

Yol kullanıcı göstergeleri		
Değişken	Ağırlık	Hesaplama yöntemi
Emniyet kemeri takan sürücü	-4	Emniyet kemeri takan sürücü oranı
Emniyet kemeri takan ön koltuk yolcu	-3	Emniyet kemeri takan ön koltuk yolcu oranı
On bin sürücü başına ehliyeti alınan sürücü	4	10.000*(100 ceza+5hız ihlali+Alkol) yüzünden ehliyeti alınan sürücü sayısı/ildeki toplam sürücü sayısı
Araç plakasına yazılan ceza oranı	2	100 *Ceza yazılan araç sayısı/ İlde kayıtlı motorlu araç sayısı

Tablo 4: Sistem göstergeleri ve ağırlıkları.

Sistem göstergeleri		
Değişken	Ağırlık	Hesaplama yöntemi
Bölünmüş yol oranı	-3	İl sınırlarında yer alan Devlet ve İl yollarındaki Bölünmüş yol uzunluğu/Toplam yol uzunluğu
Yüz bin kişi başına hastane yatak sayısı	-1	100.000*Hastane yatak sayısı/İl nüfusu
Bin kişi başına düşen otomobil	2	1.000*İlde kayıtlı otomobil sayısı/İl nüfusu

Tablo 5: Demografik göstergeleri ve ağırlıkları.

Demografik Göstergeler			
Değişken	Ağırlık	Hesaplama yöntemi	
Çocuk nüfusu (5-14 yaş)	2	100*Çocuk nüfusu / il nüfusu	oranı
Yaşlı nüfusu (65-90+ yaş)	1	100*Yaşlı nüfusu / il nüfusu	oranı

Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan trafik kaza özetleri incelendiğinde, bölünmüş yol çalışmaları ile birlikte karşılıklı çarpışma şeklinde oluşan trafik kazalarının azaldığı, buna karşılık yoldan çıkma, devrilme, savrulma, takla gibi trafik kazalarında ise artış olduğu görülmektedir.

Öncesinde çift şeritli ve iki yönlü olarak hizmet veren, daha sonra bölünmüş yol olarak hizmete açılan, kırk dört adet kontrol kesim noktasındaki kaza verilerinin incelendiği "Bölünmüş Yol Çalışmalarının Trafik Kazaları Üzerine Etkisinin İncelenmesi" başlıklı tez çalışmasında bölünmüş

yolların yapılmasıyla karşılıklı çarpışma vakalarının azaldığı buna bağlı olarak da toplam ölüm vakalarında önemli bir azalma yaşandığı bulgulanmıştır [17].

Karşılıklı çarpışma (kafa kafaya çarpışma) şeklinde meydana gelen ve ölümlerle sonuçlanma potansiyeli yüksek kazaların azalmasında etkisi olan bölünmüş yol oranı, etkisi negatif yönlü bir parametre olarak değerlendirilmiş ve endekse dahil edilmiştir.

Trafik güvenliğinin oluşturulmasında önemli etkisi olan faktörlerden biri de acil ilkyardım ve tedavi hizmetleridir. Etkin uygulanan acil ilkyardım ve devamında uygulanan tedavi ile trafik kazaları neticesinde meydana gelen ölümleri azaltmak mümkün olabilir. Etkin acil ilkyardım ve tedavi hizmetinin sağlanması da sahip olunan sağlık hizmeti potansiyeline bağlıdır. Bu doğrultuda, yüz bin kişi başına düşen hastane yatak sayısı, illerin sağlık hizmeti sunum seviyesini ortaya koyan bir gösterge olarak endekse negatif yönlü dahil edilmiştir. Bu iki veri ile birlikte bin kişi başına düşen otomobil sayısı da pozitif yönlü bir değişken olarak endekste kullanılmıştır (Tablo 4).

Türkiye'de yıllar bazında meydana gelen yaya kazaları incelendiğinde, ölenlerin önemli bir oranını çocuklar ve yaşlıların oluşturduğu anlaşılmaktadır. 2013 yılında meydana gelen trafik kazalarında ölen yayaların %20'si 5-14 yaş grubundaki çocuklar, %22'si ise 65 yaş ve üstü yaşlılardır. Yani, 2013 yılında ölen yayaların %42'si çocuk ve yaşlılardan oluşmuştur. Özellikle yaya kazalarında önemli bir orana sahip bu iki yaş grubu, demografik göstergeler başlığı altında çalışmaya dahil edilmiştir (Tablo 5).

Çalışmada kullanılan tüm veriler 2013 yılına ait istatistiklerden alınmış olup verilerin temininde; Türkiye İstatistik Kurumu, Emniyet Genel Müdürlüğü, Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan rapor ve istatistiklerden yararlanılmıştır [18]-[20].

3.1 Endeksin hesaplanması

Çeşitli alanlarda, farklı ölçüm birimlerine sahip çok sayıda değerlendirme ölçütünün karşılaştırılması gerekliliği söz konusudur. Farklı birimlere sahip olan bu ölçütleri aynı potada eritebilmek için normalizasyon yöntemlerine başvurulmaktadır. Bu normalizasyon yöntemleri doğrusal normalizasyon türleri, vektör normalizasyonu gibi pek çok farklı şekilde uygulanabilmektedir [21].

Çalışmada her bir alt değişkene ait verilerin normalleştirilmesinde minimum-maksimum normalizasyonu kullanılmıştır. Bu yöntemde, bir grup verinin içerisindeki en büyük ve en küçük değerler ele alınır. Diğer bütün veriler, bu değerlere göre normalleştirilir. Buradaki amaç, verileri en küçük değeri 0 ve en büyük değeri 100 olacak şekilde normalleştirmek ve diğer bütün verileri 0-100 aralığına yaymaktır. Normalleştirme işlemi Eşitlik 2 kullanılarak yapılmıştır [22].

$$\text{Normalize } X_i = 100 \cdot \frac{(X_i - X_{\min})}{(X_{\max} - X_{\min})} \quad (2)$$

Verilerin normalizasyonu yapıldıktan sonra Eşitlik 3 kullanılarak, dört ana göstergeye ait alt endeksler hesaplanmıştır [7],[22].

$$\text{Alt Endeks} = \frac{\sum(A_i \cdot \text{Normalize } X_i)}{\sum|A_i|} \quad (3)$$

4 Bulgular

A_i = i değişkenine ait ağırlık, Normalize X_i = i değişkenine ait normalize edilmiş değer.

Hesaplanan 4 ana göstergeye ait endeks değeri eşit olarak ağırlıklandırılmış ve nihai endeks elde edilmiştir (Eşitlik 4). Endeks hesaplanırken 13 alt değişken, ağırlıkları doğrultusunda endekse etki ettikleri için, nihai endeks hesaplanırken aritmetik ortalama kullanılmıştır.

Her bir il için, Eşitlik 4 kullanılarak hesaplanan TRE değerleri ve 81 ile ait sıralama Tablo 6'da görülmektedir. Şekil 1'de ise TRE değerleri Türkiye haritasında gösterilmekte olup şekil yardımı ile illerin trafik güvenliği risk düzeyleri karşılaştırılabilecektir. Çalışmadan elde edilen temel bulgular aşağıda sıralanmıştır.

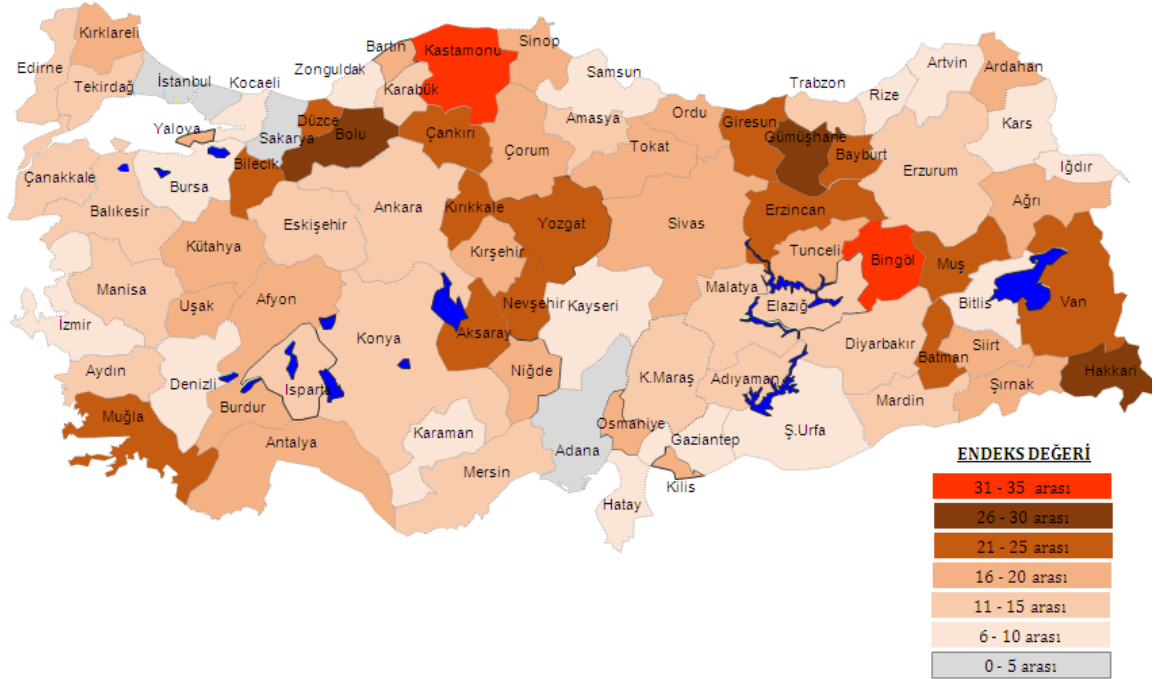
$$\text{EndeksTRE} = \frac{\text{AltE. TKG} + \text{AltE. YKG} + \text{AltE. SG} + \text{AltE. DG}}{4} \quad (4)$$

Tablo 6: İllerin TRE değerleri ve sıralaması.

Sıralama	İl	TRAFİK RİSK ENDEKSİ DEĞERİ
1	Bingöl	34.29
2	Kastamonu	31.66
3	Gümüşhane	30.26
4	Hakkâri	27.09
5	Bolu	26.04
6	Nevşehir	25.24
7	Çankırı	24.40
8	Muğla	24.17
9	Bayburt	24.02
10	Giresun	23.39
11	Muş	23.33
12	Erzincan	23.10
13	Batman	22.60
14	Düzce	22.10
15	Aksaray	21.99
16	Kırıkkale	21.92
17	Bilecik	21.66
18	Yozgat	21.51
19	Van	21.05
20	Kilis	20.55
21	Ağrı	20.24
22	Sinop	20.14
23	Bartın	19.96
24	Kırşehir	19.72
25	Niğde	18.90
26	Burdur	18.63
27	Yalova	18.50
28	Antalya	18.44
29	Ardahan	18.39
30	Kırklareli	18.36
31	Sivas	18.17
32	Tunceli	17.83
33	Şırnak	17.70
34	Osmaniye	17.70
35	Tokat	17.49
36	Uşak	17.42
37	Çorum	16.57
38	Siirt	16.43
39	Kütahya	16.31
40	Afyonkarahisar	16.11
41	Ordu	16.07
42	Elazığ	15.27
43	Manisa	14.97
44	Edirne	14.86
45	Erzurum	14.82
46	Amasya	14.79
47	Balıkesir	14.28
48	Malatya	13.58
49	Kahramanmaraş	12.93
50	Konya	12.90
51	Karabük	12.53
52	Tekirdağ	12.10
53	Mersin	11.97
54	Isparta	11.78
55	Mardin	11.55

Tablo 6'nın devamı.

Sıralama	İl	TRAFİK RİSK ENDEKSİ DEĞERİ
56	Trabzon	11.41
57	Ankara	11.32
58	Adıyaman	11.28
59	Çanakkale	11.22
60	Aydın	11.13
61	Diyarbakır	11.07
62	Eskişehir	11.05
63	Kayseri	10.76
64	Şanlıurfa	10.34
65	Samsun	10.14
66	Artvin	10.02
67	Kars	9.75
68	Denizli	9.62
69	Rize	9.56
70	Gaziantep	9.27
71	Hatay	9.25
72	Bitlis	8.91
73	Karaman	8.80
74	Kocaeli	8.47
75	Bursa	8.19
76	İğdır	7.53
77	Zonguldak	7.43
78	İzmir	6.74
79	Adana	4.89
80	Sakarya	3.63
81	İstanbul	3.40



Şekil 1: İllerin Trafik risk endeksi değerleri.

➤ 2013 yılı için trafik güvenliği açısından en güvensiz il Bingöl olurken onu sırasıyla Kastamonu, Gümüşhane, Hakkâri ve Bolu izlemektedir. Bir yerin trafik güvenliğine yönelik değerlendirme yaparken, sadece trafik kaza verilerinin (kaza sayısı, ölü sayısı, yaralı sayısı) dikkate alınması bir perspektif oluşturmakla birlikte, yalnız bu veriler üzerinden değerlendirme yapmak rasyonel bir sonuç ortaya koymayabilir. Zira 2013 yılı TRE değerine göre ilk sırada bulunan ve en güvensiz il olan Bingöl, 2013 yılında meydana gelen trafik kazalarındaki ölü sayılarına

bakıldığında 63. sırada yer almaktadır. Dolayısıyla sadece kaza, ölü ve yaralı sayılarını kullanarak bir karşılaştırma yapmak yanıltıcı olabilir. Trafik güvenliğine yönelik karşılaştırmalar yapılırken verilerin ortak bir payda altında toplanması gerekliliği söz konusudur. Bu nedenle endekse dahil edilen veriler, ölü ve yaralı sayıları olarak değil, yüz bin kişi başına ölü ve yaralı sayısı, on bin araç başına ölü sayısı olarak kullanılmıştır,

➤ TRE değerine göre en güvenli beş il sırasıyla İstanbul, Sakarya, Adana, İzmir ve Zonguldak olarak belirlenmiştir.

2013 yılında meydana gelen trafik kazalarındaki ölü sayılarına bakıldığında ilk beş sırada yer alan iller ise sırasıyla İstanbul, Ankara, Konya, İzmir, Antalya'dır. İstanbul, 2013 yılında trafik kazalarında en çok kayıp veren il iken TRE değerine göre en güvenli il olarak bulgulanmıştır. Endeks değerine göre Ankara 57. Konya 50. İzmir 78. Antalya 28. sıradadır. İstanbul'un TRE değerinin en az çıkmasında, trafik kaza göstergelerindeki parametrelerin yüz bin kişi ve on bin araç başına ölü ve yaralı sayısı olarak değerlendirmeye alınmasının ve İstanbul'un en fazla nüfus ve araç sayısına sahip olmasının etkisi söz konusudur,

- İlk beş ve son beş sırada yer alan iller dışında endeks değerleri belirgin bir değişiklik göstermemektedir. Yani birbirine çok yakın endeks değerine sahip iller mevcuttur. Örneğin; Düzce, Aksaray, Kırıkkale, Bilecik ve Yozgat'ın endeks değerleri birbirine çok yakındır. Dolayısıyla bu beş ilde benzer düzeyde trafik güvenliği söz konusudur. Yine aynı şekilde Yalova, Antalya, Ardahan, Kırklareli, Sivas, Tunceli, Şırnak ve Osmaniye'nin de endeks değerleri birbirine çok yakındır. Dolayısıyla bu 8 ilin de trafik güvenliği düzeyleri benzer olarak değerlendirilmiştir,
- Sürücülerin emniyet kemeri takma oranlarına bakıldığında, en yüksek kemer takma oranı sırasıyla Sakarya, Adana, Karaman, Mersin ve Şırnak olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu illerin TRE değerlerine bakıldığında ise Sakarya'nın 80. Adana'nın 79. Karaman'ın 73. Mersin'in 53. ve Şırnak'ın ise 33. olduğu görülmektedir. Yani, endeks değerlerine göre Sakarya, Adana ve Karaman daha fazla trafik güvenliğine sahip illerdir. Bu illerde sürücülerin yüksek oranda emniyet kemeri kullanıyor olması da bu sonucu desteklemektedir. Mersin yüksek oranda emniyet kemeri kullanan bir il olmakla birlikte, diğer parametrelerin de etkisi ile ilin TRE değeri 53. sırada çıkmıştır. Emniyet kemeri kullanan sürücü oranı ile 5. sırada olan Şırnak ise trafik güvenliği açısından 48 ilden daha güvensiz durumdadır,
- 2013 yılı trafik kazalarındaki ölü sayılarına bakıldığında başkent Ankara 2. sıradadır. Ankara'nın TRE değerine göre sıralamadaki yeri ise 57'dir. Yani Başkent Ankara, ölümlerle neticelenen kazalar açısından İstanbul ve İzmir ile birlikte ilk sıralarda yer alırken, trafik güvenliği açısından bu iki ilden daha güvensiz olarak bulgulanmıştır,
- İllerin sıralamadaki yerini belirleyen temel gösterge trafik kaza göstergeleri olmakla birlikte yol kullanıcı göstergeleri, sistem göstergeleri ve demografik göstergeler de belirleyici göstergeler olmuş ve sıralamaya etki etmiştir. Örneğin, sadece yüz bin kişi başına ölü sayısına göre yapılan sıralamada üçüncü il olan, yani bu veriye göre trafik güvenliği açısından riskli bir il olan Afyonkarahisar, diğer illere nazaran bölünmüş yol oranı ve emniyet kemeri takma oranının yüksek olması, kural ihlallerinin az olması gibi değişkenlerin de etkisiyle sıralamadaki yerini 40. sıraya taşımıştır. Yani TRE endeks değerine göre Afyonkarahisar daha güvenli bir il olarak bulgulanmıştır.
- Endeks sıralamasına coğrafi olarak bakıldığında, Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgesinin en yüksek endeks değerine sahip olduğu, dolayısıyla trafik güvenliği açısından bu iki bölgenin diğer beş bölgeye oranla daha riskli bir ortam barındırdığı anlaşılmaktadır. Yol ve trafik güvenliği açısından diğer bölgelere göre daha az riskli olan bölge ise Marmara bölgesi olarak belirlenmiştir (Tablo 7).

Tablo 7: Coğrafi bölgelerin TRE değerleri ve sıralaması.

Sıralama	Bölge	Bölge illerinin TRE ortalaması
1	Doğu Anadolu B.	18.23
2	Karadeniz B.	17.98
3	İç Anadolu B.	17.44
4	Ege B.	14.56
5	Güneydoğu Anadolu B.	14.53
6	Akdeniz B.	13.20
7	Marmara B.	12.24

5 Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, trafik kaza verileri ile birlikte emniyet kemeri ve denetleme verisi, bölünmüş yol oranı, araç sayısı, hastane yatak sayısı, çocuk ve yaşlı nüfusu gibi yol ve trafik güvenliğiyle ilişkili seçilen bazı değişkenler dikkate alınarak, 81 ilin yol ve trafik güvenliği düzeylerini belirleyecek bir endeks modeli geliştirilmiştir. Bu endeks modeli ile

- Sadece münferit değişkenlere bağlı kalmadan, daha geniş bir perspektif ile illerin yol ve trafik güvenliği düzeylerinin karşılaştırılabileceği,
- Yol ve trafik güvenliğine yönelik pek çok veri ve bilginin ortaya çıkardığı karmaşık yapının daha basit bir şekilde anlaşılabilmesi ve
- Karar verici ve uygulayıcılar için, yol ve trafik güvenliği konusunda büyük resmin görülmesi ve politika üretilmesinin kolaylaşacağı düşünülmektedir.

Yol ve trafik güvenliği konusu karmaşık bir konudur ve bu konuda daha çok incelemeye ve özellikle çok sayıda kaza faktörünü ve göstergeleri içeren yeni modellerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Örneğin yüksek hızla araç kullanımı trafik güvenliğini olumsuz etkileyen son derece önemli bir faktör olmasına rağmen, bu çalışmada 81 il için aynı nitelikte hız verisi temin edilemediğinden endekse dahil edilememiştir. Bu faktör dikkate alınarak yapılacak bir çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmada 81 il için hesaplanan endeks değerleri 2013 yılına ait değerlerdir. Kullanılan verilerin teminine bağlı olarak, çalışma önümüzdeki yıllarda tekrarlanabilir. Böylece, illerin yıllar bazında oluşturulan trafik güvenliği endeks değerlerine göre objektif bir şekilde değerlendirilebilmesi mümkün olacaktır. Çalışma iller düzeyinde gerçekleştirilen bir çalışma olmakla birlikte, oluşturulan model kullanılarak, ilçeler düzeyinde hatta mahalle bazında benzer çalışmalar yapılabilir.

6 Teşekkür

Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisine katkı sağlayan tüm yazar ve hakemlere teşekkür ederim.

7 Kaynaklar

- [1] World Health Organization. "Global Status Report on Road Safety 2013: Supporting a Decade of Action". http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/en/ (06.04.2015).
- [2] Trafik Güvenliği Platformu. "Trafik Güvenliği Platformu Stratejisi". <http://tgp.gov.tr/sayfalar/trafik-guvenligi-platformu-stratejisi> (01.06.2015).
- [3] Türkiye İstatistik Kurumu. "Trafik Kaza İstatistikleri 2013". Ankara, Türkiye, 4347, 2013.

- [4] Arıkan Öztürk E. "Türkiye'de karayolu trafik güvenliği: mevcut durum ve çözüm önerileri". *Kazalar ve Çevre Ulusal Çalıştay*, Ankara, Türkiye, 13-15 Haziran 2007.
- [5] Bayramoğlu MF, Pekkaya M. "İMKB tarafından hesaplanan endekslerde yeni gelişmeler ve İMKB şehir endeksleri". *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 45, 200-215, 2010.
- [6] Resmi İstatistik Portalı. "Ulaştırma İstatistikleri". <http://www.resmiistatistik.gov.tr/?q=tr/content/44-ula%C5%9Ft%C4%B1rma-istatistikleri> (20.05.2015).
- [7] Taylor JI, Thompson HT. "Identification of Hazardous Locations, Report FHWA-RD-77-81". Federal Highway Administration, Washington, USA, 1977.
- [8] Al Haji G. Road Safety Development Index (RSDI): Theory, Philosophy and Practice. PhD Thesis, Linköping University, Sweden, 2007.
- [9] Hermans E, Brijs T, Wets G. "Developing a Theoretical Framework for Road Safety Performance Indicators and a Methodology for Creating a Performance Index". RA-MOW-2008-010. Steunpunt Mobiliteit and Openbare Werke-Spoor Verkeersveiligheid, Diepenbeek, Belgium, Scientific Report, 2008.
- [10] Wegman F, Commandeur J, Doveh E, Eksler V, Gitelman V, Hakkert S, Lynam D, Oppe S. "SUNflowerNext: Towards a Composite Road Safety Performance Index". SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, Netherlands, Scientific Report, 2008.
- [11] Shen Y, Hermans E, Ruan D, Wets G, Brijs T, Vanhoof K. "Road safety performance evaluation based on a multiple layer data envelopment analysis model". *4th IRTAD Conference*, Seoul, Korea, 16-17 September 2009.
- [12] Bax C, Wesemann P, Gitelman V, Shen Y, Goldenbeld C, Hermans E, Doveh E, Hakkert S, Wegman F, Aarts L. "Developing a Road Safety Index". EC FP7 project DaCoTA, Belgian, Scientific Report, 2012.
- [13] Ozan C, Başkan Ö, Haldenbilen S, Derici E. "Trafik kazalarının tehlike indeksi metodu ile analizi: Denizli örneği". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(3), 325-333, 2010.
- [14] Atalay A, Tortum A, Çodur YM. "Faktör Analizi Kullanılarak Trafik Kazalarının Modellenmesi". *Uluslararası Trafik ve Ulaşım Güvenliği Dergisi*, 1(1), 35-52, 2014.
- [15] Çoruh E, Tortum A. "Türkiye'de illerin trafik güvenliğinin analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ile belirlenmesi". *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(2), 57-69, 2014.
- [16] Emniyet Genel Müdürlüğü. "Türkiye Analizi 1: Sürücü ve Ön Koltuk Yolcularının Emniyet Kemerini Kullanımı". <http://www.trafik.gov.tr/SiteAssets/Yayinlar/Kitaplar/Emniyet%20Kemerini%20Nihai%20Rapor.pdf> (11.05.2015).
- [17] Çarıkçı MK. Bölünmüş Yol Çalışmalarının Trafik Kazaları Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, 2013.
- [18] Türkiye İstatistik Kurumu. "Son Yayınlanan Haber Bültenleri". <http://www.tuik.gov.tr> (11.05.2015).
- [19] Emniyet Genel Müdürlüğü. "Trafik Hizmetleri Başkanlığı". www.trafik.gov.tr (11.05.2015).
- [20] Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü. "Devlet ve İl Yolları Envanteri". www.kgm.gov.tr (11.05.2015).
- [21] Özdağoğlu A. "Farklı normalizasyon yöntemlerinin TOPSIS'te karar verme sürecine etkisi". *Ege Akademik Bakış*, 13(2), 245-257, 2013.
- [22] Alkin K, Bulu M, Kaya H. "İller arası rekabet endeksi: Türkiye'deki illerin rekabetçilik seviyelerinin göreceli olarak ölçülebilmesi için bir yaklaşım". *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 221-235, 2007.