

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TRAFİK KAZALARI VE TRABZON BÖLÜNMÜŞ SAHİL YOLU ÖRNEĞİNDE
KAZA TAHMİN MODELİNİN OLUŞTURULMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Funda TÜRE KİBAR

**TEMMUZ 2008
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TRAFİK KAZALARI VE TRABZON BÖLÜNmüş SAHİL YOLU ÖRNEĞİNDE
KAZA TAHMİN MODELİNİN OLUŞTURULMASI**

İnş. Müh. Funda TÜRE KİBAR

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"İnşaat Yüksek Mühendisi"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 18.06.2008
Tezin Savunma Tarihi : 10.07.2008**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Fazıl ÇELİK
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Şeref ORUÇ
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Levent GÜMÜŞEL**

Enstitü Müdür V. : Doç. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2008

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmayı bana öneren ve tez çalışmamın her aşamasında ilgisini esirgemeyen, bana her konuda yardımcı olan, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, değerli hocam Sayın Prof. Dr. Fazıl ÇELİK'e teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Tez çalışmam sırasında, çalıştığım konu ile ilgili olması nedeniyle bilgilerinden yararlandığım ve yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım İstatistik Uzman Yardımcısı Burcu YAVUZ ve İstatistik Uzman Yardımcısı Barış GÖRAL'a teşekkür ederim.

Çalışmamda kullanmak üzere gerekli verileri sağlayan ve bana zaman ayıran Karayolları 10. Bölge Müdürlüğünde görevli Sayın Mak. Müh. Y. Temel POLAT'a teşekkür ederim.

Eğitim hayatımın tüm aşamalarında bende emeği geçen tüm öğretmenlerime şükranlarımı sunarım.

Hayatım boyunca hep yanımda olan, bana güven veren ve desteklerini her zaman hissettiren başta annem ve babam olmak üzere aileme ve çalışmalarım sırasında bana destek olan eşim Halil KİBAR'a, minnettar olduğumu belirtirim.

Funda TÜRE KİBAR

Trabzon 2008

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Amaç ve Kapsam.....	2
1.3. Kaynak Araştırması.....	3
1.4. Ulaştırmanın Tanımı.....	11
1.4.1. Ulaştırmanın Amaç Fonksiyonları.....	12
1.4.2. Ulaştırmanın Gelişimi.....	12
1.4.3. Ulaştırmanın Ortaya Çıkardığı Sorunlar.....	13
1.4.4. Ortaya Çıkan Sorunlara Çözüm Önerileri.....	14
1.4.5. Türkiye Ulaştırmasının Özelliği ve Doğurduğu Sorunlar.....	15
1.5. Karayolu Güvenliği.....	16
1.5.1. Karayolu Güvenliğine Genel Bakış.....	17
1.5.1.1. Karayolu Güvenliğinde Mühendisliğin Önemi.....	20
1.5.1.2. Karayolu Güvenliğinde Eğitimin Önemi.....	21
1.5.2. Karayolu Güvenliği Planlaması.....	22
1.5.2.1. Önleyici Karayolu Güvenliği Planlaması.....	23
1.5.2.2. Sürdürülebilir Karayolu Güvenliği.....	24
1.5.3. Karayolu Güvenliğini Sağlamada Alınabilecek Önlemler.....	25
1.5.4. Diğer Karayolu Güvenlik Müdahaleleri.....	27
1.6. Trafik Kazaları.....	29
1.6.1. Trafik Kazalarının Önemi.....	29

1.6.2.	Trafik Kazalarının Oluşum Sebepleri.....	30
1.6.2.1.	İnsan Faktörü.....	31
1.6.2.2.	Araç Faktörü.....	34
1.6.2.3.	Yol Faktörü.....	34
1.6.2.4.	Çevre Faktörü.....	40
1.6.3.	Türkiye’de Trafik Kazalarına Genel Bakış.....	40
1.6.4.	Türkiye ve Dünya’daki Trafik Kazalarının Karşılaştırılması.....	44
1.6.5.	Trafik Kazalarını Engellemede Alınacak Önlemler.....	45
1.7.	Trafik Kaza Analizleri.....	46
1.8.	Trafik Kaza Veritabanları.....	47
1.9.	Kaza Tahmin Modellerinin Yapısı.....	49
1.9.1.	Kaza Frekansının İstatistiksel Özellikleri.....	50
1.9.1.1.	Poisson Regresyonu.....	51
1.9.1.1.1.	Poisson Regresyonunda Karşılaşılan Problemler.....	52
1.9.1.2.	Negatif Binom Regresyonu.....	53
1.9.1.2.1.	Aşırı Yayılım Testi.....	54
1.9.1.2.2.	Uyum İyiliği Değerlendirilmesi.....	55
2.	TRABZON BÖLÜNÜMÜŞ SAHİL YOLU’NA İLİŞKİN KAZA TAHMİN MODELİNİN OLUŞTURULMASI.....	57
2.1	Giriş.....	57
2.2	Çalışma Kesimi.....	57
2.3	Kesimlere Ait Veri Tabanının Oluşturulması.....	58
2.4	Kaza Tahmin Modelinin Geliştirilmesi.....	64
2.4.1	Trabzon Bölünmüş Sahil Yolu’nun Toplam Yıllık Kaza Modeli.....	64
2.4.2	Model Sonuçları.....	66
3.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	67
4.	KAYNAKLAR.....	69
5.	EKLER.....	74

ÖZGEÇMİŞ

ÖZET

Tüm dünyayı etkisi altına aldığı gibi ülkemizi de etkileyen trafik kazaları sorunu, her geçen gün etkisini arttırarak büyümektedir. Bununla beraber, yol güvenliğine gereken önem verilmemekte ve yol güvenliği, kentsel ulaşım planlaması sürecinin içinde tam olarak yerini almamaktadır.

Dünyada yol güvenliğini sağlamada birçok çalışma yapılmakta ve sonuçları başarıya ulaşmaktadır. Ancak ülkemizde bu sorun hala göz önünde bulundurulmamaktadır. Ülkemizde, kazalar sonucu ağır maddi ve manevi kayıplar ortaya çıkmaktadır.

Yol güvenliğini sağlamada yapılan çalışmalar trafik kazalarını azaltmaktadır. Bunun için yapılan kaza tahmin modellerindeki çalışmalar hızla ilerlemekte, yol güvenliğini tahmin etmede matematiksel araçlar olarak tercih edilmektedirler.

Bu çalışmada karayolu güvenliğinin sağlanmasında kazalara neden olan faktörlerin incelenmesi ve bu faktörlerin birbiriyle ilişkilerini içine alan kaza tahmin modelinin oluşturulması hedeflenmiştir.

Çalışmanın birinci kısmında; genel bir giriş yapıldıktan sonra, tezin amaç ve kapsamı anlatılmış, tez konusu ile ilgili kaynak araştırmasına yer verilmiştir. Sonrasında, ulaştırma hakkında genel bilgiler, ülkemiz ulaştırma tercihi ve bu tercihin doğurduğu sorunların neler olduğuna değinilmiştir. Karayolu güvenliği ve karayolu güvenliğinin sağlanması için alınabilecek önlemler anlatılmış, trafik kazalarının etken bileşenleri ile kaza tahmin modellemesi yapılması için kullanılan istatistiksel yöntemler ele alınmıştır.

Çalışmanın ikinci kısmında ise; Trabzon Bölünmüş Sahil Yolu'nun Beşikdüzü ilçesinden Of ilçesine kadar olan 010-21 ve 010-22 kontrol kesim nolu, 113,5 km. lik karayolu kesimi üzerindeki, 5 yıllık (2002, 2003, 2004, 2006 ve 2007 yılları) trafik kaza verileri alınmış ve bu kesimlerin trafik ve yol karakteristikleri belirlenerek toplam kazalar için bir kaza tahmin modeli oluşturulmuştur. Kaza tahmin modelindeki analizler Stata istatistiksel paket programı ile yapılmıştır.

İstatistiksel analizlerde, önce Poisson Regresyon modelinin geliştirildiği genelleştirilmiş lineer model yaklaşımı kullanılmış, ancak verinin aşırı yayılım yapmasından dolayı Negatif Binom Regresyon modeli uygulanmıştır. Seyahat edilen yol kilometresi, ortalama belirlenen hız ve yol üzerindeki yaya geçidi sayısı, kaza oluşumunda anlamlı değişkenler olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Trafik kazaları, Karayolu Güvenliği, Trafik Kaza Tahmin Modeli, Poisson Regresyonu, Negatif Binom Regresyonu

SUMMARY

Traffic Accidents and Formed of Accident Prediction Model at Trabzon Divided Coastal Highway Example

The problem of traffic accidents which affects all of the World and also our country is getting bigger every day. Nevertheless, the sufficient importance in not been given to road safety and road safety does not take its place exactly in urban transportation planning process.

Many studies have been done for providing road safety on the World and their results succeed. But, in our country, the problem haven't been considered yet. Because of accidents, serious material and moral missings appear in our country.

The studies which have been done for providing road safety decrease traffic accidents. The studies of accident prediction models that are done for this reason improves rapidly. They have been preferred for predicting road safety as matemactical tools.

In this study, it is aimed to investigate factors which cause accidents, for providing road safety and to create accident prediction model which includes relations between these factors.

In first section of this study, after an introduction, the aim and the scope of the thesis is explained, the literature review about the thesis topic is given. Then, general information about transportation, the transportation choice of our country and what kind of problems appear as a result of this choice are dealed. Road safety and measures for providing road safety are explained, effective components of traffic accidents and the statistical methods that are used for accident prediction models are dealed.

In the second section, 5 years (2002, 2003, 2004, 2006 and 2007 years) accident data relating to 113, 5 km. road sections from Beşikdüzü to Of of Trabzon Divided Coastal Highway called 010-21 and 010-22 are given and a total accident prediction model is formed, in which the traffic and road characteristics of these sections are defined. The analysis in the accident prediction model is done by statistical package program of Stata .

At first, Generalized linear modeling approach (GLM) is used which improved by Poisson Regression model, nevertheless, because of the data shows over dispersion, Negative Binomial Regression model is applied. The variables, which had significant

effects on accident occurrence, were vehicle kilometers traveled, number of pedestrian crossing and average posted speed.

Key Words: Traffic Accidents, Highway Safety, Accident Prediction Model, Poisson Regression, Negative Binomial Regression

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Trafikğin sağlık üzerindeki etkileri.....	13
Şekil 2. Yurt içi Şehirlerarası yolcu ve yk taşımaları.....	15
Şekil 3. Önleyici karayolu güvenlik planlaması sistemi.....	24
Şekil 4. Araç hızı ile duruş uzunluğunun karşılaştırılması.....	32
Şekil 5. Hız değişimleri kaza sonuç ilişki.....	32
Şekil 6. Bir yayanın, arabanın etki hızının bir fonksiyonu olarak ölme olasılığı.....	33
Şekil 7. Çarpma hızının etkileri.....	33
Şekil 8. Sürtünme katsayısının kazalara etkisi.....	35
Şekil 9. Banket genişliği ile milyon (araç)*(km) deki kaza sayısı arası ilişki.....	36
Şekil 10. Orta refüj genişliği ile toplam kazalardaki yüzde dağılımı.....	37
Şekil 11. Kurp yarıçapı ile milyon (araç)*(km) deki kaza sayısı arası ilişki.....	38
Şekil 12. Görüş mesafesi ile milyon (araç)*(km) deki kaza sayısı arası ilişki.....	39
Şekil 13. Kavşak kolları arasındaki açı ile milyon (araç)*(km) deki kaza sayısı arası ilişki.....	39
Şekil 14. Yıllara göre trafik kaza sayıları grafiği.....	42
Şekil 15. Yıllara göre 100.000.000 taşıt-km'ye düşen kaza, l ve yaralı sayıları.....	43
Şekil 16. Trabzon ilinin 2007 karayolu ağ durumu haritası.....	58

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Ulaşım yollarına göre kaza, ölü ve yaralı sayısı sonuçları.....	16
Tablo 2. Kazalara sebep olan kusurların oranları.....	31
Tablo 3. Kazalara neden olan araç kusurları.....	34
Tablo 4. Türkiye’deki trafik kaza sonuçları.....	41
Tablo 5. Yıllara ait motorlu araç, nüfus ve kaza sayısı karşılaştırması.....	41
Tablo 6. Çeşitli ülkelerin trafik verilerinin karşılaştırılması 2006.....	45
Tablo 7. Kaza raporunda bulunması gereken veriler.....	47
Tablo 8. Trabzon ili kaza istatistiği.....	57
Tablo 9. 2002 yılına ait kaza verileri ve yol karakteristik değerleri.....	59
Tablo 10. 2003 yılına ait kaza verileri ve yol karakteristik değerleri.....	60
Tablo 11. 2004 yılına ait kaza verileri ve yol karakteristik değerleri.....	61
Tablo 12. 2006 yılına ait kaza verileri ve yol karakteristik değerleri.....	62
Tablo 13. 2007 yılına ait kaza verileri ve yol karakteristik değerleri.....	63
Tablo 14. Trabzon Bölünmüş Sahil Yolu’ndaki toplam yıllık kazalar için Negatif Binom kaza tahmini.....	65

SEMBOLLER DİZİNİ

a	: Model parametresi
A	: Kaza sayısı
AB	: Avrupa Birliği
Acc	: Accident (Kaza sayısı)
ACT	: Ortalama dönen trafik
ADT	: Yaklaşım yolu ortalama günlük trafiği
b	: Model parametresi
b_1, b_2	: Logaritmik regresyon ile belirlenen parametre
cons	: Sabit terim
ÇHD	: Çoklu Hesap Değerlendirmesi
d	: Güvenlik seviyesi
DİE	: Devlet İstatistik Enstitüsü
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
e	: Üstel fonksiyon
exp	: e üstel fonksiyonu
EGM	: Emniyet Genel Müdürlüğü
EPC	: Yaklaşım yolu kurba yarıçapı
FR	: Genişleme oranı
GLM	: Genelleştirilmiş Lineer Model
GLIM	: Genelleştirilmiş Lineer Model
GTE	: Genelleştirilmiş Tahmin Eşitlikleri
hız	: Ortalama belirlenen hız
H_a	: Sıfır hipotezine alternatif hipotez
H_0	: Sıfır hipotezi
i	: Yüzde (%) olarak eğim
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
J	: Kavşak
k	: Logaritmik regresyon ile belirlenen parametresi
km	: Kilometre
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü
KTÜ	: Karadeniz Teknik Üniversitesi

ln	: Doğal logaritma
lnL	: Seyahat edilen yol kilometresinin doğal logaritması
L	: Kesit uzunluğu
LAA	: Sola yaklaşım yolları arası açısı
LR	: Likelihood ratio (Olabilirlik oranı)
m	: Metre
n	: Gözlem sayısı
n_i	: Milyon (araç) * (km) için kaza sayısı
n_R	: Milyon (araç) * (km) için kaza sayısı
nw	: Milyon (araç)*(km) için kaza sayısı
$n\alpha$: Milyon (araç)* (km) için kaza sayısı
N	: Motorlu araç trafik akımı (YOGT)
N_{pri}	: Birinci yönden gelen motorlu araç trafik akımı(YOGT)
N_{sec}	: İkinci yönden gelen motorlu araç trafik akımı(YOGT)
NAPP	: Yaklaşım yolu sayısı
ODTÜ	: Orta Doğu Teknik Üniversitesi
p, p1, p2	: Tahmin edilen parametreler
PIARC	: The World Road Association (Dünya Yol Birliği)
R	: Kurp yarıçapı
RAA	: Sağa yaklaşım yolları arası açısı
sa	: Saat
sd	: Serbestlik derecesi
SCL	: Kilometre olarak kesim uzunluğu
SCP	: Safety Conscious Planning (Bilinçli Güvenlik Planlaması)
SPDA	: Yaklaşım yolu işletme hızı
STAIRS	: Standardisation of Accident and Injury Registration Systems (Kaza ve Yaralanma Kayıt Sistemlerinin Standartlaştırılması)
SweRoad	: Management for Safe and Sustainable Roads (Güvenli ve Sürdürülebilir Yol Yönetimi)
T	: Yıllık ortalama günlük trafik
TADT	: Toplam ortalama günlük trafik
TRB	: Transportation Research Board (Ulaştırma Araştırma Kurulu)
TRL	: Transport Research Laboratory (Ulaşım Araştırma Laboratuvarı)

TRRL	: Transport and Road Research Laboratory (Ulaşım ve Yol Araştırma Laboratuvarı)
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
Var	: Varyans
W	: Banket genişliği
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
x	: Yol geometrisini veya yol çevresini ifade eden değişkenler
X_1	: Karayoluna bağlantı noktalarının sayısı
X_2	: Mil başına kavşak
X_3	: Mil başına sinyalizasyon kavşak sayısı
X_4	: Hacim (YOGT)
X_5	: Yaya kazaları ile bağlantılı olarak mil başına orta refüj açılarak yapılan yaya geçidi sayısı
X_6	: Hız limiti
X_7	: Orta refüj genişliği
X_8	: Servis düzeyi
X_i	: Açıklayıcı değişkenler
y_i	: Bir zaman periyodu boyunca i. bölgedeki oluşan kaza sayısı
yg	: Yaya geçidi sayısı
Y	: Bağımlı değişken
YOGT	: Yıllık ortalama günlük trafik
YTMK	: Yollar Türk Milli Komitesi
YTÜ	: Yıldız Teknik Üniversitesi
b_0, b_i	: Model parametreleri
$E(A)$: Tahmin edilen yıllık kaza sayısı
$E\{K\}$: Beklenen yıllık kaza sayısı
$E(P)$: Tahmin edilen kaza sayısı
$E(\mu)$: Beklenen kaza sayısı (Yol kesimlerinde yıldaki km başına kazalar, kavşaklarda yıl başına kaza sayısı)
$E(Y_i)$: Verinin ortalaması
F_1, F_2	: Sırasıyla ana ve tali yollara gelen akım
ll (null)	: Sadece sabit terimin olduğu zamanki modelin log olabilirliği
ll (model)	: Tüm parametre değerlerinde modelin log olabilirliği

L	: Kurp uzunluğu
$P(Y)$: Verilen bölgedeki Y kazalarının olma olasılığı
$Pearson\chi^2$: Pearson ki-kare
Pseudo R^2	: Pseudo R kare istatistiği
$X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{iq}$: Bağımsız değişkenler
α	: Seçilen model için tahmin edilen model parametresi
$\beta_1, \beta_2, \beta_3$: Tahmin edilen katsayılar
β_j	: Tahmin edilen parametreler
λ	: Tahmin edilen kaza
μ_i	: Bir zaman periyodu boyunca beklenen kaza sayısı
Γ	: Gamma fonksiyonu

1. GENEL BİLGİLER

1.1 Giriş

Motorlu taşıtların icadı yeni bir ölüm ve yaralanma nedenini beraberinde getirmiştir ve buna “trafik kazası” adı verilmiştir (Öztaş,1992; Bektaş, 2002). Gün geçtikçe bu yeni ölüm ve yaralanma şekli kendini korku saçan bir canavara dönüştürmüştür.

Gelişen teknolojiyle beraber yaşamsal faaliyetlerin artması, insanların sürekli bir yerden bir yere hareket etmelerine neden olmaktadır. Bu hareketlilik ile insanlar, yaşam gereksinmelerini karşılamaktadırlar. Bu hareketliliğin en önemli elemanı olan ulaşım, insanların karşısına kimi zaman fayda kimi zamansa zarar olarak çıkmaktadır. Faydaları çok olmasına karşın zararları da göz ardı edilemeyecek kadar hayatımızı etkilemektedir. Zararların en büyüğünü ise hayatların kaybedilmesi ya da maddi kayıplar ile sonuçlanan trafik kazalarında görmekteyiz (Türe vd., 2008).

Dünyada trafik kazaları, sağlık ve kalkınma açısından devasa bir sorun oluşturmaktadır. Trafik kazalarından dolayı yılda hemen hemen 1,2 milyon kişi ölmekte, 20 ile 50 milyon arasında insan da yaralanmakta veya sakat kalmaktadır. Ayrıca trafik kazaları sonucunda ortaya çıkan maliyetle ilgili veriler sınırlı olmakla birlikte, durumun kişilere, ailelere, topluluklara ve ülkelere getirdiği ekonomik maliyetin çok büyük olduğu açıktır. O kadar ki, trafik kazaları sonucunda ortaya çıkan kayıplar, ülkelerin gayri safi ulusal hasıllarının yüzde 2'sine kadar ulaşabilmektedir (WHO, 2004).

Ülkemizde görülen hızlı nüfus artışı, plansız büyüme ve motorlu taşıt sayısının hızla artışına karşın, yetersiz altyapı, toplu taşıma yerine küçük kapasiteli taşıtlarda ferdi taşımanın etkin olması, uzun vadeli ve köklü çözümler yerine kısa vadeli ve yüzeysel çözümlerin tercih edilmesi, ulaşım ve trafik sorunlarını her geçen gün ağırlaştırıcı sebeplerden bazılarıdır (Tan, 2002). Bunlara ek olarak, ülkemiz genelinde yapılan yolcu ve yük taşımacılığının, ulaştırma alt sistemleri arasındaki dağılımında, büyük dengesizlikler mevcuttur. Dağılımın büyük oranlarda, karayolu taşımacılığına kayması, bu sistemin, çevre ve insan üzerine olan olumsuz etkilerinin de rahatsız edici boyutlara ulaşmasına neden olmuştur (Camkesen , 1998).

Trafik kazaları neticesinde sadece ölüm, yaralanma ve maddi zarar ortaya çıkmamaktadır. Trafik kazalarının insan yaşamında meydana getirdiği mağduriyet konusunda yapılan bilimsel ankette ölü yakınları, sakatlar ve sakat yakınları katılmış; kaza sonrası ankete katılan ölü yakınlarının % 4'ü, sakatların % 7'si uyuşturucu maddeye başladıklarını, kazayı takip eden ilk üç yılda ölü yakınlarının % 37'si, sakatlar ve yakınlarının da % 17'si intihara teşebbüs etmek istediklerini beyan etmişlerdir (Anonim 3, 2001; Bektaş, 2002).

1.2. Amaç ve Kapsam

Bu tez çalışmasında, karayolu güvenliğinin sağlanması için yapılması gerekli olan aşamalar belirlenip, yol güvenliğini geliştirecek en önemli aşama olan trafik kaza tahmin modeli oluşturularak, kaza oluşumu ve bunu etkileyen faktörlerin etkime düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla, trafik kazalarının azaltılması ve karayolu güvenliğinin sağlanması için daha önceden çalışmalar yapan bilimcilerin, bu konuda yaptıkları çalışmalarında ne gibi yöntemler uyguladıkları ve ne gibi sonuçlar elde ettikleri hakkında bir kaynak araştırması yapılmıştır.

Sonrasında ulaştırmanın toplum yaşamındaki önemine değinilerek, ulaştırma sonucu ortaya çıkan sorunlar belirtilmiştir. Bu bağlamda dünyada ve ülkemizde büyük can ve mal kayıplarına neden olan trafik kazalarının azaltılması yönünde karayolu güvenliğine verilecek önemin neler olduğundan bahsedilmiş ve karayolu güvenliğini sağlamada alınacak önlemler detaylarıyla anlatılmıştır.

Karayolu güvenliğinin sağlanması açısından kazaların azaltılması ve önlenmesi için kazalara etki eden yol ve trafik karakteristiklerinin birbirleriyle etkili olduğu kaza tahmin modeli oluşturulması için bir örnek olarak; Trabzon ilinin 010-21 ve 010-22 kesim nolu yol kilometrelerindeki kaza verileri ve yol karakteristikleri kullanılmıştır. Lineer regresyonun açıkça kaza frekanslarını tahmin edememesinden dolayı, bu çalışmada sadece istatistiksel modelleme yaklaşımlarından Poisson ve Negatif Binom regresyonu kullanılmıştır.

Oluşturulan bu model ile Trabzon ilinin 010-21 ve 010-22 kesim nolu yol kilometrelerindeki kaza sayıları tahmin edilecektir.

1.3. Kaynak Araştırması

Trafik kaza analizleri konusunda yapılan çalışmalar genellikle 1960 yılının ortasına doğru tamamlanmıştır. Bu yıllardan sonra, araştırmacılar daha çok kaza tahmin modellemesi ile ilgilenmişlerdir. Yapılan kaza tahmin modellemesi çalışmalarında, kaza oluşumunda trafik hacminin etkisi araştırılmış ve trafik hacmi, kaza oluşumunu etkileyen bağımsız değişkenlerden biri olarak kabul edilmiştir. Bu kabullerden ilki Satterwaite (1981) tarafından yapılmıştır. Satterwaite yaptığı çalışmada, kaza oluşumu ile trafik hacminin birbirleriyle ilişkili olduğu ve yoldaki trafik hacminin artmasıyla kaza oluşumunun da artacağı sonucuna varmıştır. Bu temel ilişki, tüm kaza tahmin modellemesi çalışmalarında başlangıç olarak kabul edilmiştir (Camkesen, 1998).

Karayolu güvenliği çalışmaları genel olarak iki kategoride incelenmeye alınmıştır. Bunların biri kavşaklar diğeri ise yol kesimi veya bağlantıları üzerinedir. Bu bölgeler de, kendi özelliklerine göre sınıflandırılarak güvenlik çalışmaları yapılmaktadır.

Kavşak güvenliği çalışmalarında, kentsel, kent dışı veya kırsal gibi kavşağın bulunduğu yerin tipine göre, kavşağın dönel ya da normal kavşak olması gibi şekline göre, sinyalize olup olmadığına göre, kavşak kolu sayılarına göre vb. durumlar dikkate alınarak sınıflandırma yapılmıştır.

Yol kesimindeki çalışmalarda ise, kentsel veya kırsal olmasına göre, otoyol, çoklu bölünmüş veya bölünmemiş yol, iki şeritli vb. gibi yol sınıfına göre, yolun şeritlerindeki akış yönüne göre ve yolun bulunduğu alanın yaşam alanı, iş alanı olup olmadığına göre sınıflandırma yapılarak analizler yapılmıştır.

Çalışmalarda kaza tahmin modellemesi sürecinde istatistiksel modelleme yöntemi kullanılmış ve birçok trafik ve yol geometrik karakteristikleri göz önünde bulundurulmuştur. Kaza modelleri ile, analizi yapılan bölgedeki kaza potansiyeli ve kazaya sebep olan yol karakteristikleri belirlenmiş, bunlar üzerinde yapılacak iyileştirmeler önerilmiştir.

Genel olarak geleneksel lineer regresyon modelin trafik kazaları gibi, rastgele, kesikli ve negatif olmayan olayları açıklamayacağından dolayı (Jovanis ve Chang, 1986), çalışmalarda genelleştirilmiş lineer regresyon modeli kullanılmıştır.

Birçok kaza modelleme şekli vardır. Aşağıda birkaç bilimcinin bu konudaki çalışmalarına kısaca değinilmiştir.

Trafik hacmi ölçütü olarak yıllık ortalama günlük trafik (YOGT) değerinin kullanıldığı model kurma çalışmalarının (Makroskopik düzeyde model kurma) ilki, 1967 yılında Cribbins vd. tarafından yapılmıştır. Cribbins vd. (1967), yol ve işletme karakteristiklerinin, çok şeritli bir karayolundaki kaza oluşumuna olan etkilerini, bir kaza tahmin denklemi halinde göstermek için, Kuzey Carolina'da 388 mil uzunluğunda, çok şeritli ve bölünmüş bir karayolunda meydana gelmiş 6000 kazayı incelemişlerdir. Çalışma esnasında bu kesitlerdeki YOGT, hız limiti, yol kenarındaki arazi kullanımı ve orta refüj genişliği gibi özelliklerin homojen olmasına dikkat etmişlerdir. Değişken olarak da karayoluna ait aşağıdaki sekiz karakteristiği almışlardır. Bunlar ;

- 1- Karayoluna bağlantı noktalarının sayısı (X_1)
- 2- Mil başına kavşak (X_2)
- 3- Mil başına sinyalize kavşak sayısı (X_3)
- 4- Hacim (YOGT) (X_4)
- 5- Yaya kazaları ile bağlantılı olarak mil başına orta refüj açılarak yapılan yaya geçidi sayısı (X_5)
- 6- Hız limiti (X_6)
- 7- Orta refüj genişliği (X_7)
- 8- Servis düzeyi (X_8)

Yapılan çok katlı lineer analiz sonucunda, bu 8 değişkenden sadece 5 tanesi istatistiksel açıdan anlamlı kabul edilerek, aşağıdaki kaza tahmin denklemi elde edilmiştir (Camkesen, 1998).

$$A = -28,34 + 0,00011X_1 + 3,28169X_3 + 0,34218X_6 + 0,00050X_7 + 7,34777X_8 \quad (1)$$

($\rho^2 = 0.69$)

Kihlberg ve Tharp tarafından 1968'de yapılan çalışmalarda ise; California, Louisiana, Oklohama, Ohio ve Oregon'dan bilgilerle, karayolu tipleri ve karayolu tasarım elemanları ile motorlu araç kazaları arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Şerit sayısı, orta refüj ve bağlantı noktalarının kontrol durumuna göre gruplandırılmış homojen yol kesimlerindeki kaza şiddeti ile tekil ya da çok araçlı kazalara ait birçok modelin geliştirilmesinde regresyon analizi kullanılmıştır. Geliştirilen model şu şekildedir (Camkesen, 1998);

$$A = k \cdot L^{b_1} \cdot T^{b_2} \quad (2)$$

Burada;

A = kaza sayısı

L = kesit uzunluğu

T = yıllık ortalama günlük trafik

k, b_1 ve b_2 ise bu ifadenin logaritmik regresyonu ile belirlenen parametrelerdir.

Persaud (1991), Ontario'da 404 otoyol kesimindeki kaza ve trafik verilerini kullanarak otoyollar için Negatif Binom Regresyon modelini geliştirmiştir:

$$\text{Kaza/yıl} = 0.6278 * SCL * \left(\frac{YOGT}{1000}\right)^{1.024} \quad (3)$$

Burada;

SCL = Kilometre olarak kesim uzunluğu

YOGT = Yıllık ortalama günlük trafik

Persaud (1991) otoyol kesimindeki uzunluk veya kesimin nasıl belirlendiği hakkında hiçbir bilgi vermemiştir. Kendi otoyol modelinde geometrik şekil değişkenlerini kullanmamasının sebebini ise, bütün otoyol kesimlerinin aynı yüksek geometrik dizayn standartlarına sahip olması ve herhangi bir geometrik değişkenin eklenmesinin modeli önemli derecede etkilemeyeceği olduğunu belirtmiştir. GLIM bilgisayar paket programındaki denkleştirme yetkisi ile kesim uzunluğu parametresini 1'e yönlendirmiştir. Böylece yukarıdaki otoyol modeli, trafik kazalarının kesim uzunluğu ile lineer orantılı fakat trafik hacmi (hem uzunluk hem de trafik hacmi yol kesimlerinde maruz kalınan ölçümlerdir) ile lineer orantılı olmadığı kabulünün yapıldığı yıl başına kilometre başına kazaları tahmin etmiştir (Sawalha; 2002).

Al- Ghirbal ve Al- Ghamdi (2006), eşdüzey kavşakların güvenlik iyileştirmelerinde kullanımı tercih edilen bir trafik kavşak şekli olan dönel kavşaklardaki ağır kazaların modellenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmalarında; Poisson dağılımlı genelleştirilmiş lineer model uygulanmışlardır. Hem trafik hem de geometrik karakteristiklerin dönel kavşak güvenliğinde önemli rol oynadığını belirlemişlerdir.

Kaza verilerini; kaza bilgileri, dönel kavşak geometrik özellikleri ve trafik verileri şeklinde 3 kategoride toplamışlardır. 1990-2002 yılları arasındaki kaza bilgilerini, Bahreyn

Krallığı İçişleri Bakanlığı Trafik Genel Müdürlüğünden, dönel kavşak verilerini Çalışma ve İskan Bakanlığındaki dijital haritalarından ölçerek elde etmişler ve trafik verilerini de Çalışma ve İskan Bakanlığı Yollar Müdürlüğünden almışlardır.

Dönel kavşak güvenliğinde özetle; hız arttıkça kaza oranının arttığını, kavşak kolları arasındaki açı arttıkça güvenlikte iyileşme olduğunu, trafik hacimleri(giriş ve dönüş) arttıkça güvenliğin azaldığı, bununla beraber trafik hacimleri kavşak kapasitesine eriştiğinde, işletme hızı düştüğünden etkilerinin de azaldığını, kavşak kolu yaklaşımlarındaki genişletmenin kavşak kolu güvenliğini iyileştirdiğini, kavşak kolu sayısındaki artışın kaza frekansında eksi yönde bir etki yaptığını ve bununla beraber 4 kavşak kolunun optimum sayı olduğunu, yaklaşım yolundaki kurp yarıçapının artışının da kavşak kolu güvenliğinde eksi yönde bir etki yaptığını ve 50 ile 100 metre arasındaki yarıçapın tercih edilmesinin kavşak işletmesi ve güvenliği açısından uygun değerler olduğunu bulmuşlardır.

Kentsel dönel kavşaklar için elde ettikleri matematik formül:

$$\text{Acc} = \exp(0.03*\text{SPDA}+0.03*\text{TADT}-0.453*\text{NAPP}-0.019*\text{RAA}-9.391*\text{FR}-0.011*\text{LAA} \\ +0.006*\text{EPC}) \quad (4)$$

Burada;

SPDA = Yaklaşım yolu işletme hızı

TADT = Toplam ortalama günlük trafik

NAPP = Yaklaşım yolu sayısı

RAA = Sağa yaklaşım yolları arası açı

FR = Genişleme oranı

LAA = Sola yaklaşım yolları arası açı

EPC = Yaklaşım yolu kurba yarıçapı

Kırsal dönel kavşaklar için elde ettikleri matematik formül:

$$\text{Acc} = \exp(0.023*\text{SPDA} + 0.055*\text{ADT} - 0.443*\text{NAPP} - 0.012*\text{LAA} - 0.008*\text{RAA} \\ +0.034*\text{ACT}+ 0.004*\text{EPC}) \quad (5)$$

Burada;

SPDA = Ortalama yaklaşım yolu hızı

ADT = Yaklaşım yolu ortalama günlük trafiği

NAPP = Yaklaşım yolu sayısı

LAA = Sola yaklaşım yolları arası aç

RAA = Sağa yaklaşım yolları arası aç

ACT = Ortalama dönen trafik

EPC = Yaklaşım yolu kurba yarıçapı

Kavşaklar üzerine çalışmalardan bir diğerini Poch ve Mannering (1996) yapmışlardır. Poch ve Mannering (1996) çalışmalarında, birbirinden ayrı kavşak kolları üzerinde yıllık kaza frekansının istatistiksel modellemesini geliştirmişlerdir. Bu çalışmalarında, Washigton Bellevu'daki 63 kavşağa ait 7 yıllık verileri kullanarak kavşak kollarındaki kaza frekanslarının toplam kazalar, arkadan çarpma kazaları, açısız çarpma kazaları ve kavşak kolu dönüş kazaları için Negatif Binom regresyonunu kullanmışlardır. Kaza verilerinde Poisson regresyonu ile Negatif Binom regresyonu karşılaştırılmış, aşırı yayılımdan (varyansın ortalamadan önemli miktarda büyük olması) dolayı, Negatif Binom regresyonunun kaza verilerine Poisson regresyonundan daha uygun sonuçlar verdiğini bulmuşlardır. Çalışmanın sonucunda, elde ettikleri değerleri tablolar halinde oluşturmuşlar ve bu tablolardan trafiğin ve geometrik faktörlerin kaza frekanslarını arttırdığını veya azalttığını ortaya koymuşlardır.

Persaud ve Dzbik (1993), Ontario'daki yaklaşık 500 otoyol kesiminden aldıkları makroskopik (yıllık kaza verileri ve ortalama günlük trafik) veriler ve mikroskopik (saatlik kazalar ve saatlik trafik) verileri ile otoyol kesiminin kaza potansiyelini tahmin edecek bir regresyon modeli elde etmek için genelleştirilmiş lineer modellemesini kullanmışlardır. Model yapısı olarak aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır:

$$E(P) = a.T^b \quad (6)$$

Burada;

$E(P)$ = Tahmin edilen kaza sayısı

T = Trafik hacmi

a, b = model parametreleri

Makroskopik model sonucunda, aynı toplam trafik hacimli 4 şeritli otoyolların, daha fazla şeritli olanlara göre daha düşük kaza riskine sahip olduğunu, bunun sebebinin ise, 4 şeritten daha fazla olan otoyollarda, serbest akım koşullarının etkili olmasından dolayı, sürücülerin daha rahat manevra yapmaları sonucu kazaların olduğunu belirtmişlerdir.

Mikroskopik model sonucunda ise, ekspres ve toplayıcı yollardaki iki kaza çeşidi (toplam ve ağır kazalar) için tahminlerde, verilen trafik hacminde, toplayıcı yolların ekspres yollara göre daha yüksek kaza potansiyeline sahip olduğunu bulmuşlardır.

Greibe (2001), kentsel kavşaklar ve yol bağlantıları için kaza tahmin modelleri üzerine çalışmalar yapmış, Danimarka'da kentsel bölgelerdeki 1036 kavşak ve 142 km. yol bağlantısından elde edilen verilerle bu modelleri oluşturmuştur. Kaza frekanslarının açıklayıcı değişkenler ile bağlantılı olduğu genelleştirilmiş lineer modelleme tekniklerini kullanmıştır. Kaza değerleri dağılımlarının poisson dağılımına uyduğu kabul edilmiştir. Genel olarak, özellikle kavşaklar için, model içindeki en önemli değişkenin motorlu araç trafik akımı olduğunu ve diğer açıklayıcı değişkenlerin gözle görülebilir yüzdesel bir iyileştirici değerinin olmadığını, yol bağlantı kısımları için ise; yol çevresi, tali yol sayısı, park yerleri ve hız limitlerinin kaza sayılarını tahmin etmede anlamlı ve önemli olduğunu ortaya çıkarmıştır. 3 ve 4 kollu kavşakların sinyal kontrolündeki güvenlik etkisine bakılmış ve aynı trafik akımlı sinyalize olmayan kavşakların sinyalize olan kavşaklar kadar güvenli olduğunu, bunu da, sinyalize kavşaklarda karşıdan karşıya geçme kazalarının az olmasına rağmen arkadan çarpma kazalarının çok olmasıyla açıklamıştır.

Yol kesimleri için:

$$E(\mu) = aN^p \exp \sum \beta_j x_{ij} \quad (7)$$

Kavşaklar için:

$$E(\mu) = aN_{pri}^{p1} N_{sec}^{p2} \exp \sum \beta_j x_{ij} \quad (8)$$

model yapılarını kullanmıştır.

Burada;

$E(\mu)$ = Beklenen kaza sayısı (Yol kesimlerinde km başına yıllık kazalar, kavşaklarda yıllık kaza sayısı)

N = Motorlu araç trafik akımı (YOGT)

x = Yol geometrisini veya yol çevresini ifade eden değişkenler

N_{pri} = Birinci yönden gelen motorlu araç trafik akımı(YOGT)

N_{sec} = İkinci yönden gelen motorlu araç trafik akımı(YOGT)

$a, p, p1, p2, \beta_j$ = Tahmin edilen parametreler

Caliendo vd. (2006), İtalya'nın bölünmüş dört şeritli otoyolları için, 1999 ve 2003 arasındaki 5 yıllık bir süreçte gözlenmiş kaza verilerine dayanan bir kaza tahmin modeli üzerine çalışmışlardır. Düz yol kesimi ve kurbalarda, kaza oluşum frekanslarının modellenmesinde kullanılan Poisson, Negatif Binom ve Negatif Çoklu Regresyon modellerini uygulamışlardır. Model parametrelerini Maksimum Olabilirlik Yöntemiyle tahmin etmişler ve model eşitliğindeki anlamlı değişkenleri belirlemede Genelleştirilmiş Olabilirlik Oran Testini uygulamışlardır. Uyum iyiliği, hem toplam değişimin açıklanan bölümünün ortalaması hem de sistematik değişimin açıklanan bölümünün ortalaması tarafından ölçülmüştür. Açıklayıcı değişkenler olarak, uzunluk, eğrilik, yıllık ortalama günlük trafik, görüş mesafesi, sürtünme katsayısı, boyuna eğim ve kavşak yapısı kullanılmıştır. Toplam kazalar ve ölümlü ve yaralanmalı kazalar için, ayrı tahmin modelleri ele alınmıştır. Bütün regresyon modelleri için uzunluk, eğrilik ve yıllık ortalama günlük trafik değerleri, kazaları etkileyen anlamlı değişkenler olarak bulunmuş, bununla beraber görüş mesafesi, sürtünme katsayısı ve boyuna eğim değerleri, istatistiksel olarak % 5 seviyesinde anlamlı bulunmamıştır.

Kurbalarda;

Toplam kazalar için:

$$\hat{\lambda} = \exp[-0.07130 + 0.80311 \ln L + 0.27017 * 1/R + 0.32660 * YOGT * 10^{-4}] \quad (9)$$

Ağır kazalar için:

$$\hat{\lambda} = \exp[-1.45703 + 0.86881 \ln L + 0.33793 * 1/R + 0.40863 * YOGT * 10^{-4}] \quad (10)$$

Burada $\hat{\lambda}$ tahmin edilen kaza (kaza/yıl ve taşıt yolu), L kurp uzunluğu (km), $1/R$ eğrilik (km^{-1}) ve YOGT yıllık ortalama günlük trafik (araç/ gün) değerleridir.

Düz yol kesiminde;

Toplam kazalar için:

$$\hat{\lambda} = \exp(0.50347) [\exp(0.85729 \ln L + 0.23960 * YOGT * 10^{-4}) + 0.22848 * YOGT * 10^{-4} * J] \quad (11)$$

Ağır kazalar için:

$$\hat{\lambda} = \exp(-1.40044) [\exp(0.76232 \ln L + 0.42575 * YOGT * 10^{-4}) + 0.50628 * YOGT * 10^{-4} * J] \quad (12)$$

Burada $\hat{\lambda}$ tahmin edilen kaza (kaza/yıl ve taşıt yolu), L düz yol uzunluğu (km), YOGT yıllık ortalama günlük trafik (araç/ gün) ve J kavşak (mevcutsa 1, yoksa 0) değerleridir.

Kurbalar için, uzunluk, eğrilik ve yıllık ortalama günlük trafik önemli olup kazaların artmasına etken olmakta, bununla beraber görüş mesafesi, sürtünme katsayısı ve boyuna eğim değişkenleri kaza sayısını azaltmaktadır. Düz yol kesimleri için ise; uzunluk, yıllık ortalama günlük trafik ve kavşakların varlığı kaza sayılarını arttırırken, sürtünme katsayısı ve boyuna eğim kaza sayısında azalmaya neden olmaktadır. Ayrıca yağmurun etkisini, saatlik yağış miktarı verilerini ve kuruma zamanı hakkındaki kabulleri esas alarak analiz etmişler ve buradan da ıslak kaplamanın önemli ölçüde kaza sayılarını arttırdığını göstermişlerdir.

Yıldan yıla kaza oluşumunun değişimini yansıtmak için Genelleştirilmiş Tahmin Eşitlikleri yöntemini kullanarak kaza tahmin modellerini geliştiren Lord ve Persaud (2000) bu çalışmalarında, Toronto'nun merkezi iş bölgesi olan ve olmayan yerlerindeki, 1990-1995 yılları arasındaki her bir yıl için 868 adet 4 kollu sinyalize kavşaktaki motorlu araç kazalarını (ölümlü, yaralanmalı ve sadece maddi hasarlı) içeren kaza verilerini kullanmışlardır.

Kaza tahmin modelleri için bir çok model mevcut olmasına karşın, kavşaklar için en çok kullanılan aşağıdaki modeli kullanmışlar ve buna zaman ilişkisini de katmışlardır.

$$E\{K\} = \alpha F_1^{\beta_1} F_2^{\beta_2} e^{(\beta_3 F_2)} \quad (13)$$

Burada;

$E\{K\}$ = Beklenen yıllık kaza sayıları

F_1, F_2 = Sırasıyla ana ve tali yollara gelen akım (örneğin; araç/gün, araç/saat)

$\alpha, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ = Tahmin edilen katsayılar

Katsayı tahmininde GLM'nin hesap karmaşıklığı ve çözümünün zor olmasından dolayı alternatif bir yöntem olan, Liang ve Zeger'in (1986) tasarladıkları Genelleştirilmiş Tahmin Eşitlikleri (GTE) yöntemini kullanmışlardır.

Bu çalışmada 2 adet GTE yöntemi kullanmışlardır. Birincisi, her bir yılın farklı modellerinin tahminiyle yıllık akımın sağlandığı, ikincisi ise her bir yıl için aynı katsayıları kabul eden yöntemlerdir. Zamansal ilişki dahil edilmiş olan kaza tahmin modellerinin, zamansal ilişki dahil edilmemiş olanlara göre genellikle daha iyi uygulandığı sonucuna varmışlardır.

Hadayeghi vd. (2006), zaman belirten aktarabilirlik ve bölgesel kaza tahmin modellerinin güncelleştirilmesi üzerine incelemeler yapmışlardır. Bunun için Toronto şehrinin 1996 yılına ait 463 trafik bölgesinin ve 2001 yılına ait 481 trafik bölgesinin verilerini almışlar, şehrin her bir trafik bölgesindeki 2001 yılı kazalarını tahmin etmek için, güncellenmiş 1996 yılına ait modelleri kullanılmışlardır. İncelenen güncelleme yöntemleri, Bayeşçi güncelleme yaklaşımını ve kalibrasyon faktörlerinin 1996 yılı modellerine uygulanışını içine almaktadır. 2001 yılı örnekleriyle kalibre edilmiş modelleri de araştırmışlar, fakat bunları uygun bulmamışlardır.

Model seçiminde; negatif binom regresyon modellerinin hem toplam kazalar için hem de ağır (ölümlü ve ölümsüz yaralanmalı) kazalar için sosyoekonomik/demografik, trafik talebi ve trafik ağ veri değişkenlerinin bir fonksiyonu olarak geliştirildiği genelleştirilmiş lineer modelleme yaklaşımını ele almışlardır. Sonuçlar, modellerin tam bir istatistiksel anlam içinde aktarılamadığını belirtmiş, bununla birlikte aktarılabilirliğin yakın ölçümleri, aktarma modellerinin uygun şartlarda faydalı bilgileri sağladığını göstermiştir. Ayrıca, 2001 yılındaki kaza sayılarının tahmini için, kalibrasyon faktörleri kullanılan güncellenmiş kaza tahmin modellerinin Bayeşçi Yaklaşımdan daha iyi sonuçlar verdiği sonucuna varmışlardır.

1.4. Ulaştırmanın Tanımı

Ulaşım; insanların ve eşyaların yararlı olduğu varsayılan bir amaca yönelik yer değiştirmeleridir. Bu yer değiştirmenin sağlanması ulaştırma ya da taşıma olarak tanımlanır (Yayla, 2002).

1.4.1. Ulaştırmanın Amaç Fonksiyonları

- Ulaştırma, mal ve hizmetleri gerektiği yer ve zamanda kullanıma olanaklı kılar.
- Ulaştırma, doğal kaynakların etkin kullanımına yardımcı olur.
- Ulaştırma farklı endüstri kollarının tek merkezde toplanmasını gereksiz kılarak, bölgesel uzmanlaşmayı geliştirir.
- Ulaştırma, büyük miktarda üretim yapabilmek için bir zorunluluk olup, böylece verimliliğin artmasına ve üretim maliyetlerinin azalmasına önemli bir katkıda bulunur.
- Ulaştırma, çeşitli malların tüketici kullanımına sunulabilmesi yoluyla ticareti geliştirir.
- Ulaştırma, belirli bir pazardaki mal ve hizmetlerin düşük fiyat ve yüksek kalite düzeyinin korunabilmesi için rekabeti destekler.
- Ulaştırma, kültürel, sosyal ve boş zamanları değerlendirmek amacıyla toplumlara devingenlik sağlar.
- Ulaştırma, devletlerin kendilerini savunmalarına katkıda bulunur.
- Ulaştırma, bir devletin sosyal ve politik bütünlüğünü destekler (Camkesen, 1998).

1.4.2. Ulaştırmanın Gelişimi

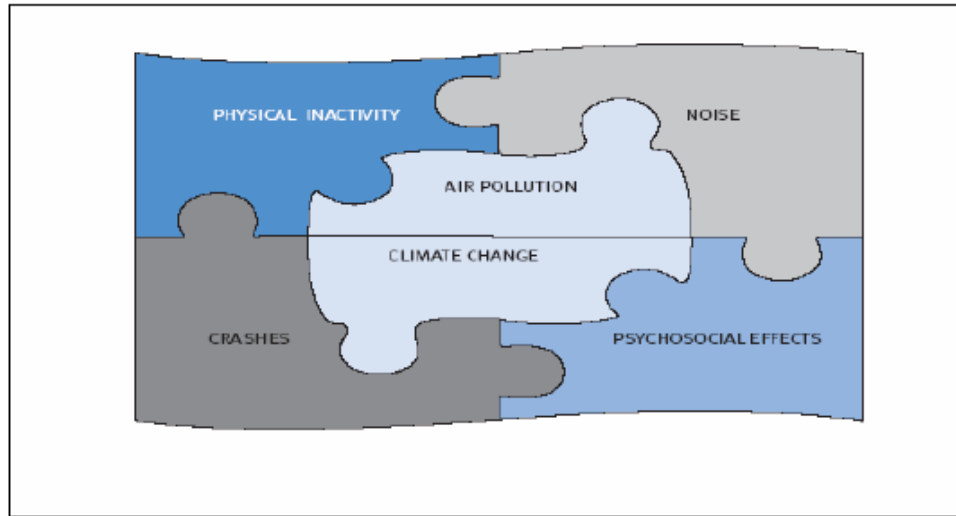
İnsanlık tarihinin ilk dönemlerinden günümüze uzanan süreçte ulaşım, insanların en temel ihtiyaçlarından biri olmuştur. “Kişilerin ve eşyaların bir noktadan başka bir noktaya hareketi” olarak tanımlanan ve sosyoekonomik gelişmenin temel itici güçlerinden olan ulaşım, günümüzde; karayolları, demiryolları, denizyolları, boru hatları ve havayolları gibi alt sistemlerle sağlanmaktadır.

Ulaşım faaliyetlerinin tarihsel sürecinde farklı dönemlerde farklı taşıma alt sistemlerinin ön plana çıktığı görülmektedir. 18. yüzyıla kadar deniz yolu ve iç su yolu taşımacılığı ön plandayken, 18. ve 19. yüzyılda sanayi devrimi ve buharlı motorların icadı ile demiryolu taşımacılığı hakim sistem olmuştur. Karayolu taşımacılığı ise 20. yüzyılda ön plana çıkmış, İkinci Dünya Savaşı sonrası hızlı bir şekilde artış eğilimine girmiş ve diğer ulaşım sistemleriyle rekabet edebilir hale gelmiştir. 1970’li yıllarda yaşanan enerji krizinin aşılmasından sonra, 1980’li yıllarda karayolu ile taşımacılık artan eğilimini sürdürmüş ve

2000’li yıllarda pek çok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede hakim ulaşım sistemi haline gelmiştir. Ülkemizde mevcut durum itibarıyla, yolcu taşımacılığının % 95’i, yük taşımacılığının ise % 92’si karayoluyla gerçekleştirilmektedir (KGM, 2007).

1.4.3. Ulaştırmanın Ortaya Çıkardığı Sorunlar

Ulaştırma, toplumlar için önemini her geçen gün arttırarak insanların yaşamında vazgeçilmez bir unsur olmaktadır. Vazgeçilmezliği ile yaşamsal faaliyetlerde bir çok kolaylık sağlaması yanı sıra ortaya bazı sorunları da çıkartmaktadır. Aşağıdaki şekil üzerinde gösterildiği gibi, fiziksel atalet, gürültü, hava kirliliği, iklim değişikliği, kazalar ve psikososyal etkiler gibi insan sağlığını etkileyen sorunların yanı sıra zaman kaybı (tıkanıklık, gecikme), enerji gereksinimi ve kazalarda meydana gelen maddi hasarlar gibi ülke ekonomisini etkileyen sorunlara da neden olmaktadır.



■ FİZİKSEL ATALET ■ GÜRÜLTÜ ■ HAVA KİRLİLİĞİ
 ■ İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ■ KAZALAR ■ PSİKOSOSYAL ETKİLER

Şekil 1. Trafikğin sağlık üzerindeki etkileri (Racioppi vd., 2004)

1.4.4. Ortaya Çıkan Sorunlara Çözüm Önerileri

Ulaştırma problemleri, disiplinler arası bir yapıya sahiptir. Problemlerin birbirinden bağımsız, parçalı analiz ve çözümleri yerine, her bir yaklaşım, daha büyük boyutlu bir problemin, tamamlayıcı parçaları olarak görülmelidir.

Karşılaşılan sorunlar ne kadar büyükse çözüm de o kadar zor ve meşakkatli olmaktadır. Önemli olan sorunun ortaya çıkmasına müsaade etmeden çalışmanın en başında uygun programlanmanın yapılmasıdır. Uygun ve iyi planlanmış bir arazi üzerine hassas bir ulaştırma planlaması ile, sonrasında oluşacak problemler engellenebilir.

Arazi kullanımı ve Ulaştırma Planlaması, yol güvenliğini etkileyen temel bileşenlerdir. Bu bileşenler sadece bugünkü trafiğin yarattığı çevresel etkiler ve şartlar için değil, gelecekte yaratılacak trafik açısından da önemlidir. Uzun yıllardan beri bilindiği gibi, yol güvenliği problemlerinin çözümünde üç temel bileşen yatmaktadır. Bunlar;

- 1- Kanunların uygulatılması (Enforcement)
- 2- Çevresel şartların düzenlenmesi (Environment- Engineering)
- 3- Eğitim (Education)

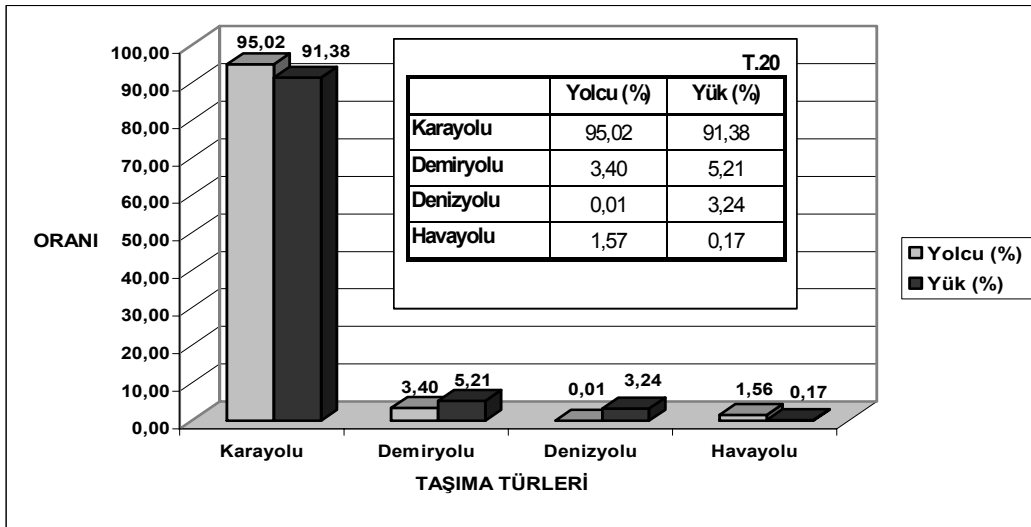
Disiplinler arası bu çalışmalara ek olarak, çeşitli isimler altında kurulan araştırma enstitüleri ya da güvenlikle ilgili birimler de, yetki ve bilgilerini birleştirerek çözüme katkıda bulunmaya çalışmaktadırlar. Ulusal Yol Güvenlik Kurulu ya da İl, Eyalet Yol Güvenlik Komitesi adıyla kurulan bu kuruluşlar, sadece yol güvenliği konusunda çalışmakta ve aşağıdaki konularla uğraşmaktadırlar (Camkesen, 1998):

- Kaza bilgilerinin toplanması ve analizi,
- Kaza noktalarında trafik mühendislerince yapılması gerekli görülen iyileştirmelerin gerçekleştirilmesi,
- Araç testleri, muayeneleri,
- Sürücülerin eğitimi,
- Çocuklara trafik eğitiminin verilmesi,
- Tanıtım ve propaganda,
- Trafik polisinin kanunlar ile ilgili eğitimi,
- Yol güvenlik araştırmaları,
- Trafik ve karayolu tasarım standartlarının belirlenmesi,
- Acil ilk yardım servislerinin oluşturulması ve kontrolü,
- Yol güvenliği ile ilgili kanunların hazırlanması,

1.4.5. Türkiye Ulaştırmasının Özelliği ve Doğurduğu Sorunlar

Ülkemizde karayolu taşımacılığının diğer taşıma türlerine göre ezici bir üstünlüğü vardır. Daha önce belirtilen ulaştırmanın yol açtığı sorunlardan; kazalar, tıkanıklık, hava kirliliği, gürültü vb. içerisinde ülkemizi en çok trafik kazaları etkilemektedir.

Şekil 2'ye göre ülkemizin yolcu ve yük taşımacılığında karayollarının, oldukça büyük bir pay aldığı, diğer ulaştırma sistemlerinin ise çok küçük değerlerde kaldığı anlaşılmaktadır. Yolcu ve yük taşımacılığında karayollarının tercih edilmesinin olumsuz sonuçları kazalar olarak karşımıza çıkmakta, Tablo 1. de trafik kazalarındaki, ölü ve yaralı sayılarındaki artış açıkça görülmektedir. Buna bağlantılı olarak, kazalar sonucu meydana gelen maddi ve manevi hasarlar ülkemizin üzerine bir yük olarak binmektedir. Öyleyse bu yükü azaltacak önlemlerin ivedi olarak alınması ve karayolu güvenlik çalışmalarına verilecek önemin daha da artırılması gerekmektedir (Türe vd., 2008).



Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu

Şekil 2. Yurt içi şehirlerarası yolcu ve yük taşımaları (2005) (KGM, Haziran 2007)

Tablo 1. Ulaşım Yollarına Göre Kaza, Ölü ve Yaralı Sayısı Sonuçları (TÜİK, 2007)

	A. Kaza sayısı		B. Ölü sayısı		C. Yaralı sayısı	
	2001	2002	2003	2004	2005	
Karayolu						
A	442.960	439.777	455.637	537.352	621.183	
B	4.386	4.093	3.946	4.427	4.525	
C	116.203	116.412	118.214	136.437	154.094	
Denizyolu						
A	147	102	115	151	147	
B	25	21	15	22	24	
C	5	2	4	4	-	
Demiryolu						
A	636	478	556	555	523	
B	165	129	162	218	153	
C	385	326	299	467	273	
Havayolu						
A	9	9	10	1	7	
B	-	2	151	1	2	
C	5	4	6	3	-	

Kaynak: Emniyet Genel Müdürlüğü
Bankacılık ve Denizcilik Müsteşarlığı
Devlet Demiryolları Genel Müdürlüğü
Ulaştırma Bakanlığı, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü

Ülkemizde yapılan bir araştırmada trafik kazalarının neticesinin sadece ölüm ve yaralanmalarla sınırlı kalmadığı, trafik kazası akabinde mağdur ve yakınları psikolojik rahatsızlıklara (Bunalım, korkular, hazım şikayetleri, öğ alma isteği, hafıza kaybı, uykusuzluk vb.) sahip olmakta, işinde ve eğitiminde başarısız(yaralılarından % 28'inde kaza nedeniyle iş verimliliğinin azaldığı, % 14,4'ünün ise iş değişikliği yaptığı tespit edilmiş) olmakta ve eşiyle-ailesiyle, arkadaşlarıyla, meslektaşlarıyla ilişkileri (yaralıların % 10,2'sinin arkadaşlarıyla, % 6,8'inin ailesiyle ilişkilerinin olumsuz yönde etkilendiği tespit edilmiştir) bozulmaktadır (EGM, 2001).

1.5. Karayolu Güvenliği

İnsanoğlunun yeryüzünde varolmasıyla başlayan "güvenlik" sorunu, günümüze kadar çeşitli evrelerden geçerek, farklı boyutlara ulaşmıştır. Diğer canlılardan her yönüyle farklı

olarak dünyaya gelen insanoğlunun can ve mal güvenliği, tarih boyunca önemsenmiş ve çeşitli önlemler alınmaya çalışılmıştır.

İlk çağda bireysel olarak kendi güvenliğini sağlamak için bir takım ilkel tedbirler geliştiren insanoğlu, zaman içerisinde, daha toplumsal ve sistematik düşünme yolunda, gelişen teknolojinin de katkılarıyla beraber, farklı önlemlere başvurmuştur. Bireyin can, mal ve hizmet güvenliğinin önemi ve korunması amacıyla, çeşitli evrelerden geçerek, bugünkü çağdaş boyutuna ulaşmıştır (Keleş, 2007).

1.5.1. Karayolu Güvenliğine Genel Bakış

Ulaştırma plancıları, trafik mühendisleri, politikacılar ve toplum trafik güvenliğine karşı her geçen gün daha çok ilgi göstermektedirler. Bir çok kurum; araç, sürücü ve yol hakkında geniş kapsamlı karayolu güvenliği ile ilgili çalışmalar ve modeller geliştirmektedir. Bu çalışma ve modellerin temel amacı, ulaşımına bağlı ölüm, yaralanma ve maddi kayıpları azaltarak toplum sağlığını ve güvenliğini arttırmaktır. Yol ve ulaşım ağları emniyetsiz olarak tasarlanmamalıdır. Bununla beraber, planlama ve mühendislik süreçlerinin sonucunda tehlikeli bir yol sahası oluşabilmektedir. Ulaştırma sistemleri için güvenlik aşamalarını belirleyen kararlar; devlet çalışanları, plancılar ve mühendisler tarafından verilmektedir.

Yol kazaları, hem yolu kullananlar hem de yolun yapımını ve bakımını üstlenen kurumlar için büyük bir önem oluşturur. Kazalar, genellikle insan hayatının kaybedilmesine ve araçların hasar görmesine yol açmaktadır. Ayrıca trafikteki gecikme sonucu yüksek yolculuk maliyetlerine de sebep olurlar.

Kazalardaki ilişkilerine göre yollardaki insan çeşitliliği değişkendir ve kazaları farklı yönlerden göstermektedirler. Seyahat eden bir kişi seyahatinin güvenli tamamlanmasını isterken, ulaşım plancısı, arzu edilen servis düzeyi sağlanırken kazaların en aza indirilebilmesi için geleceğe yönelik plan yapmak ister. Yol ağı tasarımcısı ise, ortadan kaldırılacak gereksinimleri belirleyen bir proje geliştirmek için yeni fikirler sunmayı tasarlar. Bundan dolayı, yol kazaları, sadece bir mühendislik problemi olarak değil; kentin ve toplumun bütününe etkileyen sosyal bir sorun olarak sınıflandırılmalıdır. Şehir planlama hedeflerinden biri güvenli bir çevreye sahip olmak olduğundan, şehir planlama sürecinde karayolu kazalarının yol açtığı problemlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Hadayeghi, 2002).

Yol güvenliği, toplumların; ulaşım sistemlerini, arazi kullanımını ve kentsel gelişimi yönetmede nasıl bir yol seçtiklerine, bunların genel sağlık ve güvenlik hedefleriyle nasıl ilişkilendirildiğine ve hepsinin ekonomik, sosyal ve çevresel gerekliliklerle nasıl dengelendiğine bağlıdır (Racioppi vd., 2004).

Trafik kazalarının yol açtığı sorunlar giderek ağırlaşmakla birlikte, yol güvenliği konusuna, gerek uluslararası gerekse ulusal ölçekte yeterli önem verilmemiştir. Bunun nedenleri arasında, genel anlamda bilinç ve duyarlılık eksikliğinin yanı sıra, sorunun boyutlarının; sağlık, ekonomi ve sosyal alanlarda getirdiği maliyetin ve bu arada kazaları önlemeye veya yol açtıkları zararı hafifletmeye yönelik önlemlerin yeterince bilinmemesi yer almaktadır.

Bir başka neden de, trafik kazaları sorununun, uluslararası veya ulusal düzeylerde belirli bir kuruluşun “işi” olmamasıdır. Bunun yerine, sorunun çeşitli yönleriyle (araçların tasarımı, yol ağlarının ve yolların tasarımı, kentsel ve kırsal planlama, yol güvenliği mevzuatının çıkartılması ve uygulanması, kazaya uğrayanların tedavisi ve rehabilitasyonu dahil) ilgilenme sorumluluğu çeşitli sektörler ve gruplar arasında bölünmüş durumdadır. Genellikle, bu sektör ve grupların çalışmalarını eşgüdümeye kavuşturacak ve sorunu bir bütün olarak ele alacak bir lider kuruluş yoktur (WHO, 2004).

Ancak şu an, yol güvenliği için sistem yaklaşımı bilincine varmış birçok gelişmiş dünya ülkesinde karayolu güvenliği konusunda göze çarpar ilerlemeler görülmektedir. Bu ülkeler karayolu güvenliği konusuna gerekli desteği vermekte, planlı ve programlı bir şekilde sistem çalışmalarını sürdürmektedirler. Bu sistem çalışması sonucu kazalarda ve kazalar sonucu ölümlerde azalmalar sağlamışlardır. İsveç; insan yaşamı ve sağlığını ön planda tutan, karayolu ulaşım sisteminin her aşamasında görev alanlar ile kullanıcılar arasında yol güvenliğiyle ilgili sorumlulukları ortaklaşa paylaşan, insanların hata yaptıklarından yola çıkarak karayolu ulaşım sistemlerinde hata olasılığını ve oluşan zararın en aza indirilmesini hedefleyen ve karayolu ulaşım sistemlerini yönetenlerin istenilen güvenliği sağlamada gerekli olan değişime hazır olması ilkelerini benimseyen “Vizyon sıfır” programı ile, Hollanda; insanların yaşam sınırlarını belirleyerek tasarlanan bir altyapıyı uygulayan, sürüş kolaylığı sağlamasını ve kazalara en iyi korumayı gerçekleştiren motorlu taşıtların üretilmesini, yolu kullananların ise kazaya sebebiyet verecek durumlardan kaçınmaları yönünde yeterli eğitimin verilmesini hedefleyen “Sürdürülebilir Güvenlik” programı ile, Birleşik Krallık Hükümeti; eğitim ve denetimin iyi yapıldığı, altyapıya gerekli önemi veren, sürücülerin hız kontrollerinin ve hız sınırlamalarının uygulandığı, çocuklar için daha

güvenli bir ortamın sağlandığı, güvenli araçların üretilmesini amaçlayan, motosiklet ve bisiklet kullanım kurallarının uygulandığı, yayalar için güvenli yol şartlarını gerçekleştiren, planlı uygulanmış ve daha güvenli yol kullanımını hedefleyen “Yarının yolları; herkes için daha güvenli” programı ile örnek ülkeler olarak gösterilmektedirler (Türe vd., 2008).

Sistem yaklaşımı, yolları kullananların davranışlarını değiştirmeye yönelik doğrudan yaklaşımlar yerine çevre, yol kullanıcı ve araçlar bazında müdahaleleri öne çıkarır. Düşük ve orta gelir düzeyindeki ülkelerde geçerli çözümler motorlu taşıt trafiğinde daha uzun bir geçmişe sahip ülkelere göre farklılıklar gösterse bile temel ilkeler aynıdır. Bu ilkeler arasında, örneğin, gelişkin yol tasarımı ve trafik yönetimi, taşıt standartlarının geliştirilmesi, hız denetimi, emniyet kemeri kullanımı ve alkol sınırlarının gözetilmesi yer almaktadır. Düşük ve orta gelir düzeyindeki ülkelerde yerine getirilmesi gereken görev, mevcut çözümleri uyarlamak ve değerlendirmek veya yeni çözümler üretmektir (WHO, 2004).

Bizim gibi gelişmekte olan ülkelere, çarpık kentleşmenin ve taşıt sayısının artışıyla kent merkezinde ve kentler arasında oldukça yoğun trafik sorunlarıyla karşılaşmaktadır. Tasarımı, artan trafik hacmi dikkate alınmadan yapılan karayolu şebekelerinde meydana gelen trafik kazaları da her geçen gün genişleyen bir dizi sorun kümesini oluşturmaktadır (Bektaş, 2002).

Bugün Ülkemizde tek ulaşım modunun hakim olduğu karayolu taşımacılığında da bir düzensizlik mevcuttur. Karayolu taşımacılığında isteyen istediği noktalar arasında taşıma yapabilmekte, bu ise ülke düzeyinde ekonomik olmayan, trafik güvenliğini azaltıcı bir durum yaratmaktadır.

Aynı durum yük taşımacılığında da mevcuttur. Kamyonu olan herkes istediği güzergâhta çalışabilmekte, kazanma hırsı ya da borç zorlaması nedeniyle uzun süreli çalışma ve aşırı yükleme kazalara neden olmaktadır. Karayolu taşımacılığında sözü edilen bu düzensizlik, bir yandan trafik güvenliğini azaltarak, kazalara neden olurken, diğer yandan da ulaştırmanın ülke ekonomisine maliyetini arttırmaktadır. Bu durum ancak, yolcu ve yük taşımacılığında, taşımaların demiryolu, denizyolu ve boru hatlarına kaydırılmasını sağlayacak koşulların oluşturulması ve bu taşıma sistemleri arasında ülke koşullarına uygun bir dengenin sağlanması ile ortadan kaldırılabilir. Bunun için her şeyden önce ülke koşullarına uygun yeni bir Ulaştırma Ana Planının hazırlanması ve uygulanması gerekir (D.P.T., 2001).

1.5.1.1. Karayolu Güvenliğinde Mühendisliğin Önemi

Ülkemizde karşılaşılan en güncel ulaştırma problemlerinin başında trafik kazaları gelmektedir. Meydana gelen trafik kazalarının boyutlarının her geçen gün artmasının nedenlerinin başında ise, sorunun çözümü için yapılan çalışmalarda, disiplinler arası yaklaşımlarla saptanması gereken strateji ve hedeflerin tam olarak belirlenmemesi, olayın bir bilimsellik ve özellikle de mühendislik çalışması gerektirdiğinin kavranamaması gelmektedir.

Karayolu güvenliği çalışmaları, bir program çerçevesinde ve birden fazla bileşeni bütünleştiren, teorik ve uygulamalı araştırmaları gerektiren bilimsel çalışmalardır. Bileşenlerden bir ya da birkaçının göz ardı edilmesi, yapılan çalışmanın tamamen başarısızlığa dönüşmesine neden olur. Karayolu güvenliği ile ilgili olarak yapılan bir çok araştırmanın sonucunda da, bu bileşenler arasında en önemli payı mühendislik çalışmalarının aldığı kabul edilmiştir.

Mühendislik çalışmaları da, aynı yol güvenliği çalışmalarında olduğu gibi, bir takım alt bileşenlere ayrılır ve bu bileşenlerin her biri, kendi konusunda uzman kişilerin oluşturduğu araştırma gruplarınca yapılan çalışmalarla değerlendirilir.

Güvenlik sorununun çözümünde büyük bir pay sahibi olması gereken mühendis ve planlamacıların çözmek zorunda oldukları üç önemli problem saptanmıştır. Bunlar;

- 1- Karayollarında, transit trafik ile yerel trafik arasında talep çatışması olur. Transit trafik her zaman hızlı olmak ister. Buna karşılık aynı şebeke üzerindeki yerel trafik ise daha yavaştır ve bu durum da çatışmayı doğurur. Bu iki trafiğin çatışması sırasında, işin içine bir de yayalar girerse, bu sefer de yayalarla araçlar arasında ikinci bir çatışma meydana gelir. İşte mühendislerin çözmek zorunda oldukları ilk problem bu çatışmaların ortadan kaldırılmasıdır.
- 2- Sistem tasarımında insan karakteristiklerinin dikkate alınması: Karayolunun tasarımında, sürücülere etki eden pek çok yol karakteristiği vardır. Trafik mühendislerinin en önemli görevlerinden birisi de, sürücülere etki eden yol karakteristikleri ile ilgili bilgileri, sürücünün güvenlik tedbirlerini zamanında alabilmesi için uygun bir gösterimle ve gerekli zamanda verilmesini sağlayacak şekilde, karayolu tasarımını yapmaktır. Ayrıca bir karayolu mühendisi, yol karakteristiklerinin (yol genişliği, alinymanlar, kurplar, tırmanma şeritleri, yolun çevresel özellikleri vb.) sürücü davranışlarını ne yönde ve nasıl etkileyeceğini

araştırarak, bu karakteristiklerde yapılacak değişikliklerle, yol güvenliğini arttırabilir. Örneğin, TRL'e (1991) göre, gelişmiş ülkelerde, karayolunun bazı kesimlerinde yol genişliğinin azaltılmasının, hızı azalttığı, dolayısıyla da güvenliğini arttırdığı görülmüştür.

- 3- Karayolunun projelendirme standartlarına göre kullanımı: Trafik güvenliğinin artırılmasında bir diğer ölçüt ise karayolunu kullanan ve hızları birbirinden çok farklı olan kullanıcı taleplerini ayırmaktır. Örneğin, ağır taşıtların bazı güzergâhlardan uzaklaştırılması ya da transit trafiğin kentsel alan dışından geçirilmesi, taksi ya da dolmuşların indirme- bindirme noktalarının ve otobüs duraklarının yerlerinin düzenlenmesi, trafik karmaşasının azalmasına ve güvenliğin artmasına yardımcı olacak düzenlemelerdir (Camkesen, 1998).

1.5.1.2. Karayolu Güvenliğinde Eğitimin Önemi

Yol kullanıcısı olarak trafiğe katılan sürücü, yaya ve yolcuların eğitimi yanı sıra, trafiği denetleyen trafik görevlilerinin de eğitimi, trafik güvenliği ve düzeninin sağlanması açısından önemli bir faktördür. Trafik güvenliğindeki başarı her yaş grubundan ve trafiğe katılan her kişinin üzerine düşen görevi gerektiği gibi yapmasıyla gerçekleşir.

Birçok ülkedeki araştırmalar; çocuklar ve gençler arasında kazalara bağlı yaralanmalarda, trafik kazalarının en önde gelen neden olduğunu göstermektedir.

Türkiye'deki mevcut trafik güvenliği eğitiminin; davranış, riskler ve tehlikeleri öngörmek yerine, kurallar ve araçlar üzerine çok yoğunlaştığı gözlenmektedir. Trafik güvenliği eğitimi konusunun okullarda, uygun müfredatıyla birlikte zorunlu bir ders olarak konulması ve etkin biçimde verilmesi devletin görevidir. Uygun trafik güvenliği eğitimi; içerikle ilgili, modern yöntem ve malzemelerle ve bu konuda eğitilmiş öğretmenlerle verilmelidir (SweRoad-Ekler, 2001).

Trafik kazalarının oluşmasının nedenleri arasında en etkin unsur insan davranışıdır. İnsan davranışının daha okul öncesi dönemden başlayarak, doğru, etkili, ve sürekli bir trafik eğitimi ve bilgilendirmesiyle biçimlenmesi, diğer tüm alanlardaki değişimi ve başarıyı ortaya çıkaracak ve destekleyecek yegane unsur olarak değerlendirilmelidir.

Okullarda trafik eğitiminin içeriği ve veriliş yöntemleri tümüyle gözden geçirilmelidir. Okul öncesi dönemden başlamak üzere, lise sona kadar her yaş seviyesine uygun müfredat yeniden tanımlanmalıdır. Özellikle okul çağı öncesi ve izleyen dönemlerde, ailelerin

çocuklarının trafik eğitimlerine etkin bir biçimde katılmaları yönünde, ders içerikleri ve işleyişinde düzenlemeler yapılmalıdır. Ebeveynlerin katkısı ile yapılabilecek trafik ödevleri verilmelidir.

Üniversitelerdeki eğitimlerde ise, trafik güvenliği alanının değişik disiplinlerinde çok nitelikli lisans üstü eğitim verebilecek, yeni programlar başlatılmalıdır. Sürücü kurslarında ders verecek öğretmenlerde, özel şartlar aranmalıdır. Teorik bölümde sürücü adaylarına, değişik trafik durumlarındaki riskler anlatılmalıdır. Pratik eğitimin süresi ve kalitesi artırılmalı ve özellikle gerçek trafik ortamında eğitim imkânları araştırılmalıdır (Tan, 2002).

Ayrıca, kamuoyu, karayolu güvenliği konusunda duyarlı olmalı ve televizyon, radyo ve basılı yayın ile insanlara karayolu güvenliği hakkında eğitici yönde bilgilendirme yapılmalıdır.

1.5.2. Karayolu Güvenliği Planlaması

Yol güvenliği ve kentsel ulaşım planlamasına ilişkin bilgileri kapsayan birçok araştırma çalışmasına rastlanmaktadır. Bununla beraber, bu çalışmaların birkaçı yol güvenliğini, ulaşım planlama sürecinin bir parçası olarak gösterir. Güvenlik düşüncesinin hesaba katıldığı en uygun planlama yöntem aşamalarını açıkça gösteren bir sistem yoktur. “Güvenlik planlaması” bu sorunun üstesinden gelecek bir yöntem olarak gösterilebilir.

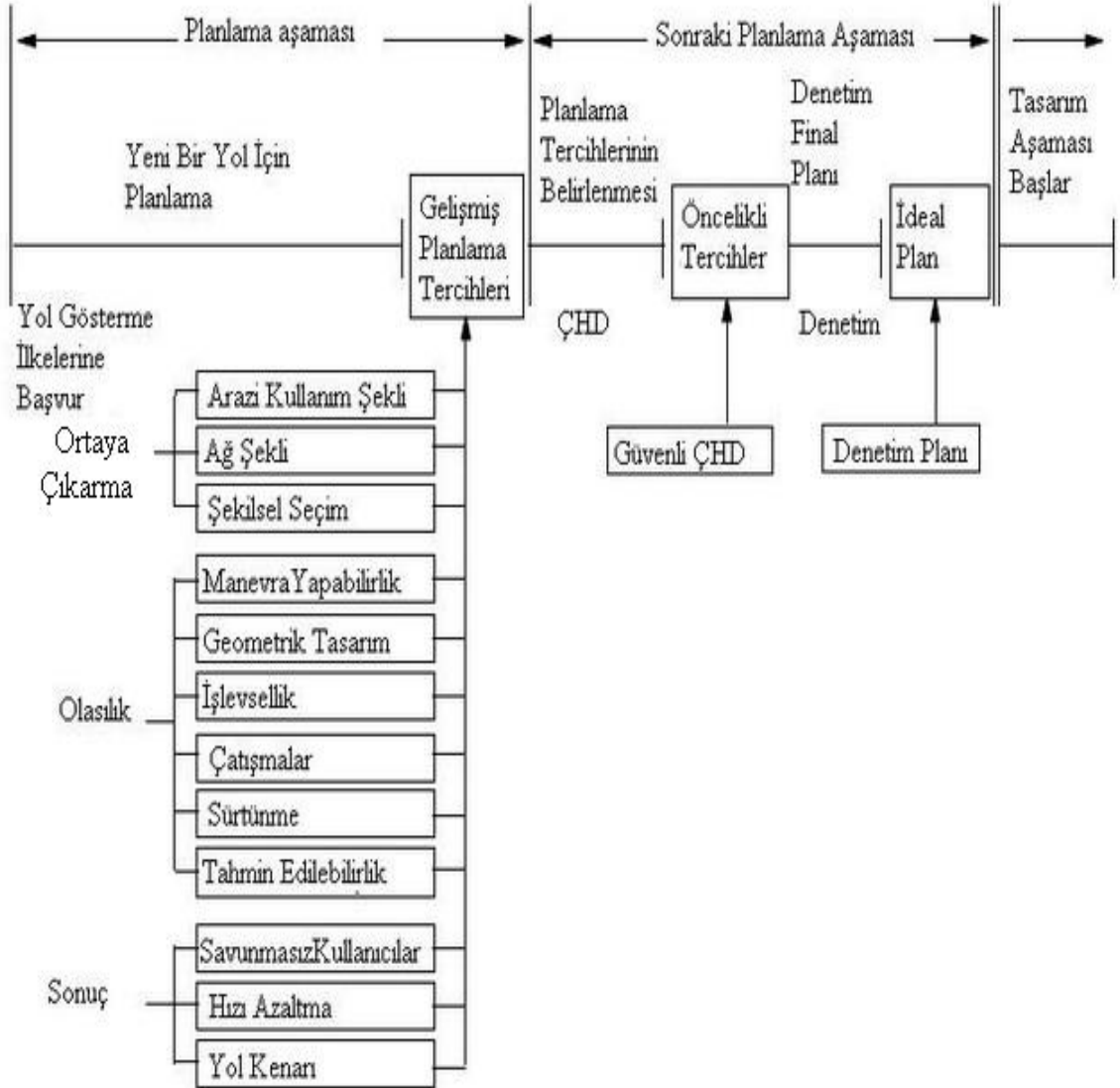
Güvenlik planlaması, planlama aşamasında yol güvenliğini dahil eden önleyici bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımın amacı, trafik kazaları başta olmak suretiyle tehlikeli durumların oluşmasını önlemektir (Roberts, 2001). Güvenlik planlama stratejileri bir dizi etkinlikleri içermektedir:

- Yol üzerindeki önemli noktalar veya çatışmaya eğilimli yerleri gösteren güvenlik iyileştirmelerinin programlanması;
- Çoklu eğitim programlarının gösterilmesi (örneğin, mühendislik, uygulama ve eğitim aktivitelerini birleştirme);
- Projeler ve programlama masraflarının değerlendirilmesinde karar verici bir çözüm parametresi olarak yol güvenliği düşüncelerinin yansıtılması;
- Bilinçli güvenlik planlaması (Safety Conscious Planning-SCP) olarak bahsedilen güvenli ulaşım ağlarının kurulması (Hadayeghi, 2002).

1.5.2.1. Önleyici Karayolu Güvenliği Planlaması

Burada önleyici güvenlik planlaması sistemi tarif edilecektir. Şekil 3, DeLeur ve Sayed (2002) tarafından tasarlanan sistemi göstermektedir. Yol güvenliğinde önleyici yaklaşım, geleneksel ve duyarlı yöntemleri bütünleştirmeyi amaçlamaktadır. Önleyici yöntem, ilk olarak, ortaya çıkan tehlikeli durumları önlemeyi gösterirken, duyarlı yöntem, önemli nokta programları ile kazaya meyilliliği ortaya çıkaran mevcut durumları göstermektedir (Roberts, 2001).

De Leur ve Sayed (2002), güvenlik risk olayını açıklamak için şekil 3’de görüldüğü gibi 3 öge kullanmışlardır (ortaya çıkarma, olasılık ve sonuçlar). Birçok yol gösteren ilkeler içeren bu ögeler, yol güvenlik riski miktarını belirtmek için kullanılmaktadırlar. Planlama aşamasında, güvenlik veri girişleri için sistematik süreç sağlamaktadırlar. Sonraki planlama aşamasında, planlama tercihleri Çoklu Hesap Değerlendirmesi (ÇHD) olarak bilinen idealleştirme yöntemi ve yol güvenlik denetim yöntemi uygulanarak geliştirilmektedir (De Leur ve Sayed (2002); Hadayeghi, 2002).



Şekil 3. Önleyici karayolu güvenlik planlaması sistemi

1.5.2.2. Sürdürülebilir Karayolu Güvenliği

“Sürdürülebilir Güvenlik” kavramı; başlangıç noktası, altyapı tasarımı vasıtasıyla kaza olma olasılığını önemli ölçüde azaltmaktır ve kazaların hâlâ meydana gelmesi halinde, bu kazaların şiddeti üzerine etki yapılarak ciddi yaralanmayı hemen hemen ortadan kaldırmaktır.

Bu kavram; insanın, referans standardı olduğu prensibine dayanmaktadır. Sürdürülebilir bir ulaşım sistemi, uygun yol tasarımını, kullanımı kolay olan ve tehlikeye açık insanı

koruyacak şekilde yapılan taşıtları, eğitilmiş ve gerektiğinde kontrol edilen bir yol kullanıcılarını içermektedir.

Sürdürülebilir ve güvenli bir ulaşım sisteminde, yol kullanıcıları, merkezi öneme sahip unsurdur. Yol kullanıcıları açısından, halkın bilinçlendirilmesi, halkın katılımı ve eğitim, uygulamaya destek sağlamak için kilit unsurlardır.

Taşıtlar açısından, taşıtların çeşitliliği, asgari düzeyde tutulmalıdır. Pasif güvenlik için, araçlar içinde bulunanların katılımı olmaksızın çalışan teçhizat önemlidir; örneğin, araçlar içinde bulunanları koruyan sağlam bir yapı, deforme olabilen kısımlar ve hava yastıkları, ayrıca, yayaların ve bisiklet sürücülerinin yaralanmaya maruz kalmasını azaltan, taşıtın ön kısmının iyileştirilmiş tasarımı gibi.

Yollar açısından, yolların ve sokakların fonksiyonel kullanımı, şu fonksiyonlara göre belirlenmelidir: Akış fonksiyonu, dağıtım fonksiyonu, erişim fonksiyonu ve ikâmetgah fonksiyonu. Sürdürülebilir, güvenli bir yol ulaşımının önemli bir parçasının, tek fonksiyonlu yollar ve caddeler yaratmak için, tüm fonksiyon kombinasyonlarının ortadan kaldırılmasında yattığı belirtilmektedir. Çok fonksiyonluluk, çelişkili tasarım gereksinimlerine ve daha yüksek risklere yol açmaktadır (SweRoad-Ekler, 2001).

1.5.3. Karayolu Güvenliğini Sağlamada Alınabilecek Önlemler

Yol güvenliğinin sağlanması açısından alınabilecek etkili önlemler arasında şunlar yer almaktadır:

- Uzun dönemli bir hedef olarak, yol güvenliği ile ilgili konuların arazi kullanım ve ulaşım planlama çalışmalarına dahil edilmesi (örneğin yayalar ve bisikletliler için daha kısa ve güvenli güzergâhlar sağlanması, güvenli ve ucuz kamu taşımacılığı gibi); bu konuların, yayalar için kontrollü geçiş noktaları, şeritler ve sokak aydınlatması dahil yol tasarımına da entegre edilmesi;
- Belirli yolların işlevine uygun hız sınırları getirilmesi ve bu sınırlara uyulmasının sağlanması;
- Motorlu taşıtlarda yolculuk yapanlara emniyet kemeri ve çocuk koruyucular kullanma zorunluluğu getirilmesi;
- Değişik noktalarda kontroller yapılmak üzere sürücülere alkol konsantrasyon sınırları getirilmesi ve bunlara uyulmasının sağlanması;

- İki tekerlekli araçlara gündüz seyir ışığı kullanma zorunluluğu getirilmesi (bu zorunluluğun dört tekerlekli araçlar için de düşünülmesi);
- Araçların kazaya dayanıklılık ve yolcuları koruyucu önlemleri içerecek biçimde tasarlanması; aynı tasarımın, çarpma anında yayaları ve bisikletlileri korumak üzere, araçların ön kısımları için de düşünülmesi;
- Yeni yol projelerinin, yol tasarımcısından bağımsız bir uzman tarafından güvenlik denetiminden geçirilmesi;
- Mevcut yol altyapısının; yayalar ve bisikletliler için daha güvenli güzergâhlar sağlanması, trafiği sakinleştirici önlemler, maliyeti düşük telafi önlemleri ve yol kenarlarının kazalardan korunma sağlayacak biçimde düzenlenmesi gibi çözümlerle daha güvenli hale getirilmesi;
- Kaza yerinden sağlık kuruluşuna kadar uzanmak üzere, kazaya uğrayanlara yardım zincirindeki bütün halkaların güçlendirilmesi (örneğin, kaza yerine ilk ulaşma olasılığı en güçlü olan ticari araç kullanıcılarının ilk yardım konusunda eğitilmeleri, sağlık görevlilerinin travma tedavisi konusunda özel eğitim almaları gibi); ve halkı bilgilendirme ve eğitim kampanyaları aracılığıyla yasaların tam olarak uygulanmasını sağlama (örneğin halkın, aşırı hız ve alkollü araç kullanmanın tehlikeleri ve bu konudaki kurallara uyulmaması durumunda başvurulacak yaptırımlar konusunda bilgilendirilmesi) (Racioppi vd., 2004).

Karayolu güvenliği çalışmalarına bir örnek olarak; Londra'nın merkezinde trafik sıkışıklığından ücret alınmasını öngören sistem 17 Şubat 2003 tarihinde uygulamaya konulmuştur. Bu uygulamanın kazalar üzerindeki etkisi hakkında sağlıklı sonuçlara varmak için henüz erken olsa bile, görüldüğü kadarıyla ücrete tabi bölgede ve iç ringlerde Londra'nın diğer bölgelerine göre kaza sayısı azalmıştır. Elde edilen ilk sonuçlar şunlara işaret etmektedir (Anonim 1, 2004; Racioppi vd., 2004):

- Bisiklet kullanımında yüzde 20 artış, kazalarda yüzde 7 azalma,
- Araç trafiğinde yüzde 30 azalma ve araçların yol açtığı kazalarda yüzde 28 azalma,
- Mopet ve motosiklet kullanımında yüzde 10-15 artış, ilgili kazalarda yüzde 4 azalma,
- Kazaya uğrayan yaya sayısında yüzde 6 azalma,
- Treyler ve kamyon trafiğinde yüzde 210 azalma,
- Özel arabalarda yüzde 34 olmak üzere toplam araç-kilometre tutarında yüzde 12 azalma,

- Kent içi otobüslerin yerlerine zamanında ulaşmaları açısından yüzde 60 iyileşme,
- Uygulama kapsamındaki bölge dışındaki yerlerdeki yol trafiğinde genel bir artış görülmemesi,
- Gürültü ve hava kirliliği açısından mevzi iyileşmeler.

1.5.4. Diğer Karayolu Güvenlik Müdahaleleri

Daha güvenli altyapı – şehir içi yollar ve caddeler:

- Yerel güvenlik çalışmasında, farklı örgütsel birimlere mensup üyelerden ve farklı disiplinlere mensup uzmanlardan oluşan çalışma gruplarının kullanımının arttırılması.

Daha güvenli taşıtlar:

- Taşıt güvenliği ve çevre meseleleri ile ilgili sorumlulukların halihazırda en az dört Bakanlık arasında paylaşılmasının uygun olup olmadığının incelenmesi. Gereken değişikliklerin uygulanması.
- DİE'deki taşıt parkı kayıtları ile EGM'deki taşıt Sicili arasındaki farklılıkların incelenmesi. Gerekli eylemlerin uygulanması.
- Anti blokaj sistemlerinin yanlış anlaşılması veya yanlış kullanılması sonucunda birçok çarpışma ve yaralanmaların meydana gelip gelmediğinin incelenmesi. Gerektiği takdirde bildirilmesi.
- Tüm yeni otobüslerde ve büyük kargo taşıtlarında anti blokaj sistemlerini zorunlu kılan AB Direktifinin uygulanmasının uygunluğunun incelenmesi. Uygun olması halinde uygulamaya konması.
- Yeni otobüslerde ve minibüslerde zorunlu emniyet kemerlerinin ve ağır kargo taşıtlarında üç noktalı kemerlerin ve daha sağlam kabinlerin kullanılmasının uygunluğunun incelenmesi. Uygun olması halinde uygulamaya konması.
- Bazı illerde kış lastiklerinin kullanımının zorunlu kılınmasının uygunluğunun incelenmesi. Uygun olması halinde uygulamaya konması.

Daha güvenli yol kullanıcıları - sürücü eğitimi ve sürücü belgesi verilmesi:

- Yaşlı sürücülerin araç kullanmalarına tamamen engel olacak şekilde önlemler almak yerine, bu kişilerin sağlıkları elverdiği sürece güvenli şekilde araç kullanmalarına yardımcı olmak.

- Araç sürmeyi öğrenenler için, gerekli tüm şartları kapsayan (örneğin, karanlıkta araç sürme) isteğe bağlı bir seyir defterini uygulamaya koymak.
- Derecelendirilmiş bir sürücü belgesi verme sistemini uygulamanın uygunluğunun incelenmesi. Böyle bir sistemin geliştirilmesi, test edilmesi ve değerlendirilmesi. Uygun olması halinde uygulanması.
- Daha yaşlı sürücülere kolaylık sağlamak için (örneğin kavşaklarda) yol altyapısını iyileştirmeye yönelik süreçlerin uygulanması.
- Sürücü belgesinin askıya alınması/iptal edilmesi ile ilgili daha etkin stratejilerin geliştirilmesi ve uygulanması.
- İyileştirilmiş bir yenileme sistemi ile, askıya alınan/iptal edilen sürücü belgesi sahiplerinin haklarının arttırılması.
- Acemi sürücü plakalarını uygulamaya koymanın uygunluğunun incelenmesi. Uygun olması halinde uygulanması.

Daha güvenli yol kullanıcıları - korunmasız yol kullanıcıları:

- Motosiklet sürmeyi öğrenenler için özel eğitim programlarının geliştirilmesi ve ayrıca, tecrübeli sürücüler için sürekli eğitimin geliştirilmesi.
- Motosiklet sürmeyi öğrenenler için zorunlu temel eğitim programının uygulamaya konması.
- Yeni motosikletler için, Avrupa tüm tip onayının uygulamaya konması; ki bu, AB'nin her tarafındaki imalat gereksinimlerini ve standartlarını uyumlu hale getirmektedir ve resmi makamlar vasıtasıyla bağımsız onay ve doğrulama gerektirmektedir.
- Motosiklet çalıştırma gereksinimleri ve dinamikleri (örneğin, yol yüzeyindeki küçük taşlar ile ilgili) özel gereksinimleri dikkate alarak, yol tasarımının, bakımının ve işletilmesinin iyileştirilmesi.
- Halka erişme ve yaya ile bisiklet sürücülerinin güvenliği ile ilgili eğitim konusunda, il ve yerel seviyedeki makamların teşvik edilmesi.

Daha iyi denetim ve uygulama:

- Suça (ihlale) daha uygun karşılık gelen cezaların uygulamaya konması. Ciddi suçlara, güçlü cezalar verilmelidir. (dikkatsizlikten, tehlikeli araç kullanmaya kadar). Genel olarak, cezalar arttırılmalıdır ve suç işleyenin ekonomik durumuna bağlı hale getirilmelidir.

Bölgesel sorunların azaltılması:

- Araç sürücülerinin, birçok traktörün bulunduğu yollarda araç kullanmanın tehlikeleri hakkında bilgilendirilmeleri.
- Traktör sürücülerinin, uygun aydınlatma yapılmamasının ve arka yansıtıcı malzemelerin kullanılmamasının tehlikeleri hakkında bilgilendirilmesi (SweRoad-Ekler, 2001).

Ayrıca yol güvenliğini sağlamada toplumsal bilincin varlığı da çok önemlidir. Toplumsal bilinç, karayolu güvenliği için gerekli bir güç, ancak bunun yanında da çok ağır bir yükür. Toplumun, karayolu güvenlik problemini fark etmesi ve bu konuda yeterli bilinç düzeyine sahip olması durumunda, politikacıların harekete geçebileceği, özel karayolu güvenlik kuruluşlarının oluşturulup başarıyla fonksiyonlarını yerine getirebileceği, Hükümet tarafından özel Karayolu Güvenlik Firmasının kurulabileceği ve gerekli bütçenin sağlanabileceği v.s ümit edilmektedir (PIARC, 1996).

1.6. Trafik Kazaları

Trafik kazalarına yol açan sebepleri; taşıma ortamı, karayolu yapısı, trafik yönetimi, denetimi ve uygulamaya ilişkin hususlar, taşıt ve trafik şartları, sürücü-yaya-yolcu olarak yolu kullananların davranışları, çevre şartları, sosyal, kültürel ve hukuksal sebepler olarak sıralayabiliriz (Anonim 2, 1998).

1.6.1. Trafik Kazalarının Önemi

Trafik kazaları sonucu hem insanların ölümü, yaralanması veya sakat kalması gibi sonuçlar ortaya çıkmakta hem de ülke ekonomisi büyük kayıplara uğramaktadır. Ülkemizde de karayolunun ulaştırma sistemleri içinde en çok tercih edilen olması ve istatistiklerde kaza sayılarının fazlalığı sebebiyle karayolu kazalarına yeterli önemin verilmesi gerekmektedir.

Karayolu kazalarına karşı ilgisizliği açıklayan önemli bir faktör; insanların -buna politikacılar ve karar mercileri de dahildir- karayolu kazalarını kişisel bir problem gibi görmemeleridir. İnsanlar, bireysel olarak karayolu kaza sonuçlarından nadiren etkilendiklerini düşünmektedir. Ancak kolaylıkla görülmesi gereken bir husus, bir çok

insanın yaşamı süresince karayolu kazalarından herhangi bir biçimde ciddi olarak etkilenebileceğidir. Aslında, üstesinden gelinmesi gereken esas sorun, karayolu trafiğinin insanlar tarafından tehlikeli bir etkinlik olarak algılanmamasıdır.

Bireyler tarafından, olması gerektiği gibi algılanmayan ve bu nedenle de ikilem yaratan bu sosyal problemin, çözülmesi için bir hüner gerekmektedir. Bu şartlarda derhal yapılması gereken ise, problemin nedenleri ve kapsamının olabildiğince eksiksiz olarak kaleme alınıp yayınlanması ve karar vericiler ile yol kullanıcılarının dikkatlerine sunulmasıdır. Ancak bu şekilde, karar vericiler ve politikacılar da dahil olmak üzere yol kullanıcıları ve toplumun büyük çoğunluğu, karayolu kaza problemini; toplum sağlığı problemi, ekonomik problem, sosyal problem ve trafik problemi gibi gerçek boyutlarıyla algılayabileceklerdir. Ancak bundan sonra, kişinin yalnız kendisi dışındaki kişilerin kazaya uğrayabileceği görüşü yok edilebilecektir.

Yol güvenliği önlemlerinin hakim kılınmasını teminen toplumun bilinç düzeyinin yükseltilmesine önem verilmeli, masraf gerektiriyor ya da özgürlükler kısıtlanıyor diye uygulamadan geri adım atılmamalıdır. Özgürlüğü kısıtlayan ve para gerektiren trafik güvenlik önlemlerinin, uygulanıp kabul edilmesi için toplumun hızla aydınlatılması gereklidir. En uygun karayolu güvenlik sonucuna ulaşılması isteniyor ise, yol güvenliği ile diğer hedefler arasındaki ikilem tekrar tekrar araştırılmalı ve çözüme kavuşturulmalıdır. Bu anlamda, Hükümetlerin (merkezi ve yerel) bu hususta neden yol gösterici bir rol oynamadıkları, doğru örneği ortaya koymaktan ibaret olan bir yaklaşımı niye gözardı ettiklerini anlamak zordur.

Trafik kazalarının üstesinden başarıyla gelinebileceği gösterilerek, probleme belki tamamen değişik bir yolla dikkatler çekilebilir. Karayolu güvenliğinin iyileştirilmesi, gerçekleştirilmesi mümkün olmayan bir hizmet değildir (PIARC, 1996).

1.6.2. Trafik Kazalarının Oluşum Sebepleri

Kaza oluşumuna sebebiyet veren faktörler; insan, araç, yol ve çevre olarak gösterilebilir. Bu dört ana etkenin kullanım etkinliğine bağlı olarak ortaya çıkardığı olumsuz sonuçlar yani kazalar, insanlar ve ülke ekonomisinde ciddi kayıplara neden olmaktadır.

Tablo 2’de görüldüğü üzere ülkemizde, kazanın oluşumunda yaklaşık %99 oranında sürücü-yaya-yolcu olarak insanın en büyük paya sahip olduğu, geriye kalan faktörlerin

küçük değerler aldığı görülmektedir. Fakat şu göz ardı edilmemelidir ki kazaların oluşumunda ana unsur insan olarak görülmesine rağmen, araç, yol ve çevre gibi diğer etkenler de insanların bu duruma gelmelerinde etkilidirler. Yani sorun bir bütünün içerisinde saklıdır (Türe vd., 2008).

Tablo 2. Kazalara sebep olan kusurların oranları (KGM, Haziran 2007)

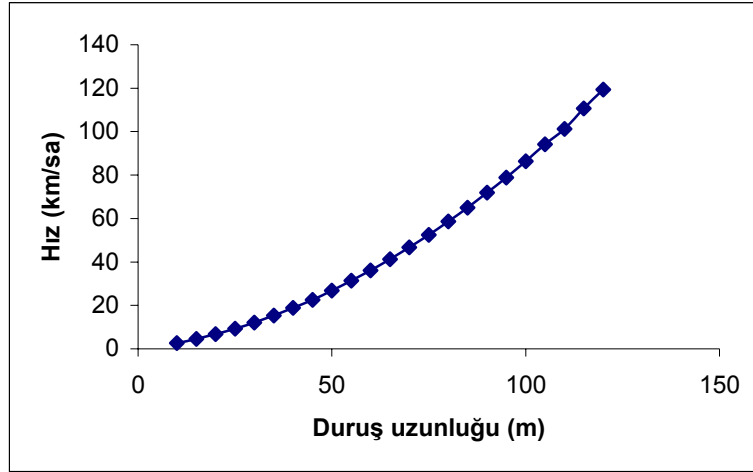
KAZA FAKTÖRLERİ	ŞEHİRİÇİ		ŞEHİRDİŞİ		TOPLAM	
	Kusur Sayısı	%	Kusur Sayısı	%	Kusur Sayısı	%
Sürücü	670.672	98,21	163.257	97,99	833.929	98,10
Yaya	11.165	1,63	1.543	0,93	12.708	1,28
Araç	316	0,05	965	0,58	1.281	0,32
Yol	399	0,06	478	0,27	877	0,17
Yolcu	324	0,05	359	0,21	683	0,13
TOPLAM	682.876	100,00	166.602	100,00	849.478	100,00

Not : EGM ve Jandarma Bölgesinde meydana gelen kazalara göre düzenlenmiştir.

1.6.2.1. İnsan Faktörü

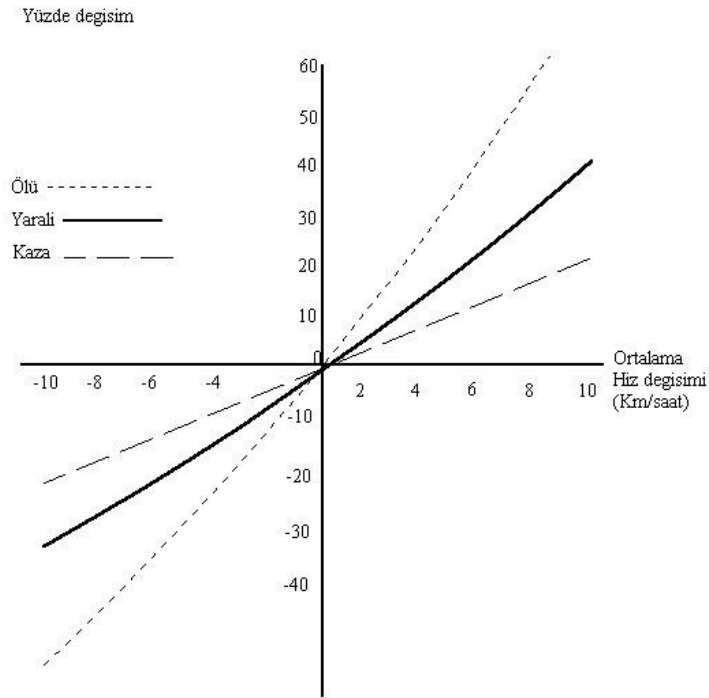
Trafik kazalarını oluşturan temel unsurların başında gelen insan; sürücü, yaya ve yolcu olarak yolu kullanmakta ve trafiğe katılmaktadır (Tan, 2002). Öyleyse trafik güvenliğinde de insan faktörü ön plana çıkmaktadır. Trafik güvenliğini sağlamada insanların uyması gereken bazı kurallar vardır. Öncelikle sürücü olarak insan; kendi fiziksel ve ruhsal şartları, aracının teknik ve fiziksel şartları ile yeterli olarak trafiğe çıkmalı, trafik durumuna, trafik kurallarına uymalı, emniyet kemerini takmalı, alkol, uyuşturucu vb. gibi maddeleri kullanmamalı ve trafik de azami dikkatli olmalıdır. Benzer şekilde yolcu ve yaya olarak insan, trafik durumuna, trafik kurallarına göre hareket etmeli, dikkatli olmalı ve trafik güvenliği için gerekli hususları yerine getirmelidir (Türe vd., 2008).

Aşağıda aracın hızı ile duruş uzunluğu karşılaştırması ve kaza olması durumundaki araç hızının insanlar üzerindeki etkilerini gösterir şekiller verilmiştir.



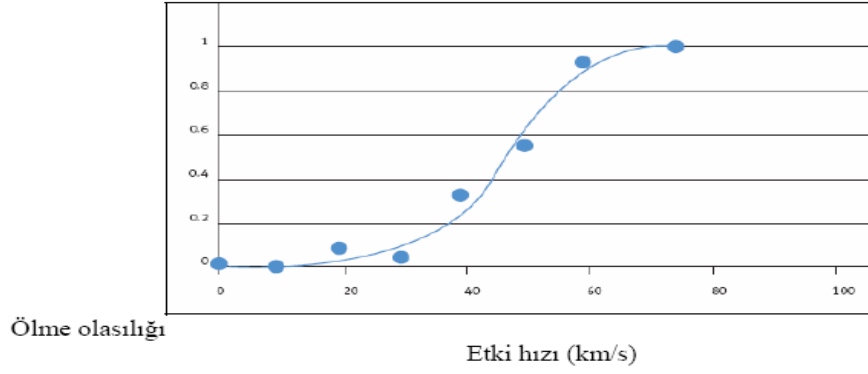
Kaynak: Şekil 4'ün verileri Nadir Yayla'nın Karayolu Mühendisliği kitabından alınmıştır.

Şekil 4. Araç hızı ile duruş uzunluğunun karşılaştırması (Yayla, 2002)



Kaynak: Şekil 4,5 SweRoad'un 7.12.1998 tarihinde yapılan toplantıda sunduğu bildiri

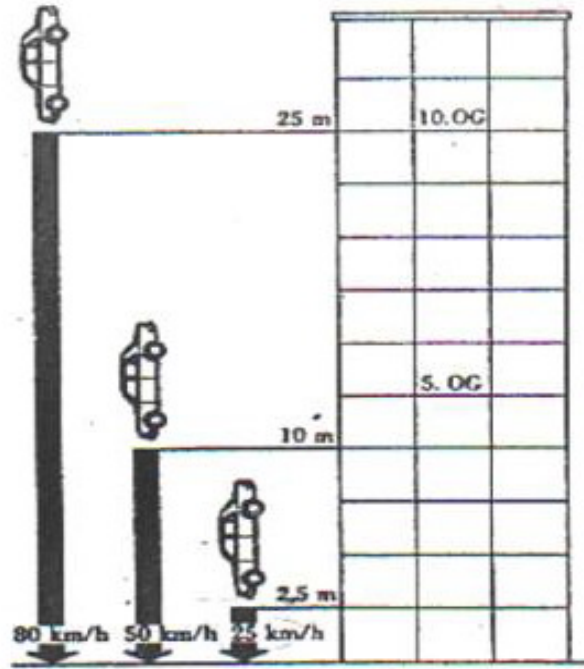
Şekil 5. Hız değişimleri kaza sonuç ilişkisi (EGM, 2000)



Kaynak: Pasanen (7)

Şekil 6. Bir yayanın, arabanın etki hızının bir fonksiyonu olarak ölme olasılığı (Racioppi vd., 2004)

Şekil 5,6 ve 7'den görüldüğü üzere, aracın hızı arttıkça kazalardaki çarpma etkisi ve sonucunda ölme olasılığı artmaktadır.



Şekil 7. Çarpma hızının etkileri (EGM, 2000)

1.6.2.2. Araç Faktörü

Taşıtların kazalardaki etkisi, türleri, taşıma kapasiteleri, taşınan eşyaya uygunluk derecesi, yükleme şekli, rengi gibi fiziksel nitelikleri ile fren, ışık sistemleri, direksiyon, ön düzen, tekerlek vb. teknik nitelikleri olmak üzere iki grupta değerlendirilebilir (Anonim 2, 1998). Araçların bu fiziksel ve teknik özellikleri ile kazaları önlemede ve zararı en aza indirmede etkili olacakları yapılan bir çok çalışmayla kanıtlanmıştır.

Tablo 3. Kazalara neden olan araç kusurları (Altuntaş, 2005)

Araç kusuru	Yüzde
Kusurlu fren	12,06
Kusurlu makas	5,38
Şaft kırılması	0,41
Şanzıman-vites kırılması	1,3
Aks kırılması	7,91
Kusurlu direksiyon	1,87
Kusurlu far	1,47
Diğer ışık arızaları	2,12
Lastik patlaması	57,62
Kusurlu kapı	0,81
Kusurlu klakson	0,24
Kusurlu cam sileceği	0,24
Diğer aksam eksikliği	7,74

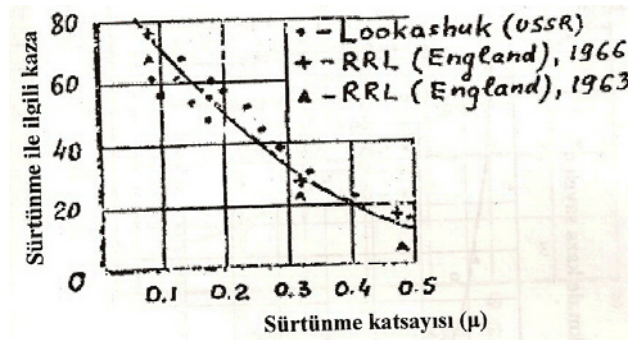
1.6.2.3. Yol Faktörü

Ulaşımın ana ögesini oluşturan yol ise, istatistiklerde çok düşük değerlerde görünse bile kazaların oluşumunda doğrudan bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü karayolu yapısındaki sorun direkt sürücü veya aracı etkilemekte ve sonucu kötü olan durumlara götürmektedir. Ülkemizdeki kaza istatistikleri sonucunda yol faktörünün düşük değerlerde olmasının sebebi; Trafik Kazası Tespit Tutanaklarının hazırlanmasındaki eksiklikler ve yetersizliklerdir. Ayrıca, ülkemizde kaza istatistikleri trafik polislerinin hazırladığı kaza raporlarına göre düzenlenmekte ve trafik polislerinin mühendislik bilgilerinin yeterli düzeyde olmamasından dolayı, yola verilebilecek bir kusurun sürücülere yüklenmesi ile bu tablo ortaya çıkmaktadır. Oysa ki gerçek değerlendirmeler yapılabilse kazaların

oluşumunda yol faktörünün %20-25 değerlerine ulaşabileceği, bunun da göz ardı edilemeyecek bir oran olduğu görülmektedir (Türe vd., 2008).

Karayolu yapısı; yol, köprü, menfez, kavşak, alt geçit, üst geçit, banket, yaya kaldırımı, park yerleri gibi karayolu elemanları ile aydınlatma ve benzeri güvenlik tesislerini, trafik yönetim sistemini içine alır(Anonim 2, 1998). Yola bağlı özellikler ile kazalar arasındaki ilişkiyi sıralayacak olursak (Türe vd., 2008);

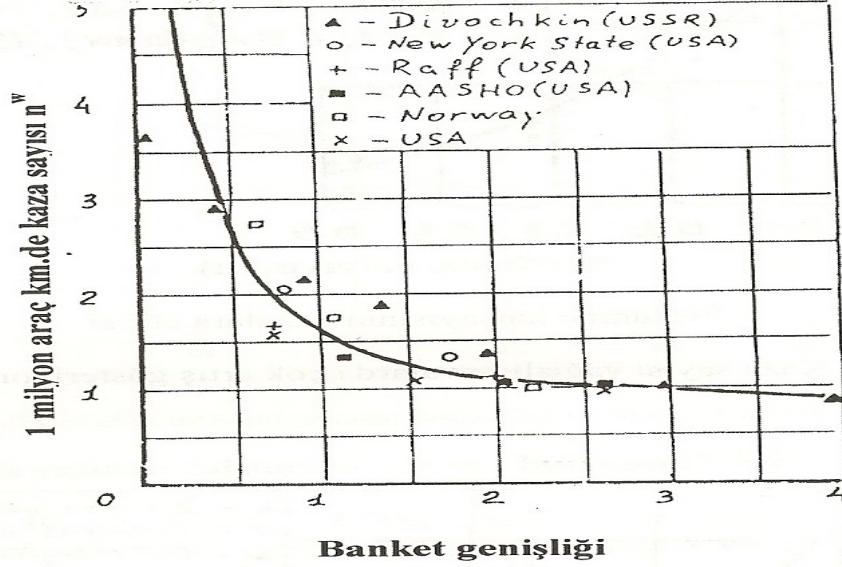
- Transport and Road Research Laboratory (TRRL)' nin gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yapmış olduğu bir çalışmada şerit genişliği 3.25 m'ye artınca kaza oranı düştüğü, bunun yanında 3.25 m'den 3.75 m'ye artınca önemli bir azalma görülmediği belirtilmiştir (Jacobs, 1976; Gamgam, 2000).
- Şerit genişliğinde olduğu gibi kazalar ile yolun şerit sayısı arasında da ilişki vardır. Amerikalı araştırmacı M.Raff'a göre Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT) 7000 değerini aşınca 3 şeritli yolda kaza tehlikesi hızla artıyor. Bunun nedeni, ortadaki şeridin, trafiğin az değerleri için öndeki arabayı geçmek için kullanılmasıdır (Özdirim, 1994; Gamgam, 2000).
- Kaplamanın enine eğimi düştükçe kaza oranı düşmektedir. Ancak çok düşük eğimlerde kaplama ortalarında şerit ile taşıt ilişkisini olumsuz yönde etkilemektedir (Dart ve Mann, 1970; Gamgam, 2000).
- Kaplama tipi (beton ve asfalt) ile kaza oranında bir ilişki görülüyor, ancak kaplama sürtünme katsayısının artması ile kaza oranı düşmektedir (McCullough ve Hankins, 1966; Gamgam, 2000).



Şekil 8. Sürtünme katsayısının kazalara etkisi (Özdirim, 2003)

- Kaza oranının artmasındaki önemli faktörlerden birisi de banketin dar olmasıdır. Çünkü hızlı gelen araç dar bankete girdiği zaman kolaylıkla duramaz. Ayrıca

bankette herhangi bir nedenle duran araçların bir kısmı yola taşacağı için tehlike yaratır. İngiltere’de yapılan bir araştırmaya göre yol kenarında veya yetersiz genişlikteki bankette duran araçların neden oldukları kaza sayısı, tüm kazaların % 10-20’dir (Özdirim, 1994; Gamgam, 2000).



Şekil 9. Banket genişliği ile milyon (araç)*(km) deki kaza sayısı arasındaki ilişki (Özdirim, 2003)

Banket genişliğinin kaza ile ilişkisinin formülü (Özdirim, 2003):

$$nw = 0,748 + 0,687/W - 0,176W \quad (14)$$

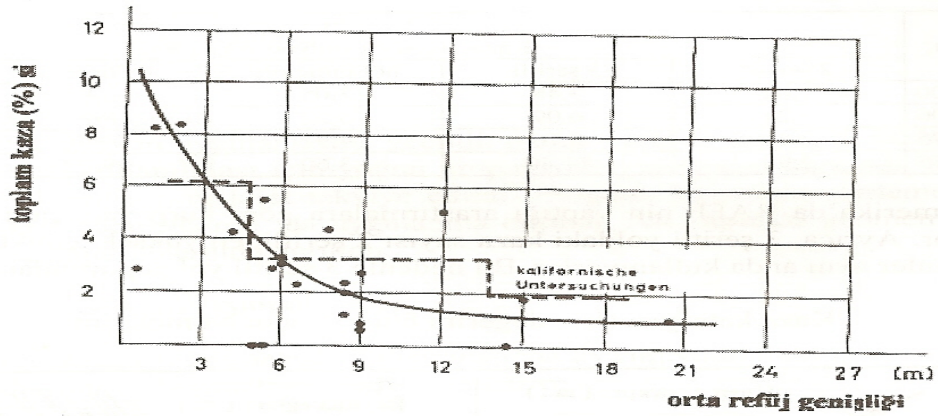
Burada:

nw = Milyon (araç)*(km) için kaza sayısı

W = Banket genişliği (metre)

$$1.0 < W < 4.0$$

- Kaza oranı, banket genişliği aynı olan stabilize banketli yollara göre kaplamalı banketli yollarda daha azdır (Anonim 4, 1986; Gamgam, 2000).
- Karşılaşan trafik akımlarının birbirinden bir refüj ile ayrılması, trafik emniyetini önemli ölçüde artırır. Orta refüj yeterli genişlikte olmalı ve bazı kesişim noktalarında da uygun geometrik düzenlemelerin yapılması gerekir (Özdirim, 1994; Gamgam, 2000). Refüj genişliği arttıkça toplam kaza sayısı azalır (Özdirim, 2003).



Şekil 10. Orta refüj genişliği ile toplam kazalardaki yüzde dağılımı (Özdirim, 2003)

- Tüm kazaların % 10-12'si kurbalarda meydana gelmektedir. A. Vasilev'in yaptığı araştırmaya göre kurba yarıçapı ile milyon araç km. ye düşen kaza oranı arasındaki ilişki şöyledir:

Kurba yarıçapı (m) :	50	150	200	250	500	1000
Kaza oranı	: 3,2	2,8	1,6	0,9	0,8	0,4

Kaza oranı 0,00 civarında olan yarıçap $R = 2000$ m. bulunmuştur. Bu kurba, düz yol olarak kabul edilebilir (YTMK, 1999; Gamgam, 2000). Bu şunu ifade etmektedir ki, yol yarıçapı arttıkça kaza oranı azalmaktadır.

Kurp yarıçapı ile milyon (araç) * (km) deki kaza sayısı arası ilişki (Özdirim, 2003);

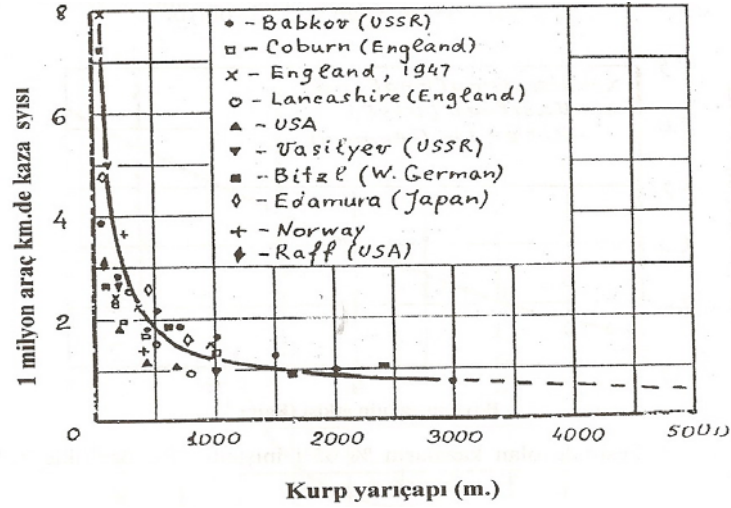
$$n_R = 0,647 + 723 / R - 6495,5 / R^2 \quad (15)$$

Burada;

R = Kurp Yarıçapı (metre) (En tehlikeli yarıçap $R < 500$ metredir.)

n_R = Milyon (araç) * (km) için kaza sayısı

100 < R < 3000 metre arası



Şekil 11. Kurp yarıçapı ile milyon (araç)*(km) deki kaza sayısı arası ilişki (Özdirim, 2003)

- Yolun inişli-çıkışlı (rampalı) bölümleri kazalar bakımından önemlidir. Düz arazide kaza sayısı, tüm kazaların %7'si iken inişli-çıkışlı arazide bu değer % 18'e çıkar. Çok rampalı arazilerde ise bu değer %25'i bulur (Özdirim, 1994; Gamgam, 2000). Boyuna eğimin kaza oranına etkisi aşağıdaki formülle hesaplanabilir (Özdirim, 2003):

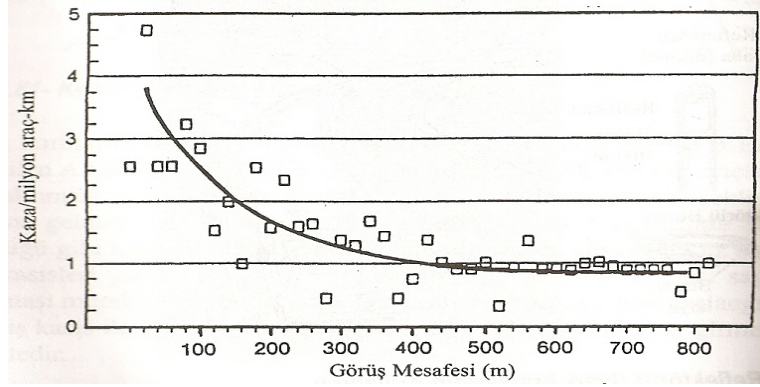
$$n_i = 0,265 + 0,105i + 0,0229i^2 \quad (16)$$

Burada;

n_i = Milyon (araç) * (km) için kaza sayısı

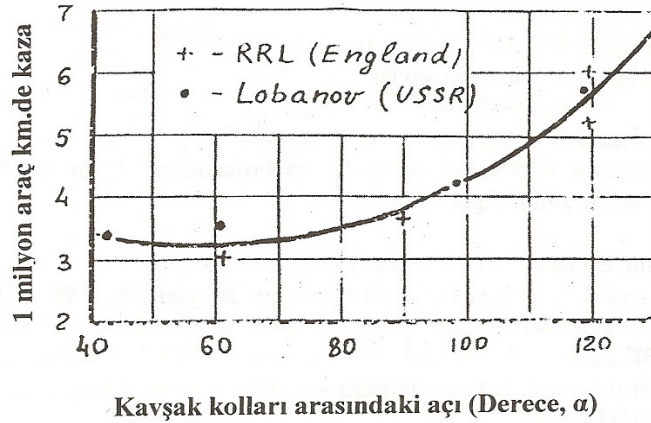
i = (%) olarak eğim $0.5 < n_i < 7$

- Görüş mesafesi de kazalar üzerinde bir etkiye sahiptir. Özellikle küçük yarıçaplı düşey ve yatay kurbalarda görüş mesafesi düştükçe kaza oranı artmaktadır. Kazaların çoğu, görüş mesafesi < 300 m. olan yerlerde olmaktadır.



Şekil 12. Görüş mesafesi ile milyon (araç)*(km) deki kaza sayısı arasındaki ilişki (Tunç, 2003)

• Kavşaklar, karayolu üzerinde kazaların en çok rastlandığı kesimlerdir. Bu nedendir ki kavşakların projelendirilmesi büyük önem taşır. Kavşaklarda meydana gelen kazalar, yol eksenlerinin kesişme açısına da bağlıdır. Ayrıca kavşaklarda görüş şartları da kazaların oluşması üzerinde etkilidir (Gamgam, 2000). Kavşak kolları arasındaki açı arttıkça kaza oranı artmaktadır.



Şekil 13. Kavşak kolları arasındaki açı ile milyon (araç)*(km) deki kaza sayısı arasındaki ilişki (Özdirim, 2003)

Kavşak kolları arasındaki açının kazalara etkisi (Özdirim, 2003):

$$n\alpha = 5,35 - 0,066\alpha + 0,000446\alpha^2 + 0,00000113\alpha^3 \quad (17)$$

Burada;

$n\alpha$ = Milyon (araç)* (km) için kaza sayısı

$40 < \alpha < 120$ derece

$\alpha > 70$ derecede kaza sayısı çok artar

1.6.2.4. Çevre Faktörü

Yolun fiziki ve geometrik standartlarıyla yol boyu çevre koşullarının trafik güvenliği üzerinde farklı oranlarda etkisi bulunmaktadır (Anonim 2, 1998). Trafik kazalarına neden olan etmenlerden birisi de trafiği etkileyen çevre koşullarıdır. Yol kenarındaki alanlar, genellikle çok güvensizdir. Taş ya da beton kaplı kanallar, kayalıklar ve yola yakın tehlikeli nesnelere (örneğin; aydınlatma direkleri ve ağaçlar) bulunmaktadır. Bazı gerekli bölümlerde oto korkuluklar bulunmamaktadır. Birçok orta refüjde tehlikeli direkler bulunmaktadır ve oto korkuluk yerleştirilmemiştir. Birçok yerde yolun kenarlarında örneğin akaryakıt istasyonları ve öteki yol kenarı tesisleri gibi geniş denetimsiz alanlar bulunmaktadır (SweRoad-Ana Rapor, 2001; Temel, 2006).

1.6.3. Türkiye’de Trafik Kazalarına Genel Bakış

Gelişmiş dünya ülkelerinde trafik güvenliği yönünden çok önemli gelişmeler olmasına rağmen, gelişmekte olan ülkeler arasında olan ülkemizde hâlâ trafik güvenliği bilincine tam olarak varılamamıştır. Trafik kaza istatistiklerindeki yüksek değerlerden bunu kolaylıkla görebilmekteyiz. Karayolu güvenliğinin sağlanmasında daha önce belirttiğimiz şartların, ülkemizin mevcut ulaşım yapısında uygulanmaması bu durumun en açık gerçeğidir. En baştaki sorun ülkemizde karayolu taşımacılığının ezici bir üstünlüğünün olması ve dengeli bir ulaştırma sistemimizin olmamasıdır. Hal böyleyken hem çok tercih edilen olması hem de gerekli güvenlik kurallarının uygulanmaması, kazaların artmasına neden olmakta, dolayısıyla karayoluna verilecek önemin artırılması gerekliliğini doğurmaktadır.

Tablo 4. Türkiye’deki trafik kaza sonuçları (KGM, Haziran 2007)

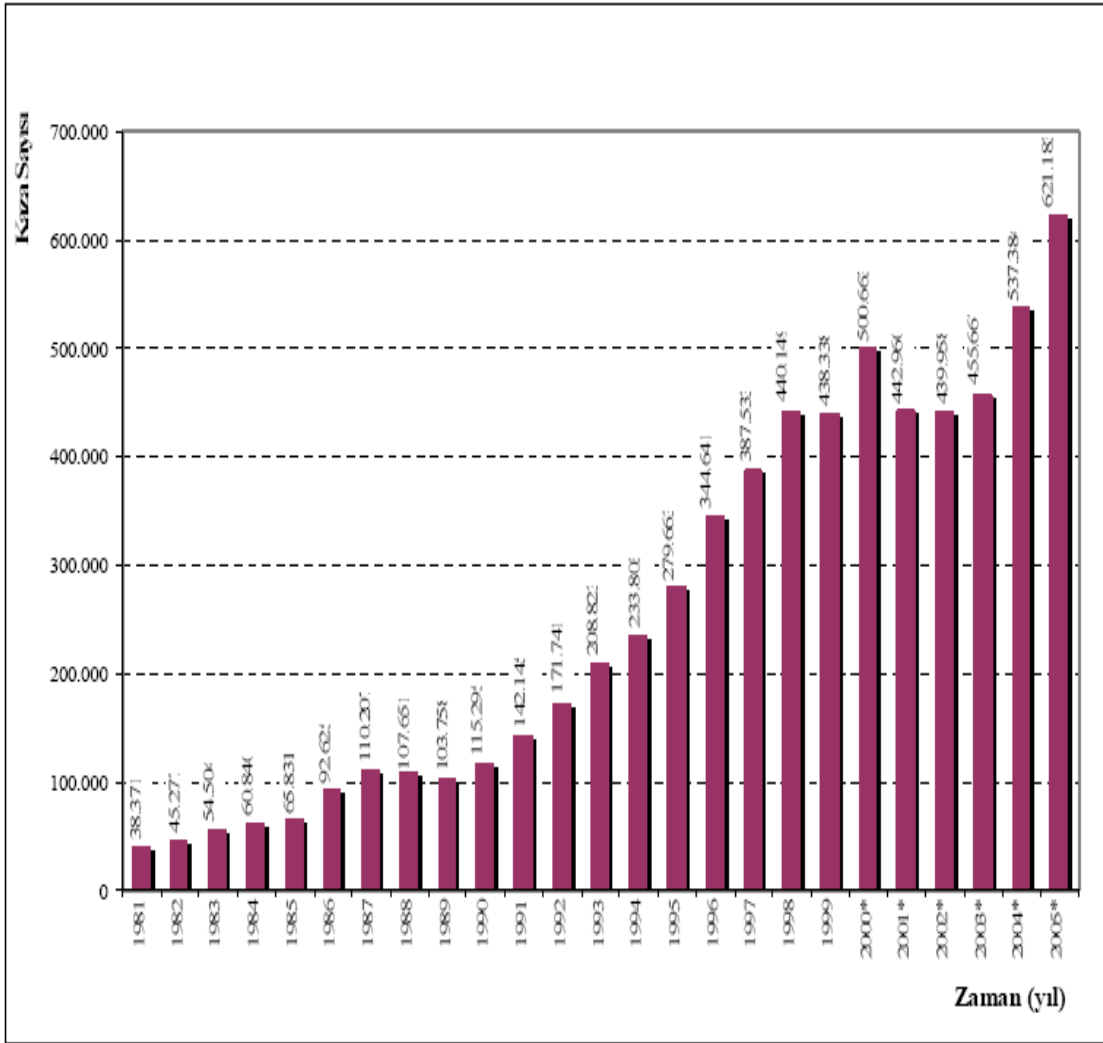
KAZA VE KAZAZEDELER			2002	2003	2004	2005	2006
KAZA	EGM	ŞEHİRİÇİ	362.979	373.531	436.187	502.682	586.769
		ŞEHİRDİŞİ	44.124	48.771	58.664	67.737	77.771
		TOPLAM	407.103	422.302	494.851	570.419	664.540
	JANDARMA	TOPLAM	32.855	33.365	42.533	50.764	64.216
	GENEL TOPLAM		439.958	455.667	537.384	621.183	728.756
ÖLÜ	EGM	ŞEHİRİÇİ	1.215	973	1.128	1.159	1.155
		ŞEHİRDİŞİ	1.685	1.845	1.954	2.056	2.210
		TOPLAM	2.900	2.818	3.082	3.215	3.365
	JANDARMA	TOPLAM	1.269	1.148	1.346	1.310	1.268
	GENEL TOPLAM		4.169	3.966	4.428	4.525	4.633
YARALI	EGM	ŞEHİRİÇİ	62.202	59.355	67.693	77.843	85.267
		ŞEHİRDİŞİ	32.023	35.969	41.988	46.142	49.957
		TOPLAM	94.225	95.324	109.681	123.985	135.224
	JANDARMA	TOPLAM	21.820	33.365	42.533	30.109	33.326
	GENEL TOPLAM		116.045	128.689	152.214	154.094	168.550
MADDİ KAYIP YTL.	EGM	ŞEHİRİÇİ	199.439.042	326.826.637	446.527.450	606.380.239	830.054.623
		ŞEHİRDİŞİ	82.622.865	141.508.999	205.663.878	272.889.529	322.865.175
		TOPLAM	282.061.907	468.335.636	652.191.328	879.269.768	1.152.919.799
	JANDARMA	TOPLAM	40.350.323	66.873.083	95.729.840	126.876.873	168.432.167
	GENEL TOPLAM		322.412.230	535.208.719	747.921.168	1.006.146.641	1.321.351.966

Tablo 4 ile Türkiye’deki trafik kazalarının sonuçlarının hem EGM hem de Jandarma’dan alınan verilerle şehir içi, şehir dışı ve toplam değerleri olarak gösterilirken Tablo 5 ile yıllara ait motorlu araç, nüfus ve kaza sayısı karşılaştırması yapılmıştır.

Tablo5. Yıllara ait motorlu araç, nüfus ve kaza sayısı karşılaştırması (KGM, Haziran 2007)

YILLAR	MOTORLU ARAÇ SAYISI	NÜFUS	1 000 KİŞİYE DÜŞEN ARAÇ SAYISI	KAZA SAYISI
2001	8.521.956	68.365.000	125	442.960
2002	8.655.170	69.302.000	125	439.958
2003	8.903.843	70.231.000	127	455.667
2004	10.236.358	71.152.000	144	537.384
2005	11.145.826	72.065.000	155	621.183
2006	12.227.393	72.987.400	168	728.756

Kaynak : TÜİK, motorlu kara taşıtları istatistikleri, Aralık (2006)

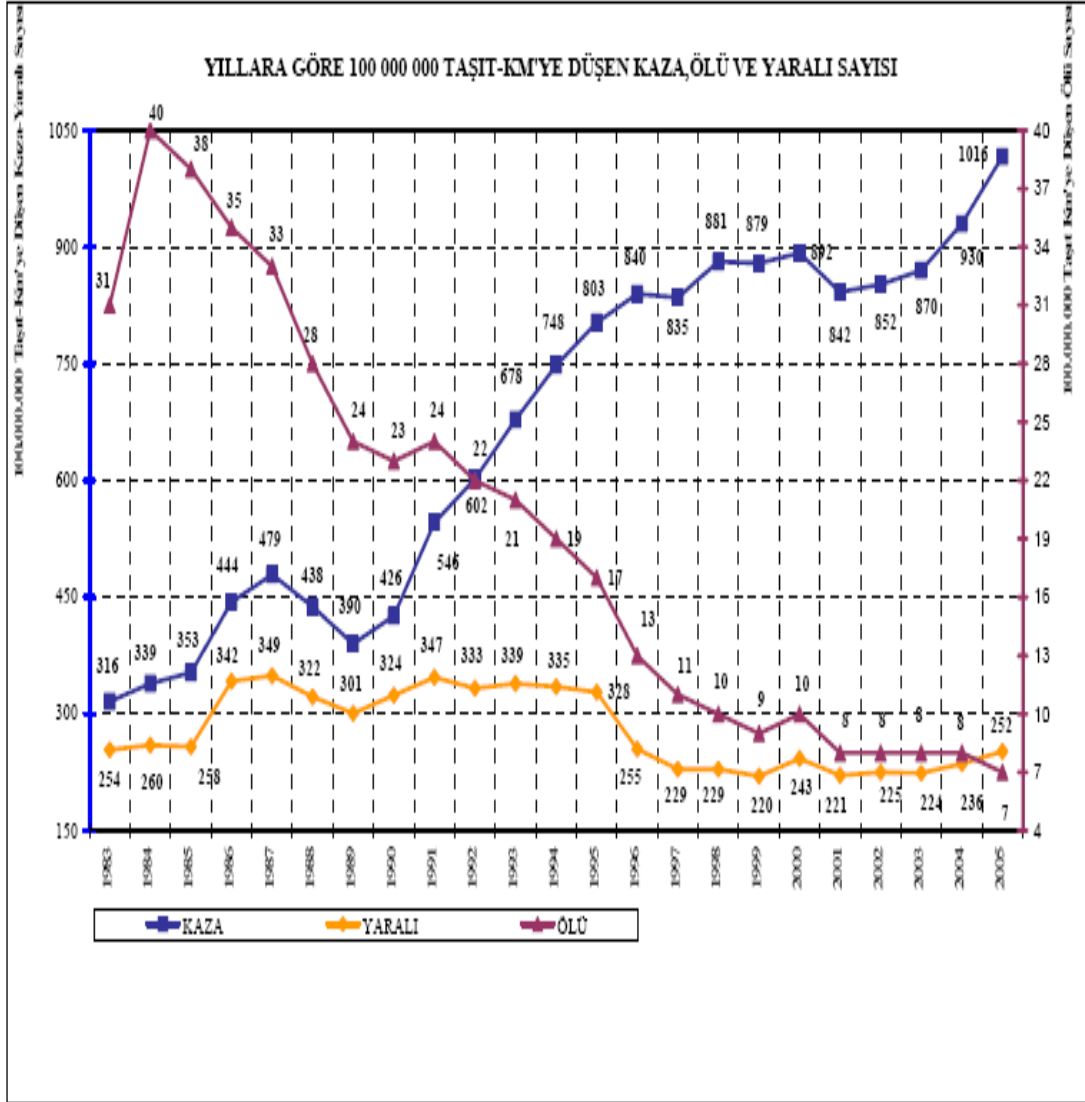


Kaynak: Türkiye karayolları istatistik yıllığı, Planlama Şubesi Müdürlüğü-KGM Trafik kazaları özeti 2001, 2005, Bakım Dairesi Başkanlığı-KGM (*) Jandarma Trafik sorumluluk bölgesinde meydana gelen kaza sayısı eklenmiştir.

Şekil 14. Yıllara göre trafik kaza sayıları grafiği (KGM, 2007)

Şekil 14'de görüldüğü üzere, Ülkemizde trafik kazaları özellikle 90'lı yıllardan sonra hızlı bir artış eğilimine girmiştir. Bunun en büyük nedenlerinden biri, trafik hacminin diğer bir deyişle hareketliliğin artmasıdır. Hareketliliği artıran nedenlerden biri taşıt sahipliğinin artması, diğeri ise Kişi Başına Düşen Milli Gelirin artmasıdır. Bu iki değişkendeki artışlara paralel olarak trafik hacmi artmış ve dolayısı ile trafik kazalarında da artış gerçekleşmiştir. Ayrıca 2001-2003 yılları arası kazalarda azalma olduğu görülmektedir. Bu azalmanın nedenlerinin; Emniyet Genel Müdürlüğü'nün başarılı hız denetimleri ve KGM'ce alt yapıda yapılan iyileştirmeler (Kaza Kara Noktalarının

giderilmesi) olduğu söylenebilir. Ayrıca 2000 yılı ülkemizde ciddi ekonomik krizin yaşandığı ve bu yılın akabinde 2001 ve 2002 krize bağlı hareketliliğin azaldığı yıllardır. 2004 yılı ise hareketliliğin arttığı yıl olup buna paralel kazalar da artmıştır (KGM, 2007).



Kaynak: Türkiye Karayolları İstatistik Yıllığı, Planlama Şubesi Müdürlüğü-KGM Trafik Kazaları Özeti 201-2005, Bakım Dairesi Başkanlığı-KGM Trafik ve Ulaşım Bilgileri Kitabı (2005), Ulaşım ve Maliyet Etütleri Şb. Md. (*) 2001 yılından itibaren Jandarma Trafik sorumluluk bölgesinde meydana gelen kaza sayısı eklenmiştir.

Şekil 15. Yıllara göre 100.000.000 taşıt-km'ye düşen kaza, ölü ve yaralı sayıları (KGM,2007)

Şekil 15'te görüldüğü üzere özellikle 1994 yılından itibaren trafik kazalarındaki yaralı sayısında artış kısmen devam ederken ölü sayısı azalmaktadır. Bunun nedenlerinden

birinin emniyet kemeri kullanma zorunluluğu olduğu düşünülebilir. Ayrıca bu yıllar ülkemizde trafiğin yoğun olduğu İstanbul-Ankara gibi kesimlerde yüksek standartlı otoyolların, alternatif yolların hizmete açıldığı ve bu yolların trafik kazalarında ve buna paralel ölü ve yaralı sayısındaki azalmalarda etken olduğu söylenebilir (KGM, 2007).

1.6.4. Türkiye ve Dünya'daki Trafik Kazalarının Karşılaştırılması

Ülkemizde her geçen gün artan araç sahipliliği ve mobilite, trafik kazalarının da beraberinde artmasına neden olmaktadır. Trafik ve ulaşım sorunu bilincine tam olarak varılamaması ve gerekli uygulamaların yapılmaması bu sorunu çözüme kavuşturmamızı engellemektedir. Ülkemiz, Avrupa ve dünya ülkeleri ile kıyaslandığında ise araç sahipliliği az olmasına rağmen kazalar ve ölü sayısı yönünden en ön sıralardadır. Bunu tablo 6'dan da görebilmekteyiz. Bu durumun ortaya çıkmasındaki en önemli neden, ülkemizde karayolu taşımacılığının en çok tercih edilen olması ve ulaştırma sistemleri arasında dengeli bir dağılımın olmamasıdır.

Ülkemizde karayolu taşımacılığının payı çok yüksek olmasına rağmen, otoyol ağının uzunluğu çok azdır. Özellikle her bakımdan entegre olmaya çalıştığımız Avrupa ülkeleri ile kıyaslandığında, otoyol ağının yetersizliği daha açık bir biçimde ortaya çıkmaktadır. Ancak ülkemizin koşulları göz önünde bulundurulduğunda, kısa vadede yol güvenliği ve daha ekonomik olması nedeniyle, otoyoldan önce bölünmüş yol yapımına ağırlık verilmesi gereği ortadadır (Tan, 2002).

Tablo 6. Çeşitli ülkelerin trafik verilerinin karşılaştırılması 2006 (KGM, Haziran 2007)

Ülke	Kaza Sayısı (yaralanmalı)	Ölü Sayısı	Araç Sayısı (x1000)	Nüfus Sayısı (x1000)	1 000 Kişiye Düşen Araç Sayısı	100.000Araca Düşen	100.000Nüfusa Düşen
						Ölü Sayısı	Ölü Sayısı
ALMANYA	354.534	6.613	53.656	82.537	650	12	8
AVUSTURYA	43.426	931	5.114	8.118	630	18	12
FRANSA	90.220	6.058	36.198	59.625	608	17	10
POLONYA	51.078	5.640	15.899	38.191	416	36	15
ÇEK CUMHURİYETİ	27.320	1.447	4.490	10.203	441	32	14
FINLANDIYA	6.907	379	2.657	5.206	510	14	7
HOLLANDA	31.635	1.028	8.387	16.192	518	12	6
İSPANYA	99.987	5.399	25.170	42.196	597	22	13
İSVEÇ	18.365	529	4.998	8.941	559	11	6
PORTEKİZ	41.495	1.546	5.197	10.475	496	30	15
NORVEÇ	7.921	280	2.752	4.577	601	10	6
İNGİLTERE	220.079	3.658	31.950	59.554	537	11	6
SLOVENYA	11.910	242	1.065	1.996	534	23	12
AVRUPA BİRLİĞİNE ÜYE OLAN (13 ADET) ÜLKELERİN ORTALAMASI					546	19	10
TÜRKİYE	92 497	4 633	12.227	72.987	168	38	6
İSVİÇRE	23.840	546	4.888	7.318	668	11	8
KORE	240.832	7.212	17.519	47.925	366	41	15
KANADA	156.904	2.766	18.869	31.630	597	15	9
JAPONYA	947.993	8.877	80.970	127.619	635	11	7
YENİ ZELLANDA	10.615	461	2.801	4.009	697	16	11

Kaynak: International Road Traffic and Accident Data Base (Uluslararası yol trafik ve kaza veri merkezi) (Eylül 2005)
Türkiye verileri 2006 yılına aittir.

Tüm ulaşım modları içinde, karayolu ulaşım sistemi en karmaşık olanı olmamasına rağmen en tehlikeli olanıdır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından yapılan bir çalışmaya göre, her yıl 1,2 milyon insan otomobil kazalarında ölmektedir ve 50 milyonu da yaralanmaktadır (WHO, 2004). Söz konusu çalışmadan, 1990 yılında evrensel felaket ve hasar yükünde dokuzuncu sırada olan trafik kaza hasarlarının, 2020 yılında üçüncü en büyük felaket olacağı sonucunu çıkartmaktadır (Miranda-Moreno, 2006).

1.6.5. Trafik Kazalarını Engellemede Alınacak Önlemler

Trafik kazalarının sonuçlarını en az zararla atlattak için alınacak önlemlerin doğru ve etkin bir şekilde uygulanması gerekmektedir. İlk aşama olarak ulaşım planlama, güzergâh

seçimi, yol tasarımı ve yol uygulamalarının iyi yapılması, yani trafik mühendislik faaliyetleridir. Sonraki aşamada insanların, yani yolu kullanan sürücü, yolcu, yaya ve bunların içinde çocukların trafik güvenliği hakkında gerekli eğitimleri almalarıdır. Kazaları önlemede diğer bir tedbir ise, yolun kullanımında trafik denetlemelerinin yeterli düzeyde olmasıdır. Bununla birlikte yapılacak yasal düzenlemelerle kazalar sonucu verilecek cezalar uygulanmalı ve bu yasal düzenlemeler insanları kazalarda azami dikkate teşvik etmeli ve kural ihlallerinden yıldırarak durumda olmalıdır. Kaza sonrası ölümleri engellemek için hızlı, donanımlı ve bilgili bir ilk yardım sisteminin kurulması kaza şiddetini azaltıcı bir tedbirdir (Türe vd., 2008).

1.7. Trafik Kaza Analizleri

Trafik kazalarını oluşturan üç temel bileşen vardır. Bunlar;

- 1- Yolu kullananlar (sürücü, yaya, yolcu),
- 2- Yol ve çevre,
- 3- Taşıtlar.

Trafik kaza analizlerinin amacı, kazanın bu üç bileşenle bağlantılı olarak gerçek sebebinin bulunmasıdır. Daha ayrıntılı olarak belirtmek gerekirse, kaza analizlerinin amaçlarını şu şekilde sıralayabiliriz;

1. Meydana gelen kazanın oluşum sebeplerinin tanımlanması.
2. Kaza bölgelerinin belirlenmesi ve bu bölgelerde yapılması gerekli iyileştirme programının saptanması.
3. Yol güvenliği ile ilgili iyileştirmelerin değerlendirilmesi.
4. Kazayı meydana getiren bileşenlerle ilgili olarak kanuni ve hukuksal açıdan ne gibi yeni iyileştirmelere gerek duyulduğunun saptanması (Camkesen, 1998).

Kazalar;

- Ölüm, yaralanma veya maddi hasarla neticelendirilmesine göre,
- Düz yolda, kurbada, kavşakta, şehir içinde, şehir dışında vb. olduğu yere göre,
- Çarpışma, arkadan çarpma, devrilme, sabit cisme çarpma veya yayaya çarpma vb. oluş şekillerine göre,
- Yol, çevre ve trafik karakteristiklerine göre analiz edilebilirler.

1.8. Trafik Kaza Veritabanları

Kaza veritabanlarının oluşturulmasında ilk aşama kaza raporlarıdır. Veri tabanlarının istediğimiz yeterlilikte olmasını istiyorsak kaza raporlarının da aynı yeterlilikte elde edilmesi gerekmektedir.

Tablo 7. Kaza raporunda bulunması gereken veriler (Camkesen, 1998)

Genel Kaza Verileri	Yolu Kullananlara Ait Veriler	Yol ve Çevreye Ait Veriler	Taşıt Verileri
<ul style="list-style-type: none"> • Kaza tarihi, • Kaza yeri • (Şehir, bölge), • Kazaya karışan araç sayısı, • Hasarlı araç sayısı, • Kaza şiddeti, • Kaza şekli, • Trafik durumu. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kişiyeye ait bilgiler, • Ehliyet tarih ve numarası, • Yaralanma şiddeti, • Yaralanma türü, • Alkol ya da uyuşturucu kullanımı, • Emniyet kemeri, • Yolcunun kaza sonrası durumu, • Yolcunun kaza anındaki yeri, • Yaya hareketi, • Yayanın kaza anındaki bulunduğu yer, • Görme, işitme, reaksiyon yeteneklerinde bozukluk olup olmadığı, • Mesleği ve eğitim derecesi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hız limiti, • Hava durumu, • Aydınlatma durumu, • Genel yol tanımlaması, • Eğim, • Kavşak tipi ve kontrol şekli, • Şerit çizgisi, • Yaya kaldırımı ve banket, • Trafik işaretlerinin durumu, • Yolda bakım onarım, • Yatay ve düşey kurplar, • Yol yüzeyindeki kusurlar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Model ve marka, • Kaza sonrası taşıttaki hasar durumu, • Manevra tipi, • Araç yükleme durumu, • Çarpma yönü, • Fren gücü ve direksiyon özellikleri, • Emniyet kemeri, • Fren uzunluğu • Lastiklerin durumu

İçinde özet olarak bulunması gereken bilgilerin sıralandığı bu tablodaki veriler bir kaza raporunda tam ve eksiksiz bulunduğu takdirde, kaza analizlerinde, istatistiklerde, kusur belirlemede ve ceza ve tazminat davalarında kullanılması gerekli doğru bilgiyi elde etmiş oluruz. Özellikle kaza analizleri yaparken verilerin doğru ve eksiksiz olması çok önemlidir. Verilerdeki yanlışlıklar ve eksiklikler, yapacağımız kaza analizlerinin hatalı ve anlamsız çıkmasına neden olmaktadır.

Kaza ve kazazede veritabanları, trafik kaza sorununun objektif olarak değerlendirilmesinde, eylem için öncelikli alanların belirlenmesinde ve çeşitli önlemlerin etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılan vazgeçilmez araçlardır. Aynı zamanda bu veritabanlarına, hedef düzeylerinin saptanmasına ve uygun stratejilerin tanımlanması için sistematik yaklaşımın başlatılmasına yardımcı olabilmek üzere gereksinim duyulmaktadır.

Ulusal veritabanı EGM'nin, Jandarma'nın ve Sağlık Bakanlığı'nın kaza ve kazazede istatistiklerini içermelidir. Bu demektir ki, bu veritabanı, olabildiğince Türkiye'deki tüm trafik kazalarını ve kazazedelerini içermelidir. Aynı zamanda bir taraftan kazalarla kazazedeler, diğer taraftan karayolları, trafik, araçlar, sürücü ehliyetine sahip kişiler, denetim ve hava koşulları vb. arasında bağlantıya izin vermelidir.

Buradaki önemli bir sorun karayolu kazalarında ölen ve yaralanan insanlar için uygun tanımlamaların kullanılmamasıdır. Viyana Konvansiyonu'na göre, trafik kazasında ölen insan demek, kaza yerinde veya kazayı takip eden 30 gün içinde ölen kazazede demektir. Uluslararası bu tanımlı kullanmak için, kazazedelerin hastaneye ulaşmasından sonra geçen 30 gün içindeki tıbbi gelişmelerinin izlenmesine yönelik olarak güvenilir prosedürlerin geliştirilmesi gerekmektedir (SweRoad-Ekler, 2001).

Türkiye'de ise istatistiklerde verilen yıllık kaza ölüm sayılarının eksik olduğu değerlendirilmesi yapılmaktadır. Çünkü hastanelerde ölen yaralılarla ilgili Sağlık Bakanlığı'nın bildirimini olmadığı için, bu sayılar trafik istatistiklerine yansıtılmamaktadır. Türkiye'deki trafik kazası istatistiklerinde verilen ölüm sayıları, yalnızca kaza anında ve yerinde ölenleri göstermekte, daha sonra hastanede ölenleri içermemektedir. Oysa Avrupa ülkelerinde kaza sonrası yaralıların durumu izlenerek, belli sürelerde meydana gelen ölümler kaza istatistiklerinde yer almaktadır. Bu süre Fransa'da 6, İtalya'da 7, Avusturya'da 3 gündür (Tan, 2002).

Avrupa Birliği tarafından desteklenen çeşitli uluslararası araştırma projeleri, trafik kazaları ile ilgili enformasyon sistemlerinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Örneğin, STAIRS (Kaza ve Yaralanma Kayıt Sistemlerinin Standartlaştırılması) projesi trafik

kazaları ile ilgili derinlikli veri toplanmasını sağlayacak standart bir usul benimsenmesini ve kazalarla ilgili araştırmalar için temel verileri ve çerçeveyi oluşturacak yöntemler geliştirilmesini hedeflemektedir (STAIRS, 2004; Racioppi vd., 2004).

Kaza analizi için, yıllık araç-kilometreleri ve farklı ulaşım araçları (aynı zamanda yürüyerek veya bisikletle) ile kat edilen insan-kilometreleri hakkında güvenilir bilgiye erişebilir olmak ve bu bilgiyi kazalar ve kazazedelerle bağlantılı hale getirebilmek çok değerlidir (SweRoad-Ekler, 2001).

1.9. Kaza Tahmin Modellerinin Yapısı

Genel olarak, hata yapısı kabulüne göre farklılık gösteren 2 çeşit kaza tahmin modeli vardır. Bunlardan birincisi, sabit normal hata yapısına sahip olan geleneksel lineer regresyon model, diğeri ise, normal olmayan ve heterojen hata yapısına sahip olan regresyon modeldir (örneğin; Poisson, Negatif Binom gibi) (Sung, 2000).

Kaza tahmin modelleri, kaza frekansını trafik akımının ve diğer yol karakteristiklerinin bir fonksiyonu olarak ifade eden matematiksel eşitliklerdir. Kaza tahmin modellerinin katsayıları, geleneksel normal en küçük kareler veya ağırlıklı en küçük kareler regresyonu ile tahmin edilemezler. Çünkü, bu modellerin kabulleri, ayrık, negatif olmayan kaza veri değerleri ve trafik akımının artmasıyla kaza sayılarının da artmasının gerçeğliliği tarafından ihlal edilmektedir. Bunun için, kaza tahmin modellerinin katsayıları yaygın olarak genelleştirilmiş lineer modellerden (GLM) yararlanılarak ayarlanan maksimum olabilirlik yöntemi ile tahmin edilmektedir (Lord ve Persaud, 2000).

Kaza tahmin modelleri, kavşaklarda, anayol kesimlerinde, karayollarında ve transit trafik ağının olduğu yerlerdeki kazaların tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. Son zamanlarda, ulaşım planlama uygulamalarında, bu modellere karşı, kaza frekansı ve trafik hacmi, yol ağı karakteristikleri, sosyoekonomik ve nüfus özellikleri gibi açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişkiyi kurmayı hedefleyen, gözlemlenebilir bir ilgi vardır. Bu da, ulaşım plancılarına, orta seviyeden geniş açılara kadar gözlemlenen uygulamalarda, alternatif ulaşım planlama seçeneklerinin güvenliğinin belirlemesine olanak sağlaması açısından önemlidir (Hadayeghi vd., 2006).

1.9.1. Kaza Frekansının İstatistiksel Özellikleri

Trafik kazaları seyrek ve rasgele olaylardır: Seyrekle, kazaların oluşumdaki sıklığın trafik hacmiyle kıyaslandığında çok düşük olduğu kastedilmekte; rasgelelikle, kazaların oluşumunun yer ve zaman olarak çok kesin olmadığı kastedilmektedir. Belirlenen yerde, belli bir zaman periyodu boyunca çok fazla kazaya maruz kalınabilir ama gelecekteki aynı zaman aralığında aynı kaza sayısı gözlemlenmeyebilir. Bu, belirlenen yerde beklenen kaza sayısını dikkate alarak yapılan herhangi bir tahminin, beklenen kaza sayısı ile bağdaştırılmış bazı olasılıklara sahip olduğunu ve kesin olmayan bazı sınırlar içerisinde doğru olduğunun beklenebilirliğini ifade etmektedir.

Başka bir güvenilir yöntem bulunmadığında, istatistiksel modeller kazaların tahmin edilmesinde güvenilir bir araç olarak yaygınca kullanılmaktadır. Kaza frekansı Lineer Regresyon, Poisson ve Negatif Binom Regresyonu gibi çeşitli istatistiksel metotlar yardımıyla analiz edilebilmektedir.

Jovanis ve Chang (1986) trafik hacminin lineer regresyonu kullanılarak açıklanamayacağıyla ilgili kaza oluşumunun üç özelliğini bulmuşlardır. Araç seyahat miktarı artarken kaza frekansı değişiminin de arttığını savunmuşlardır. Bu sonuç açıkça, bütün tahmin değişkenleri için eşit varyansa sahip olan hata koşulunu kabul eden, lineer regresyonda eşvaryanslılık kabulünü ihlal etmektedir. Bu ihlalin sonucunda, güven aralıklarının hatalı olmasından dolayı katsayı değerlerine ait bazı hipotez testleri geçersiz olmaktadır. Jovanis ve Chang, çalışmanın amacının kaza oluşumundaki belirli tahmin değişkenlerinin etkilerini belirlemek olduğunda, katsayı değeri için yapılacak uygun testin olmamasının ciddi bir hata olacağı sonucuna varmışlardır. İkinci sorun, kaza frekansının negatifliliğinin olmamasıyla ilgilidir. Lineer regresyon negatif kaza frekansının tahminini engelleyememektedir. Lineer regresyonun bu özelliği, bir kaza çalışmasının yapıldığı yerde inceleme süresi boyunca hiçbir kazayla karşılaşmadığı zaman oluşan anlamsız sonuçlarından ileri gelmektedir. Lineer regresyonun kullanılmasıyla ortaya çıkan üçüncü sorun ise kesikli bağımlı değişkenlerin hata koşullarının (kaza frekansı) az olmasıdır. Çoğu kez sıfır veya sıfıra yakın küçük tamsayılar normal dağılıma uymazlar. Gerçekte, Poisson ve Negatif Binom dağılımları, verilen zaman periyodunda sıfır veya küçük bir tamsayı değeri olan olayların kesikli sayıları için daha uygundur (Hadayeghi, 2002).

1.9.1.1. Poisson Regresyonu

Kazalar kesikli rastgele olaylar olduğundan bunların normal dağılım kullanılarak modellenmesi yapılamaz (Al-Ghirbal ve Al-Ghamdi, 2006).

Poisson dağılımı, aralıklı olan ve negatif olmayan rasgele, kesikli olaylar olan kazaların ifade edilmesi için uygun bir metoddur (Hadayeghi, 2002). İlk defa Fransız matematikçi Simeon Denis Poisson (1781-1840) tarafından incelenmeye başlanan bu dağılım daha sonra Bartkrewicz tarafından ender görülen olaylara uygulanmış ve çok uygun sonuçlar elde edilmiştir (Çömlekçi, 1989; Filiz, 1995).

Poisson regresyonu, her bir bölgedeki kaza sayısını belirten Y 'yi bağımlı değişken olarak kabul eder ve Y değeri $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{iq}$ bağımsız değişkenlerini veren poisson dağılımına sahiptir.

$$P(Y_i = y_i | X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{iq}) = \frac{e^{-\mu_i} \mu_i^{y_i}}{y_i!} \quad i = 0, 1, 2, \dots \quad (18)$$

Burada;

$P(Y = y | X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{iq})$ = Verilen bölgedeki Y kazalarının olma olasılığı

y_i = Bir zaman periyodu boyunca i . kesimde oluşan kaza sayısı

μ_i = Bir zaman periyodu boyunca beklenen kaza sayısı

Ortalama μ_i değerinin logaritması, bağımsız değişkenlerin lineer bir fonksiyonu olarak kabul edilir.

Yani,

$$\ln(\mu_i) = b_0 + b_1 * X_{i1} + b_2 * X_{i2} + \dots + b_q * X_{iq}, \quad (19)$$

μ , bağımsız değişkenlerin üstel fonksiyonu olarak,

$$\mu_i = \exp(b_0 + b_1 * X_{i1} + b_2 * X_{i2} + \dots + b_q * X_{iq}). \quad (20)$$

Model katsayıları olan, $b_0, b_1, b_2, \dots, b_q$ değerleri maksimum olabilirlik yöntemiyle tahmin edilir (Lawless, 1987).

Olabilirlik fonksiyonu;

$$L(\mu_i) = \prod_{i=1}^n \frac{\mu_i^{y_i} e^{-\mu_i}}{y_i!} \quad (21)$$

Parametreler, olabilirliğin maksimizasyonu ile tahmin edilir, veya daha genel olarak, olabilirliğin logaritmasının(log-olabilirlik diye belirtilir) maksimizasyonu ile tahmin edilir. Buna eşdeğerde, tahmin, log-olabilirliğin negatifinin minimize edilmesiyle de bulunabilir. Logaritma olabilirliği şu eşitlikle ifade edilir:

$$\ln(\mu_i) = \sum [y_i \ln(\mu_i) - \mu_i - \ln(y_i!)] \quad (22)$$

Poisson regresyon modelinde bir sınırlama vardır. Bu modelde, verinin varyansı, ortalamasına eşitlenerek sınırlandırma yapılmıştır. Yani, $E(Y_i) = \text{Var}(Y_i) = \mu_i$ dir. Çoğu uygulamada, Poisson modeline ait kaza verilerinin aşırı yayılım veya ekstra varyans gösterdiğine rastlanmıştır. Poisson regresyon modelindeki aşırı yayılımın sonucunda, tahmin edilen parametrelerin varyansı küçük değerlere eğilim gösterir ve kendilerine tahmin edilen katsayılar da yanlı olurlar. Bu problem, kaza verilerinin Negatif Binom dağılımlı olduğu kabul edilerek çözülebilir (Hadayeghi, 2002).

1.9.1.1.1. Poisson Regresyonunda Karşılaşılan Problemler

Poisson regresyonu, bağımlı değişkenlerin varyansının, bu değişkenlerin ortalamasına eşit olduğunu kabul eder. Varyans gerçekte ortalamadan büyük olursa, veri grubunda aşırı yayılma veya ekstra varyasyon olabilirliği bu kabulün eksikliğini meydana getirir.

Modeldeki aşırı yayılım katsayı tahminini etkilemez, fakat standart hatanın etkisi altında olmaya sebep verir, böylece de modelin güvenilirliğini yükseltir (AL-Ghirbal ve Al-Ghamdi, 2003).

Verinin aşırı yayılım göstermesinin birkaç sebebi vardır. Bunlardan aşırı yayılıma sebep olan 2 tanesi şunlardır:

- a) Gözlenmemiş heterojen olmadan dolayı aşırı yayılım: Hauer'e (2001) göre bu durum, mevcut eş değişken faktörünün kendi tüm heterojen olma değerleri için göz önüne alınmıyorsa ortaya çıkar. Bu, önemli konum özelliklerinin, kastedilen rasgeleliğin veya trafik hacminin doğru olmaması, bilgi eksikliği, hava koşullarında ölçüsüz varyans, görsellik ve sürücü davranışı gibi etkilerin unutulmasından meydana gelebilir.
- b) Yüksek orandaki sıfır kazalardan dolayı aşırı yayılım: Gözlemlenen sıfır değerlerin sayısının, Poisson modeli ile ortaya konulan sıfır değerlerini aşarsa bu durum ortaya çıkar. Gözlenmemiş heterojen olma gibi, sıfırların aşırılığı aşırı yayılıma sebep olurlar. Bazı yol güvenlik uygulamalarında, yüksek sıfır kaza frekans değerlerinden dolayı aşırı yayılımın oluşması durumu çalışılmıştır (Shankar vd., 1997; Qin vd., 2004). Lord vd.'ye (2005) göre bu sorun, verilen bir zaman periyodu için sıfır kaza değerlerinin fazla olduğu, sıfırların çok olduğu bir kaza frekans dağılımı üreten yerlerden dolayı meydana gelmektedir. Çoğu durumlarda, sıfır değerlerinin çok olduğu kaza verilerini içeren kaza veri seti çok düşük ortalamalı kaza verileri tarafından ortaya çıkarılmaktadır (Miranda-Moreno, 2006).

1.9.1.2. Negatif Binom Regresyonu

Yukarı da açıklandığı gibi, Poisson dağılımında sınırlama, ortalamanın dağılımın varyansına eşit olması şeklindedir. Negatif Binom regresyonu (NB) şu şekilde formüle edilmiştir:

$$P(Y_i = y_i) = \frac{\Gamma(y_i + \frac{1}{\alpha})}{\Gamma(y_i + 1)\Gamma(\frac{1}{\alpha})} \left(\frac{1}{1 + \alpha\mu_i}\right)^{1/\alpha} \left(\frac{\alpha\mu_i}{1 + \alpha\mu_i}\right)^{y_i} \quad y_i = 1, 2, 3, \dots \quad (23)$$

Burada,

$$\mu_i = E(Y_i) \quad i=1, 2, 3, \dots, n \quad (24)$$

ve Y_i 'nin varyansı,

$$\text{Var}(Y_i) = E(Y_i)[1 + \alpha E(Y_i)] = \mu_i + \alpha \mu_i^2 \quad (25)$$

Burada $\alpha \geq 0$ genellikle gösterge veya dağılım parametresi olarak ifade edilir. (25) eşitliğinden, bu modelin varyansın ortalamayı aşmasına izin verdiği görülebilir. Başka bir deyişle, Negatif Binom regresyonu, modelin içermediği diğer değişkenlerden dolayı ekstra varyasyona müsaade eder. Eğer α sıfıra giderse, Negatif Binom regresyonu Poisson regresyonu haline getirilir.

NB modelinde, model katsayıları olan, $b_0, b_1, b_2, \dots, b_q$ değerleri ve ekstra parametre olan α yayılım parametresi, maksimum olabilirlik yöntemiyle tahmin edilir (Lawless, 1987).

Olabilirlik fonksiyonu:

$$L(\mu_i, \alpha) = \prod_{i=1}^n \frac{\Gamma(y_i + \alpha^{-1})}{\Gamma(\alpha^{-1}) y_i!} \left(\frac{\alpha \mu_i}{1 + \alpha \mu_i} \right)^{y_i} \left(\frac{1}{1 + \alpha \mu_i} \right)^{\alpha^{-1}} \quad (26)$$

Model parametrelerinin tahmini, negatif log-olabilirliğin minimize edilmesiyle bulunur. Negatif Binom dağılımı için, log-olabilirlik fonksiyonu şu şekilde verilir (Hadayeghi, 2002):

$$\ln(\mu_i, \alpha) = \sum_{i=1}^n \left(\ln \left(\frac{\Gamma(y_i + \alpha^{-1})}{\Gamma(\alpha^{-1}) y_i!} \right) + y_i \ln \left(\frac{\alpha \mu_i}{1 + \alpha \mu_i} \right) + \alpha^{-1} \ln \left(\frac{1}{1 + \alpha \mu_i} \right) \right) \quad (27)$$

1.9.1.2.1. Aşırı Yayılım Testi

Poisson veya Negatif Binom hata yapılarından hangisini kullanacağımız kararı şu yöntemle belirlenir. İlk olarak model parametreleri Poisson regresyonu ile tahmin edilir. Sonra, aşırı yayılım göstergesi hesaplanır:

$$\frac{\text{Pearson } \chi^2}{n - p} \quad (28)$$

Burada n gözlem sayısı, p model parametre sayısı ve $\text{Pearson } \chi^2$ şöyle belirtilir:

$$Pearson \chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \mu_i)^2}{Var(Y_i)} \quad (29)$$

Dağılım parametresi, McCullagh ve Nelder (1989) tarafından, gözlemlenen verilerdeki varyans miktarını belirlemek için uygun bir istatistik olarak belirtilmiştir. Eğer bu gösterge, önemli derecede 1.0 dan büyükse, veri Poisson dağılımı ile belirtilenden daha büyük dağılım göstermiş olur ve veriye Negatif Binom Regresyonu uygulanır (Sawalha, 2002).

Negatif Binom regresyonu, Poisson regresyonun özel bir durumudur. Bu iki model arasındaki seçim, tahmin edilen α katsayısının istatistiksel anlamlılığı yönünden belirlenir. Eğer α (dağılım parametresi), önemli derecede sıfırdan farklı değilse, Negatif Binom regresyonu tamamen Poisson regresyonuna dönüşür. Bununla beraber, α önemli derecede sıfırdan farklı ise, Negatif Binom regresyonu doğru seçim olur. Sıfır hipotezi ise (Hadayeghi, 2002):

$$H_0 : \alpha = 0 \quad (30. a)$$

ve alternatif hipotez:

$$H_a : \alpha > 0 \quad (30. b)$$

Sıfır hipotezini güvenlik seviyesi d 'de test etmek için, güven seviyesi $2d$ 'ye karşılık gelen kritik ki-kare dağılımı değeri kullanılır; yani, eğer $LR = -2(\log \text{olabilirlik (Poisson)} - \log \text{olabilirlik (Negatif Binom)}) > \chi^2_{(1-2d, 1 \text{ sd})}$ ise sıfır hipotezi reddedilir.

1.9.1.2.2. Uyum İyiliği Değerlendirilmesi

Uyum iyiliği seçilen modelin doğruluğunu değerlendirmek için kullanılır. Bununla beraber, istatistik, normal olmayan dağılımlar için kullanılan uyum iyiliğini tam olarak açıklayamamıştır. Bu yüzden, bu değer model anlamlığında kesin bir ölçüm olarak kullanılmamalıdır.

Uyum iyiliği değeri için, ortalama Pearson Ki-Kare (Pearson Ki-Kare değerinin serbestlik derecesine bölümü) değerine bakılır. Ortalama Pearson Ki-kare değerinin 0.8 ile

1.2 arasında olması Negatif Binom modelinin seçiminin doğru olduğunu göstermektedir (Hedayeghi, 2002).

Bu tez de, bir başka uyum iyiliği değeri olarak program çıktısındaki Pseudo R^2 değerine bakılmıştır. Bu değerin 0 ile 1 arasında olması beklenir.

Paket programında, Pseudo R^2 değeri şu şekilde hesaplanmıştır:

$$\text{Pseudo } R^2 = 1 - \frac{\text{ll}(\text{model})}{\text{ll}(\text{null})} \quad (31)$$

Burada;

$\text{Pseudo } R^2 = \text{Pseudo } R \text{ kare istatistiği}$

$\text{ll}(\text{model}) = \text{tüm parametre değerlerinde modelin log olabilirliği}$

$\text{ll}(\text{null}) = \text{sadece sabit terimin olduğu zamanki modelin log olabilirliği}$

2. TRABZON BÖLÜNMÜŞ SAHİL YOLU'NA İLİŞKİN KAZA TAHMİN MODELİNİN OLUŞTURULMASI

2.1. Giriş

Trabzon ili karayolu, havayolu ve denizyolu taşımacılığı yönünden bulunduğu Doğu Karadeniz Bölgesinde önemli bir konuma sahiptir. Ancak Türkiye'nin genelinde olduğu gibi Trabzon ilinde de karayolu taşımacılığının üstünlüğü mevcuttur. TÜİK 2007 yılı verilerine göre 740.569 nüfusa sahip Trabzon ilinde, 90.144 motorlu kara taşıtı ve EGM 2007 verilerine göre 178.901 sürücü bulunmaktadır.

Tablo 8'den görüldüğü üzere Trabzon ilinde yıllar itibariyle artan değerlerde kaza meydana gelmektedir. Ülkemizi etkileyen trafik kaza sorunu Trabzon ilinde de kendini göstermekte ve çözüm yollarını beklemektedir.

Tablo 8. Trabzon ili kaza istatistiği

YILLAR	KAZA SAYISI	ÖLÜ SAYISI	YARALI SAYISI
2004	3.019	20	1.052
2005	3.813	35	1.141
2006	5.007	31	1.427
2007	5.463	27	1.568

Kaynak: Trabzon Emniyet Genel Müdürlüğü (2007)

2.2. Çalışma Kesimi

Bu çalışmada, Trabzon Bölünmüş Sahil Yolu'nun kaza tahmin modellemesi yapılmıştır. Ele alınan yol kesimi, Şekil 16'da görüldüğü gibi Beşikdüzü'nden Of ilçesinin çıkışına kadar devam eden 010-21 ve 010-22 kontrol kesim numaralı yollar olup her iki yol kesimi Trabzon Değirmendere'de birleşmektedir.

Bilindiği gibi Karadeniz Bölünmüş Sahil Yolu inşaatı 1997'de başlayıp 2007 yılında bitmiştir. Sahil Karayolu'nun genişletilerek bölünmüş yola dönüştürülmesi şeklinde

başlayan inşaat, yer yer mevcut yolun genişletilmesi şeklinde yapılmışsa da, Trabzon Bölünmüş Sahil Yolu'nda olduğu gibi birçok kesimde güzergah tümüyle denize alınmak suretiyle gerçekleşmiştir.

Seçilen güzergah, şehilerarası transit trafik için inşa edilmiş olsa da aynı güzergahı şehiriçi trafiği de kullanmaktadır. Modelde yeni yapılan yolun özellikleri dikkate alınmakla birlikte verilerin bir kısmı eski yol güzergahına aittir.



Şekil 16. Trabzon ilinin 2007 karayolu ağı durumu haritası (KGM, 2008)

2.3. Kesimlere Ait Veri Tabanının Oluşturulması

Kaza tahmin modelini geliştireceğimiz yol kesimi için gerekli veriler, KGM 10. Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir. Bu verilerden örnek olarak 2002 yılı 010-21 kesim nolu yola ait bilgiler Ek tablo1.'de sunulmuştur. Her yılda meydana gelen kazalar, kaza tespit tutanaklarından tek tek okunarak, hangi yol kesimi ve hangi kilometrelerde meydana geldikleri, ayrıca oluşum şekline göre sınıflandırılarak tablolaştırılmıştır.

Yol karakteristiklerine ait veriler, yine KGM 10. bölge Müdürlüğünün karayolu envanter sistemi ile elde edilen verilerden alınarak, belirlediğimiz yol kesiminde analiz edilmiştir.

010-21 ve 010-22 kesim nolu yolların uzunlukları yaklaşık toplam olarak 113,5 km dir. Envanter ve kaza istatistiklerinden bu yol kesimleri için gerekli veriler, alındığı sınırlardaki kaza değerleri bağımlı değişken olmak koşuluyla, yol kilometresi, bu kilometredeki YOGT

Tablo 10. 2003 yılına ait kaza verileri ve yol karakteristik değerleri

2003							
KİLOMETRE KESİM NO	KAZA SAYISI	UZUNLUK (KM)	YOGT	ŞERİT SAYISI	KAVŞAK SAYISI	ORTALAMA BELİRLENEN HIZ (km/sa)	YAYA GEÇİDİ SAYISI
	77	37,5	7330	4	21	65	38
	11	2,5	7330	6	3	57	4
010-21	34	7,5	22100	4	6	63	9
	5	0,5	22100	6	1	50	1
	1	2	60448	4	4	69,5	2
	2	7	60448	6	9	52	7
	62	15	10772	4	16	57	20
	14	2	10772	6	6	50	4
	30	8,3	9013	4	5	54	4
010-22	1	3,7	9013	2	1	50	0
	24	15	9360	4	14	71	32
	2	6	9360	6	5	59	13
	11	5,5	6101	4	6	86	23
	1	1	6101	6	1	60	3

Not: 2003 yılında 8 aylık kaza verisi mevcuttur.

Tablo 11. 2004 yılına ait kaza verileri ve yol karakteristik değerleri

2004							
KİLOMETRE KESİM NO	KAZA SAYISI	UZUNLUK (KM)	YOGT	ŞERİT SAYISI	KAVŞAK SAYISI	ORTALAMA BELİRLENEN HIZ (km/sa)	YAYA GEÇİDİ SAYISI
	200	37,5	8239	4	21	65	38
	25	2,5	8239	6	3	57	4
010-21	62	7,5	25618	4	6	63	9
	12	0,5	25618	6	1	50	1
	0	2	42284	4	4	69,5	2
	3	7	42284	6	9	52	7
	123	15	12693	4	16	57	20
	20	2	12693	6	6	50	4
	76	8,3	9647	4	5	54	4
010-22	4	3,7	9647	2	1	50	0
	34	15	10015	4	14	71	32
	4	6	10015	6	5	59	13
	19	5,5	6223	4	6	86	23
	0	1	6223	6	1	60	3

Not: 2005 yılına ait kaza verileri mevcut değildir.

Tablo 13. 2007 yılına ait kaza verileri ve yol karakteristik değerleri

2007							
KILOMETRE KESİM NO	KAZA SAYISI	UZUNLUK (KM)	YOGT	ŞERİT SAYISI	KAVŞAK SAYISI	ORTALAMA BELİRLENEN HIZ (km/sa)	YAYA GEÇİDİ SAYISI
	289	37,5	11807	4	21	65	38
	35	2,5	11807	6	3	57	4
010-21	150	7,5	29967	4	6	63	9
	26	0,5	29967	6	1	50	1
	0	2	31979	4	4	69,5	2
	1	7	31979	6	9	52	7
	266	15	14654	4	16	57	20
	35	2	14654	6	6	50	4
	57	8,3	11923	4	5	54	4
010-22	4	3,7	11923	2	1	50	0
	56	15	10896	4	14	71	32
	11	6	10896	6	5	59	13
	22	5,5	7634	4	6	86	23
	9	1	7634	6	1	60	3

Not: 2007 yılı YOGT değerleri mevcut olmadığından yaklaşık olarak (2006 yılı YOGT)* 1,05 şeklinde hesaplanmıştır.

2.4. Kaza Tahmin Modelinin Geliştirilmesi

Modelleme aşamasında toplam yıllık kaza değerleri (bağımlı değişken) göz önünde bulundurulmuştur. Daha önce belirtildiği gibi, modele önce Poisson regresyonu uygulanmış, sonra aşırı yayılım olduğundan dolayı modele Negatif Binom regresyonu uygulanmıştır. Negatif Binom regresyon modeli uygun model olarak belirlenmiştir.

Modelleme aşamalarında, önce basit model, yani sadece sabit terimin olduğu model ele alınmış, daha sonra açıklayıcı değişkenler teker teker eklenmiş ve modelin bazı kriterlere uyup uymadığına bakılmıştır. Bu kriterler;

1. Ki-kare veya değişkenlerin tahmin edilen P değerlerinin %95 güven aralığında olup olmadığı,
2. Parametre katsayı işaretlerinin mantıklı olup olmadığı,
3. Uyum iyiliği değerleri.

Kaza tahmin modellemesinde kullanılan birçok model yapısı mevcuttur. Bu çalışmadaki matematik model yapısı şu şekilde kullanılmıştır:

$$E(A) = \exp(b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_qX_q) \quad (32)$$

Burada;

$E(A)$ = Tahmin edilen yıllık kaza sayısı

X_i = Diğer açıklayıcı değişkenler

b_0, b_i = Model parametreleri

Trafik kazalarının modellenmesinde geleneksel lineer regresyonun kullanılmasının uygun olmadığı önceki kısımlarda açıklanmış olup, bu çalışmada geliştirilmiş lineer model (GLM) kullanılmış ve maksimum olabilirlik yöntemi ile model parametreleri tahmin edilmiştir.

2.4.1. Trabzon Bölünmüş Sahil Yolu'nun Toplam Yıllık Kaza Modeli

Trabzon Bölünmüş Sahil Yolu'na ait kaza verileri, yol ve trafik karakteristikleri kullanılarak bahsedilen istatistiksel analizler yardımıyla aşağıdaki model oluşturulmuştur.

Tablo 14. Trabzon Bölünmüş Sahil Yolu'ndaki toplam yıllık kazalar için Negatif Binom kaza tahmini

n = 70		sd=n-p= 66		Pearson $\chi^2 = 68,921$		$\chi^2_{0,05, 66} = 95,631$	
Parametre	Katsayı	Standart Hata	z oranı	P > z 			
cons	5,2019	0,8959	3,53	0,000			
lnL	0,5750	0,1630	2,13	0,033			
hız	-0,0536	0,0159	-3,37	0,001			
yg	0,0427	0,0200	5,81	0,000			

Tablo 14'deki veriler modelimizde yerine konursa;

$$E(A) = \exp(5,2019 + 0,5750*\ln L - 0,0536*hız + 0,0427yg) \quad (33)$$

Bu şekilde model elde edilmiş olur.

Burada;

n = Gözlem sayısı

p = Parametre sayısı

sd = Serbestlik derecesi

cons = Sabit terim

lnL = Seyahat edilen yol kilometresinin doğal logaritması

hız = Ortalama belirlenen hız

yg = Yaya geçidi sayısı

Tablo 14'den görüldüğü üzere, P değerleri % 95 güven aralığında olup, 0,05 değerinden oldukça düşüktürler.

Daha önceki araştırmacılar yol kilometresinin doğal logaritması ile kazalar arasında lineer bir ilişkinin olduğunu bulmuşlardır. Bu sebepten, modelleme aşamasında yol kilometresi, doğal logaritması şeklinde kullanılmıştır.

Modelleme aşamasında, kesimlerdeki YOGT değerleri, kavşak sayıları ve şerit sayıları da bağımsız değişken olarak kullanılmış, fakat bu değerler %95 güven aralığında anlamlı çıkmadığı için modelimize katılmamışlardır.

Literatür kısmında da bahsedildiği gibi düz yol kesimlerinde, kurbalarda ya da kavşaklarda bağımsız değişken olarak kullanılan YOGT 'nin artışı kaza sayılarında artışa

neden olmaktadır. Bu çalışmada, YOGT değeri modelimize eklendiğinde negatif değerli bir katsayı vermiştir. Bunun böyle çıkmasının sebebi, bu çalışmayı yaptığımız yol kesimde birkaç yıldır süren yol çalışmalarının olması ve verilerde YOGT değerlerinin yıllara göre dalgalı değerlerde olmasıdır. Bunun sonucu YOGT değeri model tarafından hem anlamlı bulunmamış ve hem de negatif değerde çıkmıştır. Ayrıca kavşakların da kazaların meydana gelmesinde önemli noktalar olduğu bilinmektedir ve kavşak sayısı arttıkça kazalar artmaktadır. Bu çalışmada, kavşak için elde edilen katsayının % 95 güven aralığında anlamlı çıkmaması, daha önce YOGT değeri için bahsedildiği gibi, bu çalışmayı yaptığımız yol kesiminde süren yol çalışmaları ile yolun güzergahının ve durumunun değişmesindedir. Eğer, bu kesimlerde 2007 yılından sonra ki yıllardaki kaza verileri ile trafik ve yol karakteristikleri kullanılarak kaza tahmin modelleme çalışması yapılırsa, YOGT ve kavşak sayısı değerlerinin anlamlı çıkacağı gözlemlenebilir.

2.4.2. Model Sonuçları

Elde ettiğimiz modelde, yol kilometresinin pozitif değerli katsayısı bize, seyahat edilen yol kilometresi arttığında kazaların da arttığını göstermektedir. Aynı şekilde yol üzerindeki yaya geçitlerindeki artış da kazaların artmasına neden olmaktadır. Çünkü bu kesimlerde araçlar ile yayalar arasında çatışma noktaları oluşmaktadır.

Modelimizin diğer parametresi olan hız parametresinin katsayısı ise negatif çıkmıştır. Normal de hız arttıkça kazalar artmaktadır. Fakat buradaki hız, ortalama yol kesimi için belirlenen hız olup, bu değer, belirlenen yol kesiminin hızının yerleşim yeri veya yerleşim yeri dışı olan kesimi için belirlenen hız limitleri esas alınarak belirlenmiştir. Yani bu hız değerlerinin artması yerleşim yeri dışına çıkmayı göstermekte ve kazaların buralarda az olduğunu, hız değerinin düşük olması ise yerleşim yeri içine girmeyi ve buralardaki kazaların daha çok olduğunu göstermektedir.

Modelimizde dağılım parametresi α değeri, 1,217 olarak hesaplanmıştır. Bu değer bize modelimizin Poisson dağılımda aşırı yayılım yaptığını ve modelimiz için seçilen Negatif Binom'un doğru model olduğunu göstermektedir.

Uyum iyiliği değerine bakıldığında ise, ortalama Pearson χ^2 değerinin (Pearson χ^2 / sd), 1,044 değerinde olduğu, bu değer kabul edilir değer olan 0,8 ile 1,2 arasında olup, modelin Negatif Binom modeline uyduğunu göstermektedir.

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ülkemiz istatistikleri incelendiğinde, yük ve yolcu taşımacılığında ezici bir yoğunluğun karayolu taşımacılığına verildiği apaçık görülmektedir. Karayolu taşımacılığının ön plana çıkması da beraberinde bir takım sorunları getirmiştir. Bu sorunların en büyüğü, maddi ve manevi kayıplara neden olan, hem insan psikolojisinde hem de ülke ekonomisinde derin yaralar açan trafik kazalarıdır. Trafik kaza sayılarındaki artıştan da anlaşıldığı gibi ülkemizde karayolu güvenliğine gereken önem verilmemekte, kazaların doğurduğu sorunlar hâlâ tam olarak algılanamamaktadır.

Kazaları ve şiddetlerini azaltacak bazı önlemler mevcuttur. Bu önlemler, alkollü araç kullanımını önlemek, trafik kurallarına uymak, hız kontrolünü doğru yapmak, emniyet kemeri ve kask kullanmak, karayolu altyapısını ve taşıt tasarımını geliştirmek, taşıtların bakımını ve karayolu kaza kurbanlarına uygun yardımı sağlamak, karayolu güvenliği hakkında gerekli eğitimleri vermek vb. şeklinde sıralanabilir. Önemli olan bu önlemlerin etkin, dengeli ve sistematik bir şekilde uygulanmasıdır.

Kazaların oluşumunda insan faktörü en büyük payı almakta, araç, yol ve çevre faktörleri çok küçük değerlerde kalmaktadır.

Ulaşımın ana ögesini oluşturan yol ve çevre faktörü, istatistiklerde çok düşük değerlerde görünse bile kazaların oluşumunda doğrudan bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü karayolu yapısındaki sorun direkt sürücü veya aracı etkilemekte ve kazalarla sonuçlanan kötü durumlar oluşmaktadır. Ülkemizde yol ve çevre faktörünün düşük değerlerde olmasının sebebi; Trafik Kazası Tespit Tutanaklarının hazırlanmasındaki eksiklikler ve bu raporları hazırlayan polislerin mühendislik bilgilerindeki yetersizliklerdir. Yola verilebilecek bir kusurun sürücülere yüklemesi ile bu tablo ortaya çıkmaktadır. Eğer ki, uygun değerlendirmeler yapılabilsse kazaların oluşumunda yol faktörünün %20-25 değerlerine ulaşabileceği, bunun da göz ardı edilemeyecek bir oran olduğu görülmektedir.

Yapılan bu tez çalışmasında, karayolu güvenliğinin değerlendirilmesinde, ülkemiz ulaştırma tercihinin ortaya çıkardığı trafik kazaları sorunundan yola çıkarak, kazaların azaltılmasında yol ve trafik karakteristiklerinin kaza oluşumlarındaki etkileri göz önünde bulundurularak, $E(A) = \exp(5,2019 + 0,5750 \cdot \ln L - 0,0536 \cdot \text{hız} + 0,0427 \cdot \text{yg})$ şeklindeki kaza tahmin modeli oluşturulmuştur. Modelin istatistiksel uyumu sağlanmış, model sonucunda, seyahat edilen yol kilometresi arttıkça ve yol üzerindeki yaya geçit sayıları

artıkça kaza sayılarının arttığı, ortalama belirlenen hız değeri arttıkça kaza sayısının azaldığı bulunmuştur. Yüksek hız limitleri belirlenmiş olan yol kesimlerinde, düşük hız limitleri belirlenmiş yol kesimlerine göre daha az kaza meydana geldiği belirlenmiştir.

Bu modelden yola çıkarak, yol üzerindeki yaya geçitleri sayısını azaltarak, bunları üst veya alt geçitler haline getirerek meydana gelecek kazaları azaltmak yolunda bir çalışma yapılabilir. Ayrıca, yerleşim yeri dışına göre daha fazla kazanın meydana geldiği yerleşim yerlerinde ise; hız limitlerine uygunluk ve emniyet kemeri kullanımı kontrol edilerek, uygun yol güzergahları ve emniyetli çevre koşulları sağlanarak ve yolu kullananlara trafik hakkında gerekli eğitimi verilerek kazalar engellenebilir.

Kaza tahmin modellemesi üzerine ileriki dönemlerde yapılacak çalışmalarda; modelleme aşamasında daha fazla değişken kullanılarak, trafik ve yol karakteristiklerinin yanı sıra diğer değişkenlerinde kaza sayıları üzerindeki etkileri belirlenebilir. Örneğin, sosyoekonomik ve demografik veriler, arazi kullanımı ile ilgili veriler (sanayi bölgesi, yaşam alanı vb. gibi) kullanılarak kaza modelleri geliştirilebilir. Ayrıca kaza oluşum şekillerine göre de modeller oluşturulup, yol kesimleri, kurbalar ve kavşaklardaki kazaların modellemesi yapılabilir. Elde edilen bu modeller ile, gelecekte meydana gelecek kazalar tahmin edilebilir, ulaşım planlama aşamasında yol güvenliğinin sağlanması için gerekli önlemler alınabilir.

4. KAYNAKLAR

- Al-Ghirbal, A. S. ve Al-Ghamdi, A. S., 2006. Predicting Severe Accidents Rates at Roundabouts Using Poisson Distribution, TRB Annual Meeting, TRB paper 06-1684.
- Altuntaş, H. D., 2005. Kara Noktaların Belirlenmesi İçin Bir Yöntem Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Anonim 1, 2004. Congestion charging: update on scheme impacts and operations, Transport for London, London.
<http://www.tfl.gov.uk/tfl/downloads/pdf/congestion-charging/cc-12monthson.pdf> 17.02.2004
- Anonim 2, 1998. 9. Ulaştırma Şurası, Karayolu Ulaştırma Komisyon Raporu, T.C. Ulaştırma Bakanlığı, Ankara, 109 s.
- Anonim 3, 2001. Ulusal Karayolu Trafik Güvenliği Sistemi Taslak Nihai Raporu, Ankara.
- Anonim 4, 1986. Yol Emniyet Etüdü, ODTÜ.
- Bektaş, S., 2002. Aksaray İli ve Çevre Karayollarında Meydan Gelen Trafik Kazalarının Çok Yönlü Analizi ve Kaza Tahmin Modeli, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Caliendo, C., Guida, M. ve Parisi, A., 2007. A Crash Prediction Model for Multilane Roads, Accident Analysis and Prevention, 39, 4, 657-670.
- Camkesen (Öcal), N., 1998. Trafik Kaza Analizleri ve Kaza Tahmin Modelleri, Doktora Tezi, Y.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Cribbins P. D., Arey J. M. ve Donaldson J. K., 1967. Effects of Selected Roadway and Operational Characteristics on Accidents on Multilane Highways, Highway Research Board, Washington D. C., Highway Research Record, 188, 8-25.
- Çömlekçi, N., 1989. Temel İstatistik, Bilim ve Teknik Yayınevi, Eskişehir.
- Dart, O. K. ve Mann, L., 1970. Relationship of Rural Highway Geometry to Accident Rates in Louisiana, Highway Research Board, Washington D. C., Highway Research Record, 312, 1-16.
- De Leaur, P. ve Sayed, T., 2002. Developing a Sistematic Framework for Proactive Road Safety Planning, Presented at the 81 st Annual Meeting of the Transportation Research Board, TRB, Washington D. C.

- D.P.T., 2001. 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ulaştırma Özel İhtisas Komisyonu Raporu Trafik Düzeni, Karayollarında Can Güvenliği Alt Komisyonu Raporu, Ankara.
- EGM, 2000. Türkiye’de Yaya Kazaları Tipolojileri 1. Baskı, Trafik Araştırma Merkezi Müdürlüğü, Ankara.
- EGM, 2001. Türkiye ve Dünyada Karayolu Trafik Kazalarının Değerlendirmeleri, T.C. EGM Trafik Hizmetler Başkanlığı, Ankara.
- Filiz, Z., 1995. Trafik Kazalarındaki Ölümlerde Yaş ve Cinsiyet için Risk Gruplarının Poisson Regresyonu Tekniğiyle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Gamgam, Z., 2000. Trafik Kazalarında Tehlikeli Kesimlerin Belirlenmesi İçin Geliştirilen Bir Sistem Önerisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Greibe, P., 2003. Accident Prediction Models for Urban Roads, Accident Analysis and Prevention, 35, 2, 273-285.
- Hadayeghi, A., 2002. Accident Prediction Models for Safety Evaluation of Urban Safety Transportation, Yüksek Lisans Tezi, Toronto Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kanada.
- Hadayeghi, A., Shalaby, A. S., Persaud, B. N. ve Cheung, C., 2006. Temporal Transferability and Updating of Zonal Level Accident Prediction Models, Accident Analysis and Prevention, 38, 3, 579-589.
- Hauer, E., 2001. Overdispersion in Modelling Accidents on Road Sections and in Empirical Bayes Estimation, Accident Analysis and Prevention, 33, 6, 799-808.
- Jacobs, G.D., 1976. A Study of Accident Rates in Developing Countries, Transport and Road Research Laboratory, TRRL Laboratory Report, 732, Crowthorne.
- Jovanis, P.P. ve Chang, H.L., 1986. Modeling the Relationship of Accidents to Miles Traveled, National Research Council, Transportation Research Board, Washington, D.C., Transportation Research Record, 1068, 42-51.
- Keleş, İ., 2007. Karayolu Trafik Güvenliği Kurulu Trafik Kazalarında Vatandaşlık Bilincini Medyanın Sorumluluğunu Sorguluyor.
http://www.egm.gov.tr/egitim/dergi/eskisayi/33/makaleler/ismail_keles.doc
08.10.2007
- KGM, Haziran 2007. Trafik Kazaları Özeti 2006, K.G.M. Bakım Dairesi Başkanlığı Trafik Şubesi Müdürlüğü, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara.

- KGM, 2007. Stratejik Plan 2007-2011, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara.
- KGM, 2008. 2007 Yılı Devlet ve İl Yolları Uzunlukları, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Lawless, J. F., 1987. Negative Binomial and Mixed Poisson Regression, The Canadian Journal of Statistics, 15, 3, 209-225.
- Liang, K. Y. ve Zeger, S. L., 1986. Longitudinal Data Analysis Using Generalized Linear Models, Biometrika, 73, 1, 13-22.
- Lord, D. ve Persaud, B. N., 2000. Accident Prediction Models With and Without Trend: Application of the Generalized Estimating Equations (GEE) Procedure, Transportation Research Board 79. Yıllık Toplantısı, 9-15 Ocak 2000, Washington, D.C.
- Lord, D., Washington, S. P. ve Ivan, J. N., 2005. Poisson, Poisson-Gamma ve Zero Inflated Regression Models of Motor Vehicle Crashes: Balancing Statistical Fit and Theory, Accident Analysis and Prevention, 37, 1, 35-46.
- Miranda-Moreno, L. F., 2006. Statistical Models and Methods for Identifying Hazardous Locations for Safety Improvements, Doktora Tezi, Waterloo Üniversitesi, Kanada.
- McCullaugh, B.F. ve Hankins, K.D., 1966. Skid Resistance Guidelines for Surface Improvements on Texas Highways, Highway Research Board, Washington D. C., Highway Research Record, 131, 204-217.
- McCullagh, P. ve Nelder, J.A., 1989. Generalized Linear Models, Second Edition, Chapman and Hall, London.
- Özdirim, M., 1994. Trafik Mühendisliği 2, Karayolu Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.
- Özdirim, M., 2003. Trafik Teknolojisi 2, Jandarma Okullar Komutanlığı Yayınları, Ankara.
- Öztaş, G., 1982. Türkiye'deki Trafik Kazalarının Çok Yönlü Klinik Araştırması, Doktora Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Persaud, B. N., 1991. Estimating Accident Potential of Ontario Road Sections, National Research Council, Transportation Research Board, Washington D. C., Transportation Research Record, 1327, 47-53.
- Persaud, B. N. ve Dzbik, L., 1993. Accident Prediction Models for Freeways, Transportation Research Board, Washington D. C., Transportation Research Record, 1401, 55-60.

- PIARC, 1996. Karayolu Trafik Kazaları, PIARC Karayolu Güvenliği Komitesi, YTMK, Ankara.
- Poch, M. ve Mannering, F., 1996. Negative Binomial Analysis of Intersection-Accident Frequencies, Journal of Transportation Engineering, 122, 2, 105-113.
- Qin, X., Ivan, J. N. ve Ravishanker, N., 2004. Selecting Exposure Measures in Crash Rate Prediction for Two-lane Highway Segments, Accident Analysis and Prevention, 36, 2, 183-191.
- Racioppi, F., Eriksson, L., Tingvall, C. ve Villveces, A., 2006. Karayollarında trafik Kazalarının Önlenmesi: Avrupa İçin Bir Halk Sağlığı Perspektifi. www.traffic.bilkent.edu.tr/who/at_raporu.pdf 06.07.2006
- Roberts, K., 2001. Safety Conscious Planning, The Development of the safet Transportation Network Planning Process. <http://www.ite.org/pdf/SafetyConsciousPlanning.pdf> 25.12.2006
- Satterwaite, S. P., 1981. A Survey of Research into the Relationships Between Traffic Accidents and Traffic Volumes, Transport and Road Research Laboratory, TRRL, Supplementary Report 692, United Kingdom.
- Sawalha, Z. A., 2002. Traffif Accident Modeling: Statistical İssues and Safety Applications, Doktora Tezi, The University of Biritish Colombia , Kanada.
- Shankar, V. N., Milton, J. ve Mannering, F., 1997. Modeling Accident Frequency as Zero-altered Probabilty Process: An Empirical Inquiry, Accident Analysis and Prevention, 29, 6, 829-837.
- STAIRS, Standardisation of Accident and Injury Registration Systems, 1999. Final report, LoughboroughUniversity, Leicestershire. <http://www.lboro.ac.uk/research/esri/vsrc/stairs> 01.02. 2004
- Sung, N., 2000. Evaluation of Safety at Freeway İnterchanges, Doktora Tezi, Michigan State University, Michigan.
- SweRoad-Ana Rapor, 2001. Ulusal Trafik Güvenliği Programı, T.C. Karayolu İyileştirmesi ve Trafik Güvenliği, KİTĞİ.
- SweRoad-Ekler, 2001. Ulusal Trafik Güvenliği Programı, T.C. Karayolu İyileştirmesi ve Trafik Güvenliği, KİTĞİ.
- Tan, A., 2002. TBMM Türkiye Trafik Güvenliği Komisyon Raporu, TBMM Basımevi, Ankara.
- Temel, F. ve Özcebe, H., 2007. Türkiye'de Karayollarında Trafik Kazaları <http://www.ttb.org.tr/STED/2006/kasim/turkiye.pdf> 07.10.2007

- TRL, 1991. Towards Safer Roads in Developing Countries, Transport Research Laboratory.
- Tunç, A., 2003. Trafik Mühendisliği ve Uygulamaları, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara.
- Türe, F., Çelik, F. ve Aytaç, B. P., 2008. Karayollarında Kaza Oluşumu ile Karayolu Güvenlik İlişkisinin İncelenmesi, Karayolu 1. Ulusal kongresi, 01-03 Nisan 2008, YTMK, Ankara.
- TÜİK, 2007. <http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do> 14.04.2007
- WHO, 2004. Karayollarında Trafik Kazalarının Önlenmesi Dünya Raporu 1 – Özet, World Health Organization.
[http://undp.un.org.tr/who/traffic/Road%20Traffic%20-%20World%20Report%20\(Summary\).pdf](http://undp.un.org.tr/who/traffic/Road%20Traffic%20-%20World%20Report%20(Summary).pdf) 21.04.2006
- Yayla, N., 2002. Karayolu Mühendisliği, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- YTMK, 1999. Ulaşım Araştırmaları, Yol Güvenliği İlkeleri ve Modelleri, Yollar Türk Milli Komitesi.

5. EKLER

Ek. 1. Trabzon Bölünmüş Sahil Yolu kaza verileri analizlerinin bilgisayar programındaki çıktıları

```
. odbc load, dialog(complete) dsn("Excel Dosyaları") table("Sayfa3$")
```

```
. summarize KZS ln_L YOGT ser kav hız yg
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
KZS	70	45.44286	70.03573	0	315
ln_L	70	1.537985	1.113863	-.6931472	3.624341
YOGT	70	17024.83	13894.36	6052	60448
ser	70	4.714286	1.229385	2	6
kav	70	7	5.860702	1	21
hız	70	60.25	9.851708	50	86
yg	70	11.42857	11.82428	0	38

```
. summarize KZS, detail  
KZS
```

Percentiles	Smallest		
1%	0	0	
5%	0	0	
10%	1	0	Obs 70
25%	4	0	Sum of Wgt. 70
50%	19		Mean 45.44286
		Largest	Std. Dev. 70.03573
75%	57	233	
90%	136.5	266	Variance 4905.004
95%	233	289	Skewness 2.383521
99%	315	315	Kurtosis 8.20442

```
. tabulate KZS
```

KZS	Freq.	Percent	Cum.
0	5	7.14	7.14
1	6	8.57	15.71
2	3	4.29	20.00
3	3	4.29	24.29
4	3	4.29	28.57

Ek 1.'in devamı

5	3	4.29	32.86
6	1	1.43	34.29
9	2	2.86	37.14
11	3	4.29	41.43
12	1	1.43	42.86
14	2	2.86	45.71
16	2	2.86	48.57
19	2	2.86	51.43
20	1	1.43	52.86
22	1	1.43	54.29
24	1	1.43	55.71
25	2	2.86	58.57
26	1	1.43	60.00
30	1	1.43	61.43
31	1	1.43	62.86
34	2	2.86	65.71
35	2	2.86	68.57
43	1	1.43	70.00
54	1	1.43	71.43
55	1	1.43	72.86
56	1	1.43	74.29
57	2	2.86	77.14
58	1	1.43	78.57
59	1	1.43	80.00
62	2	2.86	82.86
69	1	1.43	84.29
76	1	1.43	85.71
77	1	1.43	87.14
102	1	1.43	88.57
123	1	1.43	90.00
150	1	1.43	91.43
162	1	1.43	92.86
200	1	1.43	94.29
233	1	1.43	95.71
266	1	1.43	97.14
289	1	1.43	98.57
315	1	1.43	100.00
<hr/>			
Total	70	100.00	

Ek 1.'in devamı

```
. glm KZS ln_L YOGT ser kav yg, family(poisson) link(log)
```

```
Iteration 0: log likelihood = -1165.9898
Iteration 1: log likelihood = -1093.5863
Iteration 2: log likelihood = -1093.2171
Iteration 3: log likelihood = -1093.217
Iteration 4: log likelihood = -1093.217
```

```
Generalized linear models      No. of obs      =      70
Optimization   : ML           Residual df     =      64
Scale parameter =            1
Deviance       = 1877.700532   (1/df) Deviance = 29.33907
Pearson        = 2090.222179   (1/df) Pearson  = 32.65972
```

```
Variance function: V(u) = u      [Poisson]
Link function      : g(u) = ln(u) [Log]
```

```
Log likelihood = -1093.217021    AIC      = 31.4062
                                BIC      = 1605.797
```

```
-----
```

	KZS	Coef.	OIM Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ln_L		.5055002	.0577985	8.75	0.000	.3922173	.6187832
YOGT		-.0000141	2.09e-06	-6.75	0.000	-.0000182	-.00001
ser		-.084398	.0248841	-3.39	0.001	-.1331698	-.0356261
kav		.1648712	.0086964	18.96	0.000	.1478265	.1819159
yg		-.0572726	.0036341	-15.76	0.000	-.0643953	-.05015
_cons		2.644185	.1471889	17.96	0.000	2.3557	2.93267

```
-----
```

```
. poisson KZS YOGT ser kav hız yg ln_L
```

```
Iteration 0: log likelihood = -1174.9515
Iteration 1: log likelihood = -1089.0958
Iteration 2: log likelihood = -1088.5396
Iteration 3: log likelihood = -1088.5395
Iteration 4: log likelihood = -1088.5395
```

```
Poisson regression      Number of obs =      70
LR chi2(6)              = 3385.58
Prob > chi2             = 0.0000
Log likelihood = -1088.5395 Pseudo R2      = 0.6086
```

Ek 1.'in devamı

KZS	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
YOGT	-.0000169	2.29e-06	-7.38	0.000	-.0000214	-.0000124
ser	-.0575871	.0271958	-2.12	0.034	-.1108899	-.0042843
kav	.1870624	.0113169	16.53	0.000	.1648817	.2092431
hız	.0158826	.005197	3.06	0.002	.0056967	.0260685
yg	-.0760647	.0071883	-10.58	0.000	-.0901535	-.061976
ln_L	.5546479	.0609346	9.10	0.000	.4352182	.6740776
_cons	1.582429	.3851357	4.11	0.000	.8275765	2.337281

. estat gof, pearson

Goodness-of-fit chi2 = 2127.061
 Prob > chi2(63) = 0.0000

. glm KZS, family(nbinomial) link(log)

Iteration 0: log likelihood = -348.51837
 Iteration 1: log likelihood = -337.991
 Iteration 2: log likelihood = -337.91654
 Iteration 3: log likelihood = -337.91651
 Iteration 4: log likelihood = -337.91651

Generalized linear models	No. of obs	=	70
Optimization : ML	Residual df	=	69
	Scale parameter	=	1
Deviance = 161.2403934	(1/df) Deviance	=	2.336817
Pearson = 160.3628966	(1/df) Pearson	=	2.3241

Variance function: $V(u) = u + (1)u^2$ [Neg. Binomial]
 Link function : $g(u) = \ln(u)$ [Log]

Log likelihood = -337.9165053
 AIC = 9.683329
 BIC = -131.9058

KZS	Coef.	OIM Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
_cons	3.816456	.1208308	31.59	0.000	3.579632	4.05328

Ek 1.'in devamı

. glm KZS YOGT ser kav ln_L yg hız, family(nbinomial) link(log)

Iteration 0: log likelihood = -306.30562
 Iteration 1: log likelihood = -304.84237
 Iteration 2: log likelihood = -304.82535
 Iteration 3: log likelihood = -304.82535

Generalized linear models	No. of obs	=	70
Optimization : ML	Residual df	=	63
	Scale parameter	=	1
Deviance = 95.05807531	(1/df) Deviance	=	1.508858
Pearson = 77.07583935	(1/df) Pearson	=	1.223426

Variance function: $V(u) = u + (1)u^2$ [Neg. Binomial]
 Link function : $g(u) = \ln(u)$ [Log]

Log likelihood = -304.8253463	AIC	=	8.909296
	BIC	=	-172.5971

KZS	Coef.	OIM Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
YOGT	-.0000108	.0000151	-0.71	0.477	-.0000404	.0000189
ser	.0526973	.2335706	0.23	0.821	-.4050926	.5104872
kav	.1126524	.1074007	1.05	0.294	-.0978491	.3231539
ln_L	.43478	.3092951	1.41	0.160	-.1714272	1.040987
yg	-.0156894	.0550233	-0.29	0.776	-.1235332	.0921544
hız	-.0211704	.0333979	-0.63	0.526	-.0866291	.0442883
_cons	3.262391	2.521051	1.29	0.196	-1.678778	8.20356

. nbreg KZS ln_L yg hız, dispersion(mean)

Fitting Poisson model:

Iteration 0: log likelihood = -1249.5541
 Iteration 1: log likelihood = -1232.0168
 Iteration 2: log likelihood = -1231.9799
 Iteration 3: log likelihood = -1231.9799

Fitting constant-only model:

Iteration 0: log likelihood = -337.91651
 Iteration 1: log likelihood = -325.44351
 Iteration 2: log likelihood = -325.33699

Ek 1.'in devamı

Iteration 3: log likelihood = -325.33693

Iteration 4: log likelihood = -325.33693

Fitting full model:

Iteration 0: log likelihood = -313.55151

Iteration 1: log likelihood = -307.08473

Iteration 2: log likelihood = -304.92712

Iteration 3: log likelihood = -304.88183

Iteration 4: log likelihood = -304.88182

Negative binomial regression

Number of obs = 70

LR chi2(3) = 40.91

Dispersion = mean

Prob > chi2 = 0.0000

Log likelihood = -304.88182

Pseudo R2 = 0.0629

KZS	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ln_L	.5736395	.1785132	3.21	0.001	.22376	.923519
yg	.0430192	.0220775	1.95	0.051	-.0002519	.0862903
h1z	-.0539568	.0174879	-3.09	0.002	-.0882323	-.0196812
_cons	5.217865	.9825541	5.31	0.000	3.292094	7.143635
/lnalpha	.1966504	.1683177			-.1332462	.526547
alpha	1.217318	.2048962			.8752496	1.693076

Likelihood-ratio test of alpha=0: chibar2(01) = 1854.20 Prob>=chibar2 = 0.000

. glm KZS ln_L yg h1z, family(nbinomial) link(log)

Iteration 0: log likelihood = -308.14993

Iteration 1: log likelihood = -305.63339

Iteration 2: log likelihood = -305.58665

Iteration 3: log likelihood = -305.58662

Generalized linear models

No. of obs = 70

Optimization : ML

Residual df = 66

Scale parameter = 1

Deviance = 96.58062802

(1/df) Deviance = 1.463343

Pearson = 68.92131451

(1/df) Pearson = 1.044262

Variance function: $V(u) = u + (1)u^2$

[Neg. Binomial]

Link function : $g(u) = \ln(u)$

[Log]

Ek 2. KGM 2007 karayolu bölge ağ durumu



Ek 3. 2002 yılı içerisinde meydana gelen trafik kazalarına ait bilgiler (010-21 kesim nolu yol için)

KAZANIN YERİ					KAZA TARİHİ		KAZANIN OLUŞ ŞEKLİ										KAZAYA KARIŞAN ARACIN CİNSİ SAYI OLARAK										SONUÇ		
BÖLGE NO.	YOL NUMARASI	KESİM NO.	KİLOMETRE	+METRE	AY	GÜN	ÇARPIŞMA	TRENE ÇARPMA	DEVİRİME	DURAN ARACA ÇARPMA	YAYAYA ÇARPMA	HAYVANA ÇARPMA	SABİT CİSME ÇARPMA	ARAÇTAN DÜŞME	YOLDAN ÇIKMA	DİĞER	OTOMOBİL	MINİBÜS	KAMYONET	OTOBÜS	KAMYON	MOTOSİKLET	BİSİKLET	TİR	TRAKTÖR	DİĞER	ÖLÜ SAYISI	YARALI SAYISI	MADDİ HASAR MİKTARI (MİLYON TL)
10	10	21	0	20	9	12	1										1					1						1	2000
10			0	300	4	20									1		1												500
10			0	400	11	24									1			1										1	10000
10			0	500	10	15	1															2						2	3400
10			0	500	11	19									1			1									1	1	
10			0	600	11	29	1										1					1						1	10000
10			0	800	12	8	1										1			1									5000
10			1	0	7	26	1										1		1										3000
10			1	0	9	23									1									1					2200
10			2	0	9	11	1															2							3000
10			2	700	10	2	1												1	1	1								2550
10			2	800	10	16									1				1		1						1	2500	
10			2	800	10	27	1										1			1							3	3000	
10			2	800	10	27	1										1			1							1	3000	
10			3	0	12	29							1						1										750
10			3	200	8	15									1						1								1000
10			3	200	9	8			1												1							1	3000
10			3	500	10	5	1										1				1						1	2500	
10			4	0	8	3	1										1				1						4	3000	
10			4	0	9	9	1											1			1								2000
10			4	0	9	1	1										1	1									1	2500	
10			4	0	11	15				1									1		1						1	5000	

Ek 3.'ün devamı

KAZANIN YERİ					KAZA TARİHİ		KAZANIN OLUŞ ŞEKLİ										KAZAYA KARIŞAN ARACIN CİNSİ SAYI OLARAK										SONUÇ				
BÖLGE NO.	YOL NUMARASI	KESİM NO.	KİLOMETRE	+METRE	AY	GÜN	ÇARPIŞMA	TRENE ÇARPMA	DEVİRİME	DURAN ARACA ÇARPMA	YAYAYA ÇARPMA	HAYVANA ÇARPMA	SABİT CİSME ÇARPMA	ARAÇTAN DÜŞME	YOLDAN ÇIKMA	DİĞER	OTOMOBİL	MINİBÜS	KAMYONET	OTOBÜS	KAMYON	MOTOSİKLET	BİSİKLET	TİR	TRAKTÖR	DİĞER	ÖLÜ SAYISI	YARALI SAYISI	MADDİ HASAR MİKTARI (MİLYON TL)		
10	10	21	4	0	11	24	1										1			1										5000	
10			4	0	12	30	1										1				1									1800	
10			4	100	8	2	1										1				1							2		4500	
10			4	100	12	14	1										1		1									1		5000	
10			4	200	11	28									1		1											6		5000	
10			4	500	7	24	1										1	1												1000	
10			4	500	9	5	1										1													2500	
10			4	750	12	11					1						1											1		4500	
10			5	0	7	4	1										1				1									1000	
10			5	0	7	29					1								1									1		200	
10			5	0	8	28	1											1	1											2300	
10			5	500	3	26	1										1		1								1			3500	
10			5	500	9	29							1				1											6		2500	
10			5		2	21							1				1											1		2000	
10			5								1							1													1300
10			6	0	1	26	1										2														4000
10			6	0	5	6									1			1										2			1500
10			6	0	7	20	1										1			1											3500
10			6	0	8	3	1										2														600
10			6	0	11	12							1						1									1			4000
10			6	0	12	8									1						1							1			4650
10			6	0	12	28	1										1	1													300

Ek 3.'ün devamı

KAZANIN YERİ					KAZA TARİHİ		KAZANIN OLUŞ ŞEKLİ										KAZAYA KARIŞAN ARACIN CİNSİ SAYI OLARAK										SONUÇ		
BÖLGE NO.	YOL NUMARASI	KESİM NO.	KİLOMETRE	+METRE	AY	GÜN	ÇARPIŞMA	TRENE ÇARPMA	DEVİRİLME	DURAN ARACA ÇARPMA	YAYAYA ÇARPMA	HAYVANA ÇARPMA	SABİT CİSME ÇARPMA	ARAÇTAN DÜŞME	YOLDAN ÇIKMA	DİĞER	OTOMOBİL	MINİBÜS	KAMYONET	OTOBÜS	KAMYON	MOTOSİKLET	BİSİKLET	TİR	TRAKTÖR	DİĞER	ÖLÜ SAYISI	YARALI SAYISI	MADDİ HASAR MİKTARI (MİLYON TL)
10	10	21	6	300	12	26			1										1									1	2000
10			6	500	10	18	1										1				1							1	7000
10			6	600	3	27	1										1	1											2500
10			6	600	11	11									1		1											1	5000
10			6	600	10	29			1													1						1	8000
10			6	600	12	29	1										1		1										1500
10			6	630	10	14							1									1							6500
10			6	700	4	16	1										1		1									1	650
10			6	900	12	16			1						1		1											1	5000
10			7	100	7	9									1		1											1	3000
10			7	200	6	22	1															2							1100
10			7	300	5	31	1										2					1						1	3500
10			7	300	5	31	1										1					1					5	1100	
10			7	960	12	18									1		1												1500
10			8	0	3	17	1												1			1						2	7000
10			8	30	7	17									1		2												400
10			8	100	11	1	1										2											1	5000
10			8	400	6	23	1										1		1										1500
10			8	500	6	23					1						1											1	10
10			8	700	5	5					1						1											1	150
10			8	950	8	19	1										1	1											350
10			8	990	2	5	1										1					1							1600

Ek 3.'ün devamı

KAZANIN YERİ					KAZA TARİHİ		KAZANIN OLUŞ ŞEKLİ										KAZAYA KARIŞAN ARACIN CİNSİ SAYI OLARAK										SONUÇ				
BÖLGE NO.	YOL NUMARASI	KESİM NO.	KİLOMETRE	+METRE	AY	GÜN	ÇARPIŞMA	TRENE ÇARPMA	DEVİRİLME	DURAN ARACA ÇARPMA	YAYAYA ÇARPMA	HAYVANA ÇARPMA	SABİT CİSME ÇARPMA	ARAÇTAN DÜŞME	YOLDAN ÇIKMA	DİĞER	OTOMOBİL	MINİBÜS	KAMYONET	OTOBÜS	KAMYON	MOTOSİKLET	BİSİKLET	TİR	TRAKTÖR	DİĞER	ÖLÜ SAYISI	YARALI SAYISI	MADDİ HASAR MİKTARI (MİLYON TL)		
10	10	21	9	0	3	17	1															2								1000	
10			9	0	5	5	1										1					1						1		3000	
10			9	0	7	25	1										1	1									1	1		10	
10			9	0	11	12					1														1			4		5000	
10			9	0	10	10					1										1							1		6000	
10			9	20	8	31							1									1									
10			9	50	7	28	1										1											1		25	
10			9	100	7	14	1										2											1		5	
10			9	200	12	3			1								1					1								75	
10			9	200	12	16	1												1								1			350	
10			9	250	6	8	1										2													600	
10			9	650	12	27	1												2									3		11000	
10			10	0	7	23									1				1											50	
10			10	40	6	17					1								1										1		50
10			10	600	5	13					1						1												1		30
10			11	0	5	26	1										1	1										1		50	
10			11	0	11	19							1				1													6000	
10			11	100	7	10	1										2														60
10			11	170	11	7	1										1		1												5000
10			11	200	11	2	1										1		1												5000
10			11	850	12	17			1	1							1		1			1									2750
10			12	0	3	1	1										2	1										1			100

Ek 3.'ün devamı

KAZANIN YERİ					KAZA TARİHİ		KAZANIN OLUŞ ŞEKLİ										KAZAYA KARIŞAN ARACIN CİNSİ SAYI OLARAK										SONUÇ		
BÖLGE NO.	YOL NUMARASI	KESİM NO.	KİLOMETRE	+METRE	AY	GÜN	ÇARPIŞMA	TRENE ÇARPMA	DEVİRİLME	DURAN ARACA ÇARPMA	YAYAYA ÇARPMA	HAYVANA ÇARPMA	SABİT CİSME ÇARPMA	ARAÇTAN DÜŞME	YOLDAN ÇIKMA	DİĞER	OTOMOBİL	MINİBÜS	KAMYONET	OTOBÜS	KAMYON	MOTOSİKLET	BİSİKLET	TİR	TRAKTÖR	DİĞER	ÖLÜ SAYISI	YARALI SAYISI	MADDİ HASAR MİKTARI (MİLYON TL)
10	10	21	13	0	5	2	1												2									1	100
10			13	200	6	18									1						1							1	100
10			13	400	12	26									1						1								1500
10			13	400	12	26	1												1		1								800
10			13	600	12	26	1										2											1	1300
10			13	900	11	6	1									1		1										1	
10			14	0	11	22	1												2									19	10000
10			14	500	6	12					1					1													100
10			14	600	6	10					1																		100
10			14	600	10	18	1											1					1				1	3000	
10			14	800	3	23					1					1													100
10			15	200	5	10									1		1											1	100
10			15	900	3	11									1		1											1	100
10			16	0	10	19	1										1	1									4	3500	
10			16	40	8	11									1			1											100
10			16	450	11	22	1										1				1						1	11500	
10			16	900	10	12							1				1				1								3000
10			17	400	11	19	1										2											2	4900
10			17	600	4	14									1				1										150
10			17	700	3	21			1								1												150
10			17	800	1	28									1		1										1	150	
10			17	900	8	22									1		1												170

Ek 3.'ün devamı

KAZANIN YERİ					KAZA TARİHİ		KAZANIN OLUŞ ŞEKLİ										KAZAYA KARIŞAN ARACIN CİNSİ SAYI OLARAK										SONUÇ				
BÖLGE NO.	YOL NUMARASI	KESİM NO.	KİLOMETRE	+METRE	AY	GÜN	ÇARPIŞMA	TRENE ÇARPMA	DEVİRİLME	DURAN ARACA ÇARPMA	YAYAYA ÇARPMA	HAYVANA ÇARPMA	SABİT CİSME ÇARPMA	ARAÇTAN DÜŞME	YOLDAN ÇIKMA	DİĞER	OTOMOBİL	MINİBÜS	KAMYONET	OTOBÜS	KAMYON	MOTOSİKLET	BİSİKLET	TİR	TRAKTÖR	DİĞER	ÖLÜ SAYISI	YARALI SAYISI	MADDİ HASAR MİKTARI (MİLYON TL)		
10	10	21	17	930	12	26							1						1											2000	
10			18	0	8	22					1										1									250	
10			18	190	8	20	1										1		1									1		250	
10			18	500	1	8				1											2									200	
10			18	550	6	24							1				1													210	
10			18	600	5	11	1										1				1							1		200	
10			18	650	12	14							1						1											1500	
10			18	650	12	19				1							1				1									2050	
10			19	200	4	29	1										1	1												300	
10			19	800	10	12									1		1													3000	
10			19	800	10	18	1										1		1											3000	
10			19	900	11	30	1											1	1									2		5000	
10			21	0	4	19	1										1	1			1									300	
10			21	0	12	9									1			1											1		5000
10			21	100	6	19	1														1										350
10			21	150	6	9			1										1										1		400
10			21	800	9	23									1		1														2100
10			21	900	5	9	1										2												1		300
10			22	0	8	12					1							1													400
10			23	300	1	3									1			1													400
10			23	500	5	8	1										1				1										400
10			24	0	7	20									1		1														500

Ek 3.'ün devamı

KAZANIN YERİ					KAZA TARİHİ		KAZANIN OLUŞ ŞEKLİ										KAZAYA KARIŞAN ARACIN CİNSİ SAYI OLARAK										SONUÇ			
BÖLGE NO.	YOL NUMARASI	KESİM NO.	KİLOMETRE	+METRE	AY	GÜN	ÇARPIŞMA	TRENE ÇARPMA	DEVİRİLME	DURAN ARACA ÇARPMA	YAYAYA ÇARPMA	HAYVANA ÇARPMA	SABİT CİSME ÇARPMA	ARAÇTAN DÜŞME	YOLDAN ÇIKMA	DİĞER	OTOMOBİL	MINİBÜS	KAMYONET	OTOBÜS	KAMYON	MOTOSİKLET	BİSİKLET	TİR	TRAKTÖR	DİĞER	ÖLÜ SAYISI	YARALI SAYISI	MADDİ HASAR MİKTARI (MİLYON TL)	
10	10	21	24	0	9	19	1										2													2100
10			24	100	4	17											1													450
10			24	500	12	25							1						1											1000
10			24	600	10	24	1											1				1								3000
10			24	600	12	24									1				1											500
10			25	0	7	20									1		1				1									500
10			25	0	8	3	1										1		1		1							3		500
10			25	100	12	10									1				1									1		2000
10			25	200	7	31									1		1													500
10			25	800	9	26									1				1											2500
10			27	0	7	1							1									1						1		500
10			27	300	5	25	1										2													500
10			27	300	12	11	1										2													400
10			28	0	7	18				1							1	1												500
10			28	150	11	13									1		1											1		
10			28	600	12	11	1											1				1								250
10			29	0	4	4						1					1											1		500
10			29	400	3	27	1										1							1						500
10			29	400	1	17							1									1								500
10			29	500	5	22	1										1		1											500
10			30	400	1	3									1		1													500

Ek 3.'ün devamı

KAZANIN YERİ					KAZA TARİHİ		KAZANIN OLUŞ ŞEKLİ										KAZAYA KARIŞAN ARACIN CİNSİ SAYI OLARAK										SONUÇ		
BÖLGE NO.	YOL NUMARASI	KESİM NO.	KİLOMETRE	+METRE	AY	GÜN	ÇARPIŞMA	TRENE ÇARPMA	DEVİRİLME	DURAN ARACA ÇARPMA	YAYAYA ÇARPMA	HAYVANA ÇARPMA	SABİT CİSME ÇARPMA	ARAÇTAN DÜŞME	YOLDAN ÇIKMA	DİĞER	OTOMOBİL	MINİBÜS	KAMYONET	OTOBÜS	KAMYON	MOTOSİKLET	BİSİKLET	TİR	TRAKTÖR	DİĞER	ÖLÜ SAYISI	YARALI SAYISI	MADDİ HASAR MİKTARI (MİLYON TL)
10	10	21	30	500	3	9						1					1											2	500
10			30	500	1	25									1		1												550
10			31	300	8	26	1										2												600
10			31	900	11	3	1										1					1						1	1200
10			31	950	5	14	1										2												550
10			32	0	6	24					1										1								600
10			32	100	6	2									1		1												600
10			32	500	4	20					1											1							600
10			32	500	11	26	1											1	1									1	10000
10			32	900	10	13	1										1				1								3250
10			33	0	3	4									1				1										600
10			33	100	8	5						1					1											1	700
10			33	700	8	10					1						1											1	700
10			34	0	7	9						1					1												700
10			34	850	1	11									1		1											1	700
10			35	0	5	10									1		1												700
10			36	200	12	18					1							1									1	1	
10			36	250	4	28									1						1								750
10			36	300	6	29	1										1												750
10			36	400	6	29	1											2											750
10			36	600	12	7	1										2												1500
10			37	0	8	17				1							1		1										800

Ek 3.'ün devamı

KAZANIN YERİ					KAZA TARİHİ		KAZANIN OLUŞ ŞEKLİ										KAZAYA KARIŞAN ARACIN CİNSİ SAYI OLARAK										SONUÇ			
BÖLGE NO.	YOL NUMARASI	KESİM NO.	KİLOMETRE	+METRE	AY	GÜN	ÇARPIŞMA	TRENE ÇARPMA	DEVİRİLME	DURAN ARACA ÇARPMA	YAYAYA ÇARPMA	HAYVANA ÇARPMA	SABİT CİSME ÇARPMA	ARAÇTAN DÜŞME	YOLDAN ÇIKMA	DİĞER	OTOMOBİL	MINİBÜS	KAMYONET	OTOBÜS	KAMYON	MOTOSİKLET	BİSİKLET	TİR	TRAKTÖR	DİĞER	ÖLÜ SAYISI	YARALI SAYISI	MADDİ HASAR MİKTARI (MİLYON TL)	
10	10	21	37	800	10	3	1												1		1							1		3000
10			38	0	7	29	1										1					1								800
10			38	100	10	26	1										2											2		3600
10			38	150	3	11	1										1			1										800
10			38	200	7	22	1															1	1							800
10			38	400	12	20					1						1											2		1000
10			41	0	4	11	1										1		1											800
10			41	100	6	2							1				1													1000
10			41	250	1	17	1										1										1			800
10			41	300	4	27	1										2													850
10			41	450	12	13									1				1											500
10			41	500	5	13	1											1				1								1000
10			42	150	12	26									1		1													2500
10			42	200	8	12	1											2												1000
10			42	300	3	17	1										1	1												1000
10			42	600	6	1	1										1		1											1000
10			42	800	11	16	1										2											1		
10			43	0	6	3	1										1					1								1100
10			43	0	7	15									1		1											2		1100
10			43	0	9	24	1											1	1			1								2400
10			43	0	10	30	1										1	1												4000
10			43	100	10	30									1		1													3000

Ek 3.'ün devamı

KAZANIN YERİ					KAZA TARİHİ		KAZANIN OLUŞ ŞEKLİ										KAZAYA KARIŞAN ARACIN CİNSİ SAYI OLARAK										SONUÇ			
BÖLGE NO.	YOL NUMARASI	KESİM NO.	KİLOMETRE	+METRE	AY	GÜN	ÇARPIŞMA	TRENE ÇARPMA	DEVİRİME	DURAN ARACA ÇARPMA	YAYAYA ÇARPMA	HAYVANA ÇARPMA	SABİT CİSME ÇARPMA	ARAÇTAN DÜŞME	YOLDAN ÇIKMA	DİĞER	OTOMOBİL	MINİBÜS	KAMYONET	OTOBÜS	KAMYON	MOTOSİKLET	BİSİKLET	TİR	TRAKTÖR	DİĞER	ÖLÜ SAYISI	YARALI SAYISI	MADDİ HASAR MİKTARI (MİLYON TL)	
10	10	21	43	100	10	30	1										1		1											4000
10			43	150	4	28									1		1											1		1000
10			43	200	1	5									1		1											1		1000
10			43	200	4	21	1										1	1												1000
10			43	300	7	11	1										3													1100
10			43	400	1	9									1				1											1000
10			43	450	5	4									1		1													1000
10			43	500	9	9	1												1			1		1						2000
10			43	650	7	10	1										2													1200
10			43	700	1	14							1						1									2		1000
10			43	700	12	31					1							1										1		50
10			43	750	8	16	1										1				1									1200
10			43	800	5	20							1				1													1000
10			43	800	10	30	1						1				1	1										1		3800
10			44	0	1	11							1				1							1						1200
10			44	0	5	9					1													1				1		1200
10			44	0	7	15	1											1				1						2		1400
10			44	120	10	23					1											1						1		3000
10			44	350	12	23					1								1									1		25
10			44	700	3	1	1										2											2		1200
10			44	700	12	4	1										3											1		3700
10			44	750	4	23									1				1											1300

Ek 3.'ün devamı

KAZANIN YERİ					KAZA TARİHİ		KAZANIN OLUŞ ŞEKLİ										KAZAYA KARIŞAN ARACIN CİNSİ SAYI OLARAK										SONUÇ		
BÖLGE NO.	YOL NUMARASI	KESİM NO.	KILOMETRE	+METRE	AY	GÜN	ÇARPIŞMA	TRENE ÇARPMA	DEVİRİLME	DURAN ARACA ÇARPMA	YAYAYA ÇARPMA	HAYVANA ÇARPMA	SABİT CİSME ÇARPMA	ARAÇTAN DÜŞME	YOLDAN ÇIKMA	DİĞER	OTOMOBİL	MINİBÜS	KAMYONET	OTOBÜS	KAMYON	MOTOSİKLET	BİSİKLET	TİR	TRAKTÖR	DİĞER	ÖLÜ SAYISI	YARALI SAYISI	MADDİ HASAR MİKTARI (MİLYON TL)
10	10	21	44	800	7	24							1						1									1	1300
10			44	800	7	21	1										2												1300
10			44	800	7	16	1										2												1300
10			44	800	7	5	1										3												1450
10			45	0	7	16	1										2											1	1700
10			45	0	10	10	1										1			1								1	3000
10			45	100	4	6	1										1		1							1		1500	
10			45	100	4	16	1										1		1									1500	
10			45	150	11	3							1				2											1	3000
10			45	175	4	24	1											1				1							1500
10			45	200	3	24							1				1											1	1500
10			45	200	1	7					1						1											3	1500
10			45	200	6	17	1										1	1											1700
10			45	200	12	1	1										1		1										3000
10			45	280	4	18				1							2		1										1500
10			45	350	4	3	1										1		1									1	1500
10			45	500	11	20	1										1	1											13030
10			45	600	4	14	1										1	1											1550
10			45	700	12	7				1							2											2	3000
10			45	800	4	18	1										2					1						1	1600
10			45	900	10	17											2												3500
10			46	0	10	20							1				1											1	3000

Ek 3.'ün devamı

KAZANIN YERİ					KAZA TARİHİ		KAZANIN OLUŞ ŞEKLİ								KAZAYA KARIŞAN ARACIN CİNSİ SAYI OLARAK										SONUÇ					
BÖLGE NO.	YOL NUMARASI	KESİM NO.	KİLOMETRE	+METRE	AY	GÜN	ÇARPIŞMA	TRENE ÇARPMA	DEVİRİLME	DURAN ARACA ÇARPMA	YAYAYA ÇARPMA	HAYVANA ÇARPMA	SABİT CİSME ÇARPMA	ARAÇTAN DÜŞME	YOLDAN ÇIKMA	DİĞER	OTOMOBİL	MINİBÜS	KAMYONET	OTOBÜS	KAMYON	MOTOSİKLET	BİSİKLET	TİR	TRAKTÖR	DİĞER	ÖLÜ SAYISI	YARALI SAYISI	MADDİ HASAR MİKTARI (MİLYON TL)	
10	10	21	46	100	3	25									1		1													1750
10			46	200	1	17									1				1									3		1800
10			46	250	1	21									1		1													1850
10			46	300	1	3									1			1												1900
10			46	400	1	1							1				1											1		2000
10			46	600	11	4							1				2											2		
10			47	50	10	6									1		1													3000
10			47	900	9	24							1				1													2250
10			48	100	4	20	1										2													2000
10			50	0	5	15	1										1				1									2000
10			51	0	4	13	1															1						1		2000
10			52	0	10	15	1											1			1							1		3000
10			53	0	1	18							1						1									2		2000
10			55	0	6	5	1										2											1		2000

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Trabzon'da doğdu. İlkokulu, ortaokulu ve liseyi Trabzon'da okudu. 1997 yılında Fatih Süper Lisesi'nden mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde lisans öğrenimine başladı. Öğrenimi sırasında onur alma başarısını da göstererek 2001 yılında mezun oldu. Mezun olduktan sonra 3 yıl özel sektörde çalıştı. 2005 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Ulaştırma Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2006 yılı Mayıs ayında Mühendislik Fakültesi kadrosunda İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Ulaştırma Bilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Halen aynı görevi yapmaktadır ve İngilizce bilmektedir.