İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE YAPILAN BÖLÜNMÜŞ YOLLARIN TRAFİK GÜVENLİĞİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet ŞAHİN

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE YAPILAN BÖLÜNMÜŞ YOLLARIN TRAFİK GÜVENLİĞİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet ŞAHİN
(501981199)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ergun GEDİZLİOĞLU

HAZİRAN 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501981199 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Mehmet ŞAHİN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"TÜRKİYE'DE YAPILAN BÖLÜNMÜŞ YOLLARIN TRAFİK GÜVENLİĞİNE ETKİSİ"** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı :	**Prof. Dr. Ergun GEDİZLİOĞLU** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
Jüri Üyeleri :	**Doç. Dr. Cumhur AYDIN** Atılım Üniversitesi	.....
	Doç. Dr. Kemal Selçuk ÖĞÜT İstanbul Teknik Üniversitesi	.....

Teslim Tarihi : **04 Mayıs 2012**
Savunma Tarihi : **07 Haziran 2012**

Eşime ve kızıma,

ÖNSÖZ

Son yıllarda, ülkemizde hızla yapılan ve yapılmakta olan "duble yollar" trafik güvenliğini artırıcı bir çözüm olarak yapılmaktadır. Bu çalışmada, öncelikle iki şeritli çift yönlü karayollarının kapasiteleri incelenerek, bölünmüş yol yapımı gerekçesinin kapasite yetersizliği olup olmadığı incelenmiş, daha sonra da trafik güvenliğini artırma gerekçesinin sağlanıp sağlanamadığı irdelenmiştir.
Trafik güvenliğini artırmak amacıyla yapılan çok şeritli bölünmüş yollarda meydana gelen trafik kazaları ile yol iki şeritli çift yönlü iken meydana gelen trafik kazaları, önce-sonra çalışması ile seçilen yöntemlerle karşılaştırılmıştır. Önce-sonra çalışması yapılırken bir takım trafik kaza verilerine ihtiyaç duyulmuş; fakat bu verilere istenilen içerikde ve istenilen hızda ulaşılamamıştır. Bu sebeple, yalnızca belirli yol kesimleri için bu çalışma yapılabilmiştir. Yapılan çalışma, Türkiye genelini tam olarak yansıtmamakla birlikte, bize bir takım önemli sonuçlar vermektedir.
Öncelikle bu çalışma konusunu öneren, beni teşvik eden, çalışmanın sonuca ulaştırılması için tecrübelerini, bilgilerini, sürekli desteğini ve ilgisini esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Ergun GEDİZLİOĞLU'na şükranlarımı sunarım.
Konuyla ilgili her türlü bilgi ve tecrübesini her zaman aktarmaktan çekinmeyen, karşılaşılan zorlukların aşılmasında yön gösterici olan saygıdeğer büyüğüm Doç. Dr. Cumhur AYDIN'a teşekkür ederim.
Her zaman yanımda olan ve tezimin tamamlanması için sürekli destek veren İnş. Yük. Mühendisi Nejat BAYÜLKE'ye, saygıdeğer büyüğüm İnş. Yük. Mühendisi Mete ORER'e, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve ARTI Mimarlık Mühendislik Müşavirlik Ltd. Şti. yöneticilerine teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2012

Mehmet Şahin
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **xi**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xiii**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xv**
ÖZET ..... **xvii**
SUMMARY ..... **xix**
1. GİRİŞ **1**
2. BÖLÜNMÜŞ YOLLAR **3**
2.1 Tanımlar 3
2.2 Bölünmüş Yolların Yapılma Gerekçeleri 3
2.3 Karayollarının Kapasiteleri 4
2.3.1 İki şeritli çift yönlü yolların kapasitesi 4
2.3.2 Çok şeritli bölünmüş yolların kapasitesi 5
2.3.3 Eşdeğer birim oto katsayısı ve ağır taşıt etkisi 7
2.3.4 Kesintisiz akımların başarı ölçüleri 9
2.3.4.1 Yoğunluk 9
2.3.4.2 Hız 9
2.3.4.3 Takip için kaybedilen zaman oranı 10
2.3.4.4 Trafik hacminin kapasiteye oranı (v/c) 10
2.3.5 Kapasite açısından iki şeritli bir yolun çok şeritli yola çevrilmesi 10
2.3.5.1 Yol hizmet düzeyleri 11
A hizmet düzeyi 11
B hizmet düzeyi 11
C hizmet düzeyi 12
D hizmet düzeyi 12
E hizmet düzeyi 12
F hizmet seviyesi 12
2.3.5.2 Yol hizmet düzeyinin belirlenmesi 12
2.4 Karayollarının Trafik Güvenliği 14
2.4.1 İki şeritli çift yönlü karayolunun trafik güvenliği 14
2.4.2 Çok şeritli bölünmüş karayolunun trafik güvenliği 15
2.4.3 Trafik güvenliği açısından karayolları tiplerinin karşılaştırılması 16
3. TRAFİK KAZALARI VE NEDENLERİ **19**
3.1 Trafik Kazalarında Sürücü Hataları 20
3.2 Trafik Kazalarında Yolcu Hataları 22
3.3 Trafik Kazalarında Yaya Hataları 22
3.4 Trafik Kazalarında Araç Hataları 24
3.5 Trafik Kazalarında Yol Hataları 26
4. KARA NOKTA BELİRLEME YÖNTEMLERİ **29**
4.1 Kara Nokta 29

4.2 Uygulanan Yöntemler 30
4.2.1 Kaza sayısı yöntemi 30
4.2.2 Eşdeğer ağırlık yöntemi 30
4.2.3 Kaza tekrar oranı yöntemi 31
4.2.4 Oran yöntemi 32
4.2.5 Toplam kaza sayısı tahmini için ampirik bayes yöntemi 33
4.2.6 Şiddetli kaza sayısı tahmini için ampirik bayes yöntemi 33
4.2.7 İyileştirilebilme olanağı yöntemi 34
4.3 Yöntem Seçilmesi 34
4.4 Kaza Maliyetleri 35
4.4.1 Motorlu taşıtlar kaza maliyet hesapları 36
4.4.1.1 Kapsamlı maliyet 36
4.4.1.2 Kayıp yıllar artı direk maliyetler 36
4.4.1.3 İnsan sermayesi maliyeti 36
4.4.2 Ödemeye istekli olunan maliyet 36
4.4.3 İç verimlilik oranı 37
4.5 Katsayıların Seçilmesi 37
5. TÜRKİYE'DE BÖLÜNMÜŞ YOLLAR 41
5.1 Türkiye'de Yapılan Bölünmüş Yollar 41
5.2 Türkiye Genelinde Trafik Kazalarının Son 10 Yılda Değişimi 42
5.3 Bölünmüş Devlet Yollarında Trafik Kazalarının Durumu 43
5.4 İncelenen Kontrol Kesim Noktaları 46
5.5 İncelenen KKNO'larının YOGT Değerleri ve Bölünmüş Yol Yapılması Gerekliliği 46
5.5.1 (715-05) KKNO'lu devlet yolu ve kapasite açısından değerlendirilmesi 48
5.5.2 (750-08) KKNO'lu devlet yolu ve kapasite açısından değerlendirilmesi 49
5.5.3 (750-09) KKNO'lu devlet yolu ve kapasite açısından değerlendirilmesi 50
5.5.4 (765-13) KKNO'lu devlet yolu ve kapasite açısından değerlendirilmesi 51
5.5.5 (200-09) KKNO'lu devlet yolu ve kapasite açısından değerlendirilmesi 52
5.5.6 (260-03) KKNO'lu devlet yolu ve kapasite açısından değerlendirilmesi 53
5.5.7 (300-15) KKNO'lu devlet yolu ve kapasite açısından değerlendirilmesi 54
5.6 İncelenen KKNO'larının Bölünmüş Yol Sonrası Kapasite ve Hizmet Düzeyi 55
5.7 İncelenen KKNO'larında Meydana Gelen Trafik Kazalarının Önce-Sonra Etüdü 57
5.7.1 KS yöntemine göre incelenen KKNO'larının önce-sonra etüdü 57
5.7.2 KTO yöntemine göre incelenen KKNO'larının önce-sonra etüdü 58
5.7.3 EA yöntemine göre incelenen KKNO'larının önce-sonra etüdü 59
5.7.4 Önce-sonra etüdü özet çizelge 61
5.8 İncelenen KKNO'larda Meydana Gelen Trafik Kazalarının Oluş Şekillerine Göre Önce-Sonra Etüdü 62
5.9 İncelenen KKNO'larda Araç Hızları 64
6. SONUÇ VE GELECEĞE YÖNELİK ÖNERİLER 67
6.1 Sonuç 67
6.2 Geleceğe Yönelik Öneriler 69
KAYNAKLAR 71
EKLER 77
ÖZGEÇMİŞ 81

KISALTMALAR

a, b : bağlanım katsayıları
ABD : Amerika Birleşik Devletleri
AEP : Acil Eylem Planı
AS : Araç Sayısı
ATS : Ortalama Yolculuk Hızı (Average Travel Speed)
BO : Birim Otomobil
C : Kapasite
CMF : Kaza Düzeltme Etmeni (Crash Modification Factor)
C_r : karayolu bölümü için, belirli bir yargı veya coğrafi bölge için geliştirilmiş ölçümleme katsayısı
d : Yoğunluk
D : Yönsel Dağılım Etkeni
DfT : İngiltere Ulaştırma Bölümü (Department for Transport)
Dya : Devlet Yol Ayırımı
EA : Eşdeğer Ağırlık
EB : Ampirik Bayes
EDP : Ekonomik Dönüşüm Programı
EGM : Emniyet Genel Müdürlüğü
E_K : Kamyonlar için oto birim katsayısı
E_O : Orta yüklü ticari taşıtlar için oto birim katsayısı
E_T : Çekici ve otobüsler için oto birim katsayısı
FFS : Serbest Akım Hızı (Free Flow Speed)
f_g : Eğim etkisi
f_{HV} : Ağır taşıt etkisi
FHWA : ABD Karayolu İdaresi (Federal Highway Administration)
HCM : Karayolu Kapasite El Kitabı (Highway Capacity Manual)
HEATCO : Ulaşım Maliyetleri ve Proje Değerlendirmeleri için Uyumlaştırılmış Avrupa Yaklaşımlarının Geliştirilmesi (Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment)
HSM : Karayolu Güvenliği El Kitabı (Highway Safety Manual)
İO : İyileştirilebilme Olanağı
k : Negatif binom parametresi
K : Zirve saat trafik hacminin, YOGT değerine oranı
KGM : Karayolları Genel Müdürlüğü
KKNO : Kontrol Kesim Noktası
KS : Kaza Sayısı
KŞ : Kaza Şiddeti
KŞİ : Kaza Şiddet İndeksi
KTM : Kaza Tahmin Modeli
KTO : Kaza Tekrar Oranı
KUGM : Kara Ulaştırması Genel Müdürlüğü
Kyon : Kamyon

L : Karayolu yol kesim uzunluğu
LOS : Hizmet Düzeyi (Level Of Service)
MHK : Maddi Hasarlı Kaza Sayısı
N : Bir yöndeki şerit sayısı
NHTSA : ABD Ulusal Karayolu Trafik Güvenlik Kurumu (National Highway Traffic Safety Administration)
$\mathbf{N_{p\ rs}}$: seçilen yıl için bir karayolu bölümünde beklenen ortalama trafik kaza sayısı
NSC : ABD Ulusal Güvenlik Konseyi (National Safety Council)
$\mathbf{N_{spf\ rd}}$: bölünmüş yolda, standart koşullarda beklenen trafik kaza sayısı
Obüs : Otobüs
Oryük : Orta Yüklü Ticari Taşıt
Oto : Otomobil
ÖK : Ölümlü Kaza Sayısı
ÖS : Ölü Sayısı
PFFS : Serbest Akım Hızında Yapılan Yolculuğun Oranı (Percent of Free Flow Speed)
PHF : Zirve Saat Etkeni (Peak Hour Factor)
$\mathbf{P_K}$: Trafik akımında bulunan kamyonların oranı
$\mathbf{P_O}$: Trafik akımında bulunan orta yüklü ticari taşıtların oranı
$\mathbf{P_T}$: Trafik akımında bulunan otobüs ve çekicilerin oranı
PTSF : Takip için Kaybedilen Zaman Oranı (Percent Time Spent Following)
RVs : Karavanlar (Recreational Vehicles)
S : Ortalama otomobil yolculuk hızı
SAGP : Satın Alma Gücü Paritesi
t : Gözlem Dönemi (yıl)
TEH : Trafik Mühendisliği El Kitabı (Traffic Engineering Handbook)
TKS : Toplam Kaza Sayısı
TRAMER : Trafik Sigortaları Bilgi Merkezi
Trey : Kamyon + römork ya da çekici + yarı römork
TS : Türk Standartları
TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
V : Trafik hacmi
$\mathbf{V_p}$: Talep edilen trafik akımı
WHO : Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)
YK : Yaralanmalı Kaza Sayısı
YOGT : Yıllık Ortalama Günlük Trafik
YS : Yaralı Sayısı
YTH : Yönsel Tasarım Saati Trafik Hacmi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Yol hizmet düzeyi ölçütleri (TEH, 2010). 13
Çizelge 3.1 : Trafik kazalarında sürücü hataları (TÜİK, 2011). 21
Çizelge 3.2 : Trafik kazalarında yolcu hataları (TÜİK, 2011). 22
Çizelge 3.3 : Trafik kazalarında yaya hataları (TÜİK, 2011). 23
Çizelge 3.4 : Trafik kazalarında araç hataları (TÜİK, 2011). 24
Çizelge 3.5 : Trafik kazalarında 100.000 taşıta düşen ortalama ölü ve yaralı sayısı. 25
Çizelge 3.6 : Trafik kazalarında yol hataları (TUİK, 2011). 26
Çizelge 4.1 : Trafik kazalarının maliyetleri ve EA yöntemi katsayıları. 40
Çizelge 5.1 : Yıllara göre yapılan bölünmüş yol uzunlukları (KGM, 2011b). 41
Çizelge 5.2 : Türkiye'de yerleşim yerine göre trafik kaza bilgileri (TÜİK, 2002-2011). 42
Çizelge 5.3 : Türkiye'de yerleşim yeri dışında bölünmüş devlet yollarında meydana gelen trafik kaza bilgileri (KGM, 2011b; TÜİK, 2004-2011). 44
Çizelge 5.4 : Türkiye'de yerleşim yeri dışında bölünmüş devlet yollarında kilometre başına düşen trafik kaza bilgileri (KGM, 2011b; TÜİK, 2004-2011). 44
Çizelge 5.5 : Trafik kaza verilerinin olduğu kontrol kesim noktaları. 46
Çizelge 5.6 : 2002 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012). 47
Çizelge 5.7 : İncelenen bölünmüş yolların ağır taşıt etkisi hesabı. 55
Çizelge 5.8 : İncelenen bölünmüş yolların trafik akımı hesabı. 56
Çizelge 5.9 : İncelenen bölünmüş yolların hizmet düzeyi. 56
Çizelge 5.10 : KS yöntemine göre önce-sonra hesap çizelgesi. 58
Çizelge 5.11 : KTO yöntemine göre önce-sonra hesap çizelgesi. 59
Çizelge 5.12 : EA yöntemine göre bölünmüş yol öncesi hesap çizelgesi. 61
Çizelge 5.13 : EA yöntemine göre bölünmüş yol sonrası hesap çizelgesi. 61
Çizelge 5.14 : Kaza sayısı, kaza tekrar oranı ve eşdeğer ağırlık değerleri. 62
Çizelge 5.15 : Kaza oluş şekillerine göre önce-sonra etüdü (EGM, 2012). 63
Çizelge 5.16 : Yasal hız sınırını aşan taşıt yüzdeleri (KGM, 2011). 64
Çizelge 5.17 : Taşıtların ortalama hızları (KGM, 2011). 65
Çizelge 5.18 : Taşıtların %85'lik hızları (KGM, 2011) 65
Çizelge A.1 : 2000 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012). 78
Çizelge A.2 : 2001 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012). 78
Çizelge A.3 : 2003 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012). 78
Çizelge A.4 : 2004 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012). 79
Çizelge A.5 : 2005 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012). 79
Çizelge A.6 : 2006 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012). 79
Çizelge A.7 : 2007 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012). 80
Çizelge A.8 : 2008 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012). 80
Çizelge A.9 : 2009 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012). 80

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Kazaya neden olan ögelerin oranları (TÜİK, 2002-2011). 20
Şekil 3.2 : Trafik kazalarında ögelerin katkılarının oranı (Schwing ve Alberts, 1980). 27
Şekil 3.3 : Trafik kazalarında ögelerin katkılarının oranı 2 (Schwing ve Alberts, 1980). 27
Şekil 3.4 : Trafik kazalarında ögelerin katkılarının oranı 3 (Treat ve diğerleri, 1979). 28
Şekil 5.1 : Yıllara göre 1 km bölünmüş yol başına kaza şiddeti eğrisi..... 45
Şekil 5.2 : Yıllara göre 1 km bölünmüş yol başına kaza şiddeti eğrisi 2..... 45
Şekil 5.3 : 715-05 KKNO'lu bölünmüş devlet yolu..... 48
Şekil 5.4 : 750-08 KKNO'lu bölünmüş devlet yolu..... 49
Şekil 5.5 : 750-09 KKNO'lu bölünmüş devlet yolu..... 50
Şekil 5.6 : 765-13 KKNO'lu bölünmüş devlet yolu..... 51
Şekil 5.7 : 200-09 KKNO'lu bölünmüş devlet yolu..... 52
Şekil 5.8 : 260-03 KKNO'lu bölünmüş devlet yolu..... 53
Şekil 5.9 : 300-15 KKNO'lu bölünmüş devlet yolu..... 54

TÜRKİYE'DE YAPILAN BÖLÜNMÜŞ YOLLARIN TRAFİK GÜVENLİĞİNE ETKİSİ

ÖZET

Türkiye'de 2003 yılından başlayarak, Acil Eylem Planı (AEP) kapsamında, çok şeritli bölünmüş yollar yapılmaktadır. Çok şeritli bölünmüş yol yapımı öncelikle arazi şartlarının uygun olduğu düz kesimlerde başlamış ve hızla devam etmektedir. Bu şekilde, ülkemiz ulaştırma ağına parça parça da olsa bölünmüş yollar eklenmiş ve eklenmektedir.

İki şeritli çift yönlü karayollarının, bölünmüş yola çevrilmesindeki gerekçeler, yolun kapasitesini ve trafik güvenliğini artırmaktır.

Bu tezin amacı, yukarıda belirtilen bölünmüş yol yapım gerekçelerinin sağlanıp sağlanmadığının irdelenmesidir.

Bu amaçla, tezde önce Bölüm-2'de karayollarında kapasite ve güvenlik hesaplarında kullanılacak uygun yöntemler tanıtılmaktadır. İki şeritli çift yönlü karayolları ile çok şeritli bölünmüş karayollarının kapasite hesap yöntemleri ve bu tip yolların geometrik özelliklerinin trafik güvenliğine etkileri ayrı ayrı incelenmektedir. Daha sonra, iki şeritli çift yönlü karayollarında beklenen trafik güvenlik düzeyi ile çok şeritli bölünmüş yollarda beklenen trafik güvenlik düzeyi, kuramsal olarak karşılaştırılmaktadır.

Bölüm-3'de, trafik güvenliğine kaza nedenleri açısından bakılmaktadır. Trafik kazaları ve kaza nedenleri, 2010 yılında meydana gelen ve istatistik bilgi olarak resmi kurumlarca yayınlanan verilere göre değerlendirilmiştir. Türkiye'de trafik kazalarının en önemli nedeni olan insanın, sürücü olarak yaya ve yolcuya göre çok yüksek bir hata oranı ile ilk sırada olduğu görülürken, yol ve çevre hatalarının oranı %1'in altındadır; fakat farklı ülkelerde yapılan çalışmalar sonucunda trafik kaza nedeni olan yol ve çevre ögelerinin oranının, diğer ögelerle etkileşimli olarak %28 ile %34 arasında olduğu kabul edilmiştir.

Bölüm-4'de çeşitli kaza verilerini değerlendirme ve yol güvenliğini belirleme yöntemleri verilmektedir. Bu tezde kullanılan değerlendirme yöntemlerinin seçimi ve gerekçeleri irdelenmektedir.

Türkiye'de daha önce iki şeritli çift yönlü yol iken, çok şeritli bölünmüş yola çevrilen kesimlerde, trafik güvenliğinin nasıl değiştiğini ölçebilmek için, kara nokta belirleme yöntemleri kullanılmıştır. Kara nokta belirleme yöntemlerinin karşılaştırılması sonucunda Kaza Sayısı ve Kaza Tekrar Oranı yöntemlerine ilave olarak ölümlü ve yaralanmalı kazalar ile yalnızca maddi hasarlı kazaları aynı düzleme getirebilmek amacıyla, Eşdeğer Ağırlık yöntemi seçilmiştir. Eşdeğer Ağırlık yönteminde kullanılacak katsayılar; ölümlü ve yaralanmalı kazalarda ölü sayısı için 8, yaralı sayısı için 3 ve kazaya karışan araç sayısı için 1 olarak belirlenmiştir.

Bölüm-5'de Türkiye genelinde meydana gelen trafik kaza sayısı ile ölü ve yaralı sayılarının son 10 yılda değişimi genel anlamda incelenmiştir. Türkiye genelinde yapılan değerlendirmenin ardından, yine Türkiye genelinde, yalnızca bölünmüş devlet yollarında meydana gelen trafik kazalarının durumu incelenmiştir. Trafik kaza durumları incelenirken, Türkiye'de yıllara göre yapılan bölünmüş yol uzunlukları da hesaba katılmıştır. Türkiye genelinde, ölü sayısı azalırken, bölünmüş yollarda bu sayının arttığı görülmüştür. Bu sebeple, trafik kazalarını daha detaylı inceleyebilmek için, trafik kaza verilerine ulaşılan yedi adet kontrol kesim noktasında çalışma yapılmıştır. Çok şeritli bölünmüş karayoluna çevrilen iki şeritli çift yönlü kontrol kesim noktalarının trafik hacminin kapasiteye oranı hesaplanmış ve bu çevrimlerin gerekçesinin kapasite yetersizliği olup olmadığı irdelenmiştir. Yolların kapasitelerinin artırılması gerekçesi irdelendikten sonra, incelenen kontrol kesim noktalarında, trafik güvenliğinin artıp artmadığını görebilmek için, bölünmüş yol yapılmadan önce meydana gelen trafik kazalarının durumu ile yolun çok şeritli bölünmüş karayoluna çevrildikten sonra meydana gelen trafik kazalarının durumu Bölüm-4'de seçilen yöntemlerle karşılaştırılmıştır.

İncelenen yol kesimlerinde kaza oluş şekillerine göre trafik kazaları incelendiğinde, kafa kafaya çarpışma şeklinde oluşan trafik kazalarının azaldığı, buna karşılık sabit cisme çarpma, devrilme ve yoldan çıkma gibi, tek araçla yapılan trafik kazalarında önemli artış olduğu görülmüştür.

Son olarak incelenen kontrol kesim noktalarında, karayollarının yasal hız sınırlarını aşan araç yüzdeleri ile otomobillerin ortalama hızları incelenerek trafik kazalarının esas nedenleri ortaya konulmuştur.

Bölüm-6'da yapılan çalışmaların sonucu verilmektedir. Çalışmada bulunan önemli sonuçlardan biri Türkiye genelinde bölünmüş yollardan sonra, trafik kazaları sonucunda mutlak olarak ölü sayısı azalmakla birlikte, kaza sayısı ve kaza şiddetlerinin artmış olduğudur. Yalnızca bölünmüş yollar incelendiğinde ise ölü sayısının da artmış olmasıdır. Diğer bir önemli sonuç da incelenen bölünmüş yol kesimlerinden biri dışında, karayollarında, trafik güvenliğinde önemli ölçüde bir azalma olduğudur.

Benzer ve daha kapsamlı çalışmalar, Türkiye genelinde yapılan tüm bölünmüş yollarda, hedeflenen kapasite artışı ve daha önemli olan yol güvenliğinin sağlanıp sağlanmadığının belirlenmesi için yapılabilir.

Bölüm-2'de belirtildiği gibi bölünmüş yolların trafik güvenliğine kuramsal olarak katkısı olmakla birlikte, genel olarak trafik kazalarını önleyen diğer önlem ve ayrıntıların sağlanması gerektiği görülmektedir.

THE INFLUENCE OF DIVIDED HIGHWAYS ON TRAFFIC SAFETY IN TURKEY

SUMMARY

In Turkey, multi-lane divided highway constructions have been accelerated since 2003 according to the Emergency Action Plan (AEP). The new phase of construction of divided highways was started initially in the flat topographic rural sections, where conditions are favorable and are being executed rapidly. The multi-lane divided highways have been introduced into the national highway network. There were 6,101 kilometers of multi-lane divided highways in Turkey in 2002. Since then, approximately 1,500 kilometers of new multi-lane divided highways were constructed annually and the total length of divided highways reached to nearly 20,000 kilometers in 2010.

The main aim of transformation of two-lane highways into multi-lane divided highways had been stated as "to increase the traffic capacity and safety" of the highways.

The subject of this thesis is to study whether the above-mentioned aim for the construction of divided highways are realized or not.

In Chapter-2 of the thesis, available methods suitable for determination of capacity and safety of highways are introduced. Initially capacity calculation methods for two-lane two-way highways are studied; then the separate studies of the influence of geometrical characteristics of these types of highways on the highway safety are examined.

This is followed by a theoretical comparison of the expected traffic safety level of two-lane two-way highways with the expected traffic safety level of multi-lane divided highways.

In Chapter-3, the traffic safety is investigated from the point of causes of accidents.

Evaluation of traffic accidents and causes of accidents are based on the accident data statistics of the year 2010 published by the official organizations.

Traffic accidents by human factors take the first place among the causes of accidents, including the factors of both drivers and pedestrians. While accidents due to highway factors and to the environmental conditions have a low percentage of occurrences. On the other hand, results of studies carried out in various countries, indicate that the ratio of highway and environmental factors interacting with other factors as causes of accidents are in between 28% to 34%.

Various methods of evaluation of accident data and highway safety determinations are given in Chapter-4. Criteria for the selection the methods of evaluation used in the thesis are also presented and discussed.

In order to measure the change of traffic safety in highway sections where two-lane two-way highways are transformed into multi-lane divided highways in Turkey, black spot assessment methods are used.

After comparison of various black spot assessment methods, in addition to the crash frequency and crash rate methods, in order to calibrate the fatal and injury accidents with property damage accidents at a similar level, equivalent property damage only crash frequency (crash severity) method is chosen. The coefficients to be used in the equivalent property damage only method are selected as 8 per casualty for accidents with death; as 3 per wounded for accidents with wounded and as 1 per vehicle for vehicles involved in accidents.

In Chapter-5, a countrywide scale study of the change in the number of traffic accidents before and after the construction of divided highways is presented. This is followed by a similar study for divided state highways for the same period. These studies indicated that while the numbers of fatalities were decreasing for the whole of Turkey, fatalities were increasing for the multi-lane divided highways.

This observation lead on a more detailed investigation of traffic accidents on multi-lane divided highways and seven multi-lane divided highway control sections are selected according to certain rules.

Traffic capacities of the studied control sections of two-lane two-way highways are calculated and the reasons for the conversion to multi-lane divided highways were tested from the perspective of capacity and level of service insufficiency.

After the assessment of the capacity increase requirement for the highway sections, and in order to observe whether the traffic safety is also improved for these highway sections, the overall picture of the traffic accidents before the construction of divided highway and after the transformation into the divided highway are compared with the selected methods.

The average number of crashes (traffic accidents), the accident frequencies and crash severities for the seven highway sections before and after the construction of divided highways increased substantially; crash frequency increased 164%, crash rate increased 103% and equivalent property damage only crash frequency increased 153%.

The assessment of traffic accidents according to accident types indicates that the numbers of crashes of “head-on” collision type of traffic accidents are reduced. On the other hand, the number of accident for each accident type, such as hitting a stationary object, rolling over and running off the road which are involving single vehicles increased to a considerably higher level.

The number various accident types and their occurrence before and after the construction of multi-lane divided highways in the studied highway sections are as follows:

The average numbers of “Head on” collisions are reduced from 0.058 crashes/year-km to 0.046 crashes/year-km. The average numbers of collision “from behind” increased from 0.040 crashes/year-km to 0.107 crashes/year-km. The average numbers of “sidewise collisions” increased from 0.075 crashes/year-km to 0.105 crashes/year-km. The average numbers of collision with a “standing vehicle” increased from 0.005 crashes/year-km to 0.018 crashes/year-km. The average numbers of collision with a “stationary object” increased from 0.008 crashes/year-km

to 0.052 crashes/year-km. The average numbers of collision with “pedestrians” increased from 0.005 crashes/year-km to 0.022 crashes/year-km. The average numbers of collision with “animals” increased from 0.001 crashes/year-km to 0.006 crashes/year-km. The average numbers of “overturning accidents” increased from 0.082 crashes/year-km to 0.151 crashes/year-km. The average numbers of “person fallen of the vehicle” accidents increased from 0.001 crashes/year-km to 0.002 crashes/year-km and finally the average numbers of “running off the road” accidents increased from 0.145 crashes/year-km to 0.596 crashes/year-km.

A further assessment of the percentage of vehicles exceeding the legal speed limits and the average speeds of vehicles within the studied control sections definitely indicated that high speeds as the main cause of the increase in number of accidents, accident rates and the accident severities.

Summary and conclusion of the study is presented in the last Chapter-6. The most significant finding of the study, considering Turkey in general, is that after the construction of divided highways, while the absolute numbers of fatalities are reduced the number and severity of the accidents increased.

If only the accidents on the divided roads are considered, the number of fatalities in accidents also increased. Considering the accidents in the studied sections of the multi-lane divided highways, traffic safety is significantly decreased in all of the studied highway sections except one.

As mentioned in Chapter-2 while divided roads, in principle, contribute to the traffic safety, provision of other details and precautions are also required.

1. GİRİŞ

Türkiye karayollarında her yıl 100.000 kişiden 13,4'ü trafik kazaları nedeni ile ölmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization, WHO)'nun Avrupa Bölgesi ortalaması ise yine 13,4 kişidir. Türkiye'de meydana gelen trafik kazaları sonucunda ölen insanların sayısı Avrupa Bölgesi ile nüfus düzleminde karşılaştırıldığında, ortalama bir değerdedir. Buna rağmen, Avrupa ülkelerinde her 1000 kişiden 339'u özel araç sahibi iken Türkiye'de bu sayı yalnızca 87'dir. Yollarda, daha az sayıda araç ile çoğu ülkeye göre, daha çok ölümlü kazalar yapılması, trafik kazalarının, ülkemiz için ne denli büyük bir problem olduğunu göstermektedir (WHO, 2009).

Trafik kazalarını ve sonuçlarını, diğer ülkelere göre karşılaştırmak gerektiğinde, 100.000 taşıta düşen ölü ve yaralı sayısı bir oran olabilir; fakat dünyada kabul edilen en anlamlı karşılaştırma oranı, ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile de ilgili olan yüz milyon taşıt * km'ye düşen ölü ve yaralı sayısıdır. 2005 yılında yüz milyon taşıt * km'ye düşen ölü sayısı Türkiye için 6 iken, diğer gelişmiş ülkelerde bu oran 1 hatta 1'in altındadır. Bu durumda, Türkiye, trafik hacmine göre kaza verileri göz önünde tutulursa, dünyanın gelişmiş ülkelerine göre 6 kat daha risklidir (Gedizlioğlu, 2008).

Trafik kazaları, karayolu güvenliğinin en önemli ölçütüdür. Trafik kazalarının azalması, karayolu güvenliğinin artması anlamına geldiği için, trafik kazalarını azaltıcı her önlem birer güvenlik artırıcı önlem anlamına gelmektedir (Güçmen, 1975).

Türkiye'de, hızla yapılan ve yapılmakta olan "duble yollar" trafik güvenliğini artırıcı bir çözüm olarak yapılmaktadır.

Trafik kazalarının ve sonucunda da can kaybının azaltılmasına çözüm olarak, ülkemizde, karayolları alt yapısının iyileştirilmesine yönelik 15.000 km yeni "duble yol" yapım çalışmalarına, 3 Ocak 2003 tarihinde kamuoyuna duyurulan Acil Eylem Planı (AEP) kapsamında başlanmıştır. Daha önce iki şeritli çift yönlü karayolu olan bazı kesimler, çok şeritli bölünmüş yollara çevrilmiştir.

İki şeritli çift yönlü karayollarının, bölünmüş yola çevrilmesindeki gerekçeler kapasite ve güvenlik unsurlarını artırmaktır. Bu tezde, yolların kapasitelerinin artırılması gerekliliği ve trafik güvenliğinin durumu, önce-sonra çalışması ile araştırılacaktır. Önce-sonra çalışması için belirli ölçütlere göre geçkiler seçilecek, trafik güvenliğini artırıcı bir eylem olarak yapılan bölünmüş yollarda, bölünmüş yol yapılmadan önce meydana gelen trafik kazaları ile yapıldıktan sonra meydana gelen trafik kazalarının özellikleri, seçilecek yöntemlerle incelenecektir.

2. BÖLÜNMÜŞ YOLLAR

2.1 Tanımlar

İki şeritli çift yönlü karayolu, anlaşılacağı gibi, genellikle en kesitinde toplam iki şerit olan, ancak geçiş ve tırmanmanın gerektirdiği yerlerde, ek şeritleri de olan karayollarıdır. İki şeritli çift yönlü yollarda geçiş manevrası, karşı yönün şeridinde gerçekleştirilmektedir (HCM, 2010).

Bir yöndeki trafik, karşı yönden gelen trafik ile orta ayırıcı, korkuluk ve benzeri fiziki bir engel kullanılarak ayrılmış ise, bu gibi yollara bölünmüş (çift platformlu) yol adı verilir (Umar ve Yayla, 1988).

Çok şeritli karayolu, bölünmüş karayollarıdır ve her iki yönde de en az iki şerit bulunan yollara denmektedir. Bu yollarda erişim kontrolü ya yoktur ya da kısmi erişim kontrolü vardır. Bu yollar, yol boyunca orta ayırıcı ile iki yönü birbirinden ayrılmış yollardır (HCM, 2010).

Bu tanımlara göre, Türkiye'de yapılan "Duble Yolları", çok şeritli bölünmüş karayolu olarak adlandırmak uygun olacaktır.

2.2 Bölünmüş Yolların Yapılma Gerekçeleri

İki şeritli çift yönlü yollarda, trafik akımının artması sonucunda, talep edilen trafik akımının, yolun kapasitesine yaklaşması durumunda yol hizmet düzeyi azalmaktadır. Karayolunun kapasitesinin ve sonucunda da hizmet düzeyinin artırılması için, yola ilave şeritler eklenmelidir. İlave şeritler, her iki yöne de eklendiği için iki şeritli yollar en az 4 şeritli yol olmakta ve orta ayırıcı ile de bölünürse, çok şeritli bölünmüş karayolu olmaktadır.

İki şeritli çift yönlü bir karayolunun, kapasitesinin aşılmadığı ve en az C hizmet düzeyinde hizmetin sağlandığı durumda da, trafik güvenliğinin, çok şeritli bölünmüş yollarda daha fazla, beklenen trafik kaza sayısının ise kuramsal olarak daha az

olmasından dolayı, çok şeritli bölünmüş yola çevrilmesi gerekçesi trafik güvenliği nedenlerinden de olabilmektedir.

Karayollarındaki güvenliğin artırılması için, bir yolun planlama sürecinde başlayan ve tasarım ile yapımın her aşamasında titizlikle incelen "güvenlik muhasebesi" uygulaması yapılır. Bu çalışmalarda tasarlanan yolun güvenli tasarlanıp tasarlanmadığı irdelenir. Bu irdeleme geçerli olduğu kanıtlanan bilgi birikimi ile yapılmaktadır. Başka bir deyimle yolun güvenli olup olmayacağı daha projelendirme sürecindeyken kolayca saptanabilir (Orer, 2010).

2.3 Karayollarının Kapasiteleri

Kapasite analizleri, iki şeritli karayolu, çok şeritli karayolu, otoyol, kent içi yollar, toplu taşım, yaya hareketleri ve bisiklet yolları gibi birçok ulaşım sisteminde ayrı ayrı ve farklı teknik yaklaşımlarla yapılmaktadır. Bu ulaşım sistemleri, kesintisiz akımlar ve kesintili akımlar olarak iki kategoriye ayrılmaktadır. Kesintisiz akımda herhangi bir sabit eleman (ışıklı kavşak, eşdüzey kavşak, vb.) yoktur. Trafik akım şartları, yalnızca araçların birbirleriyle veya yolun geometrik ve çevre şartları arasındaki ilişkiden etkilenir. Kesintili akımlarda ise akımı kesen sabit elemanlar (ışıklı kavşak, DUR ve/veya YOLVER trafik işaretleri, diğer tip trafik denetim ve uyarı işaretleri, vb.) trafik akımını, süreli veya süreli olmayan durmalara veya hız azaltmalarına neden olmaktadır (Tunç, 2003)

Otoyollarda, çok şeritli bölünmüş karayolu ve erişme denetimli iki şeritli kent dışı karayolu gibi, ulaşım sistemlerindeki akımlar kesintisizdir.

2.3.1 İki şeritli çift yönlü yolların kapasitesi

Karayolu Kapasite El Kitabı (Highway Capacity Manual; HCM, 2010)'a göre iki şeritli çift yönlü kırsal karayollarında, temel koşullarda kapasite, 1 şerit için 1.700 birim otomobil/saat (bo/sa)'tir. Bir şerit 1.700 bo/sa iken, diğer şerit, etkileşimden dolayı 1.500 bo/sa kapasiteye ulaşabilmekte, böylece yolun toplam kapasitesi 3.200 bo/sa ile sınırlandırılmaktadır.

İki şeritli çift yönlü karayollarının temel koşulları;

- Şerit genişliğinin 12 ft (3,66 m) ya da daha fazla,
- Temiz banket genişliğinin 6 ft (1,83 m) ya da daha fazla olması,

- Öndeki taşıtı geçme yasağının bulunmaması,
- Trafik akımındaki tüm taşıtların otomobil olması,
- Yolun eğimsiz olması,
- Trafiğe karşı bir engel olmamasıdır (ışıklı kavşak ya da dönen araç gibi).

Ağır taşıt etkisi ya da yol eğimi etkisi düzeltme etkenleri, 900 tş/sa'ten daha fazla olan trafik akımlarında kullanılır. 1.700 bo/sa kapasite, ağır taşıt etkisi ya da yol eğimi etkisi altında dahi 900 tş/sa değerinin altına düşmez. Hızlı bir çözüm olarak, iki şeritli çift yönlü bir yolun kapasitesi, 900 tş/sa kabul edilebilir (HCM, 2010).

İki şeritli çift yönlü bir karayolunun, kapasite değerinin bulunabilmesi için, öncelikle trafik akımı içinde bulunan ağır taşıtların etkisinin, Denklem 2.5'e göre hesap edilmesi gereklidir. Yol eğimi etkisi ise, iki şeritli çift yönlü karayollarının kapasitesinin en düşük olduğu bölgeler olan dağlık arazideki eğimin etkisi alınabilir. Bu şekilde, iki şeritli çift yönlü bir karayolunun kapasitesi, Denklem 2.1 ile hesaplanabilmektedir:

$$C = 1.700 \times f_{HV} \times f_g \qquad \textbf{(2.1)}$$

Burada;

C = kapasite,

f_{HV} = ağır taşıt etkisi,

f_g = eğim etkisidir.

Türkiye'de 2010 yılında yapılan bir çalışmada, bölünmüş yola çevrilen, 4 kontrol kesimi bulunan Ankara-Çankırı devlet yolu, kontrol kesimleri tek tek ele alınarak kapasite açısından incelenmiştir. Toplam uzunluğu 16 km olan İskilip Kavşağı – Çankırı kontrol kesiminin 2013 yılında bölünmüş yola çevrilmesi gerektiği, diğer 131 km'lik kısmın ise bölünmüş karayoluna çevrilmesine 10, hatta bazı kesimlerde 20 yıl içinde gerek bulunmadığı hesap edilmiştir (Orer, 2010).

2.3.2 Çok şeritli bölünmüş yolların kapasitesi

HCM (2010)'a göre temel koşullarda, çok şeritli karayollarında serbest akım hızı 60 mi/sa (100 km/sa) iken kapasite 2.200 bo/sa, serbest akım hızı 55 mi/sa (90 km/sa) iken kapasite 1 şerit için 2.100 bo/saat'tir.

Temel koşullar, iyi bir havanın olduğu, iyi görüşün sağlandığı, herhangi bir olayın, kazanın, yolda bir çalışmanın veya üstyapıda bir kusurun olmadığı koşullar olarak tanımlanır. Temel koşullar ayrıca, otobüs, çekici ya da karavan gibi ağır taşıtların trafik akımında olmadığı ve tüm sürücülerin uyumlu sürücüler olduğu düşünülen koşullardır. Şerit genişliği, toplam yanal açıklık, orta ayırıcı tipi ve erişim noktası yoğunluğu gibi özellikler serbest akım hızını etkiler. Çok şeritli karayollarının geometrik temel koşulları ise;

- Şerit sayısı tek yön için 2 ya da 3,
- Şerit genişliği 12 ft (3,66m),
- Sağ ve sol kenar toplam yanal açıklığı 12 ft (3,66m),
- 1 milde (1,61 km) 8 erişim noktası (kırsal yollarda) bulunması,
- Yol eğimi her bölge için özel,
- Serbest akım hızı 65 mi/sa (105 km/sa) olan koşullardır.

Çok şeritli bölünmüş karayolları kapasite hesapları, tek yön için zirve saatlerde meydana gelen trafik hacmi kullanılarak yapılmaktadır. Bir yönde, sabah zirve saatte meydana gelen trafik hacmi, diğer yönde akşam meydana geleceği için, tek yön hesabı yapılmaktadır.

Kapasite hesaplarında kullanılacak mevcut trafik akımı değeri, zirve saatte meydana gelen trafik hacmine göre Denklem 2.2'deki gibi hesaplanmaktadır:

$$v_p = V/(PHF \times N \times f_{HV}) \quad \textbf{(2.2)}$$

Burada;

V_p = talep edilen trafik akımı, (bo/sa/şrt)

V = trafik hacmi, (araç/sa/yön),

PHF = zirve saat etkeni (Peak Hour Factor),

F_{HV} = ağır taşıt etkisidir.

Zirve saat etkeni, zirve saat içinde gelen trafik akımının değişimini göstermektedir. Çok şeritli bölünmüş yollarda 0,75 ile 0,95 arasında bir değer almaktadır. Trafik akımının az olduğu saatlerde küçük değeri alırken, zirve saatte gelen trafik akımında bu değer büyümektedir (HCM, 2010).

Bu çalışmada, zirve saatlerdeki trafik hacmi esas alınarak kapasite hesabı yapılacağından, PHF değeri olarak 0,90 alınmıştır.

Çok şeritli karayollarının kullanıldığı bölgeler, genelde trafik talebinin 15.000 tş/gün ile 40.000 tş/gün olduğu kesimlerdir. Bazı durumlarda, yolun ortasından geçişin yasaklandığı ve belirli yerlerde katlı kavşaklar kullanıldığında, trafik hacmi 100.000 tş/gün'e kadar çıkmaktadır (HCM, 2010).

2.3.3 Eşdeğer birim oto katsayısı ve ağır taşıt etkisi

Birim otomobil katsayısı, belirtilen karayolunda, aynı şartlar altında tek bir ağır taşıtın sebep olduğu etkiyi sağlayan otomobil sayısıdır (HCM, 2010).

Daha açık ifadeyle, birim oto çeşitli tipteki araçların trafikte, boyutları, hareket ve manevra kabiliyetleri, değişik sürelerle değişik yol alanı işgal etmeleri sebebi ile trafik hacminin aynı türden ifade edildiği bir birim olup, özel otomobil, taksi, 1.500 kg'a kadar yüksüz hafif pikap, triportör bir oto birimidir (TS 6407, 1989).

HCM (2010)'a göre, birim otomobil değeri, arazi tipine, yol eğimi yüzdesine, yol uzunluğuna, eğim yönüne ve trafik akımının içindeki ağır taşıt oranına göre değişmekle birlikte, genel olarak otobüs ve çekiciler için 2,5, diğer ağır taşıtlar için ise 2 değeri alınabilir.

Bir trafik akımında ağır taşıt etkeni aşağıdaki Denklem 2.3'e göre hesaplanır:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad \textbf{(2.3)}$$

Burada;

f_{HV} = ağır taşıt etkisi,

P_T = trafik akımında bulunan otobüs ve çekicilerin oranı,

P_R = trafik akımında bulunan özel gezi araçlarının (karavan vb.) (RV) oranı,

E_T =çekici ve otobüsler için birim oto katsayısı,

E_R = RV'ler için birim oto katsayısıdır.

Gedizlioğlu, E. (1978, 1979)'da, yan yol sürücülerinin kavşağa girmeye karar verdikleri anayol trafik akımında, ağır taşıtların ortalama giriş aralıklarının, hafif taşıtların ortalama giriş aralıklarından daha uzun olduğunu, yaptığı gözlemlerle tespit

etmiştir. Bu verilerden yola çıkarak yaptığı kapasite değişim hesaplarıyla, birim oto için ağır taşıt etkisi olarak; Altunizade Kavşağı'nda yapılan tek günlük gözlem sonucuna göre 1,24 ve 1,69 katsayılarını, yine Altunizade Kavşağı'nda yapılan iki günlük gözlem sonucuna göre 1,20 katsayısını ve Hacıosman Kavşağı'nda yapılan gözlem sonucunda 1,28 değerini belirlemiştir.

Türkiye'de şehir içi ulaşım hesaplamalarında, araç tiplerine göre kullanılacak oto birim katsayıları TS 6407 ile belirlenmiştir. Bu standarda göre şehir içi yolda özel otomobil katsayısı 1, minibüs, dolmuş katsayısı 1,15, yüksüz 1.500 kg'dan ağır ticari kamyon katsayısı 2 ve yolcu otobüsü katsayısı ise 3 olarak verilmiştir. Işıklı kontrollü kavşakta ise otomobil katsayısı 1, minibüs, dolmuş katsayısı 1,27, yüksüz 1.500 kg'dan ağır ticari kamyon katsayısı 1,75 ve yolcu otobüsü katsayısı ise 2,25 olarak belirlenmiştir (TS 6407, 1989).

İki şeritli çift yönlü karayollarında kullanılacak katsayılar TS 6407 şehir içi yola göre; Orta yüklü ticari taşıtlar için 1,15, kamyonlar için 2, otobüs ve treyler için ise 3 olarak alınacaktır. Bu durumda birim oto denklemi Denklem 2.4'deki gibi olacaktır:

$$BO = 1 \times oto + 1{,}15 \times oryük + 2 \times kyon + 3 \times (obüs + trey) \qquad \textbf{(2.4)}$$

Burada;

Oto (otomobil) = otomobil, pikap, kamyonet, arazi taşıtı, toplam yüklü ağırlığı 3,5 tonu geçmeyen taşıtlar ve yolcu taşıma kapasitesi yaklaşık 8-14 kişi olan taşıtlar,

Oryük (Orta yüklü ticari taşıt) = yolcu taşıma kapasitesi yaklaşık 14-25 kişi olan taşıtlar ve toplam yüklü ağırlığı yaklaşık 3,5 ton ile 10 ton arasında olan kamyonlar,

Obüs (Otobüs) = yolcu taşıma kapasitesi yaklaşık 25 kişiden fazla olan taşıtlar,

Kyon (Kamyon) = Kamyonlar

Trey = Kamyon + römork ya da çekici + yarı römorklardır.

Katsayılar TS 6407'ye göre seçildiğinden, Denklem 2.3 aşağıdaki şekilde Denklem 2.5 olarak yeniden düzenlenecektir:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_O(E_O - 1) + P_K(E_K - 1) + P_T(E_T - 1)} \qquad \textbf{(2.5)}$$

Burada;

f_{HV} = ağır taşıt etkisi,

P_O = trafik akımında bulunan orta yüklü ticari taşıtların oranı,

P_K = trafik akımında bulunan kamyonların oranı,

P_T = trafik akımında bulunan otobüs ve çekicilerin oranı,

E_O = orta yüklü ticari taşıtlar için oto birim katsayısı,

E_K = kamyonlar için oto birim katsayısı,

E_T= çekici ve otobüsler için oto birim katsayısıdır.

2.3.4 Kesintisiz akımların başarı ölçüleri

2.3.4.1 Yoğunluk

Tipik olarak, bir şeritte, 1 mil (km) uzunluğundaki yol kesiminde bulunan, ortalama taşıt (ya da otomobil eşdeğeri, birim oto) sayısı olarak tanımlanır. Örnek olarak bir karayolu kesiminde 1.000 taşıt/saat trafik akımı ve 50 km/saat ortalama yolculuk hızı var ise bu karayolunun yoğunluğu (1.000/50) 20 taşıt/km olarak ifade edilir. Trafik yoğunluğu arttıkça, taşıtlar birbirine yaklaşmakta, taşıtların şerit değiştirmesi zorlaşmakta ve hız sabitlenmektedir. Yoğunluk, sıklıkla otoyolları ve çok şeritli yolları değerlendirmek için kullanılır ve Denklem 2.6 ile hesaplanabilir (HCM, 2010):

$$d = v_p / S \qquad \textbf{(2.6)}$$

Burada;

d = yoğunluk,

v_p = trafik akımı (bo/sa/şrt),

S = ortalama otomobil yolculuk hızı (km/sa)'tir.

2.3.4.2 Hız

Sürücülerin karayolunda ne kadar hızlı gidebileceklerini yansıtmaktadır. Sürücünün düşük hacimli bir trafikte ve kesintisiz bir akımda yapabildiği hıza, serbest akım hızı denmektedir. Sürücüler, trafik talebinin yolun kapasitesine yaklaştığında ya da yolun

kapasitesini aştığında, serbest akım hızından daha yavaş gitme durumunda kalırlar ki bunu gecikme olarak düşünürler. Hız, tüm kesintisiz akımları değerlendirmek için kullanılmaktadır (HCM, 2010).

2.3.4.3 Takip için kaybedilen zaman oranı

İki şeritli çift yönlü karayollarına özel bir ölçüdür. Karayolunun belirli kesimlerinde, yavaş giden taşıtlar, yoldan kaynaklı olarak geçilemezler. Takip için kaybedilen zaman oranı, takip eden taşıtın, geçme tamamlanıncaya kadar diğer ağır taşıtları arkalarından takip ettiği sürenin, toplam yolculuk süresine oranı olarak tanımlanmaktadır (HCM, 2010).

2.3.4.4 Trafik hacminin kapasiteye oranı (v/c)

Trafik hacminin kapasiteye oranı, bir yolun, kapasitesine ne kadar yakın işletildiğini yansıtmaktadır. Tanım olarak, yolda mevcut trafik hacmi, o yolun kapasitesini aşamaz. Bu yüzden v/c (volume/capacity) oranı aslında talebin kapasiteye (d/c; demand/capacity) oranıdır. V/c oranının 1,00'den büyük olması, yol tarafından sağlanan kapasiteden daha fazla aracın bu yolu kullanmasını talep etmesinden kaynaklanır (HCM, 2010).

2.3.5 Kapasite açısından iki şeritli bir yolun çok şeritli yola çevrilmesi

Kapasite yetersizliği nedeniyle iki şeritli çift yönlü bir yolun, çok şeritli bölünmüş yola çevrilmesi için, yol hizmet düzeyinin D (Level Of Service; LOS D) düzeyine inmesi gerekmektedir. Yol hizmet düzeyi E (LOS E) olmadan önce ilave şeritlerin yapılmasının tamamlanması gerekmektedir.

Yol tasarımında, zirve saatler en kritik dönemler olduğu için, tüm analizler zirve saatlerdeki talebe göre yapılmaktadır.

Yönsel tasarım saati trafik hacmi (YTH) değeri Denklem 2.7 ile hesaplanabilir:

$$YTH = YOGT \times K \times D \qquad \textbf{(2.7)}$$

Burada;

YTH = yönsel tasarım saati trafik hacmi,

YOGT = yıllık ortalama günlük trafik,

K = zirve saat trafik hacminin, YOGT değerine oranı,

D = yönsel dağılım etkenidir.

K değeri; zirve saatte gelen trafik hacminin, YOGT değerine oranıdır. YOGT ve yoğunluk arttıkça K değeri azalmaktadır. Genellikle kırsal yollarda 0,09 ile 0,10 değerleri arasındadır (HCM, 2010).

Umar ve Yayla (1988)'e göre, ülkemizdeki trafiğin karakterine göre saatlik proje trafiği YOGT'in %10'u kadardır.

Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) tarafından yapılan bir çalışma sonucunda, K değeri 0,11 olarak belirlenmiştir (Orer, 2012).

D değeri ise yönsel dağılım etkenidir. İki şeritli çift yönlü karayolları, taşıtlar tarafından kullanılırken, her iki şeritte de aynı trafik talebine hizmet ediyorsa D "0,50" değerini almaktadır. Genellikle her iki yönün trafik talebi, yolu kullananların ihtiyacı gereği; günün saatine, güne ve mevsime göre değişiklik göstermektedir. Bu sebeple yönsel dağılım etkeni katsayısı için kırsal yollarda 0,59 değeri alınmaktadır (HCM, 2010).

2.3.5.1 Yol hizmet düzeyleri

Trafik Mühendisliği El Kitabı (Traffic Engineering Handbook; TEH, 2010)'a göre yol hizmet düzeyleri (Level of Service, LOS) A ile F arasında bir ölçeklendirme ile belirlenir. A hizmet düzeyi (LOS A) en iyi kullanım koşullarını temsil ederken, F hizmet düzeyi (LOS F) en kötü kullanım koşullarını temsil eder. Yolculuk sürelerini, manevra yapabilme özgürlüğünü, gecikmeleri ve yolu kullananlara sağladığı rahatlığı içerir.

A hizmet düzeyi

A hizmet düzeyi, serbest akım koşullarını temsil eder. Sürücüler, trafik akımında, diğer sürücülerin varlığından dolayı hemen hemen hiç etkilenmezler. Sürücüler istedikleri hızlarda gidebilir ve trafik akımı içinde hareket serbestliği vardır. A hizmet düzeyinin sürücülere sağladığı rahatlık mükemmeldir.

B hizmet düzeyi

B hizmet düzeyi, A hizmet düzeyi gibi yine serbest akım hızında ya da serbest akım hızına çok yakın hızlarda yolculuğa izin verir; fakat trafik akımında ki diğer kullanıcıların varlığı hissedilmeye başlanır. Hızı seçme özgürlüğü etkilenmemekle

birlikte, yolda manevra yapma özgürlüğü Hizmet Düzeyi A (LOS A)'ya göre azalmaktadır.

C hizmet düzeyi

Serbest akım hızında ya da serbest akım hızına yakın yolculuk edilirken, şerit değiştirme gibi manevralar sınırlandığından, sürücüler tarafından oldukça dikkatli yapılmaktadır. Genel anlamda rahatlık, C hizmet düzeyinde anlamlı bir şekilde azalmaktadır. Trafik kazası gibi bir olay meydana geldiğinde, kuyruklar oluşmakta ve gecikmeler yaşanmaktadır. Buna karşılık, A ve B hizmet düzeylerinde, trafik kazası gibi olayların trafik akımına etkisi çok azdır.

D hizmet düzeyi

D hizmet düzeyinde hızlar, trafik yoğunluğuna bağlı olarak biraz düşmektedir. Manevra yapma özgürlüğü sınırlandırılmıştır. Yolda meydana gelen trafik kazaları gibi olaylar neticesinde uzun kuyruklar oluşmaktadır. Trafik akımında meydana gelen olayları yok etmek için çok az boşluk vardır ya da yoktur.

E hizmet düzeyi

Trafik talebinin kapasiteye oranı 1'e yaklaştığında ya da 1 olduğunda E hizmet düzeyi meydana gelir. Araçların eğimli bölgeye girmesi ya da şerit değiştirmesi gibi küçük aksaklıklar bile gecikmelere sebep olmaktadır. Genel olarak, manevra kabiliyeti son derece sınırlıdır ve sürücülerde ciddi fiziksel ve psikolojik rahatsızlıklar gözlenmektedir.

F hizmet seviyesi

Bu hizmet düzeyi trafik akımında bir aksaklık olduğunu belirtir. Trafik talebinin yolun kapasitesini geçtiği durumlarda meydana gelir. Taşıtlar genellikle çok düşük hızlarda yolculuk ederler ve sıklıkla da tamamen durma noktasına gelirler. Bu duruşlar F hizmet düzeyinin en belirgin özelliğidir. Ayrıca, unutulmamalıdır ki HCM, F hizmet düzeyini tanımlasa da çoğu uygulayıcı, araştırmacı ve akademisyenler tarafından bir hizmet düzeyi olarak değil, genellikle "F Durumu" olarak bilinir; çünkü bu hizmet düzeyinde, bir hizmet söz konusu değildir.

2.3.5.2 Yol hizmet düzeyinin belirlenmesi

İki şeritli çift yönlü karayollarının hizmet düzeyi; I. Sınıf karayolu için Ortalama Yolculuk Hızı (Average Travel Speed, ATS) ve Takip için Kaybedilen Zaman Oranı (Percent Time Spent Following, PTSF) değerleri ile belirlenmektedir. II. Sınıf

karayolu hizmet düzeyi yalnızca PTSF ile belirlenirken, III. Sınıf karayolu Serbest Akım Hızında yapılan Yolculuğun Oranı (Percent of Free Flow Speed, PFFS) değeri ile belirlenmektedir (HCM, 2010).

İncelenen iki şeritli çift yönlü karayolu kesimlerine ait yalnızca YOGT değerleri mevcuttur. Buna karşılık bölünmüş yollarda hizmet düzeyi "hacim bölü kapasite" (v/c) oranı kullanılarak da belirlenebilmektedir (HCM, 2000, 2010; TEH, 2010). Bölünmüş yol kesimlerinde C hizmet düzeyi için v/c oranı, Çizelge 2.1'e göre, 90 km/sa serbest akım hızı için 0,68'dir. Bölünmemiş yollardaki hizmet düzeyi hakkında bir fikir vermesi açısından 0,68 değeri, bu yollardaki v/c oranları ile karşılaştırılacaktır. Hizmet düzeyi ve kapasite analizinde sıklıkla kullanılan bir gösterge olan "hacim bölü kapasite" (v/c) oranı Denklem 2.8'deki gibi hesaplanabilmektedir:

$$v/c = \frac{v_d}{1.700} \qquad \textbf{(2.8)}$$

Burada v_d, talep edilen trafik hacmidir ve YOGT değeri belirli olan iki şeritli çift yönlü karayollarında YOGT değerinin K ve D katsayıları ile çarpılması ile elde edilebilir.

Çok şeritli bölünmüş karayollarının hizmet düzeyi belirlenirken, "hacim bölü kapasite" (v/c) oranına bakılacaktır. Hizmet düzeyi, Trafik Mühendisliği El Kitabı'nda, serbest akım hızı 55 mi/sa (90 km/sa) ve 60 mi/sa (100 km/sa) olan çok şeritli bölünmüş karayolları için hazırlanan, Çizelge 2.1 kullanılarak belirlenecektir (TEH, 2010).

Çizelge 2.1 : Yol hizmet düzeyi ölçütleri (TEH, 2010).

Serbest Akım Hızı	Ölçüt	Hizmet Düzeyi (LOS)				
		A	B	C	D	E
55 mi/sa (90 km/sa)	En fazla yoğunluk (bo/mi/şrt)	11	18	26	35	41
	En az hız (mi/sa)	55	55	54,9	52,9	51,2
	En yüksek v/c	0,29	0,47	0,68	0,88	1,00
	En fazla servis akım değeri (bo/sa/şrt)	600	990	1.430	1.850	2.100
60 mi/sa (100 km/sa)	En fazla yoğunluk (bo/mi/şrt)	11	18	28	35	40
	En az hız (mi/sa)	60	60	59,4	56,7	55
	En yüksek v/c	0,30	0,49	0,70	0,90	1,00
	En fazla servis akım değeri (bo/sa/şrt)	660	1.080	1.550	1.980	2.200

2.4 Karayollarının Trafik Güvenliği

2.4.1 İki şeritli çift yönlü karayolunun trafik güvenliği

Karayolu Güvenliği El Kitabı (Highway Safety Manual; HSM, 2010)'a göre iki şeritli çift yönlü yollarda beklenen kaza sayıları Denklem 2.9 ve Denklem 2.10 ile hesaplanabilir:

$$N_{p\,rs} = N_{spf\,rs} \times C_r \times \prod_{i=1}^{12} CMF_{ir} \quad \textbf{(2.9)}$$

$$N_{spf\,rs} = YOGT \times L \times 365 \times 10^{-6} \times e^{(-0,312)} \quad \textbf{(2.10)}$$

Burada;

$N_{p\,rs}$= seçilen yıl için bir karayolu bölümünde beklenen ortalama trafik kaza sayısı,

$N_{spf\,rs}$ = iki şeritli yolda, temel koşullarda beklenen trafik kaza sayısı,

L = karayolu yol kesimi uzunluğu (mil),

C_r = karayolu bölümü için, belirli bir yargı veya coğrafi bölge için geliştirilmiş ölçümleme katsayısı,

CMF_{1r}… CMF_{12r} = iki şeritli çift yönlü bir yol kesimi için, trafik kaza düzeltme katsayılarıdır. Bunlar;

CMF_{1r} = şerit genişliğine,

CMF_{2r} = banket genişliği ve tipine,

CMF_{3r} = yatay dönemeç uzunluğuna, yarıçap ölçülerine ve spiral geçiş eğrilerinin varlığına,

CMF_{4r} = devere,

CMF_{5r} = eğimlere,

CMF_{6r} = özel taşıt yoğunluğuna,

CMF_{7r} = çakılı orta şerit çizgisine,

CMF_{8r} = geçiş şeridinin varlığına,

CMF_{9r} = çift yönlü sola dönüş şeritlerinin varlığına,

CMF_{10r} = yol kenarı tasarımına,

CMF_{11r} = aydınlatmanın varlığına,

CMF_{12r} = otomatik hız kontrol sisteminin varlığına bağlı düzeltme katsayılarıdır.

2.4.2 Çok şeritli bölünmüş karayolunun trafik güvenliği

Bölünmüş yollar, bir taşıtın diğer yöne geçmesini engelleyecek bir orta ayırıcı bölüme sahip olan yollardır. Bu orta ayırıcı, yükseltilmiş, düşürülmüş bir seviyede fiziksel orta bariyerli ya da bariyersiz olabileceği gibi, aynı hizada ve bariyerli de olabilmektedir.

HSM (2010)'a göre bölünmüş yollarda tahmin edilen kaza sayıları aşağıdaki Denklem 2.11 ve Denklem 2.12 ile hesaplanabilmektedir:

$$N_{p\,rs} = N_{spf\,rd} \times C_r \times \prod_{i=1}^{5} CMF_{ird} \quad \textbf{(2.11)}$$

$$N_{spf\,rd} = e^{(a+b\times\ln(YOGT)+\ln(L))} \quad \textbf{(2.12)}$$

Burada;

$N_{p\,rs}$= seçilen yıl için bir karayolu bölümünde beklenen ortalama trafik kaza sayısı,

$N_{spf\,rd}$ = bölünmüş yolda, temel koşullarda beklenen trafik kaza sayısı,

L = karayolu yol kesimi uzunluğu (mil),

a, b = bağlanım katsayıları; şerit sayısına, yolun bölünmüş ya da bölünmemiş karayolu olmasına göre; toplam kaza sayısı ya da ölümlü ve yaralanmalı kaza sayısı hesaplamalarında farklı değerler almaktadır,

C_r = karayolu bölümü için, belirli bir yargı veya coğrafi bölge için geliştirilmiş ölçümleme katsayısı,

CMF_1 - CMF_{5rd} = bölünmüş yollar için trafik kaza düzeltme katsayılarıdır. Bunlar; CMF_{1rd} = şerit genişliğine,

CMF_{2rd} = sağ banket genişliği ve tipine,

CMF_{3rd} = orta kaldırım genişliğine,

CMF_{4rd} = aydınlatmanın varlığına,

CMF_{5rd} = otomatik hız kontrol sisteminin varlığına bağlı düzeltme katsayılarıdır.

2.4.3 Trafik güvenliği açısından karayolları tiplerinin karşılaştırılması

İki şeritli çift yönlü karayolunda beklenen trafik kaza sayısı ile 4 şeritli bölünmüş karayolunda beklenen trafik kaza sayısı, aynı geometrik koşullar altında hesaplanarak karşılaştırılacaktır.

İki şeritli çift yönlü, 1,5 mil (2,4 km) uzunluğunda, YOGT değeri 10.000 tş/gün olan, %2 eğimli, 3,0 m. şerit genişliğine sahip, 1,2 m. banket genişliğinde, yol kenar tehlike indeksi 4 olan bir karayolunda beklenen trafik kaza sayısı Denklem 2.9 ve 2.10 ile hesap edildiğinde;

İki şeritli çift yönlü karayolunda temel koşullarda beklenen trafik kaza sayısı:

$$N_{spf\ rs} = 10.000 \times 1{,}5 \times 365 \times 10^{-6} \times e^{(-0{,}312)} = 4{,}008\ kaza/yıl$$

İki şeritli çift yönlü bir karayolunda, belirlenen koşullarda beklenen trafik kaza sayısı:

$$\prod_{i=1}^{12} CMF_{ir} = 1{,}17 \times 1{,}09 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1{,}01 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1{,}07 \times 1 \times 1 = 1{,}378$$

$$N_{p\ rs} = 4{,}008 \times 1{,}1 \times 1{,}378 = 6{,}075\ kaza/yıl'\ dır.$$

4 şeritli, 1,5 mil (2,4 km) uzunluğunda, YOGT değeri 10.000 tş/gün olan, 3,0 m. şerit genişliğine sahip, 1,2 m. sağ banketi ve 6,0 m. orta kaldırımı olan, aydınlatma ve otomatik hız kontrol sistemi bulunmayan bir bölünmüş karayolunda beklenen trafik kaza sayısı, Denklem 2.11 ve Denklem 2.12 kullanılarak;

Bölünmüş karayolunda, temel koşullarda beklenen trafik kaza sayısı:

$$N_{spf\ rd} = e^{(-9{,}025+1{,}049\times\ln(10.000)+\ln(1{,}5))} = 2{,}835\ kaza/yıl$$

Bölünmüş bir karayolunda, belirlenen koşullarda beklenen trafik kaza sayısı:

$$\prod_{i=1}^{5} CMF_{ird} = 1{,}15 \times 1{,}09 \times 1{,}02 \times 1{,}00 \times 1{,}00 = 1{,}279$$

$$N_{p\ rs} = 2{,}835 \times 1{,}1 \times 1{,}279 = 3{,}989\ kaza/yıl'dır$$

CMF_{ir} ve CMF_{ird} katsayıları HSM (2010) çizelgeleri kullanılarak belirlenmiş, coğrafi bölge için 1,1 katsayısı varsayılmıştır.

İki şeritli çift yönlü bir karayolunda, belirli koşullarda beklenen kaza sayısı, yılda 6,075 iken, dört şeritli bölünmüş bir karayolunda belirli koşullarda beklenen trafik kaza sayısı 3,989 olup yaklaşık %35 azdır. Bu fark, çok şeritli bölünmüş karayollarının trafik güvenliği açısından, iki şeritli çift yönlü karayoluna göre kuramsal olarak daha güvenli olduğunu göstermektedir.

3. TRAFİK KAZALARI VE NEDENLERİ

Trafik kazaları, en az bir motorlu taşıtın çarpmasından dolayı olan, ölüm, yaralanma ve maddi hasarla sonuçlanmış bir takım olaylar olarak tanımlanır ve bir başka motorlu araç, bisiklet, yaya ve bir cisim ile çarpışmayı içerebilir. Bu tanım bisikletliler ve yayalar arasındaki çarpışmalar ile demiryolundaki araçlarla çarpışmayı içermez (HSM, 2010).

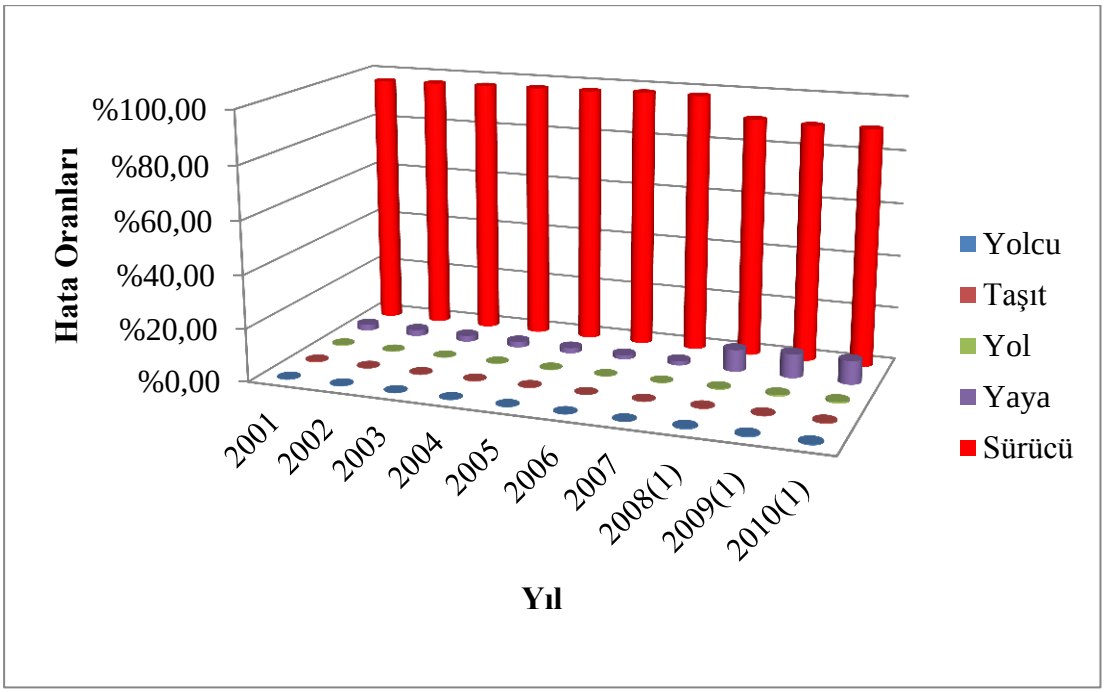
Kaza nedeni, kaza ile ilişkili olan ve kazanın, kendisi olmadan meydana gelmeyeceği koşul olarak tanımlanabilir. Trafik kazalarının meydana gelmesinde, değişik özellikte ve çok sayıda öge etkili olabilmektedir (İyinam ve diğerleri, 1999).

HSM (2010)'a göre trafik kaza ögeleri, 3 genel kategoride toplanabilir. Bunlar;

- İnsan – yaş, yargılama, sürücü becerileri, dikkat, yorgunluk, deneyim ve soğukkanlılığı kapsar,
- Taşıt – tasarım, imalat ve bakımı kapsar,
- Karayolu/Çevre – geometrik uyum, kavşaklar, trafik denetim cihazları, yüzey sürtünmesi, eğimler, işaretlemeler, hava durumu ve görünürlüğü kapsar.

Ülkemizde trafik kazaları ile ilgili istatistikler, Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı kayıtlarından derlenerek, Türkiye İstatistik Kurumu'nca (TÜİK) ortak yayın mahiyetinde hizmete sunulmaktadır. Veri kaynağı olarak, kaza yerine ulaşan ilk resmi görevlinin ya da trafik kazası yalnızca maddi hasarlı ise, kazaya karışan tarafların arasında düzenlediği "Trafik Kazası Tespit Tutanağı' kullanılmaktadır.

Trafik kazalarında kazaya neden olan ögeler, 2001-2010 arasında yapılan istatistiklere göre irdelendiğinde, kazaların oluşumunda çok genel olarak insan, araç ve yol ögelerinin etkili olduğu, ancak sürücü, yaya ve yolcu olarak insan ögelerinin çok büyük bir yüzde payı ile ilk sırayı aldığı görülmektedir. Şekil 3.1'de görüldüğü gibi, sürücüler kazaların oluşumunda ortalama %95 kusur oranı ile ilk sıradadır (Kalyoncuoğlu, 1999; TÜİK, 2002-2011).



Not : (1) Maddi hasarlı kazalarda trafik kazasına neden olan kusur detayında bilgi verilemediğinden ölümlü yaralanmalı kazalara ait kusur bilgileri verilmiştir.

Şekil 3.1 : Kazaya neden olan ögelerin oranları (TÜİK, 2002-2011).

3.1 Trafik Kazalarında Sürücü Hataları

Yol tasarımı ve taşıt tekniğindeki gelişmeler ne olursa olsun, kullanıcı olarak insanların, kendi paylarına düşen ölçüdeki güvenlik kavramından uzaklaşmaları halinde, karayolu güvenliğinde yeterli düzeye erişebilme olanağı ortadan kalkacaktır. Yolu kullananlar, sürücü, yaya ve yolcu olmak üzere üç bileşenden oluşmaktadır. Yapılan araştırmaların tümünde, sürücünün kazalarda başta gelen ana ögeyi oluşturduğu yönünde görüş birliğine varılmıştır (İyinam ve diğerleri, 1999).

Ülkemizde 2010 yılında meydana gelen trafik kazalarından 141.728'i sürücülerin yaptığı hatalardan dolayı meydana gelmiştir. Bu kazalardan 104.884 adedi ölümlü ve/veya yaralanmalı olarak sonuçlanmıştır. Sürücülerin yaptıkları hatalar ve hataların oranları Çizelge 3.1'de verilmiştir (TÜİK, 2011).

Araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmamak %34,40 ile en önemli hata olarak istatistiklere geçmiştir. Aslında trafik kazalarında aşırı hız yapmayı tamamen sürücü hatası olarak değerlendirmek yanlıştır. Her ne kadar trafik kazaları, sürücünün fiziki durumu, geçici fiziki durumu, psikolojik durumu, sosyal ve kültürel durumu yapısıyla ilgili olsa da, sürücüyü aşırı hız yapmaya zorlayan yol ve çevre ögelerinin de payları büyüktür. Yol şartlarındaki kısa mesafeli aşırı

iyileştirmeler sürücüleri hız yapmaya yönlendirebilir. Ayrıca eğitim kadar denetim eksikliği de söz konusudur (Yüksel, 2003).

Çizelge 3.1 : Trafik kazalarında sürücü hataları (TÜİK, 2011).

Sürücü Hataları	Kaza Sayısı	Hata Oranları
Araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmamak	36.079	%34,40
Kavşak, geçit ve kaplamanın dar olduğu yerde geçiş önceliğine uymamak	16.739	%15,96
Doğrultu değiştirme (dönüş) kurallarına uymamak	15.042	%14,34
Arkadan çarpma	10.543	%10,05
Manevraları düzenleyen genel şartlara uymamak	6.236	%5,95
Şerit ihlali yapmak	4.991	%4,76
Trafik güvenliği ile ilgili diğer kurallara uymamak	3.310	%3,16
Kırmızı ışık veya görevlinin dur işaretinde durmamak	2.860	%2,73
Taşıt giremez trafik işareti bulunan yerlere girmek	2.678	%2,55
Alkollü olarak araç kullanmak	1.511	%1,44
Kurallara uygun olarak park etmiş araçlara çarpmak	1.212	%1,16
Geçme yasağı olan yerlerden geçmek	808	%0,77
Hatalı şekilde veya yasak olan yerlere park etmek	415	%0,40
Diğer	2.460	%2,35
TOPLAM	104.884	%100,00

Ortalama hızın 1 km/sa oranında azaltılmasıyla kaza sayısında ortalama %4 oranında bir azalma kaydedileceği tahmin edilmektedir. Elde edilen fayda, incinebilir yol kullanıcıları dikkate alındığında oldukça büyük olacaktır; örneğin 50 km/sa'lik hızla seyreden taşıt, yaya ya çarptığında, çarpışmanın yayanın ölümüne neden olma olasılığı %85 iken, 30 km/sa hızla seyredilirken meydana gelen çarpışmada, çarpışmanın yayanın ölümüne neden olma olasılığı %10'dan daha az olmaktadır (EGM, 1999).

Kavşak, geçit ve kaplamanın dar olduğu yerlerde geçiş önceliğine uymamak ise ikinci sık rastlanan bir sürücü hatası olarak görülmekle birlikte bu gibi trafik kazaları yol geometrisinin uygun olmadığı ve geçiş üstünlüğünün trafik işaret ve işaretçileri ile belirlenmediği bölgelerde oluşan kazalardır. Kavşakların uygun bir geometri ile projelendirilmesi ve işaretlerle geçiş önceliğinin tanımlanması ile bu tip sürücü hatalarının önüne geçilebilir.

3.2 Trafik Kazalarında Yolcu Hataları

2010 yılında meydana gelen trafik kazalarından 564'ü yolcuların yaptığı hatalardan dolayı meydana gelmiştir. Bu kazalardan 408 adedi ölümlü ve/veya yaralanmalı olarak sonuçlanmıştır. Yolcuların yaptıkları hatalar ve hataların oranları Çizelge 3.2'de verilmiştir (TÜİK, 2011).

Çizelge 3.2 : Trafik kazalarında yolcu hataları (TÜİK, 2011).

Yolcu Hataları	Kaza Sayısı	Hata Oranları
Taşıttan sarkmak	21	%5,15
Taşıta habersiz binmek ve inmek	45	%11,03
Taşıt içinde hareket etmek	34	%8,33
Taşıtın dışında (çamurluk vs.) seyahat etmek	86	%21,08
Hareket halindeki taşıttan yere atlamak	51	%12,50
Açık yük üzerinde seyahat etmek	52	%12,75
Yolcuya ait diğer kusurlar	119	%29,17
TOPLAM	408	%100,00

Taşıtın dışında ve açık yük üzerinde yolculuk etmek, toplam %33,83 gibi yüksek bir oranla en sık karşılaşılan yolcu hataları olup, bu hatalar genelde yolcu taşımak üzere tasarlanmamış araçlarda meydana gelmektedir.

Taşıttan habersiz inmek, binmek ve hareket halindeki taşıttan yere atlamak ise yine en sık karşılaşılan yolcu hataları olup, toplu taşıma araçlarında kapıların tam denetiminin sürücüde olması ile engellenebilir.

Yolcu hataları, trafik kazalarında insan ögesinin bir parçası olarak değerlendirildiğinde, insan hatalarını azaltmak bağlamında başlıca önlemler eğitim ve denetimle ilgili olmaktadır (İyinam ve diğerleri, 1999).

3.3 Trafik Kazalarında Yaya Hataları

Trafik kazalarında insan faktörlerinden biri olan yaya hataları, yolcu hatalarına göre çok daha sıklıkla karşılaşılan bir durumdur.

Ülkemizde 2010 yılında meydana gelen trafik kazalarından 14.171'i yayaların yaptığı hatalardan dolayı meydana gelmiştir. Bu kazalardan 13.729 adedi ölümlü

ve/veya yaralanmalı olarak sonuçlanmıştır. Yayaların yaptıkları hatalar ve hataların oranları Çizelge 3.3'de verilmiştir (TÜİK, 2011).

Çizelge 3.3 : Trafik kazalarında yaya hataları (TÜİK, 2011).

Yaya Hataları	Kaza Sayısı	Hata Oranları
Kırmızı ışıkta geçmek	502	%3,66
Yola birden bire çıkmak	4.884	%35,57
Duran taşıtın önünden, arkasından çıkmak	1.224	%8,92
Araçlara ilk geçiş hakkını vermemek	4.082	%29,73
Yol ortasında yürümek, oturmak, oynamak	1805	%13,15
Hareket halindeki araca asılmak, binmek	50	%0,36
Otoyola girmek	82	%0,60
Yayaya ait diğer kusurlar	1.100	%8,01
TOPLAM	13.729	%100,00

Yaya hatalarında yola birden bire çıkmak ve araçlara ilk geçiş hakkını vermemek, toplam hataların %65'ini kapsamaktadır. Yolların asıl sahibinin taşıtlar olduğu düşünülürse, yayaların karıştığı bu tip kazaların sonucu genelde çok ağırdır.

Yaya hatalarından meydana geldiği düşünülen trafik kazaları incelenirken, göz ardı edilmemesi gereken bir konu da, yayaya çarpan taşıtın hızıdır. Taşıtın hızı, yol ve hava şartlarının izin verdiği hızdan fazla ise, yaya güvenli bir şekilde geçeceğini düşündüğü yoldan geçecek zamanı bulamayabilir, yani sürücü yayayı gördüğü andan itibaren, hızı yüksek olduğu için duramamış olabilir (Gedizlioğlu, 2012).

Daha ayrıntılı ifade etmek gerekirse, fizik kurallarına göre lastik ile yol sürtünmesi katsayısı 0,6 ve sürücü tepki süresi 0,75 sn. kabul edildiğinde; hızı 90 km/sa olan taşıt 47 m. fren iziyle, 66 m. uzakta durabilir. Hızı 110 km/sa olan taşıt da 73 m. fren iziyle 96 m. uzakta durabilir ve 110 km/sa hızındaki taşıtın, 90 km/sa hızı olan taşıtın durduğu yerden geçerken hızı hala 75 km/sa dolaylarındadır (Gedizlioğlu, 2008).

Yaya trafiğinin güvenli bir şekilde gerçekleşebilmesinin temel koşullarından biri taşıt ve yayaların yararlanabileceği her türlü tesis ile işaretlemenin, diğer bir deyişle aşağıda sayılan elemanların, yeterli düzeyde olmasıdır. Yol, kavşaklar, alt ve üst geçitler, yaya kaldırımları, park yerleri, aydınlatma ve haberleşme tesisleri, yatay ve düşey işaretler karayolu altyapısının başlıca elemanlarıdır (Elmas ve Yıldızhan, 1999).

Yaya kazalarını önlemek için, yol ve kavşaklar tasarlanırken yayalar unutulmamalı ve özellikle karşıdan karşıya geçişlerde alt ve ya üst geçitlerin yerlerinin uygun, kullanılmasının yayaya zorluk çıkarmayacak şekilde olması ve trafik önceliğini belirleyen trafik işaret ve işaretçilerin yeterli olması gerekmektedir.

Trafik kazalarına neden olan diğer tüm insan ögeleri gibi, yayaların da eğitimi ve denetimi, bu tip hataların önüne geçmekte oldukça faydalı olabilmektedir.

3.4 Trafik Kazalarında Araç Hataları

Trafik kazalarına sebep olan araç hataları, insan hatalarına oranla çok az olmakla birlikte, trafik kazalarına neden olan tüm ögelerin tek tek ele alınarak önlenmesi, karayolu güvenliğini artırmak için gereklidir.

Ülkemizde 2010 yılında meydana gelen trafik kazalarından 515'i araç hatalarından dolayı meydana gelmiştir. Bu kazalardan 374 adedi ölümlü ve/veya yaralanmalı olarak sonuçlanmıştır. Araç hataları ve hataların oranları Çizelge 3.4'de verilmiştir (TÜİK, 2011).

Çizelge 3.4 : Trafik kazalarında araç hataları (TÜİK, 2011).

Araç Hataları	Kaza Sayısı	Hata Oranları
Kusurlu fren	33	%8,82
Kusurlu rot	17	%4,55
Makas, şaft, şanzıman, vites arızası	10	%2,67
Aks kırılması	22	%5,88
Kusurlu direksiyon	6	%1,60
Işık kusurları	5	%1,34
Lastik patlaması	251	%67,11
Araca ait diğer kusurlar	30	%8,02
TOPLAM	374	%100,00

Araç kusurundan meydana gelen trafik kazası oranı 2010 istatistiklerine göre %1'in altında görülmektedir. Trafik kazaları sonucunda kusurlu fren, kusurlu rot, aks kırılması gibi kusurların araç hasar aldığı için kontrol edilememesinden ve Trafik Kazası Tespit Tutanağına herhangi bir başka kusurdan dolayı olmuş olarak işlenmesi nedeni ile de bu oran %1'in altında çıkıyor olabilir.

Araçların yol ile temasını sağlayan tek öge olan lastikler, sürüş güvenliği açısından hayati önem taşımaktadır. Hava basıncı uygun olmayan bir lastik fren mesafesinin uzamasına neden olacağı gibi, balans bozukluğu bulunan bir lastik de yol tutuşunu azaltıp trafik kazasına neden olabilir. Araç kusurlarından lastikle ilgili olan diş derinliği ve eğer patlamamışsa lastik hava basıncının kontrol edilerek Trafik Kazası Tespit Tutanağına işlenmesi, bu tip araç lastiği kusurları ile ilgili istatistiki veriyi daha sağlıklı hale getirebilir.

2010 yılında meydana gelen trafik kazalarında araç kusurlarından lastik patlaması %67,11 hata oranı ile en önemli kusur olmuştur. Aracın seyir halinde iken lastiğinin patlaması, genel olarak lastiklerin artık kullanılamaz hale gelmesi ve bu durumda iken hala kullanılmaya devam edilmesi neticesinde olmaktadır. Araç lastiklerinin diş derinliğinin 4 mm ve daha fazla tekerlekli araçlarda en az 1,6 mm olması, ülkemiz yönetmeliklerinde belirtilse de, bu konuda yeterli denetim yapılmamaktadır. Bu tip hatalar sürücü eğitimleri ve denetim ile engellenebilir (KUGM, 2010).

İlerleyen teknoloji ve araçlardaki güvenlik önlemleriyle her 100.000 taşıta düşen ölü sayısı 2001 yılında 51,5 iken 2010 yılında bu sayı azalarak 26,8'e inmiştir. Yaralı sayısı ise 1.363,6'dan 1.401,0'e çıkmıştır. Trafik kazalarında 100.000 taşıta düşen ortalama ölü ve yaralı sayısı Çizelge 3.5'de verilmiştir (TÜİK, 2011).

Çizelge 3.5 : Trafik kazalarında 100.000 taşıta düşen ortalama ölü ve yaralı sayısı.

Yıl	100.000 taşıta düşen	
	Ölü sayısı	Yaralı sayısı
2001	51,5	1.363,6
2002	47,3	1.345,0
2003	44,3	1.327,7
2004	43,2	1.332,9
2005	40,4	1.382,5
2006	37,9	1.382,8
2007	38,4	1.451,7
2008	30,8	1.340,1
2009	30,2	1.406,6
2010	26,8	1.401,0

Trafik güvenliği açısından 10 yaşından büyük araçların trafiğe çıkmalarını engelleyici yasal düzenlemelerin mevcut olmaması nedeniyle trafikte bulunan araçların yaklaşık %50'si 10 yaşından büyüktür. Bu tür araçların teknik özelliklerinin kaza anında ne kadar koruyucu olabilecekleri de tartışılabilir (TÜİK, 2011b).

3.5 Trafik Kazalarında Yol Hataları

Ülkemizde 2010 yılında meydana gelen trafik kazalarından 992'si yol hatalarından dolayı meydana gelmiştir. Bu kazalardan 726 adedi ölümlü ve/veya yaralanmalı olarak sonuçlanmıştır. Yol hataları ve hataların oranları Çizelge 3.6'da verilmiştir (TÜİK, 2011).

Çizelge 3.6 : Trafik kazalarında yol hataları (TUİK, 2011).

Yol Hataları	İşaretleme Var	İşaretleme Yok	Toplam	Hata Oranları
	Kaza Adedi	Kaza Adedi	Kaza Adedi	
Yol ve köprü çökmesi	23	102	125	%17,22
Tekerlek izinde oturma	3	108	111	%15,29
Düşük banket	9	25	34	%4,68
Yol sathında gevşek malzeme	111	186	297	%40,91
Yolda münferit çukur	27	132	159	%21,90
Toplam	173	553	726	%100,00

Trafik kazalarına neden olan yol kusurları, 2001-2010 yılları arasında yapılan istatistiklere göre ortalama %0,32, 2010 yılında ise %0,63'tür.

Trafik kazaları istatistiklerine göre, kazaların %40,91'i yol sathında gevşek malzeme bulunması neticesinde meydana gelmiştir. Bu tip yol kusurlarının önüne, yol yapımı esnasında ve daha sonrasında yol bakım çalışmaları ile geçilebilir.

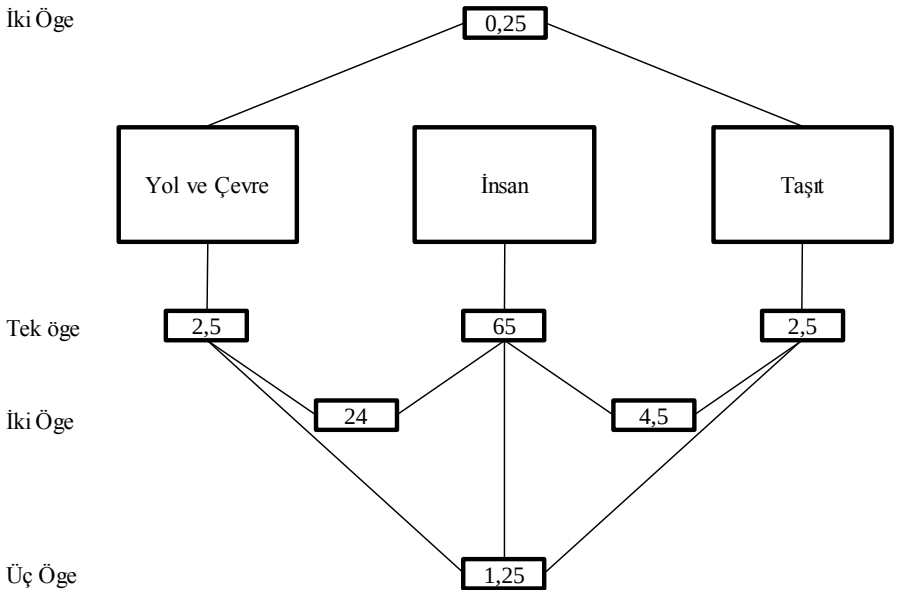
Yol hatalarının bulunduğu bölgelerde, gerekli trafik işaretlemelerinin yapılması, sürücünün gerekli tedbiri almasına olanak vermekte ve olası bir kazayı önlemede önemli bir yol olmaktadır. 2010 yılında meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı kazalardan 173'ü trafik işaretinin bulunduğu bölgede olmasına karşın 553 adedi trafik işaretinin bulunmadığı bölgelerde olmuştur.

Trafik kazaları, insan, yol ve taşıt ögelerinden bir veya bir kaçındaki tekil kusur sonucunda meydana geldiği gibi, bunların birlikte etkileşimleri sonucunda da meydana gelebilen karmaşık yapıda olaylardır (İyinam ve diğerleri, 1999).

Amerika Birleşik Devletleri Indiana Üniversitesi'nde ve İngiltere Ulaştırma ve Yol Araştırmaları Laboratuvarı'nda (Transport and Road Research Laboratory) 1970 yılı ile 1974 yılları arasında iki önemli çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların amacı trafik kazalarının nedenlerini ve kaza nedenlerinin birbiri ile ilişkisini açıklamaktı. Çalışmada, 2.130 trafik kazası, 24 saat görev başında bulunan araştırma takımı ile

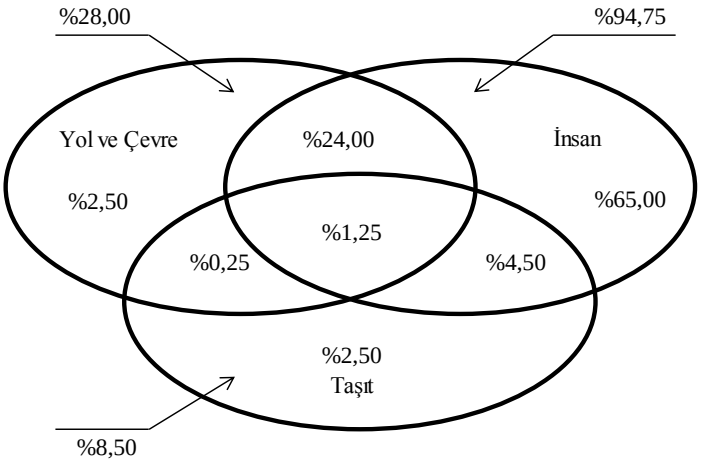
incelenmiştir. Olay yeri incelemesine ek olarak, trafik kazasından etkilenen kişilerle yapılan görüşmeler ve taşıtın daha sonra yapılan incelemesi eklenmiştir. Her iki çalışmada da yaklaşık aynı sonuçlara ulaşılmıştır (Schwing ve Alberts, 1980).

Çalışmalar sonucunda, yalnızca yol ve çevre kusurlarından oluşan trafik kazalarının oranının %2,5 olduğu, diğer ögelerle birlikte bu oranın %28'e çıktığı belirtilmiştir. Trafik kazalarında ögelerin katkılarının oranı Şekil 3.2'de görülmektedir (Schwing ve Alberts, 1980).



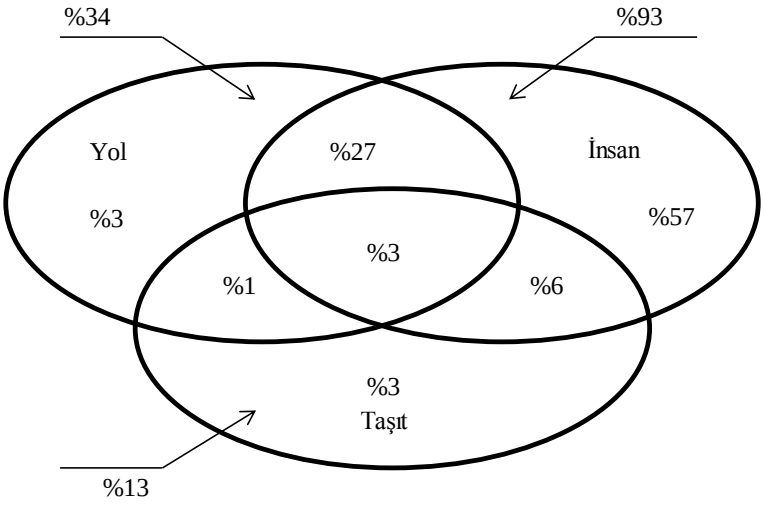
Şekil 3.2 : Trafik kazalarında ögelerin katkılarının oranı (Schwing ve Alberts, 1980).

Şekil 3.2'nin kümeler kavramı ile gösterilmesi ile daha anlaşılabilir olacağı düşünüldüğü için Şekil 3.3'deki gibi değiştirilmiştir.



Şekil 3.3 : Trafik kazalarında ögelerin katkılarının oranı 2 (Schwing ve Alberts, 1980).

Konu ile ilgili Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılmış başka bir araştırmada ise trafik kaza nedenleri olarak, yol ögesinin tekil olarak %3, etkileşimli olarak bakıldığında ise %34 oranında etkili olduğu Şekil 3.4'de görülmektedir (Treat ve diğerleri, 1979).



Şekil 3.4 : Trafik kazalarında ögelerin katkılarının oranı 3 (Treat ve diğerleri, 1979).

Bu karşılaştırmalarda, ülkemiz de tutulan istatistiklerde, yol ve çevre kusurlarının etkileşimli olduğu trafik kazalarında, trafik kazasının, yalnızca sürücü hatası olarak kayıtlara geçtiği düşünülebilir.

Yol hatalarından dolayı oluşan trafik kazalarını önlemek için bu kazaların nerede olduğu tanımlanmalı ve sınıflandırılmalıdır. Bunu yapmanın en uygun yolu, kaza yerlerinin haritada belirlenmesidir. Kazalar haritada gösterildiği takdirde, yoğunlaşmaların oluştuğu kesimler fark edilmektedir. Kaza modelleri ile ilgili araştırmalar göstermiştir ki; yol faktörlü kazalar, bütün kaza tipleri arasında önemli bir oranda yoğunluk göstermektedir (EGM, 2001).

4. KARA NOKTA BELİRLEME YÖNTEMLERİ

Türkiye'de Acil Eylem Planı (AEP) kapsamında yapılan bölünmüş yollar, trafik güvenliği açısından değerlendirilirken, bir takım yöntemlere ihtiyaç duyulacaktır.

Bölünmüş yol yapılmadan önceki trafik kazalarının durumu ile bölünmüş yol yapımı tamamlandıktan sonraki trafik kazalarının durumu incelenirken, yöntem olarak kara noktaları belirlemek için kullanılan kaza çözümleme yöntemleri araştırılacak ve seçilecek uygun yöntemlerle önce-sonra çalışması yapılacaktır.

4.1 Kara Nokta

Kara Nokta kuramsal olarak herhangi bir bölgede, yerel risk faktörleri sonucu, benzer özelliklere sahip diğer bölgelere oranla daha fazla kazanın beklendiği bölgeye denir (Elvik, 2008).

Bu tanım gerçek kara noktalarda, yol tasarımı ve trafik denetimi gibi yerel risk faktörlerinin trafik kazalarına önemli katkıları olduğu anlamına gelir. Sonuç olarak, kara noktalardaki trafik kazaları uygun mühendislik tasarımlarıyla azaltılabilir.

Kara noktaların doğru belirlenmesi, karayolu trafik güvenliği yönetiminin ilk basamağıdır. Yanlış belirlenen noktalar, karayolu trafik güvenliği geliştirmeleri için ayrılan kaynakların verimsiz kullanılmasına neden olabilir (Montella, 2009).

Kara noktaları belirlemede aşağıdaki yöntemler kullanılmaktadır:

- Kaza sayısı yöntemi
- Eşdeğer ağırlık yöntemi
- Kaza tekrar oranı yöntemi
- Oran yöntemi
- Toplam kaza sayısı tahmini için ampirik bayes yöntemi
- Şiddetli kaza sayısı tahmini için ampirik bayes yöntemi
- İyileştirilebilme olanağı yöntemi

4.2 Uygulanan Yöntemler

4.2.1 Kaza sayısı yöntemi

Kaza sayısı (KS), kara nokta belirlemek için en basit ölçüttür. Bu yöntemde bölgeler kaza sayısına göre azalan sırayla sıralanır. Farklı uzunluktaki bölgeleri de karşılaştırabilmek için toplam kaza sayısı, bölge uzunluğuna ve zamana bölünür. Sonuç bize 1 yılda 1 km'lik kesimde oluşan trafik kazası sayısını verir. KS Denklem 4.1'deki gibi hesaplanır (Montella, 2009).

$$KS = TKS/(L \times t) \quad \textbf{(4.1)}$$

Burada;

KS = kaza sayısı,

TKS= toplam kaza sayısı,

L = karayolu uzunluğu (km),

t = gözlem dönemi (yıl)'dır.

Bu yöntemin olumsuz yönü olarak, trafik yoğunluğunun dikkate alınmaması gösterilebilir. Örnek olarak, YOGT değeri 15.000 olan bir yol için 10 kaza "yüksek" bir değer iken, YOGT değeri 40,000 olan bir yol için "az" dır (Sayed, 1995).

Ancak, şehir içi karayollarında ya da trafik yoğunluğunun çok az olduğu karayollarında kullanılabileceği gibi, yıllık kaza sayısı az olan ülkelerde de kullanılabilir (Kahramangil ve Şenkal, 1999).

4.2.2 Eşdeğer ağırlık yöntemi

Eşdeğer Ağırlık (EA) yöntemi, her bölge için kazaları, şiddetine göre (ölümlü yaralanmalı ve yalnızca maddi hasarlı) ağırlandırarak, birleşik kaza sayısı ve şiddeti sonucunu ölçer. EA yöntemi değerleri, kaza maliyetlerini ve şiddetini özetler (Montella, 2009).

Kahramangil ve Şenkal (1999)'a göre kaza şiddeti (KŞ) yöntemi olarak da adlandırılan bu yöntem, diğer yöntemlerden biraz farklıdır. En büyük farkı, kazaya karışan araçların ve kazazedelerin değerlendirilmesidir. İncelenen karayolu kesimlerinin her biri için, meydana gelen kazalar sonucunda yaralanan ya da ölen kişi sayısı ile birlikte hasar gören araçlar da göz önüne alınmaktadır. İncelenen

kesimin toplam şiddeti olarak, bu üç sayının toplamı verilmektedir. Bundan dolayı oldukça farklı olan bu üç değeri bir araya getirip toplayabilmek için her birinin ortak bir birimde toplanması gerekmektedir.

Sweroad (2001)'e göre, j sayılı karayolu kesimi için kaza şiddeti değeri Denklem 4.2'deki gibi hesaplanır:

$$KŞ = I_{f.j} \times 9 + I_{b.j} \times 3 + I_{d.j} \times 1 \quad \textbf{(4.2)}$$

Burada;

KŞ = kaza şiddeti,

$I_{f.j}$ = ölen kişilerin sayısı,

$I_{b.j}$ = yaralanan kişilerin sayısı,

$I_{d.j}$ = hasar gören taşıtların sayısıdır.

Bu yöntemle, ölümlü ve yaralanmalı kazaların çok fazla olduğu bölgeler, Denklem 4.3'deki gibi, kaza şiddetinin incelenen kesimde meydan gelen toplam kaza sayısına oranı olan kaza şiddet indeksi ile yüksek doğrulukta bulunabilir (Stokes ve Mutabazi, 1996).

$$KŞİ = \text{KŞ}/\text{TKS} \quad \textbf{(4.3)}$$

Burada;

KŞİ = kaza şiddet indeksi,

KŞ = kaza şiddeti,

TKS = toplam kaza sayısıdır.

4.2.3 Kaza tekrar oranı yöntemi

Kaza tekrar oranı, kaza sayısını trafik hacmine göre olağanlaştırır. Trafik hacmi, çalışılan zaman dönemi süresince yolculuk edilen taşıt-kilometre' dir (Montella, 2009).

Belirli bir karayolu kesiminde belirli bir zaman aralığında geçen birim araç başına düşen kaza sayısına, kaza tekrarı oranı (KTO) denir. Bu yöntemi kaza sayısı

yönteminden ayıran tek fark, trafik yoğunluğunun dikkate alınmasıdır. Bu yöntemde kullanılan zaman aralığı genellikle bir yıldır (Kahramangil ve Şenkal, 1999).

Zaman aralığı 1 yıldan fazla ise KTO ayrıca yıl sayısına bölünür. Kaza tekrarı oranının bulunabilmesi için Denklem 4.4 kullanılmaktadır (Sayed, 1995):

$$KTO = \frac{TKS \times 10^6}{YOGT \times 365 \times t \times L} \quad \textbf{(4.4)}$$

Burada;

KTO = kaza tekrarı oranı,

TKS = toplam kaza sayısı,

YOGT = yıllık ortalama günlük trafik, kavşaklarda tüm yönlerden gelen toplam araç sayısı,

L = karayolu uzunluğu (km),

t = gözlem dönemi (yıl)'dır.

Bu yöntemde de, kaza sayısı yönteminde olduğu gibi, bulunan KTO değerleri, bilinen bir sınır KTO değeri ile karşılaştırılmaktadır. Sınır değerini aşan karayolu kesimleri kaza kara noktası olarak adlandırılmaktadır.

Kapsamlı çalışmalar göstermiştir ki, trafik kaza sayısı ile YOGT arasında doğrusal bir ilişki yoktur. Kaza tekrar oranının, bu ilişkiyi doğrusal kabul etmesi, bu yöntemin zayıf tarafıdır (NCHRP, 2001).

Bu nedenle düşük YOGT değerine sahip bölgelerde oluşan trafik kazaları, KTO olarak yüksek bir değer vermektedir (Sayed, 1995).

4.2.4 Oran yöntemi

Bu yöntem, sıklıkla trafik kaza oluş biçimlerini belirlemek için bir tanı aracı olarak uygulanır. Bazen kara nokta belirleme yöntemi olarak da kullanılmaktadır. Bu yöntemde incelen bölgelere, belli bir kaza tipinin oranının, eşik oranından daha büyük olma olasılığı esasına göre öncelik verilir. Bir eşik oranı, örnek bölgede, belli bir hedef kaza tipinin oranına bağlı olarak seçilir. Belli bir kaza tipinin olasılığı karşılaştırma grubu (p) içindeki kaza oranına eşit olan bağımsız bir Bernoulli

denemesi olarak kabul edilebileceği için, n denemeden x tane den daha az kaza gözleme olasılığı Denklem 4.5'te gösterildiği gibi hesaplanır (Montella, 2009).

$$P(X \leq x-1, n; p) = B(x-1, n; p)$$
$$= \sum_{i=0}^{x-1} \frac{n!}{(n-i)! \times i!} \times p^i \times (1-p)^{n-i} \quad \textbf{(4.5)}$$

4.2.5 Toplam kaza sayısı tahmini için ampirik bayes yöntemi

Toplam kaza sayısı tahmini için Ampirik Bayes (EB) yöntemi, beklenen kaza sayılarının bir ön tahmini için kullanılır. Kaza sayısını, bir Kaza Tahmin Modeli (KTM) ile belirler. Bu model, analizi yapılan bölgeye benzer trafik hacmi ve diğer karakteristikleri olan bölgelerde daha önce oluşturulmuştur (Montella, 2009).

Kaza tahminleri, daha sonra beklenen kaza sayılarının daha iyi tahmini için, oluşan kazaların hesaba katılmasıyla Denklem 4.6 ve Denklem 4.7'ye göre yapılır:

$$EB = w \times \hat{E}(Y) + (1-w) \times sayı \quad \textbf{(4.6)}$$

$$w = \frac{1}{1 + (\hat{E}(Y)/k)} \quad \textbf{(4.7)}$$

Burada;

EB = tahmin edilen kaza sayısı,

Ê(Y) = Bir kaza tahmin modeli (KTM) ile ilk tahmin edilen kaza sayısını,

k = negatif binom parametresi (aynı zamanda ters dağılım parametresi de denir) belirli bir KTM sabitidir ve bir maksimum olabilirlik yöntemi kullanılarak KTM ölçümleme işleminden tahmin edilir,

Sayı = gözlenmiş kaza sayısını gösterir.

Tahmin edilen kaza sayısı, yol uzunluğuna ve analiz süresine bölünerek yıllık kilometre başına kaza sayısı elde edilir (Montella, 2009).

4.2.6 Şiddetli kaza sayısı tahmini için ampirik bayes yöntemi

Bu yöntemde (EBs), EB ölümlü ve yaralanmalı kazaların beklenen sayısı kullanılır.

4.2.7 İyileştirilebilme olanağı yöntemi

Bir bölgenin iyileştirilebilme olanağı (İO), EB beklenen kaza sayısı ile bir KTM'den tahmin edilen kaza sayısının farkıdır. Denklem 4.8'e göre hesaplanır:

$$\text{İO} = EB - \hat{\text{E}}(Y) = w \times \hat{\text{E}}(Y) + (1 - w) \times sayı - \hat{\text{E}}(Y) \qquad \textbf{(4.8)}$$

İO değeri sıfırdan büyük olduğu bölgelerde (pozitif değerlerde), beklenenden daha çok kaza olacaktır. İyileştirme olanağı değeri sıfırdan küçük ise (negatif değerlerde), bölgede beklenenden daha az kaza olacaktır (Montella, 2009).

4.3 Yöntem Seçilmesi

İtalya'da, A16 otoyolunda 5 yılda meydana gelen trafik kaza verileri kullanılarak bu 7 yöntem karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmada Ampirik Bayes (EB) yöntemi en iyi sonuçları vermiştir. Bununla birlikte kaza sayısı yöntemi, daha çekici kuramsal kanıtlara sahip diğer yöntemlerden çok daha iyi sonuçlar vermiştir. Özellikle kaza tekrar oranı yönteminden daha iyi sonuçlar vermesi, bize bu yöntemi kullanan birçok kurum ve danışmanlık firması olduğundan dolayı önemli sinyaller vermektedir (Montella, 2009).

Kaza oranı yöntemi, trafik hacmi ve çarpışma sıklığı arasında doğrusal bir ilişki olduğu varsaydığı için, düşük hacimli bölgelere karşı önyargılıdır. Karşılaştırmada EA yönteminin düşük sıklıktaki ölümlü ve yaralanmalı kazaların olduğu bölgeleri çok abarttığı belirtilmiştir (Montella, 2009).

Bunun sebebi, yapılan çalışmada, katsayıların direk olarak trafik kaza maliyetlerinin oranı olan 1, 35 ve 771 gibi çok farklılık gösteren değerlerin kullanılmasıdır.

Arizona'da, 3 yıllık trafik kazası verileri ile 4 kara nokta belirleme yöntemi karşılaştırılmıştır. Bu yöntemler, Kaza Sayısı (KS), Kaza Tekrar Oranı (KTO), İyileştirilebilme Olanağı (İO) ve Ampirik Bayes (EB) yöntemleridir. Karşılaştırma sonucunda, kara nokta belirleme yöntemleri içinde EB yöntemi en başarılı sonuçları vermiştir. KS ve İO yaklaşık aynı sonuçları verirken, KTO en az uygun olan yöntem olarak görülmüştür (Cheng ve Washington, 2008).

Norveç devlet yolunda, 4 yıllık 2 dönemde kaza verileri üzerinde çalışmalar yapılmıştır. 1997 ile 2000 yılları arasında toplanan kaza verileri ile kara noktalar belirlenmiştir. 2001 ile 2004 yılları arasında ise kara noktaların doğru belirlenip

belirlenmediği gözlenmiştir. Sonuç olarak kaza sayısı yönteminin, kaza tekrar oranı yöntemine göre, kara nokta belirleme yöntemi olarak, daha doğru bir yöntem olduğu görülmüştür (Elvik, 2008).

Kaza Sayısı yönteminin trafik hacmini göz ardı etmesi, Kaza Tekrar Oranı yönteminin ise düşük trafik hacimli bölgelerde yanıltıcı olması sebebiyle, Zegeer ve Deen (1977) ve Renshaw ve Carter (1981), her iki yöntemin birlikte kullanılmasını önermektedir.

Tamburri ve diğerleri (1970) ve Kim ve diğerleri (2004) ise, kaza şiddeti ve kaza maliyetlerinin önemini vurgulamışlardır. Kaza şiddeti ve maliyetini ise en açık EA yöntemi özetlemektedir.

Bu çalışmada kaza sayısı (KS) ve kaza tekrar oranı (KTO) yöntemlerinin yukarıda belirtilen sebeplerden ve birlikte kullanılmasının önerilmesinden dolayı, her iki yöntemin ve katsayıların yeniden belirlenerek Eşdeğer Ağırlık (EA) yönteminin de tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılmasının uygun olduğu görülmüştür.

Bu üç yöntemin birlikte kullanılmasına, Oran-Kalite-Kontrol yöntemi de denmektedir ve T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) tarafından kullanılan yöntemdir (Sweroad, 2001).

4.4 Kaza Maliyetleri

Kaza maliyetleri, mevcut yol, sokak ve karayolu sistemlerinin iyileştirme alternatiflerinin seçimi esnasında yapılan ekonomik analizlerde kullanılır. Örneğin, eski yollar, sokaklar ve karayolları iyileştirilmesi esnasında hangi iyileştirmenin gerekli olduğu ya da gerekli olmadığının belirlenmesine yardımcı olmak için kullanılabilir. Bu şekilde kullanıldığında, kaza maliyetleri, iyileştirmede önceliklerin belirlenmesi ve ilave yapılacak geliştirmeleri etkileyebilir. Ayrıca kaza maliyetleri, karayolu güvenliği için ayrılan kaynakları tahsis etmek, önerilen güvenlik yönetmeliklerini değerlendirmek ve politikacıları bu konuda ikna etmek için kullanılır (ABD Karayolu İdaresi, Federal Highway Administration, FHWA, 1994).

Kaza maliyetlerini hesaplamada ilk zorluk, insan hayatının ya da yaralanmanın piyasa değeri olmayışıdır. Bu nedenle hesaplamalar dolaylı yollardan yapılmaktadır (Geurts ve Wets, 2003).

Kaza maliyetleri, motorlu taşıtlar kaza maliyeti, ödemeye istekli olunan maliyet ve iç verimlilik oranı gibi farklı yöntemlerle hesaplanabilmektedir.

4.4.1 Motorlu taşıtlar kaza maliyet hesapları

FHWA (1994)'e göre motorlu taşıtların kaza maliyetleri yaygın olarak 3 şekilde hesaplanmaktadır.

4.4.1.1 Kapsamlı maliyet

Kapsamlı maliyet, trafik kazasının insan hayatının kalan bölümüne etkisinin de hesap edildiği bir yöntemdir. Tüm maliyet bileşenlerine ayrı ayrı değer vererek içinde barındırır. Bu nedenle kapsamlı maliyet en uygun ölçüm yöntemidir. İnsan hayatının değeri, risk azaltma maliyetlerini inceleyerek, trafik güvenliğinin piyasa değeri anlaşılmaktadır. Kapsamlı maliyetin 11 bileşeni: maddi hasar, kazanç kaybı, kayıp üretim kaybı, tıbbi masraflar, acil yardım hizmetleri, yolculuk gecikmesi, mesleki iyileştirme, işyeri maliyetleri, idari, hukuki maliyetler, ağrı ve yaşam kalitesi kaybıdır.

4.4.1.2 Kayıp yıllar artı direk maliyetler

Kapsamlı maliyette bulunan kazanç kaybı, üretim kaybı, ağrı ve yaşam kalitesi bileşenleri kayıp yıllar olarak hesap edilmektedir. Direk maliyetler ise maddi hasar, tıbbi masraflar, acil yardım hizmetleri, yolculuk gecikmesi, mesleki iyileştirme, işyeri maliyetleri, idari ve hukuki maliyetlerdir.

4.4.1.3 İnsan sermayesi maliyeti

Kapsamlı maliyet hesabında kullanılan bileşenlerden, ağrı ve yaşam kalitesi kaybı haricinde tüm bileşenleri kapsar.

4.4.2 Ödemeye istekli olunan maliyet

İnsanların ölüm ya da yaralanmayı önlemek adına güvenlik önlemlerinin artırılması için ödemeye hazır oldukları maliyettir. Ödemeye istekli olunan maliyet kapsamlı maliyetin bir başka adıdır, ancak bu yanlış bir tanımlamadır. Ekonomi kaynakçaları incelendiğinde, bu maliyet tahminlerinin, insanların güvenlik risklerini azaltmak için gerçekten ödedikleri maliyet olduğu görülmektedir. Ödemeye istekli oldukları maliyet anlamında olması zorunlu değildir.

4.4.3 İç verimlilik oranı

Yaralanma ya da ölümün gelecekteki parasal maliyetinin günümüzdeki değerini hesaplamada kullanılır. Deneysel kanıtlar, toplumun, gelecekteki beklenen kazancını, anlık faydalar kadar değerlendiremediğini göstermektedir. Gelecekteki maliyetin yıllık azalma yüzdesini ölçmek için uygulanan bir orandır. Kurtarılan hayatlar ve önlenen yaralanmalar, bir parasal değerle ifade edilmelidir ve bu maliyetler uygun iç verimlilik oranı kullanılarak bugünkü değerlere indirilmelidir. ABD Yönetim ve Bütçe Dairesi Federal Programların ve Yönetmeliklerin etki analizlerinde fayda maliyet analizinde kullanılmak üzere %7 gibi bir iskonto oranının kullanılmasını kabul etmiştir.

4.5 Katsayıların Seçilmesi

Trafik kazalarının önce-sonra etüdü yapılırken karşılaştırma düzleminin dengeli olabilmesi gerekmektedir. Bu nedenle trafik kazalarını ölümlü, yaralanmalı ve yalnızca maddi hasarlı kazalar olarak ele almak yerine, tüm kazaları yalnızca maddi hasarlı kazalar cinsinden yazmak doğru olabilir. Kazaları yalnızca maddi hasarlı kazalar cinsinden yazabilmek için belirli katsayılara ihtiyacımız vardır.

Karayolu güvenliği mühendisliği inceleme yöntemleri uygulama rehberi (Highway safety engineering studies procedural guide, 1981)'e göre bu katsayılar ölümler için 12, yaralanmalı kazalar için 3 ve maddi hasarlı kazalar için 1 olarak tanımlanmıştır; fakat 1 ölümlü kazanın, 12 maddi hasarlı kazaya eşit sayılmasının, yalnızca ölümlü kazaları göz önünde bulundurduğu düşünülerek 8 ya da 9 katsayısının daha uygun olduğu belirtilmiştir.

Karayolu güvenliği mühendisliği inceleme yöntemleri uygulama rehberi (1981)'e göre alternatif ağırlıklandırma katsayı seçimi yöntemi olarak, trafik kaza maliyetlerinin de alınabileceği belirtilmiştir.

ABD Ulusal Karayolu Trafik Güvenlik Kurumu NHTSA (1975), yaptığı kapsamlı maliyet hesaplarında maliyetleri ölümlü kazalar için $287.175,00 yaralanmalı kazalar için $3.185,00 ve yalnızca maddi hasarlı kazalar için ise $520 olarak belirlemiştir. Trafik kazalarının tamamının, yalnızca maddi hasarlı trafik kazası cinsinden yazılmaya çalışıldığında ölümlü kazaların katsayısı (287.175/520) 552, yaralanmalı kazaların ise (3.185/520) yaklaşık 6'dır.

ABD Ulusal Güvenlik konseyi (NSC) tarafından trafik kaza maliyetleri 1979 yılında hesaplanmış ve ölümlü kazalar için $160.000 yaralanmalı kazalar için $6.200 ve yalnızca maddi hasarlı kazalar için ise $870 olarak belirlemiştir. Trafik kazalarının tamamının yalnızca maddi hasarlı trafik kazası cinsinden yazılmaya çalışıldığında ölümlü kazaların katsayısı (160.000/870) 184, yaralanmalı kazaların ise (6.200/870) yaklaşık 7'dir.

ABD Kentucky eyaletinde eşdeğer ağırlık yöntemi için kullanılan katsayılar, ölümcül kazalar için 9,5, yaralanmalı kazalar için 3,5 ve yalnızca maddi hasarlı kazalar için 1'dir. Georgia eyaletinde ise ölümcül kazalar için 9, ağır yaralanmalı kazalar için 4, yaralanmalı kazalar için 3, hafif yaralanmalı kazalar için 2 ve yalnızca maddi hasarlı kazalar için 1 katsayısı kullanılmaktadır (Tunç, 2003).

Sweroad (2001) Türkiye raporunda, maliyet hesaplarında şehirlerarası ölümlü kazaları 249.931 TL, yaralanmalı kazaların maliyetini yaralı başına 16.173 TL ve yalnızca maddi hasarlı kazaları ise 813 TL olarak hesaplamıştır. Bu maliyetlerden çıkan oranlar ise 1, 20 ve 300 gibi çok farklılık gösteren değerlerdir. Bu tür ağırlıklar yalnızca ölümlerin analiz edilmesine eşit gibi olacağı, diğer bir yandan, ağırlıklar birbirine çok benzer ise, bu durumda ağırlıkların kullanılmasının bir anlamı olmayacağı düşünülmüştür. Çözüm olarak, yeni ağırlık faktörleri tahmin edilene ve kararlaştırılan kadar, ölümlü, yaralanmalı ve yalnızca maddi hasarlı kazalar için 1, 3 ve 9 katsayılarının kullanılması, trafik güvenliği projesi kapsamında Sweroad (2001) tarafından önerilmiştir.

İngiltere Ulaştırma Departmanı (UK Department for Transport, 2007) kaza maliyetleri ödemeye hazır olunan değer yaklaşımı ile hesaplamıştır. Ortalama otoyol kaza maliyetlerini ise ölümlü kazalar için £1.751.150, yaralanmalı kazaları £78.930 ve maddi hasarlı kazaları ise £2.270 olarak belirlemiştir. Trafik kazalarının tamamının yalnızca maddi hasarlı trafik kazası cinsinden yazılmaya çalışıldığında ölümlü kazaların katsayısı 771, yaralanmalı kazaların ise yaklaşık 35'dir.

Karayolu Güvenlik El Kitabı (Highway Safety Manual; HSM, 2010)'da kapsamlı maliyetler 2001 yılına göre hesaplanarak açıklanmıştır. Buna göre yaralanmalı ve ölümlü kazalar için ölü başına $4.008.900, yaralı başına $82.600 ve maddi hasarlı kazaları ise $7.400 olarak belirlemiştir. Trafik kazalarının tamamının yalnızca maddi

hasarlı trafik kazası cinsinden yazılmaya çalışıldığında ölümlü kazaların katsayısı 542, yaralanmalı kazaların ise yaklaşık 11'dir.

2010 yılında ise alternatif olarak Türkiye'de kaza maliyetleri analizi, Karayolları Genel Müdürlüğü'nce "Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment" (HEATCO) raporları esas alınarak yapılmıştır.

HEATCO, proje değerlendirme ve ulaştırma maliyetleri için, Avrupa Birliği (AB) düzeyinde uyumlu bir kılavuz geliştirmek için çalışmalar yapmaktadır. HEATCO tarafından Avrupa'da bulunan 25 farklı ülke için, kapsamlı maliyet hesaplamaları yapılmıştır.

Farklı ülkelerdeki ölümlü ve yaralanmalı kazaların maliyetleri arasında Satın Alma Gücü Parametresi'ne bağlı bir oran vardır. Ülkeler arasındaki fiyat düzeyi farklılaşmasını ortadan kaldıran para birimi dönüştürme oranı olan Satın Alma Gücü Paritesi (SAGP) kullanılarak hesaplanan ölümlü ve yaralanmalı kaza maliyetleri ise ülkemizin SAGP'ne göre oranlanarak yeniden hesaplanmıştır.

SAGP kullanılarak Türkiye için hesaplanan ölümlü ve yaralanmalı trafik kazası maliyeti, ölü başına = 1.206.982 TL, ağır yaralı başına = 127.732 TL, hafif yaralı başına = 9.302 TL'dir. Yalnızca maddi hasarlı trafik kaza maliyeti ise, Trafik Sigortaları Bilgi Merkezi (TRAMER)'nden alınan bilgilere göre, araç başına = 1.797 TL'dir (Aydar, 2011).

Farklı ülkeler ve kurumlar tarafından hesaplanan trafik kaza maliyetlerinden yola çıkılarak yapılan katsayı arayışlarında, ölümlü kazaların yüksek maliyetlerinden dolayı, maddi hasarlı trafik kazaların öneminin ortadan kalktığı görülmektedir. Bu yayılımı azaltmak ve yalnızca maddi hasarlı kazaların etkisini de inceleyebilmek için, katsayı olarak, trafik kaza maliyetlerinin, yalnızca maddi hasarlı trafik kaza maliyetine oranının, üçüncü dereceden kökünün kullanılması uygun görülmektedir.

Değişik zamanlarda değişik ülkelerde değişik kurum ya da kuruluşlarca hesaplanan trafik kaza maliyetleri incelenmiş ve trafik kazalarından doğan kapsamlı maliyetler ya da ödemeye hazır olunan maliyetler (A), maliyetlerin, yalnızca maddi hasarlı kaza maliyetine oranı (B) ve bu oranların 3. dereceden kökü (C) ise Çizelge 4.1'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.1 : Trafik kazalarının maliyetleri ve EA yöntemi katsayıları.

Ülke	Yapan kurum ya da kuruluş	Yıl		A	B	C
Türkiye	KGM	2010	Ölü başına	1.206.982 TL	672	9
			Yaralı başına	9.302 TL	5	2
			Araç başına	1.797 TL	1	1
Türkiye	Sweroad	1999	Ölü başına	249.931 TL	307	7
			Yaralı başına	16.173 TL	20	3
			Araç başına	813 TL	1	1
ABD	NHTSA	1975	Ölü başına	$287.175	552	8
			Yaralı başına	$3.185	6	2
			Araç başına	$520	1	1
ABD	NSC	1979	Ölü başına	$160.000	184	6
			Yaralı başına	$6.200	7	2
			Araç başına	$870	1	1
ABD	FHWA	2001	Ölü başına	$4.008.900	542	8
			Yaralı başına	$82.600	11	2
			Araç başına	$7.400	1	1
İngiltere	DfT	2007	Ölü başına	£1.751.150	771	9
			Yaralı başına	£78.930	35	3
			Araç başına	£2.270	1	1

Çizelge 4.1'de hesaplanan ve kaynaklarda belirtilen bilgiler ışığında, Türkiye için katsayılar; ölümlü ve yaralanmalı kazalarda ölü başına 8, yaralı başına 3 ve yalnızca maddi hasarlı kazalarda araç başına 1 seçilerek, Denklem 4.9 aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

$$KŞ = 8 \times ÖS + 3 \times YS + AS \qquad \textbf{(4.9)}$$

Burada;

KŞ = kaza şiddeti,

ÖS = ölü sayısı,

YS =yaralı sayısı,

AS = trafik kazasına karışan araç sayısıdır.

Farklı uzunluktaki bölgeleri de karşılaştırabilmek için eşit ağırlık değeri, bölge uzunluğuna ve zamana (yıl) bölünür. Sonuç bize 1 yılda 1 km'lik kesimde oluşan trafik kazalarının eşit ağırlık yöntemine göre kaza şiddetini verir.

5. TÜRKİYE'DE BÖLÜNMÜŞ YOLLAR

Karayolları alt yapısının iyileştirilmesine yönelik 15.000 km duble yol yapım çalışmaları, Devlet Planlama Teşkilatı ve Ulaştırma Bakanlığı ile işbirliği yapılarak, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından 6 ay içinde başlatılacaktır şeklindeki EDP-66 kod nolu Ekonomik Dönüşüm Programı Ulaştırma kısmı içinde bulunan Acil Eylem Planı (AEP) 03 Ocak 2003'de kamuoyuna duyurulmuştur.

Yürürlükte olan 2918 sayılı karayolu trafik kanunun 3. maddesindeki tanıma göre bu tür yolların adı "Bölünmüş Karayolu"dur (Orer, 2010).

5.1 Türkiye'de Yapılan Bölünmüş Yollar

AEP kapsamında olan ve hızlı yapılmasının önem arz etmesi sonucunda, sorumlu kuruluşlar verilen süreler içinde çalışmalara başlamıştır; fakat ciddi fizibilite ve proje çalışmalarının gerekli olduğu yol inşaatlarında, bu konu göz ardı edilmiştir. İlk zamanlarda, öncelikle arazi şartlarının uygun ve yol inşaatının kolay olduğu düz kesimlerde yol yapım işlerine başlanmış ve hızla tamamlanmıştır. Bu şekilde ülkemiz ulaştırma ağına parça parça da olsa bölünmüş yollar eklenmiştir. Yıllara göre yapılan bölünmüş yollar Çizelge 5.1'de verilmiştir (KGM, 2011b).

Çizelge 5.1 : Yıllara göre yapılan bölünmüş yol uzunlukları (KGM, 2011b).

YIL	Yapılan bölünmüş yol uzunluğu (Km)	Toplam bölünmüş yol uzunluğu (Km)
2002	-	6.101
2003	1.362	7.463
2004	1.791	9.254
2005	2.050	11.304
2006	1.481	12.785
2007	1.082	13.867
2008	1.492	15.359
2009	2.117	17.476
2010	2.227	19.703

5.2 Türkiye Genelinde Trafik Kazalarının Son 10 Yılda Değişimi

Türkiye'de bölünmüş yolların trafik güvenliğine etkisi incelenirken, incelenen yolun bölünmüş yol yapılmadan önceki trafik kaza verileri ile bölünmüş yol yapımından sonraki trafik kaza verileri kullanılacaktır. Önce-sonra etüdünde karşılaştırılacak değerler ise; kaza sayısı ve zaman içinde trafik yoğunluğunun artmasından kaynaklı olarak trafik kazalarındaki artışı olağanlaştırabilmek için kaza tekrar oranıdır (KTO). Bu iki durum değerlendirmesinde de ölümlü ve yaralanmalı kazalar, daha doğrusu kaza şiddetleri göz ardı edilmektedir. Kaza şiddetleri ise, Eşit Ağırlık (EA) yöntemi ile incelenebilir. Önce-sonra etüdü yapılırken, ölümlü ve yaralanmalı kazaları belirli katsayılarla çarparak, yalnızca maddi hasarlı kaza cinsinden yazmak, karşılaştırmanın aynı düzlemde olmasını sağlayacaktır.

Türkiye genelinde kazalar son 10 yıl göz önüne alınarak Çizelge 5.2'de verilmiştir (TÜİK, 2002-2011).

Çizelge 5.2 : Türkiye'de yerleşim yerine göre trafik kaza bilgileri (TÜİK, 2002-2011).

Yıl	Toplam Kaza Sayısı			Ölü Sayısı			Yaralı Sayısı		
	Yerleşim yeri	Yerleşim yeri dışı	Toplam	Yerleşim yeri	Yerleşim yeri dışı	Toplam	Yerleşim yeri	Yerleşim yeri dışı	Toplam
2001	388.610	54.350	442.960	1.585	2.801	4.386	67.099	49.104	116.203
2002	379.299	60.478	439.777	1.503	2.590	4.093	67.306	49.106	116.412
2003	394.030	62.335	456.365	1.387	2.559	3.946	69.502	48.712	118.214
2004	461.848	75.504	537.352	1.599	2.828	4.427	79.671	56.766	136.437
2005	533.161	87.628	620.789	1.647	2.858	4.505	91.336	62.750	154.086
2006	626.638	102.117	728.755	1.638	2.995	4.633	99.999	69.081	169.080
2007	714.197	111.364	825.561	1.748	3.259	5.007	113.598	75.459	189.057
2008[1]	868.660	81.460	950.120	1.433	2.803	4.236	111.064	73.404	184.468
2009[1]	980.162	73.184	1.053.346	1.549	2.775	4.324	122.036	79.344	201.380
2010[1]	1.033.118	73.083	1.106.201	1.365	2.680	4.045	129.051	82.445	211.496

Not[1]: 1 Nisan 2008 tarihinde uygulamaya konulan tarafların anlaşarak kendi aralarında tutanak tanzim ettiği maddi hasarlı kaza sayıları yerleşim yeri içine dahil edilmiştir.

Trafik kaza sayısı, 2001 yılında Türkiye genelinde 442.960 iken, 2010 yılında 1.106.201'e ulaşmıştır. Kaza sayıları yerleşim yeri durumuna göre incelendiğinde, yerleşim yerinde, 2001 yılında 388.610 olan kaza sayısı, 2010 yılında 1.033.118 olmuştur. Yerleşim yeri dışında ise 54.350 olan kaza sayısı, 73.083 olmuştur.

Ölü sayısı , Türkiye genelinde 2001 yılında 4.386 iken 2010 yılnda 4.045 değerine gerilemiştir. Ölü sayısının yerleşim yeri durumuna göre incelendiğinde, 2001 yılında

yerleşim yerinde ölü sayısı 1.585 iken, 2010 yılında 1.365'e, yerleşim yeri dışında ise ölü sayısı 2001 yılında 2.801 iken 2010 yılında 2.680'e düşmüştür.

İstatistiklere bakıldığında, ülkemizde yılda yaklaşık 4.500 kişinin trafik kazası neticesinde öldüğü düşünülebilir; fakat trafik kazalarında ölü sayısı, trafik kazası tespit tutanağında yazan bilgilere göre hazırlanmaktadır.

Trafik kazası tespit tutanağında yer alan "ölü" ve "yaralı" kutucuklarındaki sayılar, yalnızca olayın olduğu andaki durumu yansıtmaktadır. Oysa kaza sonucu yaralananların önemli bir kısmı da hastaneye taşınırken ya da hastanede ölmektedir. (Demirel ve diğerleri, 2010).

Kaza sonrası hastaneye ulaşım esnasında ve uluslararası tanım gereği hastanede 30 gün içindeki kaza sonrası ölümlerin de TÜİK verilerine trafik kazası sonucu ölüm olarak girmesi gerekmektedir (Aydın, 2004).

Yaralı sayısı , Türkiye genelinde 2001 yılında 116.203 iken 2010 yılnda 211.496 olmuştur. Yaralı sayısının yerleşim yeri durumuna göre incelendiğinde, yaralı sayısı 2001 yılında yerleşim yerinde 67.099 iken, 2010 yılında yaklaşık %92 artarak 129.051 olmuştur. Yerleşim yeri dışında ise 2001 yılında 49.104 olan bu sayı artarak 82.445 değerine ulaşmıştır.

Trafik kazalarının şiddetlerini EA yöntemi ile Denklem 4.9'a göre incelediğimizde;

2001 yılında kaza şiddetleri toplamı (442.960 x 1 + 116.203 x 3 + 4.386 x 8) 826.657 iken, 2010 yılında (1.106.201 x 1 + 211.496 x 3 + 4.045 x 8) 1.773.049 olmuştur.

5.3 Bölünmüş Devlet Yollarında Trafik Kazalarının Durumu

Türkiye'de yollar; devlet, il, köy yolları ve orman yolları şeklindeki ayırma esas alınmakta ve her yol için asgari geometrik ve yapı özellikleri kabul edilmektedir (Kutlu, 1993).

Devlet yolları önemli bölge ve il merkezleri ile, demiryolu, havayolu, denizyolu ulaştırmasına ilişkin istasyon, iskele, liman ve alanları birbirine bağlayan birinci derecede anayollardır (Umar ve Yayla, 1988).

Ülkemizde devlet yolları, iki şeritli çift yönlü ve çok şeritli bölünmüş yol şeklinde tasarlanır. Bölünmüş yolların genel anlamda trafik güvenliğine etkisi incelenirken, yerleşim yeri dışında bulunan devlet yollarında, devlet yolu iki şeritli çift yönlü yol

iken, bölünmüş yola çevrilen kesimlerde meydana gelen trafik kaza istatistiklerini incelemek gerekmektedir.

Devlet yollarının %74'ü trafik polisi, %26'sı ise jandarma sorumluluk alanı içindedir. Bu çalışmada incelenen KKNO'larının tamamı trafik polisi sorumluluk alanındadır. Türkiye'de yerleşim yeri dışında bölünmüş devlet yollarında meydana gelen trafik kazalarına ait kaza verileri Çizelge 5.3'de özetlenmiştir (TÜİK, 2004-2011).

Çizelge 5.3 : Türkiye'de yerleşim yeri dışında bölünmüş devlet yollarında meydana gelen trafik kaza bilgileri (KGM, 2011b; TÜİK, 2004-2011).

Yıl	Bölünmüş yol uzunluğu (KM)	Kaza sayısı	Ölü sayısı	Yaralı sayısı
2003	7.463	3.668	290	7.898
2004	9.254	4.874	445	10.640
2005	11.304	5.932	473	13.122
2006	12.785	7.665	616	17.156
2007	13.867	9.078	730	20.415
2008	15.359	9.252	762	21.119
2009	17.476	11.226	764	25.809
2010	19.703	12.549	825	29.145

Not: trafik polisi sorumluluk bölgesini kapsar.

Burada trafik kaza sayısının, ölü ve yaralı sayılarının artması, bölünmüş yol uzunluklarının artması sebebiyle beklenmektedir. Karşılaştırmanın dengeli olması için bölünmüş devlet yollarında kilometre başına oluşan trafik kazası sayısı ile ölü ve yaralı sayısına bakmak, daha doğru olacaktır. Kilometre başına düşen trafik kaza bilgileri Çizelge 5.4'de verilmiştir (KGM, 2011b; TÜİK, 2004-2011).

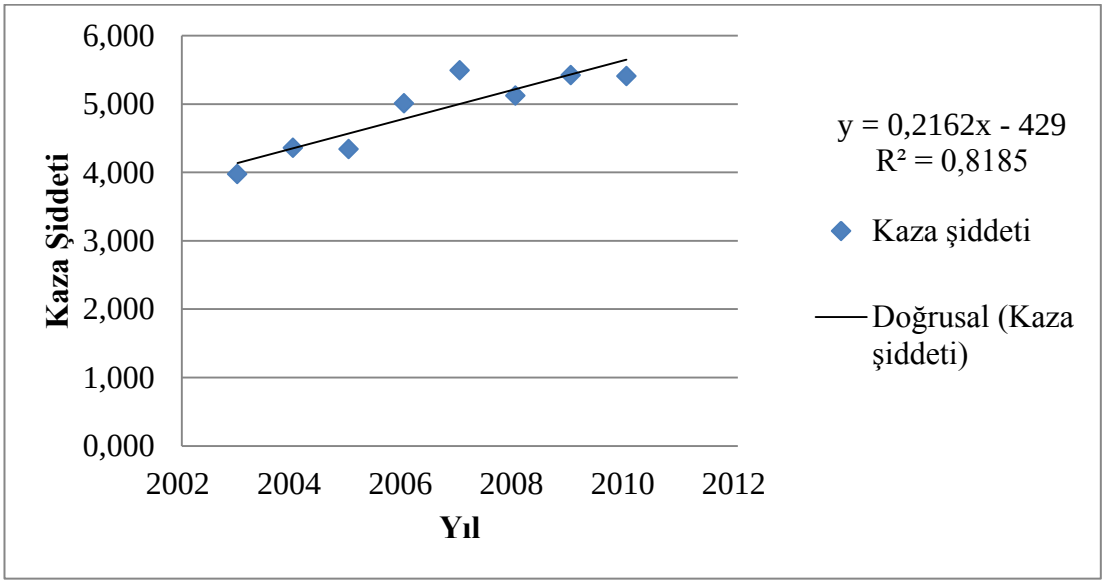
Çizelge 5.4 : Türkiye'de yerleşim yeri dışında bölünmüş devlet yollarında kilometre başına düşen trafik kaza bilgileri (KGM, 2011b; TÜİK, 2004-2011).

Yıl	Bölünmüş yol uzunluğu (Km)	Kaza sayısı	Ölü sayısı	Yaralı sayısı	Eşdeğer Ağırlık
2003	7.463	0,491	0,039	1,058	3,977
2004	9.254	0,527	0,048	1,150	4,361
2005	11.304	0,525	0,042	1,161	4,342
2006	12.785	0,600	0,048	1,342	5,011
2007	13.867	0,655	0,053	1,472	5,492
2008	15.359	0,602	0,050	1,375	5,124
2009	17.476	0,642	0,044	1,477	5,423
2010	19.703	0,637	0,042	1,479	5,410

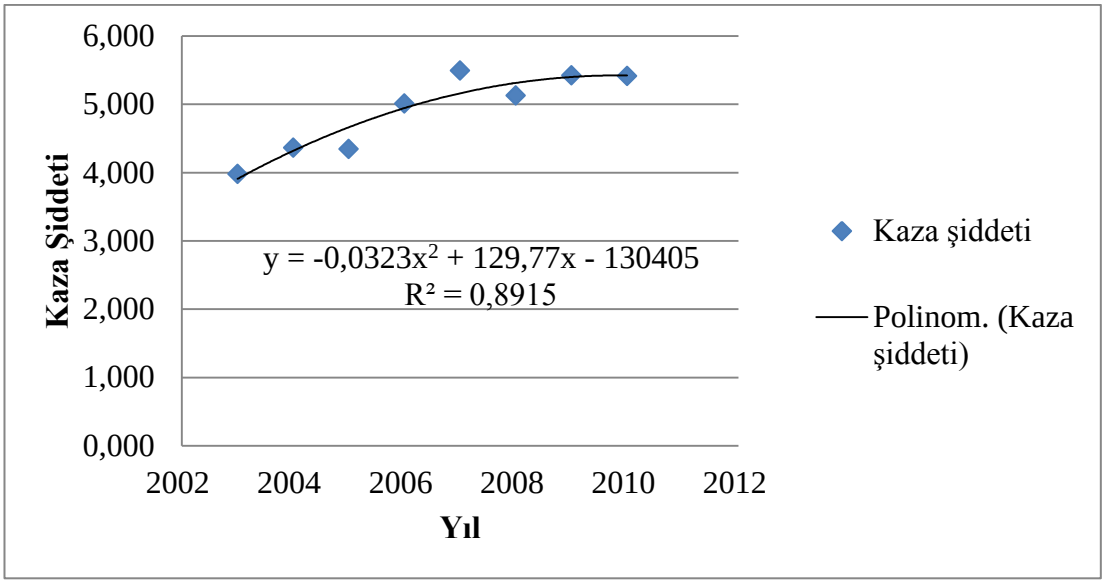
Not: trafik polisi sorumluluk bölgesini kapsar.

1 km bölünmüş yol başına düşen kaza sayısı, 2003'de 0,491 kaza/km-yıl iken, 2010 yılında 0,637 kaza/km-yıl iken olmuştur. Ölü sayısı 2003'de 0,039 ölü/km-yıl iken, 2010 yılında 0,042 ölü/km-yıl ve yaralı sayısı 2003'de 1,058 yaralı/km-yıl iken, 2010 yılında 1,479 yaralı/km-yıl değerine yükselmiştir.

1 km bölünmüş yol başına düşen kaza şiddetleri ise 2003'de 3,977 kş/km-yıl iken, 2010 yılında 5,410 kş/km-yıl olmuştur. Yıllara göre kaza şiddeti değişim eğrisi Şekil 5.1 ve 5.2'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1 : Yıllara göre 1 km bölünmüş yol başına kaza şiddeti eğrisi.



Şekil 5.2 : Yıllara göre 1 km bölünmüş yol başına kaza şiddeti eğrisi 2.

5.4 İncelenen Kontrol Kesim Noktaları

Türkiye'de bölünmüş yolların trafik güvenliğine etkisini daha detaylı inceleyebilmek için yedi adet kontrol kesimi noktası (KKNO) göz önüne alınmıştır. Bu kontrol kesim noktaları seçilirken, öncelikle 3 yıl öncesi ve 3 yıl sonrası trafik kaza verilerinin bulunabilmesi için, 2008 yılında tamamlanmış olan devlet yolları belirlenmiştir. Yapım süresi 4 yıldan uzun olan kontrol kesim noktaları ve 2002 yılında, yolun %20'sinden fazla bölümü bölünmüş olan yollar elenmiştir. Seçilen kontrol kesim noktaları tüm Türkiye'yi temsil edebilmesi için YOGT değeri 1.000 ile 40.000 arası değişen ve farklı coğrafyalarda bulunan bölünmüş yollar incelenmiştir.

Öncelikle otuz bir adet kontrol kesim noktası belirlenmiş ve dilekçe ile trafik kaza verileri yetkili kurumlardan istenmiştir; fakat yalnızca sekiz kontrol kesim noktasına ait kaza verileri sayısal ortamda verilmiştir. Bir kontrol kesim noktasında kaza verisi olmadığından elenmiş, kalan yedi kontrol kesim noktası ile çalışma tamamlanmıştır. Trafik kaza verilerinin olduğu yedi kontrol kesim noktası Çizelge 5.5'de listelenmiştir.

Çizelge 5.5 : Trafik kaza verilerinin olduğu kontrol kesim noktaları.

KKNO	YOLUN ADI
715-05	Bozkır (705-01) dya - (Konya-Karaman) il sn.
750-08	(Ankara-Bala) (260-06/750-08) dya - Konya (715-01) dya (Kulu kvş.)
750-09	Konya (715-01) dya (Kulu kvş) - Kaman (757-03) dya
765-13	(Nevşehir - Niğde) il sn. - (Niğde-Kayseri) (805-6) dya
200-09	(Eskişehir - Mahmudiye) (675-01/200-08) dya - Afyon (260-03) dya
260-03	(Afyon - Eskişehir) il sn. - (200-09/10) dya (Sivrihisar)
300-15	Aksaray (750-11) dya - (Aksaray - Nevşehir) il sn.

5.5 İncelenen KKNO'larının YOGT Değerleri ve Bölünmüş Yol Yapılması Gerekliliği

Trafik kaza verilerinin olduğu kontrol kesim noktalarının son 10 yıla ait trafik sayımları, KGM (2012)'den sayısal olarak alınmış ve EK-A'da verilmiştir. İncelenen KKNO'ların kapasite ve hizmet düzeyi hesapları, hesap yapılan yıla ait YOGT değerleri ve birim oto eşdeğerleri göz önüne alınarak yapılmıştır. 2002 yılına ait

belirtilen KKNO'larının YOGT değerleri ve birim oto eşdeğerleri Denklem 2.4'e göre hesaplanarak Çizelge 5.6'da verilmiştir (KGM, 2012).

Çizelge 5.6 : 2002 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012).

KKNO	Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT) 2002 yılı				Toplam (Tş/gün)	Birim Oto
	Oto	Obüs	Kyon	Trey		
715-05	1.282	193	837	44	2.356	3.667
750-08	4.480	752	2.720	695	8.647	14.261
750-09	2.028	685	2.644	358	5.715	10.445
765-13	908	171	901	20	2.000	3.283
200-09	2.449	323	1.051	228	4.051	6.204
260-03	2.482	370	1.187	203	4.242	6.575
300-15	1.948	218	1.333	50	3.549	5.418

YOGT değerleri bilinen iki şeritli çift yönlü yolların kapasiteleri hesaplanırken, ağır taşıt etkisi ve eğim etkisi tüm kontrol kesimleri için ayrı ayrı belirlenerek değerlendirme yapılacaktır.

İncelenen KKNO'ların kapasiteleri hesaplarında kullanılacak ağır taşıt etkisi, mevcut trafik akımında bulunan ağır taşıtlar göz önüne alınarak Denklem 2.5'e göre hesaplanacaktır. Eğim etkisi ise incelenen KKNO'larda yapılan saha gözlemleriyle elde edilen veriler ışığında hesaba katılmıştır.

İki şeritli çift yönlü karayollarında hizmet düzeylerinin, yolun sınıfı ve arazi durumuna göre C ya da D olması istenmektedir (KGM, 2005, Çizelge 2.8). İncelenen kesimlerde istenilen hizmet düzeyinin aşılması nedeniyle bölünmüş yola çevrilme gerekliliğinin incelenebilmesi için, bölünmüş yol çalışmasına başlamadan önceki hizmet düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. İki şeritli çift yönlü karayollarında hizmet düzeyi "takipte kaybedilen süre" ile belirlenmektedir (HCM, 2000, 2010; TEH, 2010). Ancak incelenen karayolu kesimlerine ait yalnızca YOGT değerleri mevcuttur. Bu durumda incelenen yol kesimlerinin tam olarak hizmet düzeylerinin belirlenmesi mümkün değildir. Buna karşılık bölünmüş yollarda hizmet düzeyi "hacim bölü kapasite" (v/c) oranı kullanılarak da belirlenebilmektedir (HCM, 2000, 2010; TEH, 2010). Bölünmüş yol kesimlerinde C hizmet düzeyi için v/c oranı, Çizelge 2.1'e göre, 90 km/sa serbest akım hızı için 0,68'dir. Bölünmemiş yollardaki hizmet düzeyi hakkında bir fikir vermesi açısından 0,68 değeri, bu yollardaki v/c oranları ile karşılaştırılacaktır.

5.5.1 (715-05) KKNO'lu devlet yolu ve kapasite açısından değerlendirilmesi

715-05 kontrol kesim nolu devlet yolu; Bozkır 705-01 kontrol kesim nolu devlet yolu ayırımı ile Konya - Karaman il sınırı arasında kalan karayoludur. Toplam uzunluğu 31 km'dir. Yol geçkisi Şekil 5.3'de gösterilmiştir.



Şekil 5.3 : 715-05 KKNO'lu bölünmüş devlet yolu.

715-05 nolu devlet yolunun Çizelge A.3'e göre, 2003 yılında ölçülen YOGT değeri, 2.301 tş/gün ve eşdeğeri 3.571 bo/gün'dür. YTH, Denklem 2.7'ye göre;

$$YTH = 3.571 \times 0{,}11 \times 0{,}59 = 232\ bo/şrt/sa$$

Ağır taşıt etkeni Çizelge A.3 ve Denklem 2.5'e göre;

P_O = 0/2.301=0,00, P_K = 812/2.301=0,35 ve P_T = (187+42)/2.301=0,10 ise;

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0{,}00(1{,}15 - 1) + 0{,}35(2 - 1) + 0{,}10(3 - 1)} = 0{,}65$$

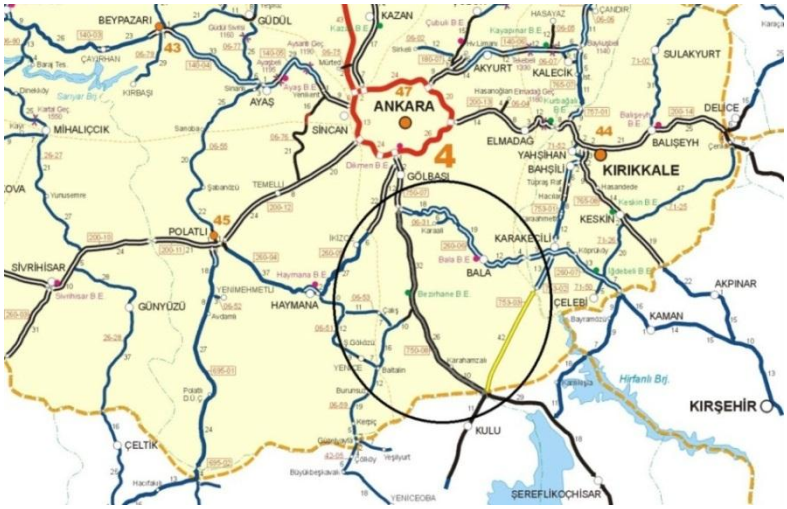
Ağır taşıt etkeni 0,65 ve eğim etkisi 0,95 ise, yolun kapasitesi Denklem 2.1'e göre;

$$C = 1.700 \times 0{,}65 \times 0{,}95 = 1050\ bo/şrt/sa$$

Trafik hacminin kapasiteye oranı ise 232/1050 = 0,22'dir. V/c oranı 0,68 değerinden çok küçük olduğu için devlet yolunun kapasite açısından çok şeritli bölünmüş yola çevrilmesi gerekli değildir.

5.5.2 (750-08) KKNO'lu devlet yolu ve kapasite açısından değerlendirilmesi

750-08 kontrol kesim nolu devlet yolu; Ankara - Bala 260-06 kontrol kesim nolu devlet yol ayırımı ile Konya 715-01 kontrol kesim nolu devlet yol ayırımında bulunan Kulu kavşağı arasında kalan karayoludur. Toplam uzunluğu 68 km'dir. Yol geçkisi Şekil 5.4'de gösterilmiştir.



Şekil 5.4 : 750-08 KKNO'lu bölünmüş devlet yolu.

750-08 nolu devlet yolunun Çizelge 5.6'ya göre, 2002 yılında ölçülen YOGT değeri, 8.647 tş/gün ve eşdeğeri 14.261 bo/gün'dür. YTH, Denklem 2.7'ye göre;

$$YTH = 14.261 \times 0{,}11 \times 0{,}59 = 926\ bo/şrt/sa$$

Ağır taşıt etkeni Çizelge 5.6 ve Denklem 2.5'e göre;

P_O = 0/8.647=0,00, P_K = 2.720/8.647=0,31 ve P_T = (752+695)/8.647=0,17 ise;

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0{,}00(1{,}15 - 1) + 0{,}31(2 - 1) + 0{,}17(3 - 1)} = 0{,}61$$

Ağır taşıt etkeni 0,61 ve eğim etkisi 0,85 ise, yolun kapasitesi Denklem 2.1'e göre;

$$C = 1.700 \times 0{,}61 \times 0{,}85 = 881\ bo/şrt/sa$$

Trafik hacminin kapasiteye oranı ise 926/881 = 1,05'dir. V/c oranı 0,68 değerinden büyük olduğu için devlet yolunun kapasite açısından çok şeritli bölünmüş yola çevrilmesi gereklidir.

5.5.3 (750-09) KKNO'lu devlet yolu ve kapasite açısından değerlendirilmesi

750-09 kontrol kesim nolu devlet yolu; Konya 715-01 kontrol kesim nolu devlet yol ayırımında bulunan Kulu kavşağı ile Kaman 757-03 kontrol kesim nolu devlet yol ayırımı arasında kalan karayoludur. Toplam uzunluğu 29 km'dir. Yol geçkisi Şekil 5.5'de gösterilmiştir.



Şekil 5.5 : 750-09 KKNO'lu bölünmüş devlet yolu.

750-09 nolu devlet yolunun Çizelge 5.6'ya göre, 2002 yılında ölçülen YOGT değeri, 5.715 tş/gün ve eşdeğeri 10.445 bo/gün'dür. YTH, Denklem 2.7'ye göre;

$$YTH = 10.445 \times 0{,}11 \times 0{,}59 = 678\ bo/şrt/sa$$

Ağır taşıt etkeni Çizelge 5.6 ve Denklem 2.5'e göre;

P_O = 0/5.715=0,00, P_K = 2.644/5.715=0,46 ve P_T = (685+358)/5.715=0,18 ise;

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0{,}00(1{,}15 - 1) + 0{,}46(2 - 1) + 0{,}18(3 - 1)} = 0{,}55$$

Ağır taşıt etkeni 0,55 ve eğim etkisi 0,85 ise, yolun kapasitesi Denklem 2.1'e göre;

$$C = 1.700 \times 0{,}55 \times 0{,}85 = 795\ bo/şrt/sa$$

Trafik hacminin kapasiteye oranı ise 678/795 = 0,85'dir. V/c oranı 0,68 değerinden büyük olduğu için devlet yolunun kapasite açısından çok şeritli bölünmüş yola çevrilmesi gereklidir.

5.5.4 (765-13) KKNO'lu devlet yolu ve kapasite açısından değerlendirilmesi

765-13 kontrol kesim nolu devlet yolu; Nevşehir - Niğde il sınırı ile Niğde - Kayseri 805-06 kontrol kesim nolu devlet yolu ayırımı arasında kalan karayoludur. Toplam uzunluğu 31 km'dir. Yol geçkisi Şekil 5.6'da gösterilmiştir.



Şekil 5.6 : 765-13 KKNO'lu bölünmüş devlet yolu.

765-13 nolu devlet yolunun Çizelge A.4'e göre, 2004 yılında ölçülen YOGT değeri, 1.713 tş/gün ve eşdeğeri 2.338 bo/gün'dür. YTH, Denklem 2.7'ye göre;

$$YTH = 2.338 \times 0{,}11 \times 0{,}59 = 152\ bo/şrt/sa$$

Ağır taşıt etkeni Çizelge A.4 ve Denklem 2.5'e göre;

P_O = 117/1.713=0,07, P_K = 459/1.713=0,27 ve P_T = (18+56)/1.713=0,04 ise;

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0{,}07(1{,}15 - 1) + 0{,}27(2 - 1) + 0{,}04(3 - 1)} = 0{,}74$$

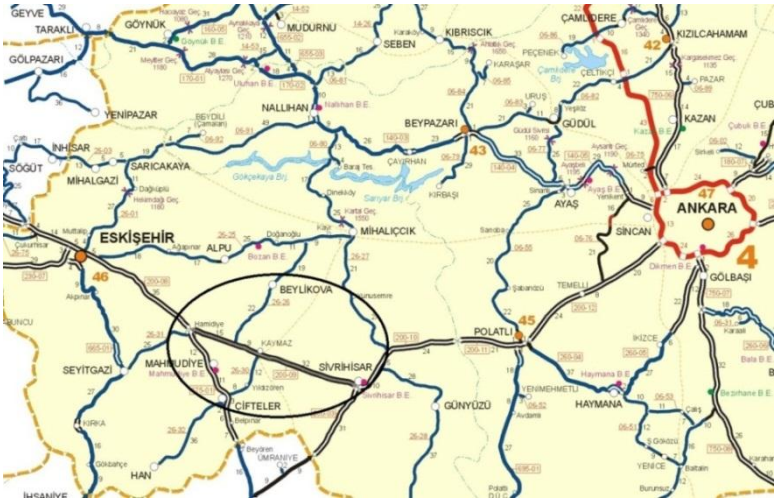
Ağır taşıt etkeni 0,74 ve eğim etkisi 0,75 ise, yolun kapasitesi Denklem 2.1'e göre;

$$C = 1.700 \times 0{,}74 \times 0{,}75 = 944\ bo/şrt/sa$$

Trafik hacminin kapasiteye oranı ise 152/944 = 0,16'dır. V/c oranı 0,68 değerinden çok küçük olduğu için devlet yolunun kapasite açısından çok şeritli bölünmüş yola çevrilmesi gerekli değildir.

5.5.5 (200-09) KKNO'lu devlet yolu ve kapasite açısından değerlendirilmesi

200-09 kontrol kesim nolu devlet yolu; Eskişehir - Mahmudiye 675-01 kontrol kesim nolu devlet yolu ve 200-08 kontrol kesim nolu devlet yol ayırımı ile Afyon 260-03 kontrol kesim nolu devlet yol ayırımı arasında kalan karayoludur. Toplam uzunluğu 56 km'dir. Yol geçkisi Şekil 5.7'de gösterilmiştir.



Şekil 5.7 : 200-09 KKNO'lu bölünmüş devlet yolu.

200-09 nolu devlet yolunun Çizelge A.2'ye göre, 2001 yılında ölçülen YOGT değeri, 4.081 tş/gün ve eşdeğeri 6.392 bo/gün'dür. YTH, Denklem 2.7'ye göre;

$$YTH = 6.392 \times 0{,}11 \times 0{,}59 = 415\ bo/şrt/sa$$

Ağır taşıt etkeni Çizelge A.2 ve Denklem 2.5'e göre;

P_O = 0/4.081=0,00, P_K = 1.083/4.081=0,27 ve P_T = (380+234)/ 4.081=0,15 ise;

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0{,}00(1{,}15 - 1) + 0{,}27(2 - 1) + 0{,}15(3 - 1)} = 0{,}64$$

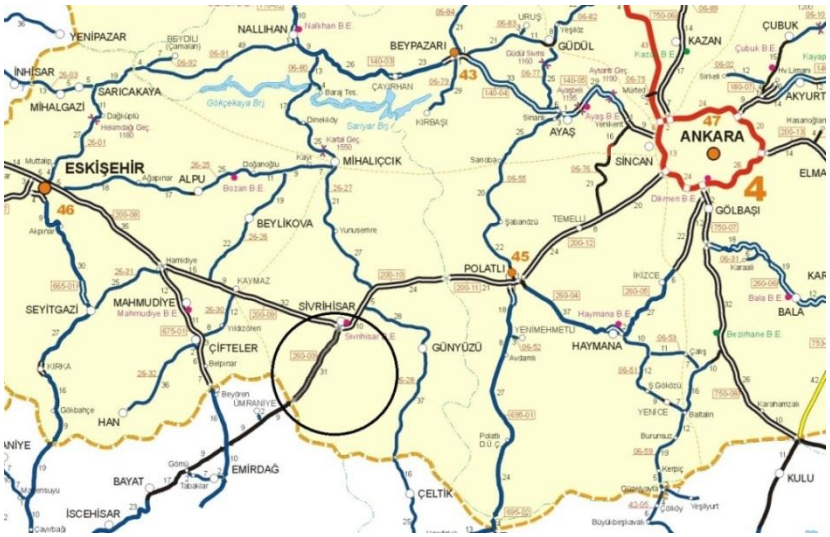
Ağır taşıt etkeni 0,64 ve eğim etkisi 0,85 ise, yolun kapasitesi Denklem 2.1'e göre;

$$C = 1.700 \times 0{,}64 \times 0{,}95 = 1034\ bo/şrt/sa$$

Trafik hacminin kapasiteye oranı ise 415/1034 = 0,40'dır. V/c oranı 0,68 değerinden çok küçük olduğu için devlet yolunun kapasite açısından çok şeritli bölünmüş yola çevrilmesi gerekli değildir.

5.5.6 (260-03) KKNO'lu devlet yolu ve kapasite açısından değerlendirilmesi

260-03 kontrol kesim nolu devlet yolu; Afyon - Eskişehir il sn. ile Sivrihisar 200-09 ve 200-10 kontrol kesim nolu devlet yolları ayırımı arasında kalan karayoludur. Toplam uzunluğu 31 km'dir. Yol geçkisi Şekil 5.8'de gösterilmiştir.



Şekil 5.8 : 260-03 KKNO'lu bölünmüş devlet yolu.

260-03 nolu devlet yolunun Çizelge 5.6'ya göre, 2002 yılında ölçülen YOGT değeri, 4.242 tş/gün ve eşdeğeri 6.575 bo/gün'dür. YTH, Denklem 2.7'ye göre;

$$YTH = 6.575 \times 0{,}11 \times 0{,}59 = 427\ bo/şrt/sa$$

Ağır taşıt etkeni Çizelge 5.6 ve Denklem 2.5'e göre;

P_O = 0/4.242=0,07, P_K = 1.187/4.242=0,28 ve P_T = (370+203)/4.242=0,14 ise;

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0{,}00(1{,}15 - 1) + 0{,}28(2 - 1) + 0{,}14(3 - 1)} = 0{,}64$$

Ağır taşıt etkeni 0,64 ve eğim etkisi 0,85 ise, yolun kapasitesi Denklem 2.1'e göre;

$$C = 1.700 \times 0{,}64 \times 0{,}85 = 925\ bo/şrt/sa$$

Trafik hacminin kapasiteye oranı ise 427/925 = 0,46'dır. V/c oranı 0,68 değerinden çok küçük olduğu için devlet yolunun kapasite açısından çok şeritli bölünmüş yola çevrilmesi gerekli değildir.

5.5.7 (300-15) KKNO'lu devlet yolu ve kapasite açısından değerlendirilmesi

300-15 kontrol kesim nolu devlet yolu; Aksaray 750-11 kontrol kesim nolu devlet yolu ayırımı ile Aksaray - Nevşehir il sınırı arasında kalan karayoludur. Toplam uzunluğu 43 km'dir. Yol geçkisi Şekil 5.9'da gösterilmiştir.



Şekil 5.9 : 300-15 KKNO'lu bölünmüş devlet yolu.

300-15 nolu devlet yolunun Çizelge 5.6'ya göre, 2002 yılında ölçülen YOGT değeri, 3.549 tş/gün ve eşdeğeri 5.418 bo/gün'dür. YTH, Denklem 2.7'ye göre;

$$YTH = 5.418 \times 0{,}11 \times 0{,}59 = 352\ bo/şrt/sa$$

Ağır taşıt etkeni Çizelge 5.6 ve Denklem 2.5'e göre;

P_O = 0/3.549=0,00, P_K = 1.333/3.549=0,38 ve P_T = (218+50)/ 3.549=0,08 ise;

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0{,}00(1{,}15 - 1) + 0{,}38(2 - 1) + 0{,}08(3 - 1)} = 0{,}65$$

Ağır taşıt etkeni 0,65 ve eğim etkisi 0,85 ise, yolun kapasitesi Denklem 2.1'e göre;

$$C = 1.700 \times 0{,}65 \times 0{,}85 = 939\ bo/şrt/sa$$

Trafik hacminin kapasiteye oranı ise 352/939 = 0,37'dir. V/c oranı 0,68 değerinden çok küçük olduğu için devlet yolunun kapasite açısından çok şeritli bölünmüş yola çevrilmesi gerekli değildir.

5.6 İncelenen KKNO'larının Bölünmüş Yol Sonrası Kapasite ve Hizmet Düzeyi

Yollar tasarlanırken bir yönde, zirve saatte gelen trafik akımı dikkate alınmaktadır. Yollar, zirve saat trafik akımı altında, C hizmet düzeyine göre tasarlanmaktadır. İki şeritli çift yönlü karayolları, çok şeritli bölünmüş yola çevrildikten sonra, karayollarının hizmet düzeyi, zirve saat trafik akımı altında belirlenecektir. Karayollarını zirve saat akımı altında, A hizmet düzeyine göre tasarlamak ekonomik olma kavramından uzaktır (Orer, 2012).

Çok şeritli bölünmüş yola çevrilen kontrol kesim noktalarının hizmet düzeyleri, 2010 yılı trafik sayımlarına göre yapılacaktır (KGM, 2011).

Zirve saat trafik akımını hesaplayabilmek için, öncelikle ağır taşıt etkisi (f_{HV}) hesaplanmalıdır. İncelenen KKNO'larında ağır taşıt etkisi, Denklem 2.5 kullanılarak hesap edilmiş ve Çizelge 5.7'de özetlenmiştir.

Çizelge 5.7 : İncelenen bölünmüş yolların ağır taşıt etkisi hesabı.

KKNO	Dilim No ve Uzunluk (Km)	Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT) 2010 yılı					Toplam (Tş/gün)	Birim Oto	f_{HV}
		Oto	Oryük	Obüs	Kyon	Trey			
715-05	1-25	2.447	247	96	495	249	3.534	4.756	0,74
750-08	1-32	9.234	719	702	2.449	2.178	15.282	23.599	0,65
750-08	2-36	7.404	492	697	2.057	2.020	12.670	20.235	0,63
750-09	0-29	5.302	238	545	1.693	1.921	9.699	16.360	0,60
765-13	1-13	1.516	198	25	470	260	2.469	3.539	0,69
765-13	2-18	1.221	261	68	532	291	2.373	3.662	0,65
200-09	3-32	3.935	326	368	952	829	6.410	9.805	0,65
260-03	0-31	3.427	297	425	940	567	5.656	8.625	0,65
300-15	1-11	2.815	276	242	897	407	4.637	6.873	0,68
300-15	2-32	1.922	222	228	612	380	3.364	5.225	0,64

Zirve saatte, bir yöndeki trafik hacmi (V); zirve saatte gelen trafik hacminin, YOGT değerine oranı olan K değeri ile yönsel dağılım etkeni D kullanılarak, Denklem 2.7'ye göre hesaplanmıştır.

2010 yılı YOGT değerleri kullanılarak trafik akımı (V_p) hesabı, Denklem 2.2'ye göre yapılmış ve Çizelge 5.8'de gösterilmiştir. Trafik akımı hesabında, bölünmüş yollar tek yönde 2 şeritli oldukları için N değeri 2 alınmıştır (KGM, 2011).

Çizelge 5.8 : İncelenen bölünmüş yolların trafik akımı hesabı.

KKNO	Dilim No	YOGT	V (tş/sa/yön)	PHF	f_{HV}	V_P (bo/sa/şrt)
715-05	1	3.534	229	0,90	0,74	172
750-08	1	15.282	992	0,90	0,65	848
750-08	2	12.670	822	0,90	0,63	725
750-09	0	9.699	629	0,90	0,60	582
765-13	1	2.469	160	0,90	0,69	129
765-13	2	2.373	154	0,90	0,65	132
200-09	3	6.410	416	0,90	0,65	356
260-03	0	5.656	367	0,90	0,65	314
300-15	1	4.637	301	0,90	0,68	246
300-15	2	3.364	218	0,90	0,64	189

HCM (2010)'a göre temel koşullarda, çok şeritli karayollarında serbest akım hızı 100 km/sa iken kapasite 2.200 bo/sa'tir. İncelenen bölünmüş karayollarında serbest akım hızının 100 km/sa'ten fazla olduğu Çizelge 5.18'de görülmektedir. Çok şeritli bölünmüş yollarda hizmet düzeyi seviyesi; yoğunluk (d), ortalama hız, serbest akım hızı ve trafik hacminin kapasiteye oranı değerlerine göre, Çizelge 2.1 kullanılarak belirlenmektedir. Hizmet düzeyi hesaplanan yol kesimleri Çizelge 5.9'da verilmiştir.

Çizelge 5.9 : İncelenen bölünmüş yolların hizmet düzeyi.

KKNO	Dilim No	V_p/C	Ortalama Hız (S)	Serbest Akım Hızı (FFS)	Hizmet düzeyi
715-05	1	0,08	87	102	A
750-08	1	0,39	91	107	B
750-08	2	0,33	104	124	B
750-09	0	0,26	112	133	A
765-13	1	0,06	90	113	A
765-13	2	0,06	97	117	A
200-09	3	0,16	98	115	A
260-03	0	0,14	96	114	A
300-15	1	0,11	85	104	A
300-15	2	0,09	92	109	A

KGM (2011)'de hız ölçümleri yapılmayan 715-05 kontrol kesim noktasının 2. dilimi (6 km) ile 200-09 kontrol kesim noktasının 1 ve 2. dilimlerinin (24 km) hizmet

düzeyleri hesaplanmamıştır. KGM tarafından yapılan hız ölçümleri, genellikle önemli kontrol kesimlerinde yapılmaktadır.

Çizelge 5.9 incelendiğinde, 750-08 KKNO'lu devlet yolu hizmet düzeyi B iken, diğer 6 KKNO'lu devlet yolları, A hizmet düzeyinde servis vermektedir.

5.7 İncelenen KKNO'larında Meydana Gelen Trafik Kazalarının Önce-Sonra Etüdü

5.7.1 KS yöntemine göre incelenen KKNO'larının önce-sonra etüdü

Bu yöntemde 1 yılda 1 km'lik kesimde meydana gelen trafik kaza sayısına bakılacaktır. Trafik kaza bilgileri EGM (2012)'den dilekçe ile sayısal ortamda alınmıştır.

715-05 Kontrol kesim nolu devlet yolu 31 Km uzunluğundadır. 31 Km'lik yol kesiminde, yol iki şeritli iken, iki yılda toplam 15 adet ölümlü ve yaralanmalı kaza olmuştur. Bölünmüş yol yapıldıktan sonra iki yılda toplam 69 adet ölümlü ve yaralanmalı kaza olmuştur (EGM, 2012).

750-08 Kontrol kesim nolu devlet yolu 68 Km uzunluğundadır. 68 Km'lik yol kesiminde, yol iki şeritli iken, üç yılda toplam 115 adet ölümlü ve yaralanmalı kaza olmuştur. Bölünmüş yol yapıldıktan sonra üç yılda toplam 259 adet ölümlü ve yaralanmalı kaza olmuştur (EGM, 2012).

750-09 Kontrol kesim nolu devlet yolu 29 Km uzunluğundadır. 29 Km'lik yol kesiminde, yol iki şeritli iken, üç yılda toplam 75 adet ölümlü ve yaralanmalı kaza olmuştur. Bölünmüş yol yapıldıktan sonra üç yılda toplam 205 adet ölümlü ve yaralanmalı kaza olmuştur (EGM, 2012).

765-13 Kontrol kesim nolu devlet yolu 31 Km uzunluğundadır. 31 Km'lik yol kesiminde, yol iki şeritli iken, üç yılda toplam 33 adet ölümlü ve yaralanmalı kaza olmuştur. Bölünmüş yol yapıldıktan sonra üç yılda toplam 36 adet ölümlü ve yaralanmalı kaza olmuştur (EGM, 2012).

200-09 Kontrol kesim nolu devlet yolu 56 Km uzunluğundadır. 56 Km'lik yol kesiminde, yol iki şeritli iken, üç yılda toplam 42 adet ölümlü ve yaralanmalı kaza olmuştur. Bölünmüş yol yapıldıktan sonra üç yılda toplam 141 adet ölümlü ve yaralanmalı kaza olmuştur (EGM, 2012).

260-03 Kontrol kesim nolu devlet yolu 31 Km uzunluğundadır. 31 Km'lik yol kesiminde, yol iki şeritli iken, üç yılda toplam 29 adet ölümlü ve yaralanmalı kaza olmuştur. Bölünmüş yol yapıldıktan sonra üç yılda toplam 91 adet ölümlü ve yaralanmalı kaza olmuştur (EGM, 2012).

300-15 Kontrol kesim nolu devlet yolu 43 Km uzunluğundadır. 43 Km'lik yol kesiminde, yol iki şeritli iken, üç yılda toplam 45 adet ölümlü ve yaralanmalı kaza olmuştur. Bölünmüş yol yapıldıktan sonra üç yılda toplam 102 adet ölümlü ve yaralanmalı kaza olmuştur (EGM, 2012).

Trafik kaza verilerine göre KS değerleri Denklem 4.1'e göre hesaplanmış ve Çizelge 5.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.10 : KS yöntemine göre önce-sonra hesap çizelgesi.

Kesim No	Karayolu Uzunluğu	Bölünmüş Yol Öncesi			Bölünmüş Yol Sonrası		
		Dönem	TKS	KS	Dönem	TKS	KS
715-05	31	2003-2004	15	0,242	2009-2010	69	1,113
750-08	68	2001-2003	115	0,564	2005-2007	259	1,270
750-09	29	2001-2003	75	0,862	2006-2008	205	2,356
765-13	31	2003-2005	33	0,355	2007-2009	36	0,387
200-09	56	2000-2002	42	0,250	2004-2006	141	0,839
260-03	31	2001-2003	29	0,312	2005-2007	91	0,978
300-15	43	2001-2003	45	0,349	2006-2008	102	0,791

5.7.2 KTO yöntemine göre incelenen KKNO'larının önce-sonra etüdü

Bu yöntemde 1 yılda 1 km'lik kesimden geçen birim taşıt başına meydana gelen trafik kaza sayısına bakılacaktır. Trafik kaza bilgileri EGM (2012)'den dilekçe ile sayısal ortamda alınmıştır.

715-05 KKNO'lu devlet yolunun 2003 ve 2004 yıllarında YOGT ortalama değeri 2.524'dür. 2009 ve 2010 yıllarında YOGT ortalama değeri ise 3.204'dür (KGM, 2012).

750-08 KKNO'lu devlet yolunun 2001, 2002 ve 2003 yıllarında YOGT ortalama değeri 8.650'dir. 2005, 2006 ve 2007 yıllarında YOGT ortalama değeri ise 11.468'dir (KGM, 2012).

750-09 KKNO'lu devlet yolunun 2001, 2002 ve 2003 yıllarında YOGT ortalama değeri 5.916'dır. 2006, 2007 ve 2008 yıllarında YOGT ortalama değeri ise 7.898'dir (KGM, 2012).

765-13 KKNO'lu devlet yolunun 2003, 2004 ve 2005 yıllarında YOGT ortalama değeri 1.743'dür. 2007, 2008 ve 2009 yıllarında YOGT ortalama değeri ise 1.993'dür (KGM, 2012).

200-09 KKNO'lu devlet yolunun 2000, 2001 ve 2002 yıllarında YOGT ortalama değeri 4.306'dır. 2004, 2005 ve 2006 yıllarında YOGT ortalama değeri ise 5.273'dür (KGM, 2012).

260-03 KKNO'lu devlet yolunun 2001, 2002 ve 2003 yıllarında YOGT ortalama değeri 4.253'dür. 2005, 2006 ve 2007 yıllarında YOGT ortalama değeri ise 5.256'dır (KGM, 2012).

300-15 KKNO'lu devlet yolunun 2001, 2002 ve 2003 yıllarında YOGT ortalama değeri 3.539'dur. 2006, 2007 ve 2008 yıllarında YOGT ortalama değeri ise 3.782'dir (KGM, 2012).

Trafik kaza verilerine göre KTO değerleri Denklem 4.4'e göre hesaplanmış ve Çizelge 5.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.11 : KTO yöntemine göre önce-sonra hesap çizelgesi.

Kesim No	Karayolu Uzunluğu	Bölünmüş Yol Öncesi				Bölünmüş Yol Sonrası			
		Dönem	TKS	YOGT	KTO	Dönem	TKS	YOGT	KTO
715-05	31	2003-2004	15	2.524	0,263	2009-2010	69	3.204	0,952
750-08	68	2001-2003	115	8.650	0,179	2005-2007	259	11.468	0,303
750-09	29	2001-2003	75	5.916	0,399	2006-2008	205	7.898	0,817
765-13	31	2003-2005	33	1.743	0,558	2007-2009	36	1.993	0,532
200-09	56	2000-2002	42	4.306	0,159	2004-2006	141	5.273	0,436
260-03	31	2001-2003	29	4.253	0,201	2005-2007	91	5.256	0,510
300-15	43	2001-2003	45	3.539	0,270	2006-2008	102	3.782	0,573

5.7.3 EA yöntemine göre incelenen KKNO'larının önce-sonra etüdü

Bu yöntemde 1 yılda 1 km'lik kesimde oluşan trafik kaza şiddetine bakılacaktır. Kaza oluş şekillerine göre, tek taşıtlı kazalarda kazalardan etkilenen taşıt sayısı bir ve iki ya da çok taşıtlı kazalarda kazalardan etkilenen taşıt sayısı iki olarak

hesaplanmıştır. Trafik kaza bilgileri EGM (2012)'den dilekçe ile sayısal ortamda alınmıştır.

715-05 KKNO'lu devlet yolunda, 2003 ve 2004 yıllarında trafik kazalarında 1 kişi hayatını kaybetmiş, 34 kişi ise yaralanmıştır. 2009 ve 2010 yıllarında trafik kazalarında 3 kişi hayatını kaybetmiş, 147 kişi ise yaralanmıştır (EGM, 2012).

750-08 KKNO'lu devlet yolunda, 2001, 2002 ve 2003 yıllarında trafik kazalarında 20 kişi hayatını kaybetmiş, 292 kişi ise yaralanmıştır. 2005, 2006 ve 2007 yıllarında trafik kazalarında 33 kişi hayatını kaybetmiş, 645 kişi ise yaralanmıştır (EGM, 2012).

750-09 KKNO'lu devlet yolunda, 2001, 2002 ve 2003 yıllarında trafik kazalarında 10 kişi hayatını kaybetmiş, 173 kişi ise yaralanmıştır. 2006, 2007 ve 2008 yıllarında trafik kazalarında 21 kişi hayatını kaybetmiş, 473 kişi ise yaralanmıştır (EGM, 2012).

765-13 KKNO'lu devlet yolunda, 2003, 2004 ve 2005 yıllarında trafik kazalarında 3 kişi hayatını kaybetmiş, 91 kişi ise yaralanmıştır. 2007, 2008 ve 2009 yıllarında trafik kazalarında 2 kişi hayatını kaybetmiş, 102 kişi ise yaralanmıştır (EGM, 2012).

200-09 KKNO'lu devlet yolunda, 2000, 2001 ve 2002 yıllarında trafik kazalarında 8 kişi hayatını kaybetmiş, 133 kişi ise yaralanmıştır. 2004, 2005 ve 2006 yıllarında trafik kazalarında 12 kişi hayatını kaybetmiş, 333 kişi ise yaralanmıştır (EGM, 2012).

260-03 KKNO'lu devlet yolunda, 2001, 2002 ve 2003 yıllarında trafik kazalarında 3 kişi hayatını kaybetmiş, 52 kişi ise yaralanmıştır. 2005, 2006 ve 2007 yıllarında trafik kazalarında 16 kişi hayatını kaybetmiş, 231 kişi ise yaralanmıştır (EGM, 2012).

300-15 KKNO'lu devlet yolunda, 2001, 2002 ve 2003 yıllarında trafik kazalarında 5 kişi hayatını kaybetmiş, 83 kişi ise yaralanmıştır. 2006, 2007 ve 2008 yıllarında trafik kazalarında 5 kişi hayatını kaybetmiş, 244 kişi ise yaralanmıştır (EGM, 2012).

Trafik kaza verilerine göre EA değerleri Denklem 4.9'a göre hesaplanmış ve Çizelge 5.12'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.12 : EA yöntemine göre bölünmüş yol öncesi hesap çizelgesi.

Kesim No	Karayolu Uzunluğu	Bölünmüş Yol Öncesi				
		Dönem	ÖS	YS	AS	EA
715-05	31	2003-2004	1	34	21	2,113
750-08	68	2001-2003	20	292	179	5,956
750-09	29	2001-2003	10	173	110	8,149
765-13	31	2003-2005	3	91	45	3,677
200-09	56	2000-2002	8	133	61	3,119
260-03	31	2001-2003	3	52	36	2,323
300-15	43	2001-2003	5	83	60	2,705

Çizelge 5.13 : EA yöntemine göre bölünmüş yol sonrası hesap çizelgesi.

Kesim No	Karayolu Uzunluğu	Bölünmüş Yol Sonrası				
		Dönem	ÖS	YS	AS	EA
715-05	31	2009-2010	3	147	82	8,823
750-08	68	2005-2007	33	645	340	12,446
750-09	29	2006-2008	21	473	262	21,253
765-13	31	2007-2009	2	102	38	3,871
200-09	56	2004-2006	12	333	174	7,554
260-03	31	2005-2007	16	231	109	10,000
300-15	43	2006-2008	5	244	135	7,031

5.7.4 Önce-sonra etüdü özet çizelge

Türkiye devlet karayollarında incelenen kesimlerde, yollar iki şeritli iken meydana gelen trafik kazaları ve kazalar sonucu ölü ve yaralı sayıları ile kaza şiddetleri hesaplanarak "önce" değerleri, yollar çok şeritli bölünmüş yola çevrildikten sonra meydana gelen trafik kazaları ve kazalar sonucu ölü ve yaralı sayıları ile kaza şiddetleri hesaplanarak "sonra" değerleri bulunmuştur. Çizelge 5.10'da hesaplanan kaza sayısı önce-sonra değerleri, Çizelge 5.11'de hesaplanan KTO önce-sonra değerleri, Çizelge 5.12'de hesaplanan kaza şiddeti önce değerleri ve Çizelge 5.13'de hesaplanan kaza şiddeti sonra değerleri ile bu değerlerin değişim oranları Çizelge 5.14'de hesaplanarak gösterilmiştir.

İki şeritli yollar, çok şeritli bölünmüş yollara çevrildiğinde, kuramsal olarak, trafik güvenliğinin artarak kaza sayısının ve sonucunda da ölü ve yaralı sayılarının azalması beklenmektedir (HSM, 2010).

Çizelge 5.14 : Kaza sayısı, kaza tekrar oranı ve eşdeğer ağırlık değerleri.

KKNO	KS			KTO			EA		
	Önce	Sonra	Artış (%)	Önce	Sonra	Artış (%)	Önce	Sonra	Artış (%)
715-05	0,242	1,113	**360**	0,263	0,952	**262**	2,113	8,823	**318**
750-08	0,564	1,270	**125**	0,179	0,303	**69**	5,956	12,446	**109**
750-09	0,862	2,356	**173**	0,399	0,817	**105**	8,149	21,253	**161**
765-13	0,355	0,387	**9**	0,558	0,532	**-5**	3,677	3,871	**5**
200-09	0,250	0,839	**236**	0,159	0,436	**174**	3,119	7,554	**142**
260-03	0,312	0,978	**213**	0,201	0,510	**154**	2,323	10,000	**330**
300-15	0,349	0,791	**127**	0,270	0,573	**112**	2,705	7,031	**160**
Genel:	0,419	1,105	**164**	0,290	0,589	**103**	4,006	10,140	**153**
Standart Sapma:			**101**			**78**			**106**

Çizelge 5.14'e göre 765-13 KKNO'lu yol kesiminde kaza sayısının ve kaza şiddetinin arttığı, diğer 6 karayolu kesiminde de kaza sayısının, kaza tekrar oranının ve kaza şiddetinin arttığı görülmektedir. 260-03 KKNO'lu devlet karayolunda kaza şiddeti %330, kaza sayısı %213 ve kaza tekrar oranı %154 artmıştır. 715-05 KKNO'lu devlet karayolunda kaza sayısı %360, kaza tekrar oranı %262 ve kaza şiddeti %318 artmıştır. 765-13 KKNO'lu devlet karayolunda kaza sayısı %9 ve kaza şiddeti %5 artarken, kaza tekrar oranı %5 azalmıştır. İncelenen KKNO'larında kaza sayısı ortalama %164, kaza tekrar oranı ortalama %103 ve kaza şiddetleri ortalama %153 artmıştır.

5.8 İncelenen KKNO'larda Meydana Gelen Trafik Kazalarının Oluş Şekillerine Göre Önce-Sonra Etüdü

Türkiye devlet karayollarında, incelenen kesimlerde, yollar iki şeritli çift yönlü iken meydana gelen trafik kazalarının oluş şekillerine göre kaza sayıları ile yollar çok şeritli bölünmüş yola çevrildikten sonra meydana gelen trafik kazalarının oluş şekillerine göre kaza sayıları, EGM (2012)'den alınan verilere göre belirlenmiştir.

Kaza oluş şekillerine göre incelen trafik kazaları, öncelikle tek taşıtlı kazalar ile iki ya da çok taşıtlı kazalar olarak ikiye ayrılmış ve Çizelge 5.15'de özetlenmiştir.

Çizelge 5.15 : Kaza oluş şekillerine göre önce-sonra etüdü (EGM, 2012).

	İKİ ya da ÇOK TAŞITLI KAZALAR (kaza/yıl-km)			TEK TAŞITLI KAZALAR (kaza/yıl-km)					
	Karşılıklı Çarpışma	Arkadan Çarpma	Yandan Çarpma	Duran Araca Çarpma	Sabit Cisme Çarpma	Yayaya Çarpma	Hayvana Çarpma	Devrilme	Yoldan Çıkma
Önce	0,058	0,040	0,075	0,005	0,008	0,005	0,001	0,082	0,145
Sonra	0,046	0,107	0,105	0,018	0,052	0,022	0,006	0,151	0,596

İncelenen KKNO'larında, yollar iki şeritli çift yönlü karayolu iken, kaza oluş şekline göre, taşıtların karşılıklı çarpışması sonucunda meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza sayısı ortalaması 0,058 kaza/yıl-km iken, yollar çok şeritli bölünmüş karayoluna çevrildikten sonra 0,046 kaza/yıl-km olmuştur (EGM, 2012).

İki şeritli çift yönlü karayolu, çok şeritli bölünmüş karayolu tipine çevrildiğinden, bu tip kazaların azalması beklenen bir durumdur. Bölünmüş yolu orta ayırıcı ile ayırırken, aradaki akaçlama kanallarına ilave olarak, fiziksel bir engel teşkil etmek, taşıtların diğer yöne geçmesini engelleyeceğinden, bu tip kazaları da önleyebilir. Fiziksel engel, oto korkuluk olabilir.

İncelenen KKNO'larında, yollar iki şeritli çift yönlü karayolu iken, kaza oluş şekline göre taşıtın duran araca çarpması sonucunda meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza sayısı ortalaması 0,005 kaza/yıl-km iken, yollar çok şeritli bölünmüş karayoluna çevrildikten sonra 0,018 kaza/yıl-km olmuştur (EGM, 2012).

Yollar iki şeritli çift yönlü karayolu iken, kaza oluş şekline göre taşıtın sabit cisme çarpması sonucunda meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza sayısı ortalaması 0,008 kaza/yıl-km iken, yollar çok şeritli bölünmüş karayoluna çevrildikten sonra 0,052 kaza/yıl-km olmuştur (EGM, 2012).

Sabit cisimler yol kenarında bulunurlar. Bu tip kazalar, yolun geometrisinin ve yol kaplamasının izin verdiği hızdan daha yüksek hızda yolculuk edildiğinde, yoldan çıkarak gerçekleşmektedir.

İncelenen KKNO'larında, yollar iki şeritli çift yönlü karayolu iken, kaza oluş şekline göre taşıtın yayaya çarpması sonucunda meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza sayısı ortalaması 0,005 kaza/yıl-km iken, yollar çok şeritli bölünmüş karayoluna çevrildikten sonra 0,022 kaza/yıl-km, taşıtın hayvana çarpması sonucunda meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza sayısı ortalaması 0,001 kaza/yıl-km iken,

yollar çok şeritli bölünmüş karayoluna çevrildikten sonra 0,006 kaza/yıl-km, taşıtın devrilmesi sonucunda meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza sayısı ortalaması 0,082 kaza/yıl-km iken, yollar çok şeritli bölünmüş karayoluna çevrildikten sonra 0,151 kaza/yıl-km ve taşıtın yoldan çıkması sonucu meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza sayısı ortalaması 0,145 kaza/yıl-km iken, yollar çok şeritli bölünmüş karayoluna çevrildikten sonra 0,596 kaza/yıl-km olmuştur. (EGM, 2012).

Bu tip kazaların en önemli sebepleri taşıtın yüksek hızı ile yol geometrisi ve kaplama cinsinin uygunsuzluğu olabilir.

5.9 İncelenen KKNO'larda Araç Hızları

KGM (2011) tarafından yayınlanan Trafik ve Ulaşım Bilgileri' ne göre; 2010 yılında, incelenen KKNO'larında yasal hız sınırını aşan taşıtların yüzdeleri Çizelge 5.16'da, taşıtların ortalama hızları Çizelge 5.17'de ve taşıtların %85'lik hızı ise Çizelge 5.18'de verilmiştir (KGM, 2011).

Çizelge 5.16 : Yasal hız sınırını aşan taşıt yüzdeleri (KGM, 2011).

KKNO	Dilim No ve Uzunluk (Km)	Otom.	Oryük.	Obüs.	Kyon.	Trey.
		Hız>100 (%)	Hız>90 (%)	Hız>90 (%)	Hız>80 (%)	Hız>80 (%)
715-05	1-25	19	27	38	12	1
750-08	1-32	32	43	36	12	3
750-08	2-36	59	67	58	16	4
750-09	0-29	73	46	73	11	10
765-13	1-13	33	44	49	20	6
765-13	2-18	41	49	53	32	14
200-09	3-32	42	51	42	11	1
260-03	0-31	40	51	43	13	3
300-15	1-11	21	30	15	9	2
300-15	2-32	32	29	10	9	1

Çizelge 5.17 : Taşıtların ortalama hızları (KGM, 2011).

KKNO	Dilim No ve Uzunluk (Km)	Otom. (km/sa)	Oryük. (km/sa)	Obüs. (km/sa)	Kyon. (km/sa)	Trey. (km/sa)
715-05	1-25	87	81	85	75	69
750-08	1-32	91	87	84	73	70
750-08	2-36	104	99	89	78	74
750-09	0-29	112	90	91	79	78
765-13	1-13	90	87	86	79	75
765-13	2-18	97	92	91	86	77
200-09	3-32	98	92	86	74	71
260-03	0-31	96	91	86	77	73
300-15	1-11	85	78	79	65	60
300-15	2-32	92	81	81	72	68

Çizelge 5.18 : Taşıtların %85'lik hızları (KGM, 2011).

KKNO	Dilim No ve Uzunluk (Km)	Otom. (km/sa)	Oryük. (km/sa)	Obüs. (km/sa)	Kyon. (km/sa)	Trey. (km/sa)
715-05	1-25	102	97	91	85	75
750-08	1-32	107	105	90	85	78
750-08	2-36	124	122	93	89	81
750-09	0-29	133	106	97	87	86
765-13	1-13	113	108	95	92	82
765-13	2-18	117	109	103	104	86
200-09	3-32	115	112	91	85	77
260-03	0-31	114	110	91	87	80
300-15	1-11	104	98	88	84	76
300-15	2-32	109	97	86	82	74

Çizelgeler incelendiğinde, örnek olarak 750-09 KKNO'lu bölünmüş devlet yolunda, 2010 yılında yolculuk eden otomobillerin %73'ünün hızı 100 km/sa'ten fazla olduğu görülmektedir. Otomobillerin ortalama hızı ise 112 km/sa'tir. Orta yüklü ticari taşıtların %46'sı ve otobüslerin %73'ünün hızı 90 km/sa'ten, kamyonların %11'i ve çekici + yarı römorkların %10'unun hızı 80 km/sa'ten fazladır. Yasal hız limitleri

göz önüne alındığında, çok şeritli bölünmüş karayollarında hızların arttığı gözlenmektedir (KGM, 2011).

6. SONUÇ VE GELECEĞE YÖNELİK ÖNERİLER

Kapasite yetersizliği nedeniyle iki şeritli çift yönlü bir yolun, çok şeritli bölünmüş yola çevrilmesi için, yol hizmet düzeyinin D (Level Of Service; LOS D) düzeyine inmesi gerekmektedir. Yol hizmet düzeyi E (LOS E) olmadan önce ilave şeritlerin yapılmasının tamamlanması gerekmektedir.

İki şeritli çift yönlü karayollarında hizmet düzeyi "takipte kaybedilen süre" ile belirlenmektedir. Ancak bu yollara ait yalnızca YOGT değerlerinin olması nedeniyle bölünmüş yol çalışmasına başlamadan önceki hizmet düzeyi hakkında bir fikir vermesi açısından v/c oranları kullanılmıştır. Bölünmüş yollarda 90 km/sa serbest akım hızı için C hizmet düzeyine karşılık gelen v/c oranı 0,68'dir.

İki şeritli çift yönlü karayollarının kapasite hesaplarında kullanılan Birim Oto değerleri TS 6407'den alınmıştır.

6.1 Sonuç

Kapasite yetersizliği açısından incelenen 7 kontrol kesim noktalarından yalnızca 2 kesimin kapasite yetersizliği açısından çok şeritli bölünmüş yola çevrilmesi gerekmektedir. 5 adet kontrol kesim noktalarında ise kapasite ya da hizmet düzeyi açısından, mevcut yolların genişletilerek, çok şeritli bölünmüş yola çevrilmesi gerekmemektedir.

İki şeritli çift yönlü karayolları, bölünmüş karayoluna çevrildikten sonra, bölünmüş yolların hizmet düzeyleri belirlenmiştir. 750-08 KKNO'lu devlet yolunda hizmet düzeyi B iken diğer 6 KKNO'larında hizmet düzeyi A'dır.

Bu nedenlerle, Türkiye'de bölünmüş yolların yapılmasındaki en önemli amaç, trafik kazalarını azaltarak yol güvenliğini artırmak olduğu söylenebilir.

Türkiye genelinde, son 10 yılda, trafik kazaları sonucunda mutlak olarak ölü sayısı azalmakla birlikte kaza sayısı ve kaza şiddetleri artmıştır. Yalnızca bölünmüş yollar incelendiğinde ise ölü sayısının da artmış olduğu TÜİK tarafından yayınlanan istatistiklerde görülmektedir.

Bölünmüş yollarda, trafik güvenliği durumunu daha detaylı araştırmak ve bölünmüş yol yapımının en önemli amacı olan trafik güvenliğini artırma amacının sağlanıp sağlanamadığını belirlemek için trafik kaza bilgilerine ulaşılan yedi adet kontrol kesim noktası incelenmiştir. İncelenen kontrol kesim noktalarındaki trafik güvenliği; kaza sayısı, kaza tekrar oranı ve eşdeğer ağırlık yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Seçilen yöntemlerle, bu kontrol kesim noktalarında, önce iki şeritli çift yönlü karayolu iken trafik kazaları durum değerlendirilmesi, daha sonra aynı yöntemlerle bölünmüş karayolu yapıldıktan sonraki trafik kazalarının durum değerlendirilmesi yapılmıştır.

Karşılaştırma sonucunda, Kaza Sayısı yöntemine göre kaza sayısının, 715-05 KKNO'lu karayolunda %360, 200-09 KKNO'lu karayolunda ise %236 arttığı görülmüştür. İncelenen KKNO'larında kaza sayısı ortalama %164 artmıştır. Kaza Tekrar Oranı yöntemine göre kaza tekrarı 715-05 KKNO'lu karayolunda %262 artarken, incelenen KKNO'larında Kaza Tekrar Oranı ortalama %103 artmıştır. Eşdeğer Ağırlık yöntemine göre kaza şiddeti 260-03 KKNO'lu karayolunda %330 artmıştır. İncelenen KKNO'larının ortalama kaza şiddeti ise %153 artmıştır. Bu sonuçlar incelenen KKNO'larında trafik güvenliğini artırma amacının, önemli ölçüde sağlanamadığını göstermektedir.

Seçilmiş yol kesimlerinde kaza oluş şekillerine göre trafik kazaları incelendiğinde, kafa kafaya çarpışma şeklinde oluşan trafik kazalarının azaldığı, buna karşılık sabit cisme çarpma, yayaya çarpma, hayvana çarpma ve devrilme gibi tek araçla yapılan trafik kazalarında ise önemli artış olduğu görülmüştür. Özellikle yoldan çıkma şeklinde oluşan kaza sayısı 0,145 kaza/yıl-km iken, yollar çok şeritli bölünmüş karayoluna çevrildikten sonra 0,596 kaza/yıl-km olmuştur.

İncelenen kontrol kesim noktalarında, yasal hız sınırlarını aşan araç yüzdeleri ile otomobillerin ortalama hızları incelendiğinde, çok şeritli bölünmüş karayollarında hızların arttığı görülmüştür. Mevcut akımın kapasiteye oranı (v/c) azaldığında, bu beklenen bir durumdur. Buna karşılık, yeni yapılan çok şeritli bölünmüş yollar, mevcut yolun bir kopyası olarak projelendirildiği için, yol geometrilerinde herhangi bir iyileştirme yapılmamıştır. Çok şeritli bölünmüş yollarda hızın artması ile trafik kaza şiddetleri de artmıştır.

Bölünmüş yolun trafik güvenliğini artırmak için yapılması gereken geometrik düzenlemeler; yatay dönemeç yarıçaplarının artırılması, şerit ve orta kaldırım genişliğinin artırılmasıdır. Ayrıca sağ banket genişliğinin artırılarak kaplanması da trafik güvenliğini artırıcı bir önlemdir.

Yeni yollar tasarlanırken, yerleşim yeri geçişlerine önem verilmesi, trafik polisi ya da otomatik hız kontrol sistemleri ile yapılması gereken trafik denetimlerindeki eksikliklerin giderilmesi ve güvenlik için ek tedbirler alınması da kaza sayısının, kaza tekrar oranının ve kaza şiddetlerinin azalmasını sağlayabilir. Yolun aydınlatılması, orta kaldırımda yol kenarlarına oto korkuluklar yapılması ya da fiziki başka bir engel teşkil edilmesi, güvenliği sağlayacak olan ve alınması gereken ek tedbirlerdir.

Özellikle maliyet etkinlik, ekonomik fizibilite referansıyla değerlendirildiğinde, trafik mühendisliği prensipleri çerçevesinde yapılacak kimi maliyeti düşük düzenlemelerle, kapasite açısından bölünmüş yol gerektirmeyen kesimlerde benzer hatta daha güvenli yol ortamları yaratılabilir.

6.2 Geleceğe Yönelik Öneriler

Bu tezde, son 10 yılda Türkiye genelinde meydana gelen trafik kazaları incelenmiş, daha sonra bölünmüş yollarda meydana gelen trafik kazalarının arttığı gözlenerek, 7 adet kontrol kesim noktası daha detaylı incelenmek üzere seçilmiştir. Gelecek çalışmalarda, Türkiye genelinde, bölünmüş yollarda meydana gelen trafik kazalarına ait daha kapsamlı trafik kaza bilgilerine ulaşılarak, bölünmüş yol ile trafik kazaları arasında bir matematik model oluşturulması önerilir. Bu şekilde hedeflenen kapasite artışının ve daha önemli olan yol güvenliğinin sağlanıp sağlanamadığı Türkiye geneli için belirlenebilir.

Bölünmüş yollar ile trafik kazaları arasındaki ilişkinin matematik modelinin geliştirilmesi için, ayrıntılı trafik kaza verilerine ihtiyaç vardır. Kapsamlı bir model için kaza sırasında hava koşulları, yol kaplama cinsi, şerit ve orta kaldırım genişliği, şerit sayısı, sağ banket genişliği ve banket kaplama cinsi, yol aydınlatması ve otomatik hız kontrol sisteminin var olup olmadığı, yatay ve düşey dönemeçlerin yarıçap ölçüleri, dönemecin uzunluğu, spiral geçiş eğrilerinin var olup olmadığı,

yolun enine ve boyuna eğimi, eğimin iniş ya da çıkış halinde olması gibi durum bilgilerinin sağlanarak, istatistiksel anlamlı girdilerin belirlenmesi gereklidir.

Bu veriler çok yoğun ve kapsamlı bir ekip çalışması ile toplanabilir. Matematik modelin geliştirilmesi neticesinde, bölünmüş yollar ile trafik güvenliğinin artırılıp artırılamadığı çok daha açık ve doğru bir şekilde ortaya konulacaktır.

KAYNAKLAR

Aydar, R. (2011). Karayolu kavşaklarının tipine karar verme sürecinde kapasite, güvenlik ve maliyet parametrelerini optimize eden bir modelin geliştirilmesi, (yüksek lisans tezi), *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Balıkesir, Ekim 2011.

Aydın, C. (2004). Trafik güvenliği ve eğitimi, *II. Trafik Şurası*, Ankara, Ekim 2004.

Cheng, W. ve Washington, S. (2008). New criteria for evaluating methods of identifying hot spots, *Transportation Research Record*, Journal of the Transportation Research Board, no. 2083 (Sf. 76-85), TRB, National Research Council, Washington, D.C.

Demirel, B., Demircan, A., Akar, T., Keleş, A., Bildik, F. (2010). Ülkemizde trafik kazalarında ölenlerin gerçek sayısı nedir, *Pam Tıp Derg* 2010;3(2):70-76, Ankara, Haziran 2010.

EGM (1999). Avrupa'da trafik kayıplarının azaltılması için polis denetim stratejileri, *Avrupa Birliği Avrupa Ulaşım Güvenliği Komisyonu*, *Avrupa Birliği Avrupa Ulaşım Güvenliği Komisyonu*, Trafik Araştırma Merkezi Müdürlüğü, Trafik Hizmetleri Başkanlığı, Emniyet Genel Müdürlüğü, Ankara, Mayıs 1999.

EGM (2001). Ölümlü kazaların azaltılması için düşük maliyetli yol ve trafik mühendisliği önlemleri, *Avrupa Birliği Avrupa Ulaşım Güvenliği Komisyonu*, Trafik Araştırma Merkezi Müdürlüğü, Trafik Hizmetleri Başkanlığı, Emniyet Genel Müdürlüğü, Ankara, Aralık, 2001.

EGM (2012). İncelenen kontrol kesim noktalarına ait trafik kaza bilgileri, *Trafik Eğitim ve Araştırma Dairesi,* Emniyet Genel Müdürlüğü, T.C. İçişleri Bakanlığı, Sayı: B.05.1.EGM.0.84.2952.(31824).13775.9851, 18 Ocak 2012 (CD-ROM), Ankara.

Elmas, G. ve Yıldızhan, B. (1999). Türkiye'de ulaşım politikaları ve trafik kazalarının ekonomik analizi, *II. Ulaşım ve Trafik Kongresi*, İstanbul, 1999.

Elvik, R. (2008). State_of_the_art approaches to road accident black spot management and safety analysis of road networks, *Ripcord-Iserest*, RI-TQI-WP6-R1-State_of_the_Art, 20 Şubat.

FHWA (1994). Motor vehicle accident costs, *US. Department of Transportation*, T 7570.2, Federal Highway Administration, 31 Ekim.

Gedizlioğlu, E. ve Yayla, N. (1978). Kontrolsüz eşdüzey kavşaklarda giriş aralığı kavramı, *7. Teknik Kongre*, İMO Türkiye İnşaat Müh. Odası, 1978, Ankara.

Gedizlioğlu, E. (1979). Kentiçi eşdüzey kavşak kullanımlarına toplutaşım araçları yönünden bir yaklaşım, *2. Toplu Taşım Kongresi*, Ankara Belediyesi, Ego Genel Müdürlüğü, 3-7 Aralık 1979, Ankara.

Gedizlioğlu, E. (2008). Ülkemizde trafik kazaları, *Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi*, No:1126, Sf. 15-17, 17 Ekim 2008.

Gedizlioğlu, E. (2012). Kişisel görüşme.

Geurts, K. ve Wets, G. (2003). Black spot analysis methods: Literature review, RA-2003-07, Universitaire Campus Gebouw D B 3590 Diepenbeek.

Güçmen, Ö. (1975). Karayolu ulaşımında güvenlik sorununun başlıca yönleri ile genel incelemesi, Doçentlik Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İ.T.Ü., İstanbul,1975.

HCM (2000). Highway capacity manual, 4th edition, *Transportation Research Board*, TRB, Washington, D.C., 2000.

HCM (2010). Highway capacity manual, 5th edition, *Transportation Research Board*, TRB, Washington, D.C., Aralık 2010.

Highway Safety Engineering Studies Procedural Guide (1981). US Department of Transportation, *Federal Highway Administration*, Goodell-Grivas, INC. 17320 W. Eight mile RD. Southfield, MI, 48075, Ocak 1981.

HSM (2010). Highway safety manual 1st Edition, HSM-1, *American Association of State Highway and Transportation Officials*, Washington, D.C. 20001, 2010.

İyinam, A.F., İyinam, Ş. ve Ergun, M. (1999). Kullanıcı olarak insan faktörünün karayolu güvenliği üzerindeki etkileri, *II. Ulaşım ve Trafik Kongresi-Sergisi,* Ankara, 1999.

Kahramangil, M. ve Şenkal, Ş. (1999). Kaza kara noktaları belirleme yöntemleri, *II. Ulaşım ve Trafik Kongresi-Sergisi,* Ankara, 1999.

Kalyoncuoğlu, Ş. F. (1999). Sürücü niteliklerinin trafik kazaları üzerine etkisi, *II. Ulaşım ve Trafik Kongresi*, İstanbul, 1999.

KGM (2005). Karayolu tasarım el kitabı, Karayolları Genel Müdürlüğü, Aralık 2005.

KGM (2011). 2010 trafik ve ulaşım bilgileri, *Strateji ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı*, Karayolları Genel Müdürlüğü, Mayıs 2011.

KGM (2011b). Bölünmüş yol ve tek yol çalışmaları, *Karayolları Genel Müdürlüğü*, Eylül 2011.

KGM (2012). İncelenen kontrol kesim noktalarına ait 2000-2010 yılları arasında trafik ve ulaşım bilgileri, *Strateji ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı*, Karayolları Genel Müdürlüğü, 2012.

Kim, D., Washington, S. ve Oh, J. (2004). Modeling crash outcomes: New insights into the effects of covariates on crashes at rural intersections. *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 132, No. 4, Sf. 505–513, 2004.

KUGM (2010). Araç muayene istasyonlarının açılması, işletilmesi ve araç muayenesi hakkında yönetmelik, *Kara Ulaştırması Genel Müdürlüğü*,

Özelleştirme İdaresi Başkanlığı, Ulaştırma Bakanlığı, 07.01.2010 tarih ve 27455 sayılı Resmi Gazete.

Kutlu, K. (1993). Trafik tekniği, *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, Şubat 1993.

Montella, A. (2009). A comparative analysis of hotspot identification methods, *Accident Analysis and Prevention*, doi:10.1016/j.aap.2009.09.025, 42 (2010) p.571-581, 29 Eylül 2009.

NCHRP (2001). Statistical methods in highway safety analysis: A synthesis of Highway practice, Transportation Research Board - *National Research Council, National Cooperative Highway Research Program*, Synthesis 295, National Academy Press, Washington, D.C. -2001.

Orer, M. (2010). Bölünmüş yollar, *Karayolu Güvenlik Kurulu*, Ankara, 2010.

Orer, M. (2012). Kişisel görüşme.

Renshaw, D.L. ve Carter, E.C. (1981). Identification of high-hazard locations in the Baltimore country road-rating Project, *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board*, no. 753 (Sf. 1-8), TRB, National Research Council, Washington D.C.

Sayed, T. A. (1995). A highway safety expert system: A new approach to safety programs, (doktora tezi), *The University of British Columbia*, Vancouver, Canada, 24 Nisan.

Schwing, R.C. ve Alberts, W. A. Jr. (1980). Societal risk assessment: how safe is safe enough, Plenum Press, New York, 1980.

Stokes, R. W. ve Mutabazi, M. I. (1996). Rate-quality control method of identifying hazardous road locations, *Transportation Research Record* 1542 (Sf. 44-48), National Research Council, Washington, D.C., 1996

Sweroad, (2001). Kara nokta el kitabı, *Karayolları Genel Müdürlüğü*, Karayolu İyileştirme ve Trafik Güvenliği Projesi, Aralık 2001.

Tamburri, T. N., Smith, R. N., Mills, J. P. ve Perini, V. J. (1970). The safety index: Method of evaluating and rating safety benefits, *Highway Research Record* 332 (Sf. 28-43), Highway Research Board, National Research Council, Washington D.C.

TEH (2010). Traffic engineering handbook, Institute of Transportation Engineers, 6th Edition, HE333. T68 2008. Washington D.C. 20005 USA, 2010.

Treat, J. R., Tumbas, N. S., McDonald, S. T., Dhinar, D., Hume, R. D., Mayer, R. E., Stansifer, R. L. ve Castellan, N. J. (1979). Tri-level Study of the Causes of Traffic Crashes: Final report - Executive Summary, Report No. DOT-HS-034-3-535-79-TAC(S). *Institute for Research in Public Safety*, Bloomington, Indiana, ABD, 1979.

TS 6407 (1989). Şehir içi ulaşım hesaplamalarında, araç tiplerine göre kullanılacak oto birim katsayıları, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara, Ocak 1989.

Tunç, A. (2003). Trafik mühendisliği ve uygulamaları, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara, Temmuz 2003.

TÜİK (2002). Trafik Kaza İstatistikleri 2001, Emniyet Genel Müdürlüğü, *Türkiye İstatistik Kurumu*, Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara, Temmuz 2002.

TÜİK (2003). Trafik Kaza İstatistikleri 2002, Emniyet Genel Müdürlüğü, *Türkiye İstatistik Kurumu*, Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara, Temmuz 2003.

TÜİK (2004). Trafik Kaza İstatistikleri 2003, Emniyet Genel Müdürlüğü, *Türkiye İstatistik Kurumu*, Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara, Temmuz 2004.

TÜİK (2005). Trafik Kaza İstatistikleri 2004, Emniyet Genel Müdürlüğü, *Türkiye İstatistik Kurumu*, Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara, Temmuz 2005.

TÜİK (2006). Trafik Kaza İstatistikleri 2005, Emniyet Genel Müdürlüğü, *Türkiye İstatistik Kurumu*, Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara, Temmuz 2006.

TÜİK (2007). Trafik Kaza İstatistikleri 2006, Emniyet Genel Müdürlüğü, *Türkiye İstatistik Kurumu*, Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara, Temmuz 2007.

TÜİK (2008). Trafik Kaza İstatistikleri 2007, Emniyet Genel Müdürlüğü, *Türkiye İstatistik Kurumu*, Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara, Temmuz 2008.

TÜİK (2009). Trafik Kaza İstatistikleri 2008, Emniyet Genel Müdürlüğü, *Türkiye İstatistik Kurumu*, Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara, Temmuz 2009.

TÜİK (2010). Trafik Kaza İstatistikleri 2009, Emniyet Genel Müdürlüğü, *Türkiye İstatistik Kurumu*, Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara, Temmuz 2010.

TÜİK (2011). Trafik Kaza İstatistikleri 2010, Emniyet Genel Müdürlüğü, *Türkiye İstatistik Kurumu*, Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara, Temmuz 2011.

TÜİK (2011b). Motorlu Kara Taşıtları İstatistikleri 2010, Emniyet Genel Müdürlüğü, *Türkiye İstatistik Kurumu*, Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara, Temmuz 2011.

Yüksel, S. (2003). Türkiye'de kent içi karayolu güvenliği üzerine bir araştırma, (yüksek lisans tezi), *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Balıkesir, Şubat 2003.

UK Department for Transport (2007). 2005 Valuation of the benefits of prevention of road accidents and casualties, Highway Economic Note No. 1, London.

Umar F. ve Yayla, N. (1988). Yol inşaatı, *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, Nisan 1988.

WHO (2009). European status report on road safety: towards safer roads and healthier transport choices. Copenhagen, *World Health Organization,* Regional Office for Europe, 2009.

Zegeer, C.V. ve Deen, R.C. (1977). Identification of hazardous locations on city streets, *Traffic Quarterly 31*, 549-570.

EKLER

EK A: İncelenen KKNO'larının yıllara göre YOGT bilgileri ve birim oto eşdeğerleri.

EK A

Çizelge A.1 : 2000 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012).

KKNO	Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT) 2000 yılı				Toplam (Tş/gün)	Birim Oto
	Oto	Obüs	Kyon	Trey		
715-05	1.322	216	861	49	2.448	3.839
750-08	5.547	738	2.805	634	9.724	15.273
750-09	2.269	763	3.005	408	6.445	11.792
765-13	1.051	202	1.085	21	2.359	3.890
200-09	2.813	424	1.250	299	4.786	7.482
260-03	2.460	455	1.378	115	4.408	6.926
300-15	1.921	217	1.338	51	3.527	5.401

Çizelge A.2 : 2001 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012).

KKNO	Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT) 2001 yılı				Toplam (Tş/gün)	Birim Oto
	Oto	Obüs	Kyon	Trey		
715-05	1.279	210	835	46	2.370	3.717
750-08	4.507	732	2.761	528	8.528	13.809
750-09	2.200	739	2.879	389	6.207	11.342
765-13	913	168	888	19	1.988	3.250
200-09	2.384	380	1.083	234	4.081	6.392
260-03	2.343	431	1.305	101	4.180	6.549
300-15	2.017	225	1.381	51	3.674	5.607

Çizelge A.3 : 2003 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012).

KKNO	Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT) 2003 yılı				Toplam (Tş/gün)	Birim Oto
	Oto	Obüs	Kyon	Trey		
715-05	1.260	187	812	42	2.301	3.571
750-08	4.672	719	2.610	775	8.776	14.374
750-09	2.190	669	2.581	387	5.827	10.520
765-13	917	173	910	20	2.020	3.316
200-09	2.318	357	1.114	325	4.114	6.592
260-03	2.532	378	1.220	207	4.337	6.727
300-15	1.858	209	1.279	48	3.394	5.187

Çizelge A.4 : 2004 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012).

KKNO	Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT) 2004 yılı					Toplam (Tş/gün)	Birim Oto
	Oto	Oryük	Obüs	Kyon	Trey		
715-05	1.791	201	106	564	84	2.746	3.720
750-08	5.995	507	707	2.091	770	10.070	15.191
750-09	4.049	341	511	1.699	682	7.282	11.418
765-13	1.063	117	18	459	56	1.713	2.338
200-09	2.906	271	373	1.098	392	5.040	7.709
260-03	2.941	243	456	1.041	199	4.880	7.267
300-15	2.022	379	225	832	125	3.583	5.172

Çizelge A.5 : 2005 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012).

KKNO	Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT) 2005 yılı					Toplam (Tş/gün)	Birim Oto
	Oto	Oryük	Obüs	Kyon	Trey		
715-05	1.882	207	111	598	106	2.904	3.967
750-08	5.448	562	762	2.672	1.043	10.487	16.853
750-09	3.330	358	557	2.173	997	7.415	12.750
765-13	978	100	12	353	52	1.495	1.991
200-09	2.980	267	367	1.089	398	5.101	7.760
260-03	3.221	246	426	939	243	5.075	7.389
300-15	2.175	412	198	924	159	3.868	5.568

Çizelge A.6 : 2006 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012).

KKNO	Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT) 2006 yılı					Toplam (Tş/gün)	Birim Oto
	Oto	Oryük	Obüs	Kyon	Trey		
715-05	2.181	217	115	444	107	3.064	3.985
750-08	6.237	606	701	2.647	1.267	11.458	18.132
750-09	3.786	330	551	1.946	1.024	7.637	12.783
765-13	1.115	115	13	374	72	1.689	2.250
200-09	3.289	314	410	1.178	487	5.678	8.697
260-03	3.115	293	439	1.042	357	5.246	7.924
300-15	2.062	277	193	675	185	3.392	4.865

Çizelge A.7 : 2007 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012).

KKNO	Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT) 2007 yılı					Toplam (Tş/gün)	Birim Oto
	Oto	Oryük	Obüs	Kyon	Trey		
715-05	2.132	221	115	510	118	3.096	4.105
750-08	7.015	623	704	2.656	1.462	12.460	19.541
750-09	4.257	374	526	1.859	1.164	8.180	13.475
765-13	1.067	145	18	463	139	1.832	2.631
200-09	3.577	290	390	1.087	500	5.844	8.755
260-03	3.355	291	452	983	366	5.447	8.110
300-15	2.273	283	213	788	263	3.820	5.602

Çizelge A.8 : 2008 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012).

KKNO	Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT) 2008 yılı					Toplam (Tş/gün)	Birim Oto
	Oto	Oryük	Obüs	Kyon	Trey		
715-05	2.124	182	91	435	123	2.955	3.845
750-08	7.368	608	684	2.199	1.486	12.345	18.975
750-09	3.567	305	529	1.922	1.553	7.876	14.008
765-13	1.106	159	14	432	142	1.853	2.621
200-09	3.432	290	369	950	580	5.621	8.513
260-03	3.029	269	381	889	409	4.977	7.486
300-15	2.515	278	220	815	305	4.133	6.040

Çizelge A.9 : 2009 yılı YOGT ve birim otomobil eşdeğerleri (KGM, 2012).

KKNO	Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT) 2009 yılı					Toplam (Tş/gün)	Birim Oto
	Oto	Oryük	Obüs	Kyon	Trey		
715-05	2.060	169	90	418	196	2.933	3.948
750-08	8.162	625	722	2.109	1.610	13.228	20.095
750-09	4.306	337	526	1.534	1.462	8.165	13.726
765-13	1.380	169	12	475	257	2.293	3.331
200-09	3.960	300	377	854	622	6.113	9.010
260-03	3.214	287	396	828	466	5.191	7.786
300-15	2.730	253	201	819	320	4.323	6.222

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Mehmet Şahin

Doğum Yeri ve Tarihi: Kütahya - 08.05.1976

E-Posta: sahin_mehmet@hotmail.com

Lisans: İ.T.Ü. İnşaat Mühendisliği (1994-1998)

Mesleki Deneyim:

ARTI Mim. Müh. Müş. Ltd. Şti.

- Teknik Müşavirlik Koordinatörü 2010-Halen

Kiska Yapı ve San A.Ş.

- Aşkale Fabrikası Müdürlüğü 2009-2010
- Gölbaşı Fabrikası Müdür Yardımcılığı 2004-2009
- Kalite Kontrol Mühendisi 2003-2004

Jandarma Okullar Komutanlığı

- İstihdam İnşaat Ekibi Takım Komutanı 2002-2003

Kutlutaş Dillingham Ortak Girişimi

- İzmir-Aydın Otoyolu Kesin Hesap ve Proje Grubu 1998-2002