

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TRAFİK KAZALARININ AZALTILMASI İÇİN ALINACAK
İYİLEŞTİRME TEDBİRLERİNİN FAYDA VE MALİYET
ANALİZİ**

Akın İSTEK

Tez Yöneticisi:
Yrd.Doç.Dr. Perviz AHMEDZADE

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2007

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TRAFİK KAZALARININ AZALTILMASI İÇİN ALINACAK İYİLEŞTİRME TEDBİRLERİNİN FAYDA VE MALİYET ANALİZİ

Akın İSTEK

Tez Yöneticisi:
Yrd.Doç.Dr. Perviz AHMEDZADE

Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu tez, tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği /oyçokluğu ile başarılı / başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç.Dr. Perviz AHMEDZADE

Üye: Yrd. Doç.Dr. Salih YAZICIOĞLU

Üye: Prof.Dr. Necati KULOĞLU

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca, engin bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren, özellikle tez çalışmam esnasında karşılaştığım güçlüklerde kıymetli zamanını benimle paylaşan değerli danışman hocam Sayın Yrd.Doç.Dr. Perviz AHMEDZADE ye, arkadaşım Arş.Gör. Burak YÖN'e ve üzerimde emeği olan tüm öğretim üyelerine teşekkürü bir borç bilir, saygılarımı sunarım. Ayrıca, bu günlere ulaşmamı sağlayan, benden desteklerini hiç esirgemeyen sevgili aileme ve her zaman yanımda olan arkadaşlarıma da sonsuz teşekkür ederim.

Akın İSTEK

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ	II
TABLolar LİSTESİ	III
SİMGELER	IV
KISALTMALAR.....	V
ÖZET.....	VI
ABSTRACT	VII
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Literatür Taraması.....	2
2. TRAFİK KAZALARI	5
2.1. Yolu Kullananlar İle İlgili Faktörler.....	5
2.1.1. Psikolojik Durum	5
2.1.1.1.Sürücülerde Psikoteknik Değerlendirme	6
2.1.2.Sürücü Yaşı	7
2.1.3. Yorgunluk, Uyku, Canlılığın Azalması Durumları	8
2.1.4. Alkolün Kazalardaki Rolü.....	8
2.1.4.1. Sürücülerde Alkol Kontrolü	9
2.1.4.2. Bilgilendirme ve Eğitim	10
2.2. Taşıtlı İlgili Faktörler.....	11
2.3. Yol İle İlgili Faktörler	12
2.3.1. Tasarım Elemanları Faktörü.....	12
2.3.1.1. Platform Özellikleri	12
2.3.1.2. Düşey Geometri Özellikleri.....	13
2.3.1.3. Yatay Geometri Özellikleri	14
2.3.1.4. Banket Özellikleri.....	16
2.3.1.5. Orta Refüj Özellikleri.....	16
2.3.1.6. Yol Kenarı Özellikleri	17
2.3.2. Trafik Kontrol Elemanları	18
3. TRAFİK KAZALARININ AZALTILMASINDA DÜŞÜK MALİYETLİ	
ÖNLEMLER(DMÖ).....	19
3.1. DMÖ Örnekleri	19
3.2.Düşük Ana Maliyet	20
3.2.Hızlı Yürütme.....	20
3.2.Yüksek Kar/Maliyet Oranı	21

4. YAPILAN ÇALIŞMA VE ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	22
4.1 Tehlikeli Bölgelerin Tespiti.....	22
4.2.İyileştirme Tedbirlerinin Alınması	27
5. SONUÇ	39
KAYNAKLAR.....	40
ÖZGEÇMİŞ.....	42

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 2.1** : Boyuna eğimin güvenliğe etkisi
- Şekil 2.2** : Yatay kurp yarıçapının kazalara etkisi
- Şekil 2.3** : Orta refüj genişliğinin kazalara etkisi
- Şekil 4.1** : İzmit-Topçular arasındaki 130–01 ve 575–01 kesim numaralı yola ait verilerin programa girilmesi
- Şekil 4.2** : İzmit-Topçular arasındaki 130–01 ve 575–01 kesim numaralı yola ait sonuçlar
- Şekil 4.3** : Missouri otoyolu ait verilerin programa girilmesi
- Şekil 4.4** : İyileştirme tedbiri olarak şerit genişlemesi seçilmesi durumundaki sonuçlar
- Şekil 4.5** : İyileştirme tedbiri olarak kaplamada uyarı işaretleri seçilmesi durumundaki sonuçlar
- Şekil 4.6** : İyileştirme tedbiri olarak yüksek refüj yapılması seçilmesi durumundaki sonuçlar
- Şekil 4.7** : İyileştirmelerin F/M oranının karşılaştırılması
- Şekil 4.8** : İyileştirme sonrasındaki kaza azalmaları
- Şekil 4.9** : İyileştirmelerin maliyet bakımından karşılaştırılması

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1	: Ülkemizde psikoteknik değerlendirme ile kazaları % 3,82 azaltma durumunda kazancımız
Tablo 2.2	: Platform durumunun yol güvenliğine etkisi
Tablo 2.3	: Banket genişletilmesinin kazalara etkisi
Tablo 2.4	: Yol boyu yerleşiminin yola uzaklığının güvenliğe etkisi
Tablo 4.1	: Kaza tipi ve olası kaza sebeplerine göre alınacak iyileştirme tedbirleri
Tablo 4.2	: Değişik iyileştirme tedbirleri için ortalama maliyetler
Tablo 4.3	: İyileştirmeden sonra kaza oranlarında azalma yüzdesi

SİMGELER

F	: Kaza azaltma faktörü
F_a	: Aynı kategorideki yollar için ortalama frekans oranı
F_c	: Kritik frekans oranı
F/M	: İyileştirmelerin fayda/maliyet oranı
H	: Bir yıl içindeki toplam hasarlı kaza sayısı
K	: Emniyet seviyesi katsayısı
KA	: Kaza azalması
m	: Milyon araç-km
N	: İyileştirmeden önceki kaza sayısı
OGT	: Ortalama günlük trafik
Ö	: Bir yıl içindeki toplam ölümcül kaza sayısı
R_a	: Aynı kategorideki yollar için ortalama kaza oranı
R_c	: Kritik kaza oranı
S_a	: Aynı kategorideki yollar için ortalama şiddet oranı
S_c	: Kritik şiddet oranı
Y	: Bir yıl içindeki toplam yaralanmalı kaza sayısı

KISALTMALAR

AASTHO	: American Association of State Highway and Transportation
DMÖ	: Düşük Maliyetli Önlemler
FHWA	: Federal Highway Administration
ITE	: Institute of Transportation Engineers
NSC	: National Safety Council

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TRAFİK KAZALARININ AZALTILMASI İÇİN ALINACAK İYİLEŞTİRME TEDBİRLERİNİN FAYDA VE MALİYET ANALİZİ

Akın İSTEK

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

2007, Sayfa: 42

Ülkemizde yılda 500.000’den fazla trafik kazası meydana gelmektedir. Bu kazaların yaklaşık 6000’i ölüm ile 130.000’i yaralanma ile sonuçlanmaktadır. Trafik kazalarındaki ölüm ve yaralanmalardan dolayı meydana gelen işgücü kayıpları ve hasarlardan oluşan maddi kayıplar çok fazladır. Bu amaçla trafik kazalarının değerlendirilmesi ve emniyet tedbirlerinin geliştirilmesi gereklidir.

Düşük maliyetli önlemlerle kaza oranları önemli ölçüde azaltılabilir. Yol platformundaki küçük değişiklikler, kavşak kontrolü, sinyalizasyon ve trafik işaretlerinin geliştirilmesi bu önlemlere örnek olarak gösterilebilir.

Bu çalışmada FHWA(Federal Highway Administration) tarafından hazırlanan tablolardan faydalanılarak Visual Basic programlama dilinde bir program yazılmıştır. Bu programla iyileştirme gerektiren yol kesimlerinin tespit edilmesi ve kaza tipi ve olası kaza sebeplerine göre uygun iyileştirme tedbirinin seçilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Düşük maliyetli önlemler, kaza azalma maliyetleri, trafik kazaları

ABSTRACT

Masters Thesis

ADVANTAGE AND COST ANALYSIS OF SAFETY MEASURES THAT TAKE TO REDUCE TRAFFIC ACCIDENTS

Akın İSTEK

Firat University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

2007, Pages : 42

More than 500.000 traffic accidents happen in a year in our country. Approximately 6000 of these accidents result in death and 130.000 of these accidents result in injury. The loss of productive power and monetary on the account of the death and injury in traffic accidents become too much. For this reason to design safety roads, the traffic accidents must be assessed and safety measures must be improved.

The accident rate may be reduced by low price measures. Small changes in road platform, intersections controls, improvement of traffic signs and signalizations may be example for low price measures.

In this study, a program was written in Visual Basic programming language by using tables of FHWA(Federal Highway Administration) to determine the road section that requires improvement and to choose the suitable improvement measures according to the accident type and probable accident reasons.

Keywords: Low price measures, accident reducing costs, traffic accidents

1. GİRİŞ

Karayolu trafik kazaları, dünyanın her ülkesinde meydana gelmektedir. Bu kazalar her yıl dünyada bir milyonu aşkın kişinin ölümüne yol açmakta ve çok daha fazlasını da sakat bırakmaktadır. Düşük ve orta gelir düzeyindeki ülkelerde yayalar, motorlu olmayan taşıtları kullananlar (bisikletliler, üç tekerlekli araçlarla taşımacılık yapanlar ve hayvanların çektiği arabaları kullananlar dâhil) ve motosikletliler, trafik kazalarının olumsuz sonuçlarından en çok etkilenenlerdir [1].

Ülkemizde ve dünyada trafik kazaları birçok sebepten meydana gelir. Bu sebepleri tamamen ortadan kaldırmak imkânsızdır ancak azaltmak adına yapılabilecek çok şey vardır. Eğitimin her safhasında trafik eğitiminin verilmesi, gerekli trafik mühendisliği faaliyetlerinin yapılması (alt-üst geçit inşası, yaya kaldırımı ve otopark düzenlemeleri, karayolu geometrik standartlarının doğru seçimi, trafik denetleme ve düzenleme merkezlerinin kurulması vb...), denetleme konusunda daha caydırıcı tedbirlerin alınması, olay mahallindeki ilk yardım ve sonrasında yapılacak acil sağlık müdahalelerinin etkin ve hızlı bir şekilde yapılması, insan ve yük taşımacılığında ağırlığın karayolundan diğer ulaşım türlerine kaydırılması alınabilecek tedbirlerden yalnızca birkaç tanesidir.

Trafik kazaları ile ilgili diğer faktörleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Ülkemiz, yolcu ve yük taşımacılığında en ağır yükü karayollarına vermiştir. Bunun doğal sonucu olarak karayolu taşıt trafiği her geçen gün daha da artmış, yetersiz altyapı ve denetimsizlik neticesinde kaza sayıları üzücü boyutlara ulaşmıştır. Alternatif diğer ulaşım türlerine insanlar teşvik edilerek, karayolu trafiğinin yükü azaltılmalıdır.
- Personel sayısının azlığı ve ekipman yetersizliği nedeniyle trafik denetimleri yeterince etkili olamamaktadır. Ayrıca ödenmeyen trafik cezalarının belli bir süre sonra sabit kalması, cezanın caydırıcılık özelliğini azaltmaktadır.
- Trafik polisleri, asıl görevleri olan trafiği denetleme ve düzenleme işlerine yoğunlaştırılmalı, tescil işlemleri ve istatistik verileri tutmak gibi konular başka kurumlarca yapılmalıdır.
- Trafik eğitimi insanlara hayatın her devresinde verilmeli, sürücü kursları daha iyi denetlenmelidir.
- Trafik konusuna bilimsel açıdan yaklaşılmalı, trafik ve ulaşım mühendisliği adı altında bir meslek dalı oluşturulmalıdır.

- Kaza istatistikleri gelecekte yapılması gerekenlere yol gösterebilmesi açısından daha hassas ve bilinçli hazırlanmalıdır.
- Kaza sonrası yapılan ilk ve acil sağlık müdahalesi konusunda mevcut eksiklikler giderilmelidir.
- Ağır vasıta sürücüleri daha iyi denetlenmeli ve eğitimleri konusunda gerekenler yapılmalıdır.

Sonuç olarak trafik kazaları tamamen ortadan kaldırılamaz ancak minimum seviyeye indirmek adına çaba gösterilebilir. Kazaların oluşumunda büyük paya sahip olan yol kusurlarını ortadan kaldırmak için; proje aşamasında yol geometrik standartlarının seçiminde hassas olunmalı ve bu standartlar olabildiğince yüksek tutulmalıdır [2].

Bu tez çalışmasında FHWA(Federal Highway Administration) ve ITE (Institute of Transportation Engineers) tarafından hazırlanan tablolardan faydalanılarak Visual Basic programlama dilinde bir program yazılmıştır. Bu programla iyileştirme gerektiren yol kesimlerinin tespit edilmesi ve kaza tipi ve olası kaza sebeplerine göre uygun iyileştirme tedbirinin seçilmesi amaçlanmıştır.

İyileştirme gerektiren yol kesimleri tespit edilirken kaza oranı, frekans oranı ve kaza şiddeti metotları kullanılmıştır. Örnek çalışmada etüdü yapılan yol kesiminin kaza oranı indeksi, frekans oranı indeksi ve şiddet oranı indeksi bulunmuştur. Eğer bu üç indeks değerinin her biri 1,0'den büyük değilse emniyet probleminin kritik olmadığı kabul edilmiştir.

Örnek çalışmada iyileştirme tedbirleri, kaza tipi ve olası kaza sebeplerine göre seçildikten sonra, iyileştirmenin yaralanmalı ve ölümcül kaza önleme kapasiteleri, iyileştirmeden önceki ve sonraki maliyetler ve fayda/maliyet oranları bulunmuştur.

1.1. Literatür Taraması

1937 yılında AASTHO (American Association of State Highway and Transportation) 'nun kuruluşundaki amacının güvenli yollar tasarımı olmasına rağmen, daha sonraki aşamada trafik güvenlik konusu daha çok önem kazanmıştır. Burada önemli olan farklı tiplerdeki yollar ile ilgili farklı standart hiyerarşisinin oluşturulup, güvenli ulaştırma aracı olarak bu yolların geçiş kontrollü otoyollara bölünmesidir.

1964 yılında AASTHO tarafından özel olarak kurulan Trafik Güvenliği Komitesi trafik güvenliği ile ilişkili birçok konuda çok işlevli bir koordinasyon ve çalışma yürütmekle görevlendirilmiştir. 1966 yılında, bu komite, diğer otoyol sistemleri ve eyaletler arası otoyol güvenlik özelliklerinin kritik incelenmesi konusunda bir sorumluluk üstlenmiştir. Komitenin öncelikli olarak sonuç ve tavsiyeleri iki ana konu ile ilgili olarak 1967 yılında yayınlanmıştır.

1965 yılında AASTHO 'nun tüzüğünün yeni bir baskısı yapıldı. Güvenlikle ilgili bir bölümde yol kazalarının karmaşıklığına büyük önem verilerek insan faktörü ön plana çıkarıldı. Çarpışma bariyerlerinde yapılan yeni çalışmaların çoğu anonim olup, keskin virajlar ve sarp yokuşlardaki tehlikeler konusunda daha çok bulgu vardı. Yollardaki engeller daha açık bir şekilde belirlendi. Tırmanma şeritleri oluşturuldu. Tek şeritli yolların yapımı oluşturuldu ve üç şeritli (gidiş-geliş) yollar henüz tavsiye edilmedi.

1968 yılında İsveç Milli Şehir Planlama İdaresi yol güvenliği ile ilgili olarak şehir planlaması konusunda birçok prensibi içeren bir taslak yayınlanmıştır. Bu taslakta daha önce kabul edilenden daha belirli plan standartları ve şehir içinde 30 km gibi düşük bir hız uygulamasını içermekteydi.

Başlangıçta bu çalışmalar önemsiz gibiydi, fakat zamanla matematikçi, istatistikçi ekonomist ve diğer uzmanların ilgilerini çekerek kapsamlı bir analiz ve araştırmaya dönüşmüştür. 1975 yılında Peltzman tarafından A.B.D. federal araç güvenlik mevzuatının analiz edilmesiyle yüksek güvenlikle ilgili olarak yeni bir dönem başlamıştır. Bu çalışmayla Peltzman, hükümetin güvenlik konusundaki çalışmalarının eleştirel bir sorgulamasını yapmıştır. Onun bu çalışmaları etkili güvenlik çalışmalarına öncülük etmiştir.

Schroer ve Peyton 1979 yılında Alabama Motorlu Araçlar Muayene Programı dahilinde bir kontrol grubu ile kazaya karışan araçların oranlarını karşılaştırmışlar ve araç güvenlik muayenelerinin etkililiğini teyit etmişlerdir. Muayene edilen araçlar muayene edilmeyenlere oranla %9,1 daha az kaza yapma oranına sahiptir ve muayene edilen araçların kaza oranı muayene sonrasında %5,3 oranında düşmüştür. Yeniden muayene edilmeyen araçlar muayene edilmeyen araçlarla yakın bir kaza oranına sahiptir. Açıkçası, zayıf mekanik şartlar motorlu araç kazalarında belirleyici bir faktör olup yıllık muayeneler gereklidir [3].

1980'lerin başlarında riskin güvenliğe dönüştürülmesi ile ilgili teori ilerlemişti. Wild Bu teoriye göre riskli davranışlar algılanan risk ve istenilen riski dengelemek için girişim gerektirir. Risk konusundaki araştırmalar risk alma davranışının değiştirilmesinin kazaları önlemede en önemli önlem olduğu sonucunu göstermektedir. Bazıları bunun etkili temel bir önlem olmadığını düşünebilir. Bu teori geniş bir alanda güvenlik adı altında tartışılmıştır. Bu görüşü savunan ve karşı olanlar vardır. Eldeki kanıtların dengelenmesi için bu konuda çok az ya da bilimsel olmayan bir destek vardır.

Crain 1980 yılında yaptığı çalışmalarda otoyol güvenliğine etkisi bakımından araç muayene programlarının önceki araştırmacıların tersine etkisinin olmadığı ya da çok az olduğu sonucuna varmıştır. Crain ayrıca rast gele muayenelerin daha az masraflı olup daha fazla etkili olduğunu tespit etmiştir. Bunun yanında bu muayenelerin sosyal masraf fayda analizleri de olmalıdır [3].

1986 yılında yeni Zelanda'lı White araç muayene verilerinde yaptığı analizler sonucunda aracın kazaya karışma olasılığının iki muayene arasındaki zaman uzunluğuna bağlı olarak yükseldiği şeklindedir. Bu yüzden zorunlu araç muayenesi zamanla azalan güvenlikle ilgili bir kazançtır. Diğer taraftan yarıyıllık zorunlu muayenelerin de daha fazla güvenlik kazancı yoktur [3].

1986'da Hirschberger tarafından yapılan çalışmada periyodik muayenelerin faydaları ile ilgili olarak daha az enerji kullanımı çevresel gelişme ve artırılmış yol güvenliği ile ilgili tahminler de yer almaktadır. Hirschberger aynı zamanda araba üreticileri ile ilgili olarak güvenlik özelliklerinin geliştirilmiş tasarımına tüketiciler ile ilgili olarak daha iyi araç seçimine götüreceği olan araç şartlarını içeren bilgilerden çıkarılacak olan kalite ile ilgili yararları da göz önünde bulundurmaktadır. Esas masraflar ise muayene eden personelin masrafları sürücülerin bekleme zamanı ile ilgili olan masraflardır. Hesaplanan masraf fayda oranı 7,0 ile 2,0 arasında değişmektedir. Bu yüzden periyodik olarak yapılan araç güvenlik muayenesi Avrupa Birliği ülkelerinde toplumsal olarak istenmektedir [3].

2. TRAFİK KAZALARI

Trafik kazası, genel olarak, ulaşımın temel unsurları olan insan, taşıt, yol ve bazen çevre koşullarının bir veya birkaçında ya da bu unsurların birbirleri ile etkileşimleri sonucunda ortaya çıkan, maddi hasar, yaralanma, ölüm hallerinden biri veya birkaçı ile sonuçlanan olaydır.

Trafik kazalarının meydana gelmesinde değişik özellikte ve çok sayıda faktör etkili olabilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir çalışmada, ele alınan 68 kazada 289 değişik faktörün etkili olduğu saptanmıştır. Kaza faktörü, kaza ile ilişkili, kazanın; kendisi olmadan meydana gelmeyeceği koşul olarak tanımlanabilir. Esasen çok sayıda olan kaza faktörlerini:

- Yolu kullananlar ile ilgili faktörler,
- Taşıt ile ilgili faktörler,
- Yol ile ilgili faktörler;

olarak 3 ana grupta toplayabiliriz [4].

2.1. Yolu Kullananlar İle İlgili Faktörler

Trafik kazalarında sürücü ile ilgili faktörleri; psikolojik durum, alkol, yorgunluk, uyku, canlılığın azalması gibi başlıklar altında toplayabiliriz.

2.1.1. Psikolojik Durum

Psikolojik yönden tehlike doğuracak insan tiplerini iki grupta toplamak mümkündür. Birinci grup insan, üzerine gittikleri veya başkalarını soktukları tehlikenin bilincine erememiş olarak trafiğe katılanlardır. Bu tip sürücüler, kendilerini sürekli güvenlik içinde hissetmekte, tehlikeli durum ortaya çıktığında, yönetimlerinde değişiklik yapma gereği duymamakta, davranış değişikliğini diğer kullanıcılardan beklemektedirler. Doğuştan sahip oldukları bir yapı ile veya sonradan aile ve çevre koşulları sonucu olarak belirli kurallara uymada zorluk gösteren, sabırsız ve hoşgörüsüz bu tip insanlar, tehlikeli bir olaya karışma eğilimine sahiptirler. Bu gruba dahil insanlar trafikte en tehlikeli tipi oluşturmaktadırlar. Psikolojik bakımdan tehlike doğuran ikinci grup insan ise, tehlikenin bilincinde olmakla birlikte, taşıt yönetiminde eyleme geçmeye etkiyen bir yargı hatası yapanlardır. Bu durum iyi niyetli bir kullanıcının da yerine göre bilinçsiz bir sürücü kadar tehlikeli olabileceğini ortaya koymaktadır.

Trafik güvenliğinde olumsuz bir diğer psikolojik faktör de insanın doğasında var olan üstün olma eğilimidir. Araştırmalar, taşıt sürücülerinin genellikle % 75'inin, kendilerinin, diğer sürücülerden daha iyi taşıt yönettikleri kanısını taşıdıklarını ortaya koymaktadır. Bu nedenle birçok sürücü için başkasının taşıtı, birlikte paylaşılan ortam içinde bir tür uyumsuzluk kaynağı olmaktadır [5].

2.1.1.1. Sürücülerde Psikoteknik Değerlendirme

Sürücülerin güvenli araç kullanmalarını sağlayan algı, dikkat, hafıza, muhakeme gibi zihinsel; tepki hızı, göz, el, ayak koordinasyonu, takip gibi psikomotor yetenek ve becerilerin; risk alma, saldırganlık, sorumluluk, öz kontrol gibi tutum-davranış, alışkanlık ve kişilik özelliklerinin psikometrik kriterlere uygun, hassas, standart ve bilgisayar destekli test sistemleri kullanılarak ölçülmesi ve sürücülük yetkinliklerinin düzeyi hakkında bir sonuca varılması sürecidir.

Sürücülerde Psikoteknik Değerlendirme, psikiyatrik muayene olarak düşünülmemelidir. Psikoteknik Değerlendirmede kişinin genel ruh sağlığı açısından değil sürücülük açısından gerekli olan psikomotor ve zihinsel özellikleri açısından değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Örneğin, genel ruh sağlığı bozuk olan bir kişinin trafiğe çıkması uygun değildir ve buna psikiyatrik muayene sonucunda karar verilir. Ancak, genel ruh sağlığı açısından sürücü olmasında sakınca bulunmayan bir kişinin psikomotor ve zihinsel (tutum, davranış, muhakeme) özellikleri güvenli sürücülük için yeterli olup olmadığına, sürücülere yönelik Psikoteknik Değerlendirme sonucunda karar verilebilir. Benzer şekilde, sürücülerde Psikoteknik Değerlendirme bir zekâ testi olarak da düşünülmemelidir. Sürücünün genel zekâ düzeyi tek başına önem taşımamaktadır. Bu yöntemle sürücünün kuralları ne kadar iyi anlayıp kavradığı ve bunları güvenlik bilinci doğrultusunda ne kadar doğru muhakeme ettiğinin değerlendirilmesi amaçlanır. Örneğin çok zeki bir kişi, kuralların amaç ve uygulamasını çok iyi bildiği halde güvenlik bilincinin gelişmemiş olması nedeniyle zekâsını kural ihlali yönünde kullanabilir.

Psikoteknik Değerlendirme sonuçları, sürücülere kendi sürücülük yeterliliği hakkında, zayıf ve yeterli oldukları yönleri ortaya çıkararak bilgi verir. Böylelikle birey, güvenli sürücülük becerileri geliştirmesi için doğru bir şekilde yönlendirilmiş olur.

Yasaya göre; 3 defa alkollü araç kullanma kuralını ihlal edenler, 1 yıl içinde 5 defa hız kuralını ihlal edenler ve 1 yıl içinde ikinci defa 100 ceza puanını dolduranlar, Psikoteknik Değerlendirmeye ve psikiyatri uzmanının muayenesine tabi tutulurlar. Muayene sonucunda sürücülük yapmasına engel hali bulunmayanların belgeleri, süresi sonunda iade edilir [6].

Türk insanına uygun norm çalışmasının tespiti amacıyla yapılan faaliyetlerin zaman alması nedeniyle Psikoteknik Değerlendirme beklenen düzeyde ülkemizde şu ana kadar yapılmamıştır. Trafik kurallarını ihlal edenlerin gereği gibi incelenmesi, sürücülüğe engel durumu olanların tespit edilmesi ve söz konusu kişilere araç kullanma hakkı verilmemesi trafik güvenliğimizi geliştirecektir.

Avusturya’da yapılan çalışmalara göre, Psikoteknik Değerlendirme sayesinde Avusturya’da her yıl ölümle ve yaralanma ile neticelenen 1500 kazanın önlenmesi ve kazalardan

kaynaklanan sosyo-ekonomik maliyetin 340 milyon Avusturya Şilini azaltılabildiği tespit edilmiştir. Avusturya’da psikoteknik uygulama zorunluluğu Türkiye’ye çok benzemektedir. Söz konusu ülkede Psikoteknik Değerlendirmeye girme zorunluluğu olanlarda başarı oranı % 70’dir [7].

1998 yılında Avusturya’da ölüm ve yaralanma ile neticelenen toplam kaza sayısı 39.255’tir. Aynı ülkede Psikoteknik Değerlendirme ile azaltılabilecek kaza sayısı ise 1500’dür. Psikoteknik Değerlendirme sayesinde ölümlü ve yaralanmalı kazalar % 3,82 oranında azaltılabilmektedir.

1998 yılında ülkemizde meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı kaza sayılarının toplamı 65.245, ölü sayısı 4.935, yaralı sayısı 114.552, 1999 yılında ülkemizde trafik kazalarının sosyo-ekonomik maliyeti de 4,9 milyar Ytl’dir [8]. Ülkemizdeki Psikoteknik Değerlendirme çalışmalarının kazaları azaltma başarısı Avusturya’daki oran kadar olursa; psikoteknik değerlendirme sayesinde ülkemizde bir yılda önlenebilecek ölü, yaralı ve kaza sayıları ile sağlanacak sosyo-ekonomik kazanç Tablo2.1’de sunulmuştur.

Tablo 2.1 Ülkemizde psikoteknik değerlendirme ile kazaları % 3,82 azaltma durumunda kazancımız

Ölü azaltması	189 kişi
Yaralı azaltması	4.376 kişi
Sosyo-ekonomik kazanç	187.180.000 YTL
Kaza azaltması	2.492 kaza

Ülkemizde yasal bir zorunluluk olmadığı halde, yolcu taşımacılığı yapan bazı büyük firmalar, sürücülerini alırken Psikoteknik Değerlendirmeye tabi tutmaktadırlar. Söz konusu firmalarla, bu uygulamayla şoför istihdam etmeyen firmaların karıştığı kazalar karşılaştırıldığında, Psikoteknik Değerlendirmeden geçirilerek işe başlatılan sürücülerin daha az kazaya neden oldukları anlaşılmıştır. Söz konusu yöntemle kaptan şoför istihdamı başlangıçta maliyeti fazla gibi gözüke de, az kaza olmasından dolayı fert, aile, firma ve toplum bazında kazançlar göz önüne getirildiğinde neticede çok kazançlı olduğu ortaya çıkmaktadır [9].

2.1.2. Sürücü Yaşı

Ulaşımın diğer iki unsuru olan yol ve taşıtla ilgili yenilenme ve gelişmeler, yani bir anlamda gençleşme, düzgünlük, sağlamlık ve modernlik nitelikleri, güvenlik yönünden olumlu katkı yapmakta ise de, çok genç sürücüler için aynı benzetmenin yapılabilmesi olanaklı değildir. Buna karşın, belli bir sınırın üzerindeki yaşlılık da güvenlik bakımından sakıncalı olmaktadır [5].

2.1.3. Yorgunluk, Uyku, Canlılığın Azalması Durumları

Yorgunluk, sürücülerde dikkat ve anlayış eksikliğine bağlı olarak algı ve tepki süresinde uzamaya neden olur. Şehir dışında geçkinin engebeli oluşu, uzunluğu ve trafiğin yoğunluğu yorgunluğu önemli derecede artırır. Diğer taraftan, şehir içinde, konut-işyeri trafiğinde akşam dönüşleri özel bir önem taşımaktadır. Bu konudaki bir çalışma, sabah işe gidişte meydana gelen trafik kazalarının, akşam dönüşlerinden % 50 oranında düşük olduğunu ortaya koymuştur.

Sürücünün canlılığının azalması, bir diğer deyişle gevşemesi, bir uyku öncesi hali veya yorgunluk belirtisi olabilir. Ayrıca yolun monotonluğu, sıcaklık ve konfor gevşemeye yol açar. Uyku gereksinimi olması veya uyuşturucu ilaç ve madde kullanılmış halde taşıt sürmenin trafik güvenliği ile bağdaşmayacağı açıktır [5].

2.1.4. Alkolün Kazalardaki Rolü

Alkollü halde araç kullanımına karşı tedbirlerin, tüm ülkelerde uygulamaya girmesine karşın, sorun önemini korumaya devam etmekte ve istatistiklerde yeterince görünmeyen bir sosyal boyutu kapsamaktadır. Alkole bağlı kazalar, kaza mağdurlarına ve onların yakınlarına verdiği acılarla birlikte, dikkate değer ekonomik kayıplara neden olmaktadır.

Alkolün etkisi altında iken araç kullanılmasının sonuçları, alkol tüketiminin organizma üzerine ve genellikle de davranış üzerine etkilerine sıkı sıkıya bağlıdır. Bu bir uyarı safhası ile başlamakta ve bu esnada yasaklar kalkarak ve biraz saldırgan ve gergin bir duygu oluşmaktadır. Bu da rekabet mantığı içinde araç kullanma arzusuna dönüşmektedir.

Doyum düzeyi yüksek olduğunda beyin, kas fonksiyonları artık düzensiz hale gelecek düzeyde etkilenmektedir. Basit taşıt kullanım davranışları halen mümkündür, ama alışılmışın dışındaki durumlarda, daha karışık davranışlarla cevap vermek daha zor olur.

Alkol sadece kas fonksiyonlarını bozmakla kalmaz, beyin fonksiyonlarını da etkileyerek kaza riskini artırmaktadır.

Temel fonksiyon ve davranış bozukluğu sonucunda, trafik kazası yapma riski artmaktadır. Bir kazanın sorumlusu olma riski, alkol oranının artışına göre artmaktadır.

İstatistik verileri araştırmacılara, trafik kazası yapma riskinin 1000 de 0.5 lik alkol oranında 3 kat daha yüksek ve 1000 de 0.8 oranında ise 10 kat daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Alkolün neden olduğu bozulmalar genellikle görseldir; şöyle ki,

- Görüş alanı daralmakta, bu durum iki aracın karşılaşması durumunda çok büyük risk teşkil etmektedir,
- Mesafenin algılanması bozulmaktadır, bu durum, sollama durumunda olumsuz sonuçlara neden olmaktadır,
- Görsel reaksiyon süresi artmaktadır, bu da fren yapmayı etkilemektedir,
- Şaşkınlık artmaktadır,
- Gece görüşü zayıflamaktadır,
- Dikkat azalmakta, aynı şekilde yorgunluğa karşı direnç de azalmaktadır,
- Hareket koordinasyon düzeni bozulmaktadır,
- Duyma ve denge duyusu bozulmaktadır,
- Sürücü kendini ve kapasitesini abartılı gördüğünden, karar alma ve risk değerlendirme gibi daha karmaşık diğer fonksiyonlar da, alkol tarafından etkilenmektedir.

2.1.4.1. Sürücülerde Alkol Kontrolü

Ülkelerin çoğu, sadece ağır yaralıların olmasına sebep olan trafik kazalarına karışan veya karayolu güvenliği kurallarına karşı ciddi suç işleyenlere veya alkolün etkisi altında olduğuna dair açık belirtileri olan sürücülere, alkollülük oranını tespit etmek için araştırma yapmaktadırlar.

Bazı ülkeler, tüm kaza ve suçlardan ayrı olarak, sürücülerin alkol oranını tespiti yönelik koruyucu kontroller uygulamaktadırlar. Bu konudaki eğilim, caydırıcı etkisi olması amacıyla, bu kontrollerin yeterli sıklıkta uygulanmasıdır. Kontroller en kritik yer ve zamanlarda özellikle de gece ve hafta sonları gerçekleştirilmektedir.

Alkollü araç kullanımı konusunda suç sayısını azaltmak için, tüm ülkeler, kandaki alkol oranı, izin verilen maksimum sınırı aşan sürücülere verilecek cezaları açıklamıştır. Cezalar, bir ülkeden diğerine değişmekte ve idari ve/veya ceza niteliği taşımaktadır.

Ülkelerin çoğu, bir yasal alkol oranı sınırı belirlemiştir. Onun ötesinde araç kullanma durumu, ceza gerektiren bir suç teşkil etmektedir. Hızlı bir araştırma için, nefes testiyle alkol halini ölçen elektronik araçların yardımıyla, kontrollerin yerinde yapılması teşvik edilmektedir.

Bazı ülkeler, suçlu sürücülere karşı suç yerinde ve anında idari tedbir almaları için, karayolu güvenliği birimlerine izin vermişlerdir.

Araştırmaların niteliği ve maksimum alkol sınırını aşan kişilere verilen cezaların ağırlığının ülkelere göre değişmesine rağmen, cezalar genelde ağır para cezaları veya sürücü belgesine el konması ve hapis cezalarını içermektedir.

Yukarıda belirtildiği gibi, bazı ülkelerde sürücüler, durduruldukları yerde araç kullanma yasağı ile karşılaşabilmekte ve yerinde bir para cezası ödemek zorunda kalabilmektedirler.

Bununla birlikte, çoğu ülkede sürücüye, örneğin bir polis merkezinde sınava tabi tutulduktan sonra, ancak ceza verilebilmektedir.

Ülkelerin çok azında, toplu taşıma veya tehlikeli madde taşımacılığı gibi, özel zorunluluğu olan sürücülere daha sıkı kurallar uygulanmaktadır.

Klasik cezalardan başka, bazı ülkeler, sabıkalı insanlar için yeniden eğitim derslerini izleme zorunluluğu gibi, başka tedbirler de uygulamaktadır. Ayrıca diğer ülkeler, tekrar suç işleyen sürücüler için, trafik kazası mağdurları yararına çalışma gibi, ek cezalar uygulayarak özel yeniden eğitim programları düzenlemeye çalışmaktadırlar. Mahkûm olan sürücüler eğer, araç kullanma davranışlarında iyileştirme yapmaya yönelik dersleri izlerlerse, uğradıkları cezada indirim elde edebilmektedirler.

Mevzuata uymanın kontrolü gibi, ceza uygulaması konusunda daha özel verilere gelindiğinde durum, daha az nettir. Soru formlarını cevaplandıran ülkelerin yaklaşık %50 sinde, alkollü halde araç kullanımı alanında yapılan, yıllık tutanak sayısının kaydı yoktur. Çoğu ülkeler, nefes testi araştırmasına tabi olan, sürücü belgesi sahiplerinin yıllık yüzdesini içeren verilere ne sahiptirler ne de toplamaktadırlar.

Alkollü sürücüleri ortaya çıkarmanın temel tekniğinin bir ülkeden diğer ülkeye göre değişmesi ilginçtir. Test düzenleme stratejisi çok önemlidir. Genel olarak araştırmanın önemi ve alkollü araç kullanımı alanındaki mevzuata uymanın kontrol edilmesi, özellikle polis güçlerinin tutumuna göre değişmektedir. Bazı ülkeler, suçun ortaya çıkarılmasından daha çok koruyucu kontrole önem vermektedirler. Verimlilik planı üzerinde daha iyi sonuçlar elde etmeyi planlamakta ve yıllık resmi istatistiklerin ve nefes testi araştırmasına tabi olan sürücü belgesi sahiplerinin yüzdesinin listesini yapmaktadırlar.

Koruyucu kontrolün başarısı, önem derecesine göre değişmektedir. Sürücüler dört faktöre bağlıdır: yakalanma riskinin algılanması, kaza riskinin algılanması, suçun ağırlığının algılanması ve cezanın ciddiyetinin algılanması [10].

2.1.4.2. Bilgilendirme ve Eğitim

Genel olarak, çoğu ülke, karşı tedbir olarak, okul eğitimi, sürücülük dersleri ve polis eğitim kursları öngörmektedir. Bazı ülkelerin özel eğitim programları vardır, oysa diğerleri aralıklı olarak, sağlık personeli ve polis temsilcilerinin katılımıyla, sınıf tartışmaları düzenlemektedirler.

Tüm ülkeler düzenli olarak, ulusal bilgilendirme kampanyaları organize etmektedirler. Alkolün etkisinde araç kullanımının etkileri üzerindeki bilgiler, televizyon, radyo, ulusal basın ve dergiler, vs. yoluyla yayımlanmaktadır.

Ülkelerin %70 i, alkol alma niyetinde olan sürücülerini, evlerine gitmek için bir başka ulaşım aracı kullanmaya teşvik etmek amacıyla tedbir almışlardır. (taşıma, bazen özel olarak kamu güçlerince, bazen de birahaneler veya diğer şirketler tarafından düzenlenmektedir).

Yukarda belirtilen tedbirlerin dışında, alkolsüz veya az alkol içeren içkiler yararına çok güçlü bir reklâm yapılmaktadır. Bu da genelde alkollü araç kullanımına karşı kampanyanın önemli bir yanıdır. Bu çerçevede kamu güçleri, alkolsüz veya az alkol içeren içeceklerin tanıtımı için birahanelerin profesyonel organizasyonları ile, düzenli olarak toplantılar düzenlemektedir. Çoğu ülke, bu içeceklerin pazarının son yıllarda geliştiğini belirtmektedir.

Alkollü araç kullanımından vazgeçen otomobil sürücülerini “ödüllendirmeye” yönelik programlar konusunda, ülkelerin sadece %30 u bu tür programlarının olduğunu belirtmektedir. Buna karşılık, sigorta şirketleri, alkollü halde araç kullanmaktan ceza alan sürücülerin ödediği sigorta primlerinin miktarını artırmıştır. Oysa bazı şirketler de sarhoş haldeki sürücülerin yükümlülüklerini indirmiş, hatta kaldırmıştır [10].

2.2. Taşıtlarla İlgili Faktörler

Karayolu güvenliği, taşıt unsuru yönünden ele alındığında teknik arızalar, kaza faktörlerinden biri olarak ön plana çıkmaktadır. Teknik arıza olarak adlandırılan bir kısım bozukluklar, taşıtın çeşitli parçalarının veya bunlardan birinin, kullanma süresinin dolması ile ilgili olarak normal aşınmaya bağlanabilir. Bu nedenle trafikte, eskimiş, yıpranmış eski model taşıtların çokluğu, yol güvenliği bakımından olumsuz etki yaratmaktadır.

Taşıtların yol tutma, frenleme, kaymaya ve savrulmaya karşı stabilite, aydınlatma, hız, yavaşlama ve hızlanma ile manevra yetenekleri gibi özellikleri aktif güvenlik kavramı içinde yerini bulmaktadır. Bir taşıtın yol tutma niteliği, birçok faktöre bağlıdır. Bunlar arasında dengeli olma, sarsıntı, yaylanma, tekerlek lastikleri ve direksiyon özellikleri vardır. Yol tutma niteliği, taşıtların yüksek hızla seyirleri halinde daha da önem kazanmaktadır. Aşırı hıza bağlı olarak yol tutuşun güçleşmesi, taşıtın kontrolden ve dengeden çıkmasını kolaylaştırıcı bir unsur olup, kinetik enerjinin fazlalığı şiddetli bir darbe sonucunda ağır kazalara yol açar.

Taşıtların fren donanım yetenekleri de kazalarla ilgili faktörler niteliğindedir. Her taşıtın hareket halinde fren güvenlik uzunluğunu tamamlayana kadar geçmesi gerekli bir kayıp zaman ve mesafe bulunduğu göre, bunlarla ilgili sınırı en azda tutacak sağlam ve güvenilir bir fren donanımına sahip olması gereklidir. Taşıtın yol tutuşu üzerinde, etkili bir frenlemede tekerlek lastiklerinin önemli rolü bulunmaktadır. Taşıtların teknik yetersizliklerine bağlı olarak meydana gelen kazalarda; aşınmış, ömrünü tamamlamış ve iç basıncı uygunsuz olarak kullanılan tekerlek lastiklerinin etkisi fren yetersizliği ile birlikte önemli yer tutmaktadır.

Taşıtların gece seyri sırasında sürücüye yeterli görüşü sağlayacak nitelikte bir aydınlatma donanımına sahip olması da yol güvenliği bakımından önem taşımaktadır. Taşıtların aydınlatma donanımlarındaki ayarsızlık, arıza ve yetersizlik halleri de kazalarda etkili olmaktadır.

Diğer taraftan, taşıt içinde insanın yer aldığı bölümün darbelere karşı dayanıklı olması, taşıtın ön ve arka tamponlarından itibaren oturacağı bölüme kadar olan kısımlarının enerjiyi karşılamaya veya yok etmeye uygun tarzda üretilmiş olması, taşıt içinde güvenlik kemeri ve koltuklarda baş dayama kısımlarının bulunması ve benzerleri ise pasif güvenlik kavramı ile ifade edilen ve kaza şiddetini azaltmaya yönelik özelliklerdir [5].

2.3.Yol İle İlgili Faktörler

Yol ile ilgili faktörler, yol güvenliği üzerindeki etkinlik derecesi bakımından, yolu kullananlar ile ilgili ana faktörler grubunun, hemen arkasından gelen bir diğer ana faktörler grubunu oluşturur.

Yol ile ilgili faktörler kendi içinde, Yol Tasarım Elemanları Faktörü ve Trafik Faktörü olarak iki grupta incelenebilir.

2.3.1. Tasarım Elemanları Faktörü

Zaman içinde yapılmış 400'ün üzerinde araştırma bulgularının değerlendirildiği bir çalışmanın sonucunda, farklı karayolu sınıfları için 50'den fazla karayolu tasarım elemanı ve bunların özelliklerinin, kazalar ile bir şekilde ilgili oldukları belirlenmiştir. Bu karayolu tasarım elemanı ve özelliklerini platform, düşey geometri, yatay geometri, banket, orta refüj, yol kenarı, ve yardımcı şeritler ana gruplarında toplamak olanaklıdır [9].

2.3.1. 1. Platform Özellikleri

Yapılan pek çok çalışma sonucunda, bir yolun tek veya çok platformlu oluşu, üzerindeki kavşak sayısı gibi özelliklerinin, yol güvenliği ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Tablo 2.2'de şerit ve platform sayısı ile kavşak tiplerine göre güvenliğin değişimi görülmektedir.

Tablo 2.2 Platform durumunun yol güvenliğine etkisi [11]

Platform durumu	Kaza oranı /milyon taşıt - km
İki şeritli	1.0
Üç şeritli	1.5
Dört şeritli (Bölünmemiş)	0.8
Dört şeritli (Bölünmüş, eşdüzey kavşaklı)	0.65
Dört şeritli (Bölünmüş,katlı kavşaklı)	0.30
Sekiz şeritli (Bölünmüş,katlı kavşaklı)	0,30

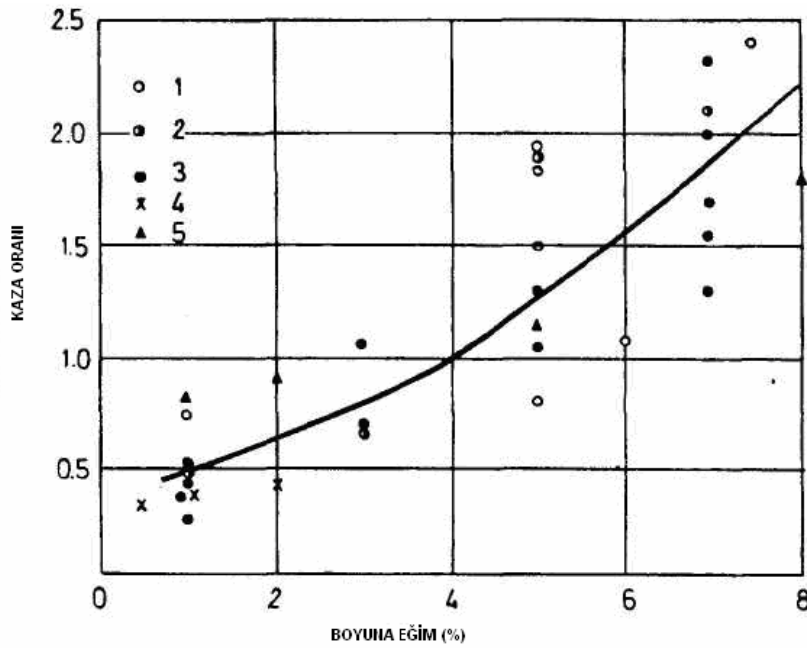
Şerit genişliğinin de kazalarda belirgin bir etkisi bulunmaktadır. Az gelişmiş ülkelerde, bu ilişki, gelişmiş ülkelere nazaran daha da önem kazanmaktadır.

Karayolu güvenliğinde etkili diğer bir faktör de yol yüzey özellikleridir. Geometrik düzgünlüğün kabul edilebilir değerleri aşması halinde, tekerlek lastikleri ile kaplama yüzeyi temas koşullarında meydana gelecek değişim sonucunda, taşıtlar kaplamanın sağlayacağı sürtünmenin tamamından yararlanamamaktadır. Fransa'da yapılmış bir araştırmaya göre, düzgünlüğün 1 den 10'a kadar verilen notlar ile değerlendirilme durumunda; düzgünlük notunun 9-10 dan 2-3' e düşmesi halinde, taşıt fren güven uzunluğunda % 30 oranında artış meydana geldiği, yüz milyon taşıt başına düşen kaza olasılığının 33 den 80'e çıktığı sonucuna varılmıştır. Kaplamanın sahip olduğu sürtünme katsayısı değeri de güvenlikte etkili bir fiziksel özelliktir. Kaplamanın ince veya iri yüzey dokusuna sahip olmasına bağlı olarak, taşıt hızlarındaki artma ile sürtünme katsayısında meydana gelen azalma, ince dokulu kaplamalara göre daha az olduğundan, yüksek taşıt hızlarına sahip yollarda iri dokulu kaplamaların kullanılması tercih edilir. İri dokulu kaplamaların kullanılması, hidroplaning meydana gelmesinin önlenmesi bakımından da yararlıdır. Bu arada, trafik yükü altında meydana gelen cilalanma da güvenlik açısından etkili bir faktör olup, kaplama yapımında cilalanmaya dirençli agrega kullanılması da önem taşımaktadır [11].

2.3.1. 2. Düşey Geometri Özellikleri

Bir yolun düşey geometrisini, boyuna eğim, görüş uzunluğu, düşey kurba gibi elemanlarının özellikleri oluşturur. Bazı araştırmalarda farklı sonuçlar da alınmış olmakla birlikte, genellikle, boyuna eğim değerinin artması ile kaza oranı da artmaktadır. Şekil 2.1'de değişik ülkelerde yapılan araştırma sonuçlarından elde edilmiş, boyuna eğim ve kaza oranı ilişkisi görülmektedir.

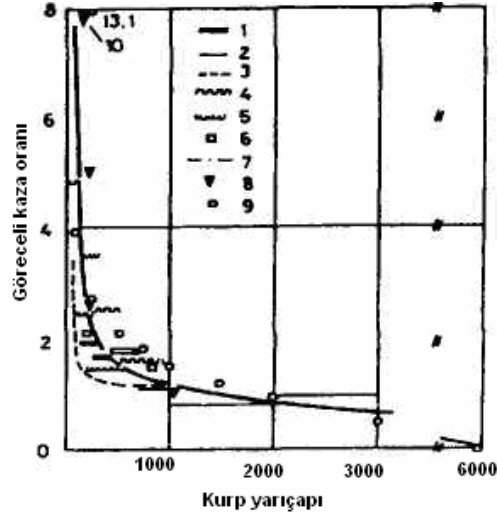
Taşıtların karayollarında güvenle hareket edebilmeleri bakımından önemli bir diğer eleman da görüş uzunluğudur. Taşıtların, küçük yarıçaplı yatay kurba ve düşey kurbalarda karıştıkları kazaların büyük çoğunluğu, yetersiz görüş uzunluğundan kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan kazalarda, yetersiz görüş uzunluğu bulunan kesimlerin mevcudiyeti yanında, bu gibi kesimlerin sıklığı da etkilidir. Yetersiz görüş uzunluğu ile sıkça karşılaşan sürücülerin dikkatlerini artırıp, taşıt hızlarını azaltmakta oldukları belirlenmiştir. Görüş uzunluğu özelliğinin yol güvenliği ile ilişkisi, yolun yatay ve düşey geometrisi açısından ele alındığında, yetersiz görüş uzunluğunun olumsuz etkisi, yolun düşey geometrisi bakımından, yatay geometrisine nazaran daha büyük önem taşımaktadır [11].



Şekil 2.1. Boyuna eğimin güvenliğe etkisi [11]

2.3.1. 3. Yatay Geometri Özellikleri

Bir yolun yatay geometrisini, yatay kurba ve alinyiman özellikleri belirler. Yatay geometri özellikleri yol güvenliği ile yakından ilişkilidir. Yatay kurbalarda meydana gelen kazalarda etkili olan önemli bir faktör de yarıçaptır. Yarıçapın küçülmesi, yatay kurba kazalarında artışa neden olmaktadır. Yatay kurba yarıçapı ile kazalar arasındaki ilişki, farklı ülkelerde yapılmış araştırma sonuçları ortalaması olarak Şekil 2.2' de görülmektedir.



Şekil 2.2 Yatay karp yarıçapının kazalara etkisi [11]

Yatay kurbaların yol güvenliği ile ilişkisinde, yarıçap değerlerinin yanı sıra, belirli bir uzunluktaki yol kesiminde yer alan yatay kurba sıklığı da önem taşımaktadır. Yatay kurbaların sıklaşması durumunda, kaza oranı düşmektedir. Bu durum, yatay kurba sıklığının artmasının, sürücüyü daha dikkatli olma eğilimine geçirmesi ile açıklanabilmektedir.

Bazı araştırmalar sonucunda, yatay kurbanın eğrilik derecesinin de yol güvenliği ile ilişkili olduğu, eğrilik derecesinin artması ile kaza oranlarında artış olduğu yönünde sonuca varılmıştır.

Diğer taraftan, yatay kurbalarda dever ve geçiş eğrisi özelliklerinin taşıt dinamiğine ciddi etkileri nedeniyle yol güvenliği bakımından önem taşıdıkları, bu iki elemanın hiç uygulanmamaları veya iyi projelendirilmeden uygulanmaları halinin savrulma ve devrilme tipi kazalarda önemli artışlara neden olacağı saptanmıştır [12]. Karayolu güvenliğinin ilişkili olduğu bir diğer yatay geometri elemanı da alinyimanlardır. Gereğinden uzun planlanmış alinyiman kesimler, taşıt sürücülerinde dikkat dağılması ve canlılığın azalması gibi sonuçlar doğurmaktadır. Gereğinden uzun alinyimanların istenmeyen bir diğer etkisi ise, sürücülerini hız arttırımına özendirici olmasıdır. Ayrıca, özellikle bölünmemiş yollarda, gece yapılan yolculuklarda, karşı yönden gelen taşıt farlarından kaynaklanan göz kamaşması etkisi de yol güvenliğinde olumsuz etki yaratmaktadır. Araştırmalar, özellikle 10 km.'den daha uzun alinyimanlarda trafik güvenliğinin önemli ölçüde düştüğünü göstermektedir [13].

2.3.1. 4. Banket Özellikleri

Banketin hiç olmadığı durumlarda ise, yoldan çıkma tipindeki kazaların diğer kaza tiplerine göre daha fazla olduğu saptanmıştır [14]. Diğer faktörlerin sabit olduğu kabul edildiğinde, yetersiz banket genişliklerinin arttırılması halinde, genişletme miktarına bağlı olarak, yoldan çıkma ve karşılıklı çarpışma tipindeki kazalarda % 6-21 oranında azalma söz konusu olmaktadır (Tablo 2.3).

Banketlerin, kazalar üzerinde etkili bir başka özelliği ise, yüzey durumlarıdır. Kaplanmış banketler, kaplamasız olanlara göre daha güvenli ortam sağlamaktadır. Banketlerin kaplamasız oluşu, özellikle genişliği 20 ft.'den az olan yollarda önem kazanmaktadır [15].

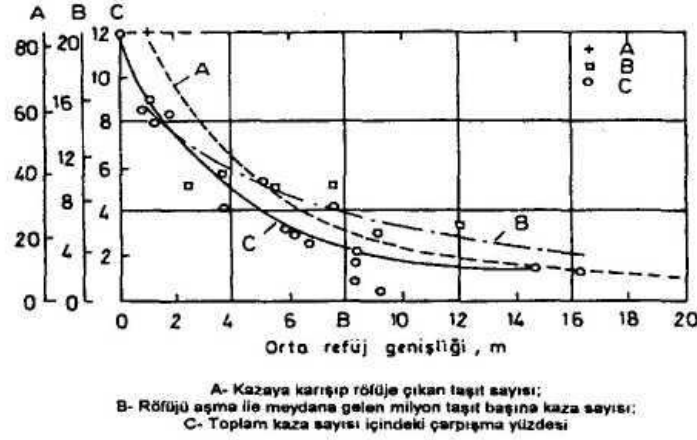
Tablo 2.3 Banket genişletilmesinin kazalara etkisi [15]

Banket Genişliği (ft)		Yoldan Çıkma ve Karşılıklı Çarpışma Kazalarında Azalma (milyon taşıt-mil başına)
Önce	Sonra	
Yok	1.0-3.0	6
Yok	4.0-6.0	15
Yok	7.0-9.0	21
1.0-3.0	4.0-6.0	10
1.0-3.0	7.0-9.0	16
4.0-6.0	7.0-9.0	8

Banketlerin kaplamalı veya kaplamasız oluşunun yanı sıra, banket yüzeyinin kaplama yüzeyinden daha düşük kotta olmasının da yol güvenliği ile ilişkili olduğu saptanmıştır. Düşük banketler, yol güvenliğine olumsuz etkide bulunmakta, yoldan çıkma ve karşılıklı çarpışma tipinde kazaların artmasında rol oynamaktadır [16].

2.3.1. 5. Orta Refüj Özellikleri

Bir karayolunda orta refüj tesis edilmiş olması, yol güvenliğinin arttırılması bakımından önemli katkı sağlar. Orta refüj tesisi ile, taşıtların karşı yön platformuna geçmeleri ve karşı yönden gelen taşıtların far ışıklarından doğan olumsuz etkiler büyük ölçüde önlenmiş olur. Orta refüj tesisi ile trafik güvenliğine sağlanacak bu olumlu katkıların derecesi orta refüj genişliği ile yakından ilgilidir. Araştırmalar, orta refüj genişliğinin 5 m.'den büyük olması halinde kazalarda önemli azalmalar meydana geldiğini ortaya koymaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Orta refüj genişliğinin kazalara etkisi [16]

2.3.1. 6. Yol Kenarı Özellikleri

Karayollarında tesis edilen şev, hendek, korkuluk, gibi elemanların özellikleri de karayolu güvenliği üzerinde etkilidir. Şev eğimi azaldıkça güvenlik de artmaktadır. Araştırmalara göre, herhangi bir nedenle yol dışına çıkma tipindeki kazalarda meydana gelen ölüm ve yaralanmalar, yol kenarından itibaren ilk 5 m. içindeki bir sabit engele çarpma nedeniyle meydana gelmektedir. Bu bakımdan, yol boyunca tesis edilecek banket, şev ve hendek yakınlarında sabit engel bulunmamasına çalışılması, direk ve benzer elemanların fiziksel özellik ve tasarımlarının, taşıt çarpması halinde içindekilere zarar vermeyecek malzeme ve tipte olması, trafik güvenliği bakımından yarar sağlayacak önlemlerdir. Yol kenarlarında, kaldırılmaları mümkün olmayan sabit engeller bulunması, ayrıca dolgu yüksekliğinin fazla olması gibi durumlarda ve orta refüjlerde oto korkuluk uygulanması karayolu güvenliğini artırıcı bir önlem olmaktadır. Karayolu güvenliğinde etkili bir başka yol kenarı özelliği de yol boyu yerleşim ve buralardan yola katılmalar ve yoldan ayrılmalardır. Yol boyu yerleşimin trafik güvenliğine etkisi, yerleşim bölgesinin şehirlerarası yola uzaklığı ile orantılıdır. Yerleşim şehirlerarası yola yakınlaştıkça güvenlik azalmaktadır (Tablo 2.4).

Tablo 2.4 Yol boyu yerleşiminin yola uzaklığının güvenliğe etkisi

YOLUN YERLEŞİM BÖLGESİNE UZAKLIĞI (m)	GÖRECELİ KAZA ORANI
<200	2.0
200-600	1.5
600-1000	1.2

Benzer şekilde, yola olan katılma - ayrılma noktası sayılarının belirli bir uzunluk boyunca artması, yolun erişme kontrolsüz olması, bölünmemiş olması durumlarında da trafik güvenliği azalmaktadır.

Eş düzey kavşakların bulunduğu kesimler de yol güvenliği bakımından özel önem taşırlar. Eş düzey kavşaklarda meydana gelen kazalarda; görüş koşulları, kavşağa birleşen yol sayısı, bu yolların birleşme şekilleri ile yollardaki trafiğin cinsi ve miktarı, trafiğin yönlendirilmesi, kavşaktaki kontrol yöntemi gibi pek çok faktör etkili olmaktadır.

2.3.2 Trafik Kontrol Elemanları

Karayolu tasarım elemanlarından biri olan trafik kontrol elemanı, yol aydınlatması, kaplama üstü çizgi ve işaretlemeleri, levha işaretleri ve sinyalleri içerir. Araştırmalar, iyi bir trafik kontrol uygulaması ile karayolu güvenliğinin önemli ölçüde artabileceğini ortaya koymaktadır. Karayollarında güvenliğin sağlanabilmesi bakımından, sürücülerin iyi yönlendirilmelerinin de önemi büyüktür. Yol kenar ve eksen çizgileri, levha ve diğer işaretlemeler, yol kenarı kılavuz direkleri gibi, trafik kontrol elemanlarının etkileri özellikle gece şartları ve yatay kurbaların bulunduğu kesimlerde büyük önem kazanmaktadır.

Hacim, yoğunluk, hız, taşıt kompozisyonu gibi trafikle ilgili bazı özelliklerin de karayolu güvenliği üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır.

Sürücülerin, kavşak, yatay kurba, tepe düşey kurba ve yol boyu yerleşim bölgesi gibi kesimlere yaklaşımda taşıt hızlarını düşürmesi zorunlu olmaktadır. Hız azaltılmasının trafik güvenliği ile ilişkisinde, hız sınırlaması olan kesimde izin verilen hız değerinin, taşıtın bu kesime giriş kesimindeki hıza oranı bir ölçüt olarak kullanılabilir. Bu oranın kesime girişte 1.0-0.8 değerleri arasında olması halinde girişin güvenli olduğu kabul edilir. Ancak burada taşıt hızının mertebesi de büyük önem taşımaktadır. Trafikte taşıt kompozisyonunun da yol güvenliği üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır. Trafik içinde ağır taşıt oranının fazla olması trafik kazalarını arttırıcı yönde etkili olmaktadır. Bu durum özellikle, yetersiz banket genişliğine sahip olan yollarda ve tırmanma şeridi bulunmayan yollarda daha da önem kazanmaktadır [5].

3. TRAFİK KAZALARININ AZALTILMASINDA DÜŞÜK MALİYETLİ ÖNLEMLER(DMÖ)

DMÖ uygulaması, yüksek riskli sahalarda, yüksek riskli yol-kesit ve alan bazında ölümcül ve diğer yol kazalarını azaltan mali açıdan etkin bir metottur.

Düşük maliyetli önlemler (DMÖ), yol sisteminin güvenliğini artırmak için özel olarak alınan, düşük ana maliyetli, çabuk hayata geçirilebilir fiziksel önlemleri içermektedir [17].

3.1. DMÖ Örnekleri

DMÖ kapsamına ait genel örnekler şunlardır:

1. Var olan kullanımı daha emniyetli yapmak için yol şartları ve vaziyetindeki değişiklikler:
 - Işıklandırma, işaret ve sinyallerin geliştirilmesi
 - Karşı yönden gelen trafik için ekstra şeritlerin yapılması
 - Merkezi refüj ve adaların kullanılması
 - Yol kenarındaki nesnelerin kaldırılması
 - Kaza bariyerleri döşenmesi
 - Kış mevsimi için yapılan bakım işlerinin geliştirilmesi
2. Kavşak işlevindeki değişiklikler:
 - Öncelik sırasının değiştirilmesi
 - Küçük dönel kavşakların konması
 - Sinyalizasyon kontrolünün yerleştirilmesi ve değiştirilmesi
3. Yolun kullanımını ve kullanıcıların davranışlarını etkilemek üzere yapılan yol vaziyetindeki değişiklikler
 - Yaya geçitleri, bisiklet park yerleri ve yolu
 - Yol kasisleri yapılması ve yolun daraltılması
 - Park yerlerinin yeniden yerleştirilmesi
 - Kırsal kesimlerden şehirlere geçiş bölgelerinin geliştirilmesi

Bu önlemler şehirlerde, şehirlerarası ve kırsal kesimlerdeki yollar için kullanılabilir ve hemen hemen her zaman, var olan otoyol sınırları içinde gerçekleştirilebilir. Bunlar küçük kazaları önlemek ve ölümlü kazaları azaltmak için

- a. Belirli dönemeç ve kavşaklar gibi yüksek riskli alanlarda
- b. Belirli alanlarda yoğunlaşmış olmasa bile riskin normalden yüksek olduğu yol kesitler boyunca, daha emniyetli bir yol kullanım modeline teşvik ederek uygulanır [17].

3.2. Düşük Ana Maliyet

Yüksek riskli sahalarda ve bazı yol kesitlerde, DMÖ maliyetleri otoyol bütçelerinde rutin bakım ve küçük işlere ayrılan hisseyi bir kenara atmak ödeneğin bulunması için yeterlidir. Ayrıca düşük maliyet, trafik akışının az olduğu yerlerdeki yol sistemlerinde bile, önlemlerin geniş çapta yürütülebilmesine imkân sağlamaktadır. Birkaç yıl içinde büyük çapta yapılanmanın planlandığı yerlerde bile bu önlemler maliyet açısından oldukça etkindir.

Bu önlemler çeşitli kullanıcı gruplarının faydalanması için belirli bir komşulukta hatta bütün bir şehirde alan bazında hayata geçirildiğinde, gereken bütçe doğal olarak daha fazladır ancak yine de yol yapım projelerinin tipik maliyetleriyle karşılaştırılınca oldukça azdır. Bunun yanında, yol güvenlik politikası ve ödenek tahsisi için maliyet ve yol güvenlik amaçlarının herhangi daha geniş bir çevre gelişim önlem programı içinde ayrı ayrı olarak tespit edilmesi oldukça önemlidir [17].

3.3. Hızlı Yürütme

DMÖ' nün büyük bir kısmının ölçeği ve bunların mevcut otoyol sınırları içerisinde yürütülmesi, yüksek risk bölgelerindeki yol kullanıcıların günlük yaşantısını fazla etkilememektedir. Bu nedenle, DMÖ projeleri, zaman kaybedilmeden hayata geçirilebilir.

Fakat aynı bölgede yürütülen çeşitli düşük maliyet önlemleri, bu şekilde değildir. Böyle durumlarda, yerel insanların ve yol kullanıcılarının günlük yaşantıları, etkileneceğe benzemektedir ve onların görüşlerini bütünüyle hesaba katmak önemlidir [17].

3.4. Yüksek Kâr/Maliyet Oranı

Teknik deneyimi yüksek yol güvenlik uzmanlarının hazırladığı kaza oluşum raporları, trafik hacmi ve yol özelliklerine göre, alınacak önlemlerle kaza azalmasından doğacak kârın, önlemlerin dizayn ve yürütülme masraflarına oranının yüksek olması için, tehlikeli yol kesitleri hassas bir şekilde tanımlanmalıdır.

DMÖ geniş bir alanda yürütülmesinin getirdiği kazançlar, özellikle hassas arazilerin tanımlamalarından çok, bütün arazideki yol kullanıcılarının çeşitli risklerini kapsayan kaza önleme programlarına bağlıdır. Sonuç olarak alınan tedbirler, motorlu araçların hızlarının ve motorlu araç trafik seviyesinin, sistematik olarak aşağı çekilmesine ve bununla birlikte yaya ve bisiklet sürücülerinin şartlarının sistematik bir şekilde iyileştirilmesine bağlıdır [17].

4. YAPILAN ÇALIŞMA VE ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Yapılan çalışmada FHWA(Federal Highway Administration) ve ITE (Instute of Transportation Engineers) tarafından hazırlanan tablolardan faydalanılarak Visual Basic programlama dilinde bir program yazılmıştır. Bu programla iyileştirme gerektiren yol kesimlerinin tespit edilmesi ve kaza tipi ve olası kaza sebeplerine göre uygun iyileştirme tedbirinin seçilmesi amaçlanmıştır.

4.1. Tehlikeli Bölgelerin Tespiti

İyileştirme gerektiren yol kesimleri tespit edilirken kaza oranı, frekans oranı ve kaza şiddeti metotları kullanılmıştır. Örnek çalışmada etüdü yapılan yol kesiminin kaza oran indeksi, frekans oranı indeksi ve şiddet oranı indeksi bulunmuştur. Eğer bu üç indeks değerinin her biri 1,0'den büyük değilse emniyet probleminin kritik olmadığı kabul edilmiştir.

$$\text{Kaza oranı (milyon araç-km)} = \frac{\sum \text{Kaza sayısı (1yıl)} \times 10^6}{\sum \text{OGT} \times \text{Gün sayısı}(365) \times \text{Yol kesimi uzunluğu}} \quad (4.1)$$

$$\text{Frekans oranı (Ort. kaza/ km)} = \frac{\sum \text{Kaza sayısı}}{\text{Yol kesimi uzunluğu}} \quad (4.2)$$

$$\text{Şiddet oranı} = \frac{9\ddot{O} + 3Y + H}{\text{Toplam kaza sayısı}} \quad (4.3)$$

Burada;

OGT: Ortalama günlük trafik

Gün sayısı: Etüdü yapılan yol kesiminin gözlem süresi (programda 365 gün alınmıştır)

Yol kesimi uzunluğu(km): Etüdü yapılan yol kesiminin uzunluğu

Ö: Toplam ölümcül kaza sayısı (1 yıl)

Y: Toplam yaralanmalı kaza sayısı (1 yıl)

H: Toplam hasarlı kaza sayısı (1yıl)

$$R_c = R_a + K \sqrt{R_a/m} - 0.5 \text{ m} \quad (4.4)$$

$$F_c = F_a + K \sqrt{F_a/m} - 0.5 \text{ m} \quad (4.5)$$

$$S_c = S_a + K \sqrt{S_a/m} - 0.5 \text{ m} \quad (4.6)$$

Burada;

R_a = Aynı kategorideki yollar için ortalama kaza oranı

F_a = Aynı kategorideki yollar için ortalama frekans oranı

S_a = Aynı kategorideki yollar için ortalama şiddet oranı

R_c = Kritik kaza oranı

F_c = Kritik frekans oranı

S_c = Kritik şiddet oranı

m = Milyon araç-km

K = Emniyet seviyesi katsayısı

K sabiti, kaza oranının kritik oran üzerinde önemli bir artış olduğu ve tesadüfen artmadığını tespit eden emniyet seviyesini belirtmektedir. K değeri aşağıdaki gibi alınır.

Emniyet Seviyesi	K-Değeri
0,995	2,576
0,95	1,645
0,90	1,282

K değeri için genellikle 2,576 alınmaktadır.

Kaza oranı indeksi = Kaza oranı/Kritik kaza oranı

Frekans oranı indeksi = Frekans oranı/Kritik Frekans oranı

Şiddet oranı indeksi = Şiddet oranı/Kritik Şiddet oranı [18]

Geliştirilen programda, etüdü yapılan yol kesiminin uzunluğu(km), OGT, ölümcül-yaralanmalı-hasarlı kaza sayıları ve aynı kategorideki yollar için ortalama kaza –frekans-şiddet oranları programa girilip, emniyet seviyesi seçildikten sonra hesapla butonu tıklandığında etüdü yapılan yol kesiminin, kaza-frekans-şiddet oranları, kritik kaza-frekans-şiddet oranları, kaza-frekans-şiddet indeksleri hesaplanır. Eğer bu üç indeks değerinin her biri 1,0'den büyük değilse program değerlendirme kısmına “Yol kesiminde emniyet problemi kritik değildir!” yazar. Aksi halde program değerlendirme kısmına "Yol kesiminde emniyet problemi kritiktir önlem almak gerekir!" yazar.

Yapılan örnek çalışmada İzmit-Topçular arasındaki 130–01 ve 575–01 kesim numaralı 2 şeritli 64 km’lik yolun 1999 yılındaki trafik kaza değerleri alınmıştır. Yol kesiminde 1999 yılında 1635 kaza meydana gelmiş, bu kazalarda 29 kişi ölmüş, 542 kişi yaralanmış ve 2889 araç hasar görmüştür [19]. 1999 yılında Türkiye yollarında ortalama kaza oranı 9,76 kaza/mil.arac-km, ortalama şiddet oranı 1,7 ve ortalama frekans oranı 7,02 kaza/km’dir. Şekil 4.1’de gerekli veriler programa girilmiş ve Şekil 4.2’de de elde edilen sonuçlar gösterilmiştir.

Tehlikeli Yol Kesimlerinin Belirlenmesi

Uzunluk (km)	OGT	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı	Hasarlı Araç Sayısı	Toplam Kaza	Ort. Kaza Oranı (Ra)	Ort. Şiddet Oranı (Sa)	Ort. Frekans Oranı (Fa)
64	20975	29	542	2889	1635	9.76	1.7	7.02

Kaza Oranı	Frekans Oranı	Şiddet Oranı	Kritik Kaza Oran (Rc)	Kritik Frekans Oranı (Fc)	Kritik Şiddet Oranı (Sc)	Kaza Oranı İndeksi	Frekans Oranı İndeksi	Şiddet Oranı İndeksi

Emniyet Seviyesi

Emniyet Seviyesi ▼ Hesapla

DEĞERLENDİRME

Kaza Tipi		Olası Kaza Sebepleri	İyileştirme Tedbirleri
Kaza Tipi ▼ OGT(önce) OGT(sonra) Ölümcül Kaza Sayısı(Ö) Yaralanmalı Kaza Sayısı (Ö) 			
Hesapla Hesapla			

Kaza azaltma faktörü(ölümcül %)	Kaza azaltma faktörü(yaralanmalı %)	Kaza Önleme Kapasitesi(ölümcül)	Kaza Önleme Kapasitesi(yaralanmalı)
			

Kaza Maliyeti İyileştirmeden Önce (\$)	Kaza Maliyeti İyileştirmeden Sonra (\$)	İyileştirme Maliyeti (\$)	Fayda/Maliyet
			

Şekil 4.1 İzmit-Topçular arasındaki 130-01 ve 575-01 kesim numaralı yola ait verilerin programa girilmesi

Tehlikeli Yol Kesimlerinin Belirlenmesi

Uzunluk (km)	OGT	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı	Hasarlı Araç Sayısı	Toplam Kaza	Ort. Kaza Oranı (Ra)	Ort. Şiddet Oranı (Sa)	Ort. Frekans Oranı (Fa)
64	20975	29	542	2889	1635	9,76	1,7	7,02

Kaza Oranı	Frekans Oranı	Şiddet Oranı	Kritik Kaza Oran (Rc)	Kritik Frekans Oranı (Fc)	Kritik Şiddet Oranı (Sc)	Kaza Oranı İndeksi	Frekans Oranı İndeksi	Şiddet Oranı İndeksi
3,33689813	25,546875	2,92110091	9,34810354	7,30687797	1,11535420	0,35695990	3,49627776	2,61898945

Emniyet Seviyesi: 0.995

DEĞERLENDİRME

Hesapla

Yol kesiminde emniyet problemi kritik değildir!

Kaza Tipi

Kaza Tipi:

OGT(önce): OGT(sonra):

Ölümlü Kaza Sayısı(Ö): Yaralanmalı Kaza Sayısı (Ö):

Hesapla

Olası Kaza Sebepleri

İyileştirme Tedbirleri

Kaza azaltma faktörü(ölümlü %): Kaza azaltma faktörü(yaralanmalı %): Kaza Önleme Kapasitesi(ölümlü): Kaza Önleme Kapasitesi(yaralanmalı):

Kaza Maliyeti İyileştirmeden Önce (\$): Kaza Maliyeti İyileştirmeden Sonra (\$): İyileştirme Maliyeti (\$): Fayda/Maliyet:

Şekil 4.2 İzmit-Topçular arasındaki 130–01 ve 575–01 kesim numaralı yola ait sonuçlar

Etüdü yapılan yol kesiminde frekans oranı indeksi ve şiddet oranı indeksi 1'den büyük, kaza oranı indeksi 1'den küçük çıkmıştır. Bu sonuçlara göre yolun trafik kazaları açısından emniyetli olduğu kabul edilmiştir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken önemli husus etüdü yapılan yolun Türkiye'deki kaza oranları açısından değerlendirilmiştir. Kaza oranları düşük, diğer gelişmiş ülkelerdeki yollarla karşılaştırıldığında, seçilen yol kesiminin kaza oranı(9,76) ortalamaların üzerindedir.

4.2. İyileştirme Tedbirlerinin Alınması

Tehlikeli bölgelerin belirlenmesinden sonra

- Olası iyileştirme alternatiflerinin belirlenmesi
- İyileştirme önceliklerini saptanması

ile ilgili çalışmalar yol emniyeti için yapılacak iyileştirmelerin planlanması sürecindeki son aşama olacaktır.

Kazanın tipine ve olası sebeplerine bağlı olarak Tab. 4.1'de görülen iyileştirme tedbirleri, göz önüne alınan her bir bölge için ayrı ayrı geliştirilmelidir. Bu amaçla gerektiğinde farklı disiplinlerden oluşmuş uzmanlardan kurulu bir takım çalışması yapılabilir. Bu takımda trafik mühendisine ilaveten

- Ulaşım mühendisi
- İnsan faktörü uzmanı (psikolog, göz doktoru, sosyolog, vb.)
- Yasal tedbirler uzmanı (trafik polisi, hukukçu, trafik yöneticisi, kanun uygulayıcıları, vb.)
- Otomotiv mühendisi (makine mühendisi)
- Aydınlatma, otomasyon, sinyal koordinatörü, vb. (elektrik mühendisi)
- Şehir plancısı, yerel yönetim uzmanı, vb.

uzman veya ilgili kişiler birlikte çalışmalıdır.

Tehlikeli bölgelerin belirlenmesinden ve kaza oluş nedenlerinin saptanmasından sonra hangi tedbirin en etkin olacağı veya en azından iyileştirmenin mümkün olup olamayacağı tespit edilmeye çalışılmalıdır. Esasen bu iş görüldüğü kadar kolay ve kesin bir iş değildir. Çünkü mühendisliğin her dalında olduğu gibi alternatiflerin ortaya konabilmesi ve bu alternatifler içerisinde en uygun olanına karar verme işlemi son derece kompleks ve zordur. Ayrıca tüm alternatiflerin göz önüne almadan doğrudan bir karar vermek veya karar verilen alternatifin nihai sonuçlarını tam olarak kestirememek genellikle yanlış işlerin yapılmasına neden olur. Olası iyileştirme tedbirleri, yol kesimi ve kaza tipine bağlı olarak seçilmelidir. Uygun iyileştirme tedbirlerinin nihai karar öncesinde

- Tüm alternatiflerin belirlenmesi ve mukayesesi
- İyileştirme tedbirlerinin kombinasyonlarının oluşturulması

- Tek veya kombine tedbirlerin pratik ve ekonomik olabilirliğinin belirlenmesi
- Her bir alternatifin potansiyel etkilerinin kaza sayısı, kaza tipi ve kaza şiddeti yönünden belirlenmesi daima göz önünde tutulmalıdır.

Yol emniyeti olası iyileştirme tedbirlerinin bir listenin hazırlanmasından sonra iyileştirme önceliklerinin saptanması aşamasında

- Derecelendirme
- Ekonomik etütler
- Yöneylem araştırması teknikleri

kullanılmaktadır. Çünkü önceliklerin saptanması sırasında mevcut bütçe büyüklüğü, iyileştirme maliyeti ve iyileştirmelerden sonra elde edilen faydaların her bir iyileştirme tedbiri için ayrı ayrı göz önünde tutulması gerekir. Dolayısıyla fayda ile maliyet arasındaki optimum çözümlerin araştırılması, farklı tehlikeli bölgelere yapılacak iyileştirme tipinin ve zamanının belirlenmesi, kısa-orta-uzun vadede yapılacak iyileştirmelerin sıralandırılması, bütçenin düzenlenmesi, vb. hususlar ortaya konabilecektir. Derecelendirme yöntemi çok basit olup iyileştirmelerden elde edilecek net fayda veya net maliyetlerin bir sıralaması yapılarak mevcut bütçe imkânı içinde hangilerinin hangi öncelikte yapılacağını karar verilmesinden ibarettir.

Hazırlanan programda kaza tipi ve olası kaza sebeplerine bağlı olarak alınacak iyileştirme tedbirlerinin seçilmesinde FHWA tarafından hazırlanan Tablo 4.1'den, seçilen iyileştirme tedbirinin, ortalama maliyeti bulunurken ITE tarafından hazırlanan Tablo 4.2'den, iyileştirmenin kaza azaltma faktörü bulunurken ITE tarafından hazırlanan Tablo 4.3'den faydalanılmıştır. Ortalama ölümcül kaza maliyeti NSC (National Safety Council) tarafından 410.000 \$, ortalama yaralanmalı kaza maliyeti 17000 \$ olarak önerilmektedir. Geliştirilen programda bu değerler kullanılmıştır. Kaza azalması aşağıdaki formülden hesaplanır [18].

$$KA = N \times F \times \frac{OGT \text{ (iyileştirmeden sonraki)}}{OGT \text{ (iyileştirmeden önceki)}} \quad (4.7)$$

Burada;

KA : Kaza azalması

N : İyileştirmeden önceki kaza sayısı

F : Kaza azaltma faktörü

OGT : Ortalama günlük trafik

Tablo 4.1 Kaza tipi ve olası kaza sebeplerine göre alınacak iyileştirme tedbirleri [18]

KAZA TİPİ	OLASI KAZA SEBEPLERİ	İYİLEŞTİRME TEDBİRLERİ
Sinyalize olmayan kavşaklarda dik açılı çarpışmalar	Kısıtlanmış görüş mesafesi	Görüşü kısıtlayan nedenlerin kaldırılması Kavşak yaklaşımında park yasağı DUR veya YOLVER işareti konulması Aydınlatma Hız kısıtlaması Yönlendirme teknikleri
	Aşırı trafik hacmi	Sinyalizasyon yapılması Sol dönüşlerin kısıtlanması veya ilave şerit
	Aşırı hız	Hız kısıtlaması Kaplama uyarı şeritleri veya butonlar
Sinyalize kavşaklarda dik açılı çarpışmalar	Sinyal lambalarının iyi görünmemesi	Lamba çapının büyütülmesi Baş üstü sinyal lambalarının tesisi Uyan işaretlerinin tesisi Lambaların arkasına plaka yerleştirilmesi İlave sinyal lambalarının tesisi
	Uygun olmayan sinyal süreleri	Sarı fazın ayarı Tüm - kırmızı fazın tesisi Sinyal sürelerinin ayan ve gün içinde değişiminin sağlanması Sinyal koordinasyonunun sağlanması
Sinyalize olmayan kavşakta arkadan çarpma	Yaya geçişleri	Yaya geçiş bölgelerinde düşey ve yatay işaretleme Yaya geçiş yerlerinin değiştirilmesi
	Sürücülerin kavşaktan habersiz olması	Uyan işaretlerinin yerleştirilmesi veya iyileştirilmesi
	Kaygan kaplama	Kaplama rehabilitasyonu Drenaj tedbirleri Hız kısıt "Kaygan Yol" uyarı işareti
	Aşırı dönüş trafik hacmi	İlave sağ veya sol dönüş şeridi Dönüşlerin kısıtlanması Kurt yarıçaplarının büyütülmesi Yönlendirme teknikleri
Sinyalize kavşakta arkadan çarpmalar	Sinyal lambalarının iyi görünmemesi	Yukarıda bahsedilen tedbirlerin her biri Görüşü engelleyen nesnelerin kaldırılması Hız kısıtı
	Uygun olmayan sinyal süreleri	Sarı fazın ayarı Sinyal koordinasyonu
	Yaya geçişleri	Yukarıda bahsedilen tedbirlerin her biri
	Kaygan yüzey	Yukarıda bahsedilen tedbirlerin her biri
	Gereksiz trafik işaretleri	Trafik işaretlerinin kaldırılması
Kavşaklarda yaya kazaları	Aşırı dönüş trafik hacmi	Yukarıda bahsedilen tedbirlerin her biri
	Kısıtlı görüş mesafesi	Görüşü engelleyen nesnelerin kaldırılması Yaya geçiş yerlerinin yapılması Yaya geçiş işaretlemelerinin yapılması Yaya geçiş yerlerinin değiştirilmesi
	Yayaların yetersiz korunması	Yaya geçiş adalarının yapılması
	Uygun olmayan sinyalizasyon	Yaya sinyalizasyonunun tesisi Yaya fazı süresinin ayarı
	Okul geçişleri	Hız kısıtı veya kaplama bariyeri Okul geçiş uyarı levhaları Polisiye tedbirler

Tablo 4.1 Devamı [18]

KAZA TİPİ	OLASI KAZA SEBEPLERİ	İYİLEŞTİRME TEDBİRLERİ
Kavşaklar arasında yaya kazaları	Yetersiz yaya koruması	Park yasaklaması Uyarı işaretlerinin tesisi Yaya bariyerlerinin yapımı Yaya yolu ve kaldırım yapımı Sık aralıklarla yaya geçişlerinin temini
Kavşaklarda sol dönüş çarpışmaları	Aşırı sol dönüş trafik hacmi	Sol dönüş sinyalizasyon fazı konulması Sol dönüş kısıtlaması Sol dönüş trafik akımının farklı bir yörtüğe yönlendirilmesi Yönlendirme adalarının yapımı DUR kontrolünün tesisi Tek yönlü yola dönüştürme
	Kısıtlı görüş mesafesi	Engellerin kaldırılması Uyarı işaretlerinin yerleştirilmesi Hız kısıtlaması veya düşürülmesi
Kavşakta sağ dönüş çarpışmaları	Küçük dönüş yarıçapı	Kurb yarıçapının büyütülmesi Yönlendirme adalarının tesisi
Sabit nesneye çarpmalar	Nesnelerin yola yakın olması	Nesnelerin uzaklaştırılması Bariyer yapımı Nesnelerin oto korkuluk ile korunması Araçlara az hasar veren direklerin yapılması
Sabit nesne çarpışması ve/veya araçların yoldan çıkması	Kaygan kaplama	Yukarıda bahsedilen tedbirlerin her biri
	Tasarım hatası	Şerit genişletmesi Adaların yeniden konumlandırılması Kaldırımların düzenlenmesi
	Yetersiz işaretleme	Yer işaretlerinin yapılması/iyileştirilmesi Yol kenarı yer işaretleri Uyarı levhaları (keskin kurb, vb.)
Onden çarpmalar veya karşıt yönde yandan sürtmeler	Tasarım hatası	Şerit genişletilmesi Yönlendirme teknikleri Dönüş cepleri yapımı Yer şerit işaretlerinin yenilenmesi Park yasağı Hız azaltılması Yüksek refüj yapılması
Yol platformunda çarpışmalar	Sol dönüş yapan araçlar	Refüj adası yapımı Sol dönüş sentinin yapımı
	Sağ dönüş yapan araçlar	Sağ dönüş sentinin yapımı Park yasağı Yol platformunun genişletilmesi Kurb yarıçapının büyütülmesi
	Aşırı sapmayan trafik hacmi	Toplayıcı yol yapılması Trafığın yan yollara yönlendirilmesi Anayola trafiğin katılmasının önlenmesi Hızlanma/Yavaşlama şeritlerinin yapımı
	Kısıtlı görüş mesafesi	Görüş engelleyen nesnelerin kaldırılması Park yasağı Aydınlatma Hız kısıtlaması ve azaltılması
Gece kazaları	Yetersiz görüş	Aydınlatma tesisi/iyileştirilmesi İşaretleme yapılması/yenilenmesi Uyarı işaretleri yapılması/iyileştirilmesi
Yaş kaplama kazaları	Kaygan kaplama	Yukarıda bahsedilen tedbirlerin her biri

Tablo 4.2 Değişik iyileştirme tedbirleri için ortalama maliyetler [18]

İyileştirme Tedbirleri	Kaza Azalma Maliyeti (\$)		F/M Oranı
	Ölümcül	Ölümcül + Yaralı	
Kavşak ve trafik kontrol	344.500	17.800	4.0
Dönüş şeritleri	510.900	19.700	2.8
Görüş mesafesi iyileştirilmesi	371.400	22.800	3.6
Trafik uyarı işaretleri	59.300	15.700	20.9
Kaplama işaretleme	751.800	-	1.6
Aydınlatma	122.600	16.800	10.3
Trafik sinyalizasyonu ıslahı	412.100	8.600	4.0
Trafik sinyalizasyonu, yeni	344.500	10.500	5.1
Yapılar	752.200	92.100	1.7
Köprü genişletilmesi	1.077.900	103.800	1.2
Köprü yerinin değiştirilmesi	1.201.600	159.300	1.1
Yeni köprü yapımı	1.637.800	223.200	0.8
Köprü korkuluklarının ıslahı	189.500	39.400	6.5
Yol platformu ve yol kenarı	722.200	54.000	1.8
Yol genişletilmesi	4.041.300	174.200	0.4
Şerit ilavesi	-	66.800	0.1
Refüj ile yolun ayrılması	382.400	72.800	3.2
Banket genişletilmesi ve ıslahı	497.900	37.900	2.6
Yol ekseninin değiştirilmesi	1.193.200	111.100	1.1
Kayma dirençli kaplama takviyesi	837.000	30.300	1.8
Oto korkuluk ıslahı	151.700	31.500	8.1
Refüj bariyer ıslahı	192.800	10.800	7.0
Yeni refüj bariyer yapımı	224.700	213.600	5.4
Nesnelerin kaldırılması	202.500	16.000	6.4
Demiryolu-karayolu geçişi	570.000	114.200	2.2

Burada F/M: Fayda /Maliyet oranıdır.

Tablo 4.2'deki değerler her ne kadar ABD şartlarını ihtiva etse de ve kaza azaltma maliyetleri her ne kadar ülkemiz için geçerli olmasa da farklı iyileştirme tedbirleri için bir mertebe ve daha önemlisi F/M oranları açısından bir fikir vermektedir. Ayrıca maliyet açısından küçük olan iyileştirme tedbirleri ile daha büyük F/M oranlarının elde edilebilmesi ilginç bir sonuçtur. Gerçekten de ABD'de yapılan geniş kapsamlı bir araştırmada banketlerin stabilize yerine kaplamalı olarak yapılması halinde kaza oranlarında %50'ye varan azalmaların olduğu tespit edilmiştir. Kaza azaltma faktörü, yolun herhangi bir iyileştirmesinden dolayı belirli bir kaza tipindeki azalmanın yüzde cinsinden tahmin edilen değeridir. Kaza azaltma faktörleri ya trafik mühendisinin tecrübesi ile ya önce-sonra trafik etütleri sonuçları ya da kurumların kabul ettiği tablolar vasıtasıyla saptanabilir.

Tablo 4.3 İyileştirmeden sonra kaza oranlarında azalma yüzdesi [18]

İyileştirme tipi	Ölümöl	Yaralanma	Ölümöl + Yaralı
Kavşak ve trafik kontrol	37	15	15
Yönlendirme şeritleri	48	23	24
Trafik işaretlemesi	34	3	4
Işıklandırma	45	8	9
Trafik sinyalizasyon ayarlaması	40	22	22
Yol genişletilmesi	9	7	7
Şerit ilavesi	+2	13	13
Orta refüj yapılması	73	17	19
Banket genişletilmesi	28	11	12
Yol ekseninin değiştirilmesi	61	32	34
Kayma direncinin iyileştirilmesi	26	18	19
Bariyerlerin iyileştirilmesi	42	8	9
Maniaların kaldırılması	49	22	23

(+) Kaza oranlarında artış gözlenmiştir [18].

Kaza maliyetleri ve iyileştirme tedbirlerinin maliyetleri Amerika şartlarını ihtiva ettiği için örnek olarak Missouri otoyolu seçilmiştir. Missouri otoyolunda 2006 yılında önden çarpışma tipinde 13 ölümöl, 324 yaralanmalı kaza meydana gelmiştir [20]. Olası kaza sebebi tasarım hatasıdır. Şekil 4.3'te örnek olarak seçilen yola ait veriler girilmiştir. Şekil 4.4'te iyileştirme tedbiri olarak şerit genişlemesi, 4.5'te kaplamada uyarı işaretleri, 4.6'da yüksek refüj yapılması seçilmesi durumundaki sonuçlar gösterilmiştir.

Tehlikeli Yol Kesimlerinin Belirlenmesi

Uzunluk (km)	OGT	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı	Hasarlı Araç Sayısı	Toplam Kaza	Ort. Kaza Oranı (Ra)	Ort. Şiddet Oranı (Sa)	Ort. Frekans Oranı (Fa)
Kaza Oranı	Frekans Oranı	Şiddet Oranı	Kritik Kaza Oran (Rc)	Kritik Frekans Oranı (Fc)	Kritik Şiddet Oranı (Sc)	Kaza Oranı İndeksi	Frekans Oranı İndeksi	Şiddet Oranı İndeksi

Emniyet Seviyesi

Emniyet Seviyesi

Kaza Tipi **Olası Kaza Sebepleri** **İyileştirme Tedbirleri**

OGT(önce) OGT(sonra)

Ölümcül Kaza Sayısı(Ö) Yaralanmalı Kaza Sayısı (Ö)

Ölümcül Kaza Sayılarındaki Değişim

Kategori	Değer
Ölümler(Ö.)	50
Ölümler(S.)	50

Yaralanmalı Kaza Sayılarındaki Değişim

Kategori	Değer
Yaralanma(Ö.)	50
Yaralanma(S.)	100

Kaza azaltma faktörü(ölümcül %) Kaza azaltma faktörü(yaralanmalı %) Kaza Önleme Kapasitesi(ölümcül) Kaza Önleme Kapasitesi(yaralanmalı)

Kaza Maliyeti İyileştirmeden Önce (\$) Kaza Maliyeti İyileştirmeden Sonra (\$) İyileştirme Maliyeti (\$) Fayda/Maliyet

Şekil 4.3 Missouri otoyolu ait verilerin programa girilmesi

Tehlikeli Yol Kesimlerinin Belirlenmesi

Uzunluk (km)	OGT	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı	Hasarlı Araç Sayısı	Toplam Kaza	Ort. Kaza Oranı (Ra)	Ort. Şiddet Oranı (Sa)	Ort. Frekans Oranı (Fa)
Kaza Oranı	Frekans Oranı	Şiddet Oranı	Kritik Kaza Oran (Rc)	Kritik Frekans Oranı (Fc)	Kritik Şiddet Oranı (Sc)	Kaza Oranı İndeksi	Frekans Oranı İndeksi	Şiddet Oranı İndeksi

Emniyet Seviyesi

Emniyet Seviyesi Hesapla

DEĞERLENDİRME

Kaza Tipi	Olası Kaza Sebepleri	İyileştirme Tedbirleri	Ölümcül Kaza Sayılarındaki Değişim
Önden çarpmalar veya karsit yönde yandan sürtmeler OGT(önce) 28000 OGT(sonra) 30000 Ölümcül Kaza Sayısı(Ö) 13 Yaralanmalı Kaza Sayısı (Ö) 324 Hesapla	Tasarım hatası	Serit genişlemesi Kaplamada uyarı işaretleri Yüksek refüj yapılması	
Kaza azaltma faktörü(ölümcül %) 9 Kaza azaltma faktörü(yaralanmalı %) 7 Kaza Önleme Kapasitesi(ölümcül) 1 Kaza Önleme Kapasitesi(yaralanmalı) 24 Kaza Maliyeti İyileştirmeden Önce (\$) 10838000 Kaza Maliyeti İyileştirmeden Sonra (\$) 9910935,7142857 İyileştirme Maliyeti (\$) 4041300 Fayda/Maliyet 0,229397541809389			Yaralanmalı Kaza Sayılarındaki Değişim

Şekil 4.4 İyileştirme tedbiri olarak şerit genişlemesi seçilmesi durumundaki sonuçlar

Tehlikeli Yol Kesimlerinin Belirlenmesi

Uzunluk (km)	OGT	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı	Hasarlı Araç Sayısı	Toplam Kaza	Ort. Kaza Oranı (Ra)	Ort. Şiddet Oranı (Sa)	Ort. Frekans Oranı (Fa)
Kaza Oranı	Frekans Oranı	Şiddet Oranı	Kritik Kaza Oranı (Rc)	Kritik Frekans Oranı (Fc)	Kritik Şiddet Oranı (Sc)	Kaza Oranı İndeksi	Frekans Oranı İndeksi	Şiddet Oranı İndeksi

Emniyet Seviyesi

Kaza Tipi

Olası Kaza Sebepleri

İyileştirme Tedbirleri

Ölümcül Kaza Sayılarındaki Değişim

Kategori	Değer
Ölüm (f.Ö.)	13
Ölüm (f.S.)	9

Yaralanmalı Kaza Sayılarındaki Değişim

Kategori	Değer
Yaralanma (f.Ö.)	324
Yaralanma (f.S.)	324

Kaza azaltma faktörü(ölümcül %) **Kaza azaltma faktörü(yaralanmalı %)** **Kaza Önleme Kapasitesi(ölümcül)** **Kaza Önleme Kapasitesi(yaralanmalı)**

Kaza Maliyeti İyileştirmeden Önce (\$) **Kaza Maliyeti İyileştirmeden Sonra (\$)** **İyileştirme Maliyeti (\$)** **Fayda/Maliyet**

Şekil 4.5 İyileştirme tedbiri olarak kaplamada uyarı işaretleri seçilmesi durumundaki sonuçlar

Tehlikeli Yol Kesimlerinin Belirlenmesi

Uzunluk (km)	OGT	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı	Hasarlı Araç Sayısı	Toplam Kaza	Ort. Kaza Oranı (Ra)	Ort. Şiddet Oranı (Sa)	Ort. Frekans Oranı (Fa)
Kaza Oranı	Frekans Oranı	Şiddet Oranı	Kritik Kaza Oranı (Rc)	Kritik Frekans Oranı (Fc)	Kritik Şiddet Oranı (Sc)	Kaza Oranı İndeksi	Frekans Oranı İndeksi	Şiddet Oranı İndeksi

Emniyet Seviyesi

Emniyet Seviyesi Hesapla

DEĞERLENDİRME

Kaza Tipi

Önden çarpmalar veya karsit yönde yandan sürmeler

OGT(önce) OGT(sonra)

Ölümcul Kaza Sayısı(Ö) Yaralanmalı Kaza Sayısı(Ö)

Hesapla

Olası Kaza Sebepleri

Tasarım hatası

İyileştirme Tedbirleri

Serit genişlemesi
Kaplama uyarı işaretleri
Yüksek refüj yapılması

Ölümcul Kaza Sayılarındaki Değişim

Yaralanmalı Kaza Sayılarındaki Değişim

Kaza azaltma faktörü(ölümcul %) Kaza azaltma faktörü(yaralanmalı %) Kaza Önleme Kapasitesi(ölümcul) Kaza Önleme Kapasitesi(yaralanmalı)

Kaza Maliyeti İyileştirmeden Önce (\$) Kaza Maliyeti İyileştirmeden Sonra (\$) İyileştirme Maliyeti (\$) Fayda/Maliyet

Şekil 4.6 İyileştirme tedbiri olarak yüksek refüj yapılması seçilmesi durumundaki sonuçlar

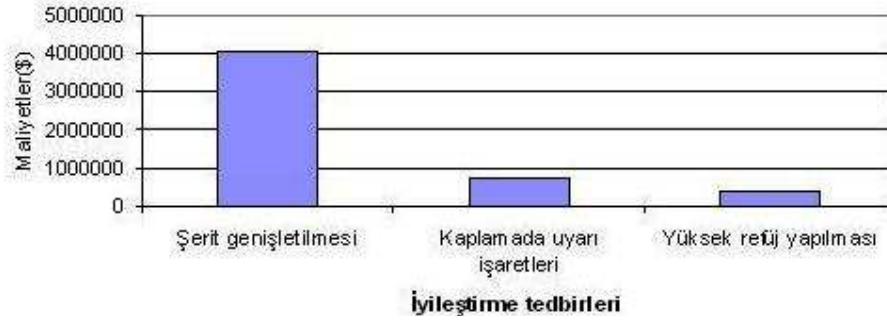
Şekil 4.7, 4.8 ve 4.9’da iyileştirme tedbirlerinin olası sonuçları grafik halinde gösterilmiştir.



Şekil 4.7 İyileştirmelerin F/M oranının karşılaştırılması



Şekil 4.8 İyileştirme sonrasındaki kaza azalmaları



Şekil 4.9 İyileştirmelerin maliyet bakımından karşılaştırılması

Şekillerden de açıkça görüldüğü gibi en uygun iyileştirme tedbiri yüksek refüj yapılmasıdır. Yüksek refüj yapıldığı takdirde 1 yıl içinde ölümcül kaza sayısında 10, yaralanmalı kaza sayısında 59 azalma görülecek ve iyileştirmenin F/M'i 13,525 olacaktır.

5. SONUÇ

Bu tez çalışmasında FHWA(Federal Highway Administration) ve ITE (Instute of Transportation Engineers) tarafından hazırlanan tablolardan faydalanılarak Visual Basic programlama dilinde bir program yazılmıştır. Bu programla iyileştirme gerektiren yol kesimlerinin tespit edilmesi ve kaza tipi ve olası kaza sebeplerine göre uygun iyileştirme tedbirinin seçilmesi amaçlanmıştır. İyileştirme gerektiren yol kesimleri tespit edilirken kaza oranı, frekans oranı ve kaza şiddeti metotları kullanılmıştır. İyileştirme tedbirleri kaza tipi ve olası kaza sebeplerine göre seçilmiştir. Yapılan çalışmayla iyileştirme tedbirleri alternatifleri ve seçilen iyileştirmenin sonuçları sunulmuştur. Kaza azalma oranları, maliyetleri ve fayda/maliyet oranlarına göre iyileştirme tedbirinin seçilmesi amaçlanmıştır.

Yazılan bilgisayar programı ile İzmit-Topçular arasındaki 130–01 ve 575–01 kesim numaralı 2 şeritli 64 km'lik yolun 1999 yılındaki trafik kaza oranları değerlendirilmiş ve o yıldaki Türkiye şartlarına göre yolda iyileştirme tedbiri alınmasına gerek olmadığı sonucu çıkmıştır.

Ayrıca bu program kullanılarak Missouri otoyolunda yüksek refüj yapıldığı takdirde 1 yıl içinde ölümcül kaza sayısında 10, yaralanmalı kaza sayısında 59 azalma görülecek ve iyileştirmenin F (fayda) / M (maliyet)'i 13,525 olacaktır

Örnek çalışmada da görüldüğü gibi basit mühendislik önlemleriyle ölümcül ve yaralanmalı trafik kazaları önemli ölçüde azaltılabilir ve 15/1, 20/1 gibi yüksek oranlarda F/M oranları elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] WHO, 2004, World Report on Road Traffic Injury Prevention.
- [2] Erkin Karadayı, 2002, Türkiye’deki Trafik Kazalarının Oluşma Sebeplerinin Araştırılması Ve Eskişehir-Bozüyük Karayolunun Geometrik Standartlarının Yol Güvenliği İle Olan İlişkisinin İncelenmesi, Anadolu Üniversitesi Porsuk Meslek Yüksekokulu / Eskişehir
- [3] Emniyet Müdürlüğü, Trafik Hizmetleri Başkanlığı, Trafik Araştırma Merkezi Müdürlüğü, 2001, Trafik Güvenliği Hakkında Derlemeler ve Trafik Kültürü II, Ankara.
- [4] HRB, 1968 Accident Rates as Related to Design Elements of Rural Highways. National Cooperative Highway Research Program Report 47,.
- [5] Güçmen, Ö., 1975 Karayolu Ulaşımında Güvenlik Sorununun Başlıca Yönleri ile Genel İncelemesi, Doçentlik Tezi, İTÜ, Eylül.
- [6] Emniyet Genel Müdürlüğü, Trafik Araştırma Merkezi Müdürlüğü, 2000, , Sürücülük İçin Psikoteknik Değerlendirme ve Ülkemizdeki Uygulaması, İnsan Davranışları Kısmı, Bilgi Notu, Ankara.
- [7] Bukasa B., Wenninger U.: 2000, The Impact Of Psycho Technical Assesment For Improving Of Road Safety İn Austria, Fax Message, 11.9., Austria
- [8] Emniyet Genel Müdürlüğü, Trafik Araştırma Merkezi Müdürlüğü, 2000,1999 Yılında Türkiye’de Meydana Gelen Trafik Kazaları Sonucunda Oluşan Sosyo-Ekonomik Kayıplar Ve Bu Kayıpların Olmaması Halinde Kazandırılabilcek Alt Ve Üst Yapı Tesisleri, Ankara.
- [9] Işıldar S.: 2000, “Karayolu Trafik Güvenliği Faaliyetlerinde Masraf-Fayda İlişkileri”, 19 Mayıs Üniversitesi ve Samsun Emniyet Müdürlüğünce Düzenlenen Sempozyum, Samsun.
- [10] ECMT (Avrupa Ulaştırma Bakanları Konferansı), 1993, Alkolün Kazalardaki Rolü Konusunda Rapor, Samsun.
- [11] Babkov,V.F., 1975 Road Conditions and Traffic Safety, MIR Publishers, Moscow.
- [12] Dunlap, D.F., Franhcer,P.S., Scott, R.E.,Mac Adam, C.C, and Segal, L., 1978 Influence of Combined Highway Grade and Horizontal Aüggment on Skidding, National Cooperative Highvvay Research Program Report 184, Transportation Research Board.

- [13] Kutlu K. ve Yayla N., 1986, Türkiye'de Trafik Güvenliği Sorunu, Tüsiad Yayınları, Ankara
- [14] Rogness, R.O., Fambro, D.B., and Turner, 1982, D.S., Before-After Accident Analysis for Two Shoulder Upgrading Alternatives, in Transportation Research Record 855, TRB, National Research Council, Washington, D.C. .
- [15] Zegeer, C.V., Mayes, J.G., and Deen, R.C., 1981, Cost-Effectiveness of Lane and Shoulder Widening of Rural, Two -Lane Roads in Kentucky, in Transportation Research Record 806, TRB, National Research Council, Washington, D.C.
- [16] Glennon, J.C., 1987 Effect of Pavement, Shoulder Drop-Offs on Highway Safety, State of the Art Report 6, Transportation Research Council, Washington, D.C..
- [17] Emniyet Müdürlüğü, Trafik Hizmetleri Başkanlığı, Trafik Araştırma Merkezi Müdürlüğü, 2001, Ölümcül Kazaların Azaltılması İçin Düşük Maliyetli Yol ve Trafik Mühendisliği Önlemleri, Ankara.
- [18] Argun Tunç, 2003, Trafik Mühendisliği ve Uygulamaları, Ankara.
- [19] Ergün Gökmen, 1999, Yol Emniyet Denetimi, Boğaziçi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- [20] Traffic Crash Statistics, 2006, Missouri Department of Transportation, <http://www.modot.org/safety/documents/2006AccidentStatisticsManualChapter1.pdf>.

ÖZGEÇMİŞ

Akın İSTEK, 1980 yılında Elazığ'da doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini sırasıyla Mehmetçik İlköğretim Okulu, Elazığ Anadolu Lisesi ve Fatih lisesinde tamamlamıştır. 2000 yılında, Fırat Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümüne girmeye hak kazanmıştır. 2004 yılında lisans eğitimini tamamladıktan sonra, aynı yıl, F.Ü Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ulaştırma Programında yüksek lisans öğrenimine başlamıştır.