

**KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

KARAYOLU İYİLEŞTİRME VE TRAFİK GÜVENLİĞİ PROJESİ

**TRAFİK GÜVENLİĞİ PROJESİ**

**KARA NOKTA ELKİTABI**

Aralık 2001



## Önsöz

Maliyet-etkinliği en yüksek karayolu güvenliği müdahaleleri kara nokta olarak adlandırılan karayolları boyunca kazaların yoğunlaştığı kesimlerin iyileştirilmesidir. Bu takip eden aşamaları içermektedir: kara noktaların belirlenmesi, her bir noktadaki problemin incelenmesi (teşhis), uygun iyileştirmelerin belirlenmesi, etkilerinin tahmin edilmesi, önceliklendirilmesi, uygulanması ve son olarak izleme ve sonuçların değerlendirilmesi. Bu Kara Nokta El Kitabı tüm bu aşamaları kapsamaktadır.

Kara Nokta El Kitabı (bir önceki versiyon) görüşler alınmak üzere KGM'ye gönderilmişti. Bildirilen görüşler bu versiyonda göz önünde bulundurulmuştur.

El Kitabının zaman içinde geliştirilmesi gerekmektedir. Örneğin, kaza azaltma faktörlerinin Türkiye koşullarına göre gözden geçirilmesi, kaza ve kazazede azalıklarına yönelik parasal değerlerin iyileştirilmesi gerekmektedir. Bunu yapmaya muktedir olabilmek için farklı iyileştirmelerin etkilerinin izlenmesi ve farklı kaza maliyeti bileşenlerine yönelik materyal derlenmesine yönelik sistematik bir çalışmanın başlatılması gerekmektedir.

Kara Nokta El Kitabının ana yazarları SweRoad'un kaza analizi ve kara nokta uzmanları olan Kent Sjolinder ve Hans Ek'tir.

Ankara, Aralık 2001

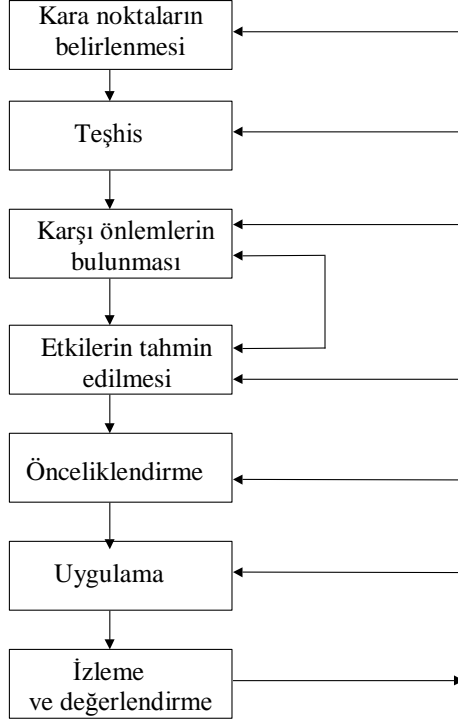
Karl-Olov Hedman  
Ekip Lideri

<b>İçindekiler</b>	<b>Sayfa</b>
<b>Önsöz</b>	<b>1</b>
<b>1 Giriş</b>	<b>4</b>
<b>2 Kara noktaların belirlenmesi</b>	<b>6</b>
2.1 Genel bilgi	6
2.2 Kullanılan yöntem	6
2.3 Daha homojen grupların kullanılması	6
2.4 Karayolu güvenlik amaçları ve hedefleri	7
2.5 Kaza oranı	7
2.6 Kaza frekansı	8
2.7 Kaza <b>eiddiyetsiddet</b> endeksi	9
2.8 3 kriterin tamamının yerine getirilmesi gerekli değildir	13
2.9 Rastgele değişme	13
2.10 Güven düzeyinin seçilmesi	13
2.11 Bir yıldan fazla verilerin kullanılması	
2.12 Maddi hasarlı kazaları olmaksızın kara noktaların belirlenmesi	
2.13 Önerilen yöntem kullanılarak 100 sayılı karayolu için hesaplama	14
2.14 Özet öneriler	21
2.15 Referanslar	21
<b>3 Teşhis</b>	<b>23</b>
3.1 Belirleme sürecindeki kriterler	23
3.2 Yer	25
3.3 Evet, yerel bir kaza yoğunlaşması vardır	25
3.4 Çubuk şema analizi	28
3.5 Kesim 100-14, kilometre 6'dan örnek	
3.6 Maddi hasarlı kazalar olmaksızın kara noktaların teşhisi	
3.7 Kaza mahalli araştırmaları	31
<b>4 Karşı önlemlerin bulunması</b>	<b>32</b>
4.1 Giriş	27
4.2 Yol bağlantıları	27
4.3 Kavşaklar	30
<b>5 Karşı önlemlerin etkilerinin tahmin edilmesi</b>	<b>34</b>
5.1 Giriş	34
5.2 Kaza azaltma faktörlerinin özeti	35
5.3 Karayolu kesimleri	38
5.4 Kavşaklar	47
5.5 Yayalar ve bisikletliler için iyileştirmeler	58
5.6 Birden fazla karşı önlem olursa	

<b>6</b>	<b>Önceliklendirme</b>	<b>61</b>
6.1	Giriş	
6.2	Değerlendirme yöntemleri	
6.3	KGM için prosüdür önerisi	
<b>7</b>	<b>Uygulama</b>	<b>62</b>
<b>8</b>	<b>İzleme ve değerlendirme</b>	<b>63</b>
8.1	Genel bilgi	63
8.2	İzlemenin planlanması	63
8.3	Karşı önlemlerin belgelendirilmesi	63
8.4	Hedefe/sonuca-yönelik planlama yöntemi	64
8.5	İlk izleme süreci	65
8.6	Uzun vadeli değerlendirme	65
8.7	Etkinin tahmin edilmesi	68
8.8	Kısa dönemli ve uzun dönemli etkiler	69
8.9	Ortalamaya regresyon	69
8.10	Kazaların yer değiştirilmesi	70
8.11	Garip sonuçlar	70
8.12	Kazaların eksik kapsanmasındaki değişiklik	71
8.13	Kaza verilerine ilişkin önceki ve sonraki dönemler	71

## 1 Giriş

Bir karayolundaki kara noktalarının ortadan kaldırılması veya iyileştirilmesi süreci, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi bazı faaliyetlerden oluşmaktadır.



**Kara noktaların belirlenmesi**, karayolu ağında özellikle tehlikeli olan noktaların, kara noktaların, belirlenmesi sürecidir.

**Teşhis**, belirlenmiş olan kara noktaların her birine ilişkin sorunların, kazaya yol açan faktörlerin ve eksikliklerin neler olduğunun araştırılması sürecidir.

**Karşı önlemlerin bulunması** gerçek sorunlar ve eksikliklere dayalı olarak her kara noktaya ilişkin uygun karşı önlemlerin oluşturulmasına ilişkin sistemli bir analiz anlamını taşımaktadır.

**Etkilerin tahmin edilmesi**, uygun karşı önlemlerin güvenlik etkileri (ve gerektiği takdirde öteki etkilerinin) ve maliyetlerinin tahmin edilmesi sürecidir.

**Önceliklendirme**, bazı tanımlanmış kriterlere göre ve tahmini etkiler ve maliyetler yanı sıra bütçe kısıtlamalarına dayalı olarak en iyi eylem planının (veya yatırım programının) bulunması anlamını taşımaktadır.

**Uygulama**, eylem planına (veya yatırım programına) dahil edilmiş olan önceliklendirilmiş önlemlerin fiilen gerçekleştirilmesi anlamını taşımaktadır.

**İzleme ve değerlendirme**, gerçek sonuçların (etkiler ve maliyetler) değerlendirilmesini amaçlayan son ve çok önemli aşamadır.

## 2 Kara noktaların belirlenmesi

### 2.1 Genel bilgi

Bu bölüm, tehlikeli mahallerin veya genel olarak adlandırıldıkları şekli ile kara noktaların belirlenmesi sürecini ele almaktadır. Açıklanan süreç, kaydedilmiş olan kazalar, kazalara ilişkin veriler, trafik hacimleri ve taşıt kilometrelerine dayanmaktadır. Kaza verilerine ilave olarak kullanılabilir öteki yöntemlere bu bölümde yer verilmemektedir. Bu tür yöntemlerin örnekleri arasında saha araştırmaları, çatışma etüdleri, anket formları ve mülakatlar, vs. bulunmaktadır.

Belirleme, bir kara noktada karayolu güvenliğinin artırılmasında ilk adımı oluşturmaktadır. Bunu, seçilen noktaların teşhis edilmesi, karşı önlemlerin bulunması, bunların etkilerin ve maliyetlerinin tahmin edilmesi, önceliklendirme, uygulama ve son olarak da izleme ve değerlendirmenin izlemesi gerekir. Bu son aşamalar, daha sonraki bölümlerde ele alınmaktadır. Bu bölümde, KGM tarafından kullanılan belirleme yöntemi, incelenmekte ve bazı iyileştirme önerileri yapılmaktadır.

### 2.2 Kullanılan yöntem

KGM tarafından kullanılan yöntem, Oran - Kalite - Kontrol Yöntemi olarak adlandırılmaktadır. Bu, kara noktaların belirlenmesini amaçlayan istatistiksel bir yöntemdir. İsveç Ulusal Karayolu Ulaştırma Araştırma Enstitüsü'nden bir istatistikçi (Mats Wiklund) bu yöntemi incelemiştir. Bu araştırmanın kuramsal bölümü, kısmen-kısmen onun görüşlerine dayanmaktadır.

Oran-Kalite-Kontrol Yöntemi, her karayolu kesimi için 3-üç farklı parametrenin hesaplanmasından oluşmaktadır. Türkiye'de, bir karayolu kesimi, bir kilometrelik karayolu olarak tanımlanmaktadır. Bu 3-üç parametre şöyledir:

- kaza oranı,
- kaza frekansı,
- kaza eiddiyetsiddet endeksi.

Bu değerlerin her biri, bir kritik değerle karşılaştırılmaktadır. Bu nedenle, kaza oranı, bir kritik değerle, kaza frekansı başka bir kritik değerle, kaza eiddiyetsiddet değeri de üçüncü kritik değerle karşılaştırılmaktadır. Belirli bir karayolu kesiminin, bu 3-üç parametreye ilişkin kritik olan değerlerden daha yüksek değerler vermesi durumunda bu kesimin, bir kara nokta olduğu kabul edilir.

### 2.3 Daha homojen grupların kullanılması

Kavşakların, karayolu kesimlerinden ayrılması ve ayrıca ele alınması durumunda bu yöntem daha yararlı olacaktır. Sırası ile "kavşaklarda" ve "kesimlerde" farklı gruplar oluşturulabilir. Geometri ve öteki özellikler açısından benzer olan gruplar düşünülmelidir. Her grup içinde ortalama kaza oranı, ortalama kaza frekansı ve ortalama kaza eiddiyeti

şiddeti hesaplanmalıdır. Bu yaklaşım, mevcut yönteme kara noktaları belirleme konusunda daha fazla güç verecektir.

## 2.4 Karayolu güvenlik amaçları ve hedefleri

Karayolu güvenlik çalışmasının genel maksadı, amaçların ve hedeflerin gerçekleştirilmesidir. Amaçlar, sadece hangi kaynakların gerekli olduğunu belirlemekle kalmayıp hangi karşı önlemlerin uygulanması gerektiğini de etkilerler. Amaçlar, örneğin ölümlerin ve ağır yaralanmaların azaltılacağını veya belirli bir sayının altına düşürüleceğini belirtirler. ~~Bu~~ Böyle bir durumda, ağır yaralanmalara yönelik karşı önlemler çok daha fazla büyük önem kazanır. Ağır yaralanma veya ölümlerle sonuçlanmadıkları sürece kazaların meydana gelmesine izin verilebilir. Öte yandan, kazalar için amaçların belirlenmesi durumunda karşı önlemler, bütün kazaların azaltılmasını hedef almalıdır.

Amaçların ve hedeflerin kararlaştırılması süreci, kendi başına yararlı bir çalışmadır. İlgili kuruluşlar arasında güvenlik konusundaki bilinçlenmeyi artırır. Bu nedenle amaçlar ve hedefler, gelecekteki güvenlik çalışmaları açısından gereklidir.

Şiddetli kazaların azaltılacak olması durumunda, genellikle ağır sonuçlar doğurmaları nedeniyle yüksek hızlarda meydana gelen kazaların ve yayaların karıştığı kazaların azaltılması gereklidir. Bu durumda, örneğin, çevrenin yolkenarının düz olduğu ve herhangi bir tehlikeli nesnenin bulunmadığı bir yerde bir taşıtın yoldan çıkması sonucu oluşan kazalar daha az ilgi çekici olacaktır.

Örneğin dönel kavşaklar, en azından yayalar ve bisikletliler için emniyetli geçitler-geçişler sağlanması koşulu ile normalde kazaların sayısını azaltmamakla birlikte şiddetli (ölümcül) kazaların sayısını önemli ölçüde azaltırlar.

Belirlenmiş olan amaçlar, ayrıca kara noktaların belirlenmesinde ki kullanılan ağırlıklandırma faktörlerini de etkiler. Ölümle veya ağır yaralanma ile sonuçlanan kazalar için amaçların belirlenmesi durumunda ağırlıklar, buna uygun olarak düzeltilmelidir.

## 2.5 Kaza oranı

Aşağıdaki bölümlerde istatistiksel kuramın gerekli kısımları açıklanmıştır. Ayrıca, KGM tarafından kullanılan formülle karşılaştırmalara ve iyileştirme konusundaki tavsiyelere yer verilmiştir.

### 2.1.12.5.1 İstatistiksel kuram

$A_j$	Belirli bir süre içinde $j$ kesimindeki kazaların sayısı.
$m_j$	Aynı süre içinde $j$ kesiminde taşıt kilometre (milyon olarak) sayısı.
$R_j = A_j/m_j$	Sözkonusu süre içinde $j$ kesimindeki kaza oranıdır.
$R_c$	Kaza oranına ilişkin kritik değerdir.

Aşağıdaki durumda  $j$  kesiminin, kaza oranı açısından bir kara nokta olduğu kabul edilir:



$R_j > R_c$  burada  $R_c = \hat{\lambda} + k_\alpha \sqrt{\hat{\lambda}/m_j} - 0.5/m_j$

$$\hat{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{\bar{m}} R_i \quad \text{aynı nüfusa ait kesimlere ilişkin tahmini ortalama kaza oranıdır.}$$

Bu tür  $n$  sayıda kesim olduğu varsayılmaktadır.

[-0.5/m<sub>j</sub>; normal dağılım ile tahmin yapıldığında kullanılan devamlılık düzeltme sayısıdır.](#)

Formatted

$k_\alpha$  önem testi için seçilmiş olan sabit değerdir. Normal bir dağılıma göre belirlenir ve belirli bir  $\alpha$  önem düzeyi verilmesi için seçilir:

$\alpha = 0,1$  % şunu verir  $k_\alpha = 2.576$

$\alpha = 5$  % şunu verir  $k_\alpha = 1.645$

$\alpha = 10$  % şunu verir  $k_\alpha = 1.282$

### 2.5.2 KGM tarafından kullanılan formülle karşılaştırma

KGM tarafından [seçilmiş olan kullanılan](#) formülün İngilizce çevirisinde bütün kesimler için ortalama taşıt kilometre sayısı kullanılmaktadır. Bu, doğru değildir. Ortalama değil test edilen kısma ilişkin taşıt kilometrelerinin sayısı olmalıdır. Ortalamanın kullanılması durumunda bu bir kalite kontrol yöntemi olmaz. Bu, sadece bir kritik değer elde etme yoludur. Ancak, KGM'nin taşıt kilometreleri için ortalama değeri kullanması anlaşılabilir bir husustur. "Caddeler ve karayollarına ilişkin güvenlik tasarımı ve işlevsel uygulamalar" başlıklı ABD raporunda "araştırma sırasındaki ortalama trafik hareketliliği değeri" ifadesi kullanılmaktadır. Daha açık bir şekilde gerçek karayolu kesimine ilişkin yıllar üzerinden ortalamanın kullanılması gerektiği belirtilmelidir.

KGM ayrıca denklemdaki son kısmın ilave edilmesi için "artı" (+) kullanmaktadır. Bunun, "eksi" (-) olması gerekir.

### 2.5.3 İyileştirme konusundaki tavsiyeler

$k_\alpha = 1.282$  kullanılmalıdır (aşağıya bakınız).

Taşıt kilometreleri için her kilometrenin  $m_j$  şeklinde kendi değerinin bulunması gerekir.

Formulde,  $+0.5/m_j$  değil  $-0.5/m_j$  olmalıdır.

## 2.6 Kaza frekansı

### [2.1.12.6.1](#) İstatistiksel kuram

Formatted: Bullets and Numbering

Aşağıdaki durumda bir karayolu kesiminin, kaza frekansı açısından bir kara nokta olduğu kabul edilir:

$A_j > A_c$ , burada  $A_c = F_{ave} + k_{\alpha} \sqrt{F_{ave}/L_j} - 0.5/L_j$

$A_c$  kaza frekansına ilişkin kritik değerdir (= kaza sayısı).

$L_j$  karayolu kesiminin uzunluğudur.  $L_j$ , bu formülde 1 km olarak öngörülmektedir.

$F_{ave}$  bütün karayolu kesimleri için ortalama kaza frekansdır.

### **2.1.22.6.2 KGM tarafından kullanılan formülle karşılaştırma**

KGM yönteminin İngilizce çevirisinde taşıt kilometrelerin ortalama sayısının kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Bunun yerine karayolu kesimlerinin uzunluğu kullanılmalıdır.

Taşıt kilometrelerinin kullanılması durumunda yanlış sonuçlar elde edilecektir. Taşıt kilometrelerinin kullanılması halinde bu değer 1 milyon taşıt kilometrenin üzerine çıktığında, taşıt kilometreleri daha düşük bir kritik değer elde edilecektir. Bir milyon taşıt kilometresi, bir yıl dikkate alındığında günde yaklaşık 2750 taşıta tekabül etmektedir.

### **2.1.32.6.3 İyileştirmeye yönelik tavsiyeler**

$k_{\alpha} = 1.282$  kullanılmalıdır. (aşağıya bakınız).

Formülde, taşıt kilometresi değil karayolu uzunluğu kullanılmalıdır.

Formülde  $+0.5/m_j$  değil  $-0.5/L_j$  olmalıdır.

## **2.7 Kaza eiddiyet-siddeti**

### **2.1.12.7.1 İstatistiksel kuram**

$j$  sayılı karayolu kesimi için kaza eiddiyet-siddet değeri  $S_j = I_{f,j} \times 9 + I_{b,j} \times 3 + I_{d,j} \times 1$ , veya daha açık olarak şöyledir:

Kaza eiddiyeti-siddeti = ölen kişilerin sayısı (f) \*9 + yaralanan kişilerin sayısı (b)\*3 + hasar gören taşıtların sayısı (d)\*1.

Bu değer, uygun bir değerle bölünebilir. Böyle bir değer, kazaların sayısı olabilir. Bu durumda ilgili kaza eiddiyeti-siddet değeri, kaza başına eiddiyet-siddet anlamını taşıyan  $Q_j = S_j/A_j$  'dir. Burada, Poisson dağılımı varsayımı kullanılamaz. Başka bir varsayım da  $S_j$  'nin  $A_j$ , örneğin  $\mu A_j$  ile orantılı olduğunun ve standart sapmanın  $\sqrt{\mu A_j}$ , diyelim ki  $\sqrt{\sigma^2 A_j}$  ile orantılı olduğunun söylenmesidir.  $\mu$  parametresi Ortalama değer, aşağıdaki formüle göre tahmin edilmektedir:

$$Q_{ave} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$\sigma^2$  parametresi varyans dea şöyle tahmin edilmektedir:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Q_i - Q_{ave})^2$$

Aşağıdaki durumda, karayolu kesiminin kaza eiddiyetsiddeti açısından bir kara nokta olduğu kabul edilir:

$$Q_j > Q_c, \text{ burada kritik de\u011fer } Q_c = Q_{ave} + k_\alpha \sqrt{\hat{\sigma}^2} - 0.5$$

### 2.7.2 KGM tarafından kullanılan formülle karşılaştırma

KGM yönteminde, kaza eiddiyetsiddeti için de ortalama taşıt kilometrelerinin kullanıldığı anlaşılmaktadır. Bu doğru değildir. Ayrıca, KGM yönteminde son kısım, çıkarılmamakta ve ilave edilmektedir.

SweRoad'a verilmiş olan çeviride hesaplamalarda bir hata olduğu anlaşılmaktadır.  $S_i$  bir kilometre için kaza eiddiyetsiddeti değeridir. Bu, olması gerektiği şekilde bu kilometreye ilişkin kaza sayısı ile bölünen kaza eiddiyetsiddeti değeri değildir. Ayrıca,  $S_{ave}$ , kaza başına ortalama eiddiyet-siddeti olarak tanımlanmaktadır. Bu demektir ki,  $S_i$  ve  $S_{ave}$  için farklı birimler söz konusudur.

Örneğin, 100 sayılı karayolunda kaza başına ortama kaza eiddiyetsiddeti 7'dir. Ancak, kilometre başına ortalama kaza eiddiyetsiddeti bunun üç katı olan 22'dir. Bu fark, kilometre başına ortalama yaklaşık 3 kaza olduğu gerçeği ile açıklanmaktadır.

Formüldeki bir başka olası hata, varyansın ortalamasının kare kökü olarak tahmin edilmesidir. Ancak bu sadece Poisson dağılımları için geçerlidir ve ağırlıklandırma, kaza eiddiyetsiddeti'nin Poisson dağılımına dayanmadığı anlamını taşımaktadır. Ortalama kullanıldığı takdirde değişme, eksik tahmin edilmektedir.

### 2.7.3 Ağırlıklandırma faktörleri konusundaki açıklamalar

Ağırlıklandırma kullanımındaki amaç, ciddi kazalara hafif kazalara oranla daha fazla önem vermektir. Bu ağırlıkları saptamanın çeşitli değişik yolları vardır. Bir olasılık, sosyo-ekonomik maliyetlere dayalı ağırlıkların kullanılmasıdır. SweRoad'un hazırlanmış olduğu "Trafik Güvenliği İyileştirmelerinin Değerlendirilmesine Yönelik Yöntemler ve Değerler" (Mayıs 2001) raporunda, aşağıda belirtilen kaza maliyetleri milyon TL (1999 fiyat seviyesine göre) olarak verilmiştir:

<u>Kazalar</u>		<u>Materyal maliyeti</u>	<u>Risk değeri</u>	<u>Toplam</u>
<u>ŞEHİRLERARASI ALANLARDA</u>	<u>Ölümlü kaza</u>	<u>13.973</u>	<u>235.959</u>	<u>249.931</u>
	<u>Yaralanmalı kaza</u>	<u>6.741</u>	<u>9.432</u>	<u>16.173</u>
	<u>Maddi hasarlı</u>	<u>813</u>	<u>0</u>	<u>813</u>
<u>ŞEHİRİÇİ ALANLARDA</u>	<u>Ölümlü kaza</u>	<u>8.716</u>	<u>161.889</u>	<u>170.605</u>
	<u>Yaralanmalı kaza</u>	<u>3.796</u>	<u>6.865</u>	<u>10.661</u>

	<u>Maddi hasarlı</u>	<u>286</u>	<u>0</u>	<u>286</u>
--	----------------------	------------	----------	------------

Eğer ağırlıklar şehirlerarası alanlardaki değerlere bağlı olursa, ölümlü kaza için 300, yaralanmalı kaza için 20 ve sadece maddi hasarlı için 1 ilişkisini vermektedir.

Ağırlık saptamanın başka yolu, eğer bunlar belirlenmiş ise, ağırlıkların trafik güvenliği amaçlarına bağlı olarak saptanmasıdır.

Ancak ağırlıkların kullanılması, değişimin çarpılması nedeniyle, daha yüksek bir rastgele değişmeyi verir. Ağırlıklardaki farklar büyük olduğunda, rastgelelik de büyük olur. Bu nedenle SweRoad 1'e karşılık 300 gibi farklılık gösteren değerleri önermemektedir. Buna ek olarak, bu tür ağırlıklar sadece ölümlerin analiz edilmesine eşit gibi olacaktır.

Diğer bir yandan, ağırlıklar birbirine çok benzer ise, bu durumda ağırlıkların kullanılmasının bir anlamı olmayacaktır.

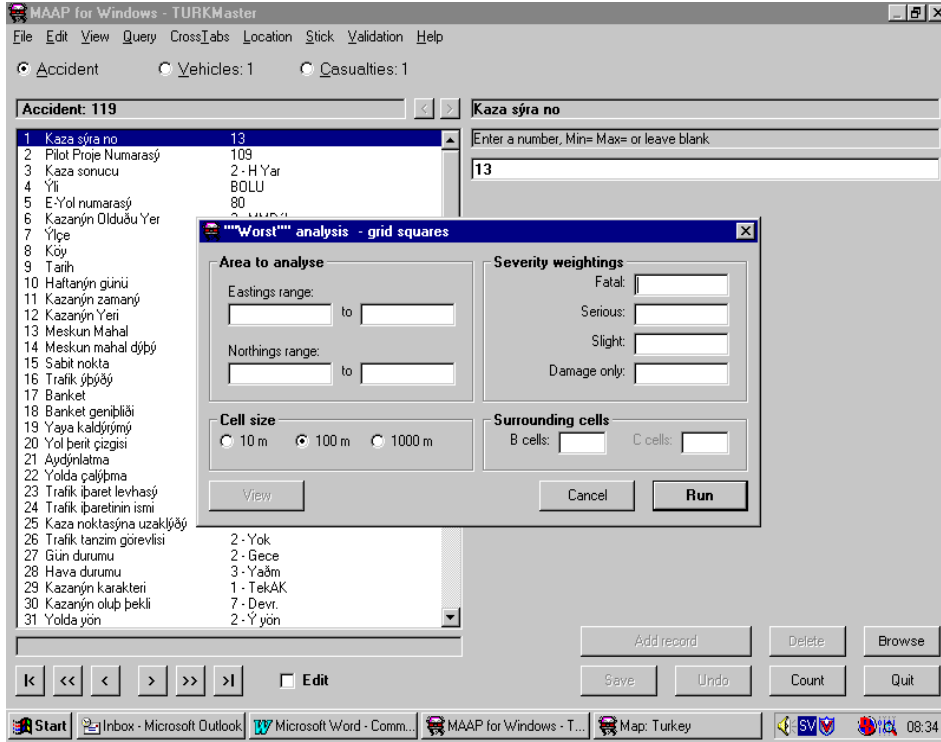
Bu iki uç uygulamaya mantıklı bir çözüm ise ölümlü, yaralanmalı ve sadece maddi hasarlı kazalar için 9:3:1 faktörünün kullanılmasıdır.

KGM'nin şu an kullanmakta olduğu ağırlıklarla (ölümler için 9, yaralanmalar için 3 ve maddi hasarlı araçlar için 1) karşılaştırıldığında, ölümler yerine ölümlü kazalara, yaralanmalar yerine yaralanmalı kazalara, sadece maddi hasarlı araçların yerine maddi hasarlı kazalara ağırlık verildiği görülmektedir. Yeni ağırlık faktörleri tahmin edilene ve kararlaştırılana kadar bu ağırlıklar kullanılabilir.

Rastgeleliğin çarpılması nedeniyle ağırlıkların kullanılması, yüksek bir rastgele değişim vermektedir. Bir çok kişinin öldüğü bir kaza meydana geldiği takdirde kaza ciddiyeti çok yüksek olacaktır. Bir otobüsün çarpışması ve kazada 20 kişinin ölmesi durumunda neler olabileceğini tasavvur edin!

Muhtemel alternatiflerden biri, yaralanan kişilere değil kazaya bir ağırlık verilmesidir. Bu, daha düşük ve rastgele değişim verecektir. Bu nedenle, SweRoad, ağırlıklandırma için kullanılan temel kişiler yerine kazalar olması yönünde ağırlıklandırma usulünün değiştirilmesini önermektedir. Ölüm vakaları yerine ölümlü sonuçlanan kazalar ağırlıklandırılmakta, yaralanmalar yerine ciddi hafif yaralanmalı kazalara ve hasar görmüş taşıtlar yerine sadece hasarla sonuçlanan kazalara ağırlık verilmektedir. Yeni ağırlıklandırma faktörlerinin hesaplanması ve kararlaştırılması gerekmektedir. Bu, KGM ve Trafik Güvenlik Projesi (SweRoad) tarafından birlikte yapılabilir.

MAAP (Microcomputer Accident Analysis Package) programında "en kötü" olarak tanımlanan bir fonksiyon bulunmaktadır. Bu, en fazla kaza sayısına ve ayrıca en fazla ağırlıklandırılmış kazalara sahip olan yerlerin seçilmesi için kullanılabilir. Bu fonksiyona ait bir bilgisayar çıktısı aşağıda gösterilmektedir. Burada, ölümlü sonuçlanan kazalara, ağır yaralanmalı kazalara, hafif yaralanmalı kazalara ve sadece maddi hasarla sonuçlanan kazalara ağırlıklandırma faktörlerinin verilebildiği görülebilir. Analiz edilecek alanın yanı sıra hücre (cell) büyüklüğü de seçilebilir.



Şu andaki KGM ağırlıklandırma faktörleri, 9-3-1'dir. Ağırlıkların bunun yerine sosyo-ekonomik maliyetlere dayalı olması halinde bu, ağırlıklar arasında 9-3-1'e göre daha yüksek farklar verecektir.

Aneak, daha yüksek farkların bulunması, bunların sosyo-ekonomik değerlere dayalı olması halinde bile daha yüksek rastgele değişim anlamını taşıyacaktır. Bu durumda da ölüm vakaları, kaza ciddiyeti değerlerinde daha da fazla bir paya sahip olacaktır. Bu, hemen hemen sadece ölüm vakalarının analiz edilmesine eşdeğer olacaktır.

#### 2.7.4 İyileştirme önerileri

KGM yönteminin çevirisi doğru ise formül yanlıştır ve düzeltilmesi gerekmektedir.  $S_1$  ve ortalamasının birbiriyle uyuşması gerekmektedir.

Formülde taşıt kilometreleri kullanılmamalıdır. "Kaza başına şiddet" hesaplanırken araç-kilometresi yerine kaza sayısı ve "kesim başına şiddet" hesaplanırken araç-kilometresi yerine kesim uzunluğu kullanılmalıdır.

$k_\alpha = 1.282$  kullanılmalıdır. (aşağıya bakınız).

Formüldeki son terim, artı değil eksi olmalıdır.

Her kesim için toplam şiddet yerine kaza başına şiddet kullanılmalıdır.

## 2.8 **3-Üç** kriterin tamamının yerine getirilmesi gerekli değildir

Bölüm 2.2’de belirtildiği üzere, KGM her üç parametre (kaza oranı, kaza frekansı ve şiddet endeksi) için kritik değerlerden daha yüksek değere sahip bir yol kesimini kara nokta olarak tanımlamaktadır.

SweRoad, her parametre için birer tane olmak üzere kara nokta belirleme sürecinde kullanılacak **3-üç** ilave ~~kara nokta~~-listesi hazırlamayı tercih etmektedir. Bunun bir nedeni, yüksek kaza oranlarına sahip olan kesimlerde genellikle çok sayıda kaza meydana gelmemesidir. Çok kaza meydana gelen kesimlerde de genellikle yüksek oranlar söz konusu değildir. Bu nedenle, **3-üç** kriterin tamamını yerine getiren bir kesimin bulunması, parametrelerden biri veya ikisinin kriterlere uyması durumunda bile bir çok kesimin kara nokta olarak kabul edilmeyeceği anlamını taşımaktadır. Kaza frekansının yüksek olması durumunda bile yüksek oranlı bir kesim için bir çok uygun maliyetli karşıt önlem bulunabilir ve bunun tersi de söz konusudur.

**3-Üç** parametrenin tamamına dayalı olan mevcut kara nokta listesi, yeni listelerle birlikte kullanılmalıdır.

KGM yöntemi, **3-üç** kriterin tamamının kritik değerinin üzerinde olmasını gerektirmektedir. **3-Üç** kriterin tamamının yerine getirilmesinin şart koşulmasının bilgilerin bir yanlış kullanımını oluşturduğu söylenebilir. Bunun yerine en az bir değer kritik değerinin üzerinde olduğu bütün kara noktaların listesinin oluşturulması yararlı olabilir. Bu, yararlı bilgidir. Yukarıda belirtilen formül düzeltilindiğinde **3-üç** kriterin tamamına uyan kesimler nadiren bulunacaktır.

## 2.9 Rastgele değişim

Kazalar normalde rastgele meydana gelir. Bu, rastgele bir sonuç olduğu için bir yol kesimindeki kazaların sayısına gerçek kaza sayısı olduğu konusunda ~~na~~ güvenilemez. Kazaların sayısı hiçbir şey değişmese bile yıldan yıla farklılık gösterir. Belirli bir yılda bir noktada, başka bir noktaya göre daha fazla kaza meydana gelebilir. Bu, mutlaka ilk noktanın, ikinciden daha tehlikeli olduğu anlamını taşımaz. Bu rastgeleliğin dikkate alınması için istatistiksel yöntemler kullanılabilir. Kazaların normalde bir Poisson dağılımını izlediği kabul edilmektedir. Bu, bir yıl içinde meydana gelen kazaların sayısının, istatistiksel sürecin sonucu olduğu ve istatistiksel kuramla değerlendirilebileceği anlamını taşır. Poisson dağılımının yararlı yönlerinden biri de ortalama değer ve varyansın aynı olmasıdır. Bu nedenle, sadece tek bir parametrenin tahmin edilmesi gerekir.

## 2.10 Güven aralığının seçilmesi

Bu tür analizlerde güven aralıklarının tartışılmasının amacı, yanlış karar verilmesi riskinin karşılaştırılmasıdır. Normalde, % 5 düzeyinde bir güven aralığı kullanılmaktadır. Bu, bir karayolu kesiminin, öyle olmadığı halde bir kara nokta olarak kabul edilmesi riskinin % 5 olduğu anlamını taşımaktadır. Veya daha anlaşılabilir bir şekilde belirtmek gerekirse belirlenmiş 100 kara noktadan 5'i, gerçekte kara nokta değildir. Bu, istatistiksel literatürde tip 1 hatası olarak adlandırılır. Bunlar, gerçek dönemde rastgele değişmelerin olumlu

olmadığı noktalardır. Ancak, neden % 5 riski kabul ediyoruz? Neden, ~~hiçbir~~ yanlış kara noktaları dahil ~~etmemeyi ediyoruz~~ veya en azından daha küçük bir riske ~~almayı sahip olmayı~~ düşünmüyoruz? % 1 veya % 0.1, % 5'den daha iyidir!

Bunun nedeni, yapılabilecek başka tür bir hata bulunmasıdır. Rastgele değişimler, bazı noktalar için olumlu olabilir. Bir nokta, kara nokta olabilir. Ancak, bir yıl içindeki olumlu kaza sonuçları nedeniyle bu mahal, bir kara nokta olarak tanımlanmayabilir. Bu, istatistiksel literatüre göre tip 2 türü bir hatadır. Hatalar arasında öyle bir bağlantı vardır ki tip 1 türü hata azaldıkça daha fazla tip 2 hatası görülür.

Hiçbir sahte kara noktanın dahil edilmemesinin kesinlikle önlenmesi istendiği takdirde (çok düşük tip 1 hatası seçerek) bir çok gerçek kara nokta gözden kaçırılacaktır. Seçilen düzey, bu iki tür hata arasında bir denge kuralıdır.

KGM'nin % 5 seçimi sorgulanabilir ve başka bir güven düzeyi, örneğin % 10 kullanılması gerektiği yolunda görüşler vardır. Bunun temel nedeni, daha fazla sahte kara nokta ve daha fazla gerçek kara nokta ilave edilmesinin daha yararlı olacağıdır.

Kara nokta analizinin ilk adımı, bu noktaların belirlenmesidir. Bu, belirlenmiş olan noktaların analiz edilmesine ilişkin aşağıdaki belirlenen adımlarla yapılan bir seçim işlemidir. Daha sonra bu noktaların iyileştirilme olasılığının bulunup bulunmadığı gösterilecektir. Bu şekilde daha yüksek bir güven aralığı nedeniyle yapılan hata, bazı noktalar için bazı "gereksiz" çalışmaların yapılması şeklinde ortaya çıkar. Ancak, % 5 yerine % 10 seçilmesi durumunda hiçbir ciddi hata yapılmamış olur. Bunun tek sakıncası, üzerinde çalışılacak olan listenin genişletilmesidir. Ancak, daha uzun bir liste bulunması halinde çalışma, en üstten başlar. Bu nedenle daha uzun bir liste mutlaka daha fazla işe yolaçmaz. Ancak öte yandan bir gerçek kara noktanın dahil edilmemesi durumunda bir sonraki dönem için yeni kaza verileri elde edilene kadar düzeltilmesi mümkün olmayan daha ciddi bir hata yapılmış olur. % 5 yerine % 10 güven düzeyinin kullanılması bu nedenle daha yararlıdır. % 20 bile dikkate alınabilecek bir düzeydir.

## 2.11 Bir yıldan fazla verilerin kullanılması

Rastgele değişimlerin bir ölçüde "istikrara kavuşma eğilimi içinde olması" nedeniyle birden fazla yıldaki kazaların kullanılması yararlıdır. ~~3-Üç~~ yıllık verilerin bulunması ve her yıl için ortalama değerin ~~3-üç~~ olması durumunda ~~3-3~~ yılın toplamı için ortalama 9 olur.

Tamamen istatistiksel bir açıdan mümkün olduğu kadar fazla sayıda kazanın dahil edilmesi yararlıdır. Birden fazla yılda meydana gelen kazaların ilave edilmesi durumunda sonuç, daha fazla kaza olacaktır. Bu nedenle neden 3, 5 ve hatta 10 yılı kullanmayalım? Ancak, bir çok yılda elde edilen kaza verilerinin saklanması karşılaşılan güçlüklerin dışında önemli bir neden bulunmamaktadır. Trafik akışları veya ~~trafik~~-davranışında veya geometri veya yüzeyde veya başka herhangi bir şey ~~gibi de değil~~ mahalde hiçbir değişiklik olmaması gerekir. Değişiklikler daha sık, küçük veya büyük, olduğunda bu, süreyi sınırlandırmaktadır. Genellikle ~~3-üç~~ yılın, analiz için makul bir süre olduğu ve çok fazla kaza dahil edilmesi için daha uzun bir süre ve mahalde fazla değişiklik olmaması için kısa bir süre gereksinimi arasında uygun bir denge oluşturduğu kabul edilmektedir. Geometrik olarak veya başka şekilde değiştiği bilinen noktalar, farklı bir muameleye tabi tutulmalıdır. Değişikliklerden önceki ve sonraki kazalar ~~özetlenmemelidir~~ ilave edilmemelidir.

## **2.12 Sadece maddi hasarlı kazalar olmaksızın kara noktaların belirlenmesi**

Eğer sadece maddi hasarlı kazalar toplanmazsa, tabii ki belirleme sayıları daha küçük olacaktır. Fakat, eğer sadece ölümlü ve yaralanmalı kazalar esas alınırsa, kaza oranı ve kaza frekansı için kullanılan prosedürler aynı olacaktır. Kaza başına şiddet yine de hesaplanabilir. Ölümlü kaza için 9 ve yaralanmalı kaza için 3 olan ağırlık faktörlerinin değişmesi gerekmeyecektir.

Tüm kazaların kullanılabilir olduğu durumla karşılaştırıldığında, sadece ölümlü ve yaralanmalı kazalar kullanıldığında, kara noktaların belirlenmesine yönelik imkanlar bir miktar azalacaktır.

### **2.12.13 Önerilen yöntem kullanılarak 100 sayılı karayolu için hesaplama**

Yöntemin önerilen değişikliklerle test edilmesi için 100 sayılı karayoluna ilişkin 1999 kaza verileri seçilmiştir. Bu, 100 sayılı karayolunun Pilot Proje bölgesinden geçen kısmıdır. Kaza verilerinin elde edilmesi için MAAP veritabanı kullanılmıştır. Her kilometre için kazaların sayısı hesaplanmıştır. Her kilometredeki kazaların sayısı, ölenler, ağır yaralılar ve hafif yaralıları göre ayrı ayrı bölünerek hesaplanmıştır. Her kilometre için kazalara karışan hasarlı taşıtların sayısı hesaplanmıştır. Böylece toplam olarak 3 farklı tablo oluşturulmuştur.

Veriler, aşağıdaki kilometreleri kapsamaktadır:

Kesim 100-12	Km 55-82
Kesim 100-13	Km 00-113
Kesim 100-14	Km 00 –90 Km 90, gerçekte bir karayolu kesimi değil Ilgaz kavşağıdır. Öteki kesimlerden farklı bir muameleye tabi tutulmamıştır.

Bu veriler, hesaplamaların yapıldığı eExcel sayfalarına kopya edilmiştir. Bu sayfaya 1999 taşıtlar hacimleri dahil edilmiştir.

#### **2.12.13.1 Kaza oranı**

Aşağıdaki durumda  $j$  kesimi, kaza oranı açısından bir kara noktadır:

$$R_j > R_c \quad \text{burada} \quad R_c = \hat{\lambda} + k_a \sqrt{\hat{\lambda}/m_j} - 0.5/m_j$$

$$\hat{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{\bar{m}} R_i$$

Bu, şu sonucu vermektedir:  $\hat{\lambda} = 2.0$ .



Kritik değer, her kesim için taşıt kilometresi sayısına dayanmaktadır.

Örnek:  $m_j = 1$   $R_c = 3.3$  ve  $m_j = 2$   $R_c = 3.0$  vermektedir. Uzunluğu bir kilometre ve günde geçen araç sayısı 2 700 olan bir yol kesiminde bir yıl için  $m_j = 1$  verir.

### **2.12.22.13.2 Kaza frekansı**

Toplam kaza sayısı 422'dir. 133 kilometre olması nedeniyle ortalama kaza frekansı, km başına 3,17 kaza olacaktır. Bunun, Poisson dağılımında ortalama değer olduğu varsayılmaktadır ve normal tahmin kullanılmaktadır.

$$A_c = F_{ave} + k_{\alpha} \sqrt{F_{ave}/L_j} - 0.5/L_j \text{ formülü}$$

şu sonucu vermektedir  $A_c = 3.17 + 1.282\sqrt{3.17/1} - 0.5/1$

bu nedenle  $A_c = 4.956524$

Bu nedenle, kritik değer 5'dir. **Bu durumda**, 5 veya daha fazla kazanın meydana geldiği kilometrelerin, kara nokta listesine dahil edilmesi gerekir.

### **2.13.3 Kaza eiddiyetsiddeti**

Formül, kaza başına **eiddiyetsiddet** değerine dayanmaktadır. Aşağıdaki hesaplamalarda kullanılan ağırlık faktörleri 9:3:1 olarak varsayılmakta olup bunlar sırasıyla ölümler, yaralanmalar ve ve kazaya karışan hasarlı araçlardır. Ancak, gelecekte 9:3:1'in ölümlü kazalar, yaralanmalı kazalar ve sadece hasarlı kazalar için kullanılması önerilmektedir (bakınız bölüm 2.7.3).

Aşağıdaki durumda j kesimi, kaza **eiddiyetsiddeti** açısından bir kara noktadır:

$$Q_j > Q_c \quad \text{ve} \quad Q_c = Q_{ave} + k_{\alpha} \sqrt{\hat{\sigma}^2} - 0.5$$

Formatted: Bullets and Numbering

burada  $\hat{\sigma}^2$ ,  $S_i Q_i$ 'nin tahmin edilen varyansdır

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n Q_i - Q_{ave}^2$$

$$Q_{ave} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$Q_{ave} = 7.0$  kaza başına eiddiyetsiddet değeri.

$$Ve \hat{\sigma}^2 = 6.4^2$$

$$Q_c = 7.0 + 1,282 * 6.4 * 0.5 = 14.7$$

Böylelikle, K kritik değer, 14.7'dir. Bu da, K kaza başına 14.7'den yüksek bir eiddiyetsiddet değerine sahip olan kilometrelerin listeye dahil edilmesi gerekiranlamına gelir.

Aşağıdaki hususlar dikkate alınmalı:

- Kilometre başına ortalama eiddiyetsiddet değeri = 22.1, varyans  $\hat{\sigma}^2 = 27.9^2$  'dir.
- Microsoft Excel'deki fonksiyon değişimi, paydada (n-1) yerine n'yi kullanmaktadır. Fark, dikkate alınmayı gerektirmeyecek kadar küçüktür.

#### 2.13.4 Belirlenmiş muhtemel kara noktalar

Muhtemel kara noktalar olarak belirlenmiş olan kilometreler, Tablo 1, 2 ve 3'de verilmektedir. Değerler, kritik sınırların üzerinde olmaları durumunda basılmaktadır. Bu, endeksin 1'in üzerinde olduğunun söylenmesi ile aynı anlamı taşımaktadır. Sadece kriterlerden en azınan birinin yerine getirildiği kilometreler gösterilmektedir.

#### KESİM 100-12

Km	Kaza sayısı	Km başına <u>eiddiyetsiddet</u> değeri	Kaza başına <u>eiddiyetsiddet</u> değeri	Kaza oranı
58	6			
59	6	61		
60	9			4.33
61			17.00	
64	5			
69	6	87		
71	14	71		6.73
72	6			
73		63	21.00	
74	7	151	21.57	3.37

76	8			3.85
78	5	92	18.40	
79	8			3.85
81			(16.00)	
82	7			3.37

**Tablo 1: 100-12 Kesiminde muhtemel kara noktalar olarak belirlenmiş kilometreler.**

**KESİM 100-13**

Km	Kaza sayısı	Km başına <del>eiddiyet</del> siddet değeri	Kaza başına <del>eiddiyet</del> siddet değeri	Kaza oranı
2	8			3.85
10			(17)	
11	12	93		8.00
12	23	102		15.32

**Tablo 2: 100-13 Kesiminde muhtemel kara noktalar olarak belirlenmiş kilometreler.**

KESİM 100-14

Km	Kaza sayısı	Km başına <del>eiddiyet</del> şiddet değeri	Kaza başına <del>eiddiyet</del> şiddet değeri	Kaza oranı
0	8			5.33
4	5			3.33
5	7	69		4.66
6	17	101		11.33
7	8	77		5.33
14	7	60		4.66
17			(16)	
18	6			4.00
19			(19)	
20	6			4.00
22	9	60		6.00
23	6			4.00
24	9			6.00
29		58	19.33	
32	5			3.33
33			(16)	
37			(17)	
48			(17)	
53	8			5.20
64	5			3.25
65			(38)	
66			(29)	
67	7	116	16.57	4.55
74	5	81	16.2	3.25
81			15	
89	5			3.25
90	8			5.20

**Tablo 3: 100-14 Kesiminde muhtemel kara noktalar olarak belirlenmiş kilometreler.**

Bir kesim için toplam şiddet değeri herhangi bir ek bilgi sağlamaz. Bu nedenle bunun yerine kaza başına şiddet değeri kullanılmalıdır. Kaza başına eiddiyet değerinin fazla yardımcı olmadığı görülmektedir. Bir çok durumda az sayıda kaza meydana gelmesi durumunda yüksek bir değer bulunmaktadır. Tablo 1, 2 ve 3'de eğer kaza başına şiddet değeri yüksek fakat kaza sayısının sadece az ise (bir veya iki) şiddet değeri -olması durumunda eiddiyet değeri parantez içine alınmıştır. Eğer kaza başına şiddet değeri sadece az sayıda kazaya dayalı ise bunun bilinmesi önemlidir.

Yukarıdaki hesaplamalar, sadece yöntemin nasıl kullanılacağı konusunda bir örnek oluşturmaktadır. Kavşakların karayolu kesimlerinden ayrılması ve ayrıca ele alınması durumunda yöntem iyileştirilmiş olacaktır. Kavşaklar içinde ve kesimler içinde farklı gruplar oluşturulabilir. Bu gruplar Geometri ve öteki özellikler açısından benzerlik taşırlar. gruplar düşünülebilir. Her grup içinde ortalama kaza oranı, ortalama frekans ve

ortalama kaza ~~eiddiyetsiddeti~~ hesaplanmaktadır. Bu, kara noktaların belirlenmesinde yöntemin gücünü artırmaktadır.

Formatted: Bullets and Numbering

## 2.132.14 Önerilerin özeti

SweRoad, potansiyel kara noktaların ilave listelerin oluşturulmasını ve bir parametre (index) kendi kritik değerinin üzerine çıktığında karayolu kesimlerinin dahil edilmesini önermektedir.

Hesaplama sürecinde birden fazla yılın verilerinin kullanılması tercih edilmelidir. Bu, her yıla ilişkin değerlerin hesaplanmasından daha iyidir.

Kullanılan katsayılar, % 10 güven düzeyine yani  $k_\alpha = 1.282$ 'ye dayalı olmalıdır.

### 2.1.12.14.1 Kaza oranı

- $k_\alpha = 1.282$  kullanılmalıdır.
- Taşıt kilometreleri için her kilometre, formüldeki ortalama (m) 0,5/m değili yerine, kendi  $m_j$  0,5/ $m_j$  değerine sahip olmalıdır.
- Formülde + 0,5/ $m_j$  değil - 0,5/ $m_j$  olmalıdır.

### 2.13.22.14.2 Kaza frekansı

- $k_\alpha = 1.282$  kullanılmalıdır.
- Formülde taşıt kilometreleri değil karayolu kilometreleri kullanılmalıdır.
- Formülde + 0,5/ $m_j$  değil - 0,5/ $L_j$  olmalıdır.

### 2.14.3 Ciddiyet/Siddet değeri

- $k_\alpha = 1.282$  kullanılmalıdır.
- Kaza başına şiddet değeri kullanılmalıdır. S<sub>i</sub> ve ortalaması birbirlerine uygun olmalıdır.
- Formülde taşıt kilometreleri kullanılmamalıdır. Bunun yerine, “kesim başına şiddet”in veya “kaza başına şiddet”in kullanılmasına bağlı olarak karayolunun uzunluğu veya kaza sayısı kullanılmalıdır.
- Formüldeki son terim, artı değil eksi olmalıdır.

Ayrıca, SweRoad, eiddiyet/siddetin, kişiler ve taşıtlar yerine kazaların ağırlıklandırılmasına (yani ölümlü kazalar, yaralanmalı kazalar ve maddi hasarlı kazalar) dayandırılmasını önermektedir. Yeni ağırlıklandırma faktörleri dikkate alınmalıdır.

### 2.142.15 Referanslar

- Ezra Hauer, Identification of “sites with promise”, Transportation Research Board 75<sup>th</sup> Annual Meeting, 1996.
- Safety design and operational practices for streets and highways, US Department of Transportation, 1980.
- Mats Wiklund, “Rate Quality Control Method” (Swedish).
- KGM'den alınan kara nokta analiz belgeleri 2000.



### 3 Teşhis

#### 3.1.1 Belirleme sürecindeki kriterler

Formatted: Bullets and Numbering

Kara nokta belirleme süreci, tehlikeli kilometreleri üç farklı kritere göre belirlemiştir: (i) kaza oranı, (ii) kaza frekansı, ve (iii) kaza şiddeti.

Teşhis olarak adlandırılan bölümde, problemlerin nasıl incelendiğini, kazaya sebep olan faktörler, ve teşhis denilen her kara noktaya yönelik aksaklıklar tanımlanacaktır. Teşhis, bu mahallin hangi kritere göre bir kara nokta olarak belirlendiğine bağlıdır. Bunların değerlerine bağlı olarak iyileştirme olasılığı ve maliyet etkinlik değişikliği gösterebilir.

#### 3.1.1 Kaza oranı ve kazaların sayısı

Aşağıdaki tablo, üç kriterden ikisi için olası iyileştirme potansiyelinin nasıl olabileceğini göstermektedir.

Kaza Oranı	Kaza sayısı	
	Çok	Az
Yüksek	A	B
Düşük	C	D

- Çok sayıda kaza vardır ve kaza oranı yüksektir. Bu, iyileştirme için söz konusu özelliklerdeki kesimlerde iyileştirme potansiyelinin yüksek olduğu anlamını taşımaktadır.
- Az sayıda kaza vardır ancak kaza oranı yüksektir. Normalde bu, iyileştirme için bir potansiyel olduğu anlamını taşır. Ancak trafik akışının düşük olması nedeniyle sadece ucuz karşı önlemler uygun maliyetli olabilir.
- Çok sayıda kaza vardır ancak kaza oranı düşüktür. Bu mahalde muhtemelen trafik akışı yüksektir. İyileştirme için bir potansiyel olabilir. Ancak normalde durum, güvenlik durumunun iyileştirilmesinin pahalı karşı önlemlerle gerçekleştirilmesine izin verir. Bu, maliyet etkinliği sınırlandırmaktadır.
- Az sayıda kaza vardır ve kaza oranı düşüktür. İyileştirme için çok az veya hiç potansiyel yoktur. Karşı önlemler sadece belirli durumlarda uygulanabilir. Bu kilometreler, normalde kara nokta belirleme aşamasında seçilmemektedir.

#### 3.1.2 Kaza sayısı veya kaza oranına dayalı belirleme

Belirlemenin kazaların sayısına veya kaza oranına göre yapılması halinde analiz büyük ölçüde aynı olacaktır. Her iki durumda da analiz edilmesi gereken husus kazalardır. Oran, iyileştirme olasılığı bulunabilecek mahallerin belirlenmesinin bir yoludur. Ancak oran, trafik hacmine bölünen kazalardan oluşur. Trafik hacminin düşük olması halinde oran yüksek olabilir ve kaza sayısı düşük olabilir.



Teoride analiz aynıdır. Yani, kazalardaki modeller araştırılır. Ancak uygulamada, bu araştırma biraz farklı olabilir. Oranın, az sayıda kazaya dayalı olması halinde bir model oluşturulması için birkaç kazanın gerekli olması nedeniyle modellerin bulunması kolay olmayabilir.

Oranın yüksek, kaza sayısının da düşük olması halinde farklı bir yaklaşım kullanılması gerekir. Daha sonra kazaların birer birer analiz edilmesi gerekir. Mahaldeki incelemeler, eksiklikleri ortaya koyabileceği için daha fazla önem taşıyacaktır.

### 3.1.3 Kaza **eiddiyetsiddet**ine dayalı belirleme

Üçüncü kriter, kazanın **eiddiyetsiddet**idir. Ciddi kazaların meydana geldiği mahallerde karşı önlemlerin bulunması, ciddi kazaların meydana gelmediği mahallere göre daha fazla önem taşıması nedeniyle kaza **eiddiyetsiddet**i faktörü kullanılmaktadır. İlk olarak **eiddiyetsiddet** değerinin uygunluğunun kontrol edilmesi gerekir. Az sayıda ya da çok sayıda kazaya mı dayanmaktadır? Kaza **eiddiyetsiddet**inin çok sayıda kazaya dayanması durumunda kuşkusuz uygunluk daha fazla olacaktır.

Her türlü durumda tek araçlı kazaların veya daha fazla aracın karıştığı kazaların olup olmadığı kontrol edilmelidir. Tek araçlı kazalar bulunması halinde **eiddiyetsiddet**, tehlikeli yol kenarlarına dayanabilir ve yol kenarlarının iyileştirilmesi veya korkuluk konulması gerektiğini gösterebilir. Kazaya birden fazla aracın karışması durumunda trafik ortamının iyileştirilmesi gerekebilir.

### 3.1.4 Kazaların sayısı ve **eiddiyetsiddet**i

Aşağıdaki tablo, üç kriterden ikisi için olasılığın nasıl olabileceğini göstermektedir.

Kazanın <b>eiddiyetsiddet</b> i	Kazaların sayısı	
	Çok	Az
Yüksek	E	F
Düşük	G	H

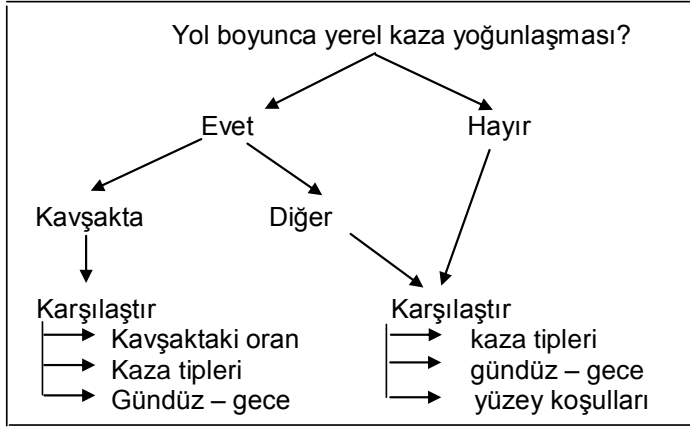
- E. Çok sayıda kaza vardır ve **eiddiyetsiddet** oranı yüksektir. Bu, iyileştirme için yüksek bir potansiyel olduğu anlamını taşır.
- F. Az sayıda kaza vardır ancak **eiddiyetsiddet** oranı yüksektir. Yolun biçimi tehlikeli olabilir veya yolda ya da yol kenarında tehlikeli nesnelere bulunabilir. Ucuz karşı önlemler bulunması mümkün olabilir.
- G. Çok sayıda kaza vardır ancak **eiddiyetsiddet** oranı düşüktür. Ciddi kazaların azaltılması için karayolu güvenliği amaçları belirlendiği takdirde bu mahallin kaygı verici olmayacağı görülmektedir. Ancak, tehlikeli durumları ortaya koyabilecekleri için bu kazaların incelenmesi gereklidir. Karşı önlemlerin bulunması genellikle mümkündür.
- H. Az sayıda kaza vardır ve **eiddiyetsiddet** oranı düşüktür. İyileştirme için çok az olasılık vardır veya hiç olasılık yoktur. Karşı önlemler sadece çok özel durumlarda uygulanmalıdır.

### 3.2 Yer

"Kara nokta" kilometreleri belirlendiğinde bir sonraki aşama, seçilen kilometreler içindeki kazaların yerinin belirlenmesidir. Kazalar, her zaman olmamakla birlikte genellikle kilometrenin belirli bir bölümünde yoğunlaşır. Bu bir kavşak, keskin bir viraj, bir köprü veya başka bir tehlikeli nokta olabilir.

MAAP ile bu kaza haritası kullanılarak yapılabilir. Harita kullanılması, iki kilometre arasındaki sınırı kapsayan hiç bir kaza kümesi bulunmamasının sağlanması açısından da iyi bir fikirdir. Durum böyle ise kazaların iki kilometre arasında bölünmesi nedeniyle çapraz tablolarda bu kümeler eksik kalabilir. Ancak bu teşhis aşamasından ziyade belirleme aşamasını ilgilendiren bir konudur.

Teşhis, aşağıdaki şekilde gösterilen bir yapıyı izleyebilir.



Analizin temel amacı, kaza oluşumlarının araştırılmasıdır. Bunlar, mevcut durumdaki eksiklikleri ortaya koyabilirler. Herhangi bir oluşum bulunup bulunmadığının görülmesi için kazalar çeşitli sayıda belli özelliklere bölünebilir. Bazen belirli bir özelliğin ne kadarının fazla veya az olduğunun karşılaştırılması güç olabilir. Bu tür durumlarda "normal" durumun ne olduğunun bilinmesi ve bununla karşılaştırılması yararlı olur.

Raporun bundan sonraki bölümünde bazı durumlara ilişkin yüzdeler veya ortalamalar verilmektedir. Bunlar, 1999 ve 2000 için Pilot Proje karayollarından hesaplanmıştır. Bu sadece geçici olarak kullanılacaktır. Hesaplamalar, daha fazla sayıda kaza için tekrarlanmalıdır.

### 3.3 Evet, yerel bir kaza yoğunlaşması vardır

Karayolu boyunca yerel bir kaza yoğunlaşması bulunması durumunda bu yoğunlaşmanın bir kavşakta olup olmadığının açıklığa kavuşturulması gerekir. Yoğunlaşmanın bir kavşakta olması halinde yapılacak en az üç karşılaştırma bulunmaktadır:

- Kaza oranı bu kavşak için hesaplanabilir
- Kaza tipleri karşılaştırılabilir

- Gece ve gündüz kazaları karşılaştırılabilir

### **2.1.13.3.1** Kavşaklar için kaza oranı

Belirleme aşamasında kriterlerden biri de kilometreye ilişkin kaza oranıdır. Bir kavşakta güvenlik sorunlarının bulunması durumunda kaza oranı, sadece bu kavşak için hesaplanabilir. Bu sorunun boyutu ve iyileştirmelerle elde edilebilecek muhtemel kaza konusunda bir fikir verir. Bir kavşağa ilişkin kaza oranı, bir karayolu kesimine ilişkin orandan farklıdır. Bir kesim için taşıt kilometreleri hesaplanır. Bir kavşak için ise bu, kavşağa giren taşıtların sayısına tekabül eder. Hesaplanan ölçüt, milyon araç başına kaza sayısı olacaktır. Bu, Türkiye'deki farklı kavşak tiplerine ilişkin normal oranların belirlenmesine yönelik bir araştırma projesi olabilir.

### **2.1.23.3.2** Kavşaklar için kaza tipleri

Kaza tiplerinin bileşimi, kavşağın geometrisine bağlı olarak farklılık gösterir. 1999 ve 2000 yılları için PP karayollarındaki yüzdeler aşağıda gösterilmektedir.

Rakamlar, farklı kavşak tiplerine ayıramayacak kadar azdır. 3 kollu kavşaklarda 4 kollu kavşaklara göre aynı yönden gelen taşıtların karıştığı kazaların yüzdesi daha yüksektir ve komşu yönlerden gelen taşıtların karıştığı kazaların yüzdesi daha düşüktür.

Kaza tipleri	Kavşaklardaki kazalar
Tek araçlı	% 15
Aynı yönde seyreden araçlar	% 39
Komşu yönlerde seyreden araçlar	% 35
Zıt yönlerde seyreden araçlar	% 6
Sollama	% 1
Yaya	% 2
Diğer	% 3
Toplam	% 100

### **3.3.3** Karayolu kesimlerine ilişkin kaza tipleri (kavşaklar hariç)

Kaza tiplerine ilişkin yüzdeler, gerek bütün kazalar gerekse karayolu kesimlerindeki (kavşaklar dışında) kazalar için aşağıda gösterilmektedir.

Kaza tipleri	Kavşaklar dışındaki kazalar
Tek araçlı	% 57
Aynı yönde seyreden araçlar	% 25
Komşu yönlerde seyreden araçlar	% 2
Zıt yönlerde seyreden araçlar	% 8
Sollama	% 4
Yaya	% 2
Diğer	% 2
Toplam	% 100

### 3.3.4 Gündüz – gece

Gündüz ve gece için kaza dağılımı hesaplanabilir. Kazaların normal dağılımı gündüz % 66, gece % 30 ve alacakaranlıkta % 4 şeklinde olmuştur (PP Karayolları).

Bu ortalama yüzdeler, karşılaştırmalar için kullanılabilir. % 30'un üzerinde bir gece kazaları yüzdesi, gece trafiğinde özel bir sorun olduğuna işaret edebilir. Yüzdelerin kavşaklar ve karayolu kesimleri için hemen hemen aynı olması nedeniyle bir ayırma gerekli değildir.

### 3.3.5 Yüzey koşulları

Yüzey koşullarına göre kaza dağılımı hesaplanabilir. Normal yüzdeler şöyledir: kuru yüzey % 63, ıslak % 32, karlı % 3 ve buzlu % 2.

Islak koşullar için 32'nin üzerindeki yüzdeler, ıslak yüzeylerde örneğin ıslak yol üzerinde kötü sürtünme gibi özel bir sorunun varlığını ortaya koyabilir. Karlı yüzeyler için % 3, buzlu yüzeyler için de % 2'nin oldukça üzerinde olan oranlar, kış bakımının iyi bir iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu gösterir. Ancak, bu rakamların dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekir.

### 3.3.6 Çarpışma tipleri

Çarpışma tiplerine göre kaza dağılımı hesaplanabilir. Çarpışma tipleri, kaza tiplerinin tamamlanması amacıyla kullanılır. Sorun, çok sayıda tek araçlı kazanın meydana gelmesi ise örneğin sabit cisimlere çarpıp çarpmadıkları veya takla atıp atmadıklarının bilinmesi ilginç olabilir.

1999 ve 2000 için Pilot Proje karayollarında normal çarpışma tipleri aşağıda gösterilmektedir:

	<b>Kavşakların dışındaki kazalar</b>	<b>Kavşaklardaki kazalar</b>
Kafa kafaya	% 5	% 1
Arkadan çarpma	% 21	% 26
Yandan çarpma	% 11	% 49
Yan yana çarpma	% 2	% 4
Devrilme	% 24	% 4
Sabit cisme çarpma	% 13	% 7
Yaya	% 2	% 3
Diğer	% 22	% 6
Toplam	% 100	% 100

### 3.3.7 Taşıt tipleri

Taşıt tiplerine göre dağılım hesaplanabilir. Kazalara karışan taşıt tipleri, teşhiste yardımcı olabilir. Özellikle kamyonların aşağıdaki yüzdelerin üzerinde kazalara karışması durumunda.

Pilot Proje karayollarına ilişkin normal taşıt yüzdeleri aşağıda gösterilmektedir. % 2'nin altındaki taşıt tipleri, "bütün ötekiler" kategorisine ilave edilmiştir.

Otomobil	% 60
Minibüs	% 4
Pikap	% 10
Kamyon	% 15
Otobüs	% 5
Bütün diğerleri	% 6
Toplam	% 100

### 3.3.8 Kazalar

Kaza **eiddiyetsiddet**ine göre kazaların dağılımı hesaplanabilir.

1999'da Pilot Proje karayollarında kaza **eiddiyetsiddet**i aşağıda gösterilmiştir.

	Ölümlü kaza	Ağır yaralanmalı kaza	Hafif yaralanmalı kaza	Sadece maddi hasarlı	Toplam
Kazaların sayısı	159	203	1096	2033	3491
Kazaların yüzdesi	5 %	6 %	31 %	58 %	100 %

### 3.3.9 Kazazedeler

Kaza **eiddiyetsiddet**ine göre kazazedelerin dağılımı hesaplanabilir.

1999 ve 2000 yıllarında Pilot Proje karayollarında tespit edilen kazazedelere yönelik bilgiler aşağıda gösterilmektedir.

	Ölüm	Ağır yaralanma	Hafif yaralanma	Toplam
Kişilerin sayısı	255	524	3083	3862
Kişilerin yüzdesi	% 7	% 13	% 80	% 100

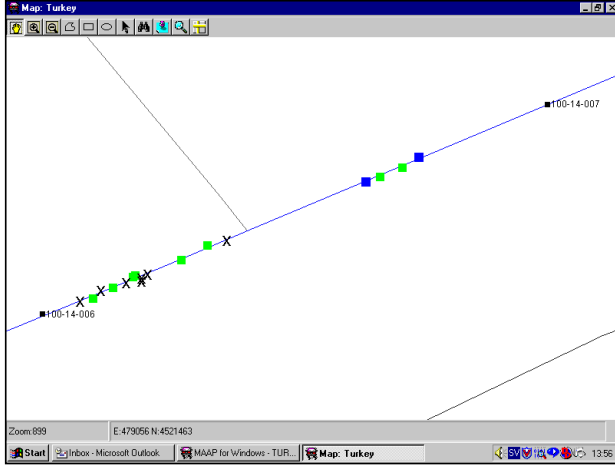
### 3.4 Çubuk şema analizi

MAAP, farklı kaza bilgilerinin (detaylarının) tanımlanması için kullanılabilir. Bu, "çubuk şema analizi" olarak adlandırılmaktadır. Her kalem, formdaki bütün kalemlere göre karşılaştırılabilir. Aşağıda bazı önemli kalemleri kullanan bir örnek verilmektedir.

### 3.5 Kesim 100-14, kilometre 6'dan örnek

Aşağıdaki örnek, kesim 100-14, kilometre 6 için durumu göstermektedir.

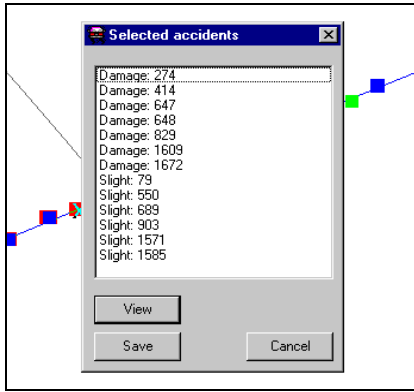
Bu kesimde 17 kaza, km başına kaza **eiddiyetsiddet**i değeri 101 ve kaza oranı da 11 olarak belirlenmiştir.



Haritada, 6. kilometrenin başlangıcında 13 kazalık bir küme görülmektedir.

Ayrıca yaklaşık olarak kilometre 6 + 600'de 4 kazalık bir küme bulunmaktadır.

X sadece hasarlı kazaları, mavi kareler ağır yaralanmalı kazaları ve yeşil kareler de hafif yaralanmalı kazaları temsil etmektedir. Eğer bir ölümlü kaza olsaydı, kırmızı kare ile temsil edilirdi.



13 kaza haritadan seçilebilir. Bu, poligon özelliği kullanılarak yapılmaktadır. Bu, soldaki resimde görülebilir. Seçim, bu kazaların **eiddiyetsiddetini** ve tipini göstermektedir. Bunlar saklanabilir ve başka analizler için kullanılabilir. Bu 13 kaza, 100 ve 370 metreler arasında meydana gelmiştir. Bu, aşağıda tanımlanan çubuk şema analizinde de görülen aynı kurptur.

Kesim 100 - 14, 6. kilometredeki bu 13 kümelik kazaya ilişkin bir çubuk şema analizi, aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Kaza sayısı	Metre	Ay	Kazazede sayısı	Yüzey koşulu	Çarpışma tipi	Kaza tipi	Gün ışığı durumu
79	350	11	2	Buzlu	Devrilme	Tek araçlı	Gündüz
274	100	5	0	Islak	Başka	Tek araçlı	Gündüz
414	370	8	0	Kuru	Yandan çarpma	Zıt yönlerde seyreden araçlar	Gündüz
550	300	11	2	Islak	Kafa kafaya	Zıt yönlerde seyreden araçlar	Alacakaranlık
647	200	12	0	Islak	Devrilme	Tek araçlı	Gündüz
648	250	12	0	Islak	Devrilme	Tek araçlı	Gündüz
689	220	3	3	Islak	Yandan çarpma	Zıt yönlerde seyreden araçlar	Gündüz
829	150	6	0	Kuru	Diğer	Tek araçlı	Gündüz

903	225	7	4	Islak	Diğer	Tek araçlı	Gündüz
1571	120	8	1	Islak	Devrilme	Tek araçlı	Gece
1585	200	11	4	Islak	Devrilme	Tek araçlı	Gündüz
1609	250	11	0	Islak	Sabit cisme çarpma	Tek araçlı	Gündüz
1672	250	4	0	Islak	Devrilme	Tek araçlı	Gece

Bütün kazalar, 6 kilometreden sonra 100 ve 370 metreler arasındaki bir kavşakta meydana gelmiştir.

### 3.5.1 Yüzey koşulları

Onüç kazadan onu ıslak yüzey koşullarında meydana gelmiştir. Bu, beklenenin üzerindeki bir rakamdır. Bu, sürtünmenin düşük olduğunun bir göstergesidir.

### 3.5.2 Gündüz – gece

Gece, iki kaza meydana gelmiştir. Bu, geceleri bir sorun olduğunu göstermemektedir.

### 3.5.3 Kaza tipleri

Kaza tipleri, tek araçlı veya karşı yönlerden gelen araçların, yani kontrolünü kaybeden ve karşı yönden gelen araçlarla çarpışan araçların karıştığı kaza kategorilerinden oluşmaktadır.

### 3.5.4 Çarpışma tipleri

Çarpışma tipleri, tek taşıtlardan birinin sabit bir nesneye çarptığını ve altısının da takla attığını göstermektedir. Bu, yol kenarlarının, eğimlerin kontrol edilmesi ve ne tip engeller bulunduğunun araştırılması için incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

### 3.5.5 Taşıt tipleri

Aşağıdaki tabloda, her taşıta ilişkin bilgilerin, yani taşıt tipi ve sürücü yaşının nasıl dahil edilebileceği gösterilmektedir. Birden fazla aracın karıştığı bir kaza için kaza verileri her taşıt için bildirilmekte, bu nedenle kazaya iki taşıtın karışması halinde iki kere tekrarlanmaktadır. 414, 550 ve 689 olarak belirlenen kazalar, birden fazla taşıtın karıştığı kazalardır. Kaza **iddiyetsiddet**inin ve yaralı sayısının, kaza için tanımlandığını ve her taşıt için tekrarlandığını lütfen dikkate alın.

Kaza sayısı	Sürücü yaşı	Taşıt tipi	Kaza <b>eiddiyetşiddeti</b>	Kazazede sayısı
79	37	Pikap	Hafif yaralanmalı	2
274	40	Otomobil	Sadece maddi hasarlı	0
414	38	Otobüs	Sadece maddi hasarlı	0
414	44	Otobüs	Sadece maddi hasarlı	0
550	36	Otomobil	Hafif yaralanmalı	2
550	41	Kamyon	Hafif yaralanmalı	2
647	21	Otomobil	Sadece maddi hasarlı	0
648	49	Otomobil	Sadece maddi hasarlı	0
689	48	Minibus	Hafif yaralanmalı	3
689	46	Otomobil	Hafif yaralanmalı	3
829	53	Otomobil	Sadece maddi hasarlı	0
903	39	Otomobil	Hafif yaralanmalı	4
1571	49	Otomobil	Hafif yaralanmalı	1
1585	28	Otomobil	Hafif yaralanmalı	4
1609	66	Otomobil	Sadece maddi hasarlı	0
1672	42	Kamyon	Sadece maddi hasarlı	0

### 3.6 Sadece maddi hasarlı kazalar olmaksızın teşhis

Sadece maddi hasarlı kazalar analizlerde bulunmaz ise, sağlıklı bir teşhis yapma olanağı azdır çünkü analizde kaza sayısı azdır ve kaza oluşumu saptamak daha zor olur. Ancak, teşhis prosedürü aynıdır. Yukarıda verilen rakamlar ve yüzdeler sadece yaralanmalı kazaları baz alarak yeniden hesaplanmalıdır.

### 3.7 Kaza mahalli araştırmaları

Kaza mahalline yapılacak bir ziyaret normalde teşhisin gerekli bir bölümünü oluşturur. Bu ziyaret, oldukça ayrıntılı bilgi sağlayabilir. Kaza mahalli, teşhis sürecinin bir bölümü olarak daha önceden ziyaret edilmiş olabilir. Ancak teşhisten sonra yeni bir ziyaret yapılması yararlı olabilir. Teşhiste, daha ayrıntılı bir kaza mahalli araştırmasını yararlı kılacak modeller içerebilir. Örneğin, araştırmayı yapan kişiye, ne araması gerektiği konusunda bazı yeni fikirler verebilir.

Kontrol listeleri de kullanılabilir. Güvenlik denetimlerine (safety audit) ilişkin kontrol listelerinin uygun kısımları kullanılabilir. (Bakınız 'Güvenlik Denetimi Elkitabı' adlı SweRoad raporu, Aralık 2001).

Araştırmacı, kaza mahalli boyunca araç kullanmalıdır. Bu bir kavşaksa, her yönden girmeli ve mümkün olan bütün manevraları denemelidir. Sorunun ıslak yoldan kaynaklanan kazalar olması halinde yol yüzeyi ıslakken araç kullanmalıdır. Sorun, gece meydana gelen kazalar ise gece araç kullanmalıdır. Yayalardan kaynaklanan bir sorun varsa bir yaya gibi hareket etmelidir, vs.

Araştırmacı, kaza mahallini ve trafik durumunu gözlemler. Kaza mahallinde sürtünme, görüş mesafeleri, hızlar, çatışmalar, taşıtlar arasındaki mesafeler ve geçen yayaların sayısı, vs. gibi daha nesnel ve daha uzun süren ölçümler yapılması gerekli olabilir.



## 4 Karşı önlemlerin bulunması

### 4.1 Giriş

Karşı önlemin seçimi, bir önceki bölümde açıklanan teşhise (kaza analizi) dayalı olmalıdır.

Kara noktanın ve kesin yerinin belirlenmesi, kazaların analiz edilmesi ve sorunun tanımlanmasından sonra bu bölüm, uygun bir karşı önlemin ve beklenen etkisinin belirlenmesi için kullanılabilir. Etkilerin tahminlerinin nasıl yapılacağı, beşinci bölümde daha detaylı anlatılmıştır.

Bu bölüm, iki ana bölüme ayrılmıştır. Bunlar Yol Kesimleri (kesimler) ve Kavşaklar (kesişmeler)dir. Her bölümde çeşitli ortak sorunlar veya kaza türleri tanımlanmaktadır. Her sorun için, bir veya daha fazla karşı önlemlerle birlikte beklenen etkileri açıklanmaktadır. Ayrıca bu karşı önlemin uygulanmasından önce dikkate alınması gereken bazı önemli noktalar sıralanmaktadır.

### 4.2 Yol Kesimleri

#### 4.2.1 Tek araçlı kazalar

*Bu kaza tipi, sürücülerin, direksiyon hakimiyetini kaybedip yolun dışına çıktıklarını belirtir.*

Bu tür kazalar genellikle koşullara göre çok yüksek hızla bağlantılıdır. Bunun nedeni, tepe tipi düşey bir kurp arkasında saklanmış olan bir yatay kurp veya tasarım hızına göre asgari yarıçaptan daha küçük yarıçapa sahip olan bir yatay kurp gibi beklenmedik durumlara bağlı yetersiz görüş olabilir. Ayrıca sürüş şeritleri ile banket arasındaki seviye farkı veya bankette veya sürüş şeridinde çukurlar veya yetersiz bakımla (yol yüzeyinde çukurlar veya şeritlerde/bankette hasar görmüş kaplama) bağlantılı olabilir.

#### **Karşı önlemler**

İşaretlemelerin iyileştirilmesi:	Uyarı levhaları, şevron işaretleri, reflektif kenar taşları (ayırıcılar, Yol kenar dikmesi (CTP) gibi), hız sınırı levhaları.
Güzergahın iyileştirilmesi:	Görsel yönlendirmenin iyileştirilmesi, yatay kurp yarıçapının artırılması.
Kayma direncinin artırılması:	Sürtünmenin artırılması için yüzey yapısının değiştirilmesi, deverin rehabilite edilmesi.
Kaplamanın iyileştirilmesi:	Sürüş şeritleri ile banketler arasında seviye farkı bulunmamasının sağlanması.
Yol kenar alanının iyileştirilmesi:	Kaza şiddetinin azaltılması için rijit nesnelerin bulunmadığı bir emniyet alanı oluşturulması.
Otokorkuluk yerleştirilmesi:	Yol kenarı alanının iyileştirilmesi mümkün değilse.

### **Etkiler**

Genel olarak etkiler belirsizdir. Yatay kurplardaki kazalar için etki, genel olarak düz bir yolda tek bir kurbun bulunduğu yollarda birbirini takip eden kombine kurpların bulunduğu kesimlere göre daha yüksek olmaktadır.

Güzergahın ve kaplamanın iyileştirilmesi, daha ağır kazalar doğurabilecek yüksek hızlara yol açabilir.

#### **4.2.2 Aynı istikamette seyreden araçların karıştığı kazalar**

*Bu kaza türü, genellikle kavşaklar arasındaki yol kesimlerinde pek yaygın değildir. Ancak, bu kaza türü, farklı taşıtlar arasındaki hız farkının çok fazla olduğu yokuşlu kesimlerde meydana gelmektedir.*

### **Karşı önlemler**

İlave bir şerit ekleyin: Yokuşlu kesimlerde tırmanma şeridi inşa edin.  
Bölünmüş dört şeritli yol: Trafik hacmi yeterince yüksekse bölünmüş dört şeritli bir yol inşa edin.

### **Etkiler**

Tırmanma şeritleri, dik bir rampanın çıkış eğimli tarafı gibi yavaş ve hızlı trafik karışımının bulunduğu kesimlerde özellikle yararlı olabilir. "1000 m ileride tırmanma şeridi" gibi önceden konulacak levhalar, bazı sürücülerini sabırlı olmaya ve sollamak için daha emniyetli bir fırsat buluncaya kadar beklemeye ikna edebilir. Bu durumda, tırmanma şeridinden önce bile olumlu bir etkiye ulaşılabilir.

Uzun ve dik yokuşlarda ağır taşıtlar, inişte bile yavaş seyretmektedir. Trafik hacminin yüksek olması koşulu ile bir bariyer veya otokorkulukla bölünmüş dört şeritli bir yol, arkadan çarpma ile bağlantılı kazaların sayısının azaltılmasında etkili olabilir. Aynı zamanda karşıdan gelen gelen taşıtlarla çarpışmalar önlenecek ve sollama ile bağlantılı kazaların sayısı da azalacaktır. Öte yandan, taşıtların bariyere veya otokorkuluğa çarptığı tek taşıtlı kazalar artacaktır.

### **Dikkate alınması gereken hususlar**

Tırmanma şeritlerinde sollamaya nerede izin verildiğinin ve vermediğinin açık bir şekilde tanımlanması büyük önem taşımaktadır. Bu, trafik levhaları ve belirgin şerit ve mihver işaretlemeleri ile yapılmalıdır. Ayrıca, özellikle tırmanma şeritlerinin başlangıç ve bitiş noktalarındaki levhaların ve işaretlerin iyi muhafaza edilmesi gerekmektedir.

Bölünmüş bir yol kesiminin başlangıç ve bitiş noktaları, görüş mesafesi açık olacak şekilde seçilmelidir. Ayrıca, bariyer veya otokorkuluğun bitiş bölümlerinin emniyetli bir şekilde tasarlanması da önem taşımaktadır.

#### **4.2.3 Karşı istikametlerde seyreden araçların karıştığı kazalar**

*Bu kaza türü, sürücülerden birinin sollama dışında mihver hattını ihlal ettiği durumları kapsamaktadır.*

Bu durum, eksik yol işaretleri veya kötü bakım nedeniyle oluşan çukurlar veya yıpranmış kaplama nedeniyle yol üzerinde yanlış bir konumda bulunulmasından kaynaklanabilir. Ayrıca, bir sürücünün kurbu içeriden almasına bağlı olabilir.

#### **Karşı önlemler**

Bakım:	Yatay işaretlerin ve kaplamanın yenilenmesi.
Yolun genişletilmesi:	Kaplamalı banketler oluşturulması, sürüş şeritlerinin genişletilmesi.
Yönlerin ayrılması:	Refüj oluşturulması, beton bariyerlerin veya otokorkulukların yerleştirilmesi.

#### **Etkiler**

Yatay işaretlemeler, genellikle her yıl yenilenmelidir. Mihver hattı ve kenar hatlarının aynı anda yenilenmesi durumunda yeni yatay işaretlemeler, güvenlik açısından kazaların azaltılması şeklinde bir etkiye yolaçabilir. Ancak, hız genellikle artacaktır.

Genişliğin normal standartlara kadar artırılması, kazalar ve bunların şiddeti açısından olumlu bir etki yaratmaktadır. Mevcut banketlerin genişletilmesinin etkisi ise belirsizdir.

Yönlerin, üzerinden aşılması önlenecek genişlikte bir refüj ya da bir bariyerle ayrılması halinde kafa kafaya çarpışmalar % 100'e kadar azalacaktır. Öte yandan, arkadan çarpma ya da bariyerlere çarpan araçlar gibi öteki tür kazalar artabilir. Ancak, bu tür kazaların şiddeti daha azdır.

#### **Dikkate alınması gerekli hususlar**

Bölünmüş bir kesimin başlangıç ve sonuç noktaları, açık bir görüş sağlanacak şekilde seçilmelidir. Ayrıca, bariyer veya otokorkuluğun bitiş bölümlerinin emniyetli bir şekilde tasarlanması önem taşımaktadır.

#### **4.2.4 Sollama**

*Sollamadan kaynaklanan kazalar, aynı istikamette seyretmekte olan iki araç veya zıt istikametlerde seyretmekte olan iki araç arasında meydana gelebilir.*

Her iki durumda da yaklaşmakta olan araç olan mesafe genellikle çok kısadır. Bu durum, bir yatay karp veya tepe nedeniyle görüş mesafesinin çok kısa olmasından veya sollamayı yapan sürücünün yaklaşmakta olan aracın mesafesini yanlış hesaplamasından kaynaklanır.

#### **Karşı önlemler**

Görüş mesafesinin artırılması:	Bir yol kesiminde makul aralıklarla sollama için yeterli görüş mesafesinin sağlanması.
İlave bir şerit ekleyin:	Yokuşlu kesimlerde tırmanma şeridi inşa edilmesi.
Bölünmüş dört şeritli yol:	Trafik hacmi yeterince yüksekse bölünmüş dört şeritli bir yol inşa edilmesi.

#### **Etkiler**

Bir yol güzergahının genel olarak iyileştirilmesi, kazaların sayısını yapılan çalışma öncesindeki ve sonrasındaki güzergah farkına bağlı olarak hatırı sayılır bir miktar azaltabilir.

Tırmanma şeritleri, dik bir rampanın çıkış eğimli tarafı gibi yavaş ve hızlı trafik karışımının bulunduğu kesimlerde özellikle yararlı olabilir. "1000 m ileride tırmanma şeridi" gibi önceden konulacak levhalar, bazı sürücülerini sabırlı olmaya ve sollamak için daha emniyetli bir fırsat buluncaya kadar beklemeye ikna edebilir. Bu durumda, tırmanma şeridinden önce bile olumlu bir etkiye ulaşılabilir.

Trafik hacminin ve sollama miktarının yüksek olması koşulu ile bir bariyer veya otokorkulukla bölünmüş dört şeritli bir yol, sollama ile bağlantılı kazaların sayısının azaltılmasında etkili olabilir. Aynı zamanda kafa kafaya çarpışmalar önlenecektir. Öte yandan, taşıtların bariyere veya otokorkuluğa çarptığı tek taşıtlı kazalar artacaktır.

#### **Dikkate alınması gereken hususlar**

Tırmanma şeritlerinde sollamaya nerede izin verildiğinin ve vermediğinin açık bir şekilde tanımlanması büyük önem taşımaktadır. Bu, trafik levhaları ve belirgin şerit ve mihver işaretlemeleri ile yapılmalıdır. Ayrıca, özellikle tırmanma şeritlerinin başlangıç ve bitiş noktalarındaki levhaların ve işaretlerin iyi muhafaza edilmesi gerekmektedir.

Bölünmüş bir yol kesiminin başlangıç ve bitiş noktaları, görüş mesafesi açık olacak şekilde seçilmelidir. Ayrıca, bariyer veya otokorkuluğun bitiş bölümlerinin emniyetli bir şekilde tasarlanması da önem taşımaktadır.

### **4.3 Kavşaklar**

#### **4.3.1 Tek araçlı kazalar**

*Bu kaza türünde tek araçlar bir T-kavşakta üçüncü koldan durmadan devam ederler veya taşıtlar kavşaktaki levhalara ya da refüje çarparlar.*

#### **Karşı önlemler**

Görüş mesafesi:	Kavşakta, özellikle tali yol yaklaşımındaki görüş mesafesini artırın.
Uyarı levhaları:	İleride bir kavşak olduğunu belirten uyarı levhaları koyun.
Hız sınırı:	Kavşak boyunca hız sınırını 70 km/s veya 50 km/s'ye düşürün.
Hız azaltıcı	Sürücülerin dikkatini çekmek için hız azaltıcı (gürültü çıkaran)
yatay işaretlemeler:	yatay işaretlemeler yapın.
Aydınlatma:	Karanlıkta çok sayıda kaza meydana geliyorsa yola ışıklar yerleştirin.

#### **Etkiler**

Tali yoldaki trafik adaları, dört yönlü kavşaklarda küçük bir etki yaratır.

Kavşak boyunca uygulanan bir yerel hız sınırı, kazaların sayısını ve şiddetini azaltacaktır. Aydınlatmanın çift etkisi bulunmaktadır. İlk olarak, genel olarak kavşağa işaret etmekte, ikinci olarak da trafik adaları ve levhalarının ve diğer araçların görünmesini kolaylaştırmaktadır.

#### 4.3.2 Aynı yönlerde giden araçların karıştığı kazalar

Bu tür kazalar, ilk araç, bir dur veya yol ver levhası, trafik ışıkları veya dönüş hareketleri nedeniyle yavaşladığında ikinci aracın birinci araca arkadan çarpması ile meydana gelebilir.

##### **Karşı önlemler**

Görüş mesafesi:	Sürücülerin, öteki sürücülerin bu tür hareketler yapabileceklerini farkedebilmeleri için kavşağın görüş mesafesini artırın.
Uyarı levhaları:	İleride bir kavşak olduğunu belirten uyarı levhaları koyun.
Hız sınırı:	Kavşak boyunca hız sınırını 70 km/s veya 50 km/s'ye düşürün.
Kanalize edilmiş trafik:	Sola dönen ve/veya sağa dönen araçlar için ayrı şeritler oluşturun.

##### **Etkiler**

Kavşak boyunca uygulanan bir yerel hız sınırı, kazaların sayısını ve şiddetini azaltacaktır.

Sola dönen araçlar için ayrı bir şerit, özellikle 4 yönlü kavşaklarda özel bir emniyet etkisi yaratmaktadır.

Sağa dönen araçlar için ayrı bir şeridin hiç bir emniyet etkisi yoktur.

##### **Dikkate alınması gereken noktalar**

Sola dönen araçlar için ayrı bir şerit kullanılması durumunda sola dönüş şeridinde beklemekte olan araçlara sığınma olanağı verecek şekilde tasarlanmış bir refüj tesis edilmelidir.

#### 4.3.3 Komşu yönlerden gelen araçların karıştığı kazalar

*Bu tür kazalar, ana yoldaki araçlarla tali yoldan gelen araçlar arasında meydana gelir.*

##### **Karşı önlemler**

Hız sınırı:	Kavşak boyunca hız sınırını 70 km/s veya 50 km/s'ye düşürün.
Trafik denetimleri:	Bir düzenleme yoksa tali yolun yaklaşım noktasına yol ver levhası veya dur levhası koyun. Kavşakta yol verme önceliği düzenlemesi varsa bunu durma düzenlemesi ile değiştirin.
Sinyalizasyon:	Düzenleme varsa trafik işaretleri koyun.
Görüş mesafesi:	Kavşağın bütün yaklaşım istikametlerinden görünmesini ve yeterli görüş mesafesi bulunmasını sağlayın. Tali yoldan gelirken ana yolun görülmesini engelleyen tabela, reklam levhaları, vs. bulunmaması da önem taşımaktadır.
Aydınlatma:	Karanlıkta çok sayıda kaza meydana geliyorsa yola ışıklar yerleştirin.
Kavşak tasarımı:	Kavşaktaki açığı artırın (bağlanan kollar arasındaki).
Dört kollu kavşağı bölün:	Dört kollu kavşağı, iki adet üç kollü kavşağa dönüştürün.

Modern dönel kavşak: Trafik hacminin bütün yaklaşım kollarında benzer düzeyde olması halinde modern dönel kavşak yapımı göz önünde bulundurulmalı.

Farklı seviyelere ayırma: Trafik hacmi yüksekse, katlı kavşak düşünebilirsiniz.

#### **Etkiler**

Kavşak boyunca uygulanan bir yerel hız sınırı, kazaların sayısını ve şiddetini azaltacaktır.

Yol verme önceliğinden durma düzenlemesine geçiş, şehirlerarası yollarda etkilidir.

Modern ve trafiğe göre düzenlenmiş sinyalizasyon sistemleri, emniyet açısından oldukça iyi bir etki yaratmaktadır. Zamana göre ayarlanmış sinyalizasyon sistemleri ise kazaların sayısında artışa yolaçabilir.

Dört kollu bir kavşağın, iki adet üç kollü kavşağa bölünmesi, özellikle tali yollardan gelen araçların yüzdesinin yüksek olması durumunda kaza şiddeti açısından iyi bir etki yaratmaktadır.

#### **Dikkate alınması gereken noktalar**

Ana yol ve tali yol arasındaki açı 90°'a yakın olmalıdır.

#### **4.3.4 Zıt yönlerden gelen araçların karıştığı kazalar**

*Bu tip kazalar, ana yoldan sola dönen taşıtların karıştığı kazalardır.*

#### **Karşı önlemler**

Kanalize edilmiş trafik: Sola dönüş için ayrı şerit

#### **Etkiler**

Sola dönen araçlar için ayrı bir şerit bulunması, özellikle dört kollü kavşaklarda emniyet açısından olumlu bir etki yaratmaktadır.

#### **Dikkate alınması gereken noktalar**

Sola dönen araçlar için ayrı bir şerit kullanılması durumunda sola dönüş şeridinde beklemekte olan araçlara sığınma olanağı verecek şekilde tasarlanmış bir refüj tesis edilmelidir.

#### **4.3.5 Yayaların karıştığı kazalar**

*Bu kazalar genelde, yaya kavşak kolundan geçerken, araç ve yaya arasında olan kazalardır.*

#### **Karşı önlemler**

İşaretli yaya geçidi: Yatay ve düşey işaretlendirmeli yaya geçidi.

Kanalize edilmiş trafik: Yayaların emniyetli geçiş noktalarına yönlendirilmesi için telörgü /çit koyun.

Hızın düşmesini sağlayın: Hemzemin yaya geçitlerinden önce hız azaltıcı yatay işaretlemeler gibi hız azaltma araçları yerleştirin. Şehiriçi yollarda hız tümsekleri kullanılabilir.

- Sinyalizasyon: Trafik ışıkları, yayaları motorlu taşıt trafiğinden süre olarak ayıracaktır. Trafik ışıkları, yaya geçidine yaklaşıldığında taşıt hızlarının oldukça yüksek olması durumunda farklı türde tehlikelere yol açabilir. Bu nedenle, yaklaşan trafiğin yeterli görüş mesafesine ve gerektiğinde durabilecek süreye sahip olması gerekir.
- Farklı seviyeleri çözümler: Yayaların sayısının ve/veya trafik hacminin yüksek olması veya çok fazla sayıda çocuk ve yaşlının bulunması durumunda farklı seviyelere ayrılmış bir yaya geçidi düşünülmelidir.

#### **Etkiler**

İşaretlendirilmiş yaya geçitinin etkisi belli değildir. Yaya geçiti ile birlikte hız azaltıcı önlemler alındığında daha etkili olacaktır.

Farklı seviyeli çözümler (örneğin, alt geçit, üst geçit) yayalar tarafından kullanıldığı takdirde etkilidir.

#### **Dikkate alınması gerekli noktalar**

İşaretlenmiş bir yaya geçidi tesis edilmesi halinde yayalar, bunu kullanırken gereksiz bir güvenlik duygusuna kapılabilirler. Bu nedenle, sürücülerin geçişi kolaylıkla görebilmeleri ve hızın düşürülmesinin sağlanması büyük önem taşımaktadır.

Farklı seviyeli yaya geçitlerinin kullanılması, büyük ölçüde yerin özelliğine bağlıdır. Geçit, yayalar için uygun yerde olmalıdır.

## **5 Karşı önlemlerin etkilerinin tahmin edilmesi**

### **5.1 Giriş**

Önceliklendirme için temel kriter, önerilen farklı karşı önlemlerin yararlarının tahmin edilmesidir. Bu nedenle, belirli bir önlem uygulandığı takdirde kaza ve yaralanmaya ilişkin tahminler yapılması büyük önem taşımaktadır. Bu tahminler, farklı karşı önlemlerin azaltma faktörlerine ilişkin bilgilere dayanılarak yapılmalıdır. Bu bilgiler, en iyi şekilde bu önlemlerin uygulanmış olduğu farklı yerlerden elde edilen sonuçların araştırılması ve izlenmesi yoluyla elde edilebilir. Bu, Türkiye'de Trafik Güvenliğine yönelik bir araştırma görevidir.

Bu bilgilerin elde edilmesi yıllar sürecektir ve güvenilir bir ortak veri bankası gereklidir. Bu arada, beklenen azaltma faktörleri konusunda belirli düzeyde bilgi edinilmesi gerekmektedir. Bu bilgiler, öteki ülkelerde yapılan araştırma ve geliştirme çalışmalarının Türkiye şartlarına ve Türklerin trafikteki davranışlarına uyarlanması yoluyla elde edilebilir.

Aynı önlemin, farklı yerlerde uygulanması farklı sonuçlar verebilir. Bunun bir nedeni, kesinlikle aynı olan iki yerin bulunmamasıdır. Başka bir neden de kazaların ve yaralanmaların sayısında meydana gelen rastgele dalgalanmaların farklı sonuçlar verebilmesidir. Bu durumun yolaçtığı sorunlardan biri de regresyonun ortalamaya etkisidir. Bunun ayrıntılarına girmeksizin kara noktaların seçiminin, azaltma faktörüne gereğinden fazla önem verdiği söylenebilir. Bütün bu hususlar, bölüm 8 İzleme ve değerlendirmesinde açıklanmaktadır.

Bu bölümde verilen azaltma faktörü tahminleri, İsveç'teki deneyimleri içeren "Effektkatalog 2000" (Ref. 1) adlı bir İsveç kitapçığına ve "Traffikksikkerhetshandbok" (Ref. 2) adlı bir Norveç emniyet kitapçığına dayanmaktadır. Norveç kitapçığı, bir çok farklı ülkeden gelen araştırma raporlarından derlenen bilgileri özetlemektedir. Ancak, bu değerlerin Türkiye'de kullanılıp kullanılmayacağı kesin değildir. Tam aksine Türkiye'de azaltma faktörlerinin farklı olabileceğini gösteren bir çok neden bulunmaktadır. Ancak, verilen tahminler, Türk tahminlerinin hesaplanması için bir temel oluşturabilir. Türk araç sürme davranışlarının önemli ölçüde değişiklik gösterdiği bazı karşı önlemler için bu özellikle belirtilmiştir.

Bu bölümde:

+ her zaman artış anlamını taşımaktadır. Bu, karşı önlemin başarılı olmadığını gösterir. Yani, kazaların veya yaralanmaların sayısı, karşı önlem uygulanmasaydı meydana gelecek kaza ve yaralanmaların sayısından daha fazladır. Bazen bu kesin olarak doğru olmasa bile örneğin % +10 arttı gibi artış kelimesi ile güçlendirilmektedir.

- her zaman azalma anlamını taşır. Karşı önlemin başarılı olduğunu gösterir. Yani, kazaların veya yaralanmaların sayısı, karşı önlem uygulanmasaydı meydana gelecek kaza ve yaralanmaların sayısından daha azdır. Bazen bu kesin olarak doğru olmasa bile örneğin % -10 azaldı gibi azalma kelimesi ile güçlendirilmektedir.

"Karayolu tasarım raporu, tasarım kurallarında tadilatlar ve değişiklikler" (Haziran 2000)



başlıklı Sweroad raporu ve eklerine de atıfta bulunmaktadır.

#### Kaza azaltma faktörlerinin özeti

Yol kesimlerindeki karşı önlemler	Tahmini azaltma faktörleri			Notlar
	Kazalar	Ölümler	Yaralanmalar	
Yol genişletme	% -20	% -10	% -15	Kentsel bölgelerde azalma yok
Tırmanma şeritleri	% -25	% -15	% -20	
Tali yolların sayısının azaltılması	% -5; % -10	% -5; % -10	% -5; % -10	
Yol kenarındaki reflektif kenar taşları (ayırıcılar, CTP gibi)	Yaklaşık % ±0	% ±0; % +5	% ±0; % +5	Karanlıkta güzergahı kötü yollarda artış
Yol işaretlemeleri	Yaklaşık % ±0	% ±0; % +5	% ±0; % +5	Karanlıkta güzergahı iyi yollarda azalabilir
Genel hız sınırları	% -10; % -15	% -20; % -30	% -15; % -20	Ortalama hızdaki azalmaya bağlı
Kışın daha düşük hız sınırları	% -20	% -40	% -30	Ortalama hızdaki azalmaya bağlı
Yerel hız sınırları	Azalma	Kazalardan fazla azalma	Kazalardan fazla azalma	
Köprü genişletme	% -40	% -20	% -30	Ampirik verilere dayalı değil
Yol kenarı alanının iyileştirilmesi	% ±0	% -20; % -40	% -20; % -40	
Otokorkuluklar	% ±0	% -20; % -40	% -20; % -40	
Refüj bariyerleri	% +20; % +25	% -15; % -20	% -10; % -15	
Dikey güzergah	% ±0; % -20	% ±0; % -20	% ±0; % -20	
Yatay kurp yarıçapının artırılması	% -5; % -60	% -5; % -60	% -5; % -60	
Kurplardaki düşey işaretlerin iyileştirilmesi	% -10; % -40	% -10; % -40	% -10; % -40	
Dever	% -10; % -20	% -10; % -20	% -10; % -20	
Görüş mesafesi	% -5; % -15	% -5; % -10	% -5; % -10	
Yeni yüzey	Yaklaşık % 0	Yaklaşık % 0	Yaklaşık % 0	Azalma yok
Sürtünme artışı	% -5; % -10	% -5; % -10	% -5; % -10	
Tekerlek izlerinin azaltılması	Yaklaşık % ±0	Yaklaşık % ±0	Yaklaşık % ±0	
Yüzey seviye farklarının azaltılması	% ±0; % -5	% ±0; % -5	% ±0; % -5	
Sollamanın yasaklanması	% -5; % -10	% -5; % -10	% -5; % -10	
Değişken mesaj veren levhalar	% -15; % -20	% -15; % -20	% -15; % -20	
Yol yönlendirmesinin iyileştirilmesi	Yaklaşık % -2	Yaklaşık % -2	Yaklaşık % -2	

+ Karşı önlem uygulandığında artış anlamını taşımaktadır

- Karşı önlem uygulandığında azalma anlamını taşımaktadır

Tablo 4. Yol kesimlerinde karşı önlemler için tahmini azaltma faktörleri.

Kavşaklardaki karşı önlemler	Tahmini azaltma faktörleri			Notlar
	Kazalar	Ölümler	Yaralanmalar	
3 kollu kavşakta tali yol üzerindeki ada	% ±0	% ±0	% ±0	
4 kollu kavşakta tali yol üzerindeki ada	% -5; % -10	% -5; % -10	% -5; % -10	
Sola dönüş şeridi, 3 kollu kavşakta bordür taşı ile belirlenmiş	% ±0; % -10	% ±0; % -10	% ±0; % -10	Kentsel alanlarda % -10'a, kırsal alanlarda % 0'a yakın.
Sola dönüş şeridi, 3 kollu kavşakta boya ile belirlenmiş	% ±0; % -10	% ±0; % -10	% ±0; % -10	Kentsel alanlarda % -10'a, kırsal alanlarda % 0'a yakın.
Sola dönüş şeridi, 4 kollu kavşakta bordür taşı ile belirlenmiş	% -10	% -10	% -10	
Sola dönüş şeridi, 3 kollu kavşakta boya ile belirlenmiş	% -10	% -10	% -10	
Sağa dönüş şeridi	% ±0	% ±0	% ±0	Kazaları artırabilir
Bir 4 kollu kavşağın iki adet 3 kollu kavşağa dönüştürülmesi	% ±0	% ±0; % -40	% ±0; % -40	Tali yoldan gelen taşıtların yüzdesinin yüksek olması halinde daha yüksek azaltma faktörü
Dönel kavşak	% +20; % -70	% -50; % -80	% ±0; % -50	Kavşak merkez alanındaki kazaları artırabilir
Trafiğe göre düzenlenmiş modern sinyalizasyon	% -15; % -30	% -15; % -30	% -15; % -30	Süreye göre düzenlenmiş sinyalizasyon kazaları artırabilir.
3 kollu katlı kavşak	% -20; % -40	% -40; % -60	% -40; % -60	
4 kollu katlı kavşak	% -60; % -70	% -60; % -90	% -60; % -90	
Kavşaklarda aydınlatma	% -5; % -10	% -5; % -10	% -5; % -10	
Şehirlerarası yollarda yol verme önceliğinden durma düzenlemesine geçiş	% -10; % -15	% -10; % -15	% -10; % -15	
Şehir içi yollarda yol verme önceliğinden durma düzenlemesine geçiş	% ±0; % -5	% ±0; % -5	% ±0; % -5	
Düşük trafik saatlerinde yanıp sönen sarı ışık	% +50	% +50	% +50	
Hız azaltıcı (gürültü çıkaran) yatay işaretlemeler	Azalma	Kazalardan fazla azalma	Kazalardan fazla azalma	Ortalama hızdaki azalmaya bağlı
Demiryolu geçitlerinde alınan karşı önlemler	% -25; % -70	% -25; % -70	% -25; -70	

+ Karşı önlem uygulandığında artış anlamını taşımaktadır  
- Karşı önlem uygulandığında azalma anlamını taşımaktadır

Tablo 5. Kavşaklardaki karşı önlemler için tahmini azaltma faktörleri.

Yayalar ve bisikletliler için iyileştirmeler	Tahmini azaltma faktörleri			Notlar
	Kazalar	Ölümler	Yaralanmalar	
Yaya kaldırımları	-5 %; -10 %			
Kırsal bölgelerde ayrı bisiklet ve yaya şeritleri	±0 %	±0 %	±0 %	
Kentsel bölgelerde ayrı bisiklet ve yaya şeritleri	Yaklaşık -4 %	Yaklaşık -4 %	Yaklaşık -4 %	
Farklı seviyelere ayrılmış yaya ve bisiklet kavşakları	Yaya kazalarında yaklaşık -80 %	Yaya ölümlerinde yaklaşık -80 %	Yaya yaralanmalarında yaklaşık -80 %	Azaltma faktörleri, ayırmanın kullanılmasına bağlıdır
Yaya geçidi	+25 %; -20 %	+25 %; -20 %	+25 %; -20 %	Kazaları artırabilir
Otobüs durağı	Azaltma faktörü küçük veya yok	Azaltma faktörü küçük veya yok	Azaltma faktörü küçük veya yok	Azaltma faktörü küçük veya yok

+ Karşı önlem uygulandığında artış anlamını taşımaktadır

- Karşı önlem uygulandığında azalma anlamını taşımaktadır

Tablo 6. Yayalar ve bisikletliler için iyileştirmeler konusundaki tahmini azaltma faktörleri.

### 5.3 Karayolu kesimleri

#### 5.3.1 Yol kesimi türleri

##### 2 şeritli yollar

Aşağıda, Ref. 1'den alınan ve 70 km/s hız sınırı uygulanan şehirlerarası yollardaki bazı ortalama değerler gösterilmektedir. Yayaların ve bisikletlilerin karıştığı kazalar dahil edilmemiştir.

Yol genişliği M	Kaza oranı	Kaza başına kazazede	Kaza başına ağır kazazede	Sadece maddi hasarlı kazaların yüzdesi
< 5.7 m	0,456	0,52	0,138	0,64
5.7-6.6 m	0,416	0,52	0,138	0,64
6.7-7.9 m	0,376	0,52	0,138	0,64
8-10 m	0,360	0,52	0,138	0,64
10.1-11.5 m	0,336	0,52	0,138	0,64
11.6 - m	0,320	0,52	0,138	0,64
Motorlu taşıt yolu	0,248	0,53	0,133	0,64

Tablo 7. İsviçre'de 70 km/s hız limiti uygulanan yollar için kullanılan ortalama değerler.

Aşağıda, Ref. 1'den alınan ve 90 km/s hız sınırı uygulanan şehirlerarası yollardaki bazı ortalama değerler gösterilmektedir. Yayaaların ve bisikletlilerin karıştığı kazalar dahil edilmemiştir.

Yol genişliği M	Kaza oranı	Kaza başına kazazede	Kaza başına ağır kazazede	Sadece maddi hasarlı kazaların yüzdesi
< 5.7 m	0,320	0,63	0,172	0,61
5.7-6.6 m	0,296	0,63	0,172	0,61
6.7-7.9 m	0,264	0,63	0,172	0,61
8-10 m	0,256	0,63	0,172	0,61
10.1-11.5 m	0,240	0,63	0,172	0,61
11.6 - m	0,224	0,63	0,172	0,61
Motorlu taşıt yolu	0,224	0,58	0,162	0,61

Tablo 8. İsvç'te 90 km/s hız limiti uygulanan yollar için kullanılan ortalama değerler.

#### 4 şeritli yollar

Aşağıda, 90 km/s ve 110 km/s hız sınırı uygulanan 4 şeritli şehirlerarası yollara tekabül eden ortalama değerler gösterilmektedir. Yayaaların ve bisikletlilerin karıştığı kazalar dahil edilmemiştir.

Hız sınırı (km/s)	Kaza oranı	Kaza başına kazazede	Kaza başına ağır kazazede	Sadece maddi hasarlı kazaların yüzdesi
90	0,224	0,45	0,050	0,61
110	0,184	0,5	0,090	0,61

Tablo 9. İsvç'te 4 şeritli yollar için kullanılan ortalama değerler.

#### Otoyollar

Aşağıda, otoyollara ilişkin ortalama değerler gösterilmektedir. Yayaaların ve bisikletlilerin karıştığı kazalar dahil edilmemiştir.

Hız sınırı (km/s)	Kaza oranı	Kaza başına kazazede	Kaza başına ağır kazazede	Sadece maddi hasarlı kazaların yüzdesi
50	0,560	0,35	0,039	0,7
70	0,560	0,4	0,044	0,65
90	0,224	0,45	0,052	0,61
110	0,184	0,5	0,093	0,61

Tablo 10. İsvç'te otoyollar için kullanılan ortalama değerler.

### 5.3.2 Karayolu kesimlerinde trafik denetimi ve teçhizatı

#### Yolun genişletilmesi

Ref. 2'ye göre dar bir yolun normal bir yola dönüştürülmesi, yaralanmalı kazalarda % -5; - % 10 ve sadece hasarlı kazalarda % -5; % -25 azaltma faktörü sağlamaktadır.

Ref. 1, 6.5 metre enindeki yolların 13 metre genişliğindeki yollara dönüştürülmesi ile kazalarda % -20 azalma olduğunu göstermektedir. Kentsel yollar için hiç bir azalma tahmin edilmemiştir. Azalma yüzdesi, şiddetli ve hafif kazalar için aynıdır.

Şehirlerarası bölgelerde daha geniş bir yol kazaların sayısını azaltmaktadır. Ancak bu durum, kentsel alanlar için geçerli değildir. Kentsel alanlarda, çok sayıda kavşak olması ve daha geniş bir yolun daha geniş kavşak gerektirmesi ve bunun daha tehlikeli olması nedeniyle herhangi bir etkinin gözlemlenmesi daha güçtür.

Farklı genişliklerdeki yollar, kaza oranlarına göre karşılaştırılmıştır. Bu, yararlı bir yöntem olmakla birlikte yol genişliği ile kazaları azaltabilecek başka faktörler arasında karşılıklı ilişki bulunması nedeniyle dikkatli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Örneğin, güzergah değişiklik gösterebilir.

Aşağıdaki tabloda, şehirlerarası yollar için kazalardaki artışa ilişkin Ref. 1'den alınan tahminler yer almaktadır.

Değişiklik en önce	Hız sınırı 70 km/s				Hız sınırı 90 km/s			
	Aşağıdaki genişletmeler sonucunda kaza oranında azalma:				Aşağıdaki genişletmeler sonucunda kaza oranında azalma:			
	7 m	9 m	11 m	≥13 m	7 m	9 m	11 m	≥13 m
6 m	% -13	% -16	% -20	% -25	% -15	% -20	% -30	% -35
7 m		% -5	% -10	% -15		% -10	% -20	% -25
9 m			% -5	% -11			% -10	% -20
11 m				% -5				% -7

Tablo 11. İsvç'te yol genişliğine ilişkin tahmini azaltma faktörleri.

Yolun genişletilmesi sonucu kazalarda görülen azaltma faktörüne ilişkin genel tahmin - 20 %'dir. Hızdaki artış nedeniyle kazazedeler için daha düşük değerler tahmin edilmektedir. Bu azaltma oranı ölümler için % -10, yaralanmalar için ise % -15'dir.

#### Tırmanma şeritleri

Tırmanma şeritleri, daha düşük hızda seyreden taşıtların sollanmasına imkan vermektedir. Bir yol ne kadar uzun ve dik olursa bir tırmanma şeridi de o kadar yararlı olur. Yüksek sayıda yavaş seyreden taşıt sayısı da bir tırmanma şeridinde duyulan gereksinimi gösterir.

Bir tırmanma şeriti, şerit öncesinde ve sonrasında yol durumunu etkiler. Sürücülerin sollama fırsatına sahip olacaklarını bilmeleri nedeniyle daha önce etkiler. Bu onların sıkıntısını azaltır ve tehlikeli sollama sayısını sınırlandırır. Sürücülerin, daha emniyetli bir kesimde sollama fırsatına sahip olmaları nedeniyle tırmanma şeridinden sonra da etkiler.

Ancak, bir tırmanma şeridinin hızı ve bu nedenle tırmanma şeridinden sonra yaralanmalı kazaları artırmasından kaygı duyulmaktadır.

Bir tırmanma şeridinin son kısmına özel bir dikkat gösterilmesi gerekmektedir. Sürücüler, o anda sollamadıkları takdirde artık bu fırsata sahip olmayacaklarını bildikleri için hızlanabilir ve tehlikeli sollama yapabilirler.

Ref. 2, sollama şeritlerinin yaralanmalı kazaların sayısını % -20 oranında azaltacağını tahmin etmektedir. Bu, tırmanma şeridi öncesi ve sonrasındaki yol kesimlerinin etkisini de içermektedir. Her iki istikamette sollama şeritleri (kısa 4 şeritli yollar) için tahmini azaltma faktörü, yaralanma ile sonuçlanan kazalar için % -40 düzeyindedir.

Tırmanma şeritlerinin tahmini azaltma faktörü, yaralanmalar için % -20'dir. Artan hız nedeniyle ölümlerin % -15, bütün kazaların da % -25 azalacağı tahmin edilmektedir.

#### **Yol boyunca erişimlerin sayısının azaltılması**

Yüksek hızlı yollarda erişimlerin sayısının azaltılması, kaza riskini yaklaşık % -5 azaltacaktır. Bu oran Ref. 1'e göre, 70 km/s hız sınırı uygulanan yollarda muhtemelen % -10 olacaktır.

Ref. 2'ye göre, erişimlerin sayısını % 50'ye kadar düşürülmesi, yaralanmalı kazaların sayısını % 25 - % 30 oranında azaltılacaktır. Bu Faktörler yol boyunca erişim sayısının çok olduğu durumlarda geçerlidir.

Yol boyunca söz konusu erişim sayısının azaltılmasının çok sayıda erişim bulunan kesimlerde ve erişim sayısının % 50'ye kadar azaldığı durumlarda yaralanmalı kazalarda % 25 - % 30'a kadar azalma olacağı tahmin edilmektedir. Az sayıda erişim bulunan kesimlerde azalış daha düşük olacaktır.

#### **Yol kenarı dikmeleri**

Yol kenarı dikmeleri konusunda yapılan araştırmalar, bunların yaralanmalı kazaları çok az etkilediğini veya hiç etkilemediğini göstermektedir. Sadece karanlıkta meydana gelen kazaları inceleyen bir Finlandiya araştırması, kötü güzergahlı yollara yol kenarı reflektörleri yerleştirilmesi durumunda yaralanmalı kazaların artma eğilimi gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu artış, istatistiki açıdan anlamlı değildir. Sadece karanlıkta ve kötü yüzey koşullarında meydana gelen kazalar incelendiğinde anlamlı bir kaza artışı görülmüştür.

Tüm kazalar için azaltma faktörünün %  $\pm 0$  olduğu tahmin edilmektedir. Fakat yol kenar dikmelerinin uygulaması sürüşü konforlu kılıp, hızın artmasına sebep olabilir.

#### **Yol işaretleri (Yatay işaretlemeler)**

Ref. 2'de yapılan analiz, yaralanmalı kazalar için yol kenarı işaretlerinin en tahmini azaltma faktörünün % -3 olduğunu göstermektedir. Mihver çizgisi işaretleri için yaralanmalı kazalarda tahmini azaltma % -1'dir. Ne % -3 ne de % -1, istatistiki açıdan önemlidir.

Bir kaç çalışmada, daha önceden işaretli olmayan bir yola mihver çizgisi şeridi ve yol kenarı dikmeleri konulduğunda azaltma faktörü tahmin edilmiştir. Bu çalışmaların incelenmesi, yaralanmalı kazalarda % -24 düzeyinde önemli bir azalma olduğunu göstermektedir.

İki araştırma raporu, işaretlenmemiş bir yolu; mihver çizgisi ve yol kenarı çizgileri ve yol kenarı dikmesi bulunan bir yolla karşılaştırmaktadır. Bu karşılaştırma, yaralanmalı kazalarda % -48 düzeyinde önemli bir azalma olduğunu ortaya koymaktadır.

Yol işaretleri için kazalardaki azaltma faktörü  $\pm 0$  ile % -10 arasında tahmin edilmektedir. Hızdaki artış nedeniyle yaralanma ve ölümlerin kazalardan daha az azalacağı tahmin edilmektedir. Bu da yaklaşık %  $\pm 0$  ile % -3 arasındadır.

### **Genel hız sınırında değişiklik**

Sürücüler, hız sınırlarından pek hoşlanmazlar. Emniyet konusundaki bilinç düzeyinin yüksek olduğu İsveç gibi bir ülkede bile şehirlerarası bölgelerdeki taşıtların % 50'si sınırı aşmaktadır. Bu nedenle, hız sınırını aşan taşıtların sayısının düşürülmesi için denetim önemlidir. Kamera kullanılarak yapılan otomatik hız denetimi önemli sonuçlara ulaşabilir.

Sürücülerin hız sınırlarını kabul etmesini sağlayacak bir faktör de, sınırların yolun geometrik tasarımına uygun olmasıdır. Aksi takdirde, hızın azaltılması için fiziksel önlemlerin uygulanması gerekebilir.

Ancak, düşük hız sınırlarının kazaların sayısını azalttığı konusunda herhangi bir kuşku yoktur. En ciddi kazalar, kazaların sayısından daha fazla azalmaktadır. Bir çok ülkede yapılan çalışmalar bunu kanıtlamıştır. Azalmanın miktarı, gerçek hızlardaki değişmeye bağlıdır. Bir hız sınırındaki aynı değişiklik, gerçek hızlarda farklı değişikliklere ulaşabilir.

Ref. 2, farklı ülkelerde yapılan çalışmalara dayalı olarak aşağıdaki tahminleri vermektedir. Türkiye'de otoyollar dışında azami hız sınırının 90 olması nedeniyle sadece hız sınırının yaklaşık 100 km/s'den daha aşağıya çekildiği durumları dahil ettik. Teorik hesaplamalar, daha önce açıklanan "hız oranı modelini" kullanmaktadır. Hızın düşürülmesine yönelik azaltma faktörleri kazalar ve kazazedeler ile ortalama hızlar arasındaki ilişkiyi içeren bir model kullanılarak tahmin edilebilir.

Bu model şöyle açıklanabilir:

- Yaralanmalı kazalardaki düşüş, önceki ve sonraki hız arasındaki oranın karesine eşittir.
- Ağır yaralanmalı kazalardaki düşüş, önceki ve sonraki hız arasındaki oranın küpüne eşittir.
- Ölümlü kazalardaki düşüş, önceki ve sonraki hız arasındaki oranın dördüncü kuvvetine eşittir.

Bu herhangi bir iyileştirme önerisine ait azaltma faktörünün öncelikle ortalama hızda meydana gelebilecek değişimin tahmin edilmesi veya ölçülmesi ile belirlenebileceği anlamı taşır.

*Örnek:* Belirli bir kesimdeki hız ölçümleri ortalama hız değerini 57 km/s olarak vermektedir. Bu kesimde hız limitinin değiştirilmesinin (örneğin, 90 km/s'ten 70km/s'e çekilmesinin) ortalama hızı 88 km/s'e düşüreceği tahmin edilmektedir. Bu durumda azaltma faktörlerine ilişkin tahminler şöyledir.

- Yaralanmalı kazalar  $(88/97)^2 = 0.82$ ,  $1 - 0.82 = \% 18$ 'lik düşüş .
- Ağır yaralanmalı kazalar  $(88/97)^3 = 0.75$ ,  $1 - 0.75 = \% 25$ 'lik düşüş.
- Ölümlü kazalar  $(88/97)^4 = 0.68$ ,  $1 - 0.68 = \% 32$ 'lik düşüş.

*Hız sınırının 100 km/s'den 80 km/s'ye indirilmesi. Gerçek hızdaki azalma yaklaşık 8 km/s olmuştur.*

	Tahmini azaltma faktörü	Değişim aralığı	Teorik hesaplamalar
Ölümlü kazalar	% -29	(% -39; % -19)	% -30
Yaralanmalı kazalar	% -14	(% -18; % -10)	% -16
Maddi hasarlı kazalar	% -6	(% -40; % +17)	

**Tablo 12.** Hız sınırının 100 km/s'den 20 km/s düşürülmesine ilişkin tahmini azaltma faktörleri.

*Hız sınırının 90 km/s'den 70 km/s'ye ve 80 km/s'den 60 km/s'ye indirilmesi. Gerçek hızdaki azalma yaklaşık 5-6 km/s olmuştur.*

	Tahmini azaltma faktörü	Değişim aralığı	Teorik hesaplamalar
Ölümlü kazalar	% -43	(% -60; % -19)	% -23
Yaralanmalı kazalar	% -23	(% -31; % -14)	% -13
Maddi hasarlı kazalar	% -6	(% -40; % +17)	

**Tablo 13.** Hız sınırının 80-90 km/s'den 20 km/s düşürülmesine ilişkin tahmini azaltma faktörleri.

*Hız sınırının 70 km/s'den 60 km/s'ye ve 60 km/s'den 50 km/s'ye indirilmesi. Gerçek hızdaki azalma yaklaşık 3-4 km/s olmuştur.*

	Tahmini azaltma faktörü	Değişim aralığı	Teorik hesaplamalar
Ölümlü kazalar	% -23	(% -31; % -14)	% -19
Yaralanmalı kazalar	% -9	(% -10; % -7)	% -10

**Tablo 14.** Hız sınırının 60 - 70 km/s'den 20 km/s düşürülmesine ilişkin tahmini azaltma faktörleri.

Bir hız sınırı değiştirildiğinde, bunun uygulatılması önem taşır. Yukarıda belirtilen hız azaltmalarının gerçekleştirilecek olması durumunda Türkiye'de önemli ölçüde uygulatma önlemi gerekli olacaktır.



Hız limitinin değiştirilmesine yönelik azaltma faktörleri, hızdaki azalmaya bağlıdır. Ortalama azaltma faktörlerinin kazalar için % -10; % -15, ölümler için % -20; % -30 yaralanmalar için de % -15; % -20 olduğu tahmin edilmektedir. Azaltma faktörleri hız limitlerindeki böyleleri değişikliklerde, ortalama hızda 5-6 km/s kadar azalma olacağı temeline dayanılmaktadır.

### **Sürelili hız sınırlandırmaları**

Özel şartlar söz konusu olduğunda belirli zamanlarda hız sınırlamalarına ihtiyaç duyulabilir. Bazı ülkelerde kış aylarında daha düşük hız sınırlandırmaları uygulanmaktadır. Bazı ülkeler, yol yüzeyinin ıslak olduğu belirli "kötü yollarda" özel sınırlar uygulayabilmektedir. Sürelili hız sınırlandırmaları, bunların sadece hafta içi günlerde örneğin 7.00 - 17.00 arasında geçerli olduğu okulların civarında da kullanılmaktadır.

Finlandiya'da özel kış sınırlandırmaları izlenmiştir. Hız sınırı, 100 km/s'den 80 km/s'ye düşürülmüştür. Azaltma faktörleri, Ref.2'de şu şekilde tahmin edilmektedir:

	<b>Tahmini azaltma faktörü</b>	<b>Değişim Aralığı</b>
Bütün yaralanmalı kazalar	% -21	(% -23; % -16)
Ölümlü kazalar	% -40	(% -58; % -14)

**Tablo 15. Finlandiya'da kışın hız sınırında 20 km/s düşme için tahmini azaltma faktörleri.**

Yol yüzeyinin ıslak olduğu koşullardaki hız sınırları için hiç bir tahmin bulunmamaktadır. Yukarıda belirtilen hız-oran yöntemi, azaltma faktörlerinin tahmin edilmesi için kullanılabilir.

Sürelili hız sınırlarının tahmini azaltma faktörleri, hız limitindeki değişimin 20 km/s olduğu durumlarda kazalar için % -20, ölümler için % -40, yaralanmalar için % -30 olarak tahmin edilmektedir.

### **Yerel hız sınırlandırmaları**

Daha düşük hızlar, daha az kazaya yolaçmaktadır. Ciddi kazaların sayısı, kazaların sayısından daha fazla azalmaktadır. Azaltma faktörü, "hız-oran modeli" kullanılarak tahmin edilebilir. Azaltma faktörü hesaplamaları, ortalama hızlardaki azalmanın (hız sınırlandırmalarındaki azalma değil) karşılaştırılması ile başlar. Ortalama hızlardaki değişikliklik, genelde hız sınırlandırmalarındaki değişikliklikten daha düşüktür.

### **Köprü genişletme**

Yol genişliğindeki ani azalmalar, her zaman kazalar için muhtemel bir tehlike oluşturur. Yaklaşan taşıtlar, tehlikeli olabilecek manevralar yapmak zorunda kalabilir. Bunlar, karşıdan gelen araçlara çok yaklaşabilir veya kenardaki bariyerlere çarpabilirler. Köprü yan bariyerlerinin sonunun herhangi bir aracın çarpması durumunda ağır yaralanmaları önleyecek biçimde uygun olarak dizayn edilmesi önemlidir.

Köprü üzerinde yürümekte olan yayalar da yeterli alana sahip olmadıkları taktirde tehlikeli durumlara yolaçabilirler.

Ayrıca, bir köprü, bitişik yola göre daha kaygan olabilir. Yol genişletilmesinin azaltma faktörünün tahmin edilmesinde bu nedenle meydana gelen kazaların, elde edilen faydaların dışında tutulması önem taşımaktadır.

Gerçek yol emniyet verilerine dayalı herhangi bir tahmin bulunmamaktadır. Azaltma faktörünün, normal yolun genişletilmesine göre daha fazla, muhtemelen de iki katı olduğu tahmin edilmektedir. Bu yaklaşım kullanıldığı takdirde, köprü uzunluğu boyunca kazalar için % -40, ölümler için % -20 ve yaralanmalar için de % -30 oranında bir tahmin ortaya çıkmaktadır.

### **Yol kenar alanının iyileştirilmesi**

Bir taşıt yolun dışına çıktığında ağaç veya kaya parçaları gibi sabit tehlikeli cisimlere çarpmaması önemlidir. Dik yokuşlar da tehlikelidir ve otokorkuluk bölümünde ele alınmıştır. Taşıtların devrilmesini önlemek için yol kenarının düzlenmesi de emniyet açısından bir iyileşme anlamını taşır. Yolun kenarlarının daha düz olmasının muhtemel bir yararı, yol dışına çıkan bir taşıtın tekrar yola geri dönmesi olasılığının bulunmasıdır. Yol kenarının düzlenmesi, son yıllarda bir ölçüde tartışılır hale gelmiştir. Yol dışına çıkan bir taşıt geri dönmeye çalışıldığında sürücü, direksiyonu o kadar fazla çevirir ki taşıt yön değiştirdiğinde ya takla atar veya yolu geçerek karşı hendeğe yönelir. Bu ikinci durum, karşıdan gelen taşıtlar olması halinde ciddi kazalara yolaçabilir.

Yol kenarının iyileştirilmesi normalde kazaların sayısını azaltmamakta, ancak kazaların şiddetini azaltmaktadır.

Yan alan "yumuşatılmasının" azami azaltma faktörünün (İsveç'te) ölen veya ağır şekilde yaralanan kişiler için % -20 düzeyinde olduğu öngörülmektedir.

Ref. 2, şev eğiminin 1:3'den 1:4'e değiştirildiğinde yaralanmalı kazaların % -42 azaldığı belirtilmektedir. 1:4'den 1:6'ya değiştirildiğinde ise % -22 oranında ilave azalma olacağı tahmin edilmektedir.

Azaltma faktörlerinin, kazalar için %  $\pm 0$ , ölümler ve yaralanmalar için de % -20; % -40 olduğu tahmin edilmektedir.

### **Otokorkuluklar**

Otokorkuluklar, bir taşıtın taşıt yolu veya şeritlerin dışına çıkmasını engellemek için kullanılır. Taşıtların yol dışına çıkmasını önlemek için yol kenarında veya karşı istikametten gelen taşıtlarla çarpışmayı önlemek için orta şeritte kullanılabilir. Refüj otokorkulukları, kara noktaları ilgilendirdiği için bu bölümde daha fazla incelenmeyecektir. Kenarlardaki otokorkuluklar, taşıtların yoldan çıkması tehlikeli ise konulur. Yoldan çıkma, kenarlardaki ağaçlar, kayalar, taşlar veya dik yamaçlar nedeniyle tehlikeli olabilir. Otokorkuluklar ayrıca yol boyunca yayalar veya bisikletliler olması halinde de konulabilir. Ancak bu bölümde, bu ikinci amaç üzerinde durulmayacaktır.

Otokorkulukların dezavantajı, yol boyunca yürüyen veya hareket eden yayalar ve bisikletlilerin kullanacağı alanı sınırlandırmasıdır. Otokorkulukların uç kısımları da yanlış tasarlandıkları takdirde taşıtta bulunanların ağır şekilde yaralanmalarına yolaçabilir. Otokorkuluklar, çarpan bir aracı trafik akımının içine geri fırlatmayacak ve tutacak kadar yumuşak olmalıdır.

Otokorkuluklar, normalde kazaların sayısını azaltmaz. Muhtemelen, bu sayıda artışa yolaçarlar. Ancak, otokorkuluklar bir viraja konulmuşsa ve üzerinde reflektörler varsa kazaları azaltabilirler. En büyük faydası, kaza şiddetini azaltmasıdır.

Ref. 1, modern otokorkuluk düz yol ve tam güvenlik alanı kadar (ve hatta daha çok) etkilidir.

Ref. 2, aşağıda görülen tahminleri vermektedir:

	<b>Tahmini azaltma faktörü</b>	<b>Değişim aralığı</b>
Ölümlü kazalar	% -43	% -48; % -41
Yaralanmalı kazalar	% -52	% -53; % -51
Maddi hasarlı kazalar	% -18	% -22; % -14

Otokorkulukların azaltma faktörlerinin yol kenarındaki iyileştirmelerin azaltma faktörleri ile aynı olduğu tahmin edilmektedir: kazalar için  $\pm 0$  % ve ölümler ve yaralanmalar için -20 %; -40 %.

### Refüj bariyerleri

Ref. 1'de kazazede sayısının % -10; % -15 azaldığı tahmin edilmektedir. Sadece hasarlı kazalar ise % +20; % +25 artmaktadır.

Ref.2, çok şeritli yollardaki refüj bariyerlerinin, ölümlerle sonuçlanan kazaları % -20, yaralanmalı kazaları da % -5 azalttığını belirtmektedir. Sadece hasarlı kazalar ise % +25 artmıştır. Bu sonuçların büyük bölümü ABD'de elde edilmiştir.

Geniş iki şeritli yollarda refüj bariyerleri için yapılan İsveç testleri iyi sonuçlar vermiştir.

Refüj bariyerlerinin azaltma faktörleri, kazalar için % +20; % +25, ölümler için % -15; % -20, yaralanmalar için de % -10; % -15 olarak tahmin edilmektedir.

### Düşey güzergah

Ref. 2, düşey güzergah ile ilgili iyileştirmelere ilişkin tahminleri vermektedir.

<b>Düşey güzergahtaki iyileştirme</b>	<b>Kazalarda tahmini azalma</b>	<b>Tahmini aralık</b>
% 70'in üzerinden % 50- % 70'e	% -20	% -38; % +1
% 50-% 70'den % 30 -% 50'ye	% -10	% -20; % $\pm 0$
% 30; % -50'den % 20-% 30'a	% -10	% -15; % -5
% 20- % 30'dan % 10- % 20'ye	% -7	% -12; % -1
% 10-% 20'den % 10'a	% -2	% -8; % +6

**Tablo 16. İyileştirilmiş düşey güzergaha ilişkin tahmini azaltma faktörleri.**

Çıkış eğimli istikamet, iniş eğimli istikametten daha emniyetli olduğu da belirtilmektedir.

Genel azaltma faktörlerinin kazalar, ölümler ve yaralanmalar için %  $\pm 0$ ; % -20 olduğu tahmin edilmektedir.

**Yatay kurp yarı çapının artırılması**

Yatay kurp ne kadar keskin ise taşıtı yolda tutmak için o kadar fazla sürtünmeye gerek olur. Kazalar, yoldaki kenar sürtünmesinin yüksek hız veya kötü yol yüzeyi nedeniyle çok düşük olduğu durumlarda meydana gelir. Araçları yolda tutmak için sürtünmeye duyulan gereksinimin azaltılabılmasının bir yolu kurp yarıçapının artırılmasıdır.

Bir sürücünün davranışı, yatay kurbu önceden nasıl algıladığına bağlıdır. Sürücünün yatay kurbun keskinliği karşısında şaşırması durumunda kaza meydana gelebilir. Tek bir keskin yatay kurbun, başka keskin yatay kurplarla çevrelenmiş aynı tür bir yatay kurba göre daha tehlikeli olduğu kanıtlanmıştır. Bu durum, sürücünün bir çok yatay kurp olması halinde neyi beklemesi gerektiğini bilmesinden kaynaklanmaktadır. Aynı nedenle bir serideki ilk keskin yatay kurp, bunu izleyen yatay kurplardan daha tehlikelidir. Bu nedenle, yatay kurplardaki iyileştirmeler, kazaların bir sonraki yatay kurba nakledilmesini önleyecek şekilde yapılmalıdır.

Ref. 1, aşağıdaki tahminleri vermektedir:

İyileştirmeden önce yatay kurp yarıçapı	İyileştirmeden sonra yatay kurp yarıçapı		
	401- 600 m	601- 800 m	≥ 801 m
≤ 400 m	% -25	% -34	% -37
401-600 m		% -12	% -16
601-800 m			% -5

Tablo 17. İsvç'de 70 km/s hız sınırı uygulanan yollardaki iyileştirilmiş yatay kurp yarıçaplarına ilişkin tahmini azaltma faktörleri.

İyileştirmeden önce yatay kurp yarıçapı	İyileştirmeden sonra yatay kurp yarıçapı				
	201-400m	401-600m	601-800m	801-1000m	1001-2000m
≤ 200 m	% -25	% -40	% -48	% -52	% -58
201-400 m		% -20	% -30	% -37	% -45
401-600 m			% -12	% -20	% -30
601-800 m				% -10	% -20

Tablo 18. İsvç'de 90 km/s hız sınırı uygulanan yollardaki iyileştirilmiş yatay kurp yarıçaplarına ilişkin tahmini azaltma faktörleri.

Kurp yarıçapının artırılması ilişkin genel tahmini azaltma faktörleri, kazalar için % -5; % -60'dir. En yüksek faktör bir keskin kurbun düz yol haline getirilip iyileştirilmesine aittir. Yükselen hızın etkisiyle, yaralanmalar ve ölümlere yönelik azaltma faktörleri azalır.

**Kurplarda işaretlemenin iyileştirilmesi**

Trafik güvenliğini temel taşlarından biri de bir sürücünün hiç bir zaman şaşırılmamasıdır. Sürücülerin bekleyebileceğinden daha keskin yatay kurplar olması halinde bu kurp için bir uyarı konulması yararlı olacaktır. Bu durumda sürücünün bu kurp hakkında daha iyi bilgi edinmesini sağlayan veya kurp için uyarıda bulunan levhaların konulması tavsiye edilmektedir. Bunun uyumlu bir şekilde yapılması önem taşımaktadır.

Aynı geometriye sahip öteki kurplar için levha konulmaması durumunda bunlar, sürücülerin beklentilerinin değişmesi nedeniyle daha da tehlikeli olabilirler. Levhaların karanlıkta da görünmesi önemlidir.

Kurplardaki işaret levhalarının azaltma faktörünün, % -20; % -40 olduğu tahmin edilmektedir. Kurplar için önceden yapılan uyarıların, yaralanma ile sonuçlanan kazaların sayısını -10 %; -30 % azalttığı bulunmuştur. Ancak, bu tahminler kesin değildir. Genel tahmini azaltma faktörleri kazalar, ölümler ve yaralanmalar için % -10; % -40'dur.

### **Dever**

Teknik tanıma göre gerekli yanal sürtünme taşıtın hızına, kurbun yarı çapına ve yolun deverine bağlıdır. Uygun olmayan dever yol yanal sürtünmesinin taşıtı yolda tutamayacak kadar düşük olmasına yolaçabilir.

Davranış boyutunda ise sürücüler, yetersiz deveri telafi etmek için hızı yeterince ayarlamamaktadırlar. Yola alışık olmayan sürücüler yetersiz deverin farkında değildir ve bu nedenle şaşırabilirler. Yola alışık olan sürücüler ise yetersiz deveri bilmekle birlikte bu kurplara kestirmeden giderek karşıdan gelen trafiği tehlikeye düşürme eğilimindedir.

Mevcut hiç bir azaltma faktörü yoktur. Deverin artırılması büyük ölçüde kurbun yarıçapının artırılmasına benzemektedir. Azaltma faktörünün, küçük karp yarıçapının artırılması ile aynı, yani % -10; % -20 düzeyinde olduğu tahmin edilmektedir.

### **Görüş mesafesi**

İsveç'te görüş mesafelerindeki farkları ayarlamak için düzeltme faktörleri kullanılmaktadır. 1'den 4'e kadar sınıflandırılan görüş mesafeleri, aşağıdaki tabloda verilmektedir:

<b>Görüş sınıfı</b>	<b>300 metrenin üzerinde görüş mesafesi bulunan yol uzunluğunun yüzdesi</b>
1	% 70 – 100
2	% 40 – 70
3	% 20 – 40
4	% 0 – 20

**Tablo 19. İsveç'te kullanılan görüş mesafesi sınıfları.**

Bu sınıflar, kaza oranlarına ilişkin düzeltme faktörleri konusunda temel oluşturmaktadır. Bu düzeltme faktörleri, aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Yol genişliği	70 km/s				90 km/s			
	Görüş mesafesi sınıfı				Görüş mesafesi sınıfı			
	1	2	3	4	1	2	3	4
< 5.7m	0.9	0.95	1	1.05	0.95	1	1.05	1.05
5.7-6.6 m	0.94	0.98	1.04	1.09	0.95	1	1.05	1.05
6.7-7.9 m	0.99	1.03	1.08	1.14	0.98	1.03	1.08	1.08
8-10 m	0.99	1.03	1.08	1.14	0.98	1.03	1.08	1.08
10.1-11.5 m	1	1.05	1.08	1.14	1	1.05	1.08	1.08
11.6 – m	1	1.05	1.08	1.14	1	1.05	1.08	1.08

Tablo 20. İsvet'te görüş mesafesinin artırılmasına ilişkin tahmini azaltma faktörleri

Bu faktörler, şu şekilde kullanılmaktadır:

5.7 - 6.6 m genişliğindeki hız limiti 70 km/s olan bir yolda normal kaza oranı, görüş mesafesi sınıfı 1 ise 0.94 ile çarpılır. Görüş mesafesi 2 ise 0.98 ile, 3 ise 1.04 ile ve 4 ise 1.09 ile çarpılır. Azaltma faktörleri, bu tablodan da kolaylıkla hesaplanabilir.

Buna dayalı olarak iyileştirilmiş görüş mesafesine ilişkin azaltma faktörleri, kazalar için % -5; % -15 olarak tahmin edilmektedir. Görüş mesafesindeki iyileşmenin hızı artırması nedeniyle ölümler ve yaralanmalara ilişkin tahminler daha düşüktür: % -5; % -10.

#### Yeni yüzey

Ref. 2, eski yüzeyle karşılaştırıldığında yüzeyin yeniden asfaltlanmasından sonra aşağıdaki kaza tahminlerini vermektedir:

	Tahmin edilen azaltma faktörü	Değişim Aralığı
Yaralanmalı kazalar	% +6	% -12; % +28
Sadece maddi hasarlı kazalar	% -3	% -3; % +10

Tablo 21. Yeni yüzey için tahmini azaltma faktörleri.

Yenilenmiş bir asfalt yüzeyin, kazaların sayısında istatistiksel açıdan önemli bir değişikliğe yolaçmadığı anlaşılmaktadır. Bu, yaralanmalı kazalar ve sadece maddi hasarlı kazalar için geçerlidir. Bazı araştırmalarda, kazaların sayısında küçük bir artış eğilimi olduğu görülmüştür.

Yeni bir yol yüzeyi için en olası azaltma faktörü tahmini kazalar, ölümler ve yaralanmalar için % ±0'dir.

#### Sürtünmenin Arttırılması

Sürtünmenin artırılması, normalde kaza olasılığı yüksek belirli mahallerde bir karşı önlem olarak uygulanmaktadır. Aşağıda verilen tahminler bu nedenle ortalamaya regresyon etkisine tabidir ve gerçek azaltma faktörünü olduğundan fazla gösterebilir. Bu duruma tahminlerin alındığı Ref. 2'de değinilmektedir. Tahminler, yaralanmalı kazalara ilişkindir. Sadece maddi hasarlı kazaların, aynı yüzdelere azaldığı tahmin edilmektedir.

<b>Yaklaşık 0.1 sürtünme artışı</b>	<b>Islak temiz yüzey üzerindeki kazalar</b>	<b>Kuru temiz yüzey üzerindeki kazalar</b>	<b>Temiz yüzey üzerindeki bütün kazalar</b>
Yaklaşık 0.5 veya daha düşük bir sürtünmeden	% -40 (aralık % -55; % -30)	% ±0 (aralık % -10; % +5)	% -10 (aralık % -20; % -4)
Yaklaşık 0.6 veya daha düşük bir sürtünmeden	% -25 (aralık % -33; % -17)	% ±0 (aralık % -5; % +5)	% -6 (aralık % -12; % -1)
Yaklaşık 0.7 veya daha düşük bir sürtünmeden	% -15 (aralık % -25; % -5)	% ±0 (aralık % -5; % +5)	% -4 (aralık % -10; % +3)

**Tablo 22. Yüzey sürtünmesinin artırılmasına ilişkin tahmini azaltma faktörleri.**

Sürtünme artışına ilişkin azaltma faktörlerinin kazalar için -5 %; -10 % olduğu, ölümler ve yaralanmalar için de aynı aralığın sözkonusu olduğu tahmin edilmektedir.

#### **Yol yüzeyindeki tekerlek izlerinin azaltılması**

Tekerlek izlerinin azaltılmasına ilişkin azaltma faktörü konusunda yapılan araştırmalar, önemli bir trafik güvenliği etkisine yolaçmadığını göstermektedir. Ancak, daha derin tekerlek izinin kazaların sayısını azalttığı düşünülmektedir.

Kazalar, ölümler ve yaralanmalar için en iyi tahmin % ±0'dır.

#### **Yol yüzeyindeki seviye farklarının azaltılması**

Seviye farklarının azaltılmasının emniyet açısından küçük ancak olumlu bir etkisi olduğu anlaşılmaktadır. Bu, çok düşük olmayan seviye farkı değerleri için geçerlidir. Belirtilen araştırmada yolların % 95'inin seviye farkı 5.1 mm/m'nin altındaydı.

Seviye farkının azaltılmasından kaynaklanan azaltma faktörünün kazalar, ölümler ve yaralanmalar için % ±0; % -5 olduğu tahmin edilmektedir.

#### **Sollamanın yasaklanması**

Sollamanın yasaklanmasına ilişkin azaltma faktörü konusunda bilinen hiç bir araştırma sonucu yoktur. Sollamanın yasaklanmasının, örneğin gizli çukurda kalan alanlar veya görüş mesafesinin yeterli olmadığı kavşaklar veya bir çok sollama kazasının meydana geldiği mahallerde olumlu bir etki yaratabileceği gözardı edilmemektedir. Ancak, tutarlı davranılması ve sollamanın çok sık yasaklanmaması önem taşımaktadır. Bu önlemin, bir refüj bariyerine göre biraz daha düşük bir azaltma faktörüne sahip olduğunu tahmin ediyoruz.

Bir refüj bariyerinin azaltma faktörünün % -10; % -15 olması nedeniyle sollama yasağının kazalar, ölümler ve yaralanmalar için % -5; % -10 azaltma faktörüne sahip olacağı tahmin edilmektedir.

#### **Değişen mesajlı levhalarla (VMS) trafiğin düzenlenmesi ve bilgi verilmesi**

VMS'ler, yaya geçitleri, hıza ilişkin tavsiyeler, yol yüzeyi ve trafik bilgilerinin verilmesi için kullanılmıştır. Sonuç, hızda % -10, kazalarda da % -30 azalma olmuştur.

Yol yüzeyi konusunda bilgi veren VMS'ler ise biraz daha düşük bir hıza ve kaza riskinde % -15; % -20 düşmeye yolaçmıştır.

Azaltma faktörünün kazalar, ölümler ve yaralanmalar için % -15; % -20 olduğu tahmin edilmektedir.

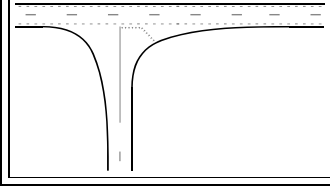
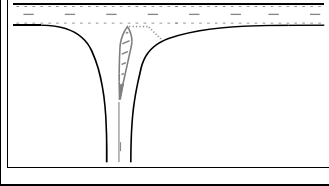
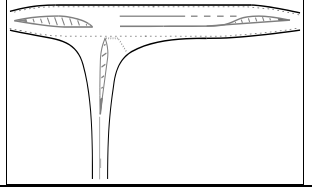
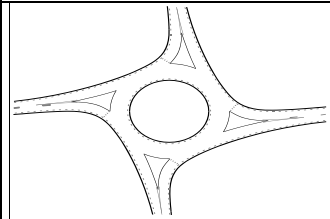
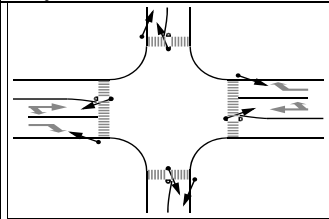
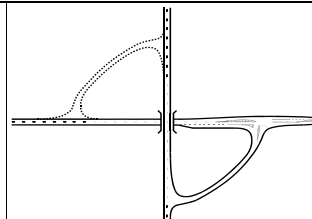
### **Yol güzergah yönlendirmesinin iyileştirilmesi**

Güzergah yönlendirmesinde iyileştirmeye ilişkin azaltma faktörü konusunda bilinen hiç bir araştırma sonucu yoktur. Açık güzergah yönlendirmesinin emniyet üzerinde olumlu bir etki yaratması oldukça güçlü bir olasılıktır. Sürücünün son anda şerit veya istikamet değiştirmek için aniden fren yapmasını önleyebilir. Ayrıca, sürücülerin yanlış yola sapmalarını ve yollarını uzatmalarını engelleyebilir.

Güzergah yönlendirmesinde iyileştirmenin kazalar, ölümler ve yaralanmalar için yaklaşık -2 % düzeyinde olduğu tahmin edilmektedir.

## **5.3 Kavşaklar**

### **5.3.1 Kavşak türleri**

<b>Basit kavşak. Bölme adaları yok</b>	<b>Tali yolda bölme adası</b>	<b>Ayrı sola dönüş şeritleri</b>
		
<b>Modern dönel kavşak</b>	<b>Sinyalize kavşak</b>	<b>Kath kavşak</b>
		

Aşağıda Ref. 1'den alınan bazı azaltma faktörü tahminleri gösterilmektedir. Bunlar, her kavşak tasarımına ilişkin ortalama değerlerdeki farka dayanmaktadır.



Şehir içi yollarda 3 kollu kavşaklar				
Kavşak tasarımı	Hız sınırı 50 km/s		Hız sınırı 70 km/s	
	Kazaların sayısındaki değişiklik	Ölüm ve ağır yaralanmaların sayısındaki değişiklik	Kazaların sayısındaki değişiklik	Ölüm ve ağır yaralanmaların sayısındaki değişiklik
Tali yolun bölme adaları	% 0	% 0	% 0	% 0
Sola dönüş şeridi boyalı	% -5	% 0; % -5	% -5; % -10	% -5
Sola dönüş şeridi bordür taşı ile bölünmüş	% -5	% 0; % -5	% -5	% 0; % -5
Dönel kavşak	% +20; % -20	% 0; % -15	% -10; % -30	% -20; % -40
Modern sinyalizasyon	% +25; % -10	% +5; % -20	% +15; % -5	% -10; % -30
Katlı kavşak	% -30; % -40	% -40; % -50	% -20; % -30	% -50; % -60

+ Basit bir kavşakla karşılaştırıldığında artış anlamını taşımaktadır

- Basit bir kavşakla karşılaştırıldığında azalma anlamını taşımaktadır

Tablo 23. İsvaç'te şehir içi yollardaki 3 kollu kavşaklar için tahmini azaltma faktörleri.

Şehirlerarası yollarda 3 kollu kavşaklar				
Kavşak tasarımı	Hız sınırı 70 km/s		Hız sınırı 90 km/s	
	Kazaların sayısındaki değişiklik	Ölüm ve ağır yaralanmaların sayısındaki değişiklik	Kazaların sayısındaki değişiklik	Ölüm ve ağır yaralanmaların sayısındaki değişiklik
Tali yolun bölme adaları	% 0	% 0	% 0	% 0
Sola dönüş şeridi boyalı	-10 %; -15 %	% -10	% -10; % -15	% -10; % -15
Sola dönüş şeridi bordür taşı ile bölünmüş	% 0	% 0	% 0	% 0
Dönel kavşak	% -30; % -50	% -40; % -60	Tavsiye edilmemektedir	Tavsiye edilmemektedir
Modern sinyalizasyon	% -10; % -30	% -5; % -20	Tavsiye edilmemektedir	Tavsiye edilmemektedir
Katlı kavşak	% -20; % -30	% -40; % -50	% -20; % -30	% -50; % -60

Tablo 24. İsvaç'te şehirlerarası yollardaki 3 kollu kavşaklar için tahmini azaltma faktörleri.

Şehirlerarası yollarda hız sınırı 50 km/s olduğu taktirde, şehir içi yolda hız sınırı 50 km/s durumu ile aynı azaltma faktörü tahminleri kullanılmaktadır.

Şehir içi yollarda 4 kollu kavşaklar				
Kavşak tasarımı	Hız sınırı 50 km/s		Hız sınırı 70 km/s	
	Kazaların sayısındaki değişiklik	Ölüm ve ağır yaralanmaların sayısındaki değişiklik	Kazaların sayısındaki değişiklik	Ölüm ve ağır yaralanmaların sayısındaki değişiklik
Tali yolun bölme adaları	% 0; % - 5	% 0; % - 5	Yaklaşık % -5	% 0; % - 5
Sola dönüş şeridi boyalı	% -5; % -10	% 0; % -10	Yaklaşık % -10	Yaklaşık % -10
Sola dönüş şeridi bordür taşı ile bölünmüş	% -5; % -10	% 0; % -10	Yaklaşık % -10	Yaklaşık % -10
Dönel kavşak	% +5; % -40	% -10; % -60	% -30; % -60	% -60; % -80
Modern sinyalizasyon	% +20; % -20	% -5; % -50	% +10; % -20	% -40; % -60
Katlı kavşak	% -60; % -70	% -60; % -70	% -60; % -70	% - 80; % -90

Tablo 25. İsviçre'de şehir içi yollardaki 4 kollu kavşaklar için tahmini azaltma faktörleri.

Şehirlerarası yollarda 4 kollu kavşaklar				
Kavşak tasarımı	Hız sınırı 70 km/s		Hız sınırı 90 km/s	
	Kazaların sayısındaki değişiklik	Ölüm ve ağır yaralanmaların sayısındaki değişiklik	Kazaların sayısındaki değişiklik	Ölüm ve ağır yaralanmaların sayısındaki değişiklik
Tali yolun bölme adaları	Yaklaşık % -5	% -5	Yaklaşık % -5	% - 5
Sola dönüş şeridi boyalı	Yaklaşık % -10	Yaklaşık % -10	Yaklaşık % -10	Yaklaşık % -10
Sola dönüş şeridi kenar taşı ile bölünmüş	Yaklaşık % -10	Yaklaşık % -10	Yaklaşık % -10	Yaklaşık % -10
Dönel kavşak	% -40; % -70	% -75; % -85	Tavsiye edilmemektedir	Tavsiye edilmemektedir
Modern sinyalizasyon	% -10; % -40	% -5; % -35	Tavsiye edilmemektedir	Tavsiye edilmemektedir
Yonca kavşak	% -60; % -70	% - 80; % -90	% -60; % -70	% - 80; % -90

Tablo 26. İsviçre'de şehirlerarası yollardaki 4 kollu kavşaklar için tahmini azaltma faktörleri.

Şehirlerarası yollarda hız sınırı 50 km/s olduğu takdirde, şehir içi yollarda hız sınırı 50 km/s durumu ile aynı azaltma faktörü tahminleri kullanılmaktadır.

Yukarıda belirtilen azaltma faktörleri, her bir tasarım için ortalama değerlere dayanmaktadır. Farklı türler ve tasarımlar arasında farklılık gösteren bir çok faktör bulunabilir. Bu, bütün azalmanın tasarım standardını tam anlamıyla yansıtmadığı anlamını taşımaktadır. Bu durum, yukarıda belirtilen azalma faktörlerinin bu bölümde daha sonra verilen azalma faktörleri ile aynı olmamasının nedenlerinden birini oluşturmaktadır.

#### Tali yoldaki bölme adaları

Tali yoldaki bölme adaları, özellikle 4 kollu kavşaklarda kavşağın görünebilirliğinin artırılması gerektiğinde başarılı olmaktadır. Aksi takdirde özellikle 3 kollu kavşaklarda kazaları azaltan bir önlem olarak kabul edilmemektedir. Tablo 23'den Tablo 26'ya kadar olan tablolar bu bölümdeki tahminler için [tek](#) referans olarak kullanılmıştır.

Bölme adalarının bir avantajı, yayaaların ve bisikletlilerin yolu iki aşamada geçmeleridir ki bu da onların güvenliğini arttırmaktadır.

Ref. 2, aşağıdaki en iyi tahminleri vermektedir:

	<b>Tahmini azaltma faktörleri</b>	<b>Değişme aralığı</b>
T-kavşak Yaralanmalı kazalar	% +18	% +5; % +31
X-kavşak Yaralanmalı kazalar	% -17	% -41; % +17
Sadece maddi hasarlı kazalar	% -34	% -61; % +12

**Tablo 27. Tali yoldaki bölme adaları için tahmini azaltma faktörleri.**

Tali yoldaki bölme adaları için kazalar, ölümler ve yaralanma sayısına ilişkin azaltma faktörleri, 4 kollu kavşaklarda % -5; % - 10, 3 kollu kavşaklarda da % ±0 olarak tahmin edilmektedir.

#### **Ayrı sola dönüş şartları**

Sola dönüş şartlarının azalma faktörleri belirsizdir. Taşıtların ana yoldan sola dönmeleri sırasında meydana gelen arkadan çarpma kazaları, büyük ölçüde azalmaktadır. Ancak, kavşağın daha büyük hale gelmesi ve bu nedenle genel görünürlüğünün daha güç olması nedeniyle öteki kaza türleri artış gösterebilir. Bu durum, kavşağın bir kolundan karşıya geçen taşıtların karıştığı kazaları veya başka manevraların söz konusu olduğu kazaları artırabilir.

Bölme adalarının oluşturulması, yaklaşan taşıtlar için kavşağın görünebilirliğini artırması nedeniyle normalde olumlu bir önlemdir. Sakıncası ise yolun ortasına bir engelin yerleştirilmesidir. Bu durum, sürücülerin engeli görmemesi ve buna çarparak direksiyon hakimiyetini kaybetmesi sonucu meydana gelen kazalara yolaçabilir. Bu tür kazalar, görüş mesafesinin düştüğü yağışlı havalarda veya karanlıkta meydana gelebilir. Kavşağın ışıklandırılması mümkün değilse kavşaktaki levhaların ve işaretlemelerin yeterli şekilde görünebilir olması önem taşır.

Kontrolü kaybolan taşıtların yolaçtığı sorunun çözülmesinin yollarından biri de bordür taşları ile çevrilmiş adalar yerine adaların boyanmasıdır. Ancak, boyanmış olan adalar da sorunlara yolaçabilir. Sürücülerin, boyanmış adalar üzerinden gitmeleri engellenmelidir. Taşıtların, sola dönüş şeridini bir sollama fırsatı olarak kullanmasının önlenmesi de aynı derecede önem taşımaktadır. Bu, normal trafik kuralları ile yapılamıyorsa fiziksel engellerin konulması gerekli olabilir. Bu da adalara yol kenar dikmelerinin (CTP) yerleştirilmesi yoluyla yapılabilir. Bunlar, adalar üzerinde sürüşü güçleştirmekte ve bir sürücü, bunları görmeyip çarptığı taktirde çok yumuşak oldukları için aracın kontrolünü kaybetmemektedir.

Kar veya çamurun boyayı örtmesi veya boyanın aşınması halinde boşanmış adalar fazla bir yarar sağlamayabilir.

Ref. 2, T-kavşakları için azaltma faktörlerini vermektedir:

	<b>Tahmini azaltma faktörleri</b>	<b>Değişim aralığı</b>
Sola dönüş şeritleri, bordür taşı ile belirlenmiş		
Yaralanmalı kazalar	% -27	% -48; % +3
Sadece maddi hasarlı kazalar	% +20	% -18; % +75
Sola dönüş şeritleri, boya ile belirlenmiş		
Yaralanmalı kazalar	% -22	% -45 ; % +11
Sadece maddi hasarlı kazalar	% -20	% -49; % +26

**Tablo 28. T-kavşaklardaki sola dönüş şeritleri için tahmini azaltma faktörleri.**

Bütün aralıkların sıfır'ı kapsadığı dikkate alınmalıdır. Bu, azalma tahminlerinin % 0 olabileceği anlamını taşımaktadır.

Ref. 2, X-kavşakları için aşağıdaki azaltma faktörlerini vermektedir:

	<b>Tahmini azaltma faktörleri</b>	<b>Değişim aralığı</b>
Sola dönüş şeritleri, bordür taşı ile belirlenmiş		
Yaralanmalı kazalar	% -4	% -25; % +22
Sadece maddi hasarlı kazalar	% -16	% -49; % +38
Sola dönüş şeritleri, boya ile belirlenmiş		
Yaralanmalı kazalar	% +28	% -14; % +92
Sadece maddi hasarlı kazalar	% -26	% -47 ; % -2

**Tablo 29. X-kavşaklardaki sola dönüş şeritleri için tahmini azaltma faktörleri.**

Burada da bütün aralıkların sıfır'ı kapsadığı dikkate alınmalıdır. Bu, azalma tahminlerinin % 0 olabileceği anlamını taşımaktadır.

Ref. 1 de aşağıdaki azaltma faktörlerini vermektedir:

	<b>Boyanmış sola dönüş şeridi</b>		<b>Bordür taşı ile belirlenmiş sola dönüş şeridi</b>	
	<b>Şehir içi</b>	<b>Şehir dışı</b>	<b>Şehir içi</b>	<b>Şehir dışı</b>
T kavşağı	% -10	% -15	% -10	% 0
X kavşağı	% -10	% -10	% -10	% -10

Aralıkların % 0'ı kapsamı nedeniyle Ref. 1'deki faktörlere daha fazla ağırlık veriyoruz. Bordür taşıyla sola dönüş şeritlerinin bulunduğu 3 kollu kavşaklar için azaltma faktörü,  $\pm$  % 0 ; % -10 olarak tahmin edilmektedir. Boyalı sola dönüş şeritleri için azaltma faktörü ise % -10; % -20 olarak tahmin edilmektedir. Boyamanın Türkiye'de muhtemelen daha az etkili olması nedeniyle azaltma faktörü  $\pm$  % 0 % -10'a düşmektedir. 4 kollu kavşaklarda boyalı ve bordür taşıyla sola dönüş şeritlerinin  $\pm$  % 0 ; % -10 % azaltma faktörüne sahip olduğu tahmin edilmektedir. Daha düşük olan değer, şehiriçi yollardaki kavşaklara ilişkindir.

Boyalı sola dönüş şeritleri ve adalara yerleştirilen yol kenar dikmeleri (CTP) birlikte kullanıldıklarında azaltma faktörleri, sadece boyalı sola dönüş şeritleri kullanılmasına göre daha yüksektir.

**Ayrı sağa dönüş şeritleri**

Ayrı bir sağa dönüş şeridi, normalde yol güvenliğini artırmaz. Ayrı bir şerit, kavşağı daha genişletmesi ve bu nedenle tamamının görünmesini güçleştirilmesi nedeniyle kazaların sayısını artırabilir. Sağa dönmeyi amaçlayan taşıtı geçmekte olan taşıtlar, sağa dönmekte olan taşıtın "gölgesinde" kalabilirler. Bu, beklemekte olan taşıtların gizlenmiş taşıtı görmeden kavşağa girmeleri durumunda tehlikeli durumlar yaratmaktadır.

Sağ dönüş şeritlerine yönelik kazalar, yaralanmalar ve ölümler için tahmini azaltma faktörü % ±0'dır.

**Modern dönel kavşaklar**

Modern dönel kavşaklar, yol güvenliği açısından bazı avantajlara sahiptir. Doğru bir şekilde tasarlanmaları durumunda taşıt hızlarını azaltabilirler. Bu da yol güvenliği açısından olumlu bir gelişmedir. Bir dönel kavşak ayrıca tek yönlü trafik oluşturarak sürücüler için trafiği basitleştirir. Bu, aynı zamanda karşıdan gelmekte olan taşıtların önünden sola dönüş olasılığının ortadan kalktığı anlamını taşımaktadır. Tek yönlü trafik, sürücünün dönel kavşağa girdiğinde sadece bir yönden gelmekte olan taşıtlarla karşılaşması nedeniyle gelmekte olan taşıtlar için de durumu basitleştirmektedir.

Bir dönel kavşakta taşıtlar küçük açılarla karşılaşmaktadır. Bu nedenle bir çarpışma olması durumunda çarpma kuvvetleri hafif olmaktadır. Bu, ağır sonuçlara yolaçan kaza riskinin düşük olduğu anlamını taşımaktadır.

Ref. 2, aşağıdaki tahminleri vermektedir:

	<b>Tahmin edilen</b>	<b>Aralık</b>
<b>T-kavşak</b>		
Yaralanmalı kazalar	% -27	% -40; % -12
Sadece maddi hasarlı kazalar	% +52	% +29 ; % +78
<b>X-kavşak</b>		
Yaralanmalı kazalar	% -35	% -46; % -23
Sadece maddi hasarlı kazalar	% +43	% +37; % +50

**Tablo 30. Dönel kavşaklar için tahmini azaltma faktörleri.**

Bu tahminler, yaklaşmakta olan taşıtların o anda kavşakta bulunan araçlara yol vermek zorunda olduğu bir duruma dayanmaktadır.

Ref. 2, yaralanmalı kazaların sayısının % -25; % -35 azalacağını belirtmektedir. Bu sonuç, daha önce trafik ışıkları konulmuş olan kavşaklar yanısıra daha önce sadece yol verme önceliği işaretlerle ile düzenlenmiş olan kavşaklara ilişkindir.

Kazalar için azaltma faktörleri geniş bir aralığı kapsamaktadır. Bununla birlikte ciddi kazalar genelde büyük düşüşler gösterir. Bu yüzdendir ki, modern dönel kavşaklar, kavşaklardaki ciddi kazaların azaltılmasına yönelik en iyi iyileştirmelerdir.

Modern dönel kavşaklarla ilgili azaltma faktörlerinin kazalar için % +20; % -70, ölümler için de % -50; % -80 olduğu tahmin edilmektedir. Yaralanmalar için azaltma faktörleri, ± % 0; % -50 olarak tahmin edilmektedir.

#### **Bir 4 kollu kavşağın iki adet 3 kollu kavşağa dönüştürülmesi**

Bir 4 kollu kavşağın iki adet 3 kollu kavşağa dönüştürülmesi, bazı taşıtların iki kavşaktan geçmesini gerektirmesine karşın kazaları iki nedene bağlı olarak azaltmaktadır:

- Bir 3 kollu kavşaktaki kaza oranı, buna tekabül eden bir 4 kollu kavşaktaki kaza oranının yarısıdır. Bu durum, kavşağın daha iyi görünmesinden kaynaklanmaktadır.
- Taşıtların, çatışan geçme hareketleri yapabileceği noktaların sayısı 3 kollu bir kavşakta 3 iken 4 kollu bir kavşakta 16'dır.

Ref. 2, aşağıdaki tahminleri vermektedir:

	Tali yoldan gelen taşıtların yüzdesi			
	% < 15	% 15; 30	% >30	Hepsi
Yaralanmalı kazalar	% +35	% -25	% -33	% -20
Sadece maddi hasarlı kazalar	% +15	% ± 0	% +3	% +3

**Tablo 31. 4 kollu bir kavşağın iki adet 3 kollu kavşağa dönüştürülmesine ilişkin tahmini azaltma faktörleri.**

Kazalar için azaltma faktörleri yaklaşık % ±0, ölümler ve yaralanmalar için ise % ±0; % -40 olarak tahmin edilmektedir. Azaltma faktörü, tali yoldan gelen taşıtların yüzdesine göre artmaktadır.

#### **Sinyalizasyon**

Ref. 2, aşağıdaki tahminleri vermektedir:

	Tahmini azaltma faktörleri	Değişim aralığı
T kavşağı		
Yaralanmalı kazalar	% -15	% -25; % -5
Sadece maddi hasarlı kazalar	% -15	% -40; % +15
X kavşağı		
Yaralanmalı kazalar	% -30	% -35; % -25
Sadece maddi hasarlı kazalar	% -35	% -45; % -25

**Tablo 32. Sinyalizasyon için tahmini azaltma faktörleri**

Ref. 1'den tahmini faktörler tablo 23-26'da bulunmaktadır.

Bir kavşağa modern trafik sinyalizasyonunun yerleştirilmesi sonucunda 4 kollu kavşaklardaki kazalarda yaralanmalarda ve ölümlerde ortalama % -30, 3 kollu kavşaklarda da % -15 oranında azalma olacağı tahmin edilmektedir. Ancak, trafik ışıkları, tali yoldan gelen taşıtların yüzdesinin düşük olduğu kavşaklara yerleştirilmesi durumunda kaza sayısında artışa yolaçabilirler. Trafik ışığının trafik durumuna göre düzenlendiği varsayılmaktadır. Zamana göre düzenlenmiş ışıklar tavsiye edilmemektedir. Bunlar, genel olarak kaza sayısını artırmaktadır.

Türkiye’de trafik ışıklarının bulunduğu kavşaklarda kırmızı ışık ihlali, azaltma faktörü tahminlerinin geldiği ülkelere göre daha yaygındır. Bu, Türkiye'deki azaltma faktörlerinin daha düşük olabileceğine işaret etmektedir.

### **Katlı kavşak**

Katlı kavşaklar, dönel kavşaklarla birlikte en emniyetli geçiş türüdür. Ancak, dikkate alınması gereken bazı noktalar bulunmaktadır. Bir taşıt ana yolu terkedip tali yol kavşağına geldiğinde bu kavşak, hemzemin olduğu taktirde tehlikeli olabilir. Bu nedenle, yaklaşmakta olan taşıtların hızlı gitmesini önleyen bir tasarım gereklidir. Belirtilmesi gereken başka bir husus da yaklaşma kesimlerinin, taşıtların ana yola yanlış istikametten girmesini önleyecek şekilde tasarlanmasıdır. Ref. 2, bir katlı kavşağın azaltma faktörünü % -50 (değişim aralığı -57; -46) olarak tahmin etmektedir. Ref. 1, kazalara ilişkin azaltma faktörünü, 3 kollu kavşaklarda % -50'nin altında, 4 kollu kavşaklarda da % -50 olarak tahmin etmektedir. Ağır sonuçlara yolaçan kazalardaki azalmanın, bütün kazalardaki azalmadan daha yüksek olduğu tahmin edilmektedir.

Tahmini azaltma faktörleri şöyledir:

	<b>Kazalar</b>	<b>Ölümler</b>	<b>Yaralanmalar</b>
3 kollu katlı kavşak	% -20; % -40	% -40; % -60	% -40; % -60
4 kollu katlı kavşak	% -60; % -70	% -60; % -90	% -60; % -90

### **5.3.2 Kavşaklarda trafik denetimi ve teçhizatı**

#### **Durma veya yol verme önceliği**

Bir kavşakta dur işareti bulunması, sürücü için trafiğin kolaylaştırılması yollarından biridir. Durma talimatına uyduğu taktirde sürüş görevi, bir kaç aşamaya bölünebilir. Çizgiye kadar gelip durabilir. Bir sonraki aşama, etrafa bakmak ve harekete geçmeye karar vermektir. Üçüncü aşamada ise harekete geçer.

Geçiş önceliği levhası bulunması durumunda ise sürücünün bütün bunları aynı anda yapması gerekir. Bu ise bazı durumlarda güç olabilir. Özellikle daha yaşlı sürücüler, kavşaklarda sorunlarla karşılaşabilirler.

Zorunlu dur levhasının çok fazla kullanılmasının bir sakıncası, bunun kabul edilmesini ve olumlu emniyet etkisini zayıflatmasıdır..

Ref. 1'de kazaların azalmasına ilişkin tahmini azaltma faktörleri şöyledir:

	<b>Tahmini azaltma faktörleri</b>
Şehirlerarası yollarda geçiş önceliği düzenlemesinden dur levhasına geçiş	% -10; % -15
Şehir içi yollarda geçiş önceliği düzenlemesinden dur levhasına geçiş	% ±0; % -5

**Tablo 33.** İşveç'te geçiş önceliği düzenlemesinden dur levhasına geçişe ilişkin tahmini azaltma faktörleri.

Ref. 2'de geçiş önceliğinden dur düzenlemesine geçildiğinde yaralanmalı kazalar için aşağıdaki tahminler yer almaktadır:

	<b>Tahmini azaltma faktörü</b>	<b>Değişim aralığı</b>
T-kavşak	% -19	(% -38; % +7)
X kavşak	% -35	(% -44; % -25)

**Tablo 34.** Geçiş önceliğinden durma düzenlemesine geçişe ilişkin tahmini azaltma faktörleri.

Ref 2'de verilen ortalamaya regresyonun etkisiyle tahmin edilebilir, çünkü durma düzenlemesinin etkisi sinyalizasyondan daha yüksek olmayacaktır.

Yol verme'den durmaya geçişe yönelik azaltma faktörü tahmini T-kavşaklarında kaza, yaralanma ve ölümler için % -10 civarında ve kırsal bölgelerde X-kavşakları için % -15'dir. Şehir içi bölgeler için azaltma faktörleri daha azdır.

Durma düzenlemesinden geçiş önceliği düzenlemesine geçişin, yaralanmalı kazaları % +39 (değişim aralığı % +19; % +62) artıracığı tahmin edilmektedir.

ABD ve Kanada'da dört yönlü durma düzenlemesine geçilmesinin kazaları % -45 azalttığı kanıtlanmıştır.

#### **Kavşak aydınlatması**

Bir kavşaktaki aydınlatma, geceleri meydana gelen kazaların sayısını ve böylece bütün kazaları azaltmaktadır. Tali yollardaki trafik hacminin yüksek olması durumunda azaltma faktörü daha yüksek olmaktadır. Çok sayıda yaya olması halinde de aydınlatma gereklidir.

Azaltma faktörü, geceleri meydana gelen kazalar için % -20; % -40 olarak tahmin edilmektedir. Bu, bütün kazaların % -5; % -10'ine tekabül etmektedir. Korunmasız yol kullanıcılarının çok olduğu yerlerde, ölüm ve yaralanmalardaki azalma daha fazla olabilir.

#### **Sarı çakar ışık**

Ref. 2'ye göre bir trafik ışığının, trafik yoğunluğunun düşük olduğu saatlerde yanıp sönen sarı ışığa dönüştürülmesi durumunda yaralanmalı kazaların sayısının % +50 artması beklenmektedir (değişim aralığı % -7; % +165). Sarı çakar ışık, ayrıca Viyana Sözleşmesi'ne aykırıdır.



Trafik yoğunluğunun düşük olduğu saatlerde sarı çakar ışığın, kazaları, ölümleri ve yaralanmaları yaklaşık % +50 artıracığı tahmin edilmektedir.

### **Hız azaltıcı (gürültü çıkarıcı) yatay işaretlemeler**

Hız azaltıcı (gürültü çıkarıcı) yatay işaretlemeler, yolun bir kenarından diğerine uzanan belirli sayıda boyanmış şeritlerden oluşur. Amacı, sürücünün ikaz edilmesi için titreşim ve gürültü yaratılmasıdır. Bunun ayrıca hızını düşürmesine yolaçacağı varsayılmaktadır.

Hız azaltıcı (gürültü çıkarıcı) yatay işaretlemeler, uyarı ve hız ayarlamasının gerekli görüldüğü kavşaklar, yaya geçitleri, kurplar veya başka yerlerden önce kullanılabilir.

Hızdaki düşme ile bağlantılı azalma faktörü, kazalar ve yaralanmalarla ortalama hızlar arasındaki ilişkiye yönelik bir model kullanılarak "Genel Hız Sınırında Değişiklik" bölümünde açıklandığı gibi değerlendirilebilir. Bu model, şöyledir::

- Yaralanmalı kazaların, daha önceki ve sonraki hız arasındaki oranın karesine eşit olarak azalacağı öngörülmektedir.
- Ağır yaralanmalı kazaların, daha önceki ve sonraki hız arasındaki oranın küpüne eşit olarak azalacağı öngörülmektedir.
- Ölümle sonuçlanan kazaların, daha önceki ve sonraki hız arasındaki oranın 4. kuvvetine eşit olarak azalacağı öngörülmektedir.

Bu, bir önlemin azalma faktörünün, ilk olarak ortalama hızdaki değişikliğin ölçülmesi veya tahmin edilmesi yoluyla tahmin edilebileceği anlamını taşımaktadır.

*Örnek:* Belirli bir mahalde yapılan hız ölçümü ortalama hızın 55 km/s olduğunu göstermiştir. Bu mahalde gürültü çıkarıcı yatay işaretlemelerin uygulanması ile ortalama hızın 50 km/s'ye düşeceği tahmin edilmektedir. Tahmini azalma faktörleri şöyledir:

- Yaralanmalı kazalar  $(50/55)^2 = 0.83$ ;  $1 - 0.83 = \% 17$  azalma anlamını taşımaktadır
- Ağır yaralanmalı kazalar  $(50/55)^3 = 0.75$ ;  $1 - 0.75 = \% 25$  azalma anlamını taşımaktadır
- Ölümlü kazalar  $(50/55)^4 = 0.68$ ;  $1 - 0.68 = \% 32$

Ref. 2, bir kavşak öncesine yerleştirilen hız azaltıcı (gürültü çıkarıcı) yatay işaretlemelerin, kavşaktaki yaralanmalı kazaların sayısını % -30 (değişim aralığı % -40; % -25), sadece maddi hasarlı kazaların sayısını ise % -25 (değişim aralığı % -45; % -5) azalttığını tahmin etmektedir. Ölümler çok daha fazla olarak yaklaşık % -40 oranında azalır.

### 5.3.3 Demiryolu geçitleri

Ref. 2, farklı araştırmalardan elde edilen tahmini azaltma faktörlerini özetlemektedir. Bu araştırmaların bir çoğu, ABD'deki tasarımlar, trafik kuralları ve yol kullanıcı davranışlarına dayanmaktadır. Tahmini azaltma faktörleri, aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Önem	Tahmini azaltma faktörü	Değişim aralığı
Daha önce hiç bir emniyet teçizatı olmayan geçide X-ışaretlerinin yerleştirilmesi	% -25	% -45; % -5
Daha önce sadece bir X-ışareti olan geçide ışıklı ve sesli işaret yerleştirilmesi	% -50	% -55; % -45
Daha önce ışıklı ve sesli işaret olan geçide bariyer yerleştirilmesi	% -45	% -55; % -35
Daha önce bir işaret olan geçide bariyer yerleştirilmesi	% -67	% -75; % -55
Görüş mesafelerinin artırılması	% -44	% -68; % -5

**Tablo 35. Demiryolu geçitleri için tahmini azaltma faktörleri.**

İsveç araştırması, daha önce sadece ışıklı ve sesli sistemlerin kullanıldığı kavşaklara yarım bariyer konulması ile emniyette önemli bir artış olduğunu göstermektedir. Ayrıca, kavşaktan önce karayolu ve demiryolunun paralel gitmesinin tehlikeli olduğu anlaşılmıştır. Alınan öteki önlem, kavşağın üzerindeki bir yatay direğe ışıklı sinyal konularak görünebilirliğin artırılması olmuştur. Güneş ışığının bazı saatlerde düşük açı ile geldiği bir geçitte, ışıklı sinyalle birlikte yol yüzeyinde ışıklar kullanılmıştır.

Yukarıda görülen tabloda çeşitli önlemler için azaltma faktörü verilmiştir.

## 5.5 Yaya ve bisikletliler için iyileştirmeler

### Şehirçi yollarda kaldırımlar

Ref. 2'ye göre şehirçi yollardaki kaldırımlar, bisikletlilerin karıştığı yaralanmalı kazaları % -30, yayaların karıştığı yaralanmalı kazaları da % -5 oranında azaltmakla birlikte motorlu taşıtların karıştığı yaralanmalı kazaları % +16 artırmaktadır. Bu, bütün yaralanmalı kazaların % -7 azalacağı anlamını taşımaktadır (değişim aralığı: % -13; % -1).

Azaltma faktörlerinin kazalar, ölümler ve yaralanmalar için % -5; % -10 olacağı tahmin edilmektedir.

### Şehirlerarası yollarda ayrılmış bisiklet ve yaya şeritleri

Şehirlerarası alanlardaki yaya ve bisiklet şeritleri, motorlu trafik şeritlerinden ayrı inşa edilmiştir. Ref. 2, ayrı bir yaya ve bisikletli şeridinin şehirlerarası alanlardaki kazaları mutlaka azaltmadığını belirtmektedir. Tahmini azaltma faktörü % ±0 oranındadır (değişim aralığı % -10; % +11). Ref. 1, olumlu etki sergileyen araştırma raporlarına ithafta bulunmaktadır.

Ayrılmış bisiklet ve yaya şeritlerine (şehirlerarası alanlarda) ait tahmini azaltma faktörleri kazalar, ölümler ve yaralanmalar için % ±0; % -5'dir.

Bu sonuç şaşırtıcı olmakla birlikte, iyileştirmeden sonra yayaların ve bisikletlilerin sayısının artması ile açıklanabilir. Başka bir muhtemel açıklama ise bütün yayaların ve bisikletlilerin yeni şeridi kullanmamaları ve yeni şeridi kullanmayanlar için durumun daha da tehlikeli hale gelmesi olabilir. Motorlu taşıtlar hızlarını artırmakta ve korunmasız yol kullanıcıları kendi şeritlerinde beklememektedirler.

#### **Şehiriçi bölgelerde ayrılmış bisiklet ve yaya şeritleri**

Şehiriçi bölgelerde yaya ve bisiklet şeritleri, bordür taşları ile motorlu taşıt trafiğinden ayrılabilir. Ref. 2, kentsel alanlarda ayrı yaya ve bisiklet şeritleri inşa edilmesinin yaralanmalı kazaların sayısını azalttığını göstermektedir.

Şehiriçi ayrılmış bisiklet ve yaya şeritleri için tahmini azaltma faktörü % -4'dür (değişim aralığı: % -7; % -1).

Bu şerit, motorlu taşıt trafiğinden bordür taşları ile ayrılmıştır. Boyanmış yaya ve bisikletli şeritlerinin bile güvenlik açısından etkili olduğu anlaşılmıştır.

#### **Farklı seviyelere ayrılmış yaya ve bisikletli kavşakları**

Farklı seviyelere ayrılmış bir kavşak yapımının, yaralanmalı kazaların sayısını % -30 azaltacağı tahmin edilmektedir (değişim aralığı % -44; % -13).

Yayalar ve bisikletlilere yönelik farklı seviyeli kavşaklara ait tahmini azaltma faktörleri yaya kazaları için % -80'dir (değişim aralığı % -90; % -69). Aynı faktör ölümler ve yaralanmalar için de kullanılmaktadır.

Bu tahminler, alt ve üst geçitlerin tüm korunmasız yol kullanıcılar tarafından kullanılacak şekilde inşa edilmiş olmaları varsayımına dayanmaktadır. Alt ve üst geçit kullanımı, caddeyi direkt karşıdan karşıya geçmekten daha uzun zaman ve mesafe almamaktadır. Ayrıca, büyük bir seviye farkı da olmayacaktır. Yayalar özellikle iyi tasarımlara karşı çok hassastır. Dünyada yayalar tarafından kullanılmayan bir çok seviyelere ayrılmış kavşak örneği bulunmaktadır.

#### **Yaya geçidi**

Ref. 2'ye göre bordür taşları bulunmayan boyanmış ve levha konulmuş yaya geçitleri oluşturulması, trafik güvenliğini artırmamaktadır. Tam tersine yaralanmalı kazaların sayısını artırmaktadır. Aşağıdaki tabloda farklı türdeki yaya geçitlerine ilişkin tahmini azaltma faktörleri verilmektedir.

Yaya geçidi Türü	Yaralanmalı kazalara ilişkin tahmini azaltma faktörü			
	Yaya kazaları	Motorlu taşıt kazaları	Bütün yaralanmalı kazalar	Bütün yaralanmalı kazalara ilişkin değişim aralığı
Boyanmış ve işaretlenmiş geçit	% +28	% +20	% +26	% +18; % +35
Kavşaklar arasındaki bir kesimde ışıklı geçit	% -12	% -2	% -7	% -12; % -2
Yayalar için ayrı faz olmayan trafik ışıklı kavşak	% +8	% -12	% -1	% -7; % +6
Yayalar için ayrı faz bulunan trafik ışıklı kavşak	% -29	% -18	% -22	% -29; % -14
Yükseltilmiş geçit	% -49	% -33	% -39	% -58; % -10
Bordür taşı adalar bulunan geçit	% -18	% -9	% -13	% -21; % -3

**Tablo 36. Yaya geçitlerindeki kazalara ilişkin azaltma faktörleri.**

Yukarıda görülen tabloda çeşitli yaya geçitleri için azaltma faktörü verilmiştir.

**Otobüs durakları**

Otobüs durakları ile ilgili 3 tür tehlikeli durum bulunmaktadır:

- Otobüsün yavaşlaması ve durması öteki taşıtlar için tehlikeli durumlara yolaçabilir.
- Otobüs yön değiştirdiğinde ve hızlandığında / yavaşladığında ayakta bulunan yolcular yaralanabilir.
- Otobüs veya başka taşıtlar, otobüs beklemekte olan veya inen yayalara çarpabilir.

İlk ve özellikle de son durum, en tehlikeli durumlardır. Son durumun önlenmesi için yayalar için iyi yaklaşım yolları ve otobüsten indiklerinde iyi görüş alanı bulunması gereklidir. Yayaların otobüsün önünden veya arkasından karşıya geçmemeleri özellikle önem taşımaktadır.

Şehirlerarası yollarda 3 tür otobüs durağı bulunmaktadır:

- Normal yol üzerindeki otobüs durakları.
- Yol, otobüse yer açmak için genişletilmiştir (cep).
- Yol, otobüse yer açmak için genişletilmiştir. Bu yer, yoldan bordür taşları ile ayrılmıştır.

Şehiriçi alanlarda ilke olarak aynı alternatifler bulunmakla birlikte yer bulunması, parketmiş alanlar, vs.'ye bağlı olarak bazı daha ayrıntılı tasarımlar bulunmaktadır.

<b>Şehirlerarası yollardaki motorlu taşıt trafiği için tahmini yol güvenliği</b>	
<b>Otobüs durağı tasarımı</b>	<b>Otobüs durağı olmaması durumu ile karşılaştırıldığında tahmini azaltma faktörü</b>
Yol üzerindeki otobüs durağı	Küçük/olumsuz azaltma faktörü
Ayrı otobüs alanı (bordür taşı ile ayrılmış)	Azaltma faktörü yok
Cep	Azaltma faktörü yok

**Tablo 37. Otobüs duraklarının farklı tasarımı konusunda tahmini etki**

## **5.6 Birden fazla karşı önlem olursa**

Bir mahalde birden fazla karşı önlem uygulanırsa, tüm karşı önlemlerin azaltma faktörlerini tahmin etmek için tek tek ayrı azaltma faktörlerini toplamak mümkün değildir.

Öncelikle, bir karşı önlemin uygulandığı yerde, bir önlem daha uygulanırsa, ikinci uygulama sadece birinci uygulamanın dışında oluşan kazaları etkiler. Bunun yanı sıra, ilk önlem, hala oluşmakta olan kazaların şiddetini azaltır. Bu nedenle, ikinci karşı önlemin azaltma faktörü ilk önlemin etkisiyle düşmüş olur.

Örneğin, eğer ilk karşı önlemin (hız sınırını değiştirerek) hız azaltma olduğunu düşünürsek, ikinci karşı önlemin (mesela, yeni kavşak tasarımı) etkisi daha az olacaktır. Bunun nedeni ise, birinci karşı önlemin etkisinden dolayı azaltılacak kaza sayısı düşmüştür ve oluşan kazaların şiddeti daha azdır. Diğer yandan, hız azaltma ikinci karşı önlem olarak uygulanmış olsaydı, hız azaltma etkisi daha az etkili olurdu.

O halde, farklı karşı önlemlerin azaltma faktörleri, uygulama sırasına, kaza ve kaza şiddetine etkilerine göre değişmektedir (ör., kaza ve çarpışma tipleri). Prensip olarak, azaltma faktörü genel güvenlik durumlarından da etkilenebilir (ör., emniyet kemeri kullanımı).

Bu nedenle, bir mahalde birden fazla karşı önlem uygulandığında, azaltma faktörlerinin nasıl düşürüleceğine ilişkin öneriler vermek oldukça güçtür. Önemli olan nokta, yukarıda anlatılanları göz önünde bulundurarak, güvenlik etkilerini olduğundan fazla hesaplamamaktır.

## 6 Önceliklendirme

### 6.1 Giriş

Kara noktaların iyileştirilmesi için gereken genelde mevcut kaynaklarla yapılması mümkün olandan daha fazladır. Bu nedenle, ihtiyaç ve uygulanabilirlik arasında bir denge oluşturulmalıdır. Bunu yaparken, en etkili olacak güvenlik önlemlerine odaklanmalı ve öncelik sıralaması oluşturulmalı. Bazen, "en uygun" öncelik sıralamasından sapılabilir. Ancak, tahmini yararlar ve maliyetler göz önünde bulundurularak hazırlanmış kara nokta önlem listesi, bu sapmanın sonucuna bağlı olarak azalan faydalar ve/veya artan maliyetler hakkında karar vericilerin dikkatini çekecektir.

Kara nokta iyileştirme uygulaması planlanırken, şu hususlara karar verilmelidir:

- hangi kara nokta iyileştirilmelidir,
- her bir mahal için hangi (çeşitli) önlem/tasarım seçilmelidir,
- hangi sırada ve ne zaman bu seçilen önlemler uygulanmalıdır.

Bu prosedürü izlemek "önceliklendirme" olarak adlandırılmıştır. Kısaca, önceliklendirmek, bütçe kısıtları yanı sıra, tahmini etki ve maliyetleri temel alan tanımlanmış bazı kriterlere göre, en iyi projelerin ve en iyi eylem planının bulunması olarak tanımlanabilir.

Önceliklendirme genelde yatırım değerlendirme teknikleriyle yapılır. Yatırım değerlendirmeleri ve teknikleri öngörülen projenin veya planın etkili ve etkin olup olmadığını tahmin etmek için kullanılır.

Proje yatırım değerlendirme ve önceliklendirme prensipleri SweRoad'un 'Trafik Güvenliği Yöntemleri ve Değerlendirmeleri' (Mayıs 2001) adlı raporunda bulunmaktadır. Bu raporda, kaza ve kazazede azalmaları için parasal değerler verilmektedir.

### 6.2 Değerlendirme yöntemleri

Prensip olarak, kara nokta iyileştirmelerinin değerlendirilmesi için iki ana yöntem vardır (bahsedilen rapora bakınız):

- Fayda-Maliyet Analizi (CBA)
- Maliyet Etkinliği Analizi (CEA)

#### 6.2.1 Fayda-Maliyet Analizi (CBA)

Prensip olarak, Fayda-Maliyet Analizi, bir yatırımın toplam olumlu etkilerinin (yararlar) olumsuz etkileriyle (maliyet) karşılaştırılmasıdır. Bu yapabilmek için, bütün olumlu yada olumsuz etkenler, tek bir birim (para) ile belirtmelidir. Örneğin, bu demektir ki, kaza ve yaralanmaların sayılarını azaltmak, zamandan kazanmak, çevreye olumsuz etkilerin azaltılması hepsi parasal değer olarak verilmelidir. Maliyeti ile ilişkili olarak en iyi pozitif etkiyi veren proje ilk olarak seçilmelidir.

CBA için bir sorun ise, bir yıl kullanılan parasal değer, bir başka yıl ile aynı değerde değildir. Bu değerler iskonto edilerek göz önünde bulundurulmalıdır. İskonto faktörleri,

mevcut yıl ve iskonto edilen yıl arasındaki yıl sayısı ve iskonto oranına bağlıdır. İskonto prosedürü, gündemdeki fiyatların trend ve değişikliklerinden etkilenmemelidir. Sadece esas fiyatlar kullanılmalıdır.

Burada şu ifade edilmektedir; bütün gelecekteki faydalar ve maliyetler, seçilmiş bir yıl üzerinden iskonto edilmelidir ve sermayeye dönüştürülmelidir. İskonto edilen yıl da aynı yıl için sermayeye dönüştürülmelidir. İskonto edilen yıl, uygulanan önlemin tamamlanma ve iyileştirilmiş yolun trafiğe yeniden açılma tarihinden farklı olabilir.

Bundan sonra, iskonto edilmiş faydalar (B) ve maliyetler (C) karşılaştırılıp, analiz edilmelidir. Bahsedilen raporda da gösterildiği gibi, en sık kullanılan göstergeler şunlardır:

- Net Bugünkü Değerler (Net Present Values) ( $NPV = B - C$ )
- İç Karlılık Oranı (Internal Rate of Return) (IRR)\*
- Fayda/Maliyet-oranı (Benefit/Cost-ratio) ( $BCR = B/C$ )
- Net Fayda/Maliyet Oranı (Net Benefit/Cost-ratio) ( $NBCR = (B - C)/C$ )

Yukarıda bahsi geçen raporda, BCR (veya NBCR)'nin kara nokta iyileştirme önceliklendirmelerinde kullanılması tavsiye edilmektedir. Bu, yatırım maliyetlerine oranla, en yüksek NPV'yı verecektir. BCR'nin 1'den fazla olması projenin kazançlı olacağı, 1'den düşük ise zararda olacağı anlamına gelmektedir (NBCR sıfırın üzerindeyse karlı, sıfırın altında bir değer ise, zararda olacağı demektir).

İyi hazırlanmış bir yol yatırım proje CBA'sı teorik olarak bütün topluma yönelik, ilgili maliyetleri ve yararları içermelidir. Yol projeleri için, en yaygın etki ve maliyetler ise şöyledir:

- Kaza maliyetleri
- Seyahat süresi maliyeti
- Taşıt kullanma maliyetleri
- Çevresel maliyetleri
- Yatırım maliyeti
- Bakım maliyetleri

Maliyetler, uygun bir birim ile ifade edilmiş etkilerin boyutunu, etkinin parasal değeriyle çarparak tahmin etmek suretiyle bulunur. Örneğin, ilk önce azaltılmış kaza sayısı tahmin edilmeli (bakınız 5. bölüm) ve sonra bu sayı her bir kazanın parasal değeri ile çarpılmalı (yukarıda bahsedilen rapora bakınız). Diğer etkiler için de aynı prensip uygulanır. Mesela, zaman kazanmaları için tahmini ortalama saat hesaplanır ve her bir saat için parasal değeri ile çarpılır. Son olarak, bütün etkilerin tahminleri ve değerleri hesaplanınca, yararlar toplanmalı ve toplam maliyetler ile karşılaştırılmalıdır.

Güvenlik etkileriyle sonuçlanan kara nokta iyileştirmeleri için, hesaplamalarda kaza ve kazazede maliyeti, yatırım ve değişen yol bakımını maliyetlerini kapsamak yeterlidir. Güvenlik dışında, başka faydalar sergileyen yüksek maliyetli seçenekler için bütün etki ve maliyetlerin göz önünde bulundurulması önerilmektedir.

\* IRR, iskonto edilmiş fayda ve maliyetleri birbirine eşitleyen iskonto oranıdır (i.e.,  $NPV = 0$ ).

Fakat bazen, parasal değerlerin eksik olması ve yeterli modellerin olmaması sebebiyle, tam bir CBA yapabilmek mümkün olamamaktadır. Bu durumlarda, mühendislik tahminleri değer biçilmemiş etkilere değer biçmek için kullanılabilir.

BCR'yi tahmin ederken, aşağıdaki genel formül kullanılabilir:

$$BCR = (B + MC)/IC \quad (\text{Formül 1})$$

BCR	= Fayda-Maliyet Oranı (Benefit-Cost Ratio)
B	= gelecekteki kaza ve kazazede azalmaları için iskonto edilmiş değer (önlemin ekonomik ömrünün her yılı için, kazalar ve kazazedelere yönelik tahmini azalmalar, ilgili parasal değeri ile çarpılmalıdır)
MC	= güvenlik müdahalesi nedeniyle değişen yol bakımının iskonto edilmiş değeri (eğer bakım maliyeti azaltıldıysa, bu değer faydalara eklenmeli, fakat eğer bakım maliyeti yükseldiyse, bu değer faydalardan çıkartılmalıdır)
IC	= güvenlik önlemi (müdahale) için yatırım maliyeti

İndirim şu hususları göz önünde bulundurmalıdır:

- önlemin (müdahale) tahmini ömrü,
- iskonto oranı.

Vergi faktörü her maliyet için geçerlidir. (bakınız: bir sonraki bölüm).

### 6.2.2 Maliyet Etkinliği Analizi (CEA)

Maliyet Etkinliği Analizi (CEA), olumlu etkilerin uygun tek bir birim ile belirtilerek (örneğin, azaltılmış kaza ve kazazede sayısı), parasal bir birim ile tariflenmiş maliyetlerle karşılaştırılmasıdır. (Mesela, yatırım maliyeti ve yol bakımında önemli değişikliklerin maliyeti). Maliyet ile karşılaştırdığı zaman, en yüksek olumlu etki oranı sergileyen proje ilk olarak seçilmelidir.

Eğer özel bir bütçeye sahip, sadece trafik güvenliğini iyileştirmeye yönelik bir karayolu iyileştirme projesi var ise trafik güvenliği önlemleri ile diğer yatırımlar arasında önceliklendirme yapabilmek amacıyla CBA analizi yapmaya gerek yoktur. Kazalar ve yaralanmalar için parasal değer gerekmemektedir. Fakat, genelde farklı şiddetlerde oluşan kazaları birbirleriyle karşılaştırmak için ağırlıklandırma cetveli gereklidir.

Maliyet etkinliğini hesaplarken, aşağıda verilen basit formül kullanılabilir:

$$ECR = \text{Delta AC}/(\text{AYIC} + \text{YMC}) \quad (\text{Formül 2})$$

ECR	= ilk yıl için etkinlik/maliyet oranı
Delta AC	= ilk yılı için tahmini azaltılmış kaza ve kazazede sayısı, bir cetvele göre ağırlıklandırılmış, örneğin; ölümlü kazalar için 9, yaralanmalı kazalar için 3, sadece maddi hasarlı kazalar için 1. Ağırlıklandırma faktörleri güvenlik hedeflerine bağlı olmalı. Eğer odak noktası ölümler ise, ağırlığı bu tür kazazedelerin en yüksek olmalıdır.



- AYIC = güvenlik müdahalesi için ortalama yıllık yatırım maliyeti (toplam yatırım maliyeti, müdahalenin ekonomik ömrüne denk gelen yıl sayısına bölünerek bulunur)
- YMC = güvenlik müdahalesi sebebiyle değişen yıllık yol bakımı maliyeti

Prensip olarak, vergi faktörü bütün maliyetlere uygulanmalıdır. (aşağıya bakınız).

Teorik olarak, CEA için de iskonto kullanmak uygun olacaktır. Daha sonra, aşağıdaki formül kullanılabilir:

$$ECR^* = \text{Delta } AC^* / (IC + MC) \quad (\text{Formül 3})$$

- ECR\* = etkenlik/maliyet-oranı (iskonto edilmiş değerler için)
- Delta AC\* = müdahalenin ekonomik ömrü süresince, kaza ve kazazede sayısındaki yıllık azalım. Kazalar uygun bir ölçüğe göre ağırlıklandırılmalıdır (bakınız: üst bölüm).
- IC = müdahalenin iskonto edilmiş yatırım maliyeti
- MC = güvenlik müdahalesi nedeniyle, iskonto edilmiş değişen bakım maliyeti değeri (eğer bakım maliyeti azaltıldıysa, bu değer faydalarla toplanmalı, fakat eğer bakım maliyeti yükseldiyse faydalardan çıkartılmalıdır).

### 6.2.3 Önerilen yöntem

Bir Trafik Güvenliği bütçesinin ana hedefi kaza ve kazazede sayısını azaltmak olsa bile, bu önlemlerin sadece güvenlik açısından değil, diğer açılardan da etkili olup olmayacağı konusu toplumu ilgilendirir. Bu özellikle yüksek maliyetli önlemler için geçerlidir. Bu nedenle, *SweRoad'un önerisi*, güvenlik müdahaleleri için özel bir bütçe olsa bile kara nokta yatırım değerlendirmeleri için CBA kullanılması yönündedir (düşük maliyetli olanlar için kısıtlı versiyonlar kullanılabilir). (KGM bunu yapmaktadır).

### 6.2.4 Önemli parametreler ve değerler

KGM analizine göre, mevcut yollardaki kazaların artması direk olarak **trafik artışı** ile orantılıdır (eğer güvenlik müdahaleleri uygulanmaz ise). Bu sorgulanabilir; çünkü daha iyi araçlar, daha iyi eğitilmiş sürücüler kazaların gelişimini kara nokta müdahaleleri olmasa bile etkileyecektir. Bunun yanı sıra, kaza istatistiklerinde trafik artışı ile artan kazazedeler arasında direk bir bağlantı görülmemiştir. Bu özellikle ölümler için geçerlidir. Katedilen yıllık araç-kilometre değerleri artarken, ölümlerin sayısı hemen hemen aynı kalmıştır, veya hatta azalmıştır. Bu nedenle, *SweRoad'un önerisi* şu yöndedir; bahsedilen oranları göz önüne almak yerine, (mevcut yollar için) zaman içinde kazalara ait sabit rakamların kullanılması veya daha mütevazı artışların varsayılmasıdır.

Seyahat süresi, çevresel etkiler ve trafik artışı gibi etkenler de göz önünde bulundurulmalıdır.

Fayda ve maliyetlerin iskonto edilmiş değerlerinin hesaplanmasında kullanılan **iskonto oranı** çok önemlidir ve tüm sonuçlar üzerinde önemli bir etkisi vardır. Şu anda, KGM % 15 kullanmaktadır. Bu rakam, diğer ülkelere nazar daha yüksektir. Bu demektir ki, kısa vadeli müdahaleler uzun vadeli yatırımlara oranla tercih edilmektedir. İskonto oranını

düşürmek uzun vadeli beklentiler barındıran projelerin iskonto edilmiş faydalarında büyük artışlar doğuracaktır.

*SweRoad*, karayolu güvenliği yatırımları için (ve başka yol yatırımları için de) daha düşük iskonto oranı *önermektedir*; örneğin, % 8-12 arası.

Gelecekteki faydaların ve maliyetlerin iskonto değerlerini ve ortalama yıllık yatırım maliyetini, vs., hesaplayabilmek için müdahalelerin ekonomik **ömürleri** (1 yıl, 5 yıl, 10 yıl, vs.) tahmin edilmelidir.

CBA’de, tüm **vergiler** maliyetlerden çıkartılmalıdır. Fakat, bazı maliyet bileşenlerinin arttırılmasında kullanılan çeşitli **vergi faktör veya faktörlerinin** kapsanması gerekir (bahsedilen rapora bakınız). *SweRoad şunu önermektedir*; bir tane vergi faktörü kullanılmalıdır. Bu faktör, 1.17’ye ayarlanmalıdır, çünkü mevcut KDV oranı % 17’dir. İlgili CBA değerlerini elde etmek için, bütün maliyetler bu faktör ile çarpılmalı.

### 6.2.5 Özel sorunlar

Yukarıda görülen Formül (1) ve (3), bazı soru işaretleri uyandırabilir. Örneğin, Formül 1’de kaza ve kazazede azalmalarına ait parasal değerler, zaman karşısında gerçek değerlerde artışa sebep olmalı mı, yoksa aynı değer her yıl için kullanılmalı mıdır? Formül 3’de kaza ve kazazedelere ait azaltılmış tahmini değerler iskonto edilmeli midir? Prensipte olarak, gelecekte kurtarılan bir hayat için bugün, bu yıl kurtarılan bir hayattan daha düşük değer mi verilmeli midir?

Bu sorular tartışılmalıdır. Bu tartışmaların yapılmasını beklerken, *SweRoad*, KGM’ye ekonomik ömrü boyunca tüm yıllar için kazalar ve kazazedelerin değerlerine yönelik aynı gerçek rakamların kullanmalarını *önermektedir*. Ve, ayrıca, her yıl için kazalar ve kazazedelerin azaltılmış sayıları, normalde kullanılan iskonto oranı ile azaltılmalıdır.

## 6.3 KGM için önerilen prosedürler

Teorik olarak, Giriş bölümünde bahsedilen sorulara doğru cevap verebilmek için, “hangi kara noktalar, hangi müdahale/tasarım, hangi uygulama sırası ve ne zaman” sorularının cevabına yönelik, bir önceliklendirme yapılması gerekir. Fakat bunu yapması zor olacaktır. Bu nedenle *SweRoad* daha basit bir prosedür önermektedir:

1. Kara noktanın belirlenmesi (bakınız 2. bölüm).
2. Her belirlemiş kara nokta için sorunların ve eksikliklerin incelenmesi (bakınız 3. bölüm).
3. Her nokta için uygun karşı önlemin bulunması (bakınız 4. bölüm). Her nokta için en az 1 tane “düşük maliyetli alternatif” ve bir “yüksek maliyetli alternatif” olmalı.
4. Muhtemel tüm karşı önlemler için trafik güvenliği etkilerinin, yatırım maliyetinin ve değişen bakım maliyetinin, vs. tahmin edilmesi (bakınız 5. bölüm). Eğer karşı önlem yüksek maliyetli ise, bütün ilgili etkiler ve maliyetler tahmin edilmelidir.
5. Kaza ve kazazedelerdeki azalmaların parasal değerlerinin belirlenmesi (eğer gerekliyse, diğer ilgili etkiler dahil), müdahale için uygun ekonomik ömür, iskonto oranına ve “vergi faktörüne”, vs. karar verilmesi.
6. Kara noktaların her müdahale/tasarım alternatifi için BCR’nin tahmin edilmesi.

7. Her noktada BRC'si en yüksek olan alternatifin seçilmesi.
8. Azalan BCR değerine göre sıralanması.
9. Bütçe sınırını belirleyin ve ilk taslak eylem planında hangi kara noktaların alınacağını belirleyin.
10. Bütçe çerçevesinde en son iyileştirilebilecek kara noktanın BCR'sini belirleyin (en düşük BCR'i olan).
11. İyileştirilebilecek son kara noktanın BCR'sından daha yüksek kazanç marjınlı yüksek maliyetli alternatifi olan kara nokta olup olmadığını kontrol edilmesi. (10. madde). Eğer varsa, daha etkili çözümler ile düşük maliyetli alternatiflerin değiştirilmesi. Sıralamayı değiştir (8. madde).
12. Listedeki son kara noktanın BCR'sinden yüksek, BCR'su olan yüksek maliyetli alternatifler kalmayana kadar 9. ile 11. maddeleri tekrar kontrol et.
13. KGM bölgeleri arasında dengeli bir dağılım sağlayabilmek maksadı ile bölgesel koşulların göz önünde bulundurulması.
14. İyileştirmeler için nihai uygulama planı hazırlanması.

Eğer CEA kullanılıyorsa, aşağıdaki prensipler kullanılacaktır:

- 1-4. Yukarıdakilerle aynı.
5. Ölümler, yaralanmalar ve maddi hasarlı kazalar için ağırlıklandırma cetveli hazırlanması.
6. Önlenebilir kazalar, ölümler ve yaralanmalar ve yatırım maliyetleri cinsinden tanımlanmış faydalar dahilinde, değişen bakım maliyetleri ve vergi oranlarına göre düzenlenmiş Maliyet Etkinliği Oranının (ECR) tahmin edilmesi.
7. Her nokta için en yüksek ECR'si olan alternatifin seçilmesi.
8. Listenin azalan ECR oranına göre düzenlenmesi.
9. Bütçe limitinin belirlenmesi ve hangi kara noktaların ilk taslak eylem planına ekleneceğinin belirlenmesi.
10. Bütçe çerçevesindeki sıralamada en son iyileştirilecek kara noktanın ECR'sinin belirlenmesi (en düşük ECR'si olan).
11. Sıralamadaki son kara noktanın ECR'sinden daha yüksek kazanç marjınlı yüksek maliyetli alternatifi olan kara nokta olup olmadığını kontrol edilmesi. (10. madde). Eğer varsa, daha etkili çözümler ile düşük maliyetli alternatiflerin yer değiştirilmesi. Sıralamanın değiştirilmesi (8. madde).
12. Son kara noktanın ECR'si, yüksek kazancı olan marjınlı ECR'si olan yüksek maliyetli alternatifler kalmayana kadar 9. ile 11. maddelerin tekrar kontrol edilmesi.
13. KGM bölgeleri arasında dengeli bir dağılım sağlayabilmek maksadı ile bölgesel koşulların göz önünde bulundurulması.
14. İyileştirmeler için nihai uygulama planının hazırlanması.

Planı uygulamadan önce (bakınız 7. bölüm), detaylı bir izleme ve değerlendirme formu hazırlanıp uygulanmalıdır (bakınız 8. bölüm).

Yukarıda önerilen prosedür, **“hangi kara nokta iyileştirilmeli”** ve **“hangi müdahale/tasarım hangi mahal için seçilmeli”** sorularına cevap verecektir.

Tanımlanan yöntem ve adımlar prensip olarak bütçenin “ideal” olarak paylaşılmasını sağlayacaktır. Yukarıda belirtilen maddeleri uygulamak mümkün olmayacaksa, kara noktaları alt-kümelere ayırıp, her küme için bir bütçe tahsis edilebilir ve sonra bu kümeler

kendi içinde önceliklendirilmelidir. Örneğin, oluşturulacak kümelerde yol kesimlerine karşılık kavşaklar baz alınabilir.

**Her mahal için değişik alternatifler olduğunda**, düşük maliyet alternatiflerin genelde yüksek maliyetli alternatiflerden daha yüksek BCR'ları olur. Bir çok kara noktanın iyileştirilmesi gerektiğini düşünürsek, düşük maliyetli alternatifleri tercih edip, mümkün olduğunca fazla kara nokta iyileştirmek lazımdır. Bu prensip, genelde belli bir bütçe çerçevesinde en yüksek toplam NPV'yi verecektir. Eğer kara nokta iyileştirmelerinde daha pahalı alternatifin marjinal BCR'si diğer kesimlerde uygulanmakta olan en iyi alternatiflerin BCR'sini aşmakta ise yüksek maliyetli alternatif seçilebilir.

**Bölgesel sorunları** düşünmek biraz daha zordur. Madde 12'den sonra elde edilen önceliklendirme listesi, teorik olarak "en iyisi"dir. Maliyeti ile bağlantılı olarak, en kazançlı güvenlik iyileştirmelerini verecektir. Diğer yandan, kaynakları belki de her bölgeye bölüştürmek gerekmektedir. Bu konuya önceden karar verilmelidir. Bunun için bir çözüm, her bölgedeki yollardaki kaza sayısını karşılaştırmak olabilir. Başka bir yöntem ise, bölgelerdeki yol uzunlukları ve/veya kat edilen araç-kilometrelerine bakmaktır. Başka basit bir yöntem ise, ilkönce belirli bir miktar para bölgelere tahsis edip, geri kalan (büyük) kısmını ise öncelik listesine göre kara noktalara yatırmaktır.

Bazı durumlarda, listedeki kara noktalar **yol rehabilitasyon programına dahil edilebilir**. Bu durumda, kara nokta listesinden silinmesi gerektiğini kontrol etmek yada rehabilitasyon programında daha öncelikli iyileştirmelerin olup olmadığına bakıp, bekleme süresinin ne kadar olduğunu saptamak lazımdır

**"Hangi iyileştirmeler, hangi sırada yapılacağı"** konusunda ise, uygulamalar proje listesinin azalan BCR sırasına göre yapılmalıdır. Ancak, şu da belirtilmelidirki, genelde öncelik sırası ve uygulama zamanı o kadar önemli değildir (yıllık bütçe ve önceliklendirme listeleri yapılacağı varsayılmaktadır). Önemli olan, acilen iyileştirilmesi gereken noktaların listede yer alması ve öngörülen müdahale/tasarım ve maliyeti o nokta için uygundur.

Basite indirgenmiş CB hesaplama yöntem ve değerleri Excel sayfasında geliştirilmiştir ve KGM'de kara nokta değerlendirmeleri için kullanılabilir. Daha önce bahsedilen raporda Excel sayfaları mevcuttur. *SweRoad'un şunu önerisi*; önerilen yöntem ve değerlerin kısa kısa vadede kullanılmasıdır.

Uzun vadeli açıdan bakıldığında, önerilen yöntemler ve değerler kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Örneğin, bu, parasal değerleri, kaza ve kazazedelerin azaltılması, seyahat süresindeki kazanımlar, ölümlü, yaralanmalı ve sadece maddi hasarlı kazalar için ağırlıklandırma faktörleri ile vergi faktörünü kapsamaktadır.

## 7 Uygulama

Öngörülen kesimlerde önerilen müdahalelerin uygun ve efektif bir önlem olduğunun kontrolüne yönelik olarak Karayolu Trafik Güvenliği Denetimi (Safety Audit) çalışmalarının yürütülmesi tercih edilmektedir.

Ayrıca yapılacak düzenleme/inşaa çalışmalarının komşu kesimlerde yürütülmekte olan diğer inşaa faaliyetleri ile koordineli olup olmadığına da kontrol edilmesi gerekmektedir.

İnşaa çalışmaları mevcut trafik akışını mümkün olduğunca az rahatsız edecek bir zaman diliminde yürütülecek şekilde planlanmalıdır. Buna ilave olarak, çalışma alanı da mevcut trafiği mümkün olduğunca az rahatsız edecek bir şekilde düzenlenmelidir. Pratikte bu yol işçilerinin güvenliği ile çelişiyor olabilir. Çünkü onların güvenliğini temin etmek için, genellikle akan trafiğin katı sınırlamalara maruz bırakılması gerekli olmaktadır.

Çalışma yürütülen bölgelerde, yol kullanıcılar duruma aşına olmadıkları için bütün yol çalışmaları tehlikelidir. Özellikle gece ve benzeri görüşün kötü olduğu durumlarda, çalışma alanının geçişi esnasında yol kullanıcıların iyi ve uygun şekilde yönlendirilmeleri önem taşımaktadır.

Çalışma alanından araçların geçişi esnasında düşük hızların sağlanması amacıyla hız azaltıcı önlemler uygulanmalıdır. Sadece hız limitlerinin değiştirilmesi genellikle yeterli olmamaktadır. Çalışan işçilerin güvenliği bariyerlerle garanti altına alınmalıdır. Böylelikle dikkatsiz sürücülerin işçilere çarpmaları önlenir.

Durumun kontrol altında olduğundan emin olabilmek için kaza durumu tüm inşaa süresince izlenmelidir.

Çalışmalar tamamlandığında (inşaa/düzenleme), yol trafiğe yeniden açılmadan önce bir başka karayolu güvenlik denetimi (safety audit) çalışması yürütülmelidir.

## 8 İzleme ve değerlendirme

### 8.1 Genel bilgi

Gerçekte ne olduğu konusunda bilgi edinmek için karşı önlemlerin izlenmesi gereklidir. Buradaki amaç, yatırımların harcanan para karşılığında gerekli faydayı sağladığının gösterilmesidir.

Bu bölümün amacı, izleme ve değerlendirmenin nasıl gerçekleştirilebileceğinin gösterilmesi, daha önemli bazı hususların tartışılması ve izleme ve değerlendirme sürecindeki olasılıkların ve sınırlandırmaların ortaya konulmasıdır.

#### 8.38.2 İzlemenin planlanması

İzlemenin önceden planlanması gerekir. Karşı önlem bir kez uygulamaya konulduğunda çatışmalar, hızlar, vs. konusunda önceden ölçüm yapmak için çok geç olacağından bu çok önemlidir. İzleme genellikle kaza mahallinde değişiklik yapılmasından sonra akla gelmektedir. Sadece sonradan ölçüm yapmak yerine önce ve sonra ölçüm yapmak çok daha iyidir.

İzlemenin, çözülmesi gereken sorunlarla ilişkilendirilmesi gerekir. Önce ölçümleri teşhis aşamasının bir parçası olarak yapılmalıdır. Bu durumda, benzer ölçümler sonra döneminde de yapılmalıdır.

Sonra döneminde benzeri ölçümler, mümkün olduğu kadar az faktör değiştirilerek tekrarlanmalıdır. Örneğin önce dönemi ölçümleri en yoğun trafiği kapsamışsa sonra döneminde yapılan ölçümler de en yoğun trafiği kapsmalıdır, vs.

#### 8.48.3 Karşı önlemlerin dokümantasyonu

İzlemenin mümkün olabilmesi için uygulanan karşı önlemler belgelendirilmelidir. Gerekli bilgi, basit ve sınırlıdır. Ayrıca toplanması da kolaydır. Ancak, daha sonra toplanması daha güç ve bazı durumlarda imkansız olması nedeniyle uygulama sürecinde gözlemlenmelidir. Dokümantasyon, mahallin yeniden inşa edilmesinden veya yeni teçhizatın yerleştirilmesinden önce yol ve trafiğin özelliklerini içermelidir.

Dokümantasyon, mahalde uygulamanın başladığı tarihi ve tamamlandığı tarihi kapsamalıdır. Bu, önceki dönemin sonunu ve sonraki dönemin başlangıcını tanımlar. Uygulama dönemi normalde önceki ve sonraki dönemlerin dışında bırakılır.

Uygulama dönemi, trafik açısından genellikle çok karmaşık bir dönem olması nedeniyle ilginç olabilir. Bu karmaşık durumun, kazalara yolaçma tehlikesi bulunmaktadır. Bu nedenle, çeşitli inşaat mahalleri için bu dönem içinde meydana gelen kazaların incelenmesi yararlı olacaktır. Bunun amacı, inşaat çalışmalarının tehlike yaratıp yaratmadığının izlenmesi ve yapı mahallerinde levhalar veya işaretler konusunda uygulanan usullerin yeterli olup olmadığı ve karayolunu kullananlara doğru bilgi verip vermediğinin araştırılmasıdır. Bu, karşı önlemlerin izlenmesinden farklı bir amaçtır. Bu kitapçığın karşı

önlemlerin izlenmesine ilişkin olması nedeniyle daha önceki amaca bu bölümde daha fazla yer verilmeyecektir.

İyileştirilen kısmın kesin yeri ..... km ve .....metreden, ..... km ve ..... metreye kadar şeklinde belirtilmelidir. İyileştirmenin karayolunun uzunluğunun değiştiği anlamını taşımaması halinde yeni mesafeler de verilmelidir. Mahaller, karayolunun hangi kısmının izlenmesi gerektiğini belirler.

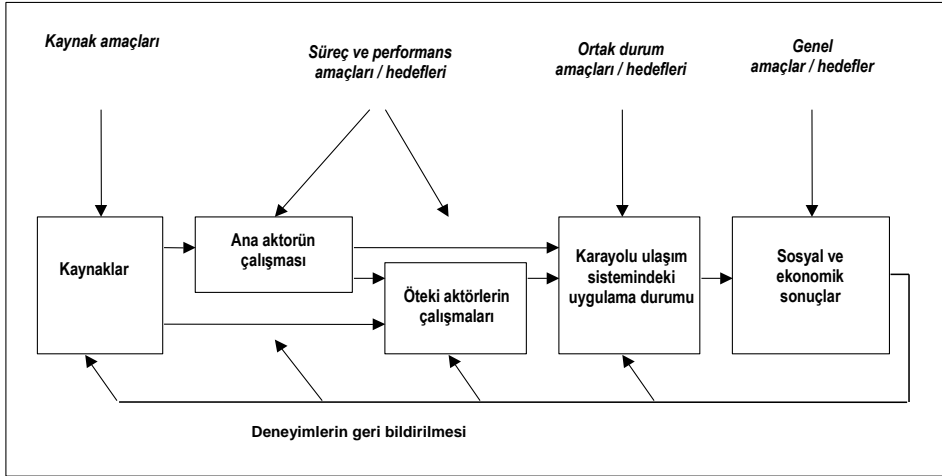
Karşı önlemin tanımlanması gerekir. Karşı önlemin gerçek maliyeti - faydasının hesaplanması gerektiği takdirde karşı önlemin maliyeti gereklidir.

Bütün bu bilgiler, tercihan kolaylıkla bulunabilmeleri için bir dosya veya sicile kaydedilmelidir. Bu dosya, mahaldeki çizimler ve fotoğraflar gibi daha ayrıntılı bilgilerin nerede bulunabileceği konusunda bilgiler de içerebilir.

#### **8.58.4 Hedefe/sonuca-yönelik planlama**

Formatted: Bullets and Numbering

Aşağıdaki şekil, karayolu güvenliği konusunda bir hedefe/sonuca-yönelik çalışma yöntemini açıklamaktadır.



İzleme, geri bildirim temelini oluşturur ve faaliyet zincirindeki bütün kısımlar için yapılmalıdır.

Kara nokta izlemesi için uygulanan karşı önlemler ve şekildeki son iki kutu özel bir önem taşımaktadır.

Ortak durum amaçları/hedefleri, davranış ölçümlerini kapsar. Bu, başlangıçtaki izleme sürecinde izlenir, ancak uzun dönemli değerlendirmede de kullanılabilir. Genel amaçlar/hedefler ise kazalara ve kazazedelere ilişkindir. Bu, uzun dönemli değerlendirmede en önemli bölüm olmakla birlikte başlangıç sürecindeki izlemede de kullanılabilir.

### **8.68.5 İlk izleme süreci**

Formatted: Bullets and Numbering

Karşı önlemin uygulanmasından hemen sonra bir izleme yapılması önemlidir. Bunun amacı, karşı önlemin planlanan sonucu verip vermediğinin ve yeni tehlikeli durumların oluşmadığının belirlenmesidir. Başka bir amaç da yol kullanıcılarının ne yapıldığını anlayıp anlamadıklarının ve uygun şekilde davranıp davranmadıklarının belirlenmesidir. Ayrıca, çözüldüğü varsayılan sorunların gerçekten çözülüp çözülmediğinin veya en azından azaltılıp azaltılmadığının görülmesi de önemlidir.

Karşı önlemin uygulanmasından önce hız ve çatışma ölçümleri veya başka davranış ölçümlerinin yapılmış olması durumunda bu ölçümlerin sonra döneminde de tekrarlanması gerekir.

Ancak, bu ölçümlerin karayolu güvenlik etkilerine dönüştürülmesi güçtür. Ölçülen değişimde beklenen bir değişiklik, bize karşı önlemin etkili olup olmadığını gösterebilir ancak ne kadar etkili olduğunu belirtmez. Çatışma etütleri ( araştırmaları), değişiklikler konusunda daha fazla bilgi verebilir. Ancak çatışmaların bile kaza ve kazazedelerdeki değişikliğe dönüştürülmesi güçtür.

Kaza verilerinin mevcut olması durumunda, zaman diliminin herhangi önemli bir değişikliğin ortaya konulmasına izin vermeyecek ölçüde kısa olması nedeniyle kaza verileri bu aşamada pek kullanılmayacaktır. Ancak, bildirilen kazaların yakından izlenmesi tavsiye edilebilir. Durumun, beklenenden daha kötüye gitmesi halinde bu, bir erken uyarı sistemi olarak işlev görebilir.

Bu biraz karamsar gelebilir, ancak deneyimler yol kullanıcılarının mühendislerin veya öteki güvenlik uzmanlarının beklediğinden tamamen farklı tepki gösterebildiklerini ortaya koymaktadır. Onlar sonuçta insandır ve bu nedenle değişikliklere karşı kendilerini ayarlamaktadırlar. Bu yüzden çoğunlukla kötü bir şey olmaması ve sadece iyi şeyler olmasına karşın kötü şeylerin meydana gelmesine karşı hazırlıklı olmak gerekir.

### **8.78.6 Uzun vadeli değerlendirme**

Formatted: Bullets and Numbering

Uzun vadeli değerlendirmeden kastedilen şey, ilk izleme dönemini izleyen daha uzun süreli bir dönemdeki bir değerlendirmedir. Amaç, karşı önlemin etkisinin tahmin edilmesidir.

Hız, vs için yapılmış önce çalışmalar var ise, bunlar uygulamadan bir, iki veya üç yıl sonra tekrarlanabilirler. Bunlar ilk izlemenin bir bölümü olarak tekrarlanmamışlarsa karşı önlemin uygulanmasından bir yıl sonra tekrarlanabilirler. Ancak kaza verileri, bu aşamada ilk izlemeye göre daha fazla önem taşır.

### **8.7.18.6.1 Ortamdaki değişiklikler**

Formatted: Bullets and Numbering

Trafikte ve trafik ortamında her zaman değişiklikler olur. Taşıt sayıları normalde artış göstermektedir. Taşıt filosunun bileşimi değişmiştir, otomobillerin daha güçlü motorları ve daha fazla güvenlik donanımı vardır. Hava şartları, insanların trafik güvenliği konusundaki bilinç düzeyleri, her şey değişmektedir. Bütün bu değişiklikler, mahallerdeki trafik



güvenliğini etkilemektedir. Bir mahalde önceki ve sonraki bütün değişiklikler, uygulanan karşı önlemlere bağlanamaz.

#### **8.7.28.6.2 Eşleştirilen çiftler**

Formatted: Bullets and Numbering

Teoride bütün çevresel etkilerin dikkate alınmasının en iyi yolu, istatistiksel bir deneyle eşleştirilmiş çiftler kullanılmasıdır. Bu, muhtemel mahallerin, her çift mümkün olduğu ölçüde benzeyecek şekilde ikiye ikiye eşleştirilmesi yoluyla yapılır. Daha sonra her çiftteki bir mahal, rastgele seçilir ve iyileştirilir. Öteki mahal ise değişmeden bırakılır. Mahallerin sadece birkaç yıl süre ile olduğu gibi bırakılacak olması ve bunun bilgiyi artıracak ve uzun vadede yarar sağlayacak olmasına karşın yetkilileri, önemli sorunlar bulunan mahallerin olduğu gibi bırakılmasına ikna etmek genellikle güç bir iş olduğundan teorik olarak en iyi yöntem olmasına karşın bunun gerçekleştirilmesi çok zordur.

#### **8.7.38.6.3 Kontrol grupları**

Formatted: Bullets and Numbering

Kontrol grupları veya kontrol mahallerinin kullanılması, ortamdaki bütün değişikliklerin kontrol edilmesinin yaygın bir yoludur. Bunun temelindeki genel fikir, düzeltilen mahallere benzeyen ancak hiçbir karşı önlemin uygulanmamış olduğu mahallerin seçilmesidir. Önceki ve sonraki dönemde bu mahallerde meydana gelen kazalarda gözlemlenen değişikliğin ortamda meydana gelmiş olan bütün değişikliklerden kaynaklandığı kabul edilir. Daha sonra iyileştirilmiş olan yerlerin, iyileştirilmemiş olsalardı aynı gelişmeyi göstermiş olacakları tahmin edilir.

Örnek: Bir kontrol grubundaki kaza sayısı, önceki dönemde 200, sonraki dönemde ise 180 olmuştur. Bu nedenle bu % 10 azalma, iyileştirilmiş mahallerde hiç bir şey yapılmamış olsaydı bile beklenecektir. Böylece iyileştirilmiş mahal için % 10'un altında bir azalma, gerçekte bir iyileşme değil bir kötüleşmedir.

Bunun yerine kontrol grubundaki sayının 200'den 220'ye çıktığını varsayın. İyileştirilmiş mahalde önceki ve sonraki dönemde aynı sayıda kaza meydana gelmesi halinde bu, beklenenden daha iyi bir durum ve bir iyileşme anlamını taşır.

#### **8.7.48.6.4 Kontrol gruplarının büyüklüklerinin kararlaştırılması**

Formatted: Bullets and Numbering

Kontrol gruplarının kullanımı iyi tahminler yapılabilmesi için gereklidir. Fakat beklenen etkinin varyansını arttırmazlar. Yüksek değerler varyansta küçük artışlara yolaçarlar. Bu nedenle kontrol grupları, varyanstaki artışın çok büyük olmaması için yeterince büyük olmalıdır. Hacim konusunda örnekler veren farklı pratik kurallar bulunmaktadır. Bu tür iki kural belirtilebilir:

- Kontrol gruplarına ilişkin kaza sayıları, değiştirilen mahaldeki rakamların en az 10 katı olmalıdır.
- Kontrol gruplarına ilişkin kaza sayıları en az 200 olmalıdır.

Bu pratik kuralların etkisi ve temelinde yatan gerekçe, "etkinin tahmin edilmesi" kısmındaki varyans formülünde görülebilir. Bu kurallar, mutlak koşul değil tavsiye

niteliğindedir. Düşük bir değişim kadar, hatta ondan daha önemli olan bir husus da önyargıdan kaçınılmasıdır. Kontrol gruplarındaki kaza durumunun, değiştirilen mahallerdeki kaza durumundan farklı olması durumunda bir ön yargı sözkonusu olacaktır. Bu nedenle temsili kontrol gruplarının seçilmesi, büyük grupların seçilmesinden daha önemlidir. Değişimin miktar tahmin edilebilir, ancak bir çok durumda taraf tutma tahmin edilemez.

#### **8.7.58.6.5** Bağımsızlığın test edilmesi

Formatted: Bullets and Numbering

Chi kare ( $\chi^2$ ) testi, bağımsızlığın test edilmesi için yaygın olarak kullanılan bir testtir. Bu test, kazalardaki değişikliğin iyileştirmeden kaynaklanıp kaynaklanmadığını ve değişimin şans eseri meydana gelip gelmediğini belirlemeye yöneliktir. Test değişkeni  $\chi^2$  olarak belirtilmiştir.

Bu test, etkinin miktarı konusunda bir fikir vermez. Sadece sonucun rastgele olup olmadığını ortaya koyar. Kullanılması kolaydır ve bir ilk tanım yapılması için kullanılan bir yöntemdir.

Microsoft Excel'den alınan notasyon (işaret ve semboller) kullanılarak tanımlanabilir. Excel, sonucun şans eseri meydana gelme olasılığını hesaplayan bir fonksiyon içermektedir. Bu fonksiyon CHITEST olarak adlandırılmaktadır.

Örnek: Bir izleme süreci, aşağıdaki kaza sayılarını vermiştir.

	<b>İyileştirilen mahaller</b>	<b>Kontrol mahalleri</b>	<b>Toplam</b>
Önce	20	200	220
Sonra	16	220	236
Toplam	36	420	456

Beklenen rakamların, ilk olarak CHITEST'in uygulanmasından önce hesaplanması gerekir. Her hücredeki beklenen rakam, sütun toplamı ile çarpılıp toplam sayıya bölünen satır toplamıdır. Bu nedenle, ilk hücredeki beklenen sayı  $220 \cdot 36 / 456 = 17.37$ 'dir.

Bütün beklenen değerler aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

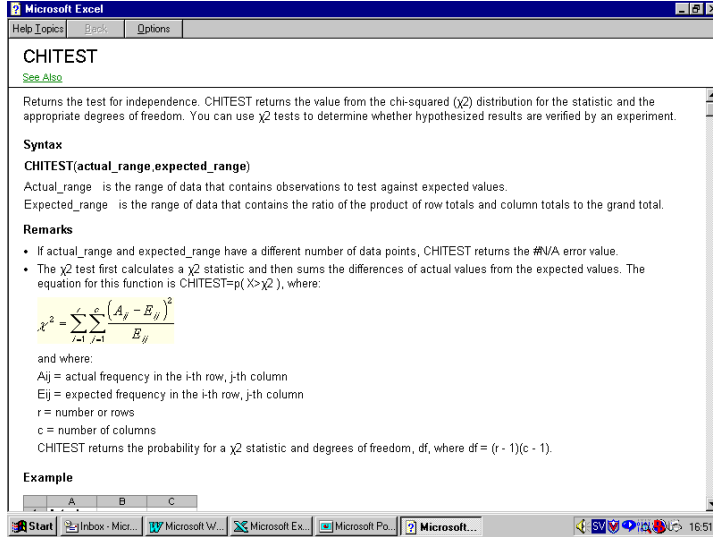
	<b>İyileştirilen mahaller</b>	<b>Kontrol mahalleri</b>	<b>Toplam</b>
Önce	17.37	202.63	220
Sonra	18.63	217.37	236
Toplam	36	420	456

Bu değerler, Microsoft Excel'de kullanılmıştır ve CHITEST fonksiyonu, bu veya daha aşırı bir sonucun meydana gelmesi olasılığının % 66 olduğunu söylemektedir. Bu, karşı önlemin başarılı olduğunu söylemek için gerekli olan % 5'in çok üzerindedir. Bu nedenle, karşı önlem nedeniyle önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir.

Olasılıkları doğrudan verdiği için Microsoft Excel'in hesaplamalar için kullanılması kolaydır. Öteki hesaplamalar, olasılığın elde edilmesi ve önemli olup olmadığının

söylenilmesi için bir  $\chi^2$  tablosundaki değerlerle karşılaştırılması gereken bir değer verirler.

Aşağıda, CHITEST fonksiyonunun nasıl çalıştığını gösteren bir yazılı çıktı verilmektedir.



### 8.88.7 Etkinin tahmin edilmesi

Formatted: Bullets and Numbering

Bir önceki testin önemli sonuçlar vermesi durumunda etkinin tahmin edilmesi ilginç olabilir. Önemli bir sonuç olmasa bile etkinin tahmin edilmesi ve bu etkiye ilişkin güven aralıklarının elde edilmesi yararlı olabilir.

Bu araştırma kapsamında olmadığı için istatistiksel hesaplamalar burada gösterilmeyecektir. Notasyonda, anlamının kolaylaştırılması için basitleştirilmiştir. Teori, değişik istatistik ders kitaplarında bulunabilir, ancak en iyi referanslar Ezra Hauer'in çalışmaları olabilir.

Tahmine ilişkin formül, aşağıda gösterilmektedir. K, L, M ve N kazaların sayısıdır.

	<b>İyileştirilen mahaller</b>	<b>Kontrol mahalleri</b>
Önce	K	M
Sonra	L	N

Bu yöntemin temelindeki kritik varsayım, iyileştirilmiş mahallerdeki değişikliklerin, iyileştirilmemiş olsalardı kontrol mahallerindeki değişikliklerle aynı olacağı şeklindedir. Bu varsayım, kontrol mahallerinin iyileştirilmiş olan mahallere mümkün olduğu kadar benzemesi için kontrol mahallerinin seçiminde çok dikkatli davranmayı gerektirir.

$K*(N/M)$  kazalarının iyileştirilmemiş olsalardı veya karşı önlem hiç bir etki yaratmamış olsaydı sonraki dönemde iyileştirilmiş mahallerde meydana gelmesini beklerdik. Ancak bunlar iyileştirilmişlerdir ve gerçek sonuç L'dir. Bu nedenle  $L/(K*(N/M))$  bir etkinlik endeksidir. Bunu  $\theta$  olarak adlandıralım. Bu durumda  $1-\theta$ , fiili etkidir.

Aynı örneği inceleyelim:

	<b>İyileştirilmiş mahaller</b>	<b>Kontrol mahalleri</b>
Önce	20	200
Sonra	16	220

Sonraki dönemde kazaların beklenen sayısı şöyledir:

$$20 * \frac{220}{200} = 22$$

Bu, fiili 16 sayısı ile karşılaştırılabilir. Etki,  $1-16/22 = \% 27$  olarak tahmin edilir.

$\theta$  tahminindeki değişme yaklaşık olarak şu şekilde tahmin edilmektedir:  
 $var \theta \approx (LM/KN)^2 (1/L+1/K+1/M+1/N)$

$(1-\theta) \pm 1.96 * var \sqrt{(1-\theta)}$ , iyileştirmenin etkisi için % 95 düzeyinde güven aralığında değişim aralığını verir.  $(1-\theta)$ 'ye ilişkin varyansın,  $\theta$ 'ye ilişkin varyans ile kesinlikle aynı olması nedeniyle uç noktalar  $0.272727 \pm 0.497983$ 'dir.

Etki için % 95 güven aralığı seviyesinde değişim aralığı -0.22526 ve 0.77071 arasındadır. Eksi, kazalarda bir artış anlamını taşır. Aralığın sıfırı kapsamaması nedeniyle bu sonucun şans eseri meydana gelmiş olabileceği sonucuna varılır.

Etkinin nokta tahmini 0.27 (% 27)'dir. % 95 güven aralığı seviyesinde değişim aralığı - 0.23 ve 0.77 arasındadır.

### **8.98.8 Kısa dönemli ve uzun dönemli etkiler**

Formatted: Bullets and Numbering

İlk etkilerin, uzun dönemli etkiler kadar iyi olmaması pek karşılaşılmayan bir durum değildir. Bunun bir nedeni karayolu kullanıcılarının başlangıçta yeni karayolu mahalli ve tasarımına yabancı olmaları olabilir. Bu, kazalara yol açabilir. Karayolu kullanıcıları yeni yol mahalline alıştıklarında daha az sayıda kaza meydana gelebilir. Bunun uzun dönemli etki tahminlerine dahil edilmesinden kaçınılması için açılıştan sonraki ilk süre, sonraki dönemin izlenmesinde ayrıca ele alınabilir.

### **8.108.9 Ortalamaya regresyon uygulanması**

Formatted: Bullets and Numbering

Kazalar rastgele meydana gelmektedir. Örneğin, 100 mahal bulunuyorsa her zaman daha yüksek sayıda kazanın meydana geldiği yerler olacaktır. Bu, durumun tehlikeli olmasından kaynaklanabilir. Ancak, yüksek sayılar bu mahallerdeki rastgele dalgalanmaların elverişsiz olmasına da bağlı olabilir. Bu mahallerde hiç bir şey yapılmasa bile gelecek yılda kazaların sayısı azalabilir. Kazaların sayısı ortalamaya yaklaşma eğilimindedir. Bu nedenle, bu etki ortalamaya regresyon olarak adlandırılmaktadır.

Karşı önlemlerin uygulanması için seçilen mahallerde normalde yüksek sayıda kaza meydana gelir. Bu nedenle mahal iyileştirildiğinde etki, izleme dönemi sırasında fazla

tahmin edilecektir. Ancak bunun düzeltilmesi için kullanılacak yöntemler vardır. Basit bir yöntem, etkinin tahmin edilmesi sırasında önceki dönemde en yüksek sayıda kazanın meydana geldiği yılın dışarıda bırakılmasıdır. Böylece önceki dönemde meydana gelen kazaların sayısı, gerçekte olduklarından daha az tahmin edilir.

### **8.118.10 Kazaların yer değiştirmesi**

Formatted: Bullets and Numbering

Kazaların yer değiştirmesi, kazaların öteki yerlere, genellikle de iyileştirilen mahale bitişik karayolu kesimlerine "nakledilmesi" anlamını taşır. Bu kesimlerde kazalar artabilir ve bu artış, karşı önlemin toplam etkisinin azaldığını gösterir.

Örnek: Düz bir yoldan sonra oldukça keskin 3 kurp bulunmaktadır. Tek araçlı kazaların çoğu bu kurpların birinde meydana gelmektedir. Bu kurp, tek bir yönden gelmekte olan araçları etkilemektedir. Sürücüler, uzun ve düz bir yol kesiminden sonra hızlarını yeterince ayarlayamamaktadırlar. Bu kurp düzeltilmiş, ancak öteki iki kurp düzeltilmemiştir. Bu durumda kazalar, şu anda ilk keskin kurp olan bir sonraki kurba kayabilir, vs.

Kazaların yer değiştirmesi, sürücülerin iyileştirilmiş mahallerdeki yeni davranış biçimlerine uyum sağlamaları ve bu davranışı eski mahallerde sürdürmeleri durumunda meydana gelebilir.

Örnek: Yeni yol kesimlerinde hızlar genellikle yüksektir. Sürücüler, eski (iyileştirilmemiş) yol kesimlerine geçerken yüksek hızlarını koruyabilirler. Bu, eskisine göre daha yüksek bir hızdır. Bu durum, değişiklik yapılmamış olan yolda daha fazla kazaya yolaçabilir.

Yer değiştirme etkilerinin mevcut olup olmadığının kontrol edilmesinin bir yolu, bitişik mahallerdeki kaza durumunun iyileştirilmiş mahallerle aynı anda izlenmesidir.

Bunun etkinin fazla tahmin edilmesine yolaçma olasılığının bulunması nedeniyle bitişik mahaller, kontrol grubuna dahil edilmemelidir.

### **8.128.11 Garip sonuçlar**

Formatted: Bullets and Numbering

İzleme, bazen bir iyileştirmeden sonra kazaların arttığını gösteren garip sonuçlar verebilir. Böyle bir durumun meydana gelmesi, mantıksal olarak yeni mahal veya kesimin güvenli olmadığını kabul edilmesi güç olsa bile mühendisler için yanlış bir şey olduğu konusunda güçlü bir uyarı işareti oluşturur. Ancak, sürücüler ve öteki karayolu kullanıcıları muhtemelen karayolu güvenliği uzmanlarının öngördüğü şekilde davranmıyor olabilirler.

#### **8.12.18.11.1 Yüksek hızlar**

Formatted: Bullets and Numbering

Bir çok iyileştirme, karayolu güvenliği açısından hızın artırılmasını mümkün kılma şeklinde bir dezavantajı bulunan hoş geometrik çözümlerdir. Hızın, ciddi kazaların arkasındaki çok önemli bir faktör olması nedeniyle bu bir uyarı işaretidir. Hızdaki artış, mutlaka kazaların sayısında artışa yolaçmayabilir ancak hızı artırması beklenen her karşı önlemin dikkatli bir şekilde incelenmesi gerekir.

### 8.12.28.11.2 Öznel (subjektif) risk

Formatted: Bullets and Numbering

Karayolu kullanıcıları aynı zamanda yanlış “bilgilere” sahip olabilirler. Yol kullanıcı, belirli bir davranışın gerçekte olduğundan daha güvenli olduğunu düşünebilir. Bu, öznel riskin nesnel riskten daha düşük olduğu anlamını taşır.

Örnek: İsveç'te yapılan bir araştırma, çizgilerle işaretlenmiş bir yaya geçidinden geçmenin en azından İsveç'te işaretli yaya geçidi olmayan yerlerden geçmeye göre daha tehlikeli olabileceğini göstermiştir. Bunun nedeni muhtemelen işaretli bir geçit dışındaki bir yerden geçen yayanın, yaya geçidinden geçen yayaya göre daha dikkatli olmasıdır.

### 8.138.12 Kazaların eksik kapsanmasındaki değişiklik

Formatted: Bullets and Numbering

Bütün kazaların bildirilmediği genellikle bilinmektedir. Bildirim yüzdesinin değişmesi durumunda bu kuşkusuz yapılan değerlendirmeyi etkileyebilecektir.

Bir karayolu güvenlik projesinin varlığı, bildirimini değiştirebilir. Emniyet müdürlüğünden bildirimde daha fazla ağırlık verilmesi durumunda bildirim oranı muhtemelen artacaktır.

İlave bir formun kullanılması, formun doldurulması için daha fazla zaman harcanmasına yol açar. Bu, bildirim oranının düşmesine yol açabilir.

Ancak, değişikliklerin iyileştirilmiş mahallerde ve kontrol grubunda aynı olması halinde bildirim oranındaki değişiklikler, sonuçlar açısından önemli olmayacaktır. Bu, kontrol mahallerinin seçilmesinde dikkate alınması gereken önemli bir faktördür.

Ancak, bildirimdeki bir değişikliğin değerlendirmeyi etkileyebileceği bir durum bulunmaktadır. Bildirim oranı arttığı takdirde normalde en az bildirilen kazalar için daha fazla artacaktır. Bu kazalar, sadece maddi hasarlı kazalardır. Bir karşı önlemin, ciddi kazaları, hafif ve sadece maddi hasarlı kazalara göre daha fazla azaltmasının beklenmesi durumunda bildirim oranındaki artış sorunlara yol açabilir. Bunun çözüm yollarından biri de izlemenin sonucunun, farklı **eiddiyetsiddet** sınıflarına bölünmesi ve bu ayrıma göre sonuçlara varılmasıdır.

### 8.148.13 Kaza verilerine ilişkin önceki ve sonraki dönemler

Formatted: Bullets and Numbering

Kontrol grupları kullanılırken kontrol grupları ile iyileştirilen grupların kaza verilerinin aynı dönemlerde elde edilmesi gereklidir. Ancak, önceki dönemle sonraki dönemin aynı uzunlukta olması zorunlu değildir. Örneğin, ilk izlemenin yapılması için 3 yıllık bir önce dönemi ve bir yıllık bir sonra dönemi kullanılması mümkündür. Bu daha sonra aynı önceki dönem kullanılarak 3 yıllık sonra dönemi ile tamamlanabilir.