

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KARAYOLU GÜVENLİĞİ: İKİ ŞERİTLİ KIRSAL YOLLARDA
GÜVENLİK DEĞERLENDİRMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Baran ZENCİRKİRAN**

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Ulaştırma Mühendisliği

OCAK 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KARAYOLU GÜVENLİĞİ: İKİ ŞERİTLİ KIRSAL YOLLARDA
GÜVENLİK DEĞERLENDİRMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Baran ZENCİRKIRAN
(501071416)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 Aralık 2010
Tezin Savunulduğu Tarih : 25 Ocak 2011**

**Tez Danışmanı : Öğr. Gör. Dr. Adem Faik İYİNAM (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Zübeyde ÖZTÜRK (İTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Murat AKAD (İÜ)**

OCAK 2011

ÖNSÖZ

Beni böyle bir çalışmaya yönlendiren ve hiçbir yardımını esirgemeyen çok değerli danışman hocam Öğr. Gör. Dr. Adem Faik İYİNAM'a, yükek lisans eğitimim boyunca üzerimde emeği olan diğer tüm saygıdeğer hocalarıma ve aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ocak, 2011

Baran ZENCİRKIRAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ŞEKİL LİSTESİ	xv
ÖZET	xvii
SUMMARY	xxi
1.GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Literatür Özeti	3
1.3 Tezin Kapsamı	7
2. ULAŞTIRMA VE KARAYOLU GÜVENLİĞİ	9
2.1 Ulaştırma	9
2.2 Trafik Kazaları Ve Karayolu Güvenliği	13
3. TRAFİK KAZALARINDA ETKİLİ FAKTÖRLER.....	17
3.1 Yolu Kullananlar İle İlgili Kaza Faktörleri (İnsan Faktörleri)	18
3.1.1 Sürücü ile ilgili kaza faktörleri	19
3.1.1.1 Psikolojik ve sosyolojik durum	21
3.1.1.2 Sürücü yaşı	23
3.1.1.3 Alkol ve uyuşturucu kullanımı	26
3.1.1.4 Eğitim	28
3.1.1.5 Fiziksel durum	30
3.1.2 Yaya ile ilgili kaza faktörleri	32
3.1.3 Yolcular ile ilgili kaza faktörleri	38
3.2 Yol ve Çevre İle İlgili Kaza Faktörleri	39
3.2.1 Yol ile ilgili kaza faktörleri	40
3.2.1.1 Tasarım elemanları faktörleri	40
En kesit özellikleri	41
Platform özellikleri	41
Yardımcı şeritler	51
Banket özellikleri	54
Orta refüj özellikleri	60
Yol kenarı özellikleri.....	64
Düşey geometri özellikleri	73
Yatay geometri özellikleri.....	78
Trafik kontrol özellikleri	85
Kavşaklar	91
3.2.1.2 Trafik faktörleri	95
Trafik hacmi ve yoğunluğu	95
Hız ve hız değişimleri	97
Taşıt kompozisyonu	102

3.2.2 Çevre ile ilgili kaza faktörleri	104
3.3 Taşıt İle İlgili Kaza Faktörleri	107
4. İKİ ŞERİTLİ KIRSAL YOLLARDA YOL GÜVENLİĞİ	113
4.1 Güvenlik Değerlendirmelerine Genel Bakış	113
4.1.1 Birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı	116
4.1.2 Tasarım hızı	118
4.1.3 %85'lik dilim içindeki hız	124
4.2 Tasarım, Hız Ve Güvenlik	124
4.2.1 Tasarım ve güvenlik	124
4.2.2 Tasarım ve hız	125
5. İKİ ŞERİTLİ KIRSAL YOLLARDA GÜVENLİK ÖLÇÜTLERİ	135
5.1 Güvenlik Ölçütü I	135
5.2 Güvenlik Ölçütü II	138
5.2.1 Teğetlerin değerlendirilmesi	139
5.2.2 İlişkili tasarım	144
5.3 Güvenlik Ölçütü III	146
5.4 Güvenlik Kriterleri Ve Güvenlik Modülü	150
6. TÜRKİYE İÇİN İKİ ÖRNEK UYGULAMA	153
6.1 Örnek I	153
6.1.1 Örnek I'e ait güvenlik kriterleri değerlendirmesi için gerekli parametreler	158
6.1.1.1 Dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı (örnek I)	158
6.1.1.2 %85'lik dilim içindeki hız (örnek I)	163
6.1.1.3 Uygun tasarım hızının tespit edilmesi (örnek I)	169
6.1.1.4 Teğetlerin değerlendirilmesi (örnek I)	170
6.1.1.5 Varsayılan yanal sürtünme ve gereken, gerçek yanal sürtünme (örnek I)	179
6.1.2 Örnek I'e ait güvenlik kriterleri değerlendirmesi	187
6.1.2.1 Güvenlik kriteri I'e göre yapılan değerlendirme (örnek I)	187
6.1.2.2 Güvenlik kriteri II'ye göre yapılan değerlendirme (örnek I)	190
6.1.2.3 Güvenlik kriteri III'e göre yapılan değerlendirme (örnek I)	193
6.1.3 Örnek I için nihai değerlendirme	195
6.1.4 Örnek I için güvenlik modülü sonuçları	198
6.1.4.1 Güvenlik modülü değerlendirmesi: Çorlu'dan Tekirdağ istikametine doğru	198
6.1.4.2 Güvenlik modülü değerlendirmesi: Tekirdağ'dan Çorlu istikametine doğru	205
6.2 Örnek II	214
6.2.1 Örnek II'ye ait güvenlik kriterleri değerlendirmesi için gerekli parametreler	222
6.2.1.1 Dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı (örnek II)	222
6.2.1.2 %85'lik dilim içindeki hız (örnek II)	236
6.2.1.3 Uygun tasarım hızının tespit edilmesi (örnek II)	255
6.2.1.4 Teğetlerin değerlendirilmesi (örnek II)	258
6.2.1.5 Varsayılan yanal sürtünme ve gereken, gerçek yanal sürtünme (örnek II)	286
6.2.2 Örnek II'ye ait güvenlik kriterleri değerlendirmesi	303
6.2.2.1 Güvenlik kriteri I'e göre yapılan değerlendirme (örnek II)	303
6.2.2.2 Güvenlik kriteri II'ye göre yapılan değerlendirme (örnek II)	313
6.2.2.3 Güvenlik kriteri III'e göre yapılan değerlendirme (örnek II)	320

6.2.3 Örnek II için nihai değerlendirme	325
6.2.4 Örnek II için güvenlik modülü sonuçları	332
6.2.4.1 Güvenlik modülü değerlendirmesi: Çatak'tan Şırnak istikametine doğru	333
6.2.4.2 Güvenlik modülü değerlendirmesi: Şırnak'tan Çatak istikametine doğru	351
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	377
7.1 Sonuçlar	377
7.2 Öneriler	380
KAYNAKLAR	383
ÖZGEÇMİŞ	387

KISALTMALAR

a	: Hızlanma/yavaşlama ivmesi
AADT	: Yıllık ortalama günlük trafik
AASHO	: American Association of State Highway Officials
AASHTO	: American Association of State Highway and Transportation Officials
ACR	: Kaza maliyet oranı (Accident Cost Rate)
AR	: Kaza oranı (Accident Rate)
B.O.T.	: Bağımsız olmayan teğet
DC	: Kurp derecesi (Degree of Curve)
CCR_s	: Birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı
CCR_{Si}	: i kurp elemanı için CCR _s değeri
CCR_{Si+1}	: i+1 kurp elemanı için CCR _s değeri
CETUR	: Centre d'Etudes des Transports Urbains
e	: Değer oranı
FHWA	: Federal Highway Administration
f_{RA}	: Varsayılan yanıl sürtünme
f_{RD}	: Gereken, gerçek yanıl sürtünme
f_T	: Modern geometrik karayolu tasarımı kapsamında yüzeysel sürtünme faktörü
G	: Boyuna eğim
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü
L	: İncelenen kesimin uzunluğu
L_{cr}	: Dairesel kurbanın uzunluğu
L_{cl1}, L_{d2}	: Klooid uzunluğu (dairese kurbadan önce ve sonraki)
n	: Yanıl sürtünmenin kullanım oranı
NAASRA	: National Association of Australian State Road Authorities
NCHRP	: National Cooperative Highway Research Program
NHTSA	: National Highway Traffic Safety Administration
NSA	: National Academy of Science
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development
R	: Kurp yarıçapı
RRR	: Resurfacing, Restoration, Rehabilitation
RTAC	: Roads and Transportation Association of Canada
S	: İncelenen zaman periyodu içindeki insan ve mal kayıplarının tamamı
SETRA	: Service d'Etudes Techniques de Routes et Autoroutes
SKARP	: Skid Accident Reduction Program
T	: İncelenen zaman periyodu
TL	: İki kurp arasındaki teğet uzunluğu
TL_{min}	: Hızlanma/yavaşlama uzunluğu için gerekli olan minimum teğet uzunluğu
TL_{max}	: V _{85Tmax} değerine ulaşmak için gerekli olan minimum teğet uzunluğu
TRB	: Transportation Research Board
V_d	: Tasarım hızı

V_{perm}	: İzin verilebilir hız
V_{85}	: %85'lik dilim içinde kalan hız (85th percentile speed)
V_{85_i}	: i elemanı için %85'lik dilim içindeki hız
$V_{85_{i+1}}$	: i+1 elemanı için %85'lik dilim içindeki hız
V_{85_T}	: Teğetteki işletme hızı
$V_{85_{Tmax}}$	: Teğetlerdeki maksimum işletme hızı
$V_{85_{1,2}}$	: 1 ve 2 numaralı kurplar için %85'lik dilim içindeki hız
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)
YOGT	: Yıllık ortalama günlük trafik
γ	: Kurbanın açılma eğimi
$\emptyset CCR_s$	: Yolun gözlemlenen kesimi için ortalama CCR_s değeri
3R	: Resurfacing, Restoration, Rehabilitation

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Bazı ülkelerde yolcu taşımacılığına ait istatistiksel veriler	11
Çizelge 2.2: Bazı ülkelerde yük taşımacılığına ait istatistiksel veriler	11
Çizelge 2.3: Türkiye’de ulaşım yollarına göre yük ve yolcu taşımacılığı	12
Çizelge 2.4: Türkiye’de karayollarında meydana gelen kazalar ve sonuçları	13
Çizelge 2.5: Avrupa Birliği ülkelerindeki (EU–27) trafik kazalarına ait istatistiksel veriler	14
Çizelge 2.6: Bazı Avrupa ülkelerine ait 2003 yılı ve 2004 yılı trafik kaza istatistikleri	14
Çizelge 3.1: Trafik kazalarında birincil etkenler	17
Çizelge 3.2: Norveç ve İsveç’te yapılan bazı araştırmalar kapsamında yaşlı sürücüler için yaralanmalı kazalara ait kaza riski	26
Çizelge 3.3: Kandaki alkol miktarı ve kişiye etkileri	27
Çizelge 3.4: A.B.D.’de 2008 yılına ait yaya kazalarında meydana gelen yaralanma ve ölüm olayları	34
Çizelge 3.5: Yaya geçişlerinde mahal özelliklerine göre risk oranları	36
Çizelge 3.6: Ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarına etken yolcu kusurlarına ait bilgiler	39
Çizelge 3.7: Kaplama genişliğinin güvenliğe etkisi	42
Çizelge 3.8: Yol genişliği ve kaza oranları arasındaki ilişki	43
Çizelge 3.9: Platform durumunun yol güvenliğine etkisi	44
Çizelge 3.10: Şerit genişletmesi ve kaza oranlarında meydana gelen azalma arasındaki ilişki	45
Çizelge 3.11: Tavsiye edilen şerit ve banket genişlikleri	46
Çizelge 3.12: Kayma kazalarını azaltma programı (SKARP – Skid Accident Reduction Program) kapsamında yapılan çalışma sonucunda kazalarda meydana gelen azalmalar	49
Çizelge 3.13: Farklı sürtünme değerleri için kaza oranları	49
Çizelge 3.14: 3R programının kaza oranlarına etkisi	50
Çizelge 3.15: Yardımcı şerit uzunlukları	53
Çizelge 3.16: Yüksek hacimli iki şeritli yollarda yardımcı şeritlerin kazalar üzerindeki etkisi	54
Çizelge 3.17: Banket genişliğinin iki şeritli kırsal yollarda trafik kazaları üzerindeki etkisi	57
Çizelge 3.18: Açık bölge mesafesinin iki şeritli kırsal yollarda trafik kazaları üzerindeki etkisi	68
Çizelge 3.19: Şev eğiminin düzleştirilmesi ve trafik kazalarındaki yüzdelik değişimler	72
Çizelge 3.20: Maksimum boyuna eğim	74
Çizelge 3.21: Eğimli ve eğimsiz kesimlerde minimum duruş görüş mesafeleri	76
Çizelge 3.22: Dere ve tepe düşey kurplar için minimum kurp yarıçapları	77

Çizelge 3.23: Boyuna eğim ile yatay kurbanın çakışması durumunda tespit edilen kaza oranları	77
Çizelge 3.24: Yatay kurp yarıçapı ve yol genişliğinin kazalara etkisi.....	81
Çizelge 3.25: Kurp yarıçapı ile kurptan önce gelen teğet uzunluğuna bağlı olarak tespit edilen kaza oranları	82
Çizelge 3.26: A.B.D. ve Norveç'te yapılan araştırmalar kapsamında kurpların düzleştirilmesiyle beraber kaza oranlarında meydana gelen azalma miktarı	84
Çizelge 3.27: Aydınlatmanın güvenliğe etkisi.....	87
Çizelge 3.28: Yatay ve düşey trafik işaretlemeleri ile ilgili alınan çeşitli güvenlik önlemlerinin kazalar üzerindeki etkisi	89
Çizelge 3.29: Erişim kontrolünün kaza oranları üzerindeki etkisi.....	90
Çizelge 3.30: İki şeritli kırsal yollarda erişim noktalarının sayısı ile kaza oranları arasındaki ilişki	91
Çizelge 3.31: Kilometre başına düşen erişim noktaları ile kaza oranları arasındaki ilişki	91
Çizelge 3.32: Kırsal yollarda bulunan kavşaklara ait ortalama kaza oranları	93
Çizelge 3.33: A.B.D.'de dönel kavşak haline getirilen 33 kavşağa ait ortalama kaza azalma oranları.....	94
Çizelge 3.34: Fransa'da dönel kavşak haline getirilen 83 kavşağa ait kaza istatistikleri	94
Çizelge 3.35: Avustralya'da dönel kavşak haline getirilen 230 kavşağa ait kaza istatistikleri.....	95
Çizelge 3.36: Hız limitlerinin azaltılmasının kazalar üzerindeki etkileri	100
Çizelge 3.37: Hız limitlerinin artırılmasının kazalar üzerindeki etkileri.....	101
Çizelge 3.38: Hava koşullarına bağlı olarak farklılık gösteren yol koşulları ile yaralanmalı kaza oranları arasındaki ilişki.....	106
Çizelge 4.1: Kategorilerine göre yolların sınıflandırılması ve tavsiye edilen tasarım hızları.....	120
Çizelge 4.2: Çeşitli yol ve arazi tipine bağlı olarak değişen minimum tasarım hızları.....	121
Çizelge 4.3: Türkiye standartlarına ait tasarım hızları.....	122
Çizelge 4.4: Çeşitli ülkeler için kurulan regresyon modelleri kapsamında iki şeritli kırsal yollara ait işletme hızları	128
Çizelge 4.5: Güvenlik ve işletme hızı tutarlılığı kapsamında sistem sınıflandırması.....	131
Çizelge 5.1: Güvenlik ölçütü I için yapılan tasarım sınıflandırması	136
Çizelge 5.2: Güvenlik ölçütü II için yapılan tasarım sınıflandırması	138
Çizelge 5.3: Güvenlik ölçütü III ile ilgili formüller.....	148
Çizelge 5.4: Güvenlik ölçütü III için yapılan tasarım sınıflandırması.....	148
Çizelge 5.5: Güvenlik kriterlerinin tasarım sınıflarına göre değerlendirilmesi	150
Çizelge 6.1: Örnek I'e ait geometrik veriler (Çorlu'dan Tekirdağ istikametine doğru)	157
Çizelge 6.2: Güvenlik kriteri değerlendirmesi için gerekli olan parametreler (Örnek I).....	186
Çizelge 6.3: Örnek I için güvenlik kriterlerine göre yapılan değerlendirmenin sonuçları	196
Çizelge 6.4: Örnek I için yapılan güvenlik modülü değerlendirmesi (Çorlu'dan Tekirdağ istikametine doğru)	212

Çizelge 6.5: Örnek I için yapılan güvenlik modülü değerlendirmesi (Tekirdağ'dan Çorlu istikametine doğru).....	213
Çizelge 6.6: Örnek II'ye ait geometrik veriler (Çatak'tan Şırnak istikametine doğru)	220
Çizelge 6.7: Güvenlik kriteri değerlendirmesi için gerekli olan parametreler (Örnek II).....	301
Çizelge 6.8: Örnek II için güvenlik kriterlerine göre yapılan değerlendirmenin sonuçları	327
Çizelge 6.9: Örnek II için yapılan güvenlik modülü değerlendirmesi (Çatak'tan Şırnak istikametine doğru)	371
Çizelge 6.10: Örnek II için yapılan güvenlik modülü değerlendirmesi (Şırnak'tan Çatak istikametine doğru)	374

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1: Trafik kazalarının meydana gelmesinde sürücü, yol ve taşıt unsurlarının payları	18
Şekil 3.2: Farklı yaş gruplarına göre elde edilen yaralanmalı kazalara ait rölatif kaza riski.....	24
Şekil 3.3: Farklı ülkelerde meydana gelen kazalarda genç sürücülere ait rölatif yaralanma riski	25
Şekil 3.4: Ara vermeden kamyon kullanan sürücülere ait kaza oranları	32
Şekil 3.5: Yaya kazalarında taşıt hızı ve ölüm riski arasındaki ilişki	38
Şekil 3.6: Trafik hacmi düşük iki şeritli kırsal yollarda platform genişliğinin kaza oranları üzerindeki etkisi.....	42
Şekil 3.7: Yol genişliği ile kaza oranları ve kaza maliyet oranları arasındaki ilişki.....	43
Şekil 3.8: Sürtünmenin fonksiyonu olarak rölatif kaza riski	48
Şekil 3.9: Tipik yardımcı şerit uygulamaları	52
Şekil 3.10: Rölatif kaza oranları ile banket ve şerit koşulları arasındaki ilişki	57
Şekil 3.11: Refüj genişliğine göre otokorkuluk kriterleri	63
Şekil 3.12: Yol kenarı açık bölge (engelsiz bölge) genişliği	69
Şekil 3.13: Boyuna eğim ve kaza oranları arasındaki ilişki.....	75
Şekil 3.14: Yatay kurp yarıçapı ve kaza riski arasındaki ilişki.....	81
Şekil 3.15: Rölatif kaza sayısı ile trafik hacmi arasındaki ilişki.....	97
Şekil 3.16: Hız değişimleri ile kazalarda meydana gelen ölüm ve yaralanma olayları arasındaki ilişki	99
Şekil 4.1: Çeşitli ülkeler için tasarım hızı aralıkları	123
Şekil 4.2: Çeşitli ülkeler için iki şeritli kırsal yollara ait işletme hızları	128
Şekil 4.3: Kaza oranları ve ortalama seyahat hızından sapma miktarı arasındaki ilişki	132
Şekil 4.4: Rölatif kaza oranları ve ortalama seyahat hızından sapma miktarı arasındaki ilişki	133
Şekil 4.5: Rölatif kaza oranları ve ortalama seyahat hızından sapma miktarı arasındaki ilişki	134
Şekil 5.1: Güvenlik ölçütü I için tasarım süreci.....	137
Şekil 5.2: Güvenlik değerlendirmesi kapsamında teğet hız ve uzunluklarının sistematik görünümü	140
Şekil 5.3: Güvenlik ölçütü II için tasarım süreci	143
Şekil 5.4: Almanya standartlarına ait ilişkili tasarım grafiği	144
Şekil 5.5: Güvenlik ölçütü III için tasarım süreci.....	149
Şekil 6.1: Örnek I için incelenen yol kesimine ait şematik gösterim	153
Şekil 6.2: Örnek I için incelenen yol kesimine ait ilgili paftalar	154
Şekil 6.3: Örnek II için incelenen yol kesimine ait şematik gösterim	214
Şekil 6.4: Örnek II için incelenen yol kesimine ait ilgili paftalar	215

Şekil 7.1: Örnek I'deki tasarım elemanları için işletme hızı ile tasarım hızı arasındaki ilişki.....	378
Şekil 7.2: Örnek II'deki tasarım elemanları için işletme hızı ile tasarım hızı arasındaki ilişki.....	379

KARAYOLU GÜVENLİĞİ: İKİ ŞERİTLİ KIRSAL YOLLARDA GÜVENLİK DEĞERLENDİRMESİ

ÖZET

Trafik kazaları, kısa ve uzun vadeli sonuçları nedeniyle toplumun ve medeniyetin önünde duran vahim sorunlardan birisi olmakta ve bu meselenin aşılması noktasında, gerçeği araştırmakla yükümlü olan bilim fenomenine büyük bir görev düşmektedir. Böyle bir sorumlulukla kendini şekillendiren ulaştırma mühendisliği ise toplumsal refahın ve ekonomik verimliliğin sağlanmasına yönelik olarak yol güvenliğini birincil hedef haline getirmek durumundadır.

Bu çalışmada, söz konusu bu anlayış içerisinde trafik kazalarına neden olan faktörlerin neler olduğu araştırılmış ve özellikle tasarımın ve tasarımcıya ait etkenlerin üzerinde durularak farklı bir bakış açısı oluşturulmaya çalışılmıştır.

Ayrıca yeni gelişmekte olan bir anlayışın, “tasarım tutarlılığı” kavramının ve buna bağlı olarak geliştirilen güvenlik ölçütlerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Uygulama alanı olarak, karakteristik özellikleri nedeniyle iki şeritli kırsal yolların seçildiği söz konusu bu değerlendirmede yol güvenliği ile tasarım arasındaki ilişkinin detaylı bir incelemesi yapılmıştır.

Yol güvenliği ile ilgili yaygın görüş, standartlara göre tasarlanmış bir yolun güvenli olduğudur. Ancak yolun işletmeye açılmasıyla birlikte yolda yaşanan kaza deneyimi yol güvenliğinin tek göstergesi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca açıkça görülmektedir ki, ölüm ve/veya yaralanma oranlarını veya kaza şiddetini azaltmak amacıyla alınan çeşitli güvenlik önlemleriyle, bir yol daima olduğundan daha güvenli hale getirilebilmektedir.

Buna paralel olarak, uluslararası istatistiksel veriler, iki şeritli kırsal yollarda gerçekleşen kazaların büyük bir kısmının yatay ve düşey geçki uyumsuzluklarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu noktadan hareketle yapılan pek çok araştırmada, tasarım hızının genellikle aktüel olan işletme hızını karşılayamadığı ve bu farklılığın özellikle düşük tasarım hızının seçildiği iki şeritli kırsal yol kesimlerinde ciddi bir tehlike yarattığı belirtilmektedir. Bu uygunsuz ve aşırı hız durumu bilhassa kırsal yol kazalarında anahtar bir rol üstlenmektedir. Ayrıca kırsal yollar, tarihsel kökeninden yapısal koşullarına kadar kazalar üzerinde etkili birçok tutarsız tasarım karakteristiği taşımaktadır.

Genel olarak, söz konusu hızlar arasındaki bu uyumsuzluk, yol güvenliği için tasarlanan fikir ile ortaya çıkan durum arasında bir çelişkiye neden olur. Bu bağlamda çoğu güvenlik probleminin kuram, yani tasarım hızı, ile pratik, yani işletme hızı, arasındaki çatışmadan kaynaklandığı söylenebilir.

Tasarım hızı, V_d , yol tasarım elemanlarına ait limit değerlerin belirlenmesi için kullanılmaktadır ve ekonomik faktörleri de göz önüne alacak şekilde yolun fonksiyonel sınıflandırmasına, topoğrafik uygunluğuna ve arazi kullanımına bağlı olarak seçilmektedir. Tasarım hızı yaklaşımının yürürlükteki uygulaması yolda

güvenliği, mobilizasyonu ve verimliliği sağlamak amacıyla varsayılan bir tasarım hızının seçilmesi ve uygulanması şeklinde gerçekleşmektedir. Klasik anlamda tasarım hızı konseptinin kırsal yollardaki geçki uyumluluğunu dikkate alması, A.B.D.'de yatay kurplarda artan kaza oranlarının ele alındığı 1930'lu yıllara kadar gitmektedir. Bu anlayış içerisinde, kabul edilen minimum geometrik standartlara göre tasarlanmış olan yolların güvenli olup olmadığı genellikle tartışma konusu olmuştur. Nitekim tasarım yöntemleri ve sürücü davranışları geliştikçe tasarım hızı konsepti de tutarlı geçkilerin tasarlanması noktasında etkinliğini yitirmiştir.

İşletme hızı, sürücülerin serbest akım koşulları altında yaptığı gözlemlenen hız miktarıdır. Söz konusu hızların yüzdelik dağılımında % 85'lik kesimi oluşturan hız değeri, başka bir deyişle sürücülerin % 85'i tarafından aşılmayan hız değeri, yoldaki özel bir kesim için ya da tasarımın herhangi bir geometrik özelliği için en sık kullanılan işletme hızı ölçüsüdür ve geometrik tasarım içerisindeki sürüş dinamiğini temsil etmektedir. Teknik olarak % 85'lik dilim içinde kalan hız miktarı, temiz, ıslak bir yol yüzeyi ve serbest akım koşulları altında otomobillerin % 85'inin aşmadığı hıza karşılık gelmektedir. Yol özellikleri ile sürücü davranışları arasındaki kompleks ilişkiler kazaların oluşumu üzerinde çok ciddi bir rol oynamaktadır. Bu bakımdan sürücü davranışını temsil eden en etkili hız tanımlaması olarak işletme hızı alınmaktadır ve tutarlılık tespiti için en yaygın değerlendirme ölçütleri, işletme hızı konsepti çerçevesinde ele alınmaktadır.

Günümüzde tasarım hızı konsepti ile işletme hızı konsepti arasındaki farklılıkların göz önüne alındığı pek çok araştırmaya dayalı olarak geliştirilen karayolu geometrik tasarımı, sürüş davranışı, sürüş dinamikleri ve kaza durumu arasındaki temel ilişkiler, analiz edilmekte ve değerlendirilmektedir. Bu ilişkiler iki şeritli kırsal yollarda risk değerlendirmesi için gerekli kantitatif güvenlik kriterlerinin gelişmesini sağlayan temelleri oluşturmuştur. Özellikle Lamm vd. tarafından geliştirilen güvenlik konseptinin, yolun güvenli açısından sınıflandırmasında etkili olduğu ve hassas sonuçlar elde edilmesi noktasında güvenilir olduğu pek çok akademik çalışma ve bilimsel yayına dayalı olarak kanıtlanmıştır. Burada asıl amaç güvenlik ölçütleri için yapılan değerlendirme sonuçları ile kaza oranı (kaza riski) ve kaza maliyeti (kaza şiddeti) vasıtasıyla açıklanan gerçek kaza durumu arasındaki ilişkinin gösterilmesidir.

Yeni bir tasarım parametresi olan birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranının kullanılmasıyla beraber söz konusu bu güvenlik ölçütleri, tasarım tutarlılığı, işletme hızı tutarlılığı ve sürüş dinamiği tutarlılığı olmak üzere üç başlık altında toplanmıştır.

Tasarım tutarlılığı (Güvenlik Ölçütü I), tasarım hızı ile serbest akım koşulları altında otomobillerin %85'inin aşmadığı hıza karşılık gelen, sürücünün seyir esnasındaki aktüel hızı arasındaki farkın makul sınırlar içinde kalmasını, dolayısıyla tutarlı bir yol karakteristiğinin sağlanmasını kapsamaktadır.

İşletme hızı tutarlılığı (Güvenlik Ölçütü II), yol boyunca art arda konumlanan her bir tasarım elemanı için (kurp, teğet vs.) geçerli olan % 85'lik dilim içindeki hız değerleri arasındaki farkın belirli bir limit içinde kalmasını kapsamaktadır.

Sürüş dinamiği tutarlılığı (Güvenlik Ölçütü III), % 85'lik dilim içindeki hız için gerekli olan, gerçek yüzey sürtünme değeri ile tasarım hızı için varsayılan yüzey sürtünme değeri arasındaki uyumu kapsamaktadır.

Söz konusu bu üç madde; yolu iyi (güvenli) tasarım, orta (tolare edilebilir) tasarım ve kötü (tehlikeli) tasarım olmak üzere üç farklı güvenlik seviyesi açısından değerlendirmektedir. Böylece herhangi bir yol kesimine ait akılcı bir güvenlik sınıflandırmasının yapılması anlamında, bu ölçütler tasarımcıya yol göstermektedir. Ayrıca genel bir değerlendirme süreci için üç ölçüt birleştirilmiş ve kapsamlı bir güvenlik modülü de oluşturulmuştur.

Sonuç olarak böyle bir anlayış içerisinde ele alınan tasarım ve yol güvenliği hususu için, tasarımın geometrik unsurlar açısından tutarlılık sağlaması gerekmektedir. Söz konusu bu tasarım tutarlılığı belirli normlar çerçevesinde tespit edilmiş güvenlik ölçütlerine göre yapılmalıdır. Referans alınan güvenlik ölçütleri, yolun fonksiyonuna ve karakteristik özelliklerine göre değişen geometrik tasarım standartlarını gözeterek biçimde değerlendirilmelidir. Bu anlamda işletme hızı ile geometrik tasarım arasındaki ilişkinin, birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı ile % 85'lik dilim içindeki hız arasındaki ilişkiler açısından, yerel bazda incelenmesi bir zorunluluk haline gelmektedir.

ROAD SAFETY: EVALUATION OF ROAD SAFETY ON TWO – LANE RURAL ROADS

SUMMARY

Because of the outcomes in the short term and in the long term, traffic accidents are one of the most serious problems which prevent the development of the society and the civilization. And in point of resolving this problem, there is a major mission for the science phenomenon which is responsible for exploring the truth. By taking form within this liability, transportation engineering is in a position of making its primary goal into the road safety in order to provide social welfare and economic efficiency.

In this study, the factors which cause the traffic accidents are searched in the aforementioned comprehension and it has been tried to make a different viewpoint by focusing on especially factors of design and designer.

Moreover, the evaluation of a new approach, called “design consistency” and related safety criteria had been made. By reason of its characteristic features, two – lane rural roads is chosen as scope of application and a detailed reading about the relationship between road safety and design has been done.

The common belief about road safety is that a road designed in accordance with standards is safe. But when a road goes into operation, the accident experience is used as the only indicator of the safety performance of the road. And also it is clear that a road can always be made safer than it currently is by many safety measures in terms of a reduction in the rate of fatality and/or injury or in the severity of the accident.

Concordantly, international statistical databases demonstrate that the majority of accidents occur on two-lane rural roads, with many of these accidents apparently related to inconsistencies in the horizontal and vertical alignments. From this point of view, numerous investigations have revealed that the design speed is often exceeded by the actual operating speed and especially on roadway sections of two – lane rural roads for which low design speeds were selected, this difference can become very dangerous. This inappropriate and excessive speed situation is particularly a key factor in rural road collisions and also from the historical origins to the structural conditions; rural roads have many inconsistent design characteristics which have effectiveness on accidents, too.

Generally this inconsistency in speed differences makes a conflict between the designed idea and the occurring situation about the road safety. In this sense, it can be said that many safety problems are raising due to the disagreement between the theory as the design speed and the practice as the operating speed.

The design speed, V_d , is to be used for determining limiting values of road geometric elements. It is chosen on the basis of functional classification of roadway and consistency with the topography and land use, while taking economical factors into consideration. The current application of the design speed approach is the selection

and application of an assumed design speed to provide safety, mobilization and efficiency on the road. Use of the classical design speed concept as a criterion for alignment consistency on rural highways originated in the United States in the 1930's in response to increasing accident rates at horizontal curves. In this concept, it is often become a matter of debate that roads designed to accepted minimum geometric standards are safe or not. Thusly, as design practice and driver behavior have evolved, the concept has lost effectiveness at producing consistent alignments.

The operating speed is the speed at which drivers are observed operating their vehicles during free-flow conditions. The 85th percentile of the distribution of observed speeds, in other words the speed value not exceeded by the 85 percent of the drivers, is the most frequently used measure of the operating speed associated with a particular location on the road or any geometric feature of the design and it represents a driving dynamic value for the geometric design. Technically the 85th percentile speed corresponds to the speed below which 85 percent of passenger cars operate under free – flow conditions on clean, wet road surfaces. The complex relationships between road features and driver behavior play a very important role in collision occurrence. In this regard, the most important definition of speed that represents driver behavior is operating speed and the most common criteria for design consistency evaluation are based on the operating speed concept.

On the basis numerous research works with taking differences between operating speed concept and design speed concept into account, fundamental relationships could be analyzed and evaluated between highway geometric design, driving behavior, driving dynamics and accident situation. These form the basis for the development of quantitative safety criteria for the evaluation of the endangerment of two – lane rural roads. In numerous master theses and scientific publications, it was proved that the safety concept of Lamm et al. is appropriate for the safety classification of roadway sections and sensible results can be expected. The goal of the above investigations was to show the level of agreement between the outcome of the safety criteria and the actual accident situation, expressed by the accident rate (accident risk) and the accident cost rate (accident severity).

These safety criteria, which are formed by using a newer parameter called “curvature change rate of single circular curve with transition curves”, are listed in three headlines as consistency in the alignment, consistency in the operating speed and consistency in the driving dynamics.

Consistency in the alignment (Safety Criterion I), which corresponds to a reasonable agreement between the design speed and the actual driving behavior, expressed by the 85th percentile speeds of passenger cars under free flow conditions, thereby achieving a consistent road characteristics.

Consistency in the operating speed (Safety Criterion II), which corresponds to a limited variation between the 85th – percentile speeds of successive design elements, thereby achieving a more consistent driving behavior.

Consistency in the driving dynamics (Safety Criterion III), which represents a favorable correspondence between side friction assumed with respect to the design speed and side friction demanded with respect to the 85th percentile speed.

All three criteria are evaluated in terms of three safety ranges, described as good (sound), fair (tolerable, endangered) and poor (dangerous) design practices. In this way, these safety criteria lead the designer to make a rational safety classification at

any roadway section. Also for a general evaluation process, the three safety criteria were combined into an overall safety module.

As a conclusion, in the context of the relationships between design and road safety, the design must provide a consistency in terms of geometric elements. This design consistency must be in a relationship with the safety criteria which are identified within the frame of certain standards. These aforesaid criteria must be evaluated in the way that considering geometric design standards which depend on functional and characteristic features of the road. In this sense, as part of the correlation between operation speed and geometric design standards, making a local analysis of the relation between the curvature change rate of single circular curve with transition curves and the 85th percentile speed becomes a necessity.

1. GİRİŞ

“Arabalar atsız olarak gidecek ve kazalar dünyayı acı ve eleme boğacak.”

Tarihin başlangıcından beri insanoğlu hareket etmek arzusu duymuştur. Bu hırs ve hatta huzursuzluktan dolayı insan çeşitli vesilelerle bir yerden diğerine seyahat etmek istemiştir. Martha Shipton’ın “Kehanet” adlı eserinden alınan bu mısra, XV. yüzyıl koşullarında Shipton’ın bir cadı olarak suçlanmasına neden olmuşsa da insan tabiatının evrimleşen akıbetini açıkça ortaya koymuştur. Bu belki de insan yaratılışındaki tembelliğin ve yaratıcılığın bir araya geldiğinde neler olabileceğini gösteren bir bakış açısidir. Nitekim sabırsız insanoğlu, hızlı hareket etme arzusu ile bilgi ve teknolojiyi geliştirdikçe, ortaya günümüzde yaşadığımız trafik kazaları çıkmıştır [1].

1.1 Tezin Amacı

Ulaşım; insanların ve eşyaların yararlı olduğu varsayılan bir amaca yönelik yer değiştirmeleridir. Ortaya çıkan faydanın esas alındığı bu yer değiştirmenin sağlanması ise ulaştırma ya da taşıma olarak tanımlanmaktadır. İlk insanlar için ulaştırma, yani seyahat veya bir malın taşınması eylemi, yaya ölçüleri içinde kalırken; ortaçağ insanları için hayvanlarla çekilen taşıt hızları ile orantılı mesafeler söz konusu olmuştur. Günümüzde ise seyahat ve taşıma ihtiyacından doğan bir zorlama sonucu hızla gelişmekte olan taşıtlar sayesinde kentler hatta ülkeler arasında gününbirlik iş, alışveriş veya turistik amaçlı seyahatler ve taşımalar olağan hale gelmiştir. Ancak lehte olan bu gelişmelerin olumsuz etkileri çok çabuk görülmüş, eskiden birkaç tarihi kentin meydanları için bahis konusu olan trafik sıkışıklığı, her ülke için genel bir sorun haline gelmiştir. Bu trafik sıkışıklığının yol açtığı gecikmeler ve hızla artan trafik kazaları özellikle 1950 yılından sonra trafik ve yol güvenliği kapsamında ulaştırma mühendisliğinin önemini iyice arttırmıştır. Bu arada uygarlığın ilerlemesiyle zaman ve para daha fazla önem kazanmıştır. Günümüz insanları bir yandan sürat, konfor ve ucuz ulaşımı bir arada talep ederken, diğer yandan bu olanakları veren motorlu taşıt trafiğinin doğurduğu gürültü, hava kirliliği,

evre kirliliği vb. ekolojik sorunlar, stres vb. psikolojik rahatsızlıklar ile bu tezin inceleme konusunu oluşturan trafik kazalarından şikâyetçi olmaktadır [2].

Günlük hayatta kendini fazla hissettirmeyen bu sorun, kapsamlı olarak ele alındığında toplumsal tahribat açısından ciddi boyutlara ulaşabilmektedir. Dünya Sağlık rgt (World Health Organization – WHO) tarafından yapılan bir araştırmaya göre 2004 yılında trafik kazaları sonucu 1.27 milyondan fazla insan hayatını kaybetmiştir. Bu rakam neredeyse aynı yılda bulaşıcı hastalıklardan ölen insan sayısına eşittir. Bu konuyla ilgili yapılan istatistiksel çalışmalarla durumun ciddiyetini daha da arttırmaktadır ve acil bir nlem alınmadıkça, 2030 yılına kadar trafik kazalarından kaynaklanan ölümlerin yılda 2,4 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca, yıllık 20 – 50 milyon yaralanma olayının gerçekleşmesi de beklentiler arasındadır ki bunun önemli bir kesimini sakatlanma ile sonuçlanan yaralanmalar oluşturmaktadır. Türkiye’de yapılan bir çalışma sonucunda, 2005 yılında yaklaşık 95,000 insanın trafik kazalarında yaralandığını ve bunun %13’ünün sakat kaldığı tespit edilirken Hindistan’da 2 milyona yakın insanın trafik kazaları sonucunda sakat kaldığı tahmin edilmektedir. Bunun dışında trafik kazaları, başta dar ve orta gelirli ülkeler olmak üzere, birçok ülkenin ekonomisini de olumsuz yönde etkilemektedir. Nitekim trafik kazalarından kaynaklanan küresel kaybın yaklaşık 518 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir [3].

Rakamlarla açıklanınca vahameti daha da belirginleşen böylesine bir konu için sorulması gereken en önemli soru ise trafik kazalarında etkili faktörlerin neler olduğudur. Ulaştırma mühendisliğinin her daim inceleme alanı olmuş olan yol güvenliği hususu ile ilgili bu kritik soru, esasında tezin amacını da ortaya koymaktadır. Bu bağlamda tezin muhtevasının trafik kazalarında etkili faktörlerden ve kaza riskinin görece daha fazla olduğu iki şeritli kırsal yollara ait tasarım ölçütlerinden oluştuğunu söylemek mümkündür.

Araştırma sırasında öncelikle, otoriteler tarafından kabul edilen mevcut standartlar baz alınarak insan, yol ve taşıt etkenlerinin kazalar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Klasik bir yaklaşım olan bu üç kademeli sınıflandırma, Ruediger Lamm ve arkadaşlarının öncülük ettiği “tasarım tutarlılığı” ve “tasarıma ait güvenlik ltleri” kavramı çerçevesinde yeni ve modern bir ehre kazanmıştır. Bu yeni anlayışın da çalışmaya dâhil edilmesiyle beraber yol güvenliği üzerindeki klasik söylem ile farklı bir bakış açısının karşılaştırılması olanağı elde edilmiştir. Ayrıca söz konusu bu yeni

karamın iki şeritli kırsal yollar üzerindeki uygulamaları ve kriterleri de ele alınmış ve konuya farklı bir derinlik kazandırılmaya çalışılmıştır.

Sonuç olarak bu çalışma ile trafik kazalarında etkili parametrelerin detaylı bir araştırması yapılırken, aslında tasarıma ait kusurların trafik kazaları üzerindeki önemine ve bunun ne kadar ciddi boyutlara ulaşabileceğine dikkat çeken radikal bir savın akademik çevrelere kazandırılması amaçlanmaktadır.

1.2 Literatür Özeti

Genel bir tanımlama ile trafik kazaları; ulaşımın temel unsurları olan insan, taşıt, karayolu ve çevre koşullarından ve/veya bu unsurların birbirleri ile etkileşimleri sonucunda ortaya çıkan, maddi hasar, yaralanma, ölüm durumlarından biri veya birkaçı ile sonuçlanan olaylar olarak izah edilmektedir. Bununla beraber ilkesel olarak trafik kazaları, karayolu güvenliğinde dikkate alınan başlıca göstergelerden biri olarak kabul edilmektedir ve kuramsal açıdan kazanın olmadığı durumda güvenliğin tam olduğu varsayımı yapılmaktadır [4,5].

Bu bakımdan güvenli karayolu kavramı, teorik olarak kabul edilebilir olsa bile söz konusu herhangi bir kesimde “sıfır kaza” durumunun geçerli olması anlamına gelmemektedir. Çünkü bir karayolunun pratik anlamda daima mevcut durumundan daha güvenli hale getirilebilmesi mümkündür. Tam da bu noktada iki önemli tespit açığa çıkmaktadır [6]:

- Kabul edilen tasarım standartları yol güvenliğini garanti edememekte ya da sağlayamamaktadır.
- Meydana gelen trafik kazalarında tüm kusurun neredeyse tamamının sürücüye (% 90'dan fazlası) atfedilmesine rağmen kazalar geometrik tasarım elemanları bağlamında birbirine yakın ya da benzer noktalarda yoğunlaşmaktadır.

Söz konusu bu iki tespit, oluşturulan kaza modellerinde tasarım ve güvenlik arasında bir köprü kurulmasını zorunlu hale getirmiştir. Özellikle ikinci madde için en iyimser araştırmalarda bile sürücü faktörünün trafik kazaları üzerindeki etkisinin tüm faktörler içinde yarıdan fazla olduğu belirtilmektedir. Aslında yüzeysel bir bakış açısıyla haklılık payı olduğu da söylenebilir. Nitekim trafik kazası dediğimiz olgudan sürücülerini çıkarttığınız zaman yol güvenliğini maksimize etmeniz mümkün gibi

görülmektedir. Ancak insan kusurlarını münferit eylem sınırları içinde kabul etmek olayı sığ bir zemine çekmekte, bütün kusuru sürücüye yükleyerek tasarımın ve tasarımcının görevini yerine getirip getirmediğini perdelemektedir.

Bilhassa Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, ideolojik karakteristikler ve bilimsel araştırmaların yetersizliği nedeniyle söz konusu bu sorun daha da belirgin bir hal almaktadır. Örneğin Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan “Trafik Kaza Özeti” başlıklı raporlarda sürücüye verilen kusur çoğu zaman % 95’in altına inmezken, yaya ve yolcuların da hesaba katılmasıyla insana atfedilen kusur oranı % 99,5’e kadar çıkabilmektedir. Yola ve taşıta bulunan kusur ise doğal olarak % 1’i bile geçmemektedir. Üstelik söz konusu bu % 1’lik oran için yola atfedilen kusurlar; köprü çökmesi, heyelandan dolayı şerit çökmesi, düşük banket durumu, yol sathında gevşek malzeme bulunması, yolda münferit çukurların varlığı vb. maddelerden oluşmakta, tasarımla ilgili ciddi bir kusur bulunmamaktadır.

Bu işin profesyonel bir çerçevede yapıldığı kurumlarda ve ülkelerde ise durum yine aynı şekilde tasnif edilmekte fakat daha farklı bir algı yaratılmaktadır. Her şeyden önce mantalite farkı kendini hissettirmekte, tasarım tutarlılığı ve tasarıma ait ölçütler oluşturulmaktadır.

Tasarım tutarlılığını, sürücü beklentilerini de kapsayacak şekilde karayolu geometrisindeki uyumluluk olarak tanımlamak mümkündür. Bu bağlamda, peş peşe gelen karayolu elemanlarına ait işletme hızlarında meydana gelecek ani değişimlerin en aza indirilmesi ve sürücü beklentisi ile sürüş kabiliyeti kriterlerinin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Tasarımda herhangi bir uyumsuzluğun söz konusu olması durumunda sürücü beklentilerinde meydana gelecek değişimler, belki de sürücülerini uygunsuz bir manevra yapmaya ve/veya uygunsuz bir işletme hızı seçimine yönltecektir [7].

Geometrik tasarım tutarlılığı kavramının karayolu tasarımı içinde gün geçtikçe vazgeçilmez bir standart halini almasına rağmen, bu konuyla ilgili yol güvenliği literatürüne giren çok fazla kaynak bulunmamaktadır. Esasında söz konusu bu kavram her ne kadar son dönemlere ait bir araştırma konusu olsa bile, geometrik tasarımın geniş bir şekilde ele alındığı 1980’li yıllara kadar uzanmakta, hatta daha da öncesine dayanmaktadır. Örneğin Oglesby (1975), karayolu tasarımında en önemli kuralın tasarım tutarlılığı olduğunu belirtmiş ve her bir tasarım elemanının sürücü

beklentilerini karşılayacak ve yol standartlarındaki ani değişimlere izin vermeyecek şekilde olması gerektiğinin altını çizmiştir [7].

Günümüzde ise ana hatlarının Lamm vd. tarafından geliştirildiği tasarım tutarlılığı ve güvenlik ölçütü kavramları son yıllarda literatürde ağırlığını hissettirmeye başlamış olup Almanya, İsviçre ve İsveç gibi ülkelerde standartlar arasına girmiş bulunmaktadır. Ayrıca özellikle 1990'lı yıllarda Anderson vd. tarafından yapılan geniş kapsamlı çalışmalar ile söz konusu bu kavramların A.B.D. standartları arasında da ciddi bir yer edinmiş olduğunu söylemek yanlış olmaz [7].

Yol güvenliği kavramı, kırsal ve kentsel alanlardaki niteliksel farklılıklar nedeniyle de ayrı ayrı ele alınmaktadır. Lamm vd. için, özellikle iki şeritli kırsal yollarda meydana gelen kazaların büyük bir kısmında uygunsuz hız seçiminin dolaylı olarak etkili olduğu kabul edilmektedir ki bunun tasarım uyumluluğu ve yol güvenliği arasındaki ilişkiye mesnet oluşturması kaçınılmazdır [7]. Bu bağlamda erişimin kontrolsüz olduğu iki şeritli kırsal yollar, tasarım tutarlılığı açısından özel bir öneme sahiptir.

Kırsal ve kentsel yol ayrımıyla ilgili kabul edilmiş herhangi genel bir tanımlama olmamakla beraber, her ülke kendine göre farklı bir kırsal yol tanımlaması ve standardizasyonu yapmaktadır. Bazı ülkelerde yolu çevreleyen unsurlar belirleyici olmakta iken başka bir sınıflandırma sistemine göreyse yıllık ortalama günlük trafik (YOGT) miktarına ve seyahat uzunluğuna göre tanımlama yapılabilir. Bazı kaynaklarda en az 50,000 insanın yaşadığı yerler için kentsel kesim tanımlaması yapılmakta ve bu kesimin dışında kalan bölgeye kırsal kesim denilmektedir. Kentleşmenin olmadığı ya da şehir karakteristiklerine ulaşmamış kırsal nitelikli bu tip yerlerde bulunan yollar ise kırsal yollar olarak tanımlanmaktadır [8,9].

Modern karayolu tasarımı kapsamında güvenlik değerlendirmesi yapılırken, sadece kaza sayılarının dikkate alınmasındansa kaza oranının ya da kaza şiddetinin ele alınması daha uygundur. Bu yolla karayolunda meydana gelecek kaza sayısını öngörmek mümkün olurken, kaza başına düşen ortalama maliyete ya da taşıt-kilometre başına düşen kaza sayısına göre güvenlik performansını tanımlamak daha tutarlı bir hale getirilmektedir [10]. Bu yüzden, incelenen kesimin uzunluğunun ve trafik hacminin de hesaba katıldığı kaza oranı ve kaza maliyet oranı gibi nispi kaza

sayıları, trafik güvenliği ile ilgili olarak farklı yol kesimlerinde karşılaştırma yapılmasına imkân tanımaktadır.

Kaza oranı, belirli bir karayolu kesiminde belirli bir zaman periyodunda meydana gelen kaza sayısının taşıt – kilometre cinsinden ifade edilmesi olarak tanımlanır ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır [10, 11]:

$$AR = \frac{\text{Kaza Sayısı} * 10^6}{AADT * 365 * T * L} \quad (10^6 \text{ taşıt – kilometre başına düşen kaza sayısı}) \quad (1.1)$$

Burada;

AR = kaza oranı

AADT = yıllık ortalama günlük trafik (taşıt/24 saat)

L = incelenen kesimin uzunluğu (km)

T = incelenen zaman periyodu (yıl)

365 = gün sayısı / yıl olarak verilmiştir.

Kaza oranı, bütün kazaları eşit bir şekilde değerlendirmeye alır ve kaza şiddetine göre oluşan farklılıkları dikkate almaz. Dolayısıyla, kaza şiddeti ve kaza maliyetlerinin etkileri kaza oranı ile tanımlanamaz. Kaza oranı ile başlı başına kazaya karışma riski ele alınırken, kaza maliyet oranı ile de maliyet tahmini üzerinden kaza şiddeti tanımlaması ve karşılaştırması yapılabilmektedir. Bu da kaza maliyet oranının kullanılarak kaza riskinin parasal açıdan değerlendirilmesine olanak sağlar [10,11].

İnsan ve mal kayıplarını temsil eden kaza maliyet oranı aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

$$ACR = \frac{S * 100}{AADT * 365 * T * L} \quad (100 \text{ taşıt - kilometre başına düşen parasal birim}) \quad (1.2)$$

Burada;

ACR = kaza maliyet oranı

S = T zaman periyodu için insan ve mal kayıplarının tamamı (incelemenin yapıldığı ülkenin para birimi)

AADT = yıllık ortalama günlük trafik (taşıt/24 saat)

L = incelenen kesimin uzunluğu (km)

T = incelenen zaman periyodu (yıl)

365 = gün sayısı / yıl olarak verilmiştir.

Kaza maliyetleri tespit edilirken insan ve mal kayıpları ayrı ayrı analiz edilmelidir. Özellikle insan kayıpları incelenirken ölümcül kazalar kayıplar kadar ciddi ve hafif yaralanmalı kazalar da kapsama alanına alınmalıdır. Mal kayıplarının değerlendirmesi polis kayıtları ve kaza raporları aracılığıyla elde edilir. Ekonomik kayıplar içinse insan kayıplarının da parasal açıdan değerlendirildiğı farklı birçok kaynak geçerlidir. Bunların arasında sigorta firmalarının yaptığı ödemeler, yargı kararıyla belirlenen tazminat vb. ödemeler gibi farklı alanlara ait veriler kullanılabilmektedir [10,11].

1.3 Tezin Kapsamı

Bu çalışma ile trafik kazalarında etkili faktörlerin detaylı bir araştırması yapılmış ve kaza riskinin daha fazla olduğu kırsal kesimde yer alan iki şeritli yollar için tasarım tutarlılığı kapsamında yol güvenliği incelemesi yapılmıştır. İlk bölümde trafik kazaları ile ilgili genel bir perspektif oluşturulurken, ikinci bölümde ulaştırma ve karayolu güvenliği arasındaki ilişki bağlamında trafik kazalarına bir giriş yapılmıştır. Ardından üçüncü bölümde trafik kazalarının nedenleri ve etkilendiğı parametreler üzerinde “klasik” anlamda bir sentez yapılmıştır. Dördüncü ve beşinci bölümlerde ise söz konusu bu klasik yaklaşımın yerine daha analitik ve daha yeni bir anlayış olarak kabul edilen “tasarım tutarlılığı” temel alınarak güvenlik ölçütleri değerlendirilmiş ve trafik kazaları açısından görece daha fazla tehlike teşkil eden iki şeritli kırsal yollardaki ölçütleri incelenmiştir. Altıncı bölümde konuyla ilgili Türkiye’den seçilen iki örneğe ait güvenlik değerlendirilmesi yapılmıştır. Sonuç bölümü olan yedinci bölümde de tez, ana hatlarıyla beraber derlenmiş ve yol güvenliğini etkileyen faktörler ile kırsal yollardaki tasarım tutarlılığı konuları için genel bir bakış açısı oluşturulmuştur. Ayrıca öneriler kısmında, yapılan tespitler aracılığıyla konuya vizyon açısından bakılmıştır.

2. ULAŞTIRMA VE KARAYOLU GÜVENLİĞİ

Karayolu güvenliği ile ilgili bir yargıya varmak veya bu anlamda bir değerlendirme yapmak için başvurulacak olan en geçerli veri trafik kazalarıdır. Trafik kazalarının, ulaştırma ile ortaya çıkan olumsuz olaylar olması nedeniyle, ulaşım ve ulaştırmadan soyutlanıp tekil olarak değerlendirilmesi mümkün değildir. Bu yüzden trafik kazaları ve trafik kazalarını etkileyen faktörleri ele almadan önce ulaşım ve ulaştırma türleri ile ilgili bazı özelliklerin incelenmesi gerekmektedir.

2.1 Ulaştırma

Ulaşım; insanların ve eşyaların yararlı olduğu varsayılan belli bir amaca yönelik olarak yer değiştirmeleridir ve bu yer değiştirmenin sağlanması da ulaştırma olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlara göre insan söz konusu olunca ulaşım kelimesi yerine seyahat veya yolculuk kelimesinin kullanılması daha uygun düştüğü gibi, ulaştırma kelimesi yerine de taşıma kelimesinin kullanılması birçok durumda daha anlamlı olmaktadır [2].

Ulaştırma, ilgili alt yapının türüne göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır [2]:

- Kara ulaştırması
 - Karayolu ulaştırması
 - Demiryolu ulaştırması
- Su ulaştırması
 - Denizyolu ulaştırması
 - İçsu yolu ulaştırması
- Hava ulaştırması
- Boru hatları

Yukarıda sıralanan bu ulaştırma şekilleri ile ilgili değişik sistemler bulunmaktadır. Ulaşımı sağlayan araçlar olarak tanımlanabilecek olan bu ulaştırma sistemlerinin

gerek yolcu gerekse yük ulařtırması bakımından sűratlı, ekonomik, gűvenli ve űlke kořullarına uygun olması istenir [2].

Ařaęıda yer alan izelge 2.1 ve izelge 2.2’de bazı űlkeler için derlenen yolcu ve yűk tařımacılıęına ait istatistiksel bilgiler verilmiřtir. Aynı řekilde Tűrkiye İstatistik Kurumu tarafından yayınlanan Tűrkiye’ye ait benzer veriler de izelge 2.3’te gűsterilmiřtir [12, 13].

Çizelge 2.1: Bazı ülkelerde yolcu taşımacılığına ait istatistiksel veriler (milyar yolcu-kilometre) [12].

	(EU-27)* (2008)	A.B.D. (2008)	Japonya (2008)	Çin (2008)	Rusya (2008)
Otomobil	4725,0	7201,8 ⁽¹⁾	769,1 ⁽²⁾	1263,6 ⁽³⁾	
Otobüs+Trolleybüs	546,7	243,0	89,9		124,8
Tren	409,2	37,1	404,6	777,9	175,9
Tramvay+Metro	89,0	21,4	⁽⁴⁾		51,6
Denizyolu	40,9	0,6	5,5	7,5	0,9
Havayolu	561,0	977,8	81,0	288,3	122,6
(1) Kamyonetler de dâhildir. (2) Taksiler, iki tekerlekli motorlar ve üç tekerlekli motorlar da dâhildir. (3) Otobüsler de dâhildir. (4) Tren kategorisinde ele alınmıştır. * (EU-27) Avrupa Birliği Ülkeleri.					

Çizelge 2.2: Bazı ülkelerde yük taşımacılığına ait istatistiksel veriler (milyar ton-kilometre) [12].

	(EU-27)* (2008)	A.B.D. (2007)	Japonya (2008)	Çin (2007)	Rusya (2008)
Karayolu	1877,7	122,9	346,4	1135,5	216,3
Demiryolu	442,7	2656,6	22,3	2379,7	2116,2
İçsu yolu	145,3	472,3		1559,9	64,0
Petrol boru hatları	124,1	814,2		186,6 ⁽¹⁾	2464,0
Denizyolu	1498,0	333,0	187,5	4868,6	85,0
(1) Petrol ve doğalgaz boru hatları. * (EU-27) Avrupa Birliği Ülkeleri.					

Çizelge 2.3: Türkiye’de ulaşım yollarına göre yük ve yolcu taşımacılığı [13].

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Karayolu								
Ton-kilometre (Milyon)	151421	150912	152163	156853	166831	177399	181330	181935
Yolcu-kilometre (Milyon)	168211	163327	164311	174312	182152	187593	209115	206098
Denizyolu⁽¹⁾								
Ton-deniz mili ⁽²⁾ (Milyon)	8100	5738	5400	3929	3477	3830	5189	6001
Yolcu-deniz mili ⁽²⁾ (Milyon)	31	21	22	621	670	752	843	847
Demiryolu								
Ton-kilometre (Milyon)	7562	7224	8669	9417	9152	9676	9921	10739
Yolcu-kilometre (Milyon)	5568	5204	5878	5237	5036	5277	5553	5097
Havayolu⁽¹⁾								
Ton-kilometre (Milyon)	285	275	276	321	392	...	...	...
Yolcu-kilometre (Milyon)	2859	2706	2752	3223	3992	...	...	...
Not: THY’nin Mayıs 2006 tarihinde özelleşmesi nedeniyle havayoluna ait veriler derlenememektedir. (1) Dış hatlardaki taşımacılar dâhil değildir. (2) 1deniz mili=1,852km								

Her ne kadar ulaşımın sağlanması için gerekli olan ulaştırma sistemlerinde hız, ekonomi, güvenlik ve ülke kaynakları hususları bağlamında bir optimizasyonun zorunluluğu söz konusu olsa da, bir ulaştırma türünde sıralanan özelliklerin tümünün mevcut bulunması her zaman mümkün değildir. Burada önemli olan ülkenin sosyal ve ekonomik koşulları ile sahip olduğu enerji kaynaklarına, topoğrafik özelliklerine ve teknolojik durumuna uygun ulaştırma türlerinin seçilmesi, farklı ulaştırma türleri arasındaki genel dengenin sağlanmasıdır. Başka bir deyişle, ülke çapında ekonomik ve güvenli bir taşıma hizmetinin verilmesi ulaştırma sistemlerinden birine ağırlık verilmesiyle hiçbir zaman sağlanamaz. Gerekli olan ülke doğal kaynak ve olanaklarına en uygun düşen sistemlerin seçilip bunlarla ilgili altyapı ve işletmeler arasındaki koordinasyonun temin edilmesidir [2, 4].

2.2 Trafik Kazaları Ve Karayolu Güvenliği

Kazalar; kişilere, işletmeci kuruluşlara ve topluma maddi – manevi kayıplara neden olan ve bazı kayıpların telafi edilemediği olumsuz etkiler olarak ele alınmaktadır. Bu bağlamda genel bir tanımlama ile trafik kazaları; ulaşımın temel unsurları olan insan, taşıt, karayolu ve çevre koşullarından ve/veya bu unsurların birbirleri ile etkileşimleri sonucunda ortaya çıkan, maddi hasar, yaralanma, ölüm durumlarından biri veya birkaçı ile sonuçlanan olaylar olarak izah edilmektedir. Bununla beraber ilkesel olarak trafik kazaları, karayolu güvenliğinde dikkate alınan başlıca göstergelerden biri olarak kabul edilmektedir ve kuramsal açıdan kazanın olmadığı durumda güvenliğin tam olduğu varsayımı yapılmaktadır [4, 5].

Trafik kazaları, yolcu ve yük taşımasının, yani motorlu taşıt trafiğinin, kaçınılmaz olumsuz sonuçlarından biri olarak meydana gelmektedir ve gelecektir [4]. Aşağıda verilen Çizelge 2.4’te Türkiye İstatistik Kurumu’na ait verilerden oluşan istatistiksel sonuçlar gösterilmiştir [13].

Çizelge 2.4: Türkiye’de karayollarında meydana gelen kazalar ve sonuçları [13].

Yıl	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Kaza Sayısı	442960	439777	455637	537352	620789	728755	825561	950120
Ölü Sayısı	4386	4093	3946	4427	4505	4633	5007	4236
Yaralı Sayısı	116203	116412	118214	136437	154086	169080	189057	184468

Avrupa Birliği ülkelerindeki (EU–27) trafik kazaları kapsayan bir başka istatistiksel çalışmadan elde edilen veriler ve yine Türkiye İstatistik Kurumu’ndan alınan 2003 – 2004 yılları için bazı Avrupa ülkelerine ait kaza verileri Çizelge 2.5 ve Çizelge 2.6’da gösterilmiştir [12, 13].

Çizelge 2.5: Avrupa Birliği ülkelerindeki (EU-27) trafik kazalarına ait istatistiksel veriler [12].

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Kaza Sayısı	1487610	1420352	1462996	1321450	1299245	1296928	1232211
Ölü Sayısı	75977	56459	54303	45300	43062	42496	38775

Çizelge 2.6: Bazı Avrupa ülkelerine ait 2003 yılı ve 2004 yılı trafik kaza istatistikleri [13].

	2003 yılı			2004 yılı		
	Kaza Sayısı	Ölü Sayısı	Yaralı sayısı	Kaza Sayısı	Ölü Sayısı	Yaralı sayısı
Belçika	49065 ⁽¹⁾	1470 ⁽¹⁾	67961 ⁽¹⁾	48670	1163	62992
Danimarka	6749	432	8412	6209	369	7546
Almanya	354334	6613	462170	339310	5842	440126
Yunanistan	15751	1605	20737	15547	1670	20179
İspanya	99987	5399	150635	94009	4741	138383
Fransa	90220	5731	115929	85396	5232	108727
İrlanda	5985	335	8262	5781	314	7867
İtalya	235142 ⁽²⁾	6682 ⁽²⁾	334679 ⁽²⁾	224553	5625	316630
Hollanda	31635	1088	37976	27760	804	33202
Finlandiya	6907	379	9088	6767	375	8791
İsveç	18365	529	27103	18029	480	26582
İngiltere	214030	3508	287099	207410	3221	277619
Polonya	51078	5640	63900	51069	5712	64661
Slovenya	11676	242	16703	12721	274	18723
(1) 2000 yılı verilerini kapsar.						
(2) 2001 yılı verilerini kapsar.						

Karayolu ulaşımına katılan bireyler, özgür iradeleri kapsamında kendi amaç ve davranışlarına yönelik hareketleri ile toplu bir kontrol sisteminin dışındadırlar. Demiryolu, havayolu ya da denizyolu ulaşımı, merkezi sistemlerin önceden planlanan sınır şartları içinde belirli hareketlere yönlendirilir. Bu ulaşım türlerine ait

taşıtlar, profesyonel yöneticiler tarafından ekip davranışı ile mekânda, zaman boyutu da eklenmiş belirli yörüngelere oturtulurlar. Geniş bilgi ve haber kaynakları kendilerini sürekli izler, gerekli düzeltmeler yapılır. Böylece kaza olasılıkları en aza indirilir. Buna rağmen meydana gelen kazalarda ise, yapılacak incelemelere göre alınacak somut önlemlerin etkin bir biçimde uygulanması olanağı bulunmaktadır [4].

Karayolu ulaşımında ise diğerlerinden farklı bazı karakteristik özellikler söz konusudur. Her taşıt, sürücüsünün farklı iradesi altındadır. Üstelik taşıt sayısının diğer ulaşım türlerine nazaran daha fazla olması ve giderek artması, birim taşıt başına düşen yol alanını, zaman içinde giderek azaltmaktadır. Diğer yandan, taşıt kullanıcısı üzerindeki denetim ve onu yakından izleme olanağı da göreceli olarak zayıftır. Bu durum karayolu ulaşımını güvenlik bakımından diğer ulaşım türlerine göre farklı kılan bir nitelik taşımaktadır. Örnek olarak ülkemize ait karayolu altyapısında, özellikle 1950’li yıllardan sonra ciddi gelişmeler yaşanmış ve karayolu ağını kullanan taşıt sayılarında büyük ve hızlı bir artış gerçekleşmiştir. Buna karşın diğer ulaşım türlerinin altyapısında ve işletilmelerinde demiryolları başta olmak üzere gerekli gelişme ve iyileştirmeler yeterli ölçüde sağlanamamıştır. Sonuç olarak ulaşım türlerinin kendi aralarında sağlanması gereken genel denge, ulusal ekonomi ve enerji olanaklarına ters düşecek biçimde bozularak, karayolu ulaşımı çok fazla ağırlık kazanmıştır. Bu durum ise karayolu ulaşımında var olan güvenlik sorununun büyümesinde önemli bir rol oynamıştır. Nitekim Türkiye karayollarında meydana gelen trafik kazaları, yol açtıkları maddi–manevi kayıpların büyüklüğü ile ülkemizin önde gelen güncel sorunlarından biri olma özelliğini ısrarla sürdürmektedir [2, 4].

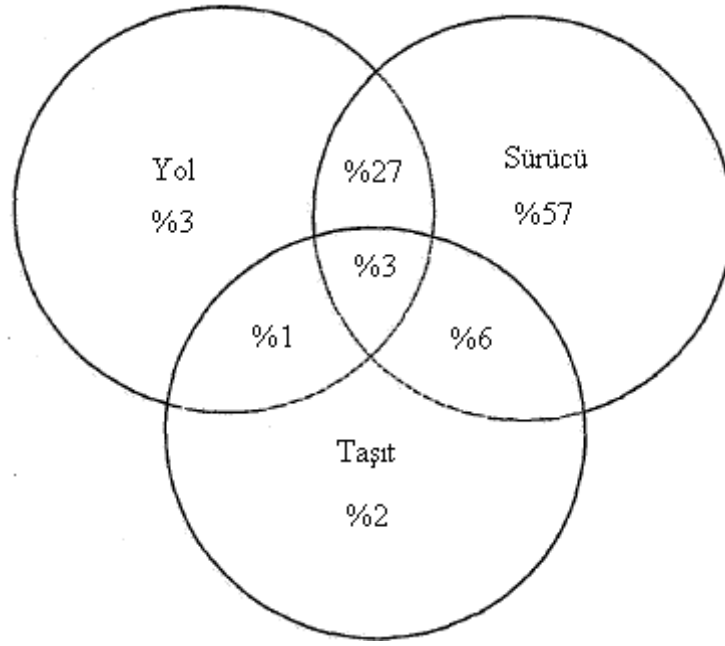
3. TRAFİK KAZALARINDA ETKİLİ FAKTÖRLER

Trafik kazaları, insan, yol ve taşıt unsurlarından bir veya birkaçındaki tekil kusurlar sonucunda meydana geldiği gibi, bunların birlikte etkileşimleri sonucunda da meydana gelebilen karmaşık yapıda olaylardır [14]. Sabey, trafik kazaları üzerinde etkili parametrelerle ilgili yaptığı çalışmalarda sürücü, yol ve taşıt faktörleri arasında Çizelge 3.1’de gösterildiği gibi bir ilişki kurmuştur. Buna göre Sabey, alınacak bazı önlemler sayesinde kaza sonucu oluşan hasarın % 60’a kadar azaltılabildiğinin mümkün olduğunu; bunun da % 15’inin yol, % 20’sinin taşıt ve % 25’inin sürücü ile ilgili önlemleri kapsadığını belirtmektedir [8].

Çizelge 3.1: Trafik kazalarında birincil etkenler [8].

Kaza nedenleri	Yüzdelik Dilim	Örnek
Sadece sürücü faktörleri	65	Yoldan çıkma
Sürücü ve yol faktörleri	25	Yol kenarında yer alan cisimlerle çarpışma
Sürücü ve taşıt faktörleri	5	Frenleme boyunca taşıtın kilitlenmesi
Sadece yol faktörleri	2	Kaygan yol yüzeyi
Sadece taşıt faktörleri	2	Fren arızası
Sürücü, yol ve taşıt faktörleri	1	Geceleyin yandan çarpma şeklinde gerçekleşen kazalar (dik açıyla sağlanan temas)
Toplam	100	

A.B.D.’de yapılan başka bir araştırmaya göreyse Şekil 3.1’de yer alan sonuçlar elde edilmiştir [14].



Şekil 3.1: Trafik kazalarının meydana gelmesinde sürücü, yol ve taşıt unsurlarının payları [14].

Bu verilere paralel olarak, yol güvenliği ile ilgili birçok kaynak, trafik kazalarını üç ana başlık altında ele almaktadır. Önem sırasına göre bu maddeler aşağıda verilmiştir:

- Yolu kullananlar ile ilgili kaza faktörleri (insan faktörleri)
- Yol ve çevre ile ilgili kaza faktörleri
- Taşıt ile ilgili kaza faktörleri

Burada kaza faktörü terimi, mevcut olmadığı sürece kazanın olmadığı, kaza ile ilişkili koşul anlamında kullanılmaktadır [4].

3.1 Yolu Kullananlar İle İlgili Kaza Faktörleri (İnsan Faktörleri)

A.B.D. ve Avrupa’da yapılmış pek çok araştırma kazaların büyük bir kısmının insan hatalarından kaynaklandığını göstermektedir [15]. İnsan hatalarındaki çeşitlilik ve konunun kazaları önleme stratejileri açısından taşıdığı önem, araştırmacıları bu konuyu ayrıntılı bir biçimde tanımlamaya ve incelemeye yöneltmiştir. Genellikle planlanan bir eylemin niyetlenen sonuca ulaşamaması olarak tanımlanan hatalar, Reason vd. (1990) tarafından iki ana başlık altında toplanmıştır [16]:

1. Eylemin istemeden niyetinden sapması: Dalgınlık ve unutkanlıklar (slips and lapses).
2. İstenen amaca ulaşmak için planlanan eylemin yanlış yolda olması: Yanlışlıklar (mistakes).

Bu bağlamda yol güvenliği üzerindeki insan faktörleri ele alındığında yolu kullananlar ile ilgili kaza faktörlerinin üç ana bileşenden oluştuğunu söylemek mümkündür. Bunlar önem sırasına göre şöyle sıralanabilir [4]:

- Sürücü ile ilgili kaza faktörleri
- Yayalar ile ilgili kaza faktörleri
- Yolcular ile ilgili kaza faktörleri

3.1.1 Sürücü ile ilgili kaza faktörleri

Trafik kazalarının meydana gelmesinde diğer unsurlara göre, sürücü ile ilgili faktörler daha etkili olmaktadır. Bu konuda yapılan tüm çalışmalarda ve neredeyse tüm istatistiksel verilerde, sürücünün kazalarda en etkili faktörler arasında oluğu konusunda görüş birliğine varılmıştır [4]. Keza yapılan araştırmalara göre trafikte her 700 metrede bir ya da 2 dakikada bir tipik sürücü hataları yaşanmaktadır. Aynı şekilde trafikte sürücüler tarafından verilen her 50 karardan biri potansiyel olarak tehlike teşkil etmektedir [8].

Ancak bu durum sürücüden kaynaklanan trafik kazalarının münferit olduğu anlamına gelmemeli ve konu sistematik bir bütünlük içerisinde ele alınmalıdır. Çünkü kaza yapan bütün sürücüler, trafikten men edilse bile sonrasında yaşanacak kazalarda bunun neredeyse hiçbir etkisi olmayacaktır. A.B.D.'de yapılan araştırmalarda bu konuyu destekler nitelikte veriler elde edilmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır [8]:

- Kazaya karışan sürücülerin %80'i önceki iki yıl boyunca hiç kaza yapmamıştır.
- Kazaya karışan sürücülerin neredeyse yarısı önceki iki yıl boyunca kural ihlali yapmamıştır.
- Sürücülerin %3'ten azı 4'ten fazla hüküm almış ya da son üç yılda kazaya karışmıştır.

Bu bağlamda sürücü ile ilgili kaza faktörleri ele alındığında dikkat edilmesi gereken en temel husus, bireysel davranışın hem içerideki (kişinin yetileri, hedefleri, inançları, değerleri vb. iç etkenler) hem de dışarıdaki (ortamın fiziksel şartları, toplumsal çevre, kurallar, normlar vb. dış etkenler) unsurlardan etkilenmekte olduğudur. Dolayısıyla bireysel düzeyde yer alan birçok etkenin sürücü davranışını nasıl etkileyebileceği ya da etkilediğini sorgulamak gerekmektedir [17]. Bu bağlamda güvenlik üzerinde etkili olan tipik sürücü hatalarını şöyle sıralamak mümkündür [8]:

- Görüş alanına odaklanmama
- Etraftaki diğer taşıtlara karşı hazırlıklı olmama
- Algılama eksikliği/hatası
- Geçiş hakkına göre yol vermeme
- Yakın takip
- Başka bir akıma girerken takip mesafesinin ayarlanamaması
- Dönüşlerde hatalı konumlanma
- Başka bir taşıtın önünden yakın mesafeden yapılan dönüşler
- Seyir esnasında yetersiz sürüş hâkimiyeti
- Aşırı hız

Yukarıda sayılan bu sürücü hatalarını etkileyen başlıca unsurlar ise şöyle sıralanmaktadır [4]:

1. Psikolojik ve sosyolojik durum
2. Sürücü yaşı
3. Alkol ve uyuşturucu kullanımı
4. Eğitim
5. Fiziksel durum

3.1.1.1 Psikolojik ve sosyolojik durum

Sürücünün duygu, düşünce ve davranışlarını etkileyen ve yol güvenliğine tesir eden en önemli faktörlerden birisi kişinin içinde bulunduğu psikolojik ve sosyolojik durumudur.

Teknolojinin ilerleyişi ve modernleşme ile birlikte giderek daha konforlu ve modern taşıtların üretilmesine ve karayollarında yapılan iyileştirme çalışmalarına rağmen, trafik kazalarının ciddiyetini koruması, trafik kazalarında “insan” faktörüne daha fazla önem verilmesine neden olmuştur ve psikologların bu konuya müdahil olmasına yol açmıştır [16].

Bireylerin davranışlarını yönlendiren özellikler, en nihayetinde onların kişilik yapılarından kaynaklanmaktadır. Duygusal sağlamlık, dayanıklılık, hükmedicilik/bağımsızlık, kayıtsızlık, sosyal vicdan, sosyal ilişkilere açıklık, kuruntu/kendinden şüphe, oto kontrol, içsel gerginlik/güvensizlik, saldırganlık, kırgınlık, öfke, depresyon, rekabet yönelimi vb. vasıflar kişinin trafikteki davranışlarını etkileyen başlıca kişilik özellikleri arasında sayılabilir [14,16]. Bunlara bağlı olarak sürücülerin sahip olduğu kaza yapma eğilimleri, risk alma davranışları, kazalara ve diğer sürücülere ilişkin tutumları, kişisel ve duygusal özellikleri, dikkat ve konsantrasyon yetenekleri, tepki zamanları, bellek özellikleri, muhakeme ve problem çözme becerileri gibi psikolojik birtakım unsurlar, yol güvenliği kapsamında ele alınarak yeni bir inceleme sahasının oluşmasına yol açmıştır. Trafik psikolojisi olarak adlandırılan bu yeni alan, trafikteki insan faktörünü oluşturan yaya, yolcu ve sürücüler arasında daha fazla risk taşıması nedeniyle sürücülerle daha çok ilgilenmiştir [16].

Bu bağlamda psikolojik açıdan tehlike teşkil eden insanları iki grupta toplamak mümkündür. Bunlardan birincisi, üzerine gittikleri veya başkalarını soktukları tehlikenin bilincine erişememiş olarak trafiğe katılanlardır. Kişisel özelliklerle ailesel ve çevresel koşullar gereği belirli kurallara uymada zorluk çeken, sabırsız ve hoşgörüsüz bu insanlar, en tehlikeli kesimi oluşturmaktadır. Psikolojik bakımdan tehlike doğuran ikinci grup sürücü tipi ise tehlikenin bilincinde olmakla beraber taşıt yönetiminde yargısal hata yapan insanları kapsamaktadır. Bu durum, iyi niyetli bir sürücünün de yerine göre bilinçsiz bir sürücü kadar tehlikeli olabileceğini ortaya koymaktadır. Bunun dışında trafik güvenliğinde olumsuz bir diğer psikolojik faktör

de insanın doğasında var olan üstün olma eğilimidir. Farklı yer ve zamanlarda yapılmış araştırmalarda sürücülerin genellikle % 75'inin, diğer sürücülerden daha iyi taşıt kullandıklarını düşündüklerini ortaya koymaktadır. Bu nedenle birçok sürücü için diğer sürücüler, ortak bir alanda bir tür uyumsuzluk kaynağı oluşturmaktadır [4].

Bütün bu psikolojik etkenlerden başka, ortam sıcaklığı, kalabalık gibi çevredeki fiziksel koşullar da bireyin saldırganlık eğilimini etkilemekte, psikolojik açıdan otokontrolü zayıflatmaktadır. Griffitt (1970) ve Griffitt ve Veitch (1971) tarafından yapılan araştırma sonuçlarına göre çalışma ortamının ısısı normalin üzerine çıktığında, ortamda faaliyette bulunan bireylerde yorgunluk, saldırganlık ve yabancılara karşı düşmanlık duygularında bir artış görülmektedir. Bell (1980) ve Rude vd. (1987) tarafından yapılan araştırmalara göreyse ortam ısının yükselmesiyle bireyde misilleme yapma eğilimi artmaktadır. Kalabalık bir otobüs ya da sıkışık bir trafik gibi yoğun bir ortamın içinde sıkışık kalmak ise hem bireyin otokontrol düzeyini düşürmekte, hem de korku düzeyini artırma yolu ile bireyin davranışını etkilemektedir. Dolayısıyla aşırı sıcak veya aşırı nem gibi iklim şartlarının ve bilhassa tatil ve bayram dönemlerinde artan trafik yoğunluğunun, bireyin kontrol düzeyini düşürücü etkisi ihmal edilebilir unsurlar değildir. Buna paralel olarak trafik yoğunluğunun psikolojik açıdan başka sakıncaları da söz konusu olmaktadır. İsveç'te yapılan bir araştırmadan elde edilen sonuçlara göre trafik yoğunluğu, sürücüde rekabet hissini kamçılayarak hızı artırma eğilimine sevk etmektedir. Öte yandan trafiğin çok az olduğu durumlarda ise sürücünün eylemi monoton bir hal aldığından sürücü algılaması ve dikkat konsantrasyonu azalmaktadır [17].

Araştırmalar bazı sosyolojik özelliklerin de kazaya yatkınlık ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Örneğin, birçok çalışmada gençlerin kazaya yatkınlık açısından orta yaşlı sürücülere oranla daha riskli bir grup olduğu bulunmuştur [16].

Yine aynı kapsamda yapılan araştırmalarda pek çok araştırmacı, cinsiyetler arasında da böyle sosyolojik bir farklılığın olduğunu, buna bağlı olarak erkeklerin kadınlara oranla daha fazla kazaya karıştığını tespit etmiştir. Bu bazen kadın sürücü yoğunluğunun az olmasıyla, bazen de trafikte yaptıkları hataların erkeklerden farklı özellikler (erkekler has saldırgan, bağımsız, rekabetçi, maceraperest vb. davranışsal nitelikler) taşımasıyla ilişkilendirilmiştir [16,18]. Buna karşılık Viteles ve Gardner'in

taksi şoförleri üzerine yaptıkları bir incelemede ise kadınların erkeklere göre 3,5 kez daha fazla kazaya uğradıklarını ortaya koyulmuştur [18].

Sosyolojik faktörler arasında sürücünün medeni durumu da ele alınmaktadır. Nitekim araştırmalar, sürücülerin medeni durumlarının kazaya karışma durumlarını etkilediğini göstermektedir. Bu konuda yapılan araştırmalarda, başta erkekler olmak üzere bekâr sürücülerin aynı yaştaki evli sürücülerden daha fazla kaza oranına sahip olduğu tespit edilmiştir [18].

3.1.1.2 Sürücü yaşı

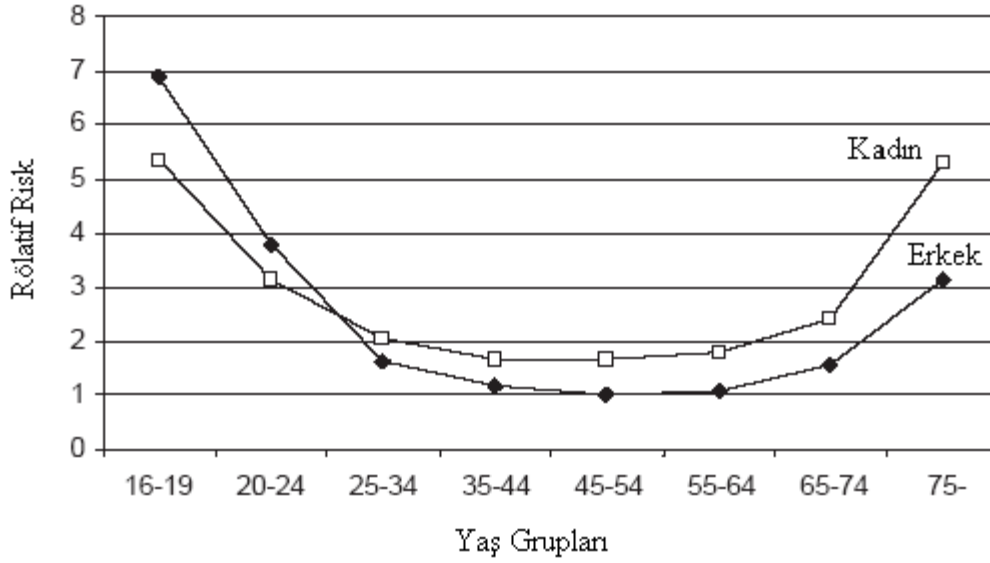
Sürücü yaşı ve kaza risk / kaza oranı arasındaki ilişki, sosyo – demografik bir konu olmasına rağmen, karakteristik özellikleri nedeniyle sosyolojik durum içerisinde ele alınmayıp ayrı olarak değerlendirilmiştir.

Yapılan araştırmalar genel olarak ele alındığında, 30 yaşın altındaki ve 65 yaşın üstündeki sürücülerin, aradaki yaş gruplarına nazaran daha ciddi bir kaza riskine sahip olduğunu ortaya koymaktadır [4].

Gelişmiş ülkelerde motorlu taşıt kazalarının büyük bir çoğunluğu, 18 ve 19 yaşları başta olmak üzere, 15 – 24 yaş arası genç kesimden oluşmaktadır. Bunun da çoğu yayalardan ziyade sürücüleri kapsamaktadır [8]. Genç kesimin kazalar üzerindeki bu etkinliği genellikle sahip oldukları agresif, heyecanlı, kolay riske girebilen, hırslı ve maceraperest doğalarının bir sonucu olarak değerlendirilmektedir. Buna önemli bir diğer unsur olan acemilik de eklendiğinde tehlike daha da ciddileşmektedir [9,16]. Benzer şekilde yaşlı sürücüler de motor ve algısal becerilerindeki yavaşlama nedeniyle başka bir risk grubu olarak görülmüştür [16].

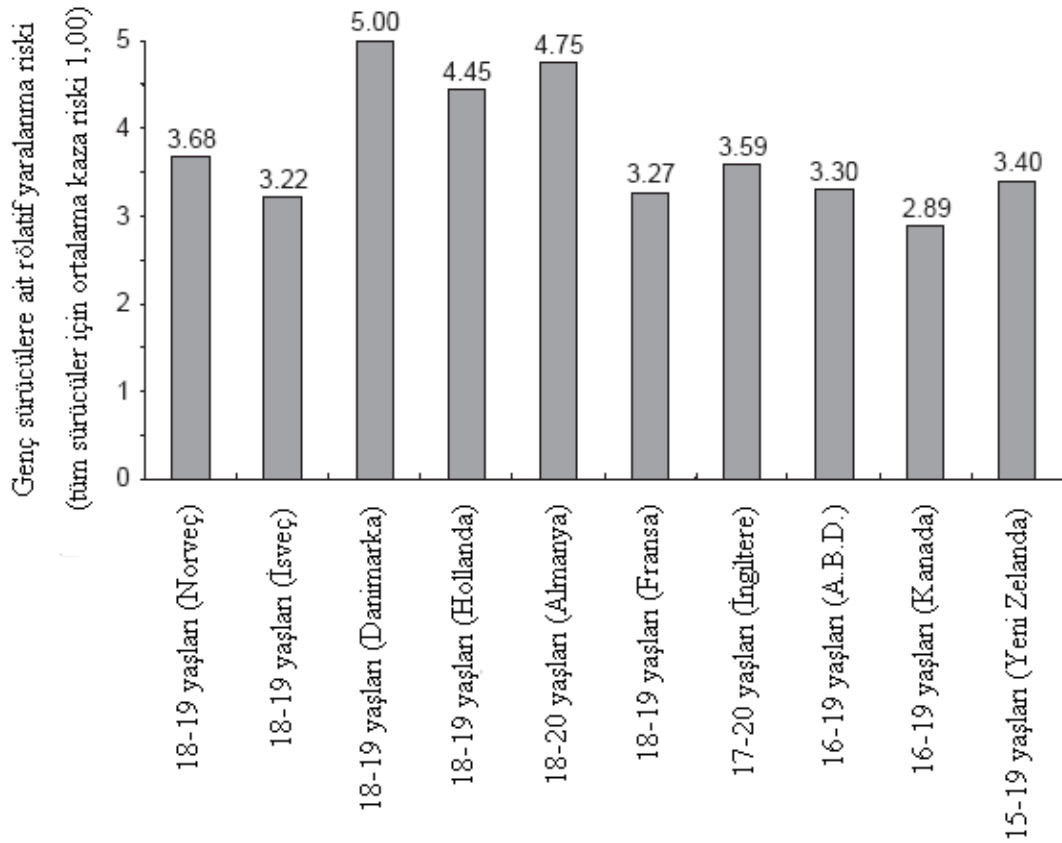
Özellikle yaralanmalı kazalarda kaza yapma riski, sürücünün yaşına göre değişiklik göstermektedir. Pek çok ülkeyi kapsayacak şekilde yapılan kapsamlı 9 adet çalışmadan alınan sonuçlara bağlı olarak farklı yaş gruplarına göre elde edilen kaza riski değerleri Şekil 3.2’de verilen grafikte gösterilmiştir. Burada da açıkça görüldüğü gibi genç insanlar en riskli kesimi oluştururken ikinci sırayı 65 yaşın üstündeki grup oluşturmaktadır. Ayrıca kadınların erkeklere nazaran daha yüksek bir riske sahip olduğu da yapılan tespitler arasındadır. Genel olarak erkek sürücülerin karıştığı kaza oranları kadınlardan daha yüksek olsa da, kadınlar ile ilgili bu farklılık, kadın sürücülerin erkeklerden daha az taşıt kullanması ve buna bağlı tecrübe

yetersizliğine bağlanmakta ve kazaların daha yoğun yaşandığı kentsel kesimlerde kadın sürücü yoğunluğunun fazla olmasıyla ilişkili olmaktadır [19].



Şekil 3.2: Farklı yaş gruplarına göre elde edilen yaralanmalı kazalara ait rölatif kaza riski [19].

10 farklı ülkede yapılan pek çok çalışmanın ele alındığı bir araştırmada, genç sürücülerin kazalarda yaralanma riskinin normalden 3 – 5 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ortalama riskin 1,00 alındığı bu araştırmadan elde edilen sonuçlar aşağıda verilen Şekil 3.3'te grafiksel olarak gösterilmiştir [19]. Bundan başka Avustralya'da yapılan bir araştırmaya göre buradaki sürücülerin % 15'lik kısmını 16 – 24 yaş arası genç kesim oluştururken, ölümcül kazaların % 35'i, yaralanmalı kazaların da % 50'si söz konusu bu gruptan meydana gelmektedir [9]. Aynı şekilde A.B.D.'de yapılan istatistiksel çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Buna göre 2004 yılında meydana gelen kazalarda hayatını kaybeden 14,977 insanın 16 – 24 yaşları arasında olduğu belirtilmiştir ki, bu sayı toplam ölümcül kazaların % 35'ine tekabül etmektedir [20].



Şekil 3.3: Farklı ülkelerde meydana gelen kazalarda genç sürücülere ait rölatif yaralanma riski [19].

Ayrıca sürücünün yaşı ve yol güvenliği arasındaki ilişki incelenirken ehliyet yaş sınırı ve kaza oranları arasındaki ilişki incelenmiş ve destekleyici sonuçlar bulunmuştur. Bunlardan biri Quebec – Kanada’da yapılmış ve 1962 yılında ehliyet alabilme yaşı 18’den 16’ya düşürülmüştür. Ardından yapılan araştırmalarda yolu kullanan herkesin dâhil edildiği tüm kazalar içinde % 12’lik, yaralanmalı kazalarda % 4’lük, ölümcül kazalarda da % 20’lik bir artış yaşandığı belirtilmiştir. Danimarka’da aksi yönde yapılan bir uygulama denenmiş ve 1980 yılında motorlu bisiklet (moped) kullanma yaşı 15’ten 16’ya çıkarılmıştır. Sonuçta 16 yaş altı motorlu bisiklet (moped) kullanıcılarının karıştığı yaralanmalı kaza oranlarının % 80 azaldığı tespit edilmiştir [19].

Genç kesimin ardından tehlike teşkil eden sürücü grupları içinde yaşlılar, ikinci sırayı oluşturmaktadırlar [19]. Birçok ülkede yaşlılara ait ölümcül kaza oranları, ortalamanın yaklaşık 1,5 katından fazladır. 2003 yılında yapılan bir istatistiğe göre, 65 yaş üstündeki insanların karıştığı ölümcül kazalar, tüm ölümcül kazaların % 18’ini kapsamaktadır. Bu durum yaşlı sürücüler için de geçerli olmaktadır [21]. Norveç ve İsveç’te bu konuyla ilgili yapılan bazı çalışmalardan elde edilen

yaralanmalı kazalara ait kaza riskleri Çizelge 3.2’de verilmiştir. Burada açıkça görülmektedir ki trafiğe çıkan, bilhassa 75 yaş üstündeki, yaşlı sürücüler daha yüksek kaza riskine sahiptirler. Bu durum genellikle sürücünün yaşlanmasına bağlı olarak gelişen sağlık sorunları ve paralelinde ortaya çıkan sürücülük kabiliyetinin zayıflamasına bağlanmaktadır. Bu nedenle pek çok ülke, belirli bir yaştan sonra sürücünün periyodik sağlık kontrollerinden geçmesini zorunlu hale getirmektedir [19].

Çizelge 3.2: Norveç ve İsveç’te yapılan bazı araştırmalar kapsamında yaşlı sürücüler için yaralanmalı kazalara ait kaza riski [19].

Çalışmayı Yapan	Ülke ve Yıl	Ortalama Kaza Riski = 1,00	
		65 – 74 yaş arası	75 yaş ve üstü
Bjørnskau (1988)	Norveç 1984 – 85	0,83	3,30
Bjørnskau (1993)	Norveç 1991 – 91	1,54	1,65
Bjørnskau (2000)	Norveç 1997 – 98	0,94	1,94
Thulin (1987)	İsveç 1984 – 85	1,20	5,00
Thulin ve Nilsson (1994)	İsveç 1992	0,69	2,19

3.1.1.3 Alkol ve uyuşturucu kullanımı

Alkol kullanımı, davranışsal bakımdan tehlike teşkil eden insan faktörleri arasında sistematik olarak en çok vurgulanan ve yol güvenliğine etkileri bakımından belirleyici olan bir husustur. Başlıca kaza nedenleri arasında yer alan alkol kullanımı, başta hukuksal ve kültürel farklılıklara bağlı olmak üzere birçok etkene göre ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir [15]. 2004 yılında A.B.D.’de yapılan istatistiklere göre, alkol kullanımından kaynaklanan 14,968 ölümcül kazada 16,694 kişinin hayatını yitirdiği, 168,000 yaralanmalı kazada da 248,000 kişinin yaralandığı ve 247,000 tane sadece maddi hasarın olduğu kazanın meydana geldiği belirtilmiştir [20].

Kandaki alkol miktarı, sürüş kabiliyetini düşürmekte ve yol açtığı etkinin büyüklüğü kişiden kişiye göre değişmektedir. Merkezi sinir sisteminde bozulmalara yol açan alkol kullanımı, uyuşturucu bir etkiye de sahiptir. Bu yatıştırıcı etki ile çekingenlik

azalır, saldırganlık artar ve risk alma güdüsü gelişir. Bu da kazaya karışma ihtimaline doğrudan tesir etmektedir. Üstelik alkol kullanan bir sürücü, muhtemelen bu etkilerin sürüş kabiliyetini zayıflattığını bile fark edememektedir [8]. Kandaki alkol miktarına göre insan davranışlarındaki değişikliklerin araştırıldığı çalışmalardan elde edilen sonuçlar aşağıda gösterilen Çizelge 3.3'te verilmiştir [4].

Çizelge 3.3: Kandaki alkol miktarı ve kişiye etkileri [4].

Alınan Alkol Miktarı (gram/litre)	Kişiye Etkileri
0,05	Görünür bir değişiklik yok
0,05 – 1,0	Kazalara elverişli memnunluk dürtüsünün belirmesi
1,0 – 1,5	Tepki sürelerinde uzama ve hareket merkezlerinde düzensizlik
1,5 – 2,0	Sinir ve beyin sisteminde bulanıklık, görülür sarhoşluk hali
> 2,0	Açık ve tehlikeli sarhoşluk hali

Yukarıdaki tabloya paralel olarak kandaki alkol miktarının litre başına 0,5 gram olduğu sürücülerin kaza yapma oranı, alkol almamış bir sürücüye göre 2 – 3 kat daha fazla olduğu yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir. Bu oran 0,7 gramı için 5 katına, 0,8 gramı için 10 katına, 1 gramı için 20 katına, 1,2 gramı içinse 35 katına çıkmaktadır [8,15]. Burada önemli bir nokta, aradaki ilişkinin lineer olmamasıdır ve kandaki alkol konsantrasyonu arttıkça tehlikenin katlanarak artmakta olduğudur.

Alkol kullanımından kaynaklanan trafik kazalarında yaş ve cinsiyetin de etkisi bulunmaktadır [20]. Alkol kullanan çoğu sürücü orta yaşın altında, erkek ve bekâr olarak ortalama bir profil oluşturmaktadır [8]. Özellikle 20 – 24 yaşları arası başta olmak üzere 16 – 24 yaşları arasında yer alan genç kesim, söz konusu kazalarda ölüm oranlarının en yüksek olduğu yaş grubunu oluştururken, bu konuda en az tehlike potansiyeli bulunan grup 65 yaş üstü kesimdir. Cinsiyet bakımından ise erkekler, kadınlardan daha fazla risk teşkil etmektedirler [15,20]. Ayrıca alkollü sürücülerin sebep olduğu kazalar genellikle alkol tüketiminin yüksek olduğu hafta sonu ve geceleri meydana gelmektedir. Birçok ülkede, geceleyin, sürücülerin % 5 – 10 arasında değişen bir kesiminin tayin edilen alkol limitini aştığı belirtilmektedir [8].

Alkol kullanımının yanı sıra uyuşturucu kullanımı da benzer etkileri nedeniyle yol güvenliği üzerinde ele alınan hususlardandır. 1990 yılında A.B.D.'de yapılan bir çalışma kapsamında ağır taşıtların karıştığı kazaların 2/3'sinde uyuşturucu ve alkol kullanımının etkili olduğu tespit edilmiştir. 1994 yılında Avustralya'da yapılan başka bir araştırmada ise ölümcül kazaların %22'sinde kazaya karışan sürücülerin kanında uyuşturucu bulunmuştur [8].

3.1.1.4 Eğitim

Genel olarak tüm sorunların çözümünde olduğu gibi, trafik kazalarının azaltılabilmesi için de eğitim önemli bir rol üstlenmektedir. Trafikle ilgili eğitim, sadece sürücünün eğitimini değil; aynı zamanda yayanın, yolcunun, denetim yapanların, bir kaza sonucunu değerlendirecek hatta bu konuda doğacak yasal konularda karar verecek olan kişilerin bile eğitimini ele alacak şekilde geniş kapsamlı olarak düşünülmelidir [14].

Konu sürücü bazında ele alındığında, emniyetli bir seyir halinin mümkün kılınabilmesi ve böylece yol güvenliğinin sağlanabilmesi amacıyla, sürücünün taşıt kullanımı için doğru bilgi ve beceriye sahip olması, üzerindeki sorumluluğu ve riski bilmesi gerekmektedir [19]. Bu açıdan sürücü eğitimi, geniş anlamda ele alınmalıdır. Taşıt kullanma tekniğini öğretmek tek başına hiçbir şekilde yeterli olmamaktadır. Trafik güvenliği ile ilgili bilgileri, sürücünün henüz yaya olarak kullanacağı çocukluk yıllarından itibaren ve ahlak kuralları ile bütünlük içerisinde öğretilmesi, ileride sürücü olarak trafiğe çıktığında kurallara bağlı kalmasını sağlayacaktır ve bu tür bir eğitimle kişinin "trafik karakteri" geliştirilmiş olacaktır [4]. Bu kapsamda, geleceğin sürücüleri olan çocukların eğitimi özel bir önem taşımaktadır. Çocuklara okul öncesi ve okul sonrası verilecek kalıcı ve doğru trafik eğitimi, konu ile ilgili pek çok sorunun baştan çözülmesinde yararlı olacaktır. Ülkemizde, özellikle kırsal yörelerde, trafik ile ilgili okul öncesi eğitimin zayıf olduğu göz önüne alınırsa, okul sonrası eğitim daha da büyük bir önem kazanmaktadır [14]. Bu açıdan sürücülerin öğrenim düzeyleri de; olaylara bakış açısı, algılama özellikleri, zihinsel yetenek, anlama ve yorumlamadaki farklılıklar açısından trafik kazaları üzerinde etkili olmaktadır. Çünkü eğitilmiş bir kişinin olaylara bakışı ile eğitimsiz bir kişinin olayları değerlendirmesi aynı olmamaktadır [18].

Aile ve okulda verilecek eğitimi tamamlayıcı olarak, kitle iletişim araçlarından da yararlanılması uygun olacaktır. Nitekim kitle iletişim araçlarının, toplumun eğitilmesi bakımından büyük işlevi olduğu aşikârdır. Bu konuda özellikle görsel yayınlar etkili olmaktadır. Topluma yönelik kısa ve uzun vadeli kampanyalarda genel anlamda güvenlik sloganını işlemek yerine, uyarı ve isteklerin belli gruplar hedeflenerek ve basit ve net noktalarda uyarılarda bulunulmasının daha yararlı olacağı araştırmalar ile saptanmıştır [14].

Bu bağlamda sürücülere ait kaza faktörleri içinde eğitim başlığı altında ele alınan başka bir konu da toplumsal bilinçtir. Özellikle Türkiye’de trafiğin yüksek oranda can güvenliği riski taşıdığı değerlendirilmesi hemen hemen her yerde, bütün sürücüler tarafından yapılmaktadır. Ancak bu yönde duyulan tedirginlik, sürücünün kendi hatası ya da kusurunun bir başka kişinin canına ya da malına zarar vereceği yönünde değil; genel olarak başkalarının hata ve kusurlarının kendi canına mal olacağı yönünde bir tedirginlik ifadesidir. Kazaya karışan sürücülerin ağırlıklı olarak karşı tarafın hatasını kaza sebebi olarak görmesi, hatayı başkasından bekleme ya da başkasına yükleme zihniyeti ile bu anlamda bir paralellik göstermektedir. Aynı şekilde her sürücünün sahip olduğu yolu öncelikle kendi yararına kullanma anlayışı, trafik içindeki rekabet, çekişme, misilleme ve saldırı davranışlarını ister istemez tetiklemektedir. Bu tavırlar ve onların harekete geçirdiği ardışık davranışlar, ilk bakışta sadece bireysel psikolojinin ve kişiliğin sorunu olarak görünse de esasında toplumla ve toplumsal bilinçle yakından ilgilidir [17]. Ayrıca kurallara bilerek uymayanlara karşı alınabilecek etkin bir denetim sisteminin kurulması ve bu yolla kurallara uymayanların cezalandırılacağı algısının yaratılması da eğitim ve toplumsal bilinçlenme altında ele alınan bir yaklaşımdır [14].

Sürücünün gelişmiş bir trafik karakterine sahip olması sadece kişisel eğitimiyle değil trafik tecrübesi geliştirilerek de gerçekleşmektedir. Burada iyi bir sürücü eğitimi, kaza riskinin azalması bakımından önem kazanmaktadır. Bu nedendir ki deneyimli sürücüler, acemi sürücülere nazaran daha düşük bir risk oluşturmakta ve buna bağlı olarak acemi sürücülerin çoğunluğunu oluşturduğu genç sürücüler, yüksek kaza riskine sahip olmaktadır [19].

3.1.1.5 Fiziksel durum

Trafikte her zaman ani verilmesi gereken kararlar söz konusu olmaktadır. Bu nedenle başta sürücüler olmak üzere yolu kullananların reaksiyon verme kabiliyeti önem kazanmakta ve bunu doğrudan etkileyen insan sağlığı, karar verme ve uygulama mekanizmaları üzerinde etkili olmaktadır. Bunun dışında yorgunluk, uykusuzluk gibi kişinin fiziksel durumunu ilgilendiren konular da yol güvenliğini etkileyen parametreler arasındadır.

2003 yılında Vaa tarafından yapılan bir çalışmada; görsel ve işitsel yetersizlikler, hareket sistemi bozukluğu, sinirsel hastalıklar (epilepsi, asfeksi, narkolepsi vs.), uyuşturucu ve alkol bağımlılığı, koroner rahatsızlıklar (ritim bozukluğu, tansiyon bozukluğu, anjin, kalp krizi vs.), diyabet trafik kazalarında etkili başlıca sağlık sorunları arasında gösterilmiştir [19].

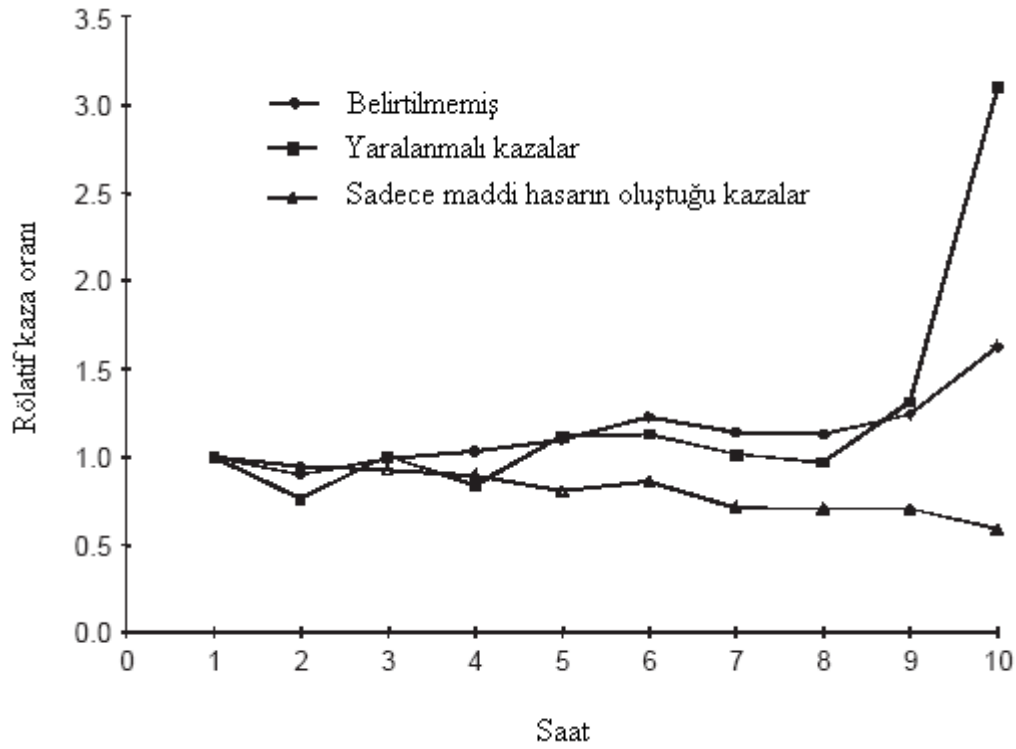
Sürücü yorgunluğu da fiziksel durum başlığı altında değerlendirilen bir başka kaza faktörüdür ve özellikle dikkat ve algılama eksikliğine bağlı olarak olaylara tepki gösterme süresinin uzamasında etkili olmaktadır [4]. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalar, söz konusu etkinin trafik kazalarında % 4 ile % 25 arasında değişen değerlerde etkili olduğunu göstermektedir. Avustralya kırsalında yapılan bir çalışmada, tek taşıt kazalarının % 27'sinde sürücü yorgunluğunun etkisi olduğu tahmin edilmektedir. Bundan başka, yine Avustralya'da Ryan, Spittle ve Cooper (1998) tarafından yapılan bir başka çalışmada, Batı Avustralya'da meydana gelen kamyon kazaları incelenmiş olup, çoğunluğunu kamyonların oluşturduğu arkadan çarpma şeklinde meydana gelen kazaların % 20'sinin sürücünün yorgunluğu ile ilişkili olduğu belirtilmiştir [9]. Öte yandan şehir içinde, konut – işyeri arasında akşam dönüşleri, sürücü yorgunluğu açısından özel bir önem taşımaktadır. Çünkü yorgunluğun üst safhalarda olduğu akşam dönüşlerinde meydana gelen trafik kazaları, sabah trafiğine nazaran neredeyse iki kat daha fazla olmaktadır [4].

Yol güvenliği kapsamında sürücünün fiziksel durumunu etkileyen bir diğer unsur da uykusuzluktur. Sürücünün canlılığının azalması, bir diğer deyişle gevşemesi, bir uyku öncesi hali veya yorgunluk belirtisi olabilir. Ayrıca yolun monotonluğu, sıcaklık ve konfor da gevşemeye yol açar [4]. Yorgunluğa da bağlı olarak sürücünün uykusuzluk sıkıntısı çekmesi, birçok kaynakta “yol hipnozu” olarak adlandırılan duruma yol açmaktadır. Yol hipnozunda, uyanıklık durumunun etkinliğini yitirerek,

uyuklama – uyuma safhasına kadar giden bilinç kapanması söz konusu olmakta ve böylece yoldaki değişimlere karşı gösterilen reaksiyon zayıflayarak kaybolmaktadır [9].

Bu konuyla ilgili yapılan iki farklı çalışmada, kazaya karışmış sürücülerin sırasıyla % 7,7'sinin ve % 13,6'sının uykusuzluk ve yorgunluktan dolayı kaza yaptıkları belirtilmiştir. Bunun gibi birçok çalışmada da uykusuzluk ve yorgunluğun, özellikle ağır vasıta sürücülerinin karıştığı kazalarda kaza nedenlerinden biri olduğu belirtilmektedir. A.B.D.'de bu konuyla ilgili yapılan başka bir araştırmada, kamyon sürücülerinin % 58'inin yorgunluk, % 31'inin ise uykusuzluk sebebiyle kazaya karıştıkları tespit edilmiştir. İsrail'de Sabbagh tarafından yapılan bir diğer araştırmada da kamyon sürücülerinin % 13'ünün uykusuzluk sebebiyle kazaya karıştıkları belirtilmiştir [17].

Taşıt kullanmak, sürücünün yol ve yolu kullanan insanlar üzerinde yoğunlaşmasını gerektiren bir iştir. Sürücünün ara vermeden uzun periyotlar halinde taşıt kullanması, dikkatin azalmasına ve reaksiyon gösterme süresinin uzamasına neden olmakta, dolayısıyla kaza olasılığını arttırmaktadır. Yapılan çalışmalar, sürücülerin günde 9 saatten fazla, haftada da altı günden fazla taşıt kullanmaması gerektiğini ve 4,5 saatten sonra en az 45 dakikalık bir ara verilmesi gerektiğini belirtmektedir. Şekil 3.4'te verilen grafikte mola vermeden kamyon kullanan sürücülere ait kaza oranları üzerinde yapılan bazı araştırmaların sonuçları gösterilmiştir. Buna göre sadece maddi hasarın incelendiği araştırma hariç diğer araştırmalarda kaza riskinin gittikçe arttığı açıkça görülmektedir [19].



Şekil 3.4: Ara vermeden kamyon kullanan sürücülere ait kaza oranları (bir saatlik seyir halinde söz konusu olan kaza oranı 1,00 alınmıştır) [19].

3.1.2 Yaya ile ilgili kaza faktörleri

Yolu kullanan insanların büyük çoğunluğu yayalardan meydana gelmektedir ve herhangi bir ülkede taşıt sürücüleri de dâhil olmak üzere nüfusun önemli bir bölümü öncelikle yaya grubu içinde yer almaktadır [4]. 1997 yılında, Harbariew Araştırma Merkezi tarafından yayınlanan bir rapora göre, dünyada motorlu taşıt kazalarında ölenlerin yaklaşık yarısını yaya teşkil etmektedir [22]. Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde yapılan istatistiklerde ise trafik kazalarında ölen insanların yaklaşık % 15'inin yayalardan oluştuğu belirtilmektedir [21]. Bu açıdan yaya ve ayrıca bisiklet kullanıcıları, yolu kullananlar arasında fiziksel olarak en savunmasız kesimi oluşturmaktadırlar ve bu bağlamda davranışları ile yol güvenliği üzerinde ihmal edilemeyecek bir etkiye sahip olduklarını söylemek mümkündür [4,8].

Yayaların ve bisiklet kullanıcılarının karıştığı kazalar ile ilgili yapılan araştırmalarda, genellikle eğitim, kanuni yaptırım ve mühendislik uygulamaları etkili parametreler olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca yaş ve buna bağlı yürüme hızı, cinsiyet, alkol tüketimi, gece – gündüz durumu, kırsal kesim – kent içi farklılığı, toplum düzeyi, kavşak yerleşimi başlıca önemli parametreler arasındadır [4,23]. Bunlara bağlı olarak yayaların karıştığı kazaların nedenleri genel olarak aşağıdaki gibi sıralanabilir [8]:

- Tereddüt etme
- Dikkatsizlik
- Karşıdan karşıya geçişlerde rasgele ve ani hareketler
- Trafik kontrol elemanlarının kullanılmaması
- Sürücünün görüş kabiliyetini hatalı değerlendirmek ve tedbir almamak (özellikle geceleri)
- Trafik davranışını hatalı tahmin etmek / yanlış algılamak
- Hatalı hız tahmini
- Duran taşıtların arasından aniden yola çıkmak
- Alkol kullanımı / Sarhoşluk

Bunun dışında yaşlı yayalara mahsus olmak üzere, reflekslerin yetersiz olması, zayıf görüş alanı, yavaş yürüme hızı da yaya kazalarına neden olan hususlar arasında sayılmaktadır [8]. Bunlara karşılık yaya kaldırımı, üst/alt geçit, yaya geçidi, trafik kontrolü, hız düzenlemeleri, kavşaklarda yükseltilmiş ada uygulaması, trafik işaret ve lambaları, banket yapılması/genişletilmesi, yolun korkuluklarla izole edilmesi, gerekli yerlerde park yasağı uygulaması, otobüs, taksi, tren vb. duraklarında özel güvenlik önlemlerinin alınması, yol ve çevre ışıklandırması vb. tedbir ve uygulamalar, yaya kazalarıyla ilgili alınan başlıca güvenlik önlemleri olarak sıralanmaktadır [8,23].

Finlandiya’da yapılan istatistiklere göre 1996 yılında meydana gelen yaya kazalarının tüm kazalar içinde % 14,2’lik bir kesimi oluşturduğu belirtilmiştir. Bu kazaların % 17,3’lük bir kesimi ölümcül, % 11,2’lik kesimiye yaralanmalı kaza olarak tanımlanmıştır. Aynı yıla ait İspanya istatistiklerinde ise yaya kazaları tüm kazalar içinde % 16,3’lük bir kesimi oluşturmaktadır. Bunların içinde ölümcül ve yaralanmalı kaza oranı sırasıyla % 17,5 ve % 10,5 olarak belirtilmiştir [22]. Gaca ve Tracz tarafından Cracow’da (Polonya) yapılan başka bir araştırmada ise 1997 yılında meydana gelen kazalar incelenmiştir. Buna göre yayaların karıştığı trafik kazaları tüm kazalar içinde % 54’lük bir kesimi oluştururken, ölümcül yaya kazalarında ise bu oranın % 77’ye çıktığı belirtilmiştir [9]. A.B.D.’de yapılan benzer çalışmalardan biri de 2008 yılına ait istatistiksel verilerden oluşmaktadır. NHTSA (National

Highway Traffic Safety Administration) tarafından yapılan bu çalışmaya göre 2008 yılında A.B.D.'de meydana gelen yaya kazalarında 4,378 yaya (tüm ölümlerin % 12'si) yaşamını yitirirken, 69,000 yaya (tüm yaralanmaları % 3'ü) da yaralanmıştır. Araştırma sonuçlarının yaş ve cinsiyetin de dikkate alınmasıyla elde edilen sonuçlar Çizelge 3.4'te verilmiştir [24].

Çizelge 3.4: A.B.D.'de 2008 yılına ait yaya kazalarında meydana gelen yaralanma ve ölüm olayları [24].

Yaş	Erkek		Kadın		Erkek		Kadın	
	Ölü Sayısı	Ölüm Oranı*	Ölü Sayısı	Ölüm Oranı*	Yaralı Sayısı**	Yaralanma Oranı*	Yaralı Sayısı**	Yaralanma Oranı*
< 5	58	0,54	35	0,34	1,000	10	1,000	9
5 – 9	51	0,50	27	0,28	2,000	23	1,000	15
10 – 15	92	0,74	51	0,43	5,000	37	5,000	40
16 – 20	187	1,69	99	0,94	5,000	42	4,000	42
21 – 24	204	2,35	68	0,83	3,000	33	3,000	35
25 – 34	431	2,06	149	0,74	4,000	21	4,000	19
35 – 44	486	2,28	184	0,87	4,000	21	2,000	12
45 – 54	637	2,91	235	1,04	5,000	25	5,000	23
55 – 64	393	2,42	154	0,88	3,000	21	3,000	17
65 – 74	228	2,46	132	1,22	1,000	14	2,000	20
75 – 84	169	3,17	128	1,66	1,000	21	1,000	19
85 +	90	4,83	56	1,45	< 500	21	< 500	4
Toplam	3,053	2,04	1,321	0,86	36,000	24	33,000	21
* 100,000 nüfus başına düşen kaza oranı								
** Kusuratlara göre sayılar yuvarlatılmıştır.								

Yaya yaşı ile kazalar arasındaki ilişki incelendiğinde, çocuklar ile yaşlıların diğer yaş gruplarına göre daha yüksek kaza oranlarına sahip oldukları, en yüksek ölüm oranlarının genellikle yaşlılarda bulunduğu ve bunu da küçük çocukların takip ettiği görülmektedir [4]. Bu açıdan 55 yaşın üstündeki yetişkinler ve 0 – 16 yaş arası çocuklar, ölümcül yaya kazalarında en riskli kesimi oluşturmaktadır [21]. Ayrıca yayaların karıştığı birçok kaza, gece vaktinde ve ana yollarda gerçekleşirken, sokak

ve caddelerde meydana gelen kazalarda daha çok 8 – 12 yaş arası erkek çocuklar yer almaktadır [8,21]. Çocukların söz konusu olduğu bu kazalarda, bilinç eksikliği kadar ailenin sosyoekonomik düzeyinin de etkili olduğu saptanmıştır. Sosyal düzeyin düşük olduğu ailelerde, trafik konusundaki yetersiz bilgilenmenin yanında, aile kontrolünün zayıf olması da kazaya karışma ihtimalini etkilemektedir [4].

Yayalarda cinsiyet ayrımı bakımından, erkek yayalar, kadın yayalara göre daha yüksek tehlike riskine sahiptirler. Bu konuyla ilgili İngiltere’de yapılan bir araştırmada, 10,000 kişi başına düşen kaza riski erkekler için 5,1 (9 yaşından küçük erkek çocuklarında 10,7) olarak bulunurken, kadınlarda bu oran 3,6’ya (9 yaşından küçük kız çocuklarında 5,5) kadar gerilemiştir [4].

Yayaların karıştığı kazaların yaklaşık % 65’lik bir kısmı, ölümcül kazaların da neredeyse % 20’si kavşaklarda ve genellikle yaya geçidine yakın bölgelerde, gerçekleşmektedir [8,23]. Bu konuyla ilgili yapılan bir araştırmada, A.B.D.’de meydana gelen bütün trafik kazalarının yaklaşık % 20’sinin yayalarla ilgili olduğu, kentiçinde meydana gelen ölümcül trafik kazalarının % 30’unun yaya kazalarından oluştuğu ve yaya kazalarının % 40’ının da eşdüzey kavşaklardan geçişlerde meydana geldiği görülmektedir. Özellikle eşdüzey kavşaklar kritik mahaller olmakla beraber aşağıda verilen Çizelge 3.5’te, İngiltere’de yapılan bir araştırmadan elde edilen yaya geçişleri ile risk oranları yer almaktadır. Tablodaki verilerden de anlaşılacağı üzere, yolda karşıdan karşıya yaya geçişlerinin en riskli olduğu mahaller, denetimli kavşaklar arasında kalan kesimlerdir. Buna karşılık riskin en az olduğu yerler ise kanalize edilmiş, ışık kontrollü eş düzey kavşaklar ve zebra çizgili yaya geçitleri olmaktadır [25].

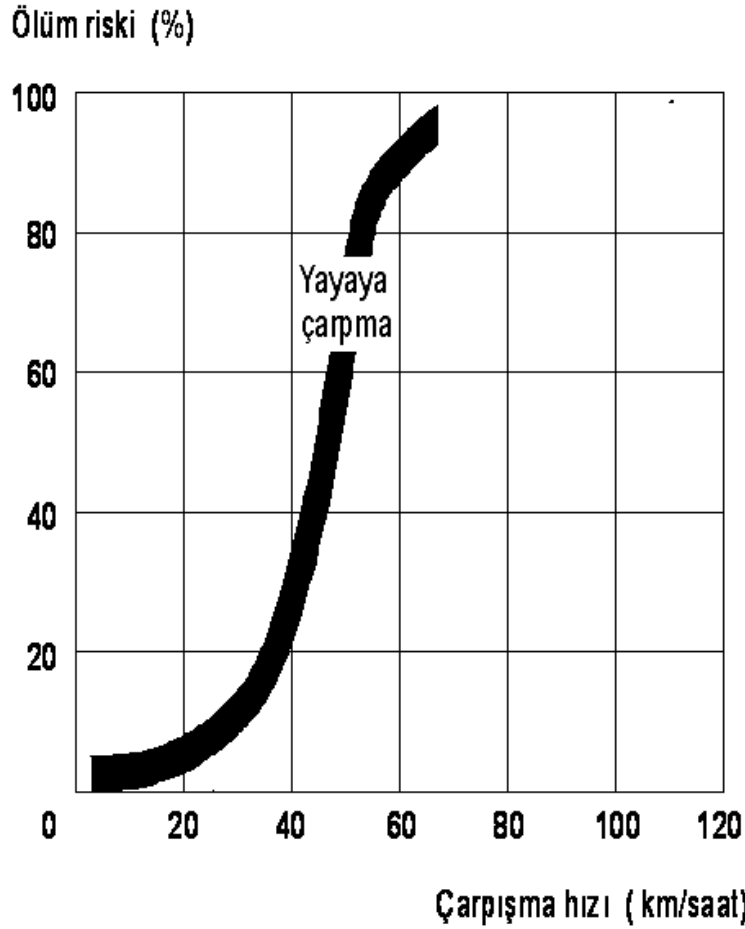
Çizelge 3.5: Yaya geçişlerinde mahal özelliklerine göre risk oranları [25].

Yaya Geçişleri	Kazaya Karışma Risk Oranı (%)
Denetimli kavşaklar arasında kalan kesimler	100
Kanalize olmayan, denetimsiz eşdüzey kavşaklar	89
Kanalize olan, denetimsiz eşdüzey kavşaklar	71
Kanalize olmayan, trafik ışığı kontrollü, eşdüzey kavşaklar	53
Kanalize olan, trafik ışığı kontrollü, eşdüzey kavşaklar	36
Zebra geçitler	35

Genellikle kentsel yollarda meydana gelen yaya kazaları, daha çok karşıdan karşıya geçişlerde gerçekleşirken, kırsal yollarda meydana gelen yaya kazalarında ise çoğunlukla yol boyunca (yol doğrultusunda) hareket eden yayalara çarpan taşıtlar neden olmaktadır. Bu nedenle kırsal yollarda meydana gelen kazalarda daha şiddetli sonuçlar ortaya çıkmaktadır. A.B.D.'de yapılan bir çalışmada (1992), ölümcül yaya kazalarının % 25'inin, ölümcül olmayan yaya kazalarının ise % 14'ten fazlasının kırsal yollarda gerçekleştiği belirtilmiştir [15]. Ribbens (1986) tarafından Güney Afrika'da yapılan başka bir çalışmaya göreyse, kırsal yollarda meydana gelen ölümcül kazaların % 40'ını yaya ve bisiklet kullanıcılarının karıştığı kazalar oluşturmaktadır. Genellikle karşıdan karşıya geçişlerde ya da yol kenarında ilerlerken meydana gelen bu kazalar, Ribbens'e göre üç ana faktörden etkilenmektedir. Bunlar insan hataları, yaya ve bisiklet kullanıcılarıyla ilgili geometrik tasarım yetersizlikleri ve yol bakımı eksikliğidir. Yine aynı çalışmada yapılan tespitlere göre söz konusu kazaların çoğu özellikle Cuma günleri ve hafta sonunda, gündüz saatlerinde meydana gelmiştir. Finlandiya'da 1992 – 1996 yılları arasını kapsayan süreçle ilgili yapılan incelemelerde, kentsel kesimlerin dışında kalan yollarda meydana gelen ölümcül kazaların % 13'ünün yaya kazalarından, % 10'unun ise bisiklet kullanıcıların karıştığı kazalardan oluştuğu tespit edilmiştir. Toivonen ve Niskanen tarafından yapılan bu çalışmalara göre söz konusu yaya kazalarının yaklaşık yarısı karşıdan karşıya geçerken gerçekleşmiştir. Ayrıca %13'ü yol ortasında bekleyen yayalardan ve % 4'lük bir kesimi de özellikle park etmiş

araçların vb. etrafından aniden yola çıkan yayalardan oluşmaktadır. Bu kazaların çoğu gece saatlerinde ve kış aylarında gerçekleşirken, bisiklet kullanıcılarının karıştığı kazalarsa daha çok gündüz saatlerinde ve bahar ile güz aylarında meydana gelmiştir [9].

Özellikle taşıtların yayaya çarpmasıyla meydana gelen trafik kazaları, doğrudan doğruya taşıt hızına bağlı olmaktadır. Bu nedenle taşıt hızının 30 km/sa değerini aştığı durumlarda yayalara ait ölümcül yaralanmalarda ciddi bir artış yaşanmaktadır ve genellikle 70 km/sa üzerinde seyreden taşıtların yayalara çarpmasıyla çoğu yaya hayatını kaybetmektedir [8,9]. Şekil 3.5'te Karayolları Genel Müdürlüğü'ne ait verilerden elde edilerek hazırlanan, taşıt hızı ve ölüm riski arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi verilmiştir [26]. Buna göre taşıt hızlarında çarpışmanın etkilerini asgariye indirecek ve aynı zamanda trafiği aksatmayacak biçimde düzenleme yapılarak yaya kazalarındaki kaybı azaltmak mümkün olabilmektedir. Benzer şekilde Tan (2002), çarpışma hızı ile yaya kazaları arasındaki ilişkiyi incelemiş ve 30 km/sa değerini kritik eşik değeri olarak belirlemiştir. Bu nedenle kentsel alanlarda yüksek hızın istendiği durumlar için, yaya bölgelerinin trafikten belirgin bir şekilde ayrılması gerektiğini, bu gerçekleştirilemiyorsa, yaya geçitleri ve/veya yaya bölgelerindeki trafik hızının, 30 km/sa değerini geçmeyecek şekilde düzenlenmesi gerektiğini belirtmiştir [22]. Bu tip kazalarda etkili olan bir diğer unsur da tabii ki alkol kullanımıdır. Nitekim Avustralya'da bu konuyla ilgili yapılan bir çalışmada, yayaların karıştığı kazaların % 40'ında, yayaların alkollü olduğu tespit edilmiştir [8].



Şekil 3.5: Yaya kazalarında taşıt hızı ve ölüm riski arasındaki ilişki [26].

3.1.3 Yolcular ile ilgili kaza faktörleri

Kazaların meydana gelmesinde, diğer kaza faktörlerine göre daha az oranda olmakla birlikte, taşıtta yolcu olarak bulunanların da etkisi olmaktadır. Hareket halindeki taşıttan sürücünün haberi olmadan binmek veya inmek, yük üzerinde veya açık kasa içinde kurallara aykırı olarak seyahat etmek, taşıttan sarkmak vb. tehlikeli hareketlerde bulunmak yolcuların başlıca karakteristik hataları arasında sıralanmaktadır. Bunun dışında kapasitenin üstünde yolcu almak da yol güvenliğini tehlikeye sokan önemli unsurlardan birisidir. Ayrıca sürücü ve yayalarda olduğu gibi yolcularda da doğuştan var olan fiziksel özellikler ile aile ve toplum içinde geliştirilen özellikler, ayrıca psikolojik ve psikofizyolojik bazı geçici haller de yine yolcularla ilgili kaza faktörlerini etkilemektedir [4].

Bu konuyla ilgili Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yapılan istatistiksel çalışmalarda, 2009 yılına ait ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarına etken yolcu kusurları ile ilgili bilgiler için Çizelge 3.6'da gösterilen tablo oluşturulmuştur [26].

Çizelge 3.6: Ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarına etken yolcu kusurlarına ait bilgiler [26].

Yolcuya Ait Kaza Sebepleri	Kazalar					
	Şehir İçi		Şehir Dışı		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Habersiz inmek binmek	87	22,42	3	10,71	90	21,63
Taşıtın dışında seyahat	75	19,33	5	17,86	90	19,23
Taşıt içinde gayri nizami hareket	44	11,34	3	10,71	47	11,30
Taşıttan yere atlamak	30	7,73	3	10,71	33	7,93
Açık yük üzerinde seyir	20	5,15	5	17,86	25	6,01
Taşıttan sarkmak	10	2,58	3	10,71	13	3,13
Diğer	122	31,44	6	21,43	128	30,77
Toplam *	388	100,00	28	100,00	416	100,00
(*) : Jandarmadan yolcuya ait kaza sebepleri ayrıntısı alınamadığından Emniyet Genel Müdürlüğü'nün verileri işlenmiştir.						

3.2 Yol ve Çevre İle İlgili Kaza Faktörleri

İnsan unsurunun, trafik kazalarında başlıca nedenlerden biri olması gerçeğine rağmen, bu durum alınan güvenlik önlemlerinin sadece yolu kullananlara yönelik olması gerektiği anlamına gelmez. Nitekim sürücü ve yaya davranışı, çoğunlukla yola ve çevresel etmenlere bağlıdır. Dolayısıyla yol altyapısı ve tasarım unsurları, güvenliğin artırılması açısından büyük bir potansiyel taşımaktadır. A.B.D. ve İngiltere’de yapılan çalışmalardan alınan verilere dayalı olarak Rumar (1985), kazaların % 30’u üzerinde çevresel etmenlerin pay sahibi olduğunu tespit etmiştir. 1994 yılında SWOV tarafından yol tasarımı ve kaza arasındaki ilişki ile ilgili yapılan çalışmalar bu konuyu destekler niteliktedir. Bu tip çalışmalar, aşağıdaki ilkeler ışığında yol tasarımı ve güvenliği hakkında yeni bir vizyon oluşturmaktadır [15]:

- İnsan hatasının gerçekleşme ihtimalini en aza indirmek amacıyla;
 - İstenilen davranış biçiminin otomatik olarak sağlanması.
 - İstenmeyen davranış biçiminin gerçekleşme olasılığının azaltılması.
- İnsan hatasının gerçekleşmesi durumunda hatanın telafi edilmesini/affedilmesini sağlamak amacıyla;
 - Kaza gerçekleşmeden önce hatanın düzeltilmesini sağlayacak bir fırsatın yaratılması.
 - Kaza kaçınılmaz olduğu anda kazanın sonuçlarının en aza indirgenmesi.

Bu hususlar çerçevesinde yol ve çevreyle ilgili kaza faktörleri aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir [4]:

1. Yol ile ilgili kaza faktörleri:

- Tasarım elemanları faktörleri
- Trafik faktörleri

2. Çevre ile ilgili kaza faktörleri

3.2.1 Yol ile ilgili kaza faktörleri

Yukarıda da belirtildiği gibi bu başlık tasarım elemanları faktörleri ve trafik faktörleri olmak üzere iki alt başlık altında incelenmektedir.

3.2.1.1 Tasarım elemanları faktörleri

Yol güvenliği ile ilgili genel kanı, standartlara göre tasarlanan bir yolun güvenli olduğudur. Ancak bir yol işletmeye açıldığı zaman güvenlik göstergesi olarak sadece kaza tecrübesi dikkate alınmaktadır. Bu yüzden tasarım standartları ile yol güvenliği arasında kesin bir korelasyon kurulması gerekmektedir [10]. Karayolu geometrik tasarım elemanları güvenlik açısından iki ana prensibe göre incelenir [15]:

- Tasarım karakteristikleri, yol fonksiyonları ve yolun davranışsal gereksinimleri ile uyumlu (tutarlı) olmalıdır.
- Tasarım karakteristikleri yol boyunca uyumlu (tutarlı) olmalıdır.

Bu bağlamda karayolu tasarım elemanlarını kaza faktörleri açısından aşağıdaki şekilde gruplandırmak mümkündür:

- En kesit özellikleri
 - Platform özellikleri
 - Yardımcı şeritler
 - Banket özellikleri
 - Orta refüj özellikleri
 - Yol kenarı özellikleri
- Düşey geometri
- Yatay geometri
- Trafik kontrolü
- Kavşaklar

En kesit özellikleri

Bu başlık altında platform özellikleri, yardımcı şeritler, banket özellikleri, orta refüj özellikleri ve yol kenarı özellikleri ele alınacaktır.

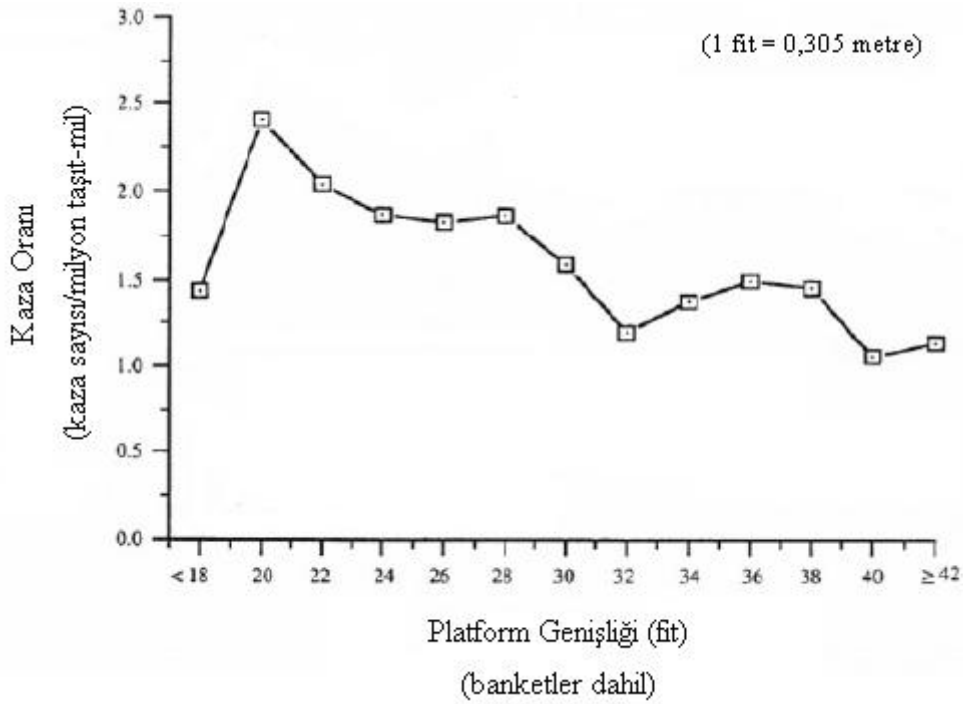
Platform özellikleri

Yapılan pek çok çalışmaya bağlı olarak şerit ve platform genişliği, şerit ve platform sayısı, yol yüzey özellikleri (kaplama tipi, yüzey sürtünmesi, yüzey görünebilirliği vb.) gibi hususlar, yol güvenliği ile ilişkili olan başlıca platform özellikleri arasında sayılabilir.

Genişliği az olan yollarda, karşılıklı yönlerden gelen taşıtların karşılaşmaları sırasında, taşıt yanal aralıkları ile taşıt tekerlekleri ve kaplanmamış banket arasındaki mesafe güvenli geçiş için yeterli olmayabilir. Bu durum, platform genişliği azaldıkça, kaza oranının artmasının temel nedenidir [4]. Nitekim yapılan bazı araştırmalar ışığında, yol genişliğinin arttırılması sonucu kırsal yollarda meydana gelen kaza sayılarının, kentsel yollara nazaran, azaldığı tespit edilmiştir [19]. Aşağıda verilen Çizelge 3.7 ve Şekil 3.6’da platform genişliğinin artması ile kaza oranlarındaki azalma görülmektedir.

Çizelge 3.7: Kaplama genişliğinin güvenliğe etkisi [4].

İki Şeritli Yolda Kaplama Genişliği (m)	Kaza Oranı (milyon taşıt – km başına)
4,5	2,20
5,0	1,70
5,5	1,40
6,0	1,30
6,5	1,10
7,0	1,05
7,5	1,00
8,0	0,90
9,0	0,80



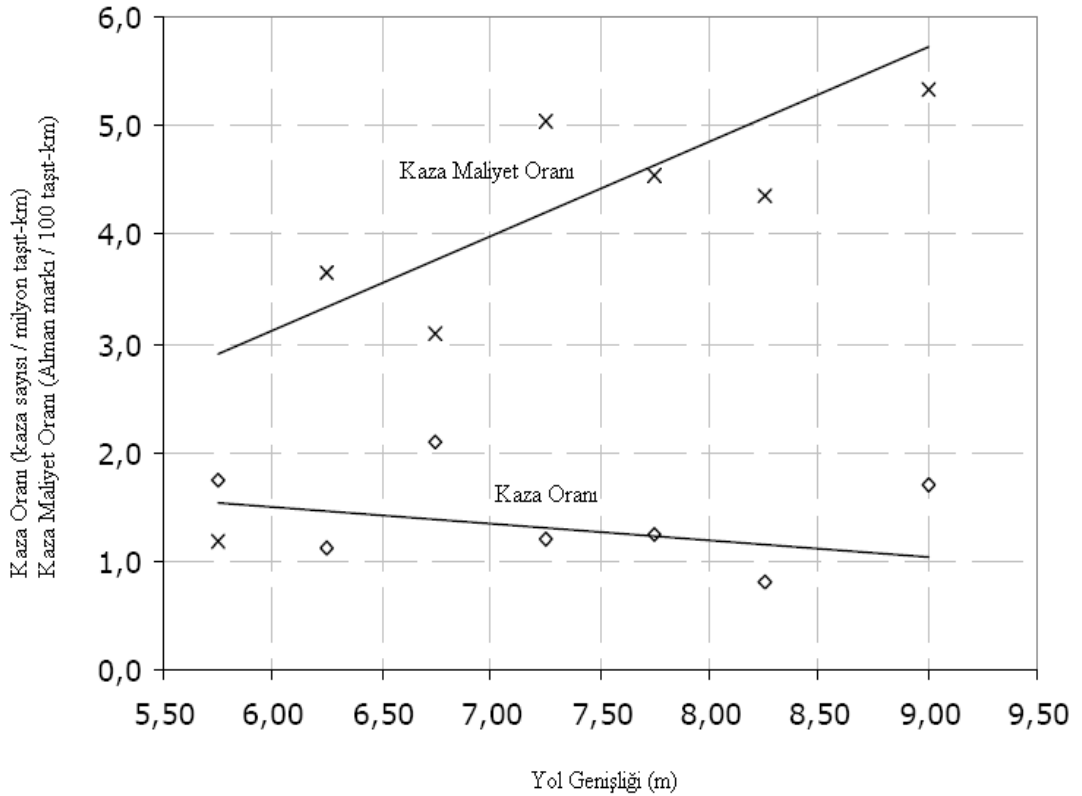
Şekil 3.6: Trafik hacmi düşük iki şeritli kırsal yollarda platform genişliğinin kaza oranları üzerindeki etkisi [21].

Aynı şekilde Leutzbach ve Baumann (1983), en kesit özellikleri ve trafik hacminin trafik kazaları üzerindeki etkisini araştırmış ve Çizelge 3.8’de verilen sonuçlara ulaşmışlardır [27].

Çizelge 3.8: Yol genişliği ve kaza oranları arasındaki ilişki [27].

Yol Genişliği (m)	Kesim Uzunluğu (km)	Kaza Oranı (kaza sayısı / milyon taşıt - kilometre)
12,00	5,2	0,44
8,50	55,2	0,85
7,50	13,0	1,09
6,50	10,6	1,90

Yukarıda verilen bu tabloda da görüldüğü gibi 6,5 m genişliğindeki yol için, 12 m genişliğe sahip yola nazaran, 4 misli daha fazla bir kaza oranı söz konusudur. Hiersche tarafından yapılan başka bir araştırmada da benzer sonuçlar alınmış ve Şekil 3.7’de gösterilen grafik elde edilmiştir. Ancak azalan kaza oranlarına paralel olarak kaza maliyet oranlarının arttığı dolayısıyla kaza şiddetinin arttığı da yapılan tespitler arasındadır [27].



Şekil 3.7: Yol genişliği ile kaza oranları ve kaza maliyet oranları arasındaki ilişki [27].

Ayrıca yapılan birçok araştırma kapsamında kaza oranları ve şerit sayısı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu bağlamda, Bauer ve Harwood’a göre kırsal kesimde yer alan 4 şeritli yollar daha az şeritli yollara nazaran daha güvenli olarak tespit edilmiştir. Hatta 4 şeritli yollarda yapılan bazı çalışmalarda kaza sayısı yüksek olsa bile kaza şiddetinin azaldığı görülmüştür. Forckenbrock ve Foster tarafından yapılan başka bir araştırma sonucunda ise dört şeritli yollarda meydana gelen ölümcül kaza oranı iki şeritli yollara kıyasla % 44 daha az olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde kaza sayılarının ve kaza maliyetlerinin incelendiği benzer bir çalışma Norveç’te yapılmış ve dört şeritli ve iki şeritli yollar arasında benzer ilişkiler kurulmuştur [19]. Şerit sayısının fazla olması kazaları azaltmada etkili olabilmektedir, ancak diğer değişkenlerin etkisinin de dikkate alınması ve birlikte değerlendirilmesi uygun olacaktır [5].

Bu bakımdan yapılan bazı çalışmalar kapsamında, bir yolun tek veya çok platformlu oluşu, üzerindeki kavşak sayısı gibi özelliklerinin, yol güvenliği ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Aşağıda verilen Çizelge 3.9’da şerit ve platform sayısı ile kavşak tiplerine göre güvenliğin değişimi görülmektedir [4].

Çizelge 3.9: Platform durumunun yol güvenliğine etkisi [4].

Platform Durumu	Kaza Oranı (milyon taşıt – km)
İki şeritli	1,00
Üç şeritli	1,50
Dört şeritli (bölünmemiş)	0,80
Dört şeritli (bölünmüş, eşdüzey kavşaklı)	0,65
Dört şeritli (bölünmüş, katlı kavşaklı)	0,30
Sekiz şeritli (bölünmüş, katlı kavşaklı)	0,30

Yukarıdaki tabloda dikkat edilmesi gereken bir husus, üç şeritli yolların iki şeritli yollara göre daha yüksek kapasiteye (1,3 – 1,7 katı) sahip olmasına rağmen, orta şeridin hatalı kullanılmasıyla ilgili olarak, güvenlik bakımından tehlike teşkil etmekte olduğudur [4].

Güvenliğin en yüksek olduğu yollar ise bölünmüş tip, çok şeritli ve katlı kavşak içeren yollar olarak belirtilmektedir [4].

Ayrıca genel olarak, bölünmüş karayollarındaki kaza oranının, bölünmemiş karayollarına göre daha az olduğunu söylemek mümkündür. Ancak yapılan bazı araştırmalara göre hızın çok düşük olduğu bölünmemiş bir karayolunda toplam kaza oranı, bölünmüş bir karayolundan daha az olabilmektedir [5].

Platform özellikleri arasında şerit genişliği, yol güvenliği üzerinde etkili olan önemli unsurlardan biridir. Zeeger, Foody ve Long, Rinde, Rogness tarafından yapılan dört farklı çalışma kapsamında, şerit genişliğinin artırılmasıyla birlikte özellikle yoldan çıkma ve kafa kafaya çarpışma şeklinde gerçekleşen kazalara ait kaza oranlarında ciddi bir azalma olduğu tespit edilmiştir [28].

Aynı şekilde kaza istatistikleri de yol genişliği ile güvenlik seviyesinin doğru orantılı olduğunu göstermektedir. Zeeger ve Council tarafından 1992 yılında A.B.D.'de yapılan bir çalışma kapsamında, şerit genişletmesi ve kaza azalma oranları arasındaki ilişkiyi gösteren Çizelge 3.10'daki tablo oluşturulmuştur. Diğer yol ve trafik özelliklerine ait etkilerin hesaba katılmadığı bu değerler, şerit genişliği 2,4 m ile 3,7 m arasında değişen ve günlük trafik hacminin 100 ile 10000 arasında olduğu iki şeritli kırsal yollar için geçerlidir [15].

Çizelge 3.10: Şerit genişletmesi ve kaza oranlarında meydana gelen azalma arasındaki ilişki [15].

Şerit Genişletmesi	Kaza Oranlarındaki Azalma (yoldan çıkma, kafa kafaya çarpışma, yandan çarpma)
1 fit (0,3 m)	%12
2 fit (0,6 m)	%23
3 fit (0,9 m)	%32
4 fit (1,2 m)	%40

Yukarıda kurulan bu ilişkide dikkat edilmesi gereken bir husus marjinal etkinliğin de orantılı olarak düşmekte olduğudur [28]. Öte yandan şerit genişliğini gereğinden fazla arttırmak, sürücüyü daha yüksek hız yapmaya teşvik edeceğinden, daha fazla ve daha şiddetli kazalara neden olabilmektedir [15]. Birçok karayolu tipi için geçerli olan şerit genişliği, genellikle 2,7 m ile 3,6 m arasında seçilmektedir [29]. Çizelge 3.11'de Transportation Research Board tarafından yapılan geniş kapsamlı

alışmalara dayalı olarak, tasarım hızına göre tavsiye edilen şerit ve banket genişlikleri verilmiştir [15, 27, 30].

Çizelge 3.11: Tavsiye edilen şerit ve banket genişlikleri (A.B.D.) [15, 27, 30].

Trafik Akımı (ortalama günlük trafik)	Tasarım Hızı (km/sa)	Ağır Vasıta Oranı % 10'dan Fazla		Ağır Vasıta Oranı % 10'dan Az	
		Şerit Genişliği (m)	Şerit + Banket Genişliği (m)	Şerit Genişliği (m)	Şerit + Banket Genişliği (m)
1 – 750	< 50	3,0	3,5	2,7	3,3
	> 50	3,0	3,5	3,0	3,7
750 – 2000	< 50	3,3	4,0	3,0	3,7
	> 50	3,7	4,6	3,3	4,3
> 2000	-	3,7	5,5	3,3	5,2

Karayolu güvenliğinde etkili diğeri bir faktör de yol yüzey özellikleridir. Kaplama tipi, yüzey sürtünmesi ve yüzey görünebilirliği bu başlık altında ele alınan başlıca unsurlar arasında sayılabilir.

Özellikle kırsal kesimler için kaplama tipi ile ilgili olan önemli problemlerden biri de, birçok yolun kaplamalı ve kaplamasız kesimlerden oluşmasıdır. Yapılan bazı araştırmalara göre kırsal kesimlerde yer alan kaplamasız yollar, birçok ülke için ciddi bir oran teşkil etmekte ve yol pürüzlülüğü ile paralel olarak yüksek kaza seviyesi ve hasar riski oluşturmaktadır [9].

Caldwell ve Wilson (1996) tarafından Wyoming'de yapılan bir çalışmaya göre, kaplamasız bir yolda meydana gelen yaralanmalı kaza sayısı (kilometre başına) kaplamalı yollara nazaran (yaklaşık 5'e 6 oranında) daha fazladır. Daha sonra Calvert ve Wilson (1999) tarafından yapılan başka bir çalışmada, söz konusu kaplamasız yolların standartları karşılamadığı, geometrik açıdan birçok eksikliği olduğu tespit edilmiştir ve bu konuyla ilgili birçok örnek incelenirken mali destek bulunamadığı için iyileştirme çalışmalarının tamamlanamadığı görülmüştür. Üstelik özellikle uzun yağış dönemlerinden sonra kaplamasız yol koşullarında hızlı bir yapısal bozulmanın gerçekleştiği gözlemlenmiştir [9].

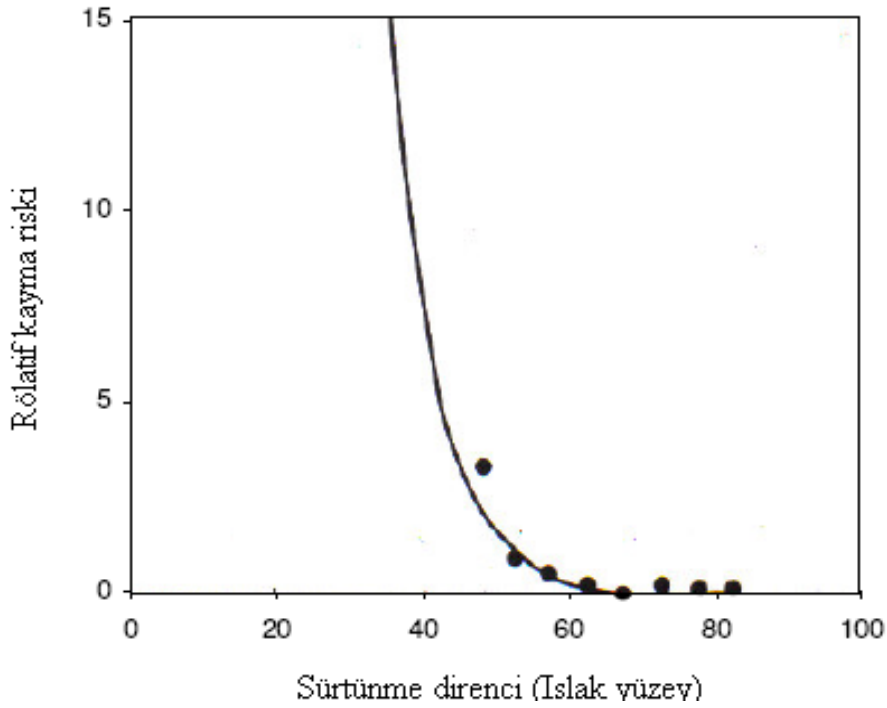
Cairney (1995), Avustralya’da yaptığı çalışmalarda, kaplamasız yollarda meydana gelen birçok kazanın yoldan çıkma ve kafa kafaya çarpışma şeklinde oluştuğunu belirtmiştir. Jordaan ve Mashiri (1995) tarafından Güney Afrika’da yapılan araştırmalar çerçevesinde ise kaplamasız yollarda gerçekleşmiş olan yaklaşık 570 kaza incelenmiş ve çakıllı yollarda gerçekleşen kazaların çoğunlukla tek taşıt kazaları olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırma derinleştirildiğinde kazaların özellikle yolun düz kesimleri başta olmak üzere, genellikle kavşaklardan uzak bölgelerde meydana geldiği tespit edilmiştir ve kazalara neden olan altı adet unsur belirtilmiştir: taşıt hâkimiyetinin kaybolması (% 20 – 24), dönüş manevrası (% 9 – 15), hayvanlar (% 8 – 30), lastik patlaması (% 9 – 15), kayma (% 2 -17), yayalar (% 3 – 11) [9].

Yüzey sürtünmesi başlığı altında ele alınan sürtünme kalitesi, güvenli taşıt trafiği ile ilgili ana unsurlardan biridir. Taşıtın idaresi ve frenleme mesafesi üzerinde etkili olan sürtünme değeri, birbirine temas eden iki yüzey arasındaki kayma direncini göstermektedir. Bu bağlamda, yolun mikro ve makro dokusu (pürüzlülüğü) olmak üzere iki farklı parametre, kayma direnci üzerinde etkili olmaktadır. 0,5 milimetrenin altında kalan yüzeysel dalgalanmalar mikro dokuyu oluşturmaktadır ve yol yüzeyi ile taşıt lastiği arasındaki adezyon üzerinde, dolayısıyla frenleme mesafesinde (düşük hızlar için) belirleyici olmaktadır. 0,5 – 50 milimetre arasındaki yüzeysel dalgalanmalar ise makro dokuyu oluşturmakta ve taşıt lastiğinde oluşan deformasyon, yol yüzeyinde su olduğu durumlarda yol yüzeyi ile taşıt lastiği arasındaki temas ve su drenajı üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir [19].

Ayrıca 50 – 500 mm arasındaki yüzeysel dalgalanmalar için de mega doku (mega pürüzlülük) tanımlaması yapılmıştır. Mega pürüzlülük drenaj, lastik aşınması, süspansiyon sistemleri, taşıt stabilitesi ve frenleme mesafesi üzerinde etkilidir. Ancak kazaların mega pürüzlülük ile arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok araştırma yapılmasına rağmen tutarlı bir sonuç elde edilememiştir. Varılan en makul sonuçlardan biri, kafa kafaya çarpışma şeklinde gerçekleşen kazaların ya da çoklu taşıt kazalarının, mega pürüzlülük ile birlikte arttığı tespittir [19].

Giles, Sabey ve Cardew tarafından yapılan araştırmalar kapsamında 120 farklı bölgede sürtünme direnci karşılaştırması yapılmış ve Şekil 3.8’de gösterilen grafik elde edilmiştir. Cairney tarafından da tekrar ele alınarak incelenen bu sonuçlara göre

50'nin altında kalan kayma direnci için, sürtünmeyle ilişkili kaza riskinde hızlı bir artış yaşandığı, ancak 60 değerinden sonra etkisinin zayıfladığı görülmüştür [31].



Şekil 3.8: Sürtünmenin fonksiyonu olarak rölatif kaza riski [31].

New York Ulaştırma Teşkilatı (New York Department of Transportation) tarafından kayma kazalarını azaltma programı (SKARP – Skid Accident Reduction Program) kapsamında yapılan çalışmalar çerçevesinde, her yıl ıslak yollarda gerçekleşen 740'tan fazla kaza üzerinde inceleme yapılmıştır. 1995 – 1997 yılları arasında, Long Island'da yer alan 40 farklı bölgede yapılan bu inceleme sonucunda, uygulanan yüzey iyileştirme çalışmalarının (sıcak asfalt uygulamaları ya da mikrosurfacing uygulamaları) ardından, kaza oranlarında ciddi azalmalar görülmüş ve Çizelge 3.12'deki sonuçlar elde edilmiştir [31].

Çizelge 3.12: Kayma kazalarını azaltma programı (SKARP – Skid Accident Reduction Program) kapsamında yapılan çalışma sonucunda kazalarda meydana gelen azalmalar [31].

Çalışma Periyodu (aylık)	Bölge Sayısı	Islak Yol Kazaları							
		İyileştirme Çalışmalarından Önceki Kaza Sayısı		İyileştirme Çalışmalarından Sonraki Kaza Sayısı		Azalan Kaza Sayısı		Azalan Kaza Yüzdesi (%)	
		T	F/I	T	F/I	T	F/I	T	F/I
7	5	22	15	4	2	18	13	82	84
19	13	346	224	91	40	255	184	74	82
31	6	72	56	28	14	44	42	61	75
36	16	348	280	124	76	224	204	64	73
F: ölümcül kaza I: yaralanmalı kaza T: toplam kaza									

Benzer sonuçların alındığı başka bir çalışma da Wallman ve Astrom tarafından yapılmış (Norwegian Veg-grepsprosjektet) ve Çizelge 3.13'deki tablo elde edilmiştir [31].

Çizelge 3.13: Farklı sürtünme değerleri için kaza oranları [31].

Sürtünme Değeri Aralığı	Kaza Oranı (milyon taşıt – km başına düşen hasar)
< 0,15	0,80
0,15 – 0,24	0,55
0,25 – 0,34	0,25
0,35 – 0,44	0,20

Tüm bu sonuçlara rağmen, Henry tarafından yapılan çalışmalarda, trafik koşulları, genel hız durumu, kaplama özellikleri gibi birçok farklı faktörün kazalar üzerinde etkili olduğu gerekçesiyle, kaza frekansını tahmin etmek için yalnızca kayma direncinin bilinmesinin yeterli olmayacağı vurgulanmıştır [31].

Nitekim yapılan birçok araştırma sonucunun aksine McLean, kırsal kesimlerde bulunan asfalt yollarda meydana gelen kaza oranlarının, uygulanan yüzey iyileştirme

alışmalarından sonra artmakta olduğunu tespit etmiştir. Yüzey iyileştirme çalışmalarının sonucunda sürüş kalitesinin artmasıyla beraber seyir hızında artış eğilimi görülmektedir. Bu da kaza oranlarının neden arttığını açıklamaktadır. 3R programı (U.S. Resurfacing, Restoration, and Rehabilitation Program) kapsamında Ulusal Bilimler Akademisi (National Academy of Science - NSA) tarafından yürütülen bir çalışma sonucunda, artan hızlar ve azalan sürücü dikkatinin etkisiyle, yüzeysel iyileştirme yapılmış kırsal yollarda meydana gelen kaza oranlarının arttığı tespit edilmiştir. Bununla ilgili sonuçlar izelge 3.14’te verilmiştir [31].

Çizelge 3.14: 3R programının kaza oranlarına etkisi [31].

Kaza Tipi	Kaza Oranında Meydana Gelen Yüzdelik Değişim		
	İyileştirme alışmasından Sonraki İlk Yıl	Projenin Son Yılı	Ortalama Proje mr Boyunca
Islak yol	- 15	0	- 7
Kuru yol	+ 10	0	+ 6
Bütün kazalar	+ 5	0	+ 3

Yukarıda verilen bilgiler dhiline, ıslak yollarda meydana gelen kazalarda azalma görülürken, kuru yollarda meydana gelen kazalarda bir artış söz konusudur. TOVE Projesi kapsamında yapılan incelemelerde de benzer sonuçlara ulaşılmış ve aşağıdaki saptamalar yapılmıştır [31]:

1. Yağışlı havalarda meydana gelen kazalar için, az miktarda aşınmış yollara ait kaza oranları ciddi miktarda aşınmaya uğramış yollara göre daha düşüktür.
2. Kuru havalarda meydana gelen kazalar için, az miktarda aşınmış yollara ait kaza oranları ciddi miktarda aşınmaya uğramış yollara göre daha yüksektir.
3. Genel olarak meydana gelen kazalar için, az miktarda aşınmış yollara ait kaza oranları ciddi miktarda aşınmaya uğramış yollara göre daha yüksektir.

500 milimetrenin altında değişen yüzeysel dalgalanmalar (mega-makro-mikro doku) genel olarak pürüzlülük başlığı altında ele alınırken, 0,50 – 40 m arasında değişen dalga boylarına sahip girinti ve çıkıntılar geometrik düzgünlük olarak tanımlanmaktadır. Yol geometrik düzgünlüğünün kabul edilebilir değerleri aşması halinde, tekerlek lastikleri ile kaplama yüzeyi temas koşullarında meydana gelecek

değişim sonucunda, taşıtlar kaplamanın sağlayacağı sürtünmenin tamamından yararlanamaz. Nitekim yapılan bazı araştırmalar kapsamında yollarda enine doğrultuda görülen kısa (1,0 – 3,3 m) ve orta (3,3 – 10 m) dalga boylarındaki geometrik düzgünlükler için taşıtlarda denge bozulması meydana geldiği tespit edilmiştir [4].

Geometrik düzgünlük kusurlarının bir diğer etkisi de, taşıt sürücüsünün çabuk yorulmasına ve dikkatinin dağılmasına neden olmak suretiyle, kaza ihtimalini yükseltmesidir. Bu durum yol pürüzlülüğü için de geçerlidir [4].

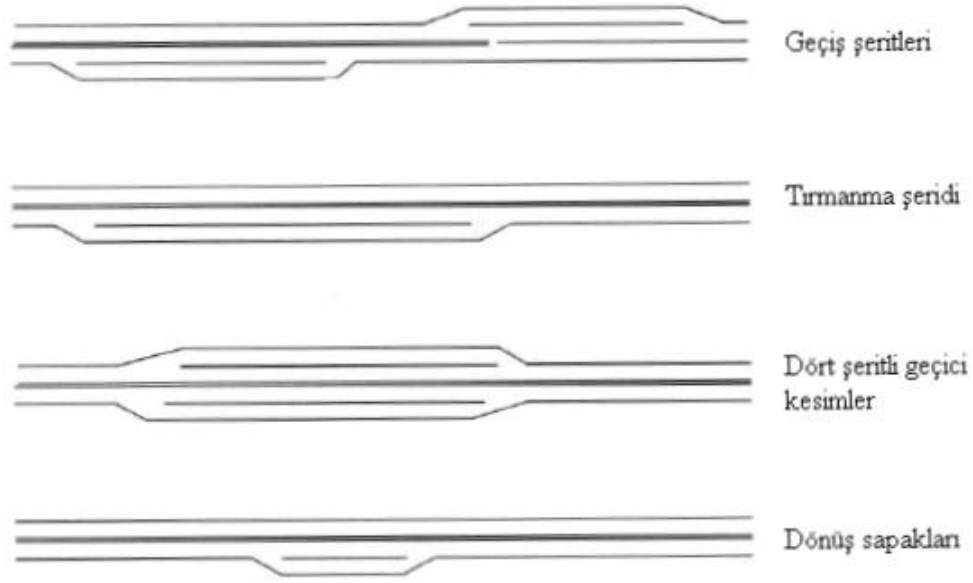
Platformun pürüzlülük ve geometrik düzgünlüğünün yanı sıra bazı fiziksel özelliklerinin de yol güvenliği bakımından önemli etkileri vardır. Bunlardan biri olan yansıtma özelliği, seyir esnasında ve özellikle karanlıkta, görüş durumunu (optik koşullar) etkileyen önemli bir husustur. Normal, koyu renkli bir yol yüzeyi, üzerine gelen ışığın büyük bir kısmını absorbe eder. Parlak ve/veya renkli bir yol yüzeyi sayesinde bu durum engellenebilir ve yansıma miktarı artırılabilir. Norveç'te yapılan araştırmalar kapsamında daha parlak yol yüzeyleri sayesinde görüş mesafesinin % 10 – 20 oranında artırılabilceği tespit edilmiştir. Ayrıca sürücünün uyarılması anlamında, yol yüzeyine yapılan trafik işaretlemelerinin karanlık ortamlarda daha etkili olduğu da göz ardı edilmemelidir [19].

Yardımcı şeritler

Yolun bazı kesimlerinde, trafik hareketliliğinin tüm şeritlerde aynı hızda olduğu sabit bir durum ortaya çıkabilir. Bu koşullar, genellikle trafik hacminin yüksek olmadığı, taşıtların ağırlıklı olarak tek tip olduğu ve aynı seyahat amacı taşıdıkları, trafik giriş - çıkışlarının çok az olduğu ya da hiç olmadığı yollarda geçerlidir. Böyle durumlarda sollama vb. ihtiyaçlar gelişebilir. Bu ihtiyaçların giderilmesi içinse en etkili yöntemlerden biri yardımcı şeritlerin kullanılmasıdır [32].

Yardımcı şeritler, genellikle mevcut şeritlere eklenmiş, kısa mesafeli elemanlardır ve işlevlerine göre başlıca yardımcı şeritler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Şekil 3.9) [32]:

- Geçiş şeritleri
- Tırmanma şeritleri
- Sollama şeritleri
- Dönüş şeritleri (sapakları)



Şekil 3.9: Tipik yardımcı şerit uygulamaları [23].

Yardımcı şeritlere ait şerit sayısı ve işlevi, şerit genişliği ve uzunluğu, yol yüzey özellikleri (yüzey sürtünmesi, yüzey görünebilirliği vb.) gibi konular, yol güvenliği ile ilişkili olan belirgin hususlar arasında sayılabilir.

Bu açıdan yardımcı şeritler en az 3 m genişlikte olmalı ve diğer şeritlerden daha dar olmamalıdır [29]. Ayrıca, yardımcı şeritler daralma bölgesi, yavaşlama bölgesi ve (dönüşler için) bekleme bölgesi olmak üzere üç bileşenden oluşmaktadır. Dolayısıyla yardımcı şeritlerin uzunluğu, bu üç bileşenin toplam uzunluğuna doğrudan bağlıdır [29]. Buna bağlı olarak tavsiye edilen yardımcı şerit uzunlukları Çizelge 3.15'te gösterilmiştir [32].

Çizelge 3.15: Yardımcı şerit uzunlukları [32].

Tasarım Hızı (km/sa)	Daralma Bölgesi Uzunluğu (m)	Daralma Bölgesi İle Birlikte Toplam Yardımcı Şerit Uzunluğu (m)		
		Minimum	Tavsiye Edilen	Maksimum (normal)
50	125	200	350	450
60	150	250	400	550
70	175	300	500	650
80	200	400	600	850
90	225	500	700	1000
100	250	600	800	1200

Yardımcı şeritlerin bulunmadığı iki şeritli kırsal bir yolda sollama manevrası, kritik bir bilgi sürecinin gerçekleştiği, karar verme mekanizmasının çalıştığı ve hareket için yeterince uzun bir yol kesiminin gerekli olduğu karmaşık bir sürüş davranışdır [9].

Sollama esnasında meydana gelen kazalar, daha sık ve daha şiddetli gerçekleşen kazalar olmasına rağmen konuyla ilgili araştırmalar görece sınırlı kalmaktadır. Genellikle kırsal yollarda meydana gelen sollama kazaları, çoğunlukla kafa kafaya çarpışma, yandan çarpma ya da arkadan çarpma şeklinde gelişen kazalardan oluşmaktadır [9].

Clarke, Ward ve Jones (1998) tarafından İngiltere’de (Nottinghamshire) yapılan bir çalışma kapsamında, sollama kazalarının ölümcül kazaların % 8’ini oluşturduğu ve kaza şiddetinin (ölüm ve yaralanma durumu) % 20’den fazla olduğu tespit edilmiştir [9].

Avustralya’da Armour (1984) tarafından yapılan bir çalışmada ise kırsal yollarda meydana gelen ölümcül kazaların % 10’unu sollama kazalarının oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu rakamlar A.B.D.’de bulunan oranlardan % 3 – 4 daha fazladır [9].

Yapılan başka bir çalışma kapsamında, 138 farklı kesimde yapılan incelemeden elde edilen kaza verileri, iki şeritli standart bir yola göre karşılaştırılmış ve yüksek hacimli yollar için geçerli olan Çizelge 3.16 oluşturulmuştur [23].

Çizelge 3.16: Yüksek hacimli iki şeritli yollarda yardımcı şeritlerin kazalar üzerindeki etkisi [23].

Çok Şeritli Tasarım Alternatifi	Arazi Tipi	Kaza Azalma Yüzdesi	
		Toplam	F + I
Geçiş şeritleri	Kırsal	25	30
Dört şeritli geçici kesimler	Kırsal	35	40
Dönüş sapakları	Kırsal	30	40
İki yönlü, sola dönüş şeritleri	Banliyö	35	35
İki yönlü, sola dönüş şeritleri	Kırsal	70 – 85	70 – 85
F: ölümcül kaza I: yaralanmalı kaza			

Tek yönlü geçiş şeritleri üzerinde yapılan bir araştırmaya göre yaralanmalı kaza sayısının %13 azaldığı tespit edilmiştir. Çift taraflı geçiş şeritleri içinse bu rakam % 40'a kadar çıkabilmektedir ve trafik hacminin artmasıyla bu oran daha da artmaktadır [19].

Statens Vagverk (1979) ve Tiehallinto (1998) tarafından yapılan, geçiş şeritlerinin kazalar üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre geçiş şeritlerinin kullanılmasıyla, iniş ve çıkış eğimli kesimler başta olmak üzere, kazaların azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca geçiş şeritlerinde kaplama üstüne yapılan uygun işaretleme çalışmaları ile kaza riskinin azaltılacağını söylemek mümkündür [19].

Genel olarak, geçiş şeritlerinin özellikle şiddetli kazalarda ve yoğunlukla yüksek hacimli yollarda etkili olduğunu söylemek mümkündür [19].

Banket özellikleri

İyi tasarlanmış ve düzenli olarak bakımı yapılan bir banket, özellikle ciddi trafik hacmine sahip kırsal yollarda ve bazı kentsel yol tiplerinde gerekli bir uygulama olarak görülmektedir. Bu yolla sağlanan bazı avantajlar şöyle sıralanabilir [29]:

- Lastik patlaması, araçta meydana gelen mekanik bir arıza ya da herhangi bir acil durum esnasında taşıtın durması için güvenli bir alan sağlar.
- Tehlikeli manevralardan kaynaklanan potansiyel kazaları önlemek ya da kaza şiddetini azaltmak için güvenli bir alan sağlar.
- Seyir esnasında yeterli bir şerit genişliği temin ederek sürüş kolaylığı sağlar, sürücünün üzerindeki psikolojik baskıyı azaltır.
- Yarma kesimlerde görüş mesafesini arttırarak güvenliği geliştirir.
- Bazı banket tipleri estetik açıdan yola değer kazandırır.
- Üniform hız değerleri korunduğu için dolaylı olarak kapasiteyi arttıracak şekilde katkıda bulunur.
- Kar temizleme çalışmaları gibi alan gerektiren bakım – onarım uygulamalarında gerekli sahayı temin eder.
- Bariyer ve trafik işaretleri için yol kenarlarında yeterli bir boş alan yaratır.
- Yol yüzeyinden yağmur suyunu tahliye ederek sızıntıyı minimuma indirir. Böylece kaplamada meydana gelen yapısal bozulmalar azaltılabilir.
- Kaplamaya yapısal destek sağlar.
- Yaya ve bisiklet kullanıcıları için güvenli alan sağlar. Ayrıca otobüs durağı, posta kutusu vb. nesneler için gerekli boş alanı sağlar ve yol çalışmaları sırasında servis yolu vazifesi görür.

Yoldan çıkma, kafa kafa çarpışma ve yandan çarpma şeklinde meydana gelen kazalar, şerit ve banket genişliklerine bağlı tipik kaza modelleri olarak sıralanabilir [23]. Bu açıdan yetersiz banket genişliğinin güvenliğe etkisi başlıca iki prensiple izah edilebilmektedir [4]:

- Herhangi bir nedenle yol kenarında durdurulan taşıtlar, banket genişliğinin yetersiz olması halinde yolun etkin genişliğinde azalmaya neden olurlar.
- Yüksek hızla bankete giren taşıtların yol üzerinde kalmaları güçleşir.

Yukarıda sayılan bu maddeler ışığında, banket genişliği, banket tipi, yol yüzey özellikleri (kaplama tipi, yüzey sürtünmesi, yüzey görünebilirliği vb.) gibi hususlar, yol güvenliği ile ilişkili başlıca banket özellikleri arasında sayılabilir.

Yapılan pek çok araştırmada, başta yaralanmalı kazalar olmak üzere, banket genişliğinin artmasıyla birlikte kaza sayısının düştüğü tespit edilmiştir [19]. Bu kapsamda standart banket genişliği 0,6 m (kırsal kesimde yer alan kaplamasız, tali yollarda) ile 3,6 m (kaplamalı ana yollarda) arasında değişebilmektedir [29].

Zeeger (Kentucky), Foody ve Long (Ohio), Rinde (California), Rogness (Texas) tarafından yapılan dört farklı çalışma kapsamında, banket genişliği ile banket tipinin karayolu güvenliği üzerinde önemli etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Buna göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir [28]:

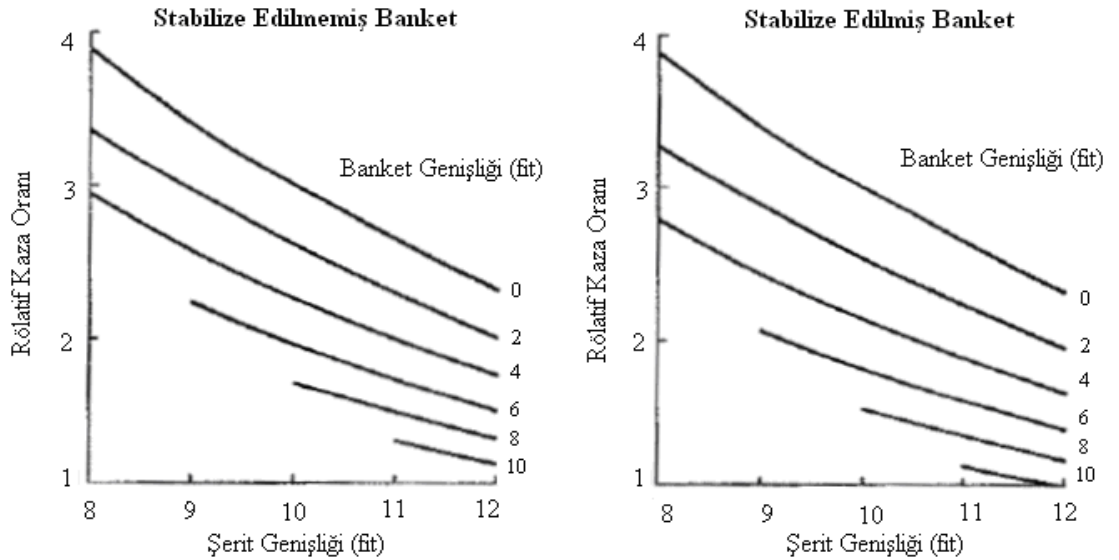
- şerit ve banket özellikleri, yoldan çıkma ve kafa kafaya çarpışma şeklinde gelişen kazalar üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Arkadan arpma, yandan çarpma vb. şeklinde gelişen diğer kaza eşitleri ise söz konusu bu özellikler tarafından doğrudan etkilenmemektedir.
- Banket genişliğinin arttırılmasıyla birlikte yoldan çıkma ve kafa kafaya çarpma şeklinde gerçekleşen kaza oranları azalmaktadır. Ancak şerit ya da banket genişliği arttırıldıkça marjinal etkisi azalmaktadır.
- Banket genişliğine nazaran şerit genişliği, kaza oranları üzerinde daha etkilidir.
- Stabilize ya da kaplanmış (asfalt, beton vs.) banketlere nazaran stabilize edilmemiş banketler (kırmı taş, toprak, çakıl vs.), daha yüksek kaza oranlarına sahiptirler.

1987 yılında, yaklaşık 5000 mil uzunluğundaki iki şeritli bir yol üzerinde, FHWA tarafından yapılan çalışmalar neticesinde şerit ve banket genişliği ile banket tipinin trafik kazaları üzerindeki etkisi araştırılmış ve izelge 3.17'deki sonuçlar elde edilmiştir [23].

Çizelge 3.17: Banket genişliğinin iki şeritli kırsal yollarda trafik kazaları üzerindeki etkisi [23].

Banket Genişlemesi (fit)	Trafik Kazalarında Meydana Gelen Azalma, %	
	Kaplamalı	Kaplamasız
2	16	13
4	29	25
6	40	35
8	49	43

Yapılan başka bir araştırmada da rölatif kaza oranları ile banket ve şerit koşulları arasındaki ilişki incelenmiş ve Şekil 3.10'da verilen grafikte gösterilmiştir. Burada söz konusu kaza oranları tek taşıt kazalarını, yandan çarpma veya karşı yönden gelen taşıt ile çarpışma şeklinde gelişen trafik kazalarını kapsamakta olup şerit genişliğinin 12 fit, banket genişliğinin de 10 fit olması durumunun baz alındığı, milyon taşıt – kilometre başına düşen kaza sayısı cinsinden rölatif bir ilişki kurulmuştur [30].



Şekil 3.10: Rölatif kaza oranları ile banket ve şerit koşulları arasındaki ilişki [30].

Geçmişte yapılan araştırmalar kapsamında, otoyollarda meydana gelen ölümcül kazaların % 11'ini banket üzerinde duran taşıtların karıştığı kazaların oluşturduğu tespit edilmiştir. Ayrıca geniş banketlerin, sürücüyü hatasını düzeltebileceği daha geniş alanlar yaratması sebebiyle, işletme hızlarını arttırıcı yönde teşvik edici olduğu belirtilmektedir [33].

Hadi vd. tarafından banket genişliğinin çok şeritli kırsal yollar üzerinde etkisi araştırılmış ve 4 şeritli bölünmüş kırsal yollarda kaplamasız banket genişliğinin 1 fit arttırılmasıyla kaza oranlarının % 1 – 3 arasında azaldığı tespit edilmiştir. Yine aynı çalışma da 10 – 12 fit arasında genişliğe sahip banketlerin en düşük kaza oranına sahip olduğu belirtilmiştir [33].

Ogden (1997), Victoria’da (Avustralya) yapılan bir araştırma sonucunda kaplamasız banketlerin, meydana gelen kazalar üzerinde en az % 30 etkili olduğunu belirtmiştir. Aynı çalışmada 0,6 m – 1,2 m arasında değişen genişliklerde yapılan banket kaplama çalışmalarının etkisi araştırılmış ve başta yoldan çıkma, sabit cisimlere çarpma, arkadan çarpma ve sollama esnasında taşıt hâkimiyetinin kaybolması şeklinde meydana gelen kazalar için taşıt - kilometre başına düşen ölümcül kazaların % 41 azaldığı tespit edilmiştir. Bu da milyon taşıt – kilometre başına düşen 0,071’lik bir azalmaya tekabül etmektedir [9].

Daha sonra Mclean vd. (1998) tarafından yayınlanan bir makalede, kaplamasız banketlerin tek taşıt kazaları ve kafa kafaya çarpışma şeklinde gelişen kazalar üzerindeki etkilerine dayanarak, kırsal kesimde yer alan ana yollarda kaplamalı ve en az 0,5 m genişliğinde banketlerin oluşturulması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca bu uygulama için kurp kesimlerinin dış kenarlarına ve kavşak noktalarına öncelik verilmesi gerektiği vurgulanmıştır [9].

Polus vd. (1998) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise ağır taşıtların yoğun olduğu iki şeritli kırsal bir yol üzerinde inceleme yapılmıştır ve kaplamalı banket uygulamasının yapıldığı kesimlerde özellikle yavaş hareket eden taşıtların neden olduğu kaza oranlarında düşüş yaşandığı görülmüştür [9].

1992 yılında FHWA tarafından iki şeritli kırsal yollarda yapılan araştırmalar kapsamında, banket genişliğinin 0,6 m arttırılmasıyla yoldan çıkma, kafa kafaya çarpışma ve yandan çarpma şeklinde gelişen kazalarda %16’lık bir azalma olacağı tahmin edilmektedir. Aynı şekilde 2,4 m genişliğinde yeni yapılan kaplamalı bir banketin, kazalarda % 49’luk bir düşüş sağlayacağı tahmin edilmektedir. Kaplamasız banketler içinse genişliğin 0,6 m arttırılması sonucu söz konusu kaza azalma miktarı % 13 olmakta iken 2,4 m genişliğindeki kaplamasız bir banket ilavesi ile de %43’lük bir azalma miktarı tespit edilmiştir [9].

Banket genişliği köprü geçişlerinde de önem kazanmaktadır. İki şeritli karayollarında köprü geçişi ile ilgili yapılan birçok araştırmada ortaya çıkan genel sonuç, köprü genişliğinin köprü girişinden (yaklaşımından), 3'er fitlik banketler halinde, en az 6 fit fazla olması gerektiğidir. Ancak 6 fitten sonra yapılan genişletme çalışmalarının, kaza oranı ya da yol güvenliği üzerinde yeterince etkili olmadığı tespit edilmiştir. Başka bir deyişle, banketsiz köprü geçişlerinin, banketli geçişlere nazaran daha yüksek kaza oranlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca iki şeritli bir köprü üzerinde yer alan banket genişliğinin, köprü girişi üzerinde yer alan banket genişliğinin en az yarısı kadar olması gerektiği de yapılan tespitler arasındadır [28].

Yapılan bazı araştırmalar kapsamında, belirli bir limitten sonra banket genişletmesinin olumsuz etkilerinin olabileceği anlaşılmıştır. Nitekim Ivan, Wang ve Bernardo banket genişliğinin artmasıyla birlikte tek taşıt kazalarının da arttığını tespit etmiştir. Buna paralel olarak Strathman, Duecker, Zhang ve Williams (2001) da banket genişliği görece daha fazla olan otoyollarda kaza sayısının arttığını tespit etmiştir. Bu durum, süreksizlik gösteren ya da yüzey koşulları yetersiz olan geniş banketlerin normal şerit gibi algılanıp kullanılmasından kaynaklanmaktadır [19].

Aynı şekilde McLean (1996) kırsal yollar üzerinde yaptığı araştırmalarda geniş banket uygulamalarının kaza oranlarını arttırdığı şeklinde bir saptamada bulunmuştur. Bunu da geniş banketlerin yüksek hızları teşvik edici olmasına ve/veya banketin sürücü tarafından normal bir şerit gibi kullanılmasına bağlamaktadır [9].

Banketlerin kaplamalı ya da kaplamasız oluşunun yanı sıra, banket yüzeyinin kaplama yüzeyinden daha düşük kotta olmasının da yol güvenliği ile ilişkili olduğu saptanmıştır. Düşük banketler buraya giren sürücülerin taşıtlarına hâkim olabilmelerini güçleştirmekte ve normal seyirde bulunan sürücülerin ise eksene daha yakın seyretmelerine neden olmaktadır. Bu durum yol güvenliğine olumsuz etkide bulunmakta, yoldan çıkma ve kafa kafaya çarpışma şeklinde gelişen kazaların artmasında rol oynamaktadır [4].

Banket kaplama özellikleri arasında yüzey görünürlüğü de yol güvenliğinde etkili olmaktadır. Genel olarak banket rengi ve dokusal yapısının normal şeritlerden farklı olması istenmektedir. Böylece başta geceleyin ve yağışlı hava koşulları olmak üzere her zaman ve her koşulda normal seyir güzergâhı açık bir biçimde görünür kalacak ve banketlerin ilave şeritler olarak kullanılması engellenecektir. Beton yollarda söz

konusu kontrast (bitümlü, kırma taş, çakıl ya da toprak banket) kolaylıkla sağlanabilirken, bitümlü kaplamalar için durum biraz daha zorlaşmakta ve ancak farklı tip ve renkli agrega kullanımı ile iyi bir kontrast yakalanabilmektedir. Ayrıca sarsma bantları kullanılarak da banket sınırları belirlenebilmekte ve sürücünün, şerit dışına çıkarak banket üzerinde seyretmesi halinde, hissedebileceği şekilde uyarılması sağlanabilmektedir [29].

Orta refüj özellikleri

Orta refüj uygulamalarının en önemli görevi zıt yönlerde akan trafiği birbirinden ayırmaktır [33]. Bunun yanında yoldan çıkan taşıtlar için toparlanma alanı (açık bölge) sağlamak, acil durumlar için duracak bir alan sağlamak, sola dönüşlerde ve U dönüşlerde yavaşlama ve bekleme için yeterli bir alan oluşturmak, taşıt farlarından kaynaklanan göz kamaşmasını en aza indirmek, gelecekte olası şerit ilavesi için yeterli boş alan sağlamak orta refüj uygulamasının başlıca fonksiyonları arasında sayılabilir [29,33]. Ayrıca özellikle kentsel kesimlerde karşıdan karşıya geçen yayalar için güvenli bir bölge oluşturmakta ve kavşak noktalarında trafiğin yönlendirilmesinde etkili olmaktadır [29].

Kırsal yollarda kullanılan orta refüj uygulamaları, trafik miktarı ve yoğunluğu, yolun fonksiyonel sınıfı, geçiş hakkı, işletme hızı vb. birçok parametreye bağlı olarak çeşitli tiplerde olabilmektedir [33]. Orta refüj, yol yüzeyiyle aynı düzeyde olabileceği gibi alçak ya da yüksek kotta da olabilmektedir. Düşük kotlu orta refüjler, su drenajı ve kar temizleme çalışmaları için elverişli olması sebebiyle daha çok otoyollarda tercih edilmektedir. Şev eğimi için 6:1 oranı tercih edilse de 4:1 oranı yeterli görülmektedir. Yüksek kotlu orta refüjler ise ana arterlerde sola dönüşleri düzenlemek için elverişli elemanlardır [29].

Orta refüj genişliği belirlenirken bariyerlerin durumu göz önüne alınmaktadır. Yeterli bir genişliğe sahip ise bariyer uygulaması gerekli görülmemektedir. İmalat, bakım – onarım maliyetleri gibi ekonomik koşullara bağlı olarak orta refüj genişliği 1,2 – 24 m aralığında değişebilmektedir [29].

Yol güvenliği açısından incelendiğinde orta refüj uygulamasının kaza tipleri üzerinde etkili olduğu ve başta kentsel yollar olmak üzere birçok durumda kaza oranlarını azalttığı tespit edilmiştir. Ancak bariyer kullanılmayan orta refüjlerde karşıdan

karşıya geçen yaya sayısındaki artışa paralel olarak yayaların karıştığı kaza sayısı da artmaktadır [19].

Gabler, Gabauer ve Bowen (2005) tarafından yapılan araştırmalara göre kafa kafaya çarpışma şeklinde meydana gelen trafik kazalarında azalma görülürken, düşük şiddetli kazalarda artış olduğu belirtilmiştir. Saito, Cox ve Jin (2005) tarafından yapılan başka bir araştırmada da yandan ve arkadan çarpma şeklinde gelişen trafik kazalarında azalma yaşandığı görülmüştür [19].

FHWA tarafından 1992 yılında yapılan bir çalışma sonucunda, orta refüj bulunup bulunmadığı, bulunması halinde genişlik, eğim ve tip (yüksek, alçak vs.) hususlarının, başta kafa kafaya çarpışma, yuvarlanma ve sabit cisimlere çarpma şeklinde gerçekleşen trafik kazaları olmak üzere, kaza sıklığı ve şiddeti üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada, orta refüj uygulamalarında bariyer kullanılmasının orta refüje çarparak meydana gelen kazalarda artışa neden olduğu ve özellikle kafa kafaya çarpışma şeklinde gerçekleşen kazalarda da kaza şiddetini düşürdüğü belirtilmiştir [33].

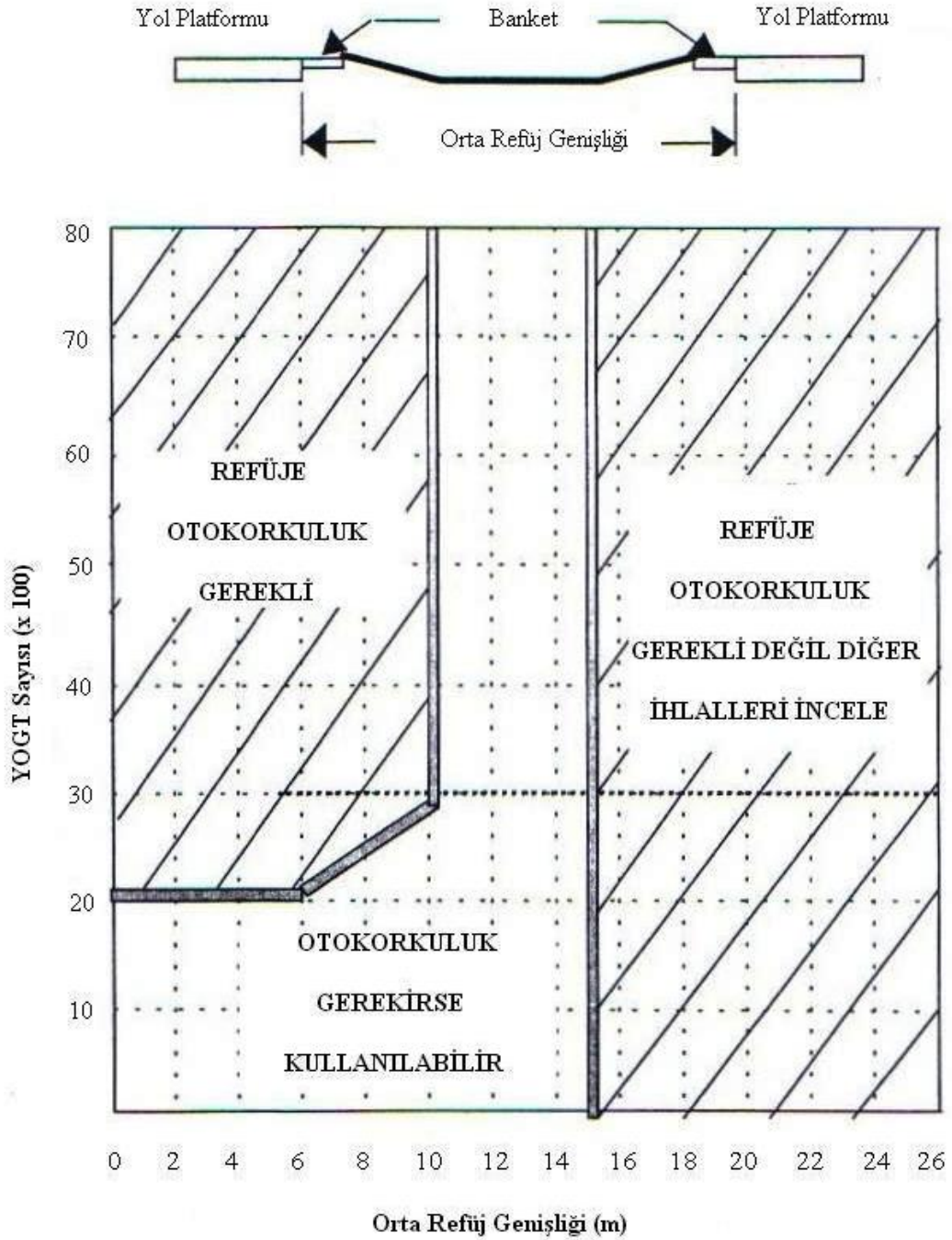
Yine aynı çalışmada, 6 m genişliğinden az olan orta refüjlerde kaza ilişkisi için net bir tanımlama yapılamazken, genişliği 6 – 24 m arasında, eğimi az olan orta refüjlerin güvenlik açısından uygulanabilir olduğu yapılan tespitler arasındadır. Bu bağlamda, 9 – 12 m genişliğinde ve 6:1 ya da daha düz şev eğimine sahip orta refüj uygulamaları tavsiye edilmektedir [33].

Orta refüj uygulamaları ile ilgili A.B.D.'de yapılan çeşitli araştırmalar kapsamında 20 m genişliğe kadar kaza sayılarında azalma yaşandığı görülürken, daha fazla genişletilen refüjlerde ciddi bir etkinlik görülememiştir [19]. Ayrıca kaplama kotundan daha yüksek ve daha alçak kotta düzenlenmiş orta refüjlerin güvenlikle ilişkilerinin araştırıldığı başka bir çalışmada, düşük kotlu orta refüjlerin, buraya giren taşıtların toplanabilmeleri bakımından yüksek kotlu orta refüjlere nazaran daha güvenli olduğu belirtilmiştir [4].

Bonnenson vd. tarafından (1995) yapılan bir çalışma kapsamında, başta kırsal kesimde yer alan otoyollarda olmak üzere, orta refüj uygulamalarının 12 – 15 m arasında bir genişliğe sahip olması ile geçiş hakkı ve trafik güvenliği konuları ile ilgili sağlıklı sonuçlar alınacağı tespit edilmiştir [33].

Genel olarak orta refüj uygulamalarının başta kentsel yollar olmak üzere birçok durumda kaza oranlarını azalttığı tespit edilmiştir. Ancak orta refüj uygulamalarının olumlu etkileri olduğu gibi olumsuz etkileri de olabilmektedir. Nitekim kurplu kesimlerde ve dar yollarda yapılan orta refüj uygulamalarının, kaza sayılarında belirgin bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Bunlar arasında bariyer ve korkuluklara çarpan taşıtların önemli bir etkisi olmaktadır [19].

Bu bağlamda orta refüj uygulamalarında kullanılacak bariyer seçimi, özellikle beton bariyerler için, dikkat edilmesi gereken bir husustur. Zira yol güvenliğine olumlu katkısı bulunan bariyerler, orta refüjlerde kullanıldığında olumsuz sonuçlara da yol açabilmektedir. Şöyle ki; eğer sürücü hâkimiyetinin kaybolması sonucu orta refüje yönelen bir taşıt, toparlanma fırsatı mümkün iken bariyerler tarafından engelleniyorsa bu durum yol güvenliğini olumsuz yönde etkileyecektir [33]. Bu bağlamda AASHTO (2001) tarafından refüj genişliğine göre geliştirilen otokorkuluk kriterleri aşağıda verilen Şekil 3.11’de gösterilmiştir [34].



Şekil 3.11: Refüj genişliğine göre otokorkuluk kriterleri [34].

Hauer bu konuyla ilgili olarak orta refüjlerde bariyer kullanımının yaralanmalı kaza sayısında ve toplam kaza sayısında artışa yol açacağını belirtmiştir. Elvik tarafından orta refüj bariyerleri ile ilgili yapılan 32 farklı araştırmanın incelenmesi neticesinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir ve orta refüje bariyer ilave edilmesiyle kaza oranlarının artabileceği belirtilmiştir. Ayrıca Miaou vd. tarafından yapılan başka bir çalışmada bariyer kullanılan orta refüjlerin bulunduğu yolların (bulunmayan yollara nazaran) daha yüksek kaza oranlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Ancak şunu da

hemen belirtmek gerekir ki konu genel olarak ele alındığında yaygın kanı, kaza sayısı artarken kaza şiddetinin de azalacağı yönündedir [33].

Bunun dışında yol güvenliği açısından orta refüj, hem gece hem de gündüz yüksek derecede görünebilir olmalı ve normal şeritlerden farklı bir kontrasta sahip olmalıdır. Ayrıca özellikle dar olan orta refüjlerde bitkilendirme yapılabilir. Ancak burada bitkilendirme tipi ve yeri güvenlik bakımından önem kazanmaktadır. Başta dönüş bölgeleri olmak üzere doğru bir şekilde yapılmayan bitkilendirme uygulamaları optik açıdan engel oluşturabilmektedir [29].

Yol kenarı özellikleri

Yol kenarlarında yer alan ağaç, direk vb. sabit nesneler, şev, hendek, drenaj yapıları, korkuluk, açık bölge gibi unsurların özellikleri de yol güvenliği üzerinde etkili olmaktadır [4]. Başta yol kenarındaki sabit cisimler olmak üzere yol kenarı tasarımı, kaza sonuçlarını belirlemede kritik bir rol oynamaktadır ve yoldan çıkma şeklinde gelişen kazaların çevredeki fiziksel koşullara doğrudan bağlı olması, yol kenarı özelliklerini, başta iki şeritli yollarda olmak üzere, güvenliğini etkileyen önemli bir husus haline getirmektedir [23].

Kırsal yollarda (otoyollar hariç) meydana gelen ölümcül kazaların yaklaşık 1/3'ü yoldan çıkma şeklinde gelişen trafik kazalarıdır. Yol kenarı özellikleri, bu kazaların sonuçlarında belirleyici rol oynayan başlıca faktörler arasında sayılmaktadır [15]. Genel olarak kazaların % 5'i, ciddi yaralanmalarla sonuçlanan kazaların % 10'u ve ölümcül kazaların % 15'i yol kenarında yer alan sabit cisimlerden kaynaklanmaktadır ve bu tip kazalar kentiçi kesimlere nazaran kırsal kesimlerde % 70 daha şiddetli olarak gerçekleşmektedir [8].

İsveç'te yapılan istatistiksel bir çalışmada da trafik kazalarında ölen sürücülerin %25'ten fazlasının, sabit cisimlerle çarpışma sonucu hayatını kaybettiği belirtilmiştir ve söz konusu bu sabit cisimlerin yarısını ağaçların oluşturduğuna dikkat çekilmiştir [15].

Yine yapılan bazı araştırmalara göre şehirlerarası bölünmemiş karayollarında, taşıtın yoldan çıkması ile oluşan kazaların %75'i sabit bir cisme çarparak, %25'i ise taşıtın devrilmesi şeklinde sonuçlanmıştır. Ayrıca, sabit bir cisme çarpma şeklinde gelişen kazaların 3'te 1'ini, devrilme kazalarının ise 5'te 1'ini hasarlı ve ölümcül kazaların oluşturduğu belirtilmiştir [5].

Bahar (1987) Güney Afrika’da yaptığı çalışmalara dayanarak, orta refüjde ya da yol kenarında bulunan nesnelere çarparak meydana gelen kazaların, tek taşıt kazaları içerisinde (orta refüj % 43, yol kenarı %57 olmak üzere) ortalama % 47’lik bir yer kaplamakta olduğunu tespit etmiştir [9].

A.B.D.’de 1980 – 1985 yılları arasında yapılan başka bir araştırmada da şehirlerarası bölünmemiş karayollarında yıllık 23,958 kaza üzerinde inceleme yapılmıştır ve bunun %25’i yol dışına çıkma şeklinde gerçekleşen tek-taşıt kazaları olarak tespit edilmiştir [5].

Agent ve Deen (1975), Hall ve Zador (1981), Wright ve Zador (1981) tarafından A.B.D.’de yapılan araştırmalarda, trafik kazalarının, çalışmanın yapıldığı arazi yapısına, yol tipine ve günün saatine bağlı olarak, %15 ile % 53 arasında değişen oranlarda yoldan çıkma şeklinde gerçekleştiği belirtilmiştir. Aynı şekilde Kanada’da Cooper (1980) tarafından yapılan başka bir çalışmaya göre kırsal yollarda meydana gelen ölümcül kazaların üçte birini yol dışına çıkan tek taşıt kazalarının oluşturduğu belirtilmiştir. Bu rakam New Mexico’da yapılan araştırmalar kapsamında % 45’e kadar çıkabilmektedir. Sonradan A.B.D.’de yapılan bir çalışmada, trafik kazalarında meydana gelen ölüm olaylarının %30’unu yoldan çıkma şeklinde gelişen trafik kazalarının oluşturduğu ve bu tip kazalarda her yıl yaklaşık yarım milyon insanın yaralandığı, yılda 80 milyon dolarlık bir maliyet oluştuğu tespit edilmiştir [9].

Sanderson ve Fildes (1984), Victoria’da (Avustralya) yoldan çıkma şeklinde gelişen kazalar üzerinde bir analiz yapmıştır. Buna göre söz konusu kazaların % 9’u ölümcül olmak üzere %62’sinin sabit bir cisme çarparak sonuçlandığı belirtilmiştir. Aynı bölgede daha sonra yapılan başka bir araştırmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir ve 1994 yılına ait 5,184 kazadan 1,175 tanesinin (yaklaşık % 23’ünün) yol kenarında bulunan sabit nesnelere çarparak meydana geldiği belirtilmiştir [9].

Mintsis ve Pitsiava – Latinopoulou (1990), Yunanistan’ın kırsal yollarında, yol kenarındaki sabit bir cisme çarparak meydana gelen 477 adet trafik kazasını beş yıllık bir periyot boyunca (1979 – 1983 yılları arasında) incelemiştir. Buna göre söz konusu kazaların, kırsal kesimde gerçekleşen toplam kazaların %8’ini, ölümcül kazaların % 11’ini ve yaralanmalı kazaların % 8’ini oluşturduğu tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada yol kenarında bulunan ağaçların ve hendek etrafındaki dolgu ve yarma kesimlerin en tehlikeli yol kenarı elemanları olduğu belirtilmiştir [9].

Bu kapsamda yol kenarında güvenlikle ilgili alınan önlemlerin genel amacı, tehlike oluşturan ve görüş mesafesini azaltan unsurları ortadan kaldırmak ve taşıtın yoldan çıkması halinde sürücülere taşıt hâkimiyetini yeniden kazanmaları için fırsat yaratmaktır. Şev kesimler düzleştirilerek eğiminin azaltılması, yol kenarı ile en yakın sabit nesne arasındaki mesafenin arttırılması ve söz konusu sabit nesnelerin kaldırılması yol kenarı için alınan başlıca güvenlik önlemleri arasında sayılabilir [19].

Yol kenarında yer alan sabit cisimler arasından işaret ve aydınlatma direkleri daha çok kentiçi kesimlerde tehlike oluştururken, kırsal kesimlerde ise gövde çapı 100 milimetreden fazla olan ağaçlar büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Tehlikeli diğer cisimler şöyle sıralanabilir [8,9]:

- Köprü / üstgeçit ayakları ve parapetler
- Yol kenarında yer alan cisimler
- Kötü tasarlanmış korkuluklar
- Sınır çit ve parmaklıkları
- Büyük kaya parçaları
- Dik şevler
- Kot yüksekliğindeki ani değişimler (en az 1 m)
- Drenaj hendekleri
- Su kanalları, menfezler vs.
- Dolgu kesimler (toprak set)

Yola yakın yerlerde bulunan bu sabit cisimler, zayıf bir ihtimalle de olsa hâkimiyeti kaybolmuş taşıtın kontrolünü geri kazanmasına yardımcı olabilirler. Fakat kazaların artmasında daha büyük bir rol oynadıkları kesindir. Yol kenarı ile sabit nesne arasındaki mesafe, çarpışma olasılığı üzerinde etkili olmakla beraber söz konusu cismin kurplu kesimlerin dış kenarında ya da kavşak bölgelerinde bulunması da riski artıran bir faktördür [19]. Buna bağlı olarak yol kenarında yer alan sabit cisimlerin güvenlik açısından risk teşkil ettiği bölgeler genellikle şunlardır [8]:

- Yüksek hızlı ya da yüksek trafik akımına sahip kurpların dış kenarı

- Keskin kırılganların iç kenarı
- T kavşakların kapalı kenarı
- Kavşak köşeleri
- Merkez dönüşler

SETRA / CETUR tarafından yapılan bir çalışmada (1992), yol kenarında yer alan bir cisimle çarpışma sonucu meydana gelen ölümcül kazalarda, en yüksek ölüm oranlarının % 25,1 ile ağaçlara çarparak ve %17,1 ile elektrik direklerine çarparak gerçekleştiği belirtilmiştir [15].

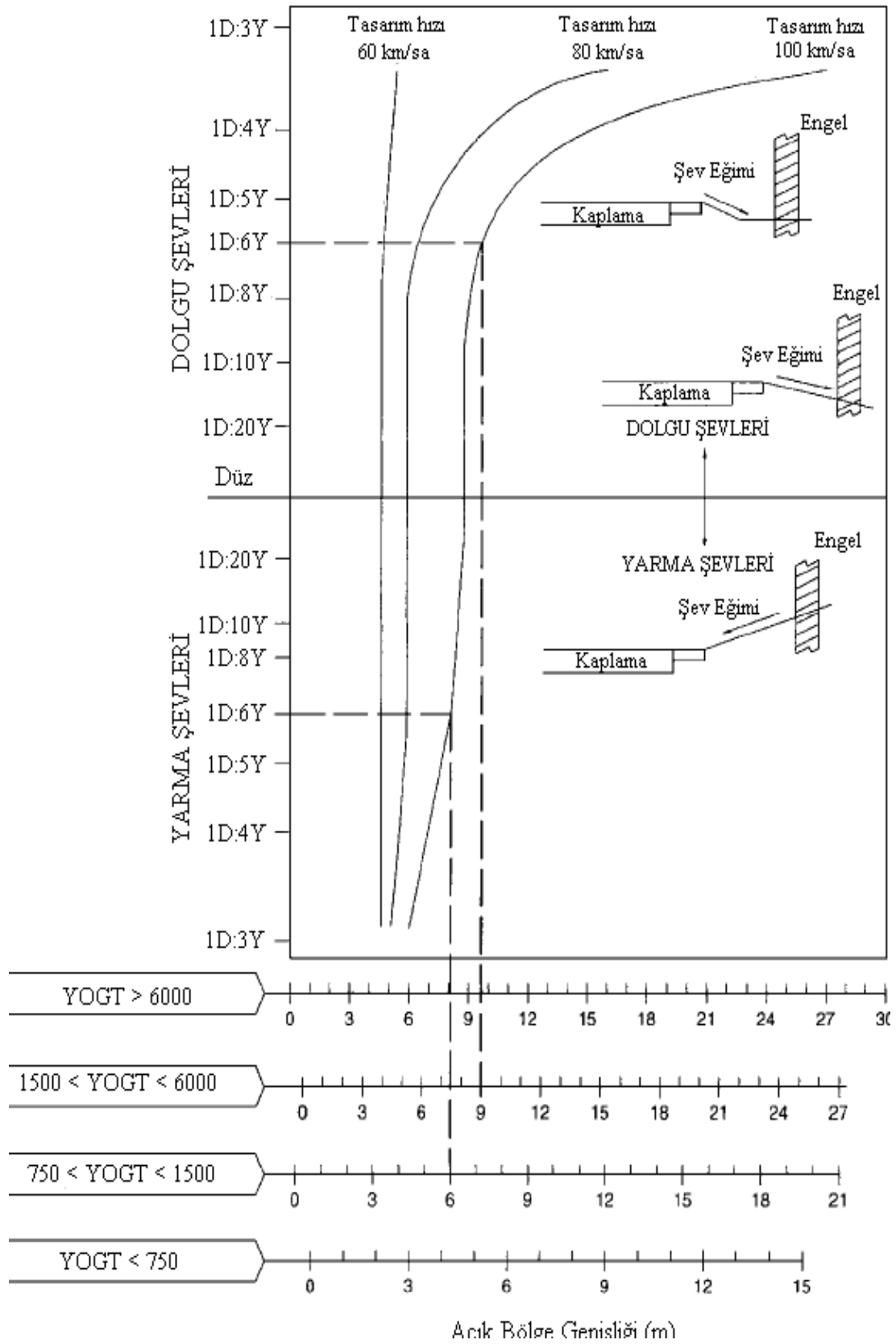
Yol kenarında bulunan sabit cisimlerle çarpışma şeklinde gerçekleşen trafik kazalarını azaltmanın bir yolu da söz konusu bu sabit nesneleri temizleyerek serbest bir bölge oluşturmaktır. Bu yapılırken sabit nesne olarak sadece ağaç, elektrik direği, kaya vb. cisimler düşünülmemeli, aynı zamanda yol kenarında yer alan şevler de hesaba katılmalıdır [15].

Yoldan çıkan bir taşıtın durması ya da yola güvenli bir biçimde geri dönmesi için gereken mesafe, “açık bölge mesafesi” (açık alan uzunluğu) olarak tanımlanmaktadır. Sürücünün toparlanmasına yetecek boşluğu temsil ettiği için “toplanma yolu” (toparlanma yolu) olarak da adlandırılır ve kaza oranları üzerinde etkili bir parametredir. Açık bölge mesafesi, kaplama kenarından en yakındaki rijit bir cisme, dik bir şeve, derin bir hendeğe, sarp bir kayalığa veya akarsu – göl gibi herhangi bir su birikintisine kadar olan uzaklık olarak alınır. Genel olarak bölgedeki trafik, aydınlatma vb. direklerinin taşınması, çevredeki ağaçların kaldırılması, kenar şevlerinin düzleştirilmesi (maksimum 4:1), çit, parmaklık, posta kutusu, otokorkuluk vb. sabit cisimlerin kaldırılması/taşınması vs. uygulamalarla açık bölge oluşturulabilmektedir. Çizelge 3.18’de verilen tabloda iki şeritli kırsal yollar için oluşturulan açık bölge mesafesi ve trafik kazalarındaki yüzdelik azalma miktarı gösterilmiştir [23, 35].

Çizelge 3.18: Açık bölge mesafesinin iki şeritli kırsal yollarda trafik kazaları üzerindeki etkisi [35].

Açık Bölge Mesafesi (m)	Trafik Kazalarında Meydana Gelen Azalma (%)
1,5	13
2,4	21
3,1	25
3,7	29
4,6	35
6,2	44

Yol kenarında oluşturulan açık (serbest) bölge standartları ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir. Bazı ülkelerde minimum açık bölge genişliği sabit iken, bazı ülkelerde ise bu değer yolun sınıfına, tasarım hızına ve trafik hacmine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin Fransız standartlarına göre kırsal yollarda minimum serbest bölge genişliği, mevcut yol için 4 m, yeni bir yol için ya da yol kenarına yerleştirilecek sabit bir nesne için 7 m olarak kabul edilmiştir. Hollanda standartlarında ise söz konusu mesafe otoyollarda 10 m, tasarım hızının 100 km/sa olduğu iki ya da dört şeritli kırsal yollarda 6 m ve tasarım hızının 80 km/sa olduğu iki şeritli kırsal yollarda 4,5 m olarak alınmaktadır. Avrupa Birliği ülkelerinde yapılan çalışmalar kapsamında, bölünmüş kırsal yollarda ve tasarım hızının 100 km/sa olduğu bölünmemiş kırsal yollarda 5 m, tasarım hızının 80 km/sa olduğu bölünmemiş kırsal yollarda 4,5 m olarak tavsiye edilmektedir [15]. AASHTO (2002) tarafından kabul edilen açık bölge genişlikleri ise aşağıda verilen Şekil 3.12’de grafiksel olarak gösterilmiştir [36].



Şekil 3.12: Yol kenarı açık bölge (engelsiz bölge) genişliği [36].

Yapılan araştırmalarda, yoldan çıkan yüksek hızlı (> 90 km/sa) taşıtların % 80'inin 10 metrelik bir alan içinde toparlanabildiği ya da durabildiği tespit edilmiştir ve buna bağlı olarak aşağıdaki açık bölge limitleri geliştirilmiştir [8]:

- Yüksek hızlar (> 90 km/sa) için 10 m,
- Orta hızlar için 6 m,
- Düşük hızlar (< 90 km/sa) için 3 m (kentiçi yollarda)

Aynı nedenlerden dolayı otobanlarda da 10 metrelik bir orta refüj genişliği tavsiye edilmektedir [8].

Elektrik, aydınlatma, işaret vb. direklerinin yol kenarından 3 m uzaklaştırılması ile söz konusu cismin kazaya karışma ihtimalini üç kat düşürdüğü tespit edilmiştir [8]. Ayrıca Nillson ve Wenall tarafından yapılan çalışmalarda, aydınlatma direklerine çarparak meydana gelen trafik kazalarının azaltılması ve kaza sonuçlarının hafifletilmesi amacıyla esnek malzemeli direklerin kullanılması ve kurplu kesimlerde daima i kenara gelecek şekilde yerleştirilmesi gerektiği belirtilmiştir. [15].

Yine yapılan bazı çalışmalar kapsamında, tehlike yaratan ağaç, direk vb. elemanların kaldırılarak yol kenarından itibaren 1,5 m ile 10 m arasında değişen bir mesafe boyunca açık bölge (açık alan) oluşturulması ile kaza oranlarını önemli ölçüde azaltılabileceği belirtilmiştir. Bu konuyla ilgili olarak Mclean (1996), hız limiti 80 km/sa ya da daha fazla olan yollar için en az 9 metrelik bir açık bölge oluşturulması gerektiğini belirtmiştir. Schnerring (1995) de benzer şekilde saptamalarda bulunmuş ve hatta 9 metrelik mesafenin taşıtın toparlanıp tekrar yola dönebilmesi için yeterli bir mesafe olduğunu belirtmiştir. Ancak bu mesafenin yol boyunca sabit kalmasının pratik olarak mümkün olmadığını da eklemiştir [9].

Aynı şekilde Huelke ve Gikas da sabit bir cisme çarpmak suretiyle meydana gelen kazaların % 80'inin yol kenarından itibaren 8 metrelik bir alan içinde gerçekleştiğini belirtmiştir [9].

Avustralya'da 1996 yılında yapılan başka bir çalışmada, yol kenarında yer alan sabit cisimlerin kaldırılması sonucunda yaralanmalı kazalarda % 2'lik bir azalama grlmştir. Yine aynı çalışmada söz konusu nesnelerin daha fazla görülmesini sağlayacak şekilde işaretlenmesi sonucunda yaralanmalı kazalarda % 23'lk bir düşüş yaşandığı belirtilmiştir [19].

Yol kenarında bulunan sabit nesneler ile yol arasındaki mesafe üzerine Cirillo (1967) ve Zegeer vd. (1988) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda, söz konusu mesafenin 1 metreden 5 metreye çıkması halinde kazaların yaklaşık olarak % 22 oranında azaldığı belirtilmiştir. Mesafe 5 metreden 9 metreye çıkarıldığında ise % 44'lük bir düşüşün yaşandığı saptanmıştır [19].

Yol kenarında sabit bulunan tüm cisimlerin kaldırılması pratik olarak olanaksız olmakla beraber korkuluk, bariyer vb. kaza etkisini azaltıcı elemanlar kullanılarak koruma altına almak mümkündür [15]. Özellikle posta kutusu ve trafik işaret levhaları gibi taşınamayan engellerin söz konusu olduğu durumlarda kaza şiddetini azaltacak bu tip önlemler önem kazanmaktadır [23]. Bu bağlamda Elvik vd. (1997) korkulukların yol güvenliği üzerindeki etkisini araştıran 20 farklı çalışmayı incelemiş ve korkuluğun kullanıldığı kesimlerde ölümcül kazaların ortalama % 45, yaralanmalı kazaların ortalama % 52 ve maddi hasarın olduğu kazaların da ortalama % 18 azaldığı tespit edilmiştir [15].

Yol kenarı özellikleri içinde arazi yapısına bağlı olarak şev tasarımı ve eğimi de yol güvenliği üzerinde etkili olan unsurlardan biridir. Dik şevlerin bulunduğu bir yolda, yoldan çıkma şeklinde gelişen kazalar için taşıtın takla atma ihtimali daha yüksek olmaktadır. Bu da ölüm riski veya şiddetli yaralanma ihtimalini yükseltmektedir [19]. Özellikle düz şevler, taşıtın takla atması şeklinde gelişen trafik kazaları için kaza oranlarını azaltıcı bir etkiye sahiptir. Çizelge 3.19'da verilen tablo, FHWA (1992) tarafından yapılan çalışmalar kapsamında şev eğiminin düzleştirilmesi ve trafik kazalarındaki yüzdelik değişimler arasındaki ilişkiyi göstermektedir [15,35].

Çizelge 3.19: Şev eğiminin düzleştirilmesi ve trafik kazalarındaki yüzdelerdeki değişimler [35].

Önceki Şev Eğimi	Sonraki Şev Eğimi							
	4:1		5:1		6:1		7:1	
	Trafik Kazalarındaki Yüzdelik Azalma (%)							
	Tek Taşıt	Toplam	Tek Taşıt	Toplam	Tek Taşıt	Toplam	Tek Taşıt	Toplam
2:1	10	6	15	9	21	12	27	15
3:1	8	5	14	8	19	11	26	15
4:1	0	-	6	3	12	7	19	11
5:1	-	-	0	-	6	3	14	8
6:1	-	-	-	-	0	-	8	5

Amerika’da yapılan birçok çalışmada, şevlerin yassılaştırılarak eğiminin düşürülmesiyle kaza sayısının ve şiddetinin azaldığı yönünde sonuçlar elde edilmiştir. Bu bağlamda şev eğiminin 3:1 oranından 4:1 oranına çıkarılması ile yaralanmalı kaza sayılarında % 40’lık, maddi hasarın olduğu kazalarda da % 30’luk bir azalma söz konusu olmaktadır. Aynı şekilde şev eğimi 4:1 oranından 6:1 oranına çıkarılması halinde de kaza sayılarında % 20’den fazla bir azalma meydana geldiği görülmüştür. Bu sonuçlar yassı şevlerin, taşıt kontrolünün sağlanması açısından elverişli olması ve böylece taşıtın yoldan çıkması halinde kaza ihtimalini düşürdüğü şeklinde yorumlanmaktadır [19].

Yol kenarı tasarımı kapsamında tehlike teşkil eden unsurlardan biri de drenaj yapıları ve hendeklerdir. Genellikle hidroloji mühendislerine bırakılan bu tasarım elemanları çoğu zaman karayolu tasarım sürecinin bir parçası olarak bile ele alınmaz ve güvenlik değerlendirmesi yapılmaz. Ancak Kanada’da yapılan bazı çalışmalarda yoldan çıkma şeklinde gelişen ölümcül kazaların % 25’inin hendek ve toprak dolgulara çarparak meydana geldiği tespit edilmiştir [15]. Bu bağlamda korumasız su kanalları, mümkün mertebe üzerinde bulunduğu şev ile aynı eğimde olmalıdır. Açıklığı en az 750 mm olan drenaj kanalları ızgara ile kapatılmalıdır ve kapalı kanalların oluşturduğu çıkıntı kesimi zemin seviyesinden itibaren 100 milimetreyi aşmamalıdır [8].

DüŖey geometri özellikleri

DüŖey geçki tasarımına bağlı yol güvenliği üzerinde etkili başlıca unsurlar boyuna eğim, dere düŖey kurp, tepe düŖey kurp, görüş uzunluğu olarak sıralanabilir [4].

Bu kapsamda boyuna eğim ile ilgili yapılan birçok çalışma sonunda aŖaėıdaki genel sonuçlara ulaşılmıştır [28]:

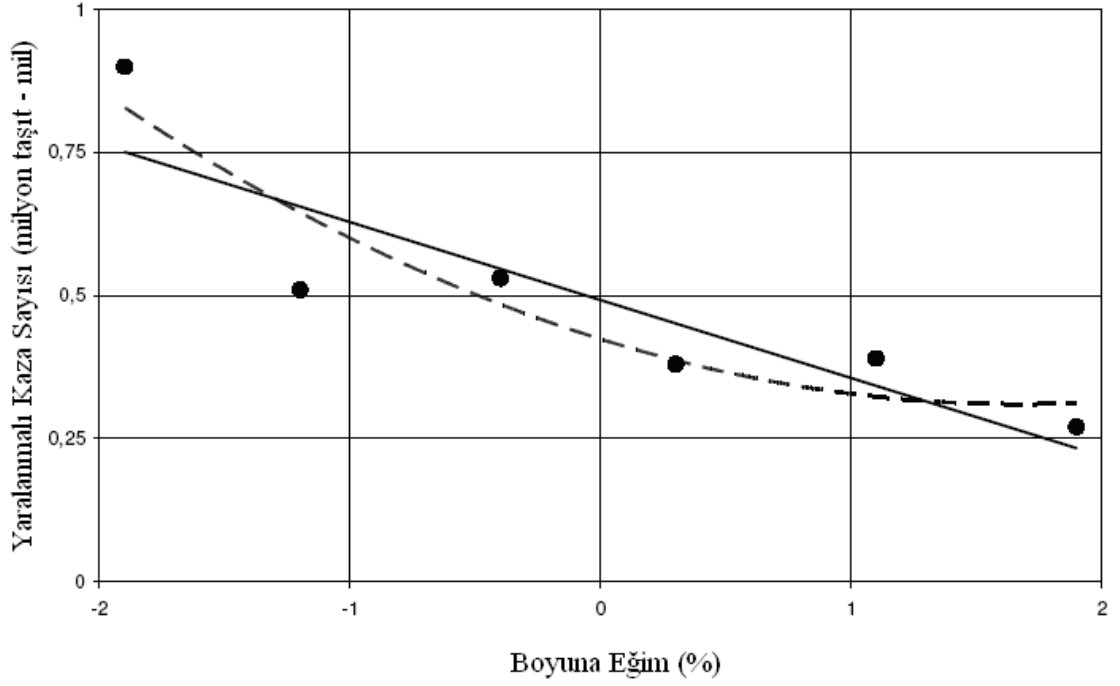
1. Eğimli kesimler, düz kesimlere nazaran daha yüksek kaza oranlarına sahiptir.
2. Dik eğimli (aniden dikleşen) kesimler, hafif eğimli kesimlere nazaran daha yüksek kaza oranlarına sahiptir.
3. İniş eğimli kesimler, çıkış eğimli kesimlere nazaran daha yüksek kaza oranlarına sahiptir.

Brinkman ve Perchonk, yaptıkları araştırmalarda çıkış eğimli kesimlere ait ölümcül kaza oranları ile eğimsiz, düz kesimlere ait ölümcül kaza oranları arasında bir farklılık bulamazken iniş eğimli kesimlerde % 13 daha yüksek bir kaza oranı tespit edilmiştir [19]. Daha sonra 1992 yılında FHWA tarafından yayınlanan bir başka rapora göre iniş eğimli kesimlerde meydana gelen kaza oranları çıkış eğimli kesimlere kıyasla % 63 daha fazla olduğu belirtilmiştir [15]. Babkov tarafından yapılan araştırmalarda ise bu oran 1,5 – 3 kat arasında değişen rakamlara tekabül etmektedir [5]. Bu bağlamda maksimum boyuna eğim için KGM tarafından belirlenen standartlar Çizelge 3.20’de gösterilmektedir [34]:

Çizelge 3.20: Maksimum boyuna eğim [34].

Karayolları Geometrik Standartları		Boyuna Eğim (%)		
		Düz	Dalgalı	Dağlık
Çok şeritli karayolları		4	5	6
İki şeritli karayolları	1. sınıf	4	6	7
	2. sınıf	5	7	8
	3. sınıf	6	8	9
	4. sınıf	10	12	16
Çevre yolları	Çok şeritli	4	5	6
	İki şeritli	4	6	7
Kentsel yollar	Çok şeritli	4	5	6
	İki şeritli	4	6	7

Durth vd. (1988) tarafından yapılan araştırmalarda boyuna eğimin % 7'nin üstünde olduğu kesimlere ait kaza oranlarında ciddi bir artış yaşandığı tespit edilmiştir. Hoban (1988) bu rakamı % 6'ya kadar düşürmüştür. Bununla beraber Hillier ve Wardrop (1966), Zegeer vd. (1992) tarafından yapılan farklı araştırmalarda da dik kesimler için benzer sonuçlar bulunmuştur. Hillier ve Wardrop'a ait araştırma sonuçları ve buna bağlı olarak elde edilen boyuna eğim – kaza oranları arasındaki ilişkiyi gösteren grafik Şekil 3.13'te verilmiştir [27].



Şekil 3.13: Boyuna eğim ve kaza oranları arasındaki ilişki [27].

Ayrıca Hedman tarafından yapılan başka bir araştırmada boyuna eğimin % 2,5 – 4 olduğu karayolu kesimlerinde kazaların % 10 – 20 daha fazla olduğu belirtilmiştir [5]. Genel olarak konuyla ilgili yapılan çalışmalarda % 1'e kadar indirilen boyuna eğim miktarı ile birlikte kaza oranlarının da düştüğü görülmüştür [19].

Özellikle ağır taşıt trafiği yüksek olan uzun (> 1 km) kesimlerde boyuna eğim % 4'ten fazla olmamalıdır. Çünkü iniş kesimlerde aşırı hız ve frenleme hataları, başta ağır taşıtlar için olmak üzere, taşıt hâkimiyetinin kolaylıkla kaybolmasına yol açabilmektedir. Çıkış eğimli kesimlerde ise görüş mesafesinin tepe kurbanın üst noktasıyla sınırlı kalması olumsuz bir etki yaratmaktadır. Bu da özellikle çift şeritli yollarda sollama esnasında tehlike oluşturmaktadır [15]. Çizelge 3.21'de verilen tabloda eğimli ve eğimli olmayan kesimler için AASHTO (2001) tarafından kabul edilen minimum duruş görüş mesafeleri verilmiştir [29].

Çizelge 3.21: Eğimli ve eğimsiz kesimlerde minimum duruş görüş mesafeleri [29].

Tasarım Hızı (km/sa)	Eğimsiz (m)	İniş Eğimli (m)			Çıkış Eğimli (m)		
		% 3	% 6	% 9	% 3	% 6	% 9
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	32	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136
100	185	194	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	263	281	304	234	223	214
130	285	302	323	350	267	254	243

Boyuna eğim gibi düşey kurplar da düşey geometri içinde değerlendirilen tasarım elemanlarıdır ve dere düşey kurp ve tepe düşey kurp olmak üzere iki çeşide ayrılmaktadır. Güvenlik bakımından her iki tipte önemli unsurlardır. Genel olarak tepe kurplar, görüş mesafesi üzerinde etkili olmaktadır ve bu nedenle minimum kurp yarıçapı, duruş görüş mesafesine göre seçilmektedir. Dere düşey kurplarda ise gündüz olmasa bile geceleyin görüş mesafesi sorunları ortaya çıkmaktadır [27]. Çizelge 3.22’de KGM tarafından kabul edilen tepe ve dere düşey kurplara ait minimum kurp yarıçapları verilmiştir [34].

Çizelge 3.22: Dere ve tepe düşey kurplar için minimum kurp yarıçapları [34].

Proje Hızı (km/sa)	Duruş Görüş Mesafesi (m)	Tepe Düşey Kurp için Minimum Kurp Yarıçapı (m)	Dere Düşey Kurp için Minimum Kurp Yarıçapı (m)
40	45	600	900
50	60	1000	1300
60	75	1500	1600
70	100	2300	2200
80	120	3500	2800
90	145	5100	3500
100	175	7400	4400
110	200	10000	5200
120	235	13000	6000
130	270	16500	6900

Ayrıca boyuna eğimin yüksek olduğu kesimler ile yatay kurpların çakıştığı yerlerde veya yüksek iniş eğimli bir kesimin küçük yarıçaplı yatay kurplarda sonlanması durumlarında da yol güvenliği hızla azalmaktadır. Bununla ilgili yapılan bir araştırmadan alınan sonuçlar Çizelge 3.23'te gösterilmiştir [4].

Çizelge 3.23: Boyuna eğim ile yatay kurbanın çakışması durumunda tespit edilen kaza oranları [4].

Boyuna Eğim (%)	Kurp Yarıçapına Göre Kaza Oranları (milyon taşıt – kilometre başına)				
	400 – 1000 (m)	1000 – 2000 (m)	2000 – 3000 (m)	3000 – 4000 (m)	> 4000 (m)
0 – 2	0,73	0,50	0,40	0,42	0,28
2 – 4	1,06	0,70	0,20	0,25	0,20
4 – 6	1,92	1,85	1,50	1,30	1,05
6 – 8	2,33	2,00	1,70	1,55	1,32

Yatay geometri özellikleri

Bir yolun yatay geometrisini, yatay kurp ve teğet özellikleri belirler ve bu özellikler yol güvenliği ile yakından ilişkilidir [4].

Özellikle kurplu kesimler, teğet kesimlerle karşılaştırıldığında esas olarak üç farklı kaza tipi belirginlik kazanmaktadır. Bunlar yoldan çıkma şeklinde gelişen kazalar, kafa kafaya çarpışma şeklinde gelişen kazalar ve arkadan çarpma şeklinde gelişen kazalar olarak sıralanabilir. Söz konusu bu kazaların büyük bir kısmı, sürücülerin kritik hız sınırını aşmasıyla oluşmaktadır [9]. Özellikle yoldan çıkma ve kafa kafaya çarpışma şeklinde meydana gelen kazalar başta olmak üzere kurplu kesimler, teğet kesimlere nazaran daha yüksek kaza oranlarına sahiptir [15]. Bu kapsamda yapılan çalışmalar neticesinde aşağıdaki genel sonuçlara ulaşılmıştır [28]:

- Kurplar için ortalama kaza oranı teğetlere göre yaklaşık üç kat daha fazladır.
- Kurplarda yoldan çıkma şeklinde gelişen trafik kazaları için ortalama kaza oranı teğetlere nazaran yaklaşık dört kat daha fazladır.

Almanya'da Steyer vd. (2000) tarafından kırsal yollarda yapılan araştırmalarda, gözlemlenen kesimlerde meydana gelen kazaların neredeyse yarısını kurplu kesimlerin oluşturduğunu tespit etmiştir. Taylor ve Barker'ın İngiltere'de bulunan iki şeritli kırsal yollar üzerinde yaptığı başka bir araştırmada bu oran % 18,5 olarak tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar Danimarka'daki kırsal yollarda da bulunmuştur ve yaralanmalı kazaların % 20'sinin, ölümcül kazaların % 13'ünün yatay kurplarda meydana geldiği tespit edilmiştir. Fransa'da ise durum daha kötüdür ve ölümcül kazaların yaklaşık % 21'i kırsal yollarda bulunan kurplu kesimlerde meydana gelmektedir [9].

Avustralya'nın New South Wales Eyaleti için yayınlanan bir rapora göre kırsal yollarda meydana gelen ölümcül kazaların % 48'inin kurp ya da teğet kesimlerinde gerçekleştiği, bunun % 70'inin ise yarıçapı 300 metreden az olan keskin kurpların bulunduğu yerlerde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Daha sonra Victoria'da (Avustralya) ölümcül tek taşıt kazaları üzerinde yapılan başka bir araştırmada ise kurplarda gerçekleşen kazaların % 27'si kentsel kesimlerde, % 36'sı kırsal kesimlerde olmak üzere ciddi bir oran teşkil ettiği belirtilmiştir [9].

Puvanachandran tarafından (1995) Papua Yeni Gine'deki kırsal yollar üzerinde yapılan bir araştırmada da yukarıdaki sonuçlara çok benzer sonuçlar elde edilmiştir

ve meydana gelen kazaların % 36'sının kurplu kesimlerde gerçekleştiği belirtilmiştir. Aynı şekilde Lamm, Guenther ve Choueiri (1995) tarafından A.B.D. ve Almanya'da yapılan geniş kapsamlı bir araştırmada kırsal kesimde yer alan yollarda meydana gelen kazaların en az % 30'luk bir bölümünün kurplu kesimlerde gerçekleştiğine vurgu yapılmıştır [9].

Council (1998) tarafından yapılan bir araştırmada ise ölümcül kazaların % 62'lik bir kısmının, diğer kazaların da % 42'lik bir kısmının kurplarda meydana geldiği tespit edilirken, kazaların özellikle kurpların giriş ve çıkışlarında meydana geldiğine dikkat çekilmiştir [21].

Persaud (1992) tarafından Ontario'da (Kanada) yapılan kapsamlı bir çalışma çerçevesinde yatay kurplarda meydana gelen kazaların toplamda (kavşak noktalarında meydana gelen kazalar hariç) % 3,5'lik bir oran teşkil ettiği tespit edilmiştir. Sadece ölümcül kazalar ele alındığında ise bu oran % 21'e kadar çıkmaktadır. Ayrıca A.B.D. ve Kanada'dan alınan verilerle karşılaştırıldığında, yatay kurplarda meydana gelen kazaların teğet kesimlere göre yaklaşık üç kat daha fazla olduğu ve yatay kurplarda gerçekleşen tek taşıt kazalarının teğet kesimlere göre yaklaşık dört kat daha fazla olduğu yine bu çalışma kapsamında elde edilen tespitler arasındadır [15].

Fransa'da iki şeritli şehirlerarası yollarda yapılan bir başka araştırmada da (kavşak noktalarında meydana gelen kazalar hariç) yaralanmalı kazaların % 25 – 30'luk bir bölümünün kurplu kesimlerde meydana geldiği, hatta bu oranın tali yollarda % 45'e kadar yükseldiği tespit edilmiştir [15].

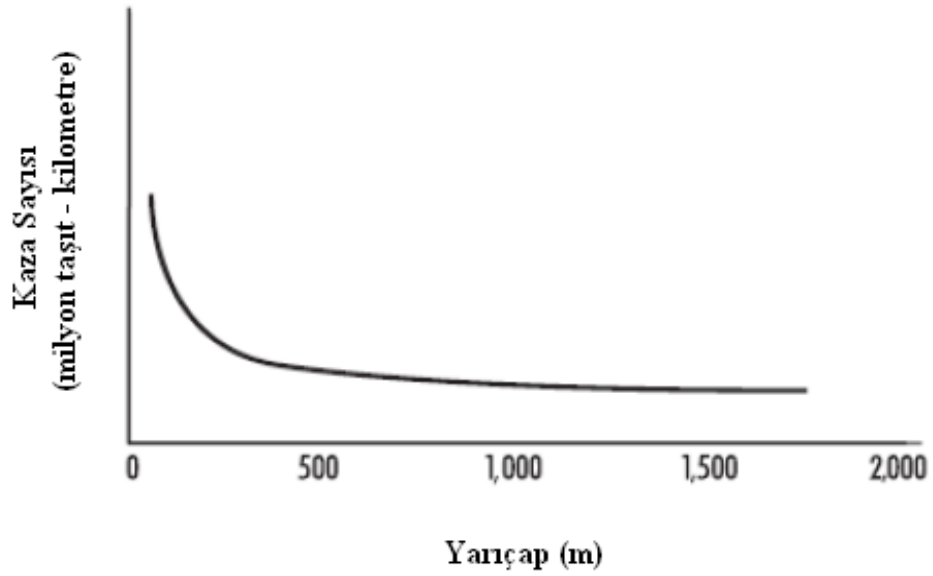
Yatay kurplar için geçerli olan bu yüksek kaza oranları, henüz tam ve net olarak açıklanamamakla beraber söz konusu yol kesimine ait geometrik özellikler ile bu oranlar arasındaki ilişki aşağıdaki başlıklar altında geliştirilmiştir [9]:

- Kurp özellikleri (eğrilik derecesi, eğrilik değişim oranı, kurp açısı ve yay unluğ u arasındaki oran, dever oranı, yüzey sürtünmesi vs.)
- Tasarımın bütünlüğü içerisindeki uyum (kurp keskinliği)
- En kesit özellikleri (şerit genişliği, banket genişliği, banket tipi, banket eğimi vs.)

- Yol kenarı tehlikeleri (açık bölge, şev, yol kenarında yer alan sabit nesneler vs.)
- Trafik hacmi ve taşıt kompozisyonu (ağır taşıt oranı vs.)
- Duruş görüş mesafesi (kurbanın içinde ve kurba yaklaşımlarında)
- Trafik kontrol elemanları (trafik işaretleri vs.)

Konu genel olarak ele alındığında küçük yarıçaplı (özellikle $R < 200$ m) yatay kurplar yol güvenliği açısından tehlike teşkil eden elemanlardır [21]. Yapılan çoğu araştırma, artan kurp yarıçapı ile kaza frekansının düştüğünü göstermektedir. McBean (1988) yüksek kaza oranlarının görüldüğü kritik kurp yarıçapını 500 m olarak tespit ederken, Jonston (1982) bu sayıyı 600 m olarak almıştır. OECD (1976) tarafından yapılan yayınlarda ise 430 m, kritik kurp yarıçapı olarak alınmıştır. Krebs ve Klöckner (1977) da benzer sonuçlara ulaşmış ve 400 metreden daha yüksek yarıçapı sahip kurplarda yol güvenliğinin arttığını belirtmişlerdir. Hedman (1990) tarafından yapılan başka bir çalışmada da 1000 metrenin altında ve 3300 metrenin üzerinde yarıçapa sahip olan kurplarda kaza oranlarının arttığı tespit edilmiştir. Bunun aksine Leutzbach ve Zoellmer (1988) yaptıkları çalışmalarda yarıçapı 1000 metreye kadar artan kurplarda kaza oranlarının ve kaza maliyetlerinin azaldığını, 1000 metreden sonra ise tekrar arttığını tespit etmişlerdir [27].

Yatay kurp yarıçapı ve kaza riski arasındaki ilişkiyi irdeleyen bir başka çalışma da Hauer (2000) tarafından yapılmış ve Şekil 3.14'te gösterilen grafik oluşturulmuştur [21].



Şekil 3.14: Yatay kurp yarıçapı ve kaza riski arasındaki ilişki [21].

Yapılan bir diğer araştırmada ise, yol güvenliği ile yatay kurp ilişkisi arasında şerit sayısına bağlı olarak artan yol genişliğinin kesin olmamakla birlikte ciddi bir değişiklik yaratmadığı sonucuna varılmıştır. Bu kapsamda yarıçapı 600 m olan yatay bir kurptaki kaza oranının 1,0 kabul edildiği koşullar için farklı kurp yarıçapı ve şerit sayısına sahip yollara ait göreceli kaza oranlarının belirlendiği çalışma sonuçları Çizelge 3.24’te gösterilmiştir [4].

Çizelge 3.24: Yatay kurp yarıçapı ve yol genişliğinin kazalara etkisi [4].

Yatay Kurp Yarıçapı (m)	Göreceli Kaza Oranı				
	İki Şeritli	Üç Şeritli	Dört Şeritli		
			Bölünmemiş Yol	Bölünmüş Yol	Tırmanma Şeritli Yol
> 600	1,00	1,01	1,18	1,12	1,00
600 – 300	1,52	1,72	1,60	1,50	1,43
300 – 200	1,72	2,15	2,04	1,93	2,80
< 200	2,15	4,50	0,75	4,16	-

Kurp yarıçapının yol güvenliğine olan etkilerinin araştırıldığı araştırmalardan elde edilen sonuçları genel olarak şu şekilde özetlemek mümkündür: Düşük yarıçaplı kurplar, yüksek yarıçaplı kurplara nazaran daha yüksek kaza oranlarına sahiptirler ve

özellikle geniş yollara kıyasla dar yollarda (genişliği 8,1 metreden az olan yollar) daha güçlü bir ilişki söz konusudur [19].

Pfundt (1969) ve Babkov (1975) tarafından yapılan araştırmalarda kurp sayısı ile kaza sayısı arasındaki ilişki incelenmiş ve sayıca daha fazla kurbanın olduğu yollarda daha az kazanın gerçekleştiği tespit edilmiştir [27]. Bu durum, kurp yoğunluğunun sürücüyü daha dikkatli olma eğilimine geçirmesi ile açıklanmaktadır [4]. Bu bakımdan yatay kurplarda meydana gelen kazalarda, kurp yarıçapı kadar iki kurp arasındaki uzaklık da önemli bir etkidir [5]. Uzun teğet kesimlerden sonra gelen kurplarda, kurp yarıçapı kaza oranları üzerinde daha etkin bir rol oynamaktadır [19]. Çünkü düz bir teğet kesimden sonra yarıçapı çok küçük yatay bir kurp geliyorsa, arka arkaya gelen kurplardan oluşan bir güzergâha nazaran daha tehlikeli bir durum ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle karayolunda kurpların bulunması çok uzun teğetlerden daha sağlıklı bir yol güvenliği sağlamaktadır. Ancak küçük yarıçaplı bir kurptan hemen sonra gelen ters yönlü bir kurp da yine kaza oranı üzerinde çok etkili olabilmektedir [5]. Matthews ve Barnes (1988) tarafından yapılan çalışmalarda söz konusu bu ilişki araştırılmış ve kurp yarıçapı ile kurptan önce gelen teğet uzunluğunun kaza riski üzerindeki etkilerini gösteren Çizelge 3.25'teki tablo oluşturulmuştur [21].

Çizelge 3.25: Kurp yarıçapı ile kurptan önce gelen teğet uzunluğuna bağlı olarak tespit edilen kaza oranları [21].

Kaza Oranları (milyon taşıt - kilometre)								
Kurp Yarıçapı (m)	Teğet Uzunluğu (m)							
	25	75	125	175	300	500	800	1200
126	0,33	0,36	0,48	0,41	0,53	0,25	0,55	0,64
286	0,15	0,21	0,20	0,26	0,23	0,20	0,23	0,31
489	0,22	0,17	0,77	0,22	0,11	0,21	0,05	0,17
812	0,21	0,07	0,12	0,06	0,15	0,12	0,08	0,10

Teğet kesimlerden sonra gelen yatay kurplarda kaza oranlarının bu kadar yüksek olmasının temel olarak iki nedeni bulunmaktadır. Birincisi aşırı hız ile kurbaya giren sürücü taşıt hâkimiyetini kaybederek diğer şeritlere ya da yolun da dışına çıkmak durumunda kalmaktadır. İkincisi ise kurbaya yaklaşıırken de, kurbaya girdikten

sonra da görüş mesafesinin kısıtlı olmasıdır [15]. Bununla birlikte, uzun ve düz teğetler, sürücünün konsantrasyon kaybı yaşamasına neden olmakta ve güvenlik açısından ciddi bir problem oluşturmaktadır [8].

Bununla ilgili olarak Cairney (1998) yaptığı araştırmalarda eğriliği $10^{\circ} - 15^{\circ}$ olan yol kesimlerinde tespit edilen kaza oranlarının eğriliği $5^{\circ} - 10^{\circ}$ olan yol kesimlerine nazaran iki kat, eğriliği $1^{\circ} - 5^{\circ}$ olan yol kesimlerine nazaran ise dört kat daha fazla olduğuna dikkat çekmiştir. Buna bağlı olarak kritik kurp yarıçapının 200 m olduğu ve bundan daha küçük yarıçapa sahip kurplarda kaza oranları için ciddi artışların beklendiği de yaptığı tespitler arasındadır [9].

Bu bağlamda yatay kurpların düzleştirilmesi (doğrusal bir şekle sokulması) etkili bir güvenlik önlemidir. A.B.D. ve Norveç'te yapılan araştırmalarda kurpların düzleştirilmesiyle beraber kaza oranlarında meydana gelen azalma miktarı Çizelge 3.26'da verilen tabloda gösterilmiştir. Ancak mevcut kurpların yeniden oluşturulması, pahalı bir yöntem olduğundan dolayı özellikle yüksek hacimli yollarda uygulanabilmektedir. Bunun yerine daha az masraflı sayılabilecek etkili önlemler şöyle sıralanabilir: yol kenarından tehlikeli nesnelerin kaldırılması ve şevlerin düzleştirilmesi, kayma direncinin arttırılması, deverin arttırılması, kaplamalı banketlerin oluşturulması ve yol kenarında yer alan ani kot farklılıklarının giderilmesi vs. (Zegeer vd. 1990, Ogden 1996). Ayrıca tırmanma şeridi oluşturulması, trafik işaretleri ve kaplama üzerine yerleştirilen uyarı işaretleri düşük maliyetli tipik güvenlik önlemleri arasında sayılabilir [15].

Çizelge 3.26: A.B.D. ve Norveç'te yapılan araştırmalar kapsamında kurpların düzleştirilmesiyle beraber kaza oranlarında meydana gelen azalma miktarı [15].

A.B.D. (FHWA, 1992)		
Orijinal Kurp Eğrilik Derecesi	Yeni Eğrilik Derecesi	Kazalarda Meydana Gelen Azalma
30	25	%16
30	20	%33
30	15	%50
30	10	%66
30	5	%83
Norveç (Elvik vd., 1997)		
Orijinal Kurp Yarıçapı	Yeni Kurp Yarıçapı	Kazalarda Meydana Gelen Azalma
< 200 m	200 – 400 m	%50
200 – 400 m	400 – 600 m	%33
400 – 600 m	600 – 1000 m	%23
600 – 1000 m	1000 – 2000 m	%18
1000 – 2000 m	< 2000 m	%12

Yatay kurplarda kazalar üzerinde etkili olan bir başka faktör ise geçiş eğrisidir. Yapılan kapsamlı bir araştırmada çerçevesinde 200'den fazla (geçiş eğrili ve geçiş eğrisiz) kurp karşılaştırılmış ve geçiş eğrili kurplarda hasarlı kaza oranının %73'ten fazla olduğu rapor edilmiştir. Fakat bu çalışmanın aksine, spiral ilave edilerek oluşturulan geçiş eğrisinin kullanıldığı bir kurp için kazaların toplamda %5 azaldığını belirten başka bir çalışma da bulunmaktadır. Bu bağlamda özellikle keskin kurplarda spiralli geçişler emniyet açısından büyük faydalar sağlamaktadır [5]. Benzer sonuçlar Zegeer vd. (1991) ve Tom (1995) tarafından klotoidlerin kazalar üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda da tespit edilmiştir. Council (1998) düz bir topografyada yer alan yollar için yakın sonuçlara ulaşmış olsa da engebeli (tepelik) arazilerde bulunan geçiş eğrili yatay kurpların, geçiş eğrisi kullanılmayanlara kıyasla daha yüksek kaza oranlarına sahip olduğunu da

belirtmiştir. Bu durum daha çok azalan görüş mesafesine bağlı olarak yorumlanmıştır. Dolayısıyla sürücünün kurp keskinliği algısı etkilenmekte ve beklenmedik bir manevraya sebebiyet vermektedir. Ayrıca buna bağlı olarak Passeti ve Fambro (1999) keskin kurplarda yapılan taşıt hızlarını karşılaştırdıklarında, geçiş eğrisinin kullanıldığı yollarda, kullanılmayanlara göre, daha fazla sürat yapıldığını tespit etmişlerdir [19].

Bir yatay kurpta, proje hızı ile kurp yarıçapına uygun dever miktarı ve geçiş eğrisi uygulanmamış ise özellikle savrulup, devrilme şeklinde gelişen kazalarda önemli artışlar olur. Esasen dever ve geçiş eğrisi özelliklerinin yol güvenliği ile ilişkisini inceleyen mevcut araştırmalar çok sınırlı olmakla beraber, bu iki unsurun taşıt dinamiğine ciddi etkilerinin olduğu konusunda görüş birliği bulunmaktadır [4].

Bu açıdan Dunlap tarafından yapılan bir çalışmada, dever miktarı % 2'den daha az olan kurplu kesimler için yağmurlu havalarda meydana gelen kazaların normalinden daha fazla olduğu belirtilmiştir. Ayrıca Zegeer, dever uygulamaları ile kazaların % 5 – 10 arasında değişen oranlarda azaltılabileceğini belirtmiştir [21].

Trafik kontrol özellikleri

Yol güvenliğini ilgilendirilen tasarım elemanlarından biri de trafik kontrol özellikleridir. Bu başlık altında ele alınan unsurlar yol aydınlatması, kaplama üstü çizgi ve işaretlemeleri, levha işaretleri ve sinyalleri, erişim kontrolü olarak sıralanabilir [4].

İstatistikler gece meydana gelen kazaların gündüze oranla daha fazla olduğunu göstermektedir [29]. Birçok ülkedeki duruma göre, genel olarak, yolculukların % 65 oranındaki kısmı gündüz, % 35 oranındaki kısmı ise gece vakti gerçekleştirilmektedir. Buna karşılık kazaların % 50 – 60 oranındaki kısmı gece vakti meydana gelmektedir [4]. Dolayısıyla motorlu taşıtlar için bir kazaya karışma riski, gündüze oranla geceleyin yaklaşık 1,5 – 2 kat daha fazladır. Söz konusu bu ilişki, yaşlı sürücülere oranla genç sürücülerde daha etkili olmakla beraber yayalar için de taşıtla seyahat edenlere (yolcu, sürücü) oranla daha fazla risk oluşturmaktadır. Norveç'te, polis kayıtlarından alınan raporlar doğrultusunda, yaralanmalı kazaların % 35'inin gece gerçekleştiği tespit edilmiştir. A.B.D.'de yapılan bir çalışmaya göre ise meydana gelen trafik kazalarının tamamının % 25'i, ölümcül kazaların % 50'si gece gerçekleşmektedir [19]. Aynı şekilde Commission Internationale l'Eclairage

(1990) tarafından sunulan bir raporda da geceleri meydana gelen kazaların daha şiddetli ve sayıca daha fazla olduğu belirtilmiştir. Yine 13 farklı OECD ülkesinden alınan veriler ışığında yapılan bir araştırmada, geceleri meydana gelen ölümcül kazaların % 25 – 59 arasında (ortalama % 48,5) değişen bir oran teşkil etmekte olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Stackhouse ve Cassidy (1996), kırsal kesimde bulunan kavşaklarda yaptıkları bir çalışmada, gece meydana gelen trafik kazalarının gündüze oranla daha fazla ve daha şiddetli olduğuna dikkat çekmişlerdir. [9].

Sürücülerin trafikte en çok bilgi aldığı iletişim kanalı görsel unsurlardır ve bu yüzden görsel koşullar, güvenli seyir hali için önemli bir husus teşkil etmektedir. Ancak geceleri insan gözünün kontrast, detay ve hareket konularıyla ilgili algılama kabiliyeti, gündüzlere oranla daha az olmaktadır. Bu da kaza riskinin gece vakti daha fazla olmasının esas nedenlerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır [19]. Yukarıda verilen bu oranlar da gece vakti azalan görüş mesafesinden kaynaklanmaktadır ve insan konsantrasyonunun yoğun olduğu kentsel kesimlerde daha da belirginleşmektedir [29].

Bu bağlamda gündüze oranla gece koşullarında düşmekte olan yol güvenliğinin artırılması için alınabilecek etkin önlemlerden biri, yolda iyi bir aydınlatmanın sağlanmasıdır [4]. Özellikle kırsal kesimlerde olmak üzere genel görüş; kavşak noktaları, demiryolu hemzemin geçitler, köprüler, tüneller, keskin kurplar, tehlikeli sabit cisimlerin bulunduğu yol kenarları vb. kritik kesimlerde aydınlatma uygulamasının yapılması gerektirir [29].

Yol aydınlatmasının amacı, yolun görünürlüğünü arttırarak gece meydana gelen kazalara ait kaza oranlarını azaltmaktır. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda görülmüştür ki yol aydınlatması daha çok ağır kazalarda etkisini göstermektedir. Özellikle yaralanmalı kazalar için kentsel kesimlerde, kırsal kesimlere göre daha fazla bir etkinlik görülmüş, ölümcül kazalar içinse kırsal kesimlerde daha fazla verim alınmıştır [19].

Persaud'a (1992) göre, otoyol ve ana yollarda yapılan aydınlatma çalışmaları ile Kuzey Amerika ve Avrupa'da gece gerçekleşen kazalar için tüm kazalarda % 25 – 30, yaralanmalı kazalarda ise % 30 – 50 arasında değişen oranlarda azalma tespit edilmiştir. Daha önce yol aydınlatması üzerine yapılmış olan 37 farklı araştırmanın Elvik (1995) tarafından incelenmesi sonucu, gece meydana gelen ölümcül kazaların

% 65, yine gece meydana gelen yaralanmalı kazaların ise % 30 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Sadece maddi hasarın olduğu kazalarda bu oran % 15 kadardır [15]. Aydınlatma durumu ile kaza oranları arasındaki ilişkiyi gösteren başka bir çalışmadan da Çizelge 3.27’de gösterilen sonuçlar elde edilmiştir [4].

Çizelge 3.27: Aydınlatmanın güvenliğe etkisi [4].

Aydınlık Durumu	Milyon taşıt – km Başına Düşen Kaza Sayısı
Gündüz	1,0
Gece	
Aydınlatma yok	2,0
Aydınlatma kötü	1,8
Aydınlatma orta	1,6
Aydınlatma iyi	1,3

Bunun yanı sıra üniform bir aydınlatmanın sağlanması da önem taşımaktadır. İyi aydınlatılmış bir kesimden kötü aydınlatılmış bir kesime geçişler, yol güvenliği bakımından sakıncalar doğurabilmektedir [19]. Bu amaçla aydınlatma direkleri, göz kamaşmasını minimuma indirmek ve ekonomik bir ışıklandırma sağlamak amacıyla en az 9 m yüksekliğinde olmalıdır ve mümkün mertebe açık (serbest) bölgenin dışına yerleştirilmelidir. Açık bölgenin içinde yerleştirilse bile çarpışma etkisini hafifletecek unsurlarla desteklenmelidir [29].

Trafik işaret ve işaretlemeleri yolu kullananların uyarılması, denetlenerek tanzim edilmesi ve yönlendirilmesi bakımından önemli bir fonksiyona sahiptir. Yol tasarımına görsel açıdan ilave bir etkinlik kazandırılmakta ve standartların altında kalan, yerel özelliklere bağlı, tasarım elemanlarına tamamlayıcı ve telafi edici bir vasıf yüklenmektedir. Ayrıca yol üzerinde lokal düzenlemelerle ilgili olarak bilgi sağlanırken, yaklaşan tehlikelerle ilgili olarak da sürücü haberdar edilmektedir ki sürücü ile iletişim, tasarımcı için en karmaşık problemlerden biridir. Bu yüzden trafik işaret ve işaretlemeleri, kolay fark edilmeli, okunaklı ve anlaşılır olmalıdır [15,29].

Seyir esnasında güvenli ve konforlu bir sürüş elde etmek amacıyla, sürücülerin, taşıta en yakın yerlerde, “referans noktalarına” ihtiyacı vardır. Özellikle geceleri olmak üzere, görüş koşullarının zayıfladığı (sis, kar vb.), dolayısıyla yola hâkim olmanın zor olduğu durumlarda söz konusu bu referans noktaları esas unsurlardan biri haline

gelmektedir ve bu anlamda yol işaretlemeleri de referans noktaları arasına girmektedir. Böylece trafik kendi şeridi içinde yönlendirilebilmekte, ayrıca yolu kullananlar da geçkiye bağlı olarak değişen özel koşullar karşısında sürekli olarak uyarılabilmektedir [19]. Bu açıdan şerit çizgileri ve kenar çizgileri, özellikle zayıf görüş koşulları altında (yağmur, kar, gece koşulları vs.) ve kurp bölgelerinde etkili olmaktadır [15].

Bu konuyla ilgili Kanada’da 1992 yılında yapılan bir çalışmada, otomobil farlarının karşıdan gelen sürücünün gözlerini kamaştırması esnasında yol görünürlüğünü sağlayan tek faktörün kenar çizgileri olduğu tespit edilmiştir. Ogden (1996) tarafından yapılan bazı araştırmalar sonucunda, boyuna şerit çizgilerinin kullanılmasıyla, özellikle geceleri olmak üzere, yoldan çıkma şeklinde meydana gelen kazaların azaldığı tespit edilmiştir [15].

Kaza analizlerine göre çizgi eksikliği, önemli derecede kaza nedenlerinden biridir. Gereken yerlerde ve yeterince trafik işareti bulunmaması sonucunda ise, trafik işaretlerinin yetersizliği söz konusu olmaktadır ve istatistiklerde gösterilmese bile ilk sıralarda gelen kaza nedenlerinden biridir [37].

Uluslararası çalışmalar, yeterli yatay ve düşey trafik işaretlemeleri yapılmış, iyi bakım sağlanmış karayolunda, güvenli ve konforlu bir trafik akımının sağlandığını göstermektedir. Bu araştırmalar sonucunda elde edilen veriler ışığında, söz konusu önlemler ile kaza oranları arasındaki ilişki Çizelge 3.28’de gösterilmiştir [37].

Çizelge 3.28: Yatay ve düşey trafik işaretlemeleri ile ilgili alınan çeşitli güvenlik önlemlerinin kazalar üzerindeki etkisi [37].

Önlemler	Proje Sayısı	Ortalama Gider (YTL)	Kazalardaki Azalma (%)
Pürüzlü yüzey	34	22,537	57
Yatay işaretleme	43	5,281	34
Yatay ve düşey işaretleme	63	6,633	41
Refüj	65	27,157	37
Trafik hızını yavaşlatma işaretleri	58	61,006	65
Tehlike ikaz işaretlemeleri	36	1,445	46
Yeni trafik düşey işaretlemeleri	15	106,458	67

Özellikle hız sınırlaması olan kesimlere yaklaşırken, uygun mesafede konumlandırılacak yeterli sayı ve görünebilirlikte uyarı işaretleri, uygun ivme ile yavaşlamaya imkân tanımakta ve yol güvenliğine büyük fayda sağlamaktadır [4]. Ayrıca ışığı geri yansıtıcı özelliği olan (retro reflektif) materyaller kullanılarak şerit ve yol görünürlüğünün artırılması da yol güvenliğinde etkili olmaktadır [15].

Kavşaklarda yapılan sinyalizasyon uygulamaları da trafik kontrolü ve yol güvenliği ilişkisi başlığı altına ele alınabilmektedir. Yapılan çalışmalar kavşaklardaki sinyalizasyon uygulamalarının dört kollu kavşaklarda % 30, üç kollu (T) kavşaklarda ise % 15 civarında kaza sayılarını azalttığını göstermektedir [19].

Başka bir trafik işaretleme çeşidi de sarsma aygıtlarıdır. Bunlar, sesli bir biçimde ve/veya taşıt üzerinde darbe etkisi yaratarak sürücüyü uyarmak suretiyle yol koşullarında meydana gelen değişikliği göstermek amacıyla kullanılmaktadır. Boyuna (kenar çizgileri, şerit çizgileri vs.) ve enine (kavşak yaklaşımı vs.) yol çizgileri üzerinde uygulanabilen bu cihazların, sürücü yorgunluğuna bağlı olarak yoldan çıkma şeklinde gelişen trafik kazaları için azaltıcı bir etkisi bulunmaktadır [15].

Erişim kontrolü, erişimin düzenlenmesi ile sağlanmaktadır ve kesişme noktalarını azaltmak adına (hemzemin) kavşak noktalarının, refüj geçişlerinin, konut –

sokak/cadde bağlantılarının (driveway) ve diğer erişim noktalarının minimize edilmesini kapsamaktadır [8, 29]. Herhangi bir yol için tam erişim kontrolü (otoyol) olduğu gibi, erişim kontrolünün yapılmadığı yollar da (kent içi yollar) söz konusudur. Düşük hızlarla trafik akımına giriş - çıkış yapan taşıtların yarattığı tehlike nedeniyle, erişim kontrolü yol güvenliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir [23].

Bir yol üzerindeki erişim noktaları arttıkça kaza oranları da artmaktadır [19]. Dolayısıyla erişimin kontrol edilmesiyle kaza oranları da azaltılabilmektedir. Genel olarak, erişim noktalarının kilometrede bir azaltılması, kaza oranlarını % 5 düşürmektedir [8]. Konuyla ilgili yapılan bir araştırmaya göre erişim kontrolünün kaza oranları üzerindeki etkisi incelenmiş ve Çizelge 3.29'daki tablo elde edilmiştir. Buna göre, özellikle kentsel kesimde olmak üzere, tam erişim kontrolünün sağlandığı yolların erişim kontrolünün olmadığı yollardan yaklaşık 3 kat daha güvenli olduğu görülmektedir [23].

Çizelge 3.29: Erişim kontrolünün kaza oranları üzerindeki etkisi [23].

Erişim Kontrolü	Kaza Oranları (milyon taşıt - mil)			
	Kentsel Kesim		Kırsal Kesim	
	Tüm Kazalar	Ölümcül Kazalar	Tüm Kazalar	Ölümcül Kazalar
Tam erişim kontrolü	1,86	0,02	1,51	0,03
Kısmi erişim kontrolü	4,96	0,05	2,11	0,06
Erişim kontrolü yok	5,29	0,04	3,32	0,09

Çizelge 3.30'daki tabloda ise iki şeritli kırsal bir yola ait çalışmalardan elde edilen sonuçlar görülmektedir. Burada yine erişim noktası arttıkça kaza oranlarının da arttığı görülmektedir [23].

Çizelge 3.30: İki şeritli kırsal yollarda erişim noktalarının sayısı ile kaza oranları arasındaki ilişki [23].

Mil Başına Düşen Kesişme Noktası (kavşak)	Mil Başına Düşen Yoğunluk	Kaza Oranı (kaza/100 milyon taşıt – mil)
0,2	1	126
2,0	10	270
20,0	100	1718

Norveç’te 1977 – 1980 yılları arasında yapılan bir çalışmada kilometre başına düşen erişim noktaları ile kaza oranları arasındaki ilişki incelenmiştir ve Çizelge 3.31’deki tablo elde edilmiştir [19].

Çizelge 3.31: Kilometre başına düşen erişim noktaları ile kaza oranları arasındaki ilişki [19].

Kilometre Başına Düşen Erişim Noktası Sayısı	Kaza Sayısı (milyon taşıt – kilometre)
Yok – A sınıfı otoban	0,08
Yok – B sınıfı otoban	0,11
0 – 5	0,21
6 – 10	0,27
11 – 15	0,29
16 – 30	0,38
> 30	0,47
Merkezi kent bölgeleri (> 50)	0,80

Kavşaklar

Başta hemzemin kavşaklar olmak üzere kavşaklar, karayollarındaki en tehlikeli kesimlerden biridir [9,19]. Birçok ülkede meydana gelen trafik kazalarının % 40 – 60 civarındaki büyük bir kısmı kavşaklarda görülmektedir [21]. Bunların da yaklaşık % 20 – 30 oranındaki bir bölümü sola dönüşlerde, karşı yönden gelen araçlarla çarpışma şeklinde gerçekleşmektedir [19].

Norveç'te polis kayıtlarına dayalı olarak yapılan bir çalışmada, karayollarında meydana gelen yaralanmalı kazaların yaklaşık % 40'ının kavşaklarda meydana geldiği belirtilmiştir. Bunun büyük bir kısmını (yaklaşık % 50) kentsel kesimde yer alan yollar oluşturmakla beraber kırsal yollar da yüksek kaza oranlarına (yaklaşık % 35) sahiptir [19]. Keza yapılan birçok araştırmaya göre kırsal yollarda gerçekleşen trafik kazalarının da yaklaşık % 20 – 40 arasında değişen bir kısmı (nüfus yoğunluğu düşük bazı ülkelerde % 40'tan da fazla olmak üzere) kavşaklarda meydana gelmektedir [9, 15, 29].

Ayrıca Barker, Farmer ve Taylor (1999) tarafından yapılan bir çalışmaya göre, 1994 – 1995 yıllarında İngiltere'de bulunan kırsal yollarda meydana gelen ölümcül kazaların % 22'si kavşaklarda ya da kavşaklara 20 metrelik mesafe içinde gerçekleşmiştir. Wilson ve Dunn (1994) tarafından yapılan başka bir çalışmaya göre, 1992 yılında Yeni Zelanda'da bulunan kırsal yollarda meydana gelen yaralanmalı kazaların % 33'ten fazlasının kavşaklarda gerçekleştiğini belirtmiştir. Finlandiya'da yapılan bir diğer çalışmada ise 1986 yılında kırsal yollarda meydana gelen yaralanmalı kazaların % 42'sinin kavşaklarda gerçekleştiği belirtilmiştir [9].

Düz kesimlere nazaran daha düşük hızlar söz konusu olduğundan, kavşaklarda meydana gelen kazalar dolayısıyla daha az şiddetle gerçekleşmektedir ve çoğunlukla yandan çarpma, dönüş kazaları ve yayaya çarpma şeklinde ortaya çıkmaktadır [19]. Bu yüzden kavşaklar, her yönden net bir biçimde görülecek şekilde uygun görüş mesafesi sağlanarak ve peyzaj düzenlemesiyle beraber gerekli trafik uyarı işaretlerine dikkat edilerek yerleştirilmelidir. Görüş mesafesinin azaldığı özellikle yatay kurplardan ve/veya tepe kurplardan sonra ya da önce gelen kavşak uygulamalarından kaçınılmalıdır [15]. Kavşakların geometrik tasarımı kapsamında kesişme açısı mümkün mertebe $75^0 - 105^0$ arasında olmalıdır. Dönüşler için gerekli sığınma cebi yapılmalı, uzun araçlar için yeterli süpürme alanı sağlanmış olmalıdır [34]. Uygun işaretlemeler ile (boyalı kanalize) veya trafik adaları ile (fiziksel kanalize) kavşakların kanalize edilmesi de kavşak güvenliğini ve kapasiteyi artıran etkili bir uygulamadır [19, 34].

Yapılan araştırmalarda kavşak tiplerinin de yol güvenliği üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Bu kapsamda Norveç'te 1986 yılında yapılan bir araştırmada dört kollu kavşaklarda meydana gelen kaza oranlarının üç kollu kavşaklara kıyasla daha fazla olduğu belirtilmiştir. 2005 yılında yine Norveç'te yapılan başka bir analizde de dört

kollu kavşakların üç kollu kavşaklara oranla daha fazla sayıda ve daha şiddetli kazalara, dolayısıyla daha fazla kaza maliyet oranlarına sahip olduğu tespit edilmiştir [19]. Kavşak tipleri ve kaza riski arasındaki ilişkiyi araştıran Hughes (1994), İngiltere’de yaptığı çalışmalarda, kırsal yollarda yer alan kavşaklarda meydana gelen kazaların yarısından fazlasının T (üç kollu) kavşaklarda meydana geldiğini tespit etmiştir [9].

Kavşak tipleriyle ilgili olarak dört kollu ve üç kollu kavşakların yerine tercih edilen dönel kavşaklarla ilgili yapılan pek çok araştırma, bu uygulamanın kaza sayılarının azaltılmasında etkili bir uygulama olduğunu göstermektedir. En önemli etkisi ise ölümcül kazalarda hissedilmektedir [19]. Barton, Avustralya’da bulunan kavşaklar üzerinde yaptığı araştırmalarda, dönel kavşakların en güvenilir kavşak tipi olduğunu tespit etmiştir ve kavşaklara ait ölümcül kaza oranları ile ilgili Çizelge 3.32’de verilen tabloyu oluşturmuştur [15].

Çizelge 3.32: Kırsal yollarda bulunan kavşaklara ait ortalama kaza oranları [15].

Kavşak Tipi	Kaza Oranları (10 milyon taşıt başına düşen)
Dört kollu kavşaklar (sinyalizasyon yok)	% 5,2
T (üç kollu) kavşaklar (sinyalizasyon yok)	% 3,3
Derecelendirilmiş (aşamalı) kavşaklar	% 2,9
Dönel kavşaklar	% 1,6

Schoon (1994), kırsal yollarda düzenlenen dönel kavşak uygulamalarıyla sadece maddi hasarın meydana geldiği kazalarda % 42 oranında, yaralanmalı kazalarda ise % 86 oranında bir azalmanın gerçekleşeceğini belirtmiştir [15]. Bununla ilgili olarak Danimarka’da dokuz adet dört kollu kavşağın çapı 25 m olan dönel kavşağa dönüştürüldüğü proje sonunda kazalarda % 83 oranında, yaralanmalı kazalarda da % 93 oranında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. A.B.D.’de yapılan benzer bir çalışmada da 33 adet kavşak düzenlemesi yapılmış ve Çizelge 3.33’de verilen kaza azalma oranları elde edilmiştir. Buna göre dönel kavşağın inşasından sonra kavşakta gerçekleşen kazalarda hem genel olarak hem de yaralanmalı kazalarda önemli bir azalma görülmüştür [38].

Çizelge 3.33: A.B.D.’de dönel kavşak haline getirilen 33 kavşağa ait ortalama kaza azalma oranları [38].

Dönel Kavşak Tipi	Dönel Kavşağa Dönüştürülme den Önceki Kavşak Tipi	Kavşak Sayısı	Tüm Kazalarda Meydana Gelen Azalama (%)	Yaralanmalı Kazalarda Meydana Gelen Azalma (%)
Kentsel tek şeritli	Dur kontrollü	12	69	80
Kırsal tek şeritli	Dur kontrollü	9	65	68
Kentsel iki şeritli	Dur kontrollü	7	8	73
Kentsel iki şeritli	Sinyalize	5	37	75
Toplam		33	47	72

Çizelge 3.34 ve Çizelge 3.35’teki tablolarda ise Fransa ve Avustralya’da yapılan yine benzer uygulamaların sonuçları gösterilmektedir [38].

Çizelge 3.34: Fransa’da dönel kavşak haline getirilen 83 kavşağa ait kaza istatistikleri [38].

Kaza Tipi	Dönel Kavşaktan Önce	Dönel Kavşaktan Sonra	Kazalarda Meydana Gelen Değişim (%)
Yaralanmalı kaza sayısı/yıl/kavşak	1,42	0,31	- 78
Ölüm/yıl/kavşak	0,16	0,02	- 88
Yaralama/yıl/kavşak	2,78	0,49	- 82

Çizelge 3.35: Avustralya’da dönel kavşak haline getirilen 230 kavşağa ait kaza istatistikleri [38].

Kaza Tipi	Dönel Kavşaktan Önce	Dönel Kavşaktan Sonra	Kazalarda Meydana Gelen Değişim (%)
Toplam kaza sayısı/yıl/kavşak	3,910	2,289	- 41
Ölümlü kaza sayısı/yıl/kavşak	0,024	0,009	- 63
Yaralanmalı kaza sayısı/yıl/kavşak	1,045	0,571	- 45
Yalnızca maddi hasarın meydana geldiği kaza sayısı/yıl/kavşak	2,841	1,709	- 40

3.2.1.2 Trafik faktörleri

Trafik hacmi ve yoğunluğu, hız ve hız değişimleri, taşıt kompozisyonu yol güvenliği üzerinde etkili başlıca trafik faktörleri arasında sayılabilir [4].

Trafik hacmi ve yoğunluğu

Yapılan pek çok çalışma kapsamında, trafik hacmi arttıkça kaza oranlarının da arttığını söylemek mümkündür [5,19]. Fakat bu iki parametre arasında lineer bir ilişki bulunmamaktadır ve genellikle trafik hacmi, kaza yüzdesinden daha hızlı artmaktadır [19]. Bir yoldaki trafik hacmi veya yoğunluğu; trafiğin akım hızı, akım koşulları ve sürücülerin davranışları üzerinde etkili olur ve bu ilişki birkaç evrede değerlendirilebilir [4].

Trafik hacminin küçük olduğu değerlerde sürücü, karşı yönden gelen veya kendisi ile aynı yönde ilerleyen diğer taşıtlardan rahatsızlık hissetmez. Serbest akım durumu olarak adlandırılan bu koşullarda, özellikle görüş uzunluğunun kısa olduğu yatay kurplar ile dar köprülerde ve kaplama yüzeyi ıslak ve kaygan kesimlerde kazaya karışma olasılığı artmaktadır. Bu nedenle genellikle taşıtın savrulmasıyla sonuçlanan trafik kazaları görülür. Yüksek hızla birlikte zayıflayan sürücü dikkati de tehlike anında reaksiyon süresini uzatarak kaza riskini etkilemektedir. [4].

Yoldaki trafik hacminin artmasıyla beraber sürücü, aynı yönde ilerleyen diğer taşıtların etkisini hissetmeye başlar. Trafik akımında karahlığın söz konusu olduğu bu koşullarda sürücü, serbest akım koşullarına göre daha dikkatli olmak durumundadır. Trafik hacmindeki bu artışla birlikte özellikle karşı istikametten gelen taşıtların artması sonucu sürücünün öndeki taşıtı geçme olanağı kısıtlanmış olur ve yol güvenliği serbest akım koşullarına göre daha da azalır. Özellikle hatalı sollamalar nedeniyle ortaya çıkan kaza sayılarında artışlar yaşanır [4].

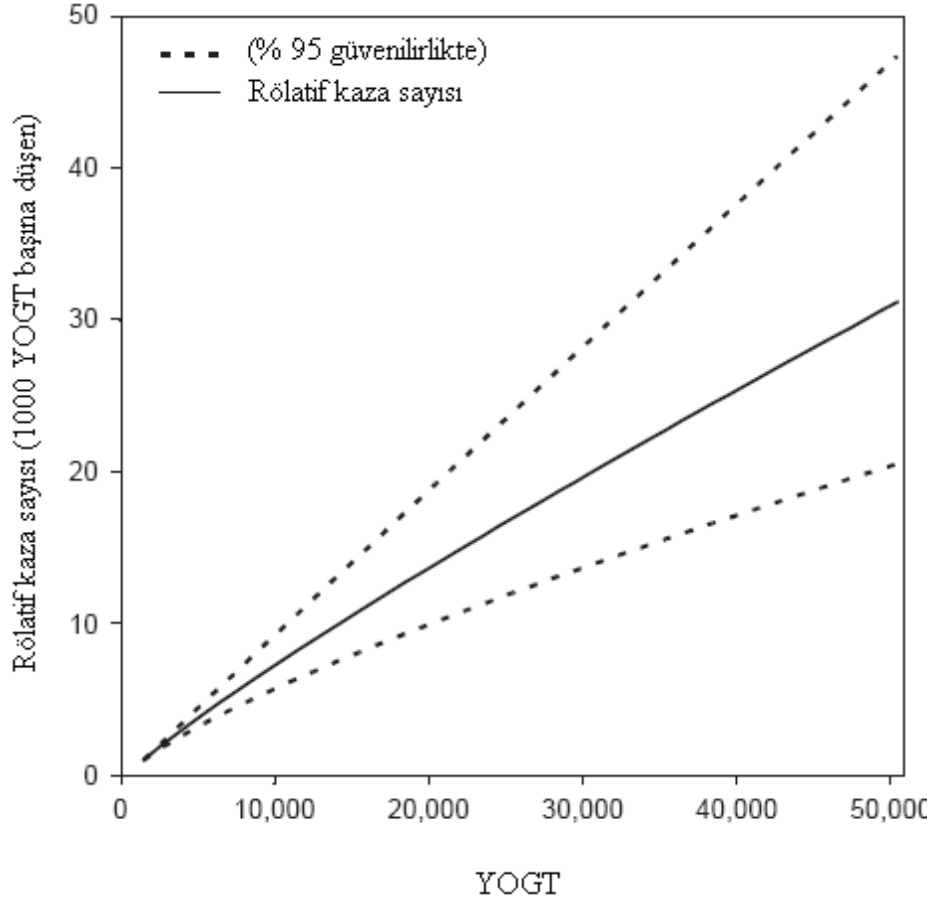
Trafik hacminin biraz daha artmasıyla beraber trafik akım şartlarında bir kararsızlık evresine girilmiş olur. Bu durumda taşıt sollama olanağı iyice azalır. Yol güvenliği, serbest ve kararlı akım koşullarına nazaran daha azdır [4].

Trafik hacminin daha da artmasıyla beraber doymuş akım koşullarına ulaşılır. Bu durumda trafik akımının ortalama hızı azalırken yol güvenliği önceki evrelere göre daha da azalarak en düşük düzeye gelmektedir. Bu evrede yoğunlukla arkadan çarpma şeklinde gelişen kazalar görülür [4].

Trafik hacminin daha da artması durumunda ise kesintili akım koşullarına ulaşılmış olur. Bu koşullarda trafik akımında sık sık ve uzun süren duraklamalar görülür. Sollama imkânının iyice azalması ile bu evrede kazalar azalmakla birlikte, genellikle arkadan çarpma şeklinde gelişen kazalar görülmektedir [4].

Konu genel olarak ele alındığında kaza tahminlerinde kullanılan yıllık ortalama günlük trafik (YOGT) değeri, kontrol edilebilir diğer değişkenler ile ilişkisi nedeniyle bağımlı bir değişken olarak kaza modellerinde esas teşkil etmektedir [5]. Bununla beraber trafik hacmi, birçok çalışmada genellikle yıllık ortalama günlük trafik (YOGT) miktarı ile değerlendirilmektedir [19].

Trafik hacminin yol güvenliği üzerindeki etkileri ile ilgili yapılan 28 farklı çalışmanın analiz edilmesi sonucu ortaya çıkan trafik hacmi ve kaza sayıları arasındaki ilişki aşağıda verilen Şekil 3.15'te gösterilmiştir [19]. Buna ek olarak Zegeer vd. (1994), ortalama günlük trafiğin yaklaşık 2000 taşıt/gün'den az olduğu şehirlerarası karayollarında trafik hacminin, kaza oranlarında çok fazla etkili olmadığını belirtmiştir [5].



Şekil 3.15: Rölatif kaza sayısı ile trafik hacmi arasındaki ilişki [19].

Pfundt (1969), Batı Almanya'da bulunan düşük hacimli yollarda yaptığı araştırmalarda kaza oranlarının trafik hacmiyle beraber azaldığını belirtmiştir. Burada sadece tek taşıt kazaları değil arkadan çarpma şeklinde gelişen kazaların da azaldığı yapılan tespitler arasındadır. Bundan başka Nillson (1973), İsveç'in kırsal yollarında yaptığı gözlemlerde tek taşıt kazalarının günlük ortalama trafik miktarı ile doğru orantılı olduğunu tespit etmiştir [39].

Ayrıca Norveç'te Fridtstrom (1993, 1995) tarafından yapılan araştırmalar kapsamında, trafik hacmi, hava ve mevsim koşulları ile gece – gündüz durumunun yaralanmalı kazalar üzerindeki etkileri incelenmiş ve burada trafik hacminin belirleyici bir unsur olduğu (% 66) görülmüştür [19].

Hız ve hız değişimleri

Hız, birçok ülkede kazaların esas etkenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Başta kırsal yollar olmak üzere, hızın yol güvenliği üzerindeki etkileri, her ne kadar tartışmalı bir husus olsa da yüksek hızların kaza şiddetini arttırdığı konusunda şüphe yoktur [15]. Ancak verilen herhangi bir hız için daha güvenli olup olmadığının

belirlenmesi yanlış olur [29]. Elvik'e göre hız ve kazalar arasındaki bu ilişki sadece istatistiksel bir ilişki olmamakla beraber aynı zamanda sebep – sonuç ilişkisinin geçerli olduğu nedensel bir durum da söz konusu olmaktadır [37]. Bu bağlamda bir karayolu için en güvenli hız değeri; tasarım özellikleri, trafik hacmi, hava koşulları, yol kenarı özellikleri, erişim koşulları vb. faktörlere bağlı olarak değişmektedir [29].

Hız ile ilgili bu ilişki her ne kadar kinetik enerjideki değişimin bir sonucu olsa da, artan hızla birlikte sürüş hâkimiyetinin zorlaşması burada esas teşkil etmektedir [37]. Bu konuyla ilgili yapılan çoğu çalışma şu iki sonuç üzerinde yoğunlaşmıştır [30]:

- Ortalama hızlarda meydana gelen küçük değişimler kaza sonuçlarını etkilemektedir.
- Kazalar genel olarak ele alındığında şiddetli gerçekleşen kazalar (yaralanmalı ve ölümlü kazalar), sonuçları açısından, hız değişimlerine karşı daha hassastır.

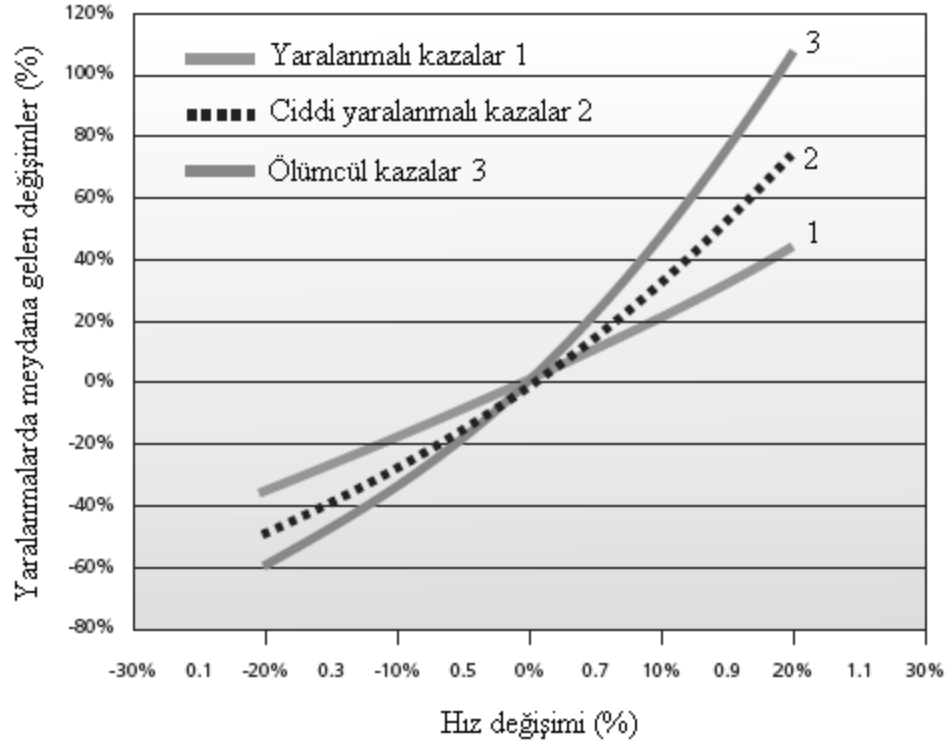
OECD tarafından desteklenen araştırmalarda, hızın, yollarda meydana gelen ölümcül kazaların yaklaşık üçte birinde etkili olduğu tahmin edilmektedir [40]. Aynı şekilde Fridtstrom vd. (1995), Danimarka'da yaptığı araştırmalar çerçevesinde, taşıt hızının düşmesiyle ölümlü kazaların azaldığını rapor etmiştir [5]. 2003 yılında A.B.D.'de yapılan bir çalışma kapsamında, 13,380 kişinin (tüm ölümcül kazaların % 31,4'ü), hız ile ilişkili kazalarda hayatını kaybettiği belirtilmiştir [37].

Ranta ve Kallberg, 1996 yılında Finlandiya'da yaptıkları araştırmalarda, hızın yaralanmalı ve ölümlü kazaların üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Bu kapsamda hız değişimlerinin yalnızca kaza oranlarında değil kaza şiddeti üzerinde de etkili olduğu elde ettikleri sonuçlar arasında yer almaktadır [39].

Finch vd. (1994) tarafından yapılan bir araştırmada hızın 1 km/sa arttırılması sonucu yaralanmalı kazaların % 3 oranında arttığı tespit edilmiştir [15]. Aarts ve Schagen (2006), Nilsson'un çalışmalarına dayalı olarak yaptıkları araştırmalarda, ortalama trafik hızında % 1'lik bir azalmanın yaralanmalı kazalarda % 2'lik, şiddetli gerçekleşen yaralanmalı kazalarda % 3'lük ve ölümcül kazalarda da % 4'lük bir azalmaya yol açacağını belirtmiştir [40].

Nilsson (1981), hız değişimlerine bağlı olarak geliştirdiği bir modelde hızın artmasıyla ölümlü ve yaralanmalı kaza risklerinin de üssel bir ilişki içinde arttığını

tespit etmiştir [15]. Daha sonra yine Nilsson (2004) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda Şekil 3.16’da gösterilen kaza – hız ilişkisi kurulmuştur [40].



Şekil 3.16: Hız değişimleri ile kazalarda meydana gelen ölüm ve yaralanma olayları arasındaki ilişki [40].

Yapılan bazı araştırmalar çerçevesinde hızla ilgili kazaların, kentsel yollara nazaran kırsal yollarda, dört kat daha şiddetli olarak gerçekleşmekte olduğu tespit edilmiştir [9]. Taylor vd. (2002) tarafından kırsal yollarda yapılan bir çalışmada, kurp yoğunluğu, kavşak yoğunluğu ile erişim koşullarına bağlı olarak değişen yol kalitesi de hesaba katılacak şekilde hız ve kazalar arasındaki ilişki araştırılmıştır ve buna göre ortalama hızın artması sonucunda kaza ve yaralanma riskinin de artmakta olduğu tespit edilmiştir [9].

Ayrıca hız ve yol güvenliği kapsamında, yol karakteristiklerine bağlı olarak hız limitleri geliştirilmiştir [15]. Hız limiti, hız tercihi konusunda en etkili parametrelerden biri olmakla beraber, başta kırsal yollarda olmak üzere, kaza ve yaralanma riski üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu konuyla ilgili yapılan çoğu araştırma sonucunda, kaza sayısı ve kaza şiddetinin hız limitlerinin azaltılmasıyla düştüğü açıkça görülmektedir [9].

Bu bağlamda hız limitlerinin arttırılarak ya da azaltılarak kaza sayısı ve kaza şiddetinde meydana gelen değişimlerin incelenmesiyle taşıt hızı ve yol güvenliği

arasındaki ilişkinin kurulması mümkün olmaktadır. Bu amaçla çeşitli ülkelerde yapılmış çalışmalar FHWA tarafından derlenerek Çizelge 3.36 ve Çizelge 3.37’deki tablolarda özetlenmiştir. Buna göre kaza oranı ve kaza şiddetinin genellikle hız limitleri ile doğru orantılı olduğu açıkça görülmektedir [41].

Çizelge 3.36: Hız limitlerinin azaltılmasının kazalar üzerindeki etkileri [41].

Referans	Ülke	Hız Limitlerindeki Değişim	Sonuçlar
Nilsson (1990)	İsveç	110 km/sa → 90 km/sa	Hızlar genel olarak 14 km/sa azalmıştır. Ölümcül kazalarda % 21’lik bir düşüş yaşanmıştır.
Engel (1990)	Danimarka	60 km/sa → 50 km/sa	Ölümcül kazalarda % 24’lük, yaralanmalı kazalarda % 9’luk bir düşüş yaşanmıştır.
Peltola (1991)	İngiltere	100 km/sa → 80 km/sa	Hızlar genel olarak 4 km/sa azalmıştır. Kazalarda % 14’lük bir düşüş yaşanmıştır.
Sliogeris (1992)	Avustralya	110 km/sa → 100 km/sa	Yaralanmalı kazalarda % 19’luk bir düşüş yaşanmıştır.
Finch vd. (1994)	İsviçre	130 km/sa → 120 km/sa	Hızlar genel olarak 5 km/sa azalmıştır. Ölümcül kazalarda % 12’lik bir düşüş yaşanmıştır.
Scharping (1994)	Almanya	60 km/sa → 50 km/sa	Kazalarda % 20’lik bir düşüş yaşanmıştır.
Newstead ve Mullan (1996)	Avustralya	Hız limitlerinin 5 – 20 km/sa arasında değişen değerlerde azaltılması	Önemli bir değişim görülmemiştir.
Parker (1997)	A.B.D. (22 eyalet)	Hız limitlerinin 8 – 32 km/sa arasında değişen değerlerde azaltılması	Önemli bir değişim görülmemiştir.

Çizelge 3.37: Hız limitlerinin arttırılmasının kazalar üzerindeki etkileri [41].

Referans	Ülke	Hız Limitlerindeki Değişim	Sonuçlar
NHTSA (1989)	A.B.D.	89 km/sa → 105 km/sa	Ölümcül kazalarda % 21'lik bir artış yaşanmıştır.
McKnight, Kleinand Tippetts (1990)	A.B.D.	89 km/sa → 105 km/sa	Hızlar genel olarak % 48 artmıştır. Ölümcül kazalarda % 22'lik bir artış yaşanmıştır.
Garber ve Graham (1990)	A.B.D. (40 eyalet)	89 km/sa → 105 km/sa	Ölümcül kazalarda % 15'lik bir artış yaşanmıştır. 12 eyalette kayda değer bir gelişme yaşanmamıştır.
Streff ve Schultz (1991)	A.B.D. (Michigan)	89 km/sa → 105 km/sa	Kırsal kesimde yer alan otoyollara ait ölümcül kaza oranlarında artış yaşanmıştır.
Pant, Adhami ve Niehaus (1992)	A.B.D. (Ohio)	89 km/sa → 105 km/sa	Yaralanmalı kazalarda ve maddi hasarın meydana geldiği kazalarda bir artış yaşanmıştır. Ancak ölümcül kazalarda herhangi bir artış yaşanmamıştır.
Sliogeris (1992)	Avustralya	100 km/sa → 110 km/sa	Yaralanmalı kazalarda % 25'lik bir artış yaşanmıştır.
Lave ve Elias (1994)	A.B.D. (40 eyalet)	89 km/sa → 105 km/sa	14 eyalet başta olmak üzere ölümcül kazalarda % 3 – 5 arasında değişen bir artış yaşanmıştır.
Iowa Safety Task Force (1996)	A.B.D. (Iowa)	89 km/sa → 105 km/sa	Ölümcül kazalarda % 36'lık bir artış yaşanmıştır.
Parker (1992)	A.B.D. (Michigan)	Muhtelif hızlar	Önemli bir değişim tespit edilmemiştir.
Newstead ve Mullan (1996)	Avustralya (Victoria)	Hız limitlerinin 5 – 20 km/sa arasında değişen miktarlarda arttırılması	Kazalarda genel olarak % 8'lik bir artış yaşanmıştır.
Parker (1997)	A.B.D. (22 eyalet)	Hız limitlerinin 8 – 24 km/sa arasında değişen miktarlarda arttırılması	Kayda değer bir değişme yaşanmamıştır.

1987 yılında A.B.D.'de birçok eyalet, hız limitini 55 mil/saat (89 km/sa) değerinden 65 mil/saat (105 km/sa) değerine çıkartmıştır. Bununla ilgili olarak yapılan istatistiksel çalışmalarda kaza riskindeki değişimler incelenmiş ve ülke çapındaki sonuçları farklı olmakla beraber, % 15 – 29 arasında değişen oranlarda ölümcül kazaların, hız limiti ile birlikte arttığı tespit edilmiştir [9,42]. A.B.D ve Avustralya'da yapılan başka çalışmalar da, özellikle çevre yolları olmak üzere, kaza sayısı ve kaza şiddetinin hız limiti ile arttığı yapılan tespitler arasındadır [9].

Almanya Hessen'de 1984 – 1987 yılları arasında yapılan bir çalışmada, otoyollarda seçilen hız limitinin 100 km/sa olması sonucunda ölümcül ve yaralanmalı kaza oranlarında % 25 – 50 arasında değişen miktarlarda azalma gerçekleştiği tespit edilmiştir [40].

Hakim vd. (1991), A.B.D.'de yapılmış olan bazı raporları derlemiş ve bir takım sonuçlar elde etmiştir. Buna göre özellikle 1974 yılından sonra getirilen hız kısıtlamaları ile mil başına düşen ölümcül kaza oranının % 15 düştüğü tespit edilirken bu sayı eyaletler arası yollarda % 32'ye kadar düşmüştür [39].

Bu bağlamda birçok ülkede kırsal kesimde yer alan ana yollara ait hız limiti 80 – 100 km/sa aralığında seçilmiştir. Bu sayı otobanlar için 110 – 130 km/sa aralığında iken çevre yolları için daha yüksek limitler tercih edilmektedir [9].

Bu unsurların dışında tasarım hızı ve işletme hızı arasında büyük farkların olması da kaza oranlarına olumsuz bir şekilde yansımaktadır. Bu kapsamda hız değişkeni ele alındığında sürücü davranışları da önem kazanmaktadır. Eğer tasarım hızı düşük ise sürücülerin hızı daha yatkın olduğu söylenebilir [5]. Şöyle ki, sürücü kavşak, yatay kurp, tepe düşey kurp ve yol boyu yerleşim bölgesi gibi kesimlere yaklaşırken taşıt hızını düşürmek zorunda kalmaktadır. Ancak bunun ani olmaması, uygun bir ivme ile gerçekleşmesi gerekmektedir. Aksi takdirde ani ve sert frenlemeler ile kısa uzunluklarda gerçekleştirilen yavaşlamalar kazalara neden olur [4].

Taşıt kompozisyonu

Yapılan çeşitli araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre, trafikte taşıt kompozisyonunun yol güvenliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu açıkça görülmektedir. Her ne kadar otomobiller trafik kazalarına karışan taşıtlar içinde çoğunluğu oluştursa da, trafik akımında yer alan diğer taşıtların türlerine ve

özelliklerine bağılı olarak değışen taşıt çeşitliliğı de yol güvenliğı üzerinde etkili olmaktadır [4,19].

Genellikle kırsal yollarda olmak üzere kamyon, iş makineleri, tarım makineleri vb. yavaş hareket eden ağır taşıtlar, normal taşıt sürücülerini için özellikle kafa kafaya çarpışma riski yüksek olan sollama manevralarını göze almalarına neden olmaktadır. Yavaş hareket eden bir taşıtın kazaya neden olma ihtimali yüksek olmasa da, söz konusu bu taşıtların kazaya karışmaları halinde, hızlı hareket eden normal taşıt ile yavaş hareket eden ağır taşıt arasındaki yüksek hız farklılığından dolayı genellikle çok şiddetli kazalar meydana gelmektedir. Kaza şiddetinin bu kadar yüksek olmasının başka bir sebebi de yavaş hareket eden ağır taşıtların yüklü olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca eğimli yollar için sollama sorunlarının yanında frenleme sisteminde verim kaybının yaşanması da yol güvenliğı üzerinde etkili bir unsur haline gelmektedir [15]. Bunun yanında trafik akımı içinde ağır taşıt oranının fazla olması; banket genişliğinin yetersiz olduğı yollarda bu taşıtların herhangi bir nedenle yol kenarında durmaları halinde, yolun etkin genişliğini azaltmakta dolayısıyla yol güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir [4].

Bu bağlamda başta kamyonlar olmak üzere trafik akımı içinde yer alan ağır taşıtların oranı arttıkça yol güvenliğinin hızla azaldığını söylemek mümkündür [4]. Ayrıca ağır vasıtaların karıştığı kazalar, normal taşıtların karıştığı kazalara göre daha az görülse bile, sonuçları bakımından, çok daha şiddetli olarak gerçekleşebilmektedir. Ağır vasıtaların özellikle kırsal yollarda neden olduğı başlıca güvenlik problemleri şu üç temele dayanmaktadır [9]:

- Ağır taşıtlar, normal taşıtlara nazaran boyutları ve ağırlığı daha fazla olan, dolayısıyla denge ve manevra konusunda hassas olan, düşük hızlı araçları kapsamaktadır ki bu da yoldaki akım hızının sürekliliğini bozmaktadır.
- Ağır taşıtların hızlanma kabiliyeti normal taşıtlara nazaran daha zayıftır ve özellikle çıkış eğimli kesimlerde bundan kaynaklanan sollama problemleri ve kafa kafaya çarpışma riski ortaya çıkmaktadır.
- Ağır taşıtların frenleme sisteminden kaynaklanan yavaşlama kabiliyeti, normal taşıtlara nazaran daha zayıftır ve buna bağılı olarak arkadan çarpma riski ortaya çıkmaktadır.

1988 yılında Batı Avustralya’da yapılan bir çalışmada, motorlu taşıtların karıştığı yaralanmalı kazaların % 3,2’sini, ölümcül kazaların ise % 12’sini kamyon vb. ağır taşıtların oluşturduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde A.B.D.’de Ulaştırma Bakanlığı tarafından yapılan incelemelerde de sadece maddi hasarın olduğu kazaların % 3’ünün, ölümcül kazaların % 8’inin kamyonların karıştığı kazalardan olduğu tespit edilmiştir [9].

Ağır vasıtaların dışında motosiklet ve motorlu bisiklet yoğunluğunun da yol güvenliği üzerinde etkili olduğunu söylemek mümkündür. Zira motosiklet ve motorlu bisiklet sürücülerinin trafikte yaralanma riski oldukça yüksektir [19]. Otomobil kazalarıyla motosiklet ve motorlu bisiklet kazaları arasında her ne kadar benzerlikler bulunsa da, iki tekerlekli motorlu taşıtların karıştığı kazalarda sosyolojik temelli bazı karakteristikler bulunmaktadır. Bunların arasında söz konusu taşıt sürücülerinin genellikle gençlerden oluşması, acemi olmaları ve tehlikeli hareketlerde bulunma eğiliminde olmaları başlıca etkenler olarak sayılabilmektedir. Ayrıca bu taşıtların çok güçlü olması ve yarış amaçlı nitelikler taşıması, bunun yanında yüksek hız kapasitelerine rağmen yetersiz kalan görüş kapasiteleri, durumu daha da kritik hale getirmektedir. Tüm bu faktörler bir araya geldiğinde özellikle yoldan çıkma ve kafa kafaya çarpışma şeklinde gelişen kazalarda kaza şiddeti oldukça artmaktadır [15]. Bu bağlamda Norveç’teki kaza istatistiklerine dayalı olarak söz konusu sürücülerin trafik kazalarında yaralanma riskinin otomobil sürücülerine kıyasla en az 8 – 10 kat daha fazla olduğu tahmin edilmektedir [19].

3.2.2 Çevre ile ilgili kaza faktörleri

Karayolu bütünüyle ele alındığında içinde bulunduğu çevrenin bir elemanı olarak değerlendirilmektedir. Burada çevre kavramı, sosyal, fiziksel, doğal ve yapay tüm unsurları kapsamakla birlikte insan, hayvan ve bitki topluluklarını içermektedir [29]. Bu bağlamda yolun etrafıyla etkileşim içinde olması, dolayısıyla çevresel ve buna bağlı iklimsel etmenlerin de yol güvenliğinde etkili olduğu, yapılan pek çok araştırmada görülmüştür.

Bunlardan yol güvenliği ve çevre etkileşimi kapsamında, başta kırsal yollara has bir faktör olarak, yol üzerine aniden çıkan ya da yol üzerinde seyreden, özellikle yoldan çıkma şeklinde kazalara sebebiyet veren hayvan ve/veya hayvan sürüleri ele alınabilir [15]. Hayvan ve taşıtların çarpışması şeklinde meydana gelen bu kazalar

diğer kaza tipleri kadar sık yaşanmasa da gün geçtikçe artan taşıt hızı ve trafik hacmi nedeniyle araştırmalarda önem arz etmektedir [15,43]. Bu kapsamda yol aydınlatması, hız limitlerin azaltılması, yol kenarının çit vb. elemanlarla çevrilmesi, hayvanlar için alt/üst geçitlerin yapılması, uyarı işaretleri vb. önlemler alınarak ilgili kaza oranları azaltılabilmektedir [43].

1982 yılında Batı Almanya’da yapılan bir çalışmaya göre, hayvan – taşıt kazalarında 20 kişi ölmüş, 1500 kişi yaralanmıştır. Avrupa ülkelerinde (Rusya hariç) yapılan başka bir çalışmada da 300 kişinin yaşamını yitirdiği, 1 milyar dolar da maddi hasarın olduğu tespit edilmiştir. Buna paralel olarak 1980’li yıllardan beri A.B.D.’de yapılan birçok araştırmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir [43]. Bunlardan 2001 yılına ait kapsamlı bir çalışmada, otomobil kazalarının yaklaşık % 4,6’sının hayvanlara çarpma şeklinde gerçekleştiği belirtilmiştir. Bunun sonucunda 146 kişi hayatını kaybederken (ölümcül kazaların yaklaşık % 0,4’ü), 19,000 kişi de yaralanmıştır (yaralanmalı kazaların % 0,9’u) [44].

Çevresel etmenler içinde yer alan iklimsel (mevsimsel) etmenler olarak daha çok meteorolojik değişiklikler dikkate alınmakta ve hava durumuna bağlı olarak yol güvenliği üzerindeki etkileri değerlendirilmektedir. Bunlar arasında yağmurlu, karlı, sisli havalarda ile rüzgâr etkisi ve buzlanma durumu öncelik kazanmaktadır.

A.B.D.’de yapılan bir çalışmada, meydana gelen kazaların % 24’ünün hava koşullarına bağlı olduğu, her yıl bu nedenle yaklaşık 7,400 insanın öldüğü ve 673,000’in üzerinde insanın da yaralandığı belirtilmiştir [45].

Yağmurlu ve karlı havalarda, görüş mesafesindeki azalmanın yanı sıra asıl tehlike, kaplama yüzeyindeki kayma sürtünme katsayısının küçülmesiyle ortaya çıkmaktadır [4]. Bununla ilgili olarak yaz aylarına nazaran kış boyunca, sürtünme koşullarının ve görüş kapasitesinin genellikle daha zayıf olduğunu söylemek mümkündür. Zira kar ve buz, yol yüzeyinde sürtünme kaybına neden olurken duruş mesafesi artmakta, taşıt hâkimiyeti zorlaşmaktadır [19].

Kanada’da 1993 yılında yapılan bir çalışmada, yağmur boyunca ve yağmur sonrasında meydana gelen kazalar incelenmiş ve açık hava ve kuru yol koşullarına nazaran yağmurlu havalarda kaza riskinin % 70 daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Kaliforniya’da yapılan bir diğer araştırmada ise, hava durumu ve mevsimsel değişimlere bağlı olarak hava koşullarının kazalar üzerinde etkili esas unsurlardan

biri olduğu belirtilmiştir. Buna göre yağmurlu günlerde kaza oranları normal günlere nazaran iki kat daha fazla olmaktadır [45].

A.B.D.'de 1995 – 2005 yılları arasındaki 11 yıllık periyot boyunca yapılan geniş kapsamlı bir çalışma sonucunda, hava koşullarıyla ilgili kazaların genellikle yağmurlu havalarda meydana geldiği tespit edilmiştir. Hava koşulları ile ilgili bu kazaların % 75'inin kaplamanın ıslak olduğu durumlarda, % 47'sinin de yağmur esnasında gerçekleştiği yapılan tespitler arasındadır. Bunun dışında yine aynı araştırmada, söz konusu kazaların % 24'ünün karlı veya buzlu havalarda, % 15'inin de kar yağarken gerçekleştiği belirtilmiştir [45].

Norveç'te 1990 – 1993 yılları arasında tutulan polis kayıtlarına göre yaralanmalı kazaların % 16'sının karlı ya da buzlu yollarda, % 5'inin de kısmen karlı ya da buzlu olan yollarda gerçekleştiği tespit edilmiştir [19]. Yine Norveç'te yapılan başka bir çalışmada, mevsim ve hava koşullarına bağlı olarak farklılık gösteren yol koşulları ile yaralanmalı kaza oranları arasındaki ilişki Çizelge 3.38'deki tabloda gösterilmiştir [46].

Çizelge 3.38: Hava koşullarına bağlı olarak farklılık gösteren yol koşulları ile yaralanmalı kaza oranları arasındaki ilişki [46].

Yol Koşulları	Yaralanmalı Kaza Oranları (milyon taşıt-km başına düşen)
Kuru yol (kış aylarında)	0,12
Islak yol (kış aylarında)	0,16
Kuru yol (yaz aylarında)	0,14
Islak yol (yaz aylarında)	0,18
Sulu kar	0,18
Seyrek kar	0,30
Buzlanma	0,53
Kırağı (don)	0,53
Yoğun kar	0,31
Gizli buzlanma (siyah buz)	0,30

Sisli havalar da yol güvenliği üzerinde, sürücülerin görüş mesafesini kısıtlamak suretiyle, etkili olmaktadır. Sis etkisine giren bir sürücünün taşıt hızının yüksek olması halinde, önünde herhangi bir engele çarpma ihtimali ya da yetersiz işaretlemeye de bağlı olarak yol dışına çıkma ihtimali yükselir. [4]. Bununla ilgili olarak Tamburri ve Theobald (1976), California’da yaptıkları çalışmalarda üç yıllık kaza verilerini incelemiş ve kazaların % 2,71’nin sisli havalarda meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Benzer bir çalışma Johnson (1973) tarafından İngiltere’de yer alan otoyollarda meydana gelen kazalar üzerinde yapılmıştır ve sisli havalarda gerçekleşen kazaların (% 3’lük kısmı gece olmak üzere) % 4 olduğu belirtilmiştir. OECD Yol Araştırma Grubu (1976) tarafından Avrupa ve Kuzey Amerika ülkelerinde yapılan kapsamlı bir başka çalışmada da sisli havalarda meydana gelen kazaların tüm kazalar içinde % 1 ile % 5 arasında değişen oranlarda olduğu tespit edilmiştir [47]. Bu veriler ışığında geçki araştırması sırasında, mümkünse sis ve kar toplayan bölgelerin dışından geçilmesi daha başta alınabilecek etkili bir güvenlik önlemidir. Bunun dışında sürücülerin hava koşullarına karşı uyarılması, yavaşlamanın sağlanabilmesi için sis lambası ve sirenlerden yararlanılması etkili önlemler arasında yer almaktadır [4].

Yol güvenliğinde etkili diğer bir meteorolojik unsur ise rüzgâr hızıdır. Şiddetli rüzgâr alan bazı bölgelerde, yandan gelen rüzgâr ile taşıt hâkimiyeti kolaylıkla kaybolabilmektedir. Bu bakımdan yarmadan dolguya geçişler, yüksek dolgular, yatay kurplar ve köprü girişleri en kritik noktaları oluşturmaktadır ve sürücülerin uyarılması gerekmektedir. Ayrıca rüzgâr kesici perdelerin kullanılması alınabilecek etkili önlemler arasında yer almaktadır [4].

3.3 Taşıt İle İlgili Kaza Faktörleri

Yol güvenliğinde taşıt ile ilgili faktörler ele alınırken genellikle taşıtların mekanik aksamı ve meydana gelen teknik arızaları ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda taşıtın frenleme, yönlendirme (direksiyon kontrolü), süspansiyon aksamı ile kayma ve savrulmaya karşı taşıt stabilitesi, lastik özellikleri gibi yol tutuş unsurları ve aydınlatma, ABS, hava yastığı, emniyet kemeri gibi bazı ilave güvenlik uygulamaları bu bölümün konusunu oluşturmaktadır.

Bir taşıtın yol tutma niteliği birçok elemanın birleşmesinden oluşmaktadır. Bunlar arasında taşıtın dengesi, süspansiyon ve yönlendirme aksamı ile lastik nitelikleri

başlıca hususlardır. Buna bağlı olarak yol tutma niteliği, taşıtların yüksek hızla seyretmeleri halinde daha da önem kazanmaktadır. Çünkü hareket halindeki bir taşıtın enerjisi, hızının karesi ile doğru orantılı olarak artmaktadır ve bu da yol tutuşunu zayıflatarak taşıtın dengesini kaybetmesini ve kontrolden çıkmasını kolaylaştırmaktadır [4].

Birçok trafik kazası, frenleme esnasında sürücünün taşıt hâkimiyetini kaybetmesiyle gerçekleşmektedir. Bazı sürücüler bu tip durumlarda frenleme sistemini en optimum şekilde kullanabilseler de fren pedalının sonuna kadar basılmasıyla birlikte doğal olarak tüm tekerlekler kilitlenmektedir. Bu da özellikle kurplu kesimlerde direksiyon kontrolünün kaybolarak taşıtın tamamen merkezkaç etkisi altında hareket etmesine yol açmakta ve genellikle taşıtın yoldan çıkması ile sonuçlanmaktadır. Konuyla ilgili olarak İngiltere’de yapılan istatistiksel bir çalışmada, otomobillerin karıştığı yaralanmalı kazaların yaklaşık % 14’lük bir kısmının tekerleklerin kilitlenmesinden sonra gerçekleştiği tespit edilmiştir [19].

Bu açıdan frenleme sistemleri, yol güvenliği – taşıt etkileşimi içinde önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle ABS (antilock braking system) vb. sistemlerin kullanılmasıyla bu durum önlenilmekte ya da hafifletilebilmektedir. Nitekim ABS etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, söz konusu uygulamayla önden çarpışma riskinin % 32 azaldığı tespit edilmiştir [19].

Panik halinde yapılan frenleme ile taşıtın yanlış yönlendirilmesi, taşıt kontrolünün kaybolmasını hızlandırabilmektedir. Bu yüzden frenleme niteliklerinin kazalar üzerindeki etkisine paralel olarak, taşıtın yönlendirme (direksiyon kontrol) ve süspansiyon sistemleri ile taşıtın stabilitesi (taşıt genişliği ve ağırlık merkezi arasındaki ilişkiye bağlı taşıt dengesi, stabilite indeksi) de taşıt ile ilgili faktörler arasında ele alınan bir konudur [19].

A.B.D.’de yapılan çalışmalarda kamyon vb. mafsallı taşıtların karıştığı trafik kazalarının % 21’lik bir kısmının direksiyon kontrol mekanizmasındaki arızadan kaynaklandığı belirtilmiştir. A.B.D.’de yapılan bir diğer çalışmada ise, ağır vasıtalar için taşıt yönlendirme mekanizmalarında meydana gelen arızadan dolayı kaza yapma riskinin diğer taşıtlara nazaran iki kat daha fazla olduğu belirtilmiştir [19].

Direksiyon kontrol mekanizması gibi, frenleme esnasındaki enerjinin absorbe olmasına yardım eden ve taşıtın yola tutunmasını sağlayan süspansiyon sistemleri de

yol güvenliğinde etkili olmaktadır. A.B.D.'de 1980'li yıllardan itibaren, devrilme riski normal taşıtlara nazaran neredeyse 10 – 20 kat daha fazla olan bazı arazi taşıtları üzerinde süspansiyon sistemlerinin geliştirilmesiyle söz konusu tehlikenin azaltıldığı tespit edilmiştir [19].

NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) tarafından 1995 yılında yapılan bir çalışmada, A.B.D.'de meydana gelen yaralanmalı kazaların % 3,8'inin, sadece maddi hasarın olduğu kazaların % 2,2'sinin, ölümcül kazaların ise % 11'inin taşıtın yuvarlanarak (takla atarak) meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu durum taşıtın yol tutuşu ile doğrudan ilgili olmakla beraber yapılan pek çok araştırmaya dayalı olarak bu tip kazaların taşıt stabilitesi ve süspansiyon sistemleri ile ilişki içinde olduğunu söylemek mümkündür [19].

Taşıtın yol tutuşu üzerinde, etkili bir frenleme ile beraber tekerlek lastiklerinin de önemli bir rolü bulunmaktadır. Taşıtların teknik yetersizliklerine bağlı olarak meydana gelen kazalarda; aşınmış ömrünü tamamlamış ve iç basıncı uygun olmayan tekerlek lastikleri ile birlikte fren yetersizliği önemli bir yer tutmaktadır. Zira tekerlek lastikleri; gerek iç basınçları gerekse hareketli mesnet vasıfları nedeniyle sürekli zorlanmaktadırlar. Özellikle engebeli yollarda sarsıntı etkileri ile frenleme esnasındaki sürtünme etkileri gerilme ve aşınmayı artırarak yol güvenliği kapsamında olumsuz bir etki yaratmaktadır [4].

Bu açıdan lastik ile ilgili faktörlerden biri olan lastik dış derinliği, özellikle ıslak yüzeyler için önemli bir güvenlik faktörüdür. Çünkü taşıt lastiğindeki söz konusu boşluklar, yol yüzeyi ile lastik yüzeyi arasındaki suyu drene edecek biçimde tasarlanmıştır ve böylece sürtünme sağlıklı bir şekilde sağlanmış olur. Ancak lastik aşınması gerçekleştikçe boşluklar küçülmekte ve drenaj özelliği azalmaktadır. Bu da lastik ile yol yüzeyi arasına suyun girerek sürtünme temasının kaybolmasına neden olmaktadır. Su kayağı etkisi (aquaplaning) denilen bu durum taşıt hâkimiyeti açısından tehlike oluşturmakta ve kazalara neden olmaktadır. Konuyla ilgili olarak Norveç'te yapılan bir araştırmada, lastik dış derinliğinin yaklaşık 2 mm artırılmasıyla, kaza oranlarının yol yüzeyinin karlı ya da buzlu olduğu koşullarda % 16, yol yüzeyinin ıslak olduğu koşullarda % 10 ve yol yüzeyinin kuru olduğu koşullarda % 20 civarında bir azalma görülmüştür [19].

Taşıt far ve lambaları da yol güvenliği ile ilişkilendirilebilecek unsurlar arasında sayılabilmektedir. Trafığın yoğun olması ve dolayısıyla taşıt takip mesafesinin de yakın olması, başta arkadan çarpma şeklinde olmak üzere, trafik kazalarını olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle güneşli günlerde stop (park) lambalarının zor fark edilmesi de bu duruma aleyhte katkıda bulunmaktadır. Bu konuyla ilgili A.B.D.'de yapılan birkaç çalışma kapsamında, şehir trafiğinde dolaşan taksiler üzerinde incelemeler yapılmış ve taşıtların arkasında yer alan stop lambalarının normalden daha yükseğe ve daha belirgin olacak bir şekilde yerleştirilmesiyle az önce bahsedilen arkadan çarpma kazalarının % 50 civarında azaldığı tespit edilmiştir. Daha sonra yapılan başka çalışmalarda bu oran % 14'e kadar düşse de söz konusu uygulamanın özellikle yaralanmalı ve sadece maddi hasarın olduğu kazalar üzerinde ciddi bir etkiye sahip olduğu görülmüştür [19].

Stop lambaları ile yol güvenliği arasındaki bu ilişki taşıt farları için de geçerlidir. Sürücüye yeterli bir görüş mesafesi sağlarken, karşı yönden gelen sürücünün gözlerini kamaştırmayacak ve taşıtın özellikle görüş mesafesinin düştüğü olumsuz koşullarda trafikte kolaylıkla fark edilmesini sağlayacak bir far düzeneği ile yol güvenliğine katkıda bulunmak mümkündür. Taşıtın yük ve ağırlık durumuna bağlı olmaksızın kendini yola göre dengeleyerek yola olan paralelliği kontrol eden sistemler, far silecekleri vb. temizleme sistemleri, teknolojiye bağlı olarak gelişen halojen lamba sistemleri, taşıtın etrafını da aydınlatan ilave far sistemleri, sis lambaları ve göz kamaşmasını azaltan teknolojik uygulamalar bu kapsamda ele alınan bazı faktörlerdir [19].

Ayrıca sürücülerin birbirini fark etmeleri açısından ve dikkat çekmek amacıyla gündüz kullanılan seyir ışıkları da yol güvenliğine katkıda bulunmaktadır. Özellikle kutuplara yakınlığı nedeniyle güneşin etkinliğini fazla gösteremediği kuzey ülkelerinde (Kanada, Norveç, Danimarka, Finlandiya, İsveç), söz konusu husus daha ciddi bir boyut kazanmaktadır. Nitekim bazı ülkelerde zorunlu bir hale getirilerek yaptırıma tabi tutulan bu uygulama ile çoklu taşıt kazalarının % 5 – 6 oranında azaldığı tespit edilirken, motosiklet ve motorlu bisiklet için bu oranın % 7'ye kadar çıktığı belirtilmiştir [19].

Bunların dışında emniyet kemeri ve hava yastığı gibi taşıt içi güvenlik elemanlarının da kaza sonuçları üzerinde etkisi bulunmaktadır. Özellikle emniyet kemerinin kullanılmasıyla, kaza sonucu oluşan ölüm ve yaralanma olaylarının % 40 – 60

arasında azaldığı tahmin edilmektedir [8,20]. Ayrıca, emniyet kemeri kullanmayan sürücü ve yolcuların araçtan fırlama riski, kullananlara göre 10 kat daha fazladır. Bu nedenle emniyet kemeri, kafa kafaya gerçekleşen çarpışmalarda ve kaza sonucu takla atan araçlarda güvenlik açısından büyük bir avantaj sağlamaktadır. Bununla birlikte kaza esnasında yüz, kafa veya göğüs bölgesinde meydana gelebilecek olası hasarın şiddetini önemli ölçüde azaltmaktadır. Buna paralel olarak, uygun bir şekilde tasarlanmış ve doğru olarak kullanılan emniyet kemerinin ciddi bir yaralanmaya yol açtığı ile ilgili en ufak bir bulguya dahi rastlanmamıştır [8].

Aynı şekilde özellikle otobüs gibi çok sayıda yolcunun bulunduğu taşıtlarda, yolcular için emniyet kemerlerinin bulunması da güvenliği arttıran bir unsurdur. A.B.D.'de bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda, yolcuların emniyet kemeri kullanması sonucunda kazalarda meydana gelen yaralanma olaylarında % 20'ye varan bir azalmanın görüleceği belirtilmektedir [19]. Yine A.B.D.'de yapılan istatistiksel bir çalışmaya göre, 2004 yılında trafik kazalarında ölen yolcuların % 55'inin herhangi bir şekilde emniyete alınmadığı, ancak emniyet kemerinin kullanılmasıyla yaklaşık 5,839 kişinin hayatının kurtulabileceği belirtilmektedir ki bu sayı motorlu taşıt kazalarında ölenlerin yaklaşık % 14'üne karşılık gelmektedir [20].

Emniyet kemeri göre daha sofistike ve masraflı bir uygulama olan ve taşıtlara sonradan da monte ettirilebilen hava yastığı uygulamaları da kaza sonuçlarını hafifleten faktörler arasında sayılmaktadır. Emniyet kemeri ile kıyaslandığında neredeyse yarı yarıya etkisiz kalmasına rağmen iki uygulamanın birlikte kullanılmasıyla % 10 daha fazla bir etkinlik sağlanmaktadır [8,19]. A.B.D.'de yeni taşıtlarda zorunlu hale getirilen bu uygulama ile ilgili yapılan ve özellikle emniyet kemeri ile birlikte ele alınan araştırmalarda, başta ölümcül yaralanmalarda olmak üzere kaza sonuçlarında % 15'e varan düşüşlerin meydana geldiği belirtilmektedir [19]. Ancak burada dikkat edilmesi gereken bir nokta bulunmaktadır. Emniyet kemeri ve hava yastığı, trafik kazası sonucu oluşan can kaybı ve yaralanma olaylarını azaltmasına rağmen kaza sayısını değiştirmemektedir [8].

4. İKİ ŞERİTLİ KIRSAL YOLLARDA YOL GÜVENLİĞİ

4.1 Güvenlik Değerlendirmelerine Genel Bakış

Zaman içinde sürekli olarak evrilen teknik ve bilimsel her konu gibi, yol güvenliği hususu da akademik açıdan bir evrim süreci içerisinde. Ampirik yöntem ve yaklaşımların yerini bıraktığı analitik çözümlemelerle beraber bu süreç, tasarım ve tasarım tutarlılığının yol güvenliği içinde esas alındığı geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır.

Buna bağlı olarak sürücü beklentileri ve sürücü davranışlarının yol güvenliği üzerindeki etkileri, son birkaç yılda daha da önem kazanarak belirginleşmiş ve geometrik tasarım tutarlılığının konu edildiği pek çok çalışma ile yol güvenliğine farklı bir bakış açısı getirilmiştir. Kompleks ilişkilerin söz konusu olduğu bu yeni anlayış içerisinde, kazaların meydana gelmesinde rol oynayan en etkili unsurlar olarak klasik karayolu tasarımında kabul edilen minimum geometrik standartlardan ziyade, yol özellikleri ve sürücü davranışları esas alınmıştır. Bu nedenle geçki uyumluluğu konusu ayrı bir önem kazanmaktadır ve geometrik tasarım perspektifi altında sürücü davranışı, sürüş dinamikleri ve kaza koşulları arasındaki temel ilişkiler, yapılan pek çok araştırma kapsamında analiz edilerek değerlendirilmektedir [6].

Yol güvenliği konusunu bu çerçevede değerlendiren Lamm vd. için, özellikle iki şeritli kırsal yollarda meydana gelen kazaların büyük bir kısmında uygunsuz hız seçiminin dolaylı olarak etkili olduğu kabul edilmektedir ki; bunun, tasarım uyumluluğu ve yol güvenliği arasındaki ilişkiye mesnet oluşturması kaçınılmazdır [7]. Esasında kırsal yollar için yüksek hız unsuru ile buna bağlı olarak yol kesimleri arasındaki hız farklılıkları, ilave bir güvenlik zafiyeti oluşturmakta ve kırsal kesimde meydana gelen kazaları kentsel kesime veya otoyollara kıyasla daha şiddetli bir hale getirmektedir. Bu nedenledir ki hız konusu, yol güvenliği için belirleyici faktörlerden biri olmaktadır [15]. Bu bağlamda erişimin ve hızın kontrolsüz olduğu iki şeritli kırsal yollar, tasarım tutarlılığı açısından özel bir öneme sahiptirler.

Kırsal ve kentsel yol ayrımıyla ilgili kabul edilmiş herhangi genel bir tanımlama olmamakla beraber, her ülke kendine göre farklı bir kırsal yol tanımlaması ve standardizasyonu yapmaktadır. Bazı ülkelerde yolu çevreleyen unsurlar belirleyici olmakta iken başka bir sınıflandırma sistemine göreyse yıllık ortalama günlük trafik (YOGT) miktarına ve seyahat uzunluğuna göre tanımlama yapılabilmektedir. Bazı kaynaklarda en az 50,000 insanın yaşadığı yerler için kentsel kesim tanımlaması yapılmakta ve bu kesimin dışında kalan bölgeye kırsal kesim denilmektedir. Kentleşmenin olmadığı ya da şehir karakteristiklerine ulaşmamış kırsal nitelikli bu tip yerlerde bulunan yollar ise kırsal yollar olarak tanımlanmaktadır [8,9]. Kırsal yollar, diğer yol tiplerine göre daha az bir taşıt trafiğine sahip olsa da, çoğu ülkede toplam yol ağının genellikle % 50'sinden fazlasını oluşturmaktadırlar ve kırsal bir yol ağı, planlanmış bir şebeke olmaktan ziyade genellikle tarihsel süreç içindeki sosyoekonomik gelişmelere bağlı olarak şekillenmiş bir karaktere sahiptir [15].

Kırsal yollarda araç kullanmak beraberinde kendine has güvenlik sorunlarını da getirmektedir ve kırsal bir yolda kazaya karışma riski, kentsel kesimlere oranla genellikle daha fazladır. Neredeyse % 80'inin yoldan çıkma (tek taşıt), kafa kafaya çarpışma ve kavşakta çarpışma şeklinde meydana geldiği kırsal yol kazaları, başta ölüm olayları olmak üzere genellikle yüksek kaza oranlarına sahiptir. Bununla birlikte kırsal yol ağının oldukça geniş olması, meydana gelen kaza ve ölüm olaylarını geniş bir alana yaymaktadır. Bu durum kırsal yollar üzerinde yapılan analiz ve ilgili güvenlik önlemlerini daha karmaşık ve zor bir hale getirmektedir. Üstelik kırsal yollarda meydana gelen kazalar yaralanma ve ölüm olayları bakımından diğer yollara kıyasla daha şiddetli gerçekleşmektedir ve doğal olarak daha yüksek kaza maliyetleri ortaya çıkmaktadır. Ayrıca kaza sonrası için ilk yardım müdahalesinin gecikme riski, çevredeki hastanelere erişim durumu vs. gibi birtakım dezavantajlardan dolayı, kırsal bir yolda gerçekleşen kazalarda ölüm riski kentsel kesimlere kıyasla çok daha fazla olmaktadır. OECD ülkeleri için yapılan araştırmalar sonucunda kırsal yollar üzerinde meydana gelen kazalarda, yılda 75,000'den fazla insanın hayatını kaybettiği belirtilmekte ve en az 120 milyar euro (135 milyar dolar) değerinde hasarın oluştuğu tahmin edilmektedir [15].

Kırsal yollara özgü başlıca güvenlik problemleri arasında keskin yatay ve düşey kurpların varlığı, yetersiz görüş mesafesi, daralan şerit ve köprü geçişleri, yetersiz sinyalizasyon, karşı yönden gelen trafiğin ayrılması, güvenli bir geçiş için sadece

iki şeridin olması, kavşak kontrollerinin olmaması ya da yetersiz olması, yol kenarının açık bir bölge olması ve yol kenarındaki sabit nesnelerin varlığı gibi hususlar sayılabilir. Ayrıca kırsal yollarda sadece motorlu taşıtların söz konusu olmadığı, birçok farklı ulaşım unsurunun aynı yola dâhil olabilmesi ve erişim ile ilgili herhangi bir kontrolün olmaması da kırsal yollardaki güvenlik konusunu daha kompleks bir hale getirmektedir. Çünkü başta hız konusu olmak üzere, farklı özelliklere sahip birçok taşıtın aynı anda etkileşime girmesi söz konusu olmaktadır ki, trafik davranışını da etkileyen bu unsur kaza çeşitlerinin de artmasına yol açmaktadır [15].

Yukarıda belirtilen kırsal kesime has bu hususlar nedeniyle geçkideki uyumsuzlukların belirginleştiği iki şeritli kırsal yollar, Lamm vd. tarafından detaylı bir şekilde ele alınmış ve yol güvenliğine tehlike teşkil eden unsurlar üç adet kantitatif güvenlik ölçütü (kriteri) temelinde değerlendirilmiştir. Bunlar kısaca aşağıdaki gibi sıralanabilir [6,10]:

- Tasarım uyumu (tutarlılığı) (güvenlik kriteri - ölçüt I) : Yol için uygun görülen tasarım hızı ile sürücünün seyir esnasındaki fiili hızı arasındaki farkın makul sınırlar içinde kalmasını kapsamaktadır. “Sürücünün seyir esnasındaki fiili hızı”, serbest akım koşulları altında otomobillerin %85’inin aşmadığı hıza karşılık gelen değer olarak tanımlanmaktadır.
- İşletme hızı uyumu (tutarlılığı) (güvenlik kriteri - ölçüt II) : Yol boyunca art arda konumlanan her bir tasarım elemanı için (kurp, teğet vs.) geçerli olan % 85’lik dilim içindeki hız (V85) değerleri arasındaki farkın belirli bir limit içinde kalmasını kapsamaktadır.
- Sürüş dinamiği uyumu (tutarlılığı) (güvenlik kriteri - ölçüt III) : % 85’lik dilim içindeki hız (V85) için gerekli olan, gerçek yüzey sürtünme değeri ile tasarım hızı için varsayılan yüzey sürtünme değeri arasındaki uyumu kapsamaktadır.

Söz konusu bu üç madde, yolun güvenlik açısından iyi (güvenli), orta (tolare edilebilir) ve kötü (tehlikeli) olarak sınıflandırılmasına göre yapılacak uygulamalar açısından tasarım mühendisine yol göstermektedir. Ancak bundan önce konunun daha iyi anlaşılması için tanımlanması gereken birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı, tasarım hızı, %85’lik dilim içinde kalan hız gibi bazı

terimlerin ve tasarım – hız – güvenlik arasındaki kavramsal ilişkilerin açıklanması gerekmektedir.

4.1.1 Birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı (curvature change rate of single circular curve with transition curves)

A.B.D., Almanya, İtalya ve Yunanistan’da günlük trafik hacmi 1000 ile 12000 arasında değişen iki şeritli kırsal yollar üzerinde yapılan araştırmalar kapsamında, tasarım parametreleri (eğrilik değişim oranı, kurp uzunluğu, dever miktarı, şerit genişliği, banket genişliği, görüş uzunluğu, boyuna eğim vs.) içinde, işletme hızı ve kaza oranlarının belirlenmesinde en etkili faktör “birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı” (Curvature Change Rate of Single Circular Curve with Transition Curves – CCR_s) olarak gösterilmektedir. Kurp eğriliği ile kurp uzunluğu arasındaki ilişkiyi niteleyen bu oran, regresyon modelleri içinde diğer tasarım değişkenlerine göre %95’lik bir güvenilirliğe sahiptir [10].

Birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı, aşağıda verilen denklem (4.1) yardımıyla tespit edilmektedir [10]:

$$CCR_s = \frac{\left(\frac{L_{Cl1}}{2R} + \frac{L_{Cr}}{R} + \frac{L_{Cl2}}{2R} \right)}{L} * \frac{200}{\pi} * 10^3 = \frac{\left(\frac{L_{Cl1}}{2R} + \frac{L_{Cr}}{R} + \frac{L_{Cl2}}{2R} \right)}{L} * 63700 \quad (4.1)$$

Burada;

CCR_s = birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı (gon/km),

L = L_{cr} + L_{cl1} + L_{cl2} = toplam kurp uzunluğu (m),

L_{cr} = dairesel kurbanın uzunluğu (m),

R = dairesel kurbanın yarıçapı (m),

L_{cl1}, L_{cl2} = klotoid uzunluğu (dairesele kurbadan önceki ve sonraki) (m),

63700 = (200/π) * 10³ = çevirme faktörüdür.

(Gon, Avrupa şartnamesine göre daire çevresinin 360 derece yerine 400 dereceye bölünmesiyle elde edilen birim olarak tanımlanmaktadır [11].)

Söz konusu birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı değeri hesaplanırken aslında hedeflenen amaç, kurp kesimini oluşturan eğri parçalarının toplam açısıl değerinin toplam kurp uzunluğuna olan oranını bulmaktır. Böylelikle

birim uzunluk başına düşen kurp eğriliğindeki ortalama değişimi bulmak mümkün olmaktadır. Başka bir ifadeyle yukarıdaki denklemi aşağıdaki gibi şekillendirmek mümkündür:

$$CCR_s = \frac{|\gamma|}{L} * \frac{200}{\pi} * 10^3 = \frac{|\gamma|}{L} * 63700 \quad (4.2)$$

Burada;

γ = kurbanın açısal eğimi (derece),

L = toplam kurp uzunluğu (m) olarak belirtilmektedir.

Esasında bu kavram, eğrilik değişim oranı (CCR) olarak genel bir biçimde de kullanılabilmesine karşılık, kurp elemanını bir bütün halinde, tek parça olarak ele alması nedeniyle eğrilik değişim oranı (CCR) yerine birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı (CCR_s) terimi tercih edilmektedir. Çünkü buradaki hedef, eğrilikte birim uzunluk başına meydana gelen değişimin saptanmasıdır ve bu parametre ile kurbanın birleştirme eğrileri ya da birleşik olduğu diğer kurplar da değerlendirilmektedir.

Benzer şekilde eğrilik değişim oranı (CCR) ve birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı (CCR_s) gibi kurp eğriliğini niteleyen bir başka kavram da kurp derecesidir (DC – Degree of Curve). Bu parametre, yalnızca dairesel kurbanın kendisiyle ilgilidir ve önce ve/veya sonra gelen birleştirme eğrilerini göz önüne almamaktadır. Böylece bu terime bağlı olarak ilişkilendirilecek sürücü davranışı ve kaza etkileri üzerindeki olası geometrik etkiler yeterince değerlendirmeye katılamayacaktır [11].

Sonuç olarak, birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı (CCR_s), her bir tasarım elemanının, sürücü davranışı üzerindeki etkilerini ayrı ayrı göz önüne alması nedeniyle, yol tasarımcısının mikroskobik bir geçki uygunluk analizi yapmasına olanak verir ve bu yüzden de daha güvenli bir yol geçkisi elde edilmesini sağlar [11].

4.1.2 Tasarım hızı (design speed)

Tasarım uyumsuzluğunun öznelerinden biri olan geometrik tasarım standartları, 1930’lardan günümüze kadar kullanılmakta olan tasarım hızı konsepti çerçevesinde tespit edilmektedir. Özellikle yatay bir kurp üzerinde sabit hızlı bir taşıta ait merkezci ve merkezkaç dinamikler üzerinden değerlendirilen bu yaklaşımın esas kaynağı, geometrik tasarım standartları üzerinde en belirleyici parametre olarak kullanılan tasarım hızıdır [7].

Tasarım hızı (V_d), yolun, tasarımıyla ilgili birçok geometrik özelliğini belirlemek amacıyla seçilen hızdır. Bu açıdan tasarım hızı, yolun bulunduğu topografyaya, beklenen işletme hızına ve yolun fonksiyonel sınıflandırmasına göre tutarlı olmalıdır. Dolayısıyla yol güvenliğinin, hareketliliğin (mobilizasyonun) ve verimliliğin çevresel, ekonomik, estetik, sosyal ve politik unsurlar altında optimizasyonu ön plana çıkmaktadır [29]. Başka bir ifadeyle tasarım hızı (V_d), varsayılan yol ağı fonksiyonuna ve istenilen trafik akım kalitesine bağlı olarak şekillenen çevresel ve ekonomik koşullara göre belirlenmektedir [11, 48, 49]. Öte yandan geçkiye ait söz konusu bu tasarım hızı; genel ya da lokal olarak geçerli olan maksimum hız limitine, yani izin verilebilir hız (V_{perm}) değerine, eşit ya da daha yüksek olan hızı temsil etmektedir [48].

18 ülkedeki tasarım hızı uygulamalarını kapsayacak şekilde yapılan geniş tabanlı bir araştırmada, tasarım hızı ile ilgili bazı tanımlamalar yapılmıştır. Bunlar arasında en çok kullanılan tasarım hızı kavramlarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür [49]:

- Sürücünün yapabileceği en yüksek ya da maksimum hız değeri
- Sürücünün güvenli ve konforlu bir biçimde seyahat edebileceği hız değeri
- Geometrik özelliklerin etkilediği hız değeri

RTAC’nin (Roads and Transportation Association of Canada) 1987 yılında yayınladığı standartlar çerçevesinde, tasarım hızını “her bir taşıtın yol üzerinde güvenle ve sürekli olarak seyredebileceği en yüksek hız” olarak tanımlanmaktadır. Burada normal (olumlu) hava koşullarının ve düşük trafik yoğunluğunun geçerli olduğu şartlar altındayken yolun geometrik özelliklerine bağlı olarak belirlenen en güvenli hız söz konusudur. 1954 yılından 2000 yılına kadar, AASHO (American Association of State Highway Official) tarafından yapılan tasarım hızı tanımlaması

ise “yolun belirli bir kesimi boyunca geçerli olan maksimum güvenli hız” olarak yapılmaktaydı. Karayolu tasarım özelliklerine bağlı olarak yapılan bu varsayım, aynı zamanda bölgenin arazi yapısı ve yol tipi ile de tutarlılık taşımaktadır [49].

Yani proje aşamasında seçilen tasarım hızı; sürücü davranışına, arazi yapısına, tahmin edilen işletme hızına, yol sınıflandırmasına, yolun içinde bulunduğu kırsal veya kentsel kesime ait karakteristiksel özelliklere bağlı olduğu kadar yolun görüş alanını da etkileyen çevresel koşullara, trafik karakteristiklerine (trafik hacmi, taşıt kompozisyonu ve kuyruk uzunluğu), hız dağılımına ve % 85’lik dilim içinde kalan hız değerlerine de bağlıdır [49].

Konu genel olarak ele alındığında tasarım hızının, istenen yol sınıfına bağlı olarak düzenlenmiş standartlara göre saptandığını söylemek mümkündür [11]. Yeni yapılan bir yol için fonksiyonel sınıflandırması ile beraber tavsiye edilen tasarım hızı değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir [10]. Ayrıca “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets” (AASHTO, 2001) kitabında belirlenen standartlara göre çeşitli trafik hacimlerine bağlı olarak değişen minimum tasarım hızı aralıkları da Çizelge 4.2’de verilmiştir [29].

Çizelge 4.1: Kategorilerine göre yolların sınıflandırılması ve tavsiye edilen tasarım hızları (Değerler birçok ülke için geçerlidir.) [10].

Yol Sınıfı	Tasarım ve İşletme Özellikleri											
	Taşıt Türü	Şerit Sayısı	Kavşak Geçişleri	Tasarım Hızı V _d (km/sa)								
A I Eyaletler arası yollar	Taşıt	Çok şeritli	Kontrollü	130	120	110						
	Taşıt	2 şeritli	Serbest-kontrollü				100	90	80			
A II Bölgeler arası yollar	Taşıt	Çok şeritli	Serbest-kontrollü		120	110	100	90	80			
	Hepsi	2 ya da 2+1 şeritli	Serbest				100	90	80	70		
A III Şehirler arası yollar	Taşıt	Çok şeritli	Serbest-kontrollü					90	80	70		
	Hepsi	2 şeritli	Serbest					90	80	70	60	
A IV Yerel yollar	Hepsi	2 şeritli	Serbest						80	70	60	50
A V Tali bağlantılar	Hepsi	2 şeritli	Serbest							70	60	50

Çizelge 4.2: Çeşitli yol ve arazi tipine bağlı olarak değişen minimum tasarım hızları [29].

Yol Tipi	Arazi Tipi	Kırsal Kesim İçin Geçerli Olan Minimum Tasarım Hızı (km/sa)	Kentsel Kesim İçin Geçerli Olan Minimum Tasarım Hızı (km/sa)
Otoyol - Çevre yolu (Freeway)	Düz	110	80
	Engebeli	110	80
	Dağlık	80 – 100	80
Ana yol (Arterial)	Düz	100 – 120	50 – 100
	Engebeli	80 – 100	50 – 100
	Dağlık	60 – 80	50 – 100
Toplayıcı yol (Collector)	Düz	60 – 100	50
	Engebeli	50 – 80	50
	Dağlık	30 – 60	50
Yerel yol (Local)	Düz	50 – 80	30 – 50
	Engebeli	30 – 60	30 – 50
	Dağlık	30 – 50	30 – 50

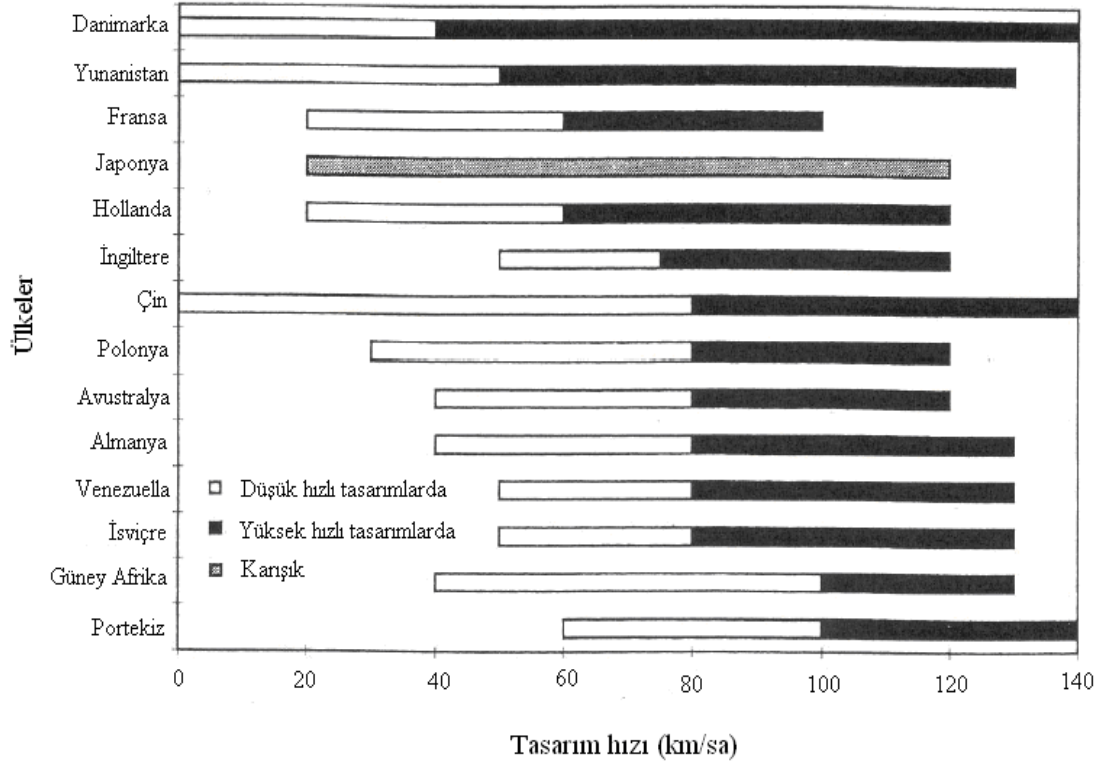
Türkiye’de belirlenen standartlar çerçevesinde, yol sınıflarına göre belirlenen tasarım hızları ise aşağıda verilen Çizelge 4.3’te gösterilmektedir [34].

Çizelge 4.3: Türkiye standartlarına ait tasarım hızları [34].

Karayolu geometrik sınıflandırması			Tasarım hızları (km/sa)					
			Düz		Dalgalı		Dağlık	
Kent dışı (kırsal) yollar	Çok şeritli yollar		100	90	90	80	80	60
	İki şeritli yollar	1. sınıf	100	80	80	70	70	60
		2. sınıf	80	70	70	60	60	40
		3. sınıf	70	60	60	50	50	30
		4. sınıf	50	40	40	30	30	20
Kentsel yollar (kent geçişleri)	Çevre yolları	Çok şeritli	100	60	80	60	80	60
		İki şeritli	90	60	80	60	60	50
	Kent içinden geçen yollar	Çok şeritli	80	60	70	50	60	40
		İki şeritli	70	50	60	30	60	30

Yukarıda verilen bu çizelgelerden de açıkça anlaşılabileceği gibi çevre yolları ve ana yollar gibi fonksiyonel yollarda; güvenlik, hareketlilik ve verimlilik kıstasları altında ekonomik ve estetik unsurlar göz önünde tutularak, mümkün mertebe en yüksek tasarım hızı hedeflenmektedir. Kent merkezlerinde bulunan yerel yollarda ise daha çok trafiği kontrol amaçlı bir hız politikası yürütülmektedir [49].

Esasında her ülke tasarım sürecini, sahip olduğu standartlara göre belirlerken, bazı ülkeler de tasarım hızını düşük hızlı geçki ve yüksek hızlı geçki niteliklerine bağlı olarak ayırmaktadır [42]. NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities) tarafından yapılan tanımlamaya göre tasarım hızının 100 km/sa değerinden fazla olduğu geçkiler yüksek hızlı, 90 km/sa değerinden daha az olan tasarım hızına sahip geçkiler ise düşük hızlı olarak adlandırılmıştır. Böylece öngörülen işletme hızı (% 85’lik dilim içinde kalan hız) ve tasarım hızı arasında sağlıklı bir ilişki kurulmasına da öncülük edilmiştir. Bununla ilgili olarak 1995 yılında Polus vd. tarafından yapılan araştırmalara göre Şekil 4.1’de verilen çeşitli ülkelere ait tasarım hızı aralıklarını gösteren bir grafik elde edilmiştir [49].



Şekil 4.1: Çeşitli ülkeler için tasarım hızı aralıkları [49].

Minimum kurp yarıçapı, maksimum teğet uzunluğu, minimum klotoid parametreleri, maksimum boyuna eğim ve düşey kurp parametreleri gibi birçok tasarım parametresi için limit değerler ve standartlar, tasarım hızına göre tarif edilmektedir [10, 11, 48, 49]. Dolayısıyla tasarım hızı; trafik güvenliği, maliyet, trafik akımı başta olmak üzere yolun birçok vasfı üzerinde etkili olmaktadır ve güçlü bir geçki oluşturabilmek için vazgeçilmez bir parametredir. Ayrıca, karayolu geometrik tasarımı kapsamında güvenlik ölçütü I ile ilgili olarak da tasarım hızı esas alınmaktadır.

Burada dikkat edilmesi gereken nokta, tasarım hızının yeni yapılan bir proje için ele alınmakta olduğudur. Dolayısıyla mevcut (eski) bir yol için yapılan çalışmalarda tasarım hızı genellikle bilinmemektedir. Bu durum, özellikle yüzey iyileştirmesi, restorasyon ve rehabilitasyon çalışmaları (Resurfacing, Restoration, Rehabilitation – RRR) ya da yeniden yapılan tasarımlar (redesign) kapsamında söz konusu olmaktadır. Ortaya çıkan bu tip sorunlar karşısında sağlıklı bir tasarım hızı tahmini yapabilmek için yeni bir süreç geliştirilmiştir. Yerinde yapılan incelemeler sonucunda tespit edilen fiili (gerçek) sürüş davranışına bağlı bir tasarım hızının tespit edilmesine olanak sağlayan bu yöntem sonraki bölümlerde detaylı olarak ele alınacaktır.

4.1.3 %85'lik dilim içinde kalan hız (85th percentile speed)

İşletme hızı için, tahmin edilen sürüş (sürücü) davranışı dikkate alınırken genellikle %85'lik dilim içindeki hız (V85) tanımlaması yapılır ve temiz, ıslak bir yol yüzeyi ile geçki özellikleri tarafından sınırlandırılmamış serbest akım koşulları altında, otomobillerin %85'inin aşmadığı hıza karşılık gelmektedir [10, 11, 48]. Kurplarda verilen dever eğimi, duruş görüş uzunluğu ve geçiş görüş uzunluğu gibi tasarım parametreleri üzerinde etkili olan %85'lik dilim içindeki hız (V85), yol geometrisine bağlı olarak değişmektedir ve güvenlik değerlendirmesi çerçevesinde güvenlik ölçütü I ve güvenlik ölçütü III için esas alınmaktadır.

Genel varsayıma göre, sürücü seyir halindeyken, yol koşullarına da bağlı olarak, uygun işletme hızını tespit edebilecek, başka bir deyişle uygun işletme hızının kararını verebilecek kapasitededir. Buna istinaden yapılan pek çok araştırma, % 85'lik dilim içindeki hız ve birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı arasında kuvvetli bir ilişki bulunduğunu göstermektedir. Nitekim % 85'lik dilim içindeki hız olarak adlandırılan bu işletme hızı parametresi de formülasyon olarak eğrilik değişim oranına doğrudan bağlıdır. Bu konu sonraki bölümlerde daha detaylı olarak ele alınacaktır.

4.2 Tasarım, Hız Ve Güvenlik

Buraya kadar önemli terim ve kavramlarla ilgili ön bilgi verilmiş olup bundan sonra konuya yol güvenliği ve güvenlik ölçütleri anlamında yeni bir ufuk kazandıracak tasarım – güvenlik ve tasarım – hız ilişkileri incelenecektir.

4.2.1 Tasarım ve güvenlik

Tasarım tutarlılığının önemini ve yol güvenliğine olan katkısını daha iyi anlamak için sürücü, taşıt ve yol arasında oluşan etkileşimin dikkatli bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda gerçek kaza koşulları karşısında daha sağlıklı bir bakış açısı elde edebilmek amacıyla A.B.D. ve Almanya'da yapılan geniş kapsamlı beş adet araştırma ile birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı, farklı bir sınıflandırma çerçevesinde tekrar düzenlenmiştir. $DC = 100 \times (360 / 2\pi R)$ formülüyle hesaplanan ve Amerikan standartları arasında önemli bir parametre olan eğrilik derecesi (DC) de göz önüne alınarak, ortalama kaza oranlarına göre, 180 –

360 – 550 gon/km değerlerinin limit değerlerini oluşturduğu, CCR_S sınıfları belirlenmiştir. Kaza oranı ile eğrilik değişimi arasında doğru bir orantının tespit edildiği bu çalışma sonucunda dört farklı güvenlik değerlendirmesi yapılmıştır [10]:

1. Yatay geçki üzerinde keskin olmayan eğrilik değişimlerinin düşük bir kaza riski taşıdığı tespit edilmiştir ve 180 gon/km değerine kadar olan CCR_S değerine sahip tasarım ($R_{min} = 350$ m) “iyi” olarak sınıflandırılmıştır.
2. CCR_S değeri 180 – 360 gon/km arasında değişen bir aralıkta ise ($175m < R < 350m$) iyi olarak derecelendirilmiş bir tasarıma nazaran ortalama kaza oranının 2 – 3 kat daha fazla arttığı tespit edilmiştir ve tasarım, “orta” (tolare edilebilir) olarak sınıflandırılmıştır.
3. CCR_S değeri 360 – 550 gon/km arasında değişen bir aralıkta ise iyi olarak derecelendirilmiş bir tasarıma nazaran ortalama kaza oranının 4 – 5 kat daha fazla arttığı tespit edilmiştir ve tasarım, “kötü” olarak sınıflandırılmıştır.
4. CCR_S değerinin 550 gon/km değerinden fazla olduğu durumlarda ise ortalama kaza oranının çok daha fazla arttığı tespit edilmiştir.

CCR_S sınıflandırması ile kaza oranları arasında kurulan bu ilişki, araştırmanın bir diğer ayağı olan kaza maliyet oranlarının karşılaştırılması ile de güçlendirilmiştir ve sonuç olarak CCR_S aralıkları ya da bunlara bağlı olarak geliştirilen tasarım sınıfları ile kaza riski ve şiddeti arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu kanıtlanmıştır [10].

Sonuç olarak yapılan bu tespitler ile geçki tasarımında kullanılan tasarım tutarlılığı (güvenlik ölçütü I), işletme hızı tutarlılığı (güvenlik ölçütü II) ve sürüş dinamiği tutarlılığı (güvenlik ölçütü III) kapsamında ele alınan güvenlik kriterleri için temel oluşturulmaktadır. Böylece tasarım ve güvenlik bağlantısı normalden farklı bir ilişki içinde değerlendirilmektedir.

4.2.2 Tasarım ve hız

OECD ülkeleri tarafından yayınlanan bir rapora göre özellikle kırsal yollarda meydana gelen kazalarda hız faktörü anahtar bir rol üstlenmektedir. Ancak aktüel olan gerçek hız miktarı ile tasarlanan hız miktarı arasındaki farklılık, tarihsel orijinden çevresel koşullara kadar kırsal kesime has olan karakteristik özellikler nedeniyle tutarlı bir düzleme oturtulamamaktadır [15,49]. Bu nedenle karayolu geometrik tasarımı ve hız kapsamında, ilgili araştırma ve literatür incelemelerinde,

tasarım hızı ve işletme hızı olarak iki farklı terim kullanılmaktadır. Tasarım hızı, 1930'lardan beri başta A.B.D. ve Almanya olmak üzere birçok ülkede, yatayda ve düşeyde geçki elemanları üzerinde etkili bir kontrol unsuru olmakla beraber daha önce de belirtildiği gibi eğim miktarı, yatay ve düşey kurp gibi tasarım parametrelerinin saptanması aşamasında belirleyici olmaktadır [42].

İşletme hızı ise seyir esnasında söz konusu olan aktüel hız miktarıdır [10]. A.B.D. standartlarında yapılan işletme hızı tanımına göre, "sürücülerin taşıtlarını, serbest akım koşullarında iken kullandıkları hızla işletme hızı denmektedir" şeklinde yapmıştır. Söz konusu bu hız dağılımının % 85'lik kısmı, genellikle istatistiksel anlamda, yolun belirli bir kesimine ve/veya geometrik özelliklerine de bağlı olacak şekilde tespit edilen işletme hızı olarak kullanılmaktadır [49]. Bu bağlamda en çok sürücü, çevre, taşıt ve yol ile ilgili unsurlar tarafından etkilenmekte olan işletme hızı, genellikle %85'lik dilim içindeki hız olarak ifade edilmekte ve görüş mesafesi, tepe düşey kurp, dever miktarı gibi ilgili tasarım parametreleri üzerinde etkili olmaktadır.

Tasarım hızı, özellikle A.B.D. standartlarında, herhangi bir yol kesiminin tasarımı için belirleyici bir nitelik taşısa da, son zamanlarda bazı tasarımcılar tarafından yapılan çalışmalarda bu durum, göz ardı edilmektedir. Bunun ana nedenlerinden biri, gerçek ile teorik hızlar arasında oluşan uyumsuzluklardır.

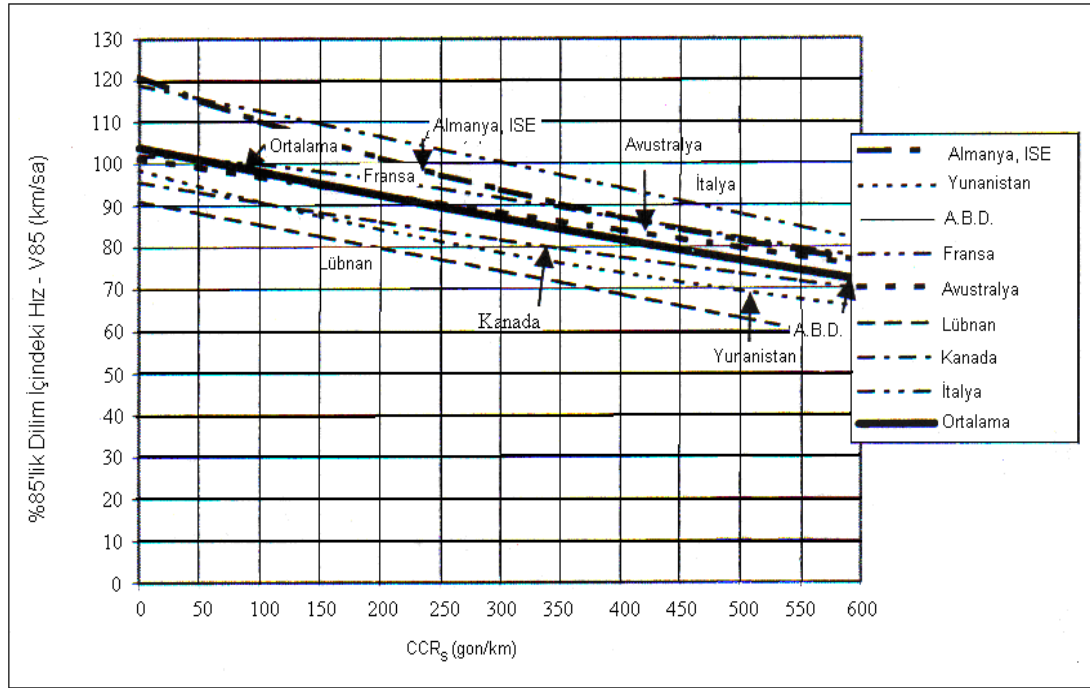
Tasarım hızı konseptinin en büyük zaafı olarak tanımlanabilecek bu durum, esasında ilkesel bir problem olup, kabul edilen tasarım hızının izin verilebilir maksimum hızla tekabül etmemesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu yöntem, minimum parametrelerin seçilmesini teşvik etmesine rağmen bir güvenlik limiti kullanılmadığından tasarımcıların sürekli olarak sınır değerleri tercih etmesine yol açmaktadır [7].

Yapılan araştırmalar da yukarıda bahsedilen bu saptamaları destekler niteliktedir. Polus vd. (1998), tasarım hızı ile ilgili AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) standartları üzerinde yaptıkları çalışmalarda, söz konusu standartların minimum durum için geçerli olduğunu, dolayısıyla sürücü tarafından talep edilen hızın karşılanamadığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Krammes (2000) tarafından yine AASHTO standartlarıyla ilgili yapılan bir çalışmada, engebeli anayollar ile düz ve engebeli toplayıcı yollar için belirlenen tasarım hızı standartlarının, sürücü taleplerini karşılamadığı belirtilmiştir. Fitzpatrick

ve Carlson, 2002 yılında yaptıkları bir çalışma ile söz konusu bu araştırmaları ileri götürmüş ve yasal hız limiti, tahmin edilen işletme hızı ve arazi yapısı ile ilgili parametreleri, söz konusu bu uyumsuzlukların başlıca nedenleri olarak sıralamışlardır [42].

Bu yüzden güvenilir bir yatay geçki elde etmek amacıyla yıllardır kullanılan bir parametre olan tasarım hızı, bazı durumlarda tasarımla ilgili tutarsızlıklara neden olabilmektedir. Özellikle iki şeritli kırsal yollarda olmak üzere, düşük veya orta tasarım hızına sahip bir karayolu için eğimli kesimler arasında yer alan görece daha düz bölümlere sahip alinymanlar, işletme hızının tasarım hızını ciddi boyutlarda aşmasına neden olmaktadır [10]. Ottesen ve Krammes tarafından 2000 yılında yapılan araştırmalar, bu ilişkiyi desteklemektedir. Söz konusu çalışmaya göre, engebeli olan teğet kesimlere nazaran düz olan teğet kesimlerde daha yüksek bir işletme hızının geçerli olduğu ve kurp eğriliği, kurp uzunluğu ve kurbanın sapma açısının ($\text{kurp eğriliği} \times \text{kurp uzunluğu}$) da bu konuda etkili olduğu belirtilmiştir [42].

Bu bağlamda yapılan araştırma ve çalışmalarda, %85'lik dilim içindeki hız (V85) olarak tanımlanan işletme hızı ile önceki konularda ele alınan "birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı" arasında bir regresyon ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Farklı ülkeleri kapsayacak şekilde yapılan pek çok incelemeden elde edilen bu sonuçlar ve buna paralel olarak kurulan denklemsel ilişkiler aşağıda verilen Şekil 4.2'de ve Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Bu veriler ışığında açıkça görülmektedir ki CCR_S değeri arttıkça %85'lik dilim içindeki hız (V85) değeri düşmektedir [10].



Şekil 4.2: Çeşitli ülkeler için iki şeritli kırsal yollara ait işletme hızları (boyuna eğim, $G \leq \%6$) [10].

Çizelge 4.4: Çeşitli ülkeler için kurulan regresyon modelleri kapsamında iki şeritli kırsal yollara ait işletme hızları [10,48].

Almanya, ISE (Lamm vd.) – Hız Limiti = 100 km/sa $V85 = 10^6 / (8270 + 8,01 \cdot CCR_S)$	(4.3.a)
Yunanistan (Psarianos vd.) – Hız Limiti = 90 (100) km/sa $V85 = 10^6 / (10150,1 + 8,529 \cdot CCR_S)$	(4.3.b)
A.B.D. (Krammes ve Ottesen) – Hız Limiti = 90 km/sa $V85 = 103,4 - 0,053 \cdot CCR_S$	(4.3.c)
Fransa – Hız Limiti = 90 km/sa $V85 = 102 / [1 + 346 \cdot (CCR_S / 63,700)^{1,5}]$	(4.3.d)
Avustralya (McLean) – Hız Limiti = 90 km/sa $V85 = 101,2 - 0,043 \cdot CCR_S$	(4.3.e)
Lübnan – Hız Limiti = 80 km/sa $V85 = 91,03 - 0,056 \cdot CCR_S$	(4.3.f)
Kanada – Hız Limiti = 90 km/sa $V85 = e^{(4,561 - 5,27 \cdot 10^{-4} \cdot CCR_S)}$	(4.3.g)
İtalya – Hız Limiti = 90 km/sa $V85 = 118,9 - 0,062 \cdot CCR_S$	(4.3.h)

Eğer işletme hızının tespiti için ülke standartları geliştirilmemişse, yolun boyuna eğimine bağlı olarak birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı (CCR_S) ile %85’lik dilim içindeki hız (V_{85}) arasında genel-geçer bir bağıntı kurulabilir. “Highway Design and Traffic Safety Engineering Book” kitabına ve yapılan bazı araştırmalara bağlı olarak geliştirilen bu eşitlikler aşağıdaki gibidir [10,48]:

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olan ve CCR_S değeri 0–1600 gon/km arasında olan kesimler için V_{85} değerinin belirlenmesi:

$$V_{85} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot CCR_S^2 - 0,071 \cdot CCR_S \quad (4.4)$$

Boyuna eğimi $G > \%6$ olan ve CCR_S değeri 0–1600 gon/km arasında olan kesimler için V_{85} değerinin belirlenmesi:

$$V_{85} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot CCR_S^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot CCR_S^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot CCR_S \quad (4.5)$$

NOT: $CCR_S = 1600$ gon/km değeri limit bir değerdir ve yaklaşık olarak $R = 40$ m olan bir kurbaya karşılık gelir. Bundan daha küçük bir kurp yarıçapına sahip kesimlerde yapılan güvenlik değerlendirmesi, özellikle güvenlik kriteri I ve III için, sağlıklı sonuçlar vermez [10,48].

Burada dikkat edilmesi gereken bir husus, daha önce de bahsedildiği gibi mevcut (eski) bir karayolu için tasarım hızının genellikle bilinmemesidir. Böyle bir durumda, tasarım hızı ile işletme hızı arasında varsayımsal bir ilişkinin söz konusu olması nedeniyle, ortalama bir % 85’lik dilim içinde kalan hız için, takriben tasarım hızına eşit olduğu ($\bar{V}_{85} \approx V_d$) kabul edilerek konuya yeni bir yaklaşım getirilmiştir.

Ancak bu konuyla ilgili pek çok standart bulunmasına rağmen, özellikle Almanya’da yapılan çalışmalar kapsamında, mevcut yolların tam olarak düşünülen tasarım hızına göre yapılmadığı ortaya çıkmıştır. Böylece yol fonksiyonu, trafik akım kalitesi, tasarım hızı ve %85’lik dilim içindeki hız arasındaki uyumu sağlamak amacıyla yapılan yüzey iyileştirmeleri, restorasyon ve rehabilitasyon çalışmaları (Resurfacing, Restoration, Rehabilitation – RRR) veya yeniden yapılan tasarım çalışmaları (redesign) kapsamında çoğunlukla ekonomik, çevresel ve güvenlik ile ilgili birtakım eksiklikler ve yetersizlikler söz konusu olmaktadır. Bu yüzden mevcut (eski) bir karayolu için daha sağlıklı bir tasarım hızı prosedürü arayışına girilmiştir.

Bu bağlamda mevcut bir geçki üzerinde yaklaşık olarak belirlenecek ortalama bir birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı ($\emptyset CCR_S$), tasarım hızı üzerinde doğrudan etkili bir parametre olarak ele alınmış ve buna göre işletme hızı değerlendirmesi yapılmıştır. Teğet kesimler ihmal edilerek her bir kurp elemanı için bulunan ortalama CCR_{Si} değerlerinin yolun toplam uzunluğuna oranlanması şeklinde hesaplanan $\emptyset CCR_S$ değeri, aşağıdaki denklem yardımıyla tespit edilmektedir [10]:

$$\emptyset CCR_S = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (CCR_{Si} * L_i)}{\sum_{i=1}^{i=n} L_i} \quad (4.6)$$

Burada;

$\emptyset CCR_S$ = yolun gözlemlenen kesimi için ortalama birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı (gon/km), (teğet kesimler ihmal edilmiştir)

CCR_{Si} = i kurp elemanı için birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı (gon/km)

L_i = i kurp elemanı uzunluğu (m) olarak alınmıştır.

Bulunan bu $\emptyset CCR_S$ değeri, (4.4) ve (4.5) numaralı denklemlere bağlı olarak kurulacak regresyon modelleri üzerinde, ortalama bir %85'lik dilim içindeki hız ($\emptyset V_{85}$) tayini için kullanılabilmekte ve böylece $\emptyset V_{85} \approx V_d$ varsayımı sağlanabilmektedir. Söz konusu bu $\emptyset V_{85}$ değeri, yarıçapı büyük kurplarda ya da bağımsız teğetlerde limitleri oldukça zorlarken, yarıçapı küçük kurplarda da yeterli değeri sağlayamayacaktır. Ancak yine de makul bir tasarım hızı elde edilmesi için uygun bir parametre olacaktır ve özellikle yüzey iyileştirmesi, restorasyon ve rehabilitasyon çalışmaları (Resurfacing, Restoration, Rehabilitation – RRR) veya yeniden tasarım çalışmaları (redesign) kapsamında uygulanabilir bir değişken olarak değerlendirilmektedir.

Özellikle Şekil 4.2 ve Çizelge 4.4'teki veriler başta olmak üzere yukarıda elde edilen bu bulgular yardımıyla, yapılan araştırmalar kapsamında işletme hızına (V_{85}) bağlı olarak güvenlik sınırları belirlenmiştir. Buna göre; 180 – 200 gon/km arasında değişen CCR_S değerlerine sahip kurp – kurp veya teğet – kurp birleşimleri için, her bir elemana ait V_{85} değerleri arasındaki farkın en az 10 km/sa olduğu, CCR_S değerlerinin 360 – 400 gon/km aralığında olması durumundaysa söz konusu farkın en

az 20 km/sa olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu tespitler ışığında işletme hızı tutarlılığının değerlendirilmesi için Çizelge 4.5'teki gibi bir sınıflandırma geliştirilmiştir [7,10].

Çizelge 4.5: Güvenlik ve işletme hızı tutarlılığı kapsamında sistem sınıflandırması [10].

İşletim Hızı Tutarlılığına Göre Güvenlik Değerlendirmesi		
Durum 1: İyi	Durum 2: Orta	Durum 3: Kötü
(İzin verilebilir) $ CCR_{si} - CCR_{si+1} \leq 180$ $ V85_i - V85_{i+1} \leq 10$	(Tolare edilebilir) $180 < CCR_{si} - CCR_{si+1} \leq 360$ $10 < V85_i - V85_{i+1} \leq 20$	(İzin verilemez) $ CCR_{si} - CCR_{si+1} > 360$ $ V85_i - V85_{i+1} > 20$

Burada;

CCR_{si} = i elemanı için CCR_s değeri (gon/km)

CCR_{si+1} = i+1 elemanı için CCR_s değeri (gon/km)

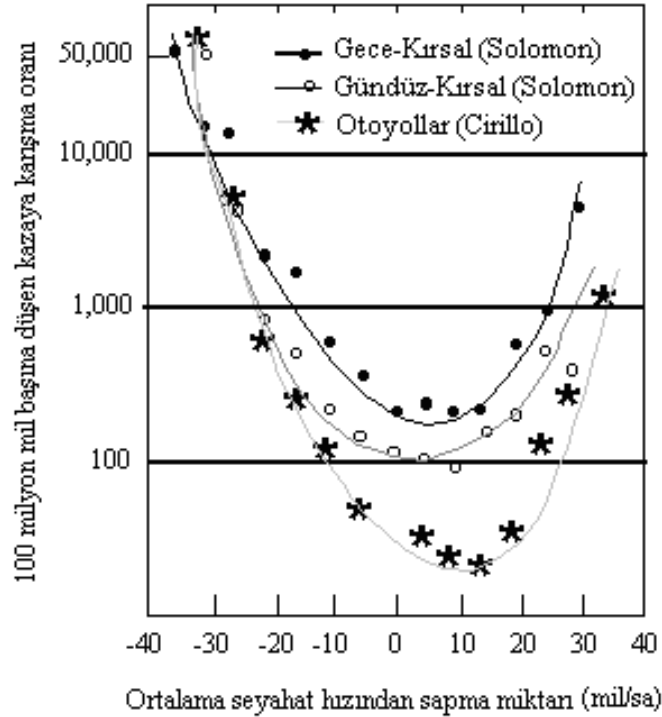
$V85_i$ = i elemanı için %85'lik dilim içindeki hız, V85 değeri (km/sa)

$V85_{i+1}$ = i+1 elemanı için %85'lik dilim içindeki hız, V85 değeri (km/sa) olarak alınmaktadır.

Bu sınıflandırma kapsamında, eğer peş peşe gelen iki tasarım elemanı arasında $\Delta V85 \leq 10$ km/sa limit değerleri gözleniyorsa düşük kaza riski taşıyan iyi bir tasarım söz konusu olmaktadır. Böyle bir karayolu için yatay geçki üzerinde tutarlılık hâkimdir ve herhangi bir düzenleme ya da düzeltme çalışmasına gerek kalmamaktadır. Eğer hız farklılıkları arasında $10 \text{ km/sa} < \Delta V85 \leq 20 \text{ km/sa}$ şeklinde bir ilişki varsa iyi bir tasarıma nazaran daha yüksek kaza riski taşıyan orta seviyede (tolare edilebilir) bir tasarım tarif edilir. Bu kategoriye giren bir yol için, peş peşe gelen tasarım elemanları arasında en azından geometrik birtakım uyumsuzluklar mevcuttur ve güvenlikle ilgili spesifik bir problem olmadığı sürece bazı hız düzenlemeleri ile trafik uyarı sistemleri kullanılarak telafi edilmesi mümkündür. Son olarak söz konusu hız farklılıkları için $\Delta V85 < 20 \text{ km/sa}$ şeklinde bir ilişki varsa tasarım kötü olarak değerlendirilir ve yüksek kaza oranları bulunmaktadır. Bu tip yollarda, yatay geçki üzerinde peş peşe gelen elemanlar arasında geometrik tasarım ile ilgili ciddi uyumsuzluklar görülmektedir. Tasarımdaki bu tutarsızlıklar hız profilindeki ani değişimlerle birlikte

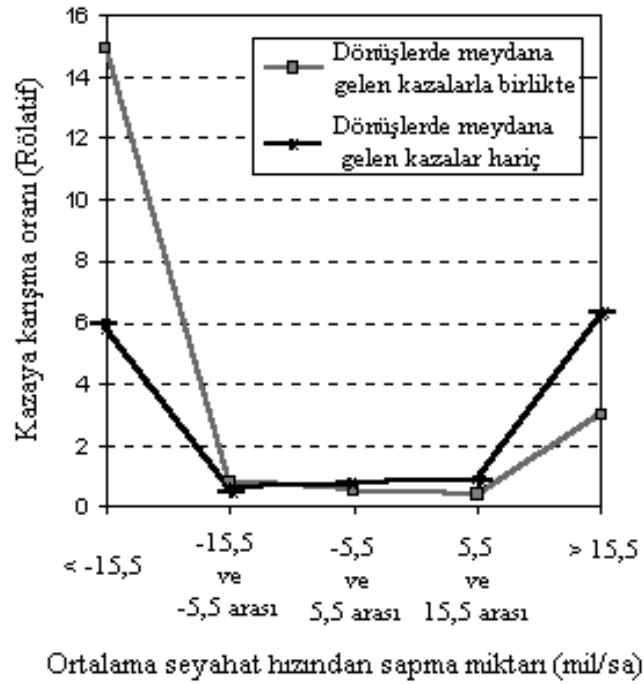
kaza frekans ve şiddetinde ciddi artışlara, dolayısıyla da ekonomi ve güvenlik açısından olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu koşullar altında genellikle yeniden tasarım yapılması tavsiye edilmektedir [10].

Tasarım ve hız kapsamında, CCR_{Si} ve V85 ilişkisi dışında bir diğer önemli ilişki de işletme hızı ile taşıt hızı arasındaki farklılıklar ve bunun kaza oranları üzerindeki etkisidir. Bu konuyla ilgili pek çok çalışma bulunmakla birlikte Solomon'un çalışması (1964) literatürde önemli bir yer tutmaktadır. Solomon tarafından yürütülen bu kapsamlı çalışmada kırsal yollarda meydana gelen 10,000 adet kaza üzerinde incelemeler yapılmış ve taşıt hızı ile meydana gelen kazalar arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu çalışmayı kendi alanında referans bir çalışma haline getiren ve benzer çalışmalardan ayıran en önemli özellik ise Şekil 4.3'te de gösterildiği gibi işletme hızı ile kaza esnasındaki taşıt hızı arasındaki farkın, kazalarla olan ilişkisini inceleyen ilk çalışma olmasıdır. Sonuç olarak 100 milyon mil başına düşen kaza oranı ve ortalama seyahat hızından, başka bir deyişle işletme hızından, sapma miktarı arasında kurulan ilişki U şeklinde bir grafik eğrisiyle tanımlanmıştır. Solomon'un bu araştırması, Cirillo (1968) tarafından daha detaylı bir şekilde ele alınarak eyaletler arası otoyollarda, 2,000 taşıt üzerinde yapılan benzer bir çalışmayla desteklenmiştir ve yine Şekil 4.3'te gösterildiği gibi birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir [42].



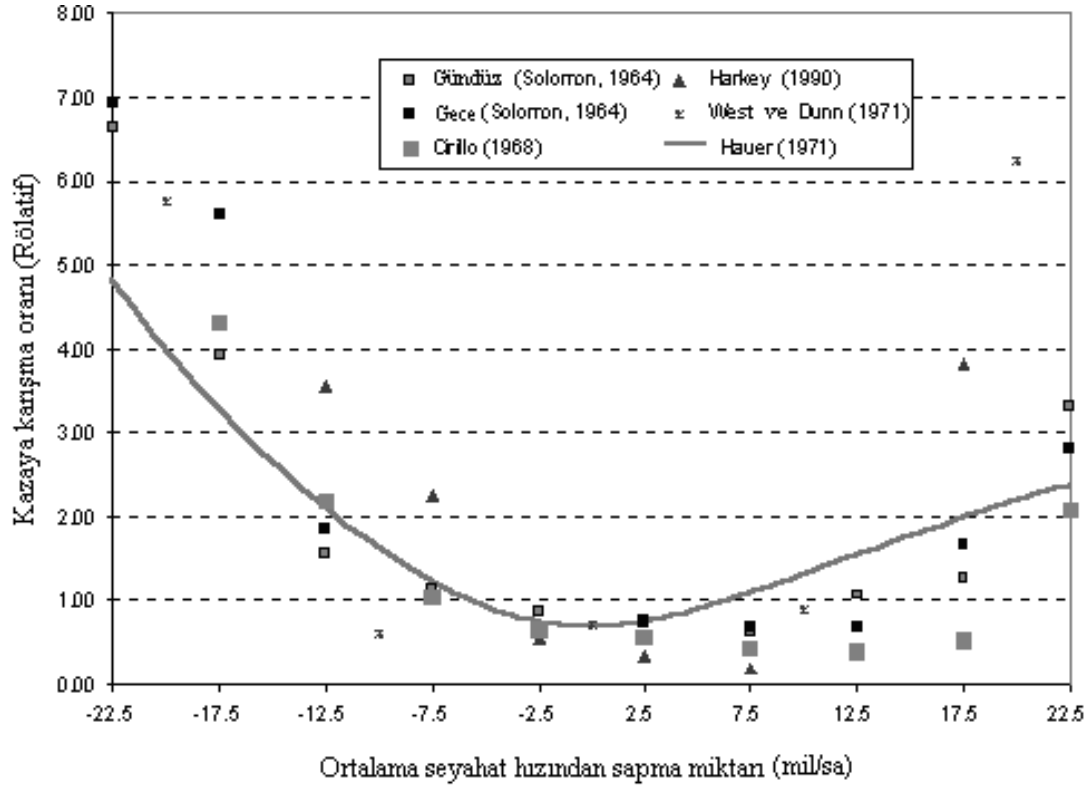
Şekil 4.3: Kaza oranları ve ortalama seyahat hızından sapma miktarı arasındaki ilişki (Solomon ve Cirillo) [41,42].

Bu iki araştırma ve gözlem, her ne kadar 1960'lı yıllara uzanacak kadar eski olsa da, devamında yapılan benzer çalışmalara kaynak oluşturmıştır. Bu kapsamda West ve Dunn (1971) tarafından, dönüş için yavaşlayan taşıtların neden olduğu kazaların da ele alındığı benzer bir analiz daha yapılmıştır. Şekil 4.4'teki sonuçların elde edildiği bu çalışmaya Solomon ve Cirillo'nun ulaştığı sonuçların da değerlendirmeye katılmasıyla beraber ortaya çıkan en önemli sonuç, söz konusu hız farkının özellikle 15 mil/sa (25 km/sa) değerini aştığı durumlar için kazaya karışma olasılığında meydana gelen ciddi artıştır [41, 42].



Şekil 4.4: Rölatif kaza oranları ve ortalama seyahat hızından sapma miktarı arasındaki ilişki (West ve Dunn) [41].

Bu çalışmalardan başka 1967 yılında Munden tarafından yapılan, 1971 yılında Hauer tarafından yapılan, 1990 yılında Harkey, Robertson ve Davis tarafından yapılan, 1991 yılında Fildes, Rumbold ve Leening tarafından yapılan aynı içerikli araştırma ve çalışmalarda, aşağıda verilen Şekil 4.5'te de gösterildiği gibi, benzer korelasyon ilişkileri kurulmuştur [41].



Şekil 4.5: Rölatif kaza oranları ve ortalama seyahat hızından sapma miktarı arasındaki ilişki (Genel) [41].

Bütün bu sonuçlar genel olarak ele alındığında; işletme hızı kavramı, tutarlı ve güvenli bir yol karakteristiği elde etmek ve makul derecede eğriliğe sahip bir geçki sağlamak için modern karayolu tasarımı kapsamında mutlaka ele alınması gereken bir unsur halini almaktadır [10]. Ayrıca tespit edilen bu bulgular, konunun özünü oluşturan üç adet güvenlik ölçütünün mevcut bir karayolunda değerlendirilebilmesi için gerekli olan temel parametreleri de oluşturmaktadır. Böylece en azından limit değerler belirlenerek ekonomik, çevresel ve güvenlik ile ilgili konularda optimizasyon sağlanabilmektedir.

5. İKİ ŞERİTLİ KIRSAL YOLLARDA GÜVENLİK ÖLÇÜTLERİ

5.1 Güvenlik Ölçütü I

Hız ve kazalar arasındaki ilişki, pek çok araştırmacı tarafından karmaşık bir yapı içerisinde tanımlansa bile, hızın kaza oranları ve kaza şiddeti üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğu açıkça görülmektedir. Netice itibariyle çarpışma sonucu açığa çıkan enerji miktarı ve paralelinde duruş görüş mesafesi, çarpışma hızının karesiyle lineer bir ilişki içindedir. Ayrıca taşıt hızı arttıkça sürücünün uyarılara reaksiyon gösterme süresi azalmakta ve taşıt stabilitesini kaybetmektedir.[49].

Bu bağlamda düşük hızda taşıt kullanımı ve hız limitlerinin düşürülmesi kaza oranlarını ve kaza şiddetini azaltabilmektedir. Ancak bu durum kontrollü bir hız kısıtlaması hali için geçerli olmaktadır. Yolun geometrik ve en kesit özellikleri, sürücünün hız seçiminde belirleyici bir fonksiyona sahip olduğundan dolayı tasarımcı tarafından uygun görülen tasarım hızı ile sürücü tarafından seçilen işletme hızı arasında ciddi bir farklılık olmaması gerekmektedir. Sonuçta yüksek seçilen tasarım hızı ve buna bağlı olarak artan geometrik tasarım elemanlarına ait parametre değerleri, işletme hızlarının da artmasına yol açmaktadır.

Leisch ve Leisch'in 1965 AASHO (American Association of State Highway Officials) standartlarına (Blue Book – Mavi Kitap) bağlı olarak geliştirdiği ve 1977 yılında yayınladığı yeni bir tasarım hızı yaklaşımı kapsamında bazı kurallar oluşturulmuştur. Esasında işletme hızı ve tasarım hızı arasındaki ilişkinin belirlendiği bu çalışmada, 16 km/sa (10 mil/sa) kıstasının getirildiği temel prensipler şöyle sıralanmaktadır [7,49]:

- Potansiyel olarak öngörülen ortalama otomobil (hafif taşıt) hızı ile belirlenen tasarım hızı arasındaki fark, 16 km/sa değerini aşmamalıdır.
- Tasarım hızında bir değişiklik yapılacağı zaman, peş peşe gelen iki kesime ait tasarım hızları arasındaki fark 16 km/sa değerini aşmamalıdır.

- Potansiyel olarak öngörülen ortalama kamyon (ağır taşıt) hızı ile ortalama otomobil (hafif taşıt) hızı arasındaki fark 16 km/sa değerini aşmamalıdır.

Krammes'in 2000 yılında AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) standartlarıyla ilgili yaptığı bir çalışmaya göreyse, tasarım hızının 100 km/sa değerinden az olduğu durumlar için tasarım hızı ve işletme hızı arasındaki tutarlılığın kaybolduğu tespit edilmiştir. Polus vd. (1998) tarafından tasarım hızı ve aktüel işletme hızı arasındaki ilişkinin incelendiği başka bir çalışmada da, yüksek hızlı tasarımlarda işletme hızının tasarım hızından daha düşük olduğu, düşük hızlı tasarımlarda ise işletme hızının tasarım hızından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir [42].

Mevcut yollarda yapılan bunun gibi daha pek çok araştırma, uygulamadaki işletme hızının (V_{85}) tasarım hızını (V_d) aştığını ve söz konusu iki parametre arasında uyumsuzluğun ortaya çıktığını göstermektedir. Bu durum, özellikle düşük tasarım hızının dikkate alındığı yol kesimlerinde ciddi bir tehlike yaratmaktadır [10].

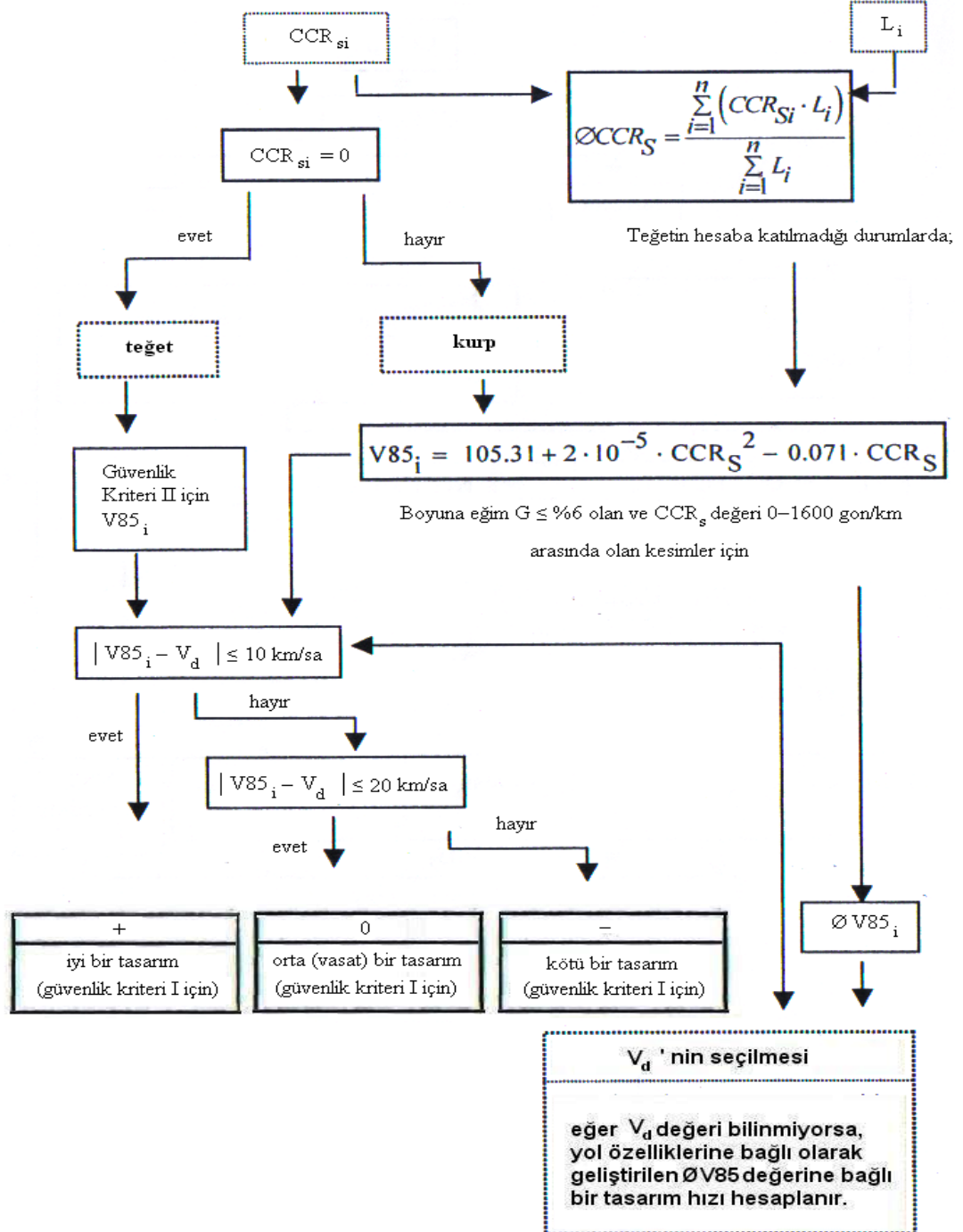
İki hız arasındaki farklılık ile ilgili bu kritik durum, güvenlik ölçütü I tarafından saptanmakta olup, yol üzerinde sıralanan her bir tasarım elemanına (kurba ya da bağımsız teğete) ait V_{85} ile V_d arasındaki mutlak değer farkına göre oluşturulan bir sınıflandırılmaya göre değerlendirilmektedir. İyi, orta ve kötü olarak 3'e ayrılan söz konusu bu sınıflandırmanın limit değerleri, aşağıda verilen Çizelge 5.1'de belirtilmiştir [10,48].

Çizelge 5.1: Güvenlik ölçütü I için yapılan tasarım sınıflandırması [10].

Tasarım	Sembol	Hız Farkı (km/sa)	Eğrilik Değişim Oranı (CCR_s) (gon/km)
İyi	+	$ V_{85_i} - V_d \leq 10$	$ CCR_{si} - \emptyset CCR_s \leq 180$
Orta	0	$10 < V_{85_i} - V_d \leq 20$	$180 < CCR_{si} - \emptyset CCR_s \leq 360$
Kötü	-	$ V_{85_i} - V_d > 20$	$ CCR_{si} - \emptyset CCR_s > 360$

Modern karayolu tasarımı kapsamında “tasarım tutarlılığının sağlanması” hususu için tasarım hızının (V_d) uzun kesimlerde bile sabit olarak kalması ve aynı zamanda da serbest akım koşulları altında %85'lik dilim içindeki hız şeklinde tanımlanan gerçek sürüş davranışını karşılayabilmesi gerekmektedir. Mevcut standart ve araştırmalara

bağlı olarak yapılan geniş kapsamlı bir literatür taraması sonunda, güvenlik ölçütü I'e göre tasarım hızı ile işletme hızı arasında makul bir ilişki kurulabilmesi için, CCR_s değerlerinin de dikkate alındığı, Çizelge 5.1'deki ölçütler geliştirilmiştir ve ayrıca ele alınan tasarım süreci, Şekil 5.1'deki akış diyagramı ile gösterilmiştir.



Şekil 5.1: Güvenlik ölçütü I için tasarım süreci [10].

5.2 Güvenlik Ölçütü II

Peş peşe sıralanan tasarım elemanları (kurp, teğet) arasında iyi dengelenmiş bir işletme hızının tayin edilmesi, yolda tutarlı ve ekonomik bir model oluşturulabilmesine önayak olur [10]. Eğer uzun bir yol kesiminin ardından topografyada ortaya çıkan herhangi bir değişiklik sonucunda tasarım hızında ve paralelinde yol karakteristiklerinde meydana gelen değişiklikler söz konusu ise, geçiş bölgesindeki tasarım elemanları dikkatli bir biçimde ve kademeli olarak tasarlanmalıdır [49]. Bu bağlamda; güvenlik ölçütü I, herhangi bir tasarım elemanı (kurp ya da teğet) için %85’lik dilim içindeki hız (V_{85}) ile tasarım hızını (V_d) karşılaştırırken; güvenlik ölçütü II ise art arda gelen her bir tasarım elemanı için, söz konusu elemanların %85’lik dilim içindeki hız (V_{85}) değerleri arasındaki mutlak fark olan $|V_{85_i} - V_{85_{i+1}}|$ değerini inceler [10,48].

Sürüş dinamiğinin (%85’lik dilim içindeki hızın) ve kaza şartlarının (kaza oranları, kaza maliyet oranları vs.) değerlendirilmesiyle ilgili yapılan pek çok analizle dayalı olarak, güvenlik ölçütü II’ye göre yapılan tasarım sınıflandırması Çizelge 5.2’de gösterilmektedir [10,48]. Bu ölçüt, yatay geçki kapsamında işletme hızı tutarlılığının sağlanması amacıyla geliştirilmiştir ve art arda gelen iki tasarım elemanı arasındaki geçiş koşullarına (durum değişikliğine) doğrudan bağlıdır.

Çizelge 5.2: Güvenlik ölçütü II için yapılan tasarım sınıflandırması [10].

Tasarım	Sembol	Hız Farkı (km/sa)	Eğrilik Değişim Oranı (CCR_s) (gon/km)
İyi	+	$ V_{85_i} - V_{85_{i+1}} \leq 10$	$ CCR_{s_i} - CCR_{s_{i+1}} \leq 180$
Orta	0	$10 < V_{85_i} - V_{85_{i+1}} \leq 20$	$180 < CCR_{s_i} - CCR_{s_{i+1}} \leq 360$
Kötü	-	$ V_{85_i} - V_{85_{i+1}} > 20$	$ CCR_{s_i} - CCR_{s_{i+1}} > 360$

Yukarıda verilen bu çizelgede işletme hızı yaklaşımı değerlendirilirken, daha önce de belirtildiği gibi CCR_{s_i} değerlerinin hesaba katılmasıyla oluşturulan Şekil 4.2 ve Çizelge 4.4’te çeşitli ülkelere ait tespitler aracılığıyla, V_{85_i} değerleri tayin edilebilmektedir. Eğer söz konusu ülke için standartlar mevcut değilse; tasarımcı, benzer bir ülkenin standartlarını seçebilir veya alternatif olarak, yeni bir işletme hızı geliştirilebilir ya da son çare olarak genel (evrensel) bir geçerliliğe sahip olan (4.4)

ve (4.5) numaralı eşitlikler kullanılabilir. Fakat burada dikkate alınması gereken bir nokta, kullanılacak işletme hızı değerinin, teğetlerin değerlendirilmesi ve ilişkili tasarım (relation design) başlığı altında ele alınan geometrik faktörlere bağlı olmasıdır. Bu nedenle söz konusu bu iki başlık da güvenlik kriteri II kapsamında incelenmektedir.

5.2.1 Teğetlerin değerlendirilmesi

Güvenlik ölçütü II kapsamında işletme hızı tutarlılığının sağlanması, özellikle iki şeritli kırsal yollarda, teğet ve kurp üzerinde güvenlik değerlendirmesi yapılması açısından önemli bir husustur. Nitekim daha önce de belirtildiği gibi yatay geçkiye bağlı olarak işletme hızında meydana gelen ani değişimler, iki şeritli kırsal yollarda gerçekleşen kazaların başlıca nedenleri arasında sayılmaktadır. Özellikle düşük tasarım hızının seçildiği bir yol geçkisinde meydana gelen bu ani değişimler, işletme hızında dalgalanmalara yol açabilmekte ve kaza riskini ciddi oranlarda arttırabilmektedir. Bu nedenle teğet ve kurp arasındaki geçişler, en kritik tasarım konularından biri olarak ele alınmaktadır. Bu doğrultuda, birçok ülkede iki şeritli kırsal yollar için yapılan karayolu tasarım çalışmaları ve iyileştirme stratejilerinin en önemli amaçlarından biri de işletme hızı tutarlılığının sağlanması ve yatay geçkideki kritik uygunsuzlukların tespit edilmesidir. Bu kapsamda tasarım elemanlarından biri olan teğet, yoldaki boyuna hızlanma ve yavaşlama hareketlerinin de dikkate alınmasıyla dinamik bir tasarım unsuru olarak düşünülür. Teğetin aksine dairesel kurplar ise 1920’lerden beri, yatay ivmelenme (merkezkaç) etkisinin sürüş dinamiği üzerindeki etkileri çerçevesinde, dinamik tasarım elemanları arasında değerlendirmeye alınmıştır.

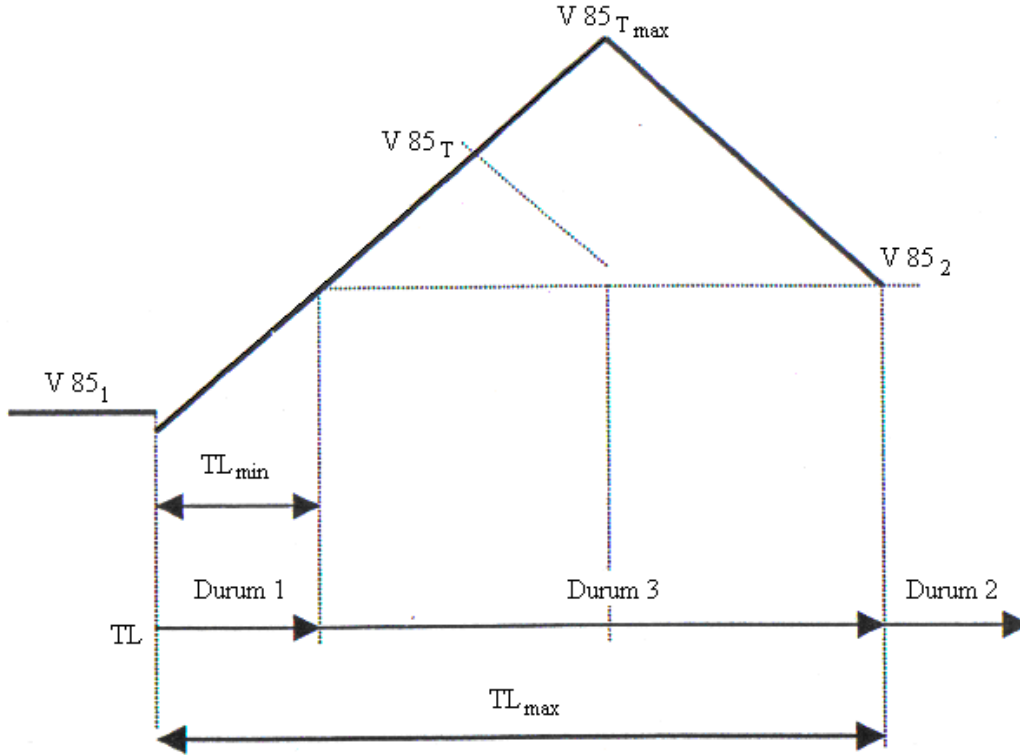
Bu koşullar altında ele alınan teğet elemanı, bağımsız teğet ve bağımsız olmayan teğet olmak üzere iki tip olarak sınıflandırılmaktadır. Kurp – teğet – kurp geçişlerinde, bağımsız bir tasarım elemanı olarak değerlendirilmesine yetecek kadar uzunlukta olan teğetler, “bağımsız teğet” (independent tangent) olarak tanımlanırken, yeterli uzunluğa sahip olmayan teğetler de “bağımsız olmayan teğet” (non – independent tangent) olarak tanımlanır ve hesaplarda ihmal edilebilir [10]. Başka bir ifadeyle teğet uzunluğunun sürücünün seyir halinde iken, varsayılan işletme hızı değerine ulaşabilmesine yetecek uzunluğa sahip olup olmadığı baz alınmaktadır [7]. Bu bağlamda güvenlik ölçütü değerlendirmesi yapılırken, iki kurp arasındaki teğetin

uzunluğu, belirlenen maksimum ve minimum limitler dâhilinde incelenir ve ortaya çıkan üç farklı duruma göre değerlendirmeye katılır. Söz konusu bu durumlar aşağıda belirtilmekte olup, iki kurp arasında yer alan bir teğetteki işletme hızı ve teğet uzunluğu arasındaki ilişkiyi gösteren sistematik bir şema Şekil 5.2’de gösterilmiştir ve ele alınan bu üç farklı durum için aşağıda belirtilen (5.1 – 5.1.a), (5.2 – 5.2.a), (5.3 – 5.3.a) numaralı denklemler geliştirilmiştir [10]:

Durum 1: $TL \leq TL_{\min}$ (bağımsız olmayan teğet olarak kabul edilir, güvenlik değerlendirme sürecine dâhil edilmez, kurp – kurp birleşimi içinde ele alınır)

Durum 2: $TL \geq TL_{\max}$ (bağımsız teğet olarak kabul edilir ve güvenlik değerlendirme sürecinde hesaba katılır, teğet – kurp ya da kurp - teğet birleşimi içinde ele alınır)

Durum 3: $TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ (bağımsız teğet olarak kabul edilir ve güvenlik değerlendirme sürecinde hesaba katılır, teğet – kurp ya da kurp - teğet birleşimi içinde ele alınır)



Şekil 5.2: Güvenlik değerlendirmesi kapsamında teğet hız ve uzunluklarının sistematik görünümü [10].

Burada;

$V_{85_{1,2}}$ = 1 ve 2 numaralı kurplar için %85'lik dilim içindeki hız (km/sa)

$V_{85_{T_{max}}}$ = teğetlerdeki maksimum işletme hızı (km/sa) ($CCR_S = 0$ gon/km olduğu durumlarda)

($V_{85_{T_{max}}}$ değeri, Çizelge 4.4'te çeşitli ülkeler için verilen regresyon modellerine veya genel – geçer kabul edilen (4.4) ve (4.5) numaralı denklemlere bağlı olarak değişebilir.)

V_{85_T} = teğetteki işletme hızı (km/sa) (maksimum $V_{85_{T_{max}}}$ alınır)

TL = iki kurp arasındaki teğet uzunluğu (m)

TL_{min} = hızlanma/yavaşlama uzunluğu için gerekli olan 1 ve 2 numaralı kurplar arasındaki minimum mesafe (m)

TL_{max} = 1 ve 2 numaralı kurplar arasında $V_{85_{T_{max}}}$ değerine ulaşmak için gerekli olan minimum hızlanma/yavaşlama mesafesi (m) olarak kullanılmıştır.

Art arda gelen iki kurp arasındaki geçişin söz konusu olduğu Durum 1'e ait ilgili denklem şöyledir:

Durum 1: $TL \leq TL_{min} \rightarrow$ bağımsız olmayan teğet için;

$$TL_{min} = \frac{|V_{85_1}^2 - V_{85_2}^2|}{2 \cdot 3,6^2 \cdot a} \quad (5.1)$$

$$TL_{min} = \frac{|V_{85_1}^2 - V_{85_2}^2|}{22,03} \quad (5.1.a)$$

Burada a değeri araç teknolojisine bağlı olarak değişen hızlanma/yavaşlama ivmesini temsil etmektedir ve ortalama $0,85 \text{ m/s}^2$ değeri kabul edilmektedir.

Yukarıdaki denklemler yardımıyla tespit edilen $TL \leq TL_{min}$ durumu, Kurp 1'deki işletme hızından Kurp 2'deki işletme hızına geçişlerde, aradaki mesafenin en çok minimum hızlanma mesafesi kadar olduğu anlamına gelmektedir. Böyle bir durumda peş peşe gelen iki kurp için güvenlik ölçütü II değerlendirmesi (Çizelge 5.2'ye göre) yapılırken ara (bağımsız olmayan) teğet dikkate alınmaz.

Durum 2: $TL \geq TL_{\max} \rightarrow$ bağımsız teğet için;

$$TL_{\max} = \frac{V85_{T_{\max}}^2 - V85_1^2}{2 \cdot 3,6^2 \cdot a} + \frac{V85_{T_{\max}}^2 - V85_2^2}{2 \cdot 3,6^2 \cdot a} \quad (5.2)$$

$$TL_{\max} = \frac{2 \cdot V85_{T_{\max}}^2 - V85_1^2 - V85_2^2}{22,03} \quad (5.2.a)$$

Yukarıdaki denklemler yardımıyla tespit edilen $TL \geq TL_{\max}$ durumu, teğet üzerinde maksimum işletme hızına ulaşana kadar, teğetin yeterli hızlanma/yavaşlama mesafesine sahip olduğu anlamına gelmektedir. Böyle bir durumda peş peşe gelen bağımsız teğet – kurp ya da kurp – bağımsız teğet için Çizelge 5.2’de yer alan güvenlik ölçütü II değerlendirmesi yapılır.

Durum 3: $TL_{\min} < TL < TL_{\max} \rightarrow$ bağımsız teğet için;

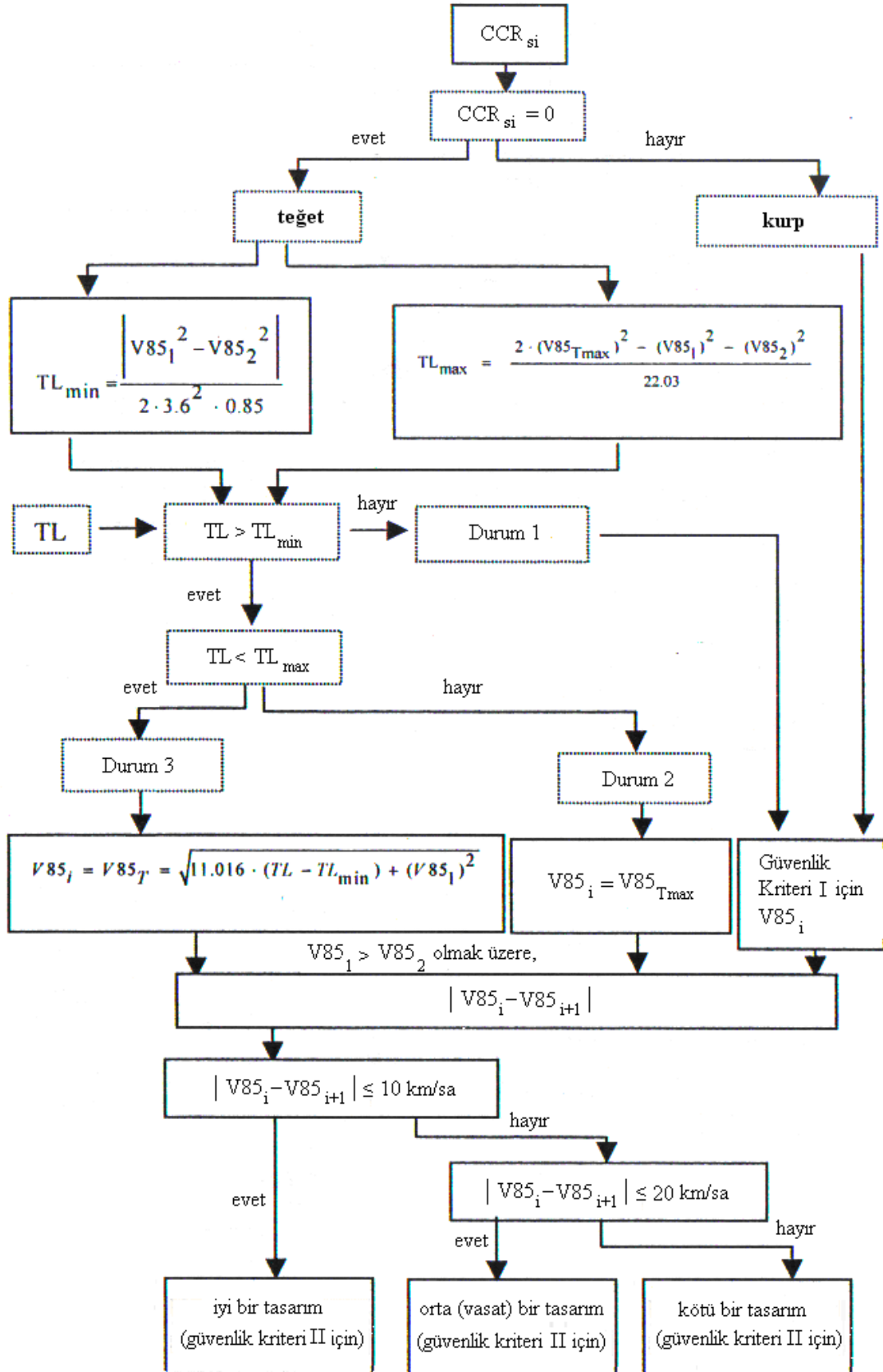
$$\frac{TL - TL_{\min}}{2} = \frac{V85_T^2 - V85_1^2}{22,03} \quad (5.3)$$

$$\Leftrightarrow V85_T = \sqrt{11,016 \cdot (TL - TL_{\min}) + (V85_1)^2} \quad (5.3.a)$$

Mevcut teğet uzunluğunun $TL_{\min} - TL_{\max}$ arasında bir değer aldığı koşulları ifade eden bu durum, maksimum işletme hızına ($V85_{T_{\max}}$) ulaşana kadar olmasa da, teğetin yeterli hızlanma/yavaşlama mesafesine sahip olduğu anlamına gelmektedir. Bu nedenle güvenlik ölçütü II’ye göre değerlendirme yaparken işletme hızı tayininde yukarıdaki eşitlik kullanılır. Burada dikkat edilmesi gereken bir nokta, işlemin $V85_1 > V85_2$ varsayımına göre yapılmış olmasıdır. Genel prensip, $V85_1$ ve $V85_2$ değerlerinden daima büyük olanının kullanılmasıdır.

Ayrıca Durum 2 ve Durum 3 için yapılan değerlendirme çerçevesinde, $V85_T$ ve $V85_{T_{\max}}$ değerlerinin temsil ettiği %85’lik dilim içindeki hız ile V_d tasarım hızı arasındaki farklılıkların Çizelge 5.1’de yer alan güvenlik ölçütü I için de incelenmesi gerekmektedir. Durum I koşulları içinse bağımsız olmayan teğet uzunluğu çok küçük olduğundan güvenlik ölçütü I kapsamında değerlendirmeye alınmaz.

Yapılan bu açıklamalar ışığında görülmektedir ki teğet uzunluğu, karayolu geometrik tasarımı içinde önemli bir yer tutmaktadır. Konunun daha iyi anlaşılabilmesi için güvenlik ölçütü II başlığı altında ele alınan tasarım süreci akış diyagramı aşağıda verilmiştir (Şekil 5.3).

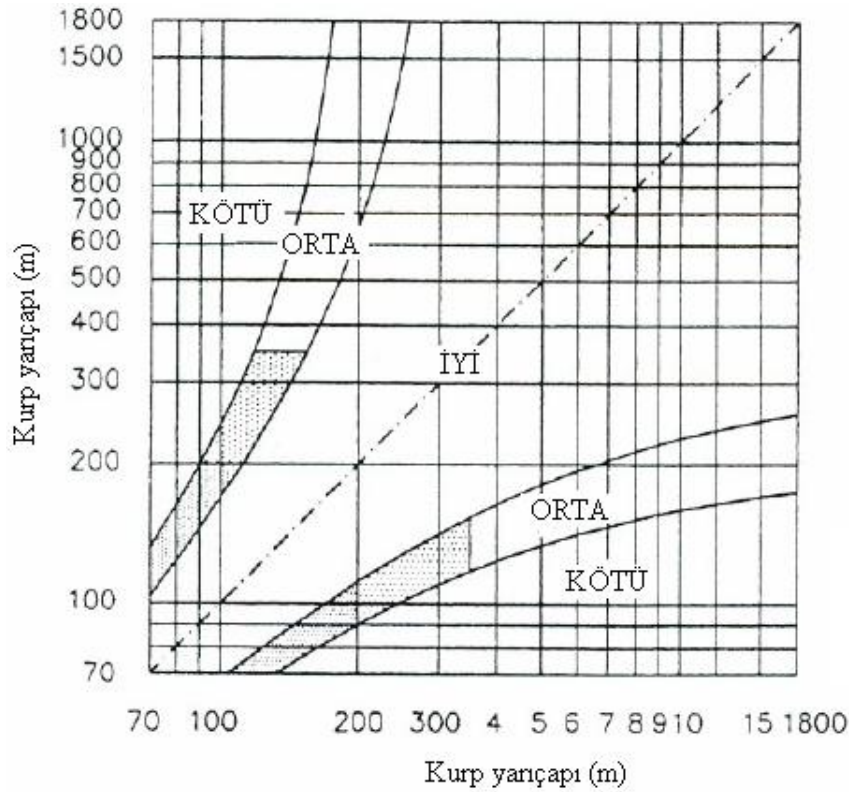


Şekil 5.3: Güvenlik ölçütü II için tasarım süreci [10].

5.2.2 İlişkili tasarım (relation design)

İlişkili tasarım (relation design) kavramı, modern karayolu geometrik tasarımında yol güvenliği başlığı altında ele alınan önemli hususlardan biridir. Bu kavramla ardışık tasarım elemanlarının özel bir ilişki içinde birbirine bağlı olacak şekilde düzenlenmesi ifade edilmektedir ve tekil tasarım elemanlarının keyfi olarak bir araya getirilmesiyle oluşturulan tasarım yaklaşımlarından tamamen farklı bir konsept temsil edilmektedir.

Bu konseptte göre, iki dairesel kurp arasında işletme hızı tutarlılığının sağlanması amacıyla söz konusu kurpların yarıçapları, iyi dengelenmiş bir ilişki (ilişkili bir tasarım) içerisinde olmalıdır. Almanya’da yapılan araştırmalardan elde edilen verilere dayalı olarak geliştirilen ilişkili tasarım grafiği Şekil 5.4’te gösterilmekle beraber; Avustralya, Kanada, Fransa, Yunanistan, Lübnan ve A.B.D. için de benzer grafikler geliştirilmiştir [10].



Şekil 5.4: Almanya standartlarına ait ilişkili tasarım grafiği [10].

Almanya’ya ait ilişkili tasarım standartlarının söz konusu olduğu bu grafikte, peş peşe gelen kurp elemanlarına ait kurp yarıçapına göre tasarım güvenliği değerlendirilmesi yapılmaktadır. Örneğin 500 metrelik bir yarıçapa sahip bir kurptan

sonra gelen kurp yarıçapı için Şekil 5.4'e bağlı olarak şöyle bir tasarım değerlendirmesi yapılabilir;

- $R = 150 \text{ m} \rightarrow$ kötü tasarım
- $R = 220 \text{ m} \rightarrow$ orta tasarım
- $R = 300 \text{ m} \rightarrow$ iyi tasarım
- $R = 1500 \text{ m} \rightarrow$ iyi tasarım

Aynı durumun bağımsız teğet – kurp dizilimi için de geçerli olduğu bu yaklaşım, ardışık tasarım elemanları arasındaki % 85'lik dilim içindeki hız (V85) değerlerinde ani değişimlerin olmamasını ve güvenlik kriteri II limitleri ile uyumlu olmasını amaçlamaktadır. Bu yüzden %85'lik dilim içindeki hızların güvenlik kriteri II'ye göre değerlendirilmesi, ilişkili tasarım yaklaşımının temelini oluşturmaktadır. Bununla birlikte Şekil 4.2, Çizelge 4.4, denklem (4.4) ve denklem (4.5) de söz konusu işletme hızlarının tespitinde etkili olmaktadır [10,48].

İlişkili tasarım, sadece kurp – kurp arasındaki eğrilik koşullarının değerlendirildiği bir konsept değildir. Az önce belirtildiği gibi bağımsız teğet – kurp geçişleri de bu çerçevede içinde değerlendirilmektedir. Düz bir coğrafyada iyi dengelenmiş bir teğet – kurp birleşiminin tasarlanması ya da dağlık bir arazide zorunlu 'U' dönüşlerinin tasarım limitleri üzerindeki etkisi buna örnek olarak gösterilebilir. Bu nedenle bağımsız teğet - kurp birleşimlerinin klotoid ile geçildiği durumlarda daima “iyi tasarım” kriterleri uygulanmalıdır. Ayrıca bazı ülkeler için tahmini minimum yarıçap değerleri de geliştirilmiştir. Bunlar şöyledir [10,48]:

- $R \geq 300 \text{ m} \rightarrow$ Avustralya
- $R \geq 300 \text{ m} \rightarrow$ Kanada
- $R \geq 500 \text{ m} \rightarrow$ Almanya
- $R \geq 400 \text{ m} \rightarrow$ Yunanistan
- $R \geq 300 \text{ m} \rightarrow$ Lübnan
- $R \geq 300 \text{ m} \rightarrow$ A.B.D.

Yukarıdaki değerlerle ilgili olarak Almanya ve A.B.D.'de yapılan pek çok araştırmada da, 350 – 500 metre uzunluğundaki kurp yarıçapının güvenlik üzerinde

etkili olduğunu ifade eden benzer sonuçlara ulaşmıştır. Konu genel olarak ele alındığında, birleştirme eğrili bağımsız teğet – kurp geçişlerinde minimum kurp yarıçapının 400 m olarak alınması tavsiye edilirken, birleştirme eğrisinin olmadığı bağımsız teğet – kurp bağlantılarında minimum kurp yarıçapı 800 m alınması tavsiye edilmektedir [10].

Yeni bir karayolu tasarımında, art arda gelen kurp elemanlarının oluşturduğu bir kesimde mümkün olduğunca “iyi” tasarım için geçerli olan standartlar seçilmelidir. Ancak bakım – onarım ve yenileme çalışmaları söz konusu ise çevresel etmenlere bağlı olarak “orta” tasarım limitleri kullanılabilir. Mevcut yol üzerinde “kötü” tasarım koşullarının belirlenmesi durumunda da yeni bir tasarım yapılması seçeneği dikkate alınmalıdır [10].

5.3 Güvenlik Ölçütü III

Birçok ülkede yapılan güvenlik araştırmalarında, esas problemin adresi olarak yolun geometrik tasarımı gösterilmiştir. Ancak kayma direnci ve yüzey sürtünmesi ile ilgili parametreler, konuyla ilgili birçok kaynak olmasına rağmen yeterince dikkate alınmamaktadır. Duruş görüş mesafesi ve geçiş görüş mesafesi gibi iki önemli unsuru kontrol etmekte olan bu parametreler, özellikle merkezkaç ve merkezciil kuvvetlerin yoğun olarak hissedildiği kurplu kesimlerde ehemmiyet arz etmektedir.

Yapılan çalışmalar göstermektedir ki, bir kurbanın yüksek kaza potansiyeline sahip olma olasılığı yol yüzeyindeki kayma direncinin azalması ile artmaktadır [10]. Bu yüzden modern bir karayolu geometrik tasarımı için, özellikle kurp kesimlerinde olmak üzere, taşıt lastiği ile yol yüzeyi arasındaki sürtünme değeri dikkate alınmalıdır.

Bu kapsamda, kurplu kesimlerde sürüş dinamiği tutarlılığı elde etmek amacıyla güvenlik ölçütü III geliştirilmiştir. Söz konusu ölçüt ile kurp boyunca varsayılan yüzey sürtünme değeri (f_{RA}) ve %85’lik dilim içindeki hız altında talep edilen, gerçek yüzey sürtünme değeri (f_{RD}) karşılaştırılır. Bu doğrultuda, sürtünme direnci katsayısı (f_T) ve tasarım hızı (V_d) arasındaki ilişki için Almanya, Yunanistan ve A.B.D.’den toplanan veriler üzerine yapılan araştırmalar ve beş farklı ülkenin standartları temel alınarak hazırlanan denklem (5.4.a) geliştirilmiştir. Aynı şekilde duruş görüş uzunluğu üzerine yapılan yeni araştırmalar temelinde dokuz ülkenin standartlarının düzenlenmesiyle denklem (5.4.b) geliştirilmiştir. Bu denklemler

arasında bazı küçük farklılıklar olsa bile her ikisi de uygulamalarda kullanılmaktadır [10].

Varsayılan yanal sürtünme formülü ise denklem (5.5)'de gösterilmiştir. Burada n katsayısı, yüzeysel sürtünmeye bağlı olan, varsayılan yanal sürtünme kullanım oranını temsil etmektedir ve Çizelge 5.3'te, güvenlik ve ekonomi ile ilgili hususlar göz önüne alınarak, arazinin engebeli / dağlık ya da düz oluşuna göre veya mevcut bir yol için çeşitli kullanım oranları verilmiştir. Ayrıca lastik özgün etkileri için de 0,925 katsayısı kullanılmaktadır [10].

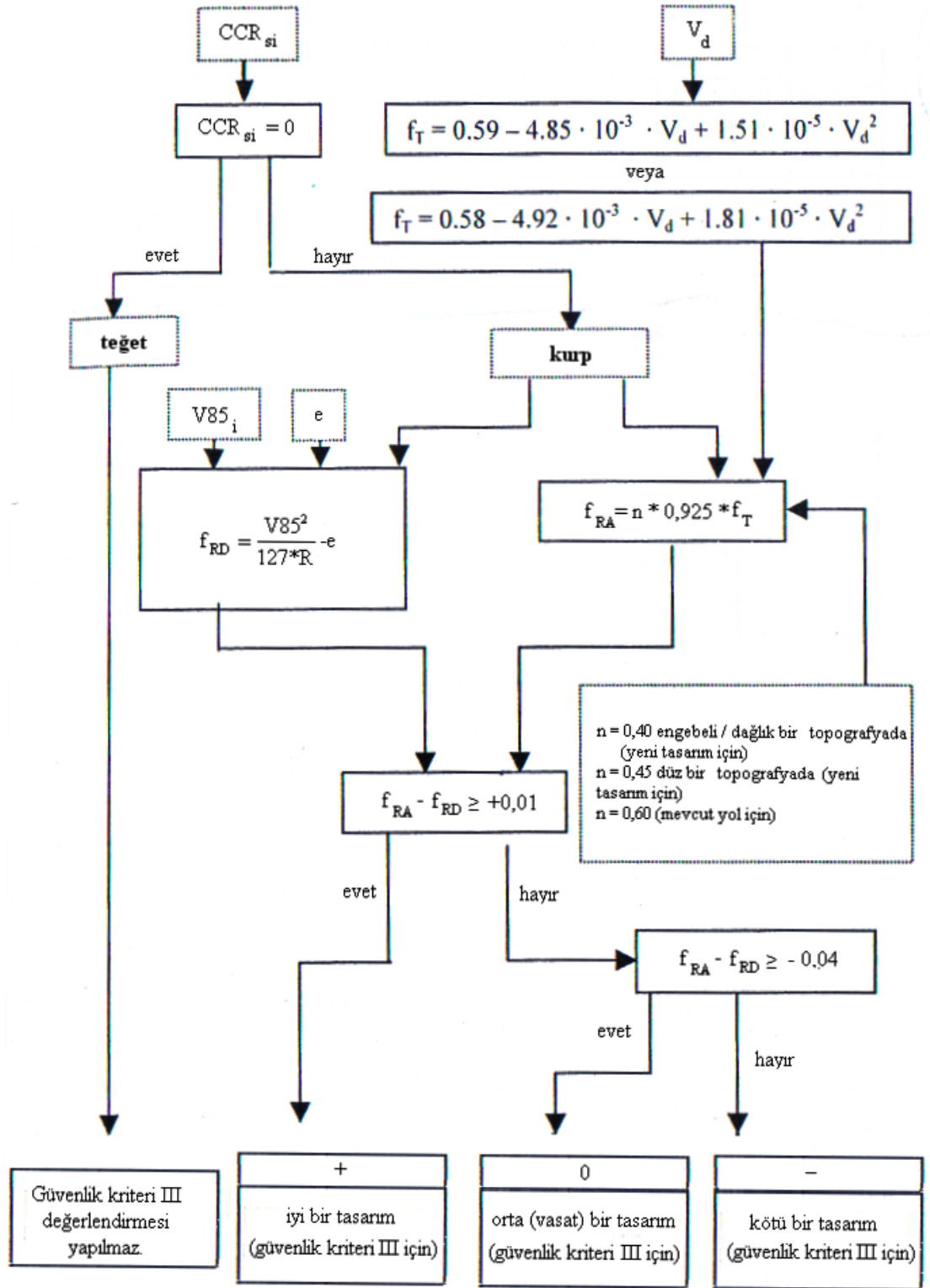
Konu kısaca özetlenecek olursa, varsayılan yanal sürtünme değeri, denklem (5.4) ve denklem (5.5)'te gösterildiği gibi tasarım hızına (V_d) bağlı iken, gerekli, gerçek yanal sürtünme değeri ise denklem (5.6)'da gösterildiği gibi kurp yarıçapı ve deyer miktarı ile beraber %85'lik dilim içindeki hıza bağlıdır. Dolayısıyla tasarım ve yerindeki uygulama arasındaki farklılık mukayese edilebilmektedir. Bu bağlamda varsayılan yanal sürtünme ve gerekli, gerçek yanal sürtünme değerleri arasındaki farka bağlı olarak güvenlik ölçütü III'e göre yapılan tasarım değerlendirmesi ve ilgili tasarım prosedürü sırasıyla Çizelge 5.4 ve Şekil 5.5'te gösterilmektedir.

Çizelge 5.3: Güvenlik ölçütü III ile ilgili formüller [10].

$f_T = 0,59 - 4,85 \cdot 10^{-3} \cdot V_d + 1,51 \cdot 10^{-5} \cdot V_d^2$	(5.4.a)
$f_T = 0,58 - 4,92 \cdot 10^{-3} \cdot V_d + 1,81 \cdot 10^{-5} \cdot V_d^2$	(5.4.b)
f_T = Modern geometrik karayolu tasarımı kapsamında yüzeysel sürtünme faktörü	
V_d = Tasarım hızı (km/sa)	
$f_{RA} = n \cdot 0,925 \cdot f_T$	(5.5)
f_{RA} = Varsayılan yanal sürtünme	
n = Yanal sürtünmenin kullanım oranı, (%)	
= Engebeli / dağlık bir topografyada 0,40 (yeni tasarım için)	
= Düz bir topografyada 0,45 (yeni tasarım için)	
= 0,60 (mevcut yol için)	
$f_{RD} = \frac{V_{85}^2}{127 \cdot R} - e$	(5.6)
f_{RD} = Gereken, gerçek yanal sürtünme	
R = İncelenen karp yarıçapı (m)	
e = Dever oranı (%)	
V_{85} = % 85'lik dilim içindeki hız (km/sa)	

Çizelge 5.4: Güvenlik ölçütü III için yapılan tasarım sınıflandırması [10].

Tasarım	Sembol	Yüzey Sürtünme Değerleri Arasındaki Fark (km/sa)	Eğrilik Değişim Oranı (CCR _{si}) (gon/km)
İyi	+	$f_{RA} - f_{RD} \geq + 0,01$	$CCR_{si} \leq 180$
Orta	0	$- 0,04 \leq f_{RA} - f_{RD} < + 0,01$	$180 < CCR_{si} \leq 360$
Kötü	-	$f_{RA} - f_{RD} < - 0,04$	$CCR_{si} > 360$



Şekil 5.5: Güvenlik ölçütü III için tasarım süreci [10].

5.4 Güvenlik Kriterleri Ve Güvenlik Modülü

Yukarıda incelenen üç güvenlik ölçütüne ait genel bir güvenlik değerlendirme özeti Çizelge 5.5'te gösterilmiştir. Buna göre güvenlik kriterlerinin tasarım sınıfına göre değerlendirilmesi aşamasında, her bir ölçüt için farklı güvenlik seviyeleri elde edilebilmektedir. Bunun sebebi ise tasarım için söz konusu olan bu kriterlerin, güvenlik konularını farklı açılardan incelemesidir. Örnek olarak incelemeye alınan bir teğet – kurp geçişi, güvenlik ölçütü II açısından kötü bir tasarım güvenliği teşkil ederken, tasarım hızına bağlı olan güvenlik ölçütü I için ya da sürtünme direncine bağlı olan güvenlik ölçütü III için ya da her ikisi için de kabul edilebilir değerler içinde kalabilmektedir.

Çizelge 5.5: Güvenlik kriterlerinin tasarım sınıflarına göre değerlendirilmesi [10].

Güvenlik Kriteri	Tasarım Sınıfı – Güvenlik Seviyesi		
	İyi (izin verilebilir)	Orta (tolerans tanınabilir)	Kötü (izin verilemez)
I (km/h)	$ V_{85_i} - V_d \leq 10$	$10 < V_{85_i} - V_d \leq 20$	$ V_{85_i} - V_d > 20$
II (km/h)	$ V_{85_i} - V_{85_{i+1}} \leq 10$	$10 < V_{85_i} - V_{85_{i+1}} \leq 20$	$ V_{85_i} - V_{85_{i+1}} > 20$
III	$f_{RA} - f_{RD} \geq 0,01$	$- 0,04 \leq f_{RA} - f_{RD} < 0,01$	$f_{RA} - f_{RD} < - 0,04$

Bu durum ayrı ayrı değerlendirilen güvenlik ölçütlerinin bir modül kapsamında ele alınmasına yol açmıştır. Böylece “güvenlik modülü” adı verilen, yol geçkisinin bir bütün içerisinde güvenlik değerlendirmesine dâhil olmasını sağlayan bir yaklaşım geliştirilmiştir. Güvenlik açısından incelenen, yeni veya mevcut bir yol ya da yol ağına ait kapsamlı ve hızlı bir özeti çıkarılabilmesini mümkün hale getiren bu sistem, Eberhard tarafından geliştirilen bir hesaplama şeması ile tasarım seviyesi kapsamında ele alınmıştır. Daha önceki açıklamalara dayalı olarak, her ne kadar üç güvenlik kriterinin de eşit ölçüde etkili olduğu tespit edilse de güvenlik modülü hesaplanırken her bir tasarım seviyesi için özel bir ağırlık faktörü tanımlanmıştır. Buna göre iyi tasarım düzeyi için +1.00, orta tasarım düzeyi için 0.00, kötü tasarım düzeyi içinse -1.00 katsayıları belirlenmiştir. Burada amaç her bir güvenlik ölçütü için ayrı ayrı hesaplanan ağırlık katsayılarının toplanması ve ortalamalarının

alınmasıyla güvenlik modülü değerlendirmesinin yapılmasıdır. Böylece güvenlik modülünün +0,5'e eşit ya da daha büyük olduğu durumlarda iyi tasarım, +0,5 ve -0,5 değerleri arasında olduğu durumlarda orta tasarım, -0,5'e eşit ya da daha küçük olduğu durumlarda da kötü tasarım tanımlaması yapılarak güvenlik değerlendirmesine yön verilebilmektedir [10].

Ancak dikkat edilmesi gereken bir husus, kurp kesiminde üç güvenlik ölçütü de ele alınırken, bağımsız teğet üzerinde merkezkaç etkilerinin olmaması nedeniyle güvenlik ölçütü III için değerlendirme yapılmamasıdır [10].

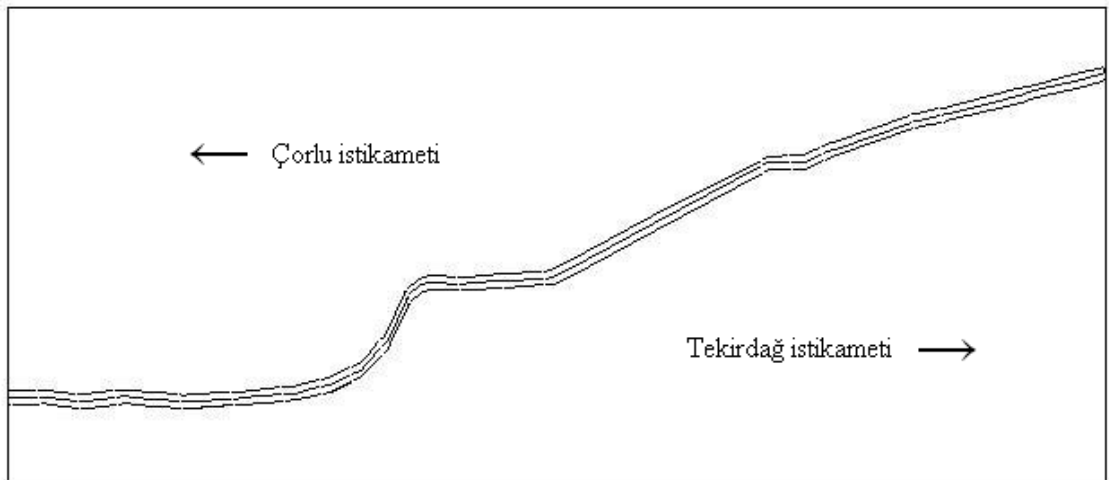
Güvenlik modülü değerlendirmesi sonucunda elde edilen tasarım seviyesine göre durum tespiti yapmak mümkün hale gelmektedir. Kısaca özetlenecek olursa, eğer mevcut yol kesimi için incelenen güvenlik modülü, iyi bir tasarım seviyesine tekabül etmekte ise bu durum, herhangi bir adaptasyona ya da düzenlemeye gerek olmadığı anlamına gelmektedir. Söz konusu kesim için tasarım modülü, orta tasarım seviyesini temsil etmekte ise trafik kontrol cihazlarından hız düzenlemelerine, hatta sathi kaplamaya kadar pek çok uygulamayla güvenlik açığının kapatılması imkânlar dâhilindedir. Tasarım modülünün kötü tasarım koşullarını temsil ettiği durumlarda ise kapsamlı bir bakım – onarım, iyileştirme çalışmasının (Resurfacing, Restoration, Rehabilitation – RRR) gerekliliği ön plana çıkmaktadır [10].

6. TÜRKİYE İÇİN İKİ ÖRNEK UYGULAMA

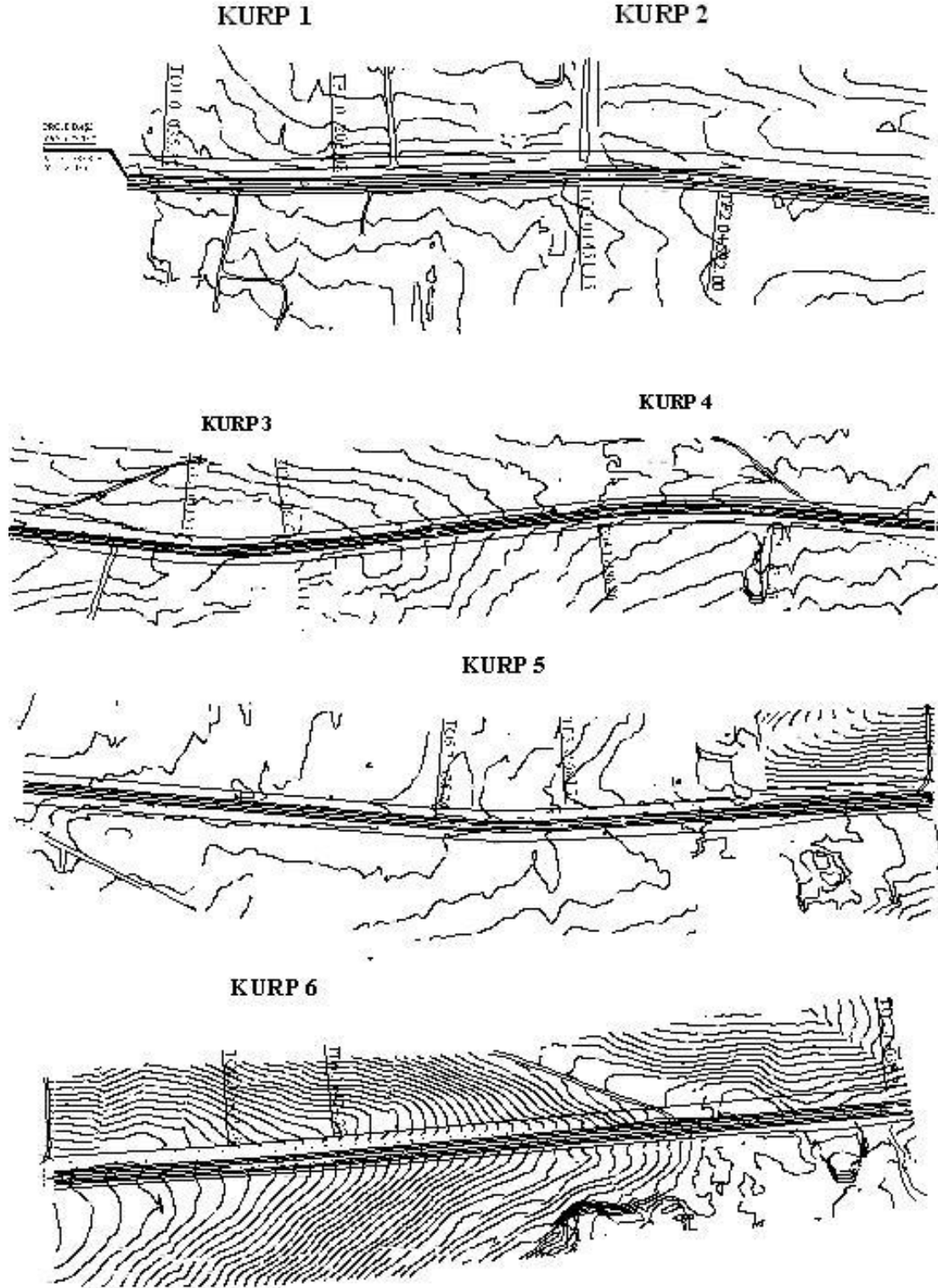
Bu bölümde önceki bölümlerde açıklanan tasarım tutarlılığı konsepti ve güvenlik ölçütleri çerçevesinde, Türkiye'deki karayolu ağından seçilen iki farklı karayolu kesimine ait yol güvenliği incelemesi yapılmış ve konuyla ilgili pratik uygulamalar karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

6.1 Örnek I

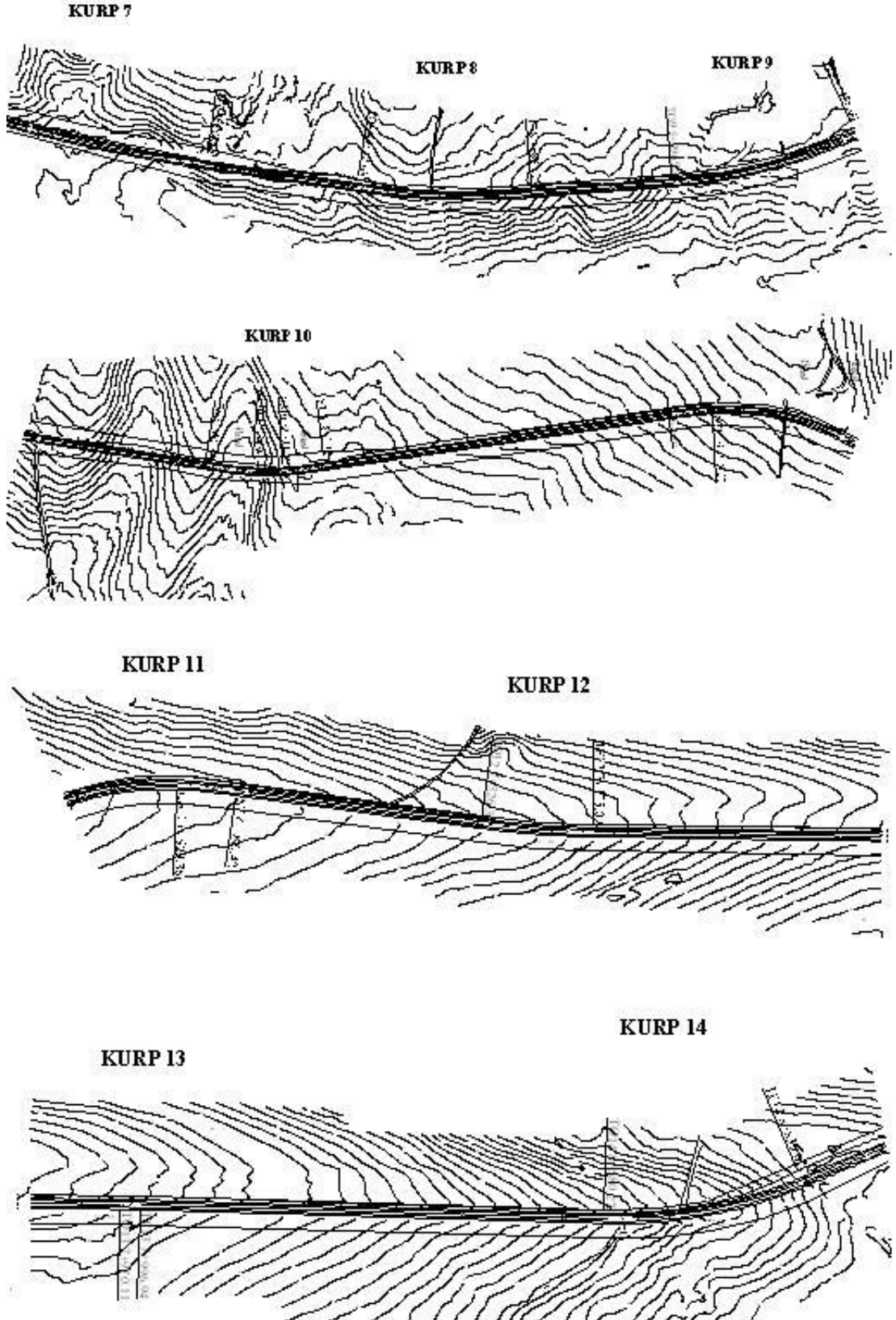
Bu örnekte Karayolları 1. Bölge Müdürlüğü tarafından hazırlanan ve Çorlu – Tekirdağ arasındaki kırsal bölgede yapılması planlanan, 17,368 km uzunluğundaki iki şeritli, iki yönlü bölünmemiş bir karayolu projesi incelenmiştir. Söz konusu yol kesimi için art arda sıralanan tasarım elemanlarına (teğet ve kurp) ait veriler Çizelge 6.1'de verilmiştir. Proje hızı olarak da $V_p=90$ km/sa seçilmiş olup, şerit genişliği 3,50 m ve banket genişliği 2,50 m olarak tasarlanmıştır. Yolun boyuna eğimi de genel olarak % 6,0'dan düşük olmakla beraber sadece 182,79 metrelik bir kesimin (3+467,21 – 3+650,00 kilometreler arası) eğimi % 6,3'e karşılık gelmektedir. İlgili yol kesimine ait şematik gösterim Şekil 6.1'de, Çorlu'dan Tekirdağ istikametine doğru sıralı paftalar da Şekil 6.2'de gösterilmiştir.



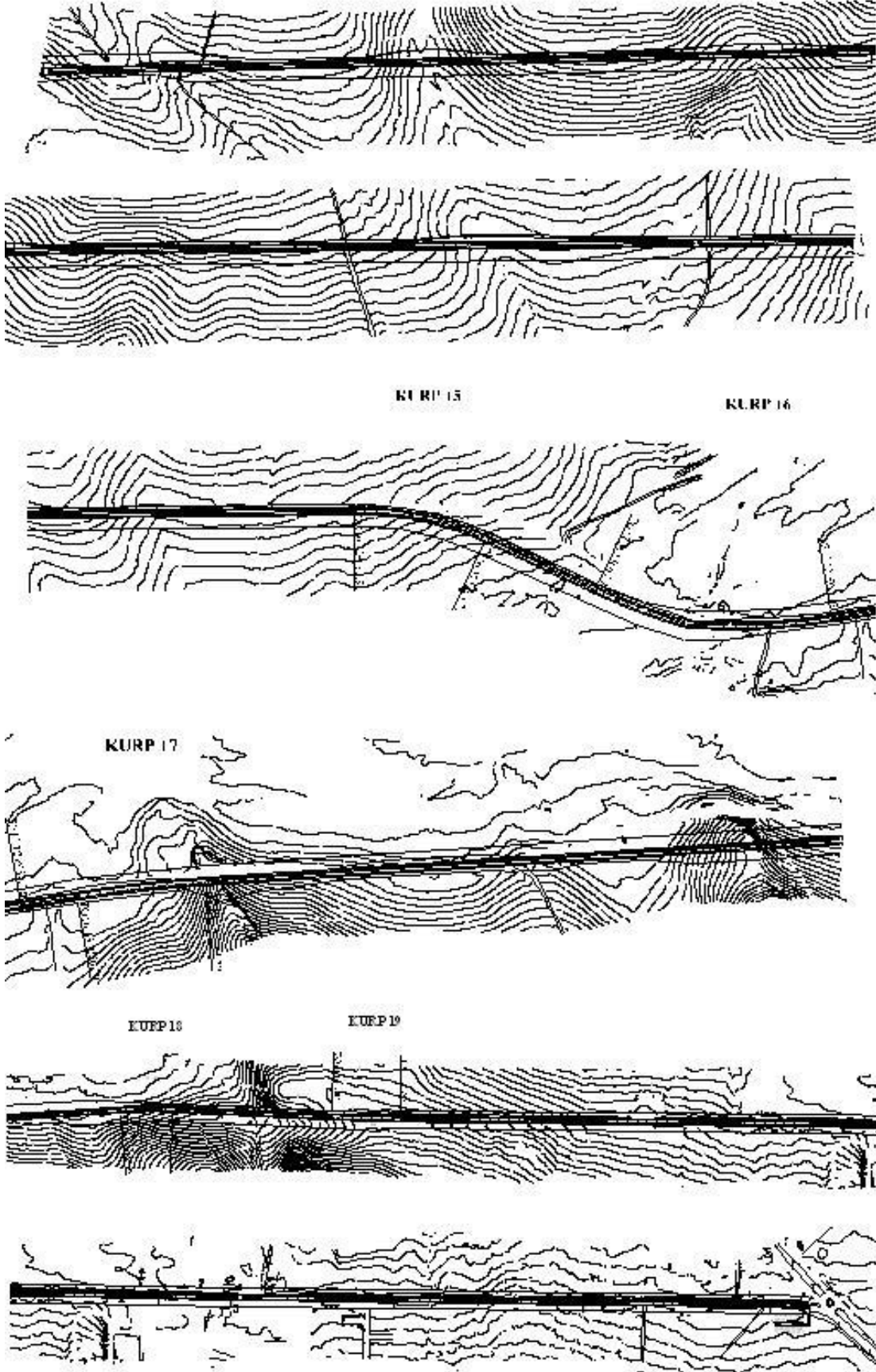
Şekil 6.1: Örnek I için incelenen yol kesimine ait şematik gösterim.



Şekil 6.2: Örnek I için incelenen yol kesimine ait ilgili paftalar.



Şekil 6.2: (devam) Örnek I için incelenen yol kesimine ait ilgili paftalar.



Şekil 6.2: (devam) Örnek I için incelenen yol kesimine ait ilgili paftalar.

Çizelge 6.1: Örnek I'e ait geometrik veriler (Çorlu'dan Tekirdağ istikametine doğru).

Tasarım Elemanı	Başlangıç Noktası (m)	Bitiş Noktası (m)	Kurp Parametreleri- R,A (m)	Eleman Uzunluğu (m)
1 Numaralı Eleman (Teğet 1)	0,00	35,57	-	35,57
2 Numaralı Eleman (Kurp 1)	35,57	205,02	R ₁ =2000,00	169,45
3 Numaralı Eleman (Teğet 2)	205,02	451,15	-	246,14
4 Numaralı Eleman (Kurp 2)	451,15	592,00	R ₂ =1000,00	140,85
5 Numaralı Eleman (Teğet 3)	592,00	1033,83	-	441,83
6 Numaralı Eleman (Kurp 3)	1033,83	1176,37	R ₃ =650,00	142,53
7 Numaralı Eleman (Teğet 4)	1176,37	1598,86	-	422,50
8 Numaralı Eleman (Kurp 4)	1598,86	1887,65	R ₄ =1200,00	238,79
9 Numaralı Eleman (Teğet 5)	1887,65	2535,24	-	697,59
10 Numaralı Eleman (Kurp 5)	2535,24	2687,77	R ₅ =1000,00	152,53
11 Numaralı Eleman (Teğet 6)	2687,77	3307,68	-	619,91
12 Numaralı Eleman (Kurp 6)	3307,68	3424,27	R ₆ =5000,00	116,59
13 Numaralı Eleman (Teğet 7)	3424,27	4038,76	-	614,49
14 Numaralı Eleman (Kurp 7)	4038,76	4382,15	R ₇ =2500,00	343,40
15 Numaralı Eleman (Teğet 8)	4382,15	4612,09	-	229,93
16 Numaralı Eleman (Kurp 8)	4612,09	4882,03	R ₈ =1200,00	269,94
17 Numaralı Eleman (Teğet 9)	4882,03	5096,95	-	214,92
18 Numaralı Eleman (Kurp 9)	5096,95	5388,60	R ₉ =800,00	291,65
19 Numaralı Eleman (Teğet 10)	5388,60	5688,84	-	300,23
20 Numaralı Eleman (Klotoit 1)	5688,84	5764,90	A ₁ =174,43	76,06
20 Numaralı Eleman (Kurp 10)	5764,90	5811,37	R ₁₀ =400,00	46,47
20 Numaralı Eleman (Klotoit 2)	5811,37	5887,43	A ₂ =174,43	76,06
21 Numaralı Eleman (Teğet 11)	5887,43	6457,47	-	570,04
22 Numaralı Eleman (Klotoit 3)	6457,47	6533,53	A ₃ =174,43	76,06
22 Numaralı Eleman (Kurp 11)	6533,53	6923,36	R ₁₁ =400,00	389,83
22 Numaralı Eleman (Klotoit 4)	6923,36	6999,42	A ₄ =174,43	76,06
23 Numaralı Eleman (Teğet 12)	6999,42	7326,38	-	326,95
24 Numaralı Eleman (Kurp 12)	7326,38	7475,07	R ₁₂ =1250,0	148,69
25 Numaralı Eleman (Teğet 13)	7475,07	7970,11	-	495,04
26 Numaralı Eleman (Kurp 13)	7970,11	7996,94	R ₁₃ =2000,0	26,83
27 Numaralı Eleman (Teğet 14)	7996,94	8580,27	-	583,33
28 Numaralı Eleman (Kurp 14)	8580,27	8835,61	R ₁₄ =600,00	255,34
29 Numaralı Eleman (Teğet 15)	8835,61	12165,91	-	3330,31
30 Numaralı Eleman (Kurp 15)	12165,91	12389,72	R ₁₅ =500,00	223,81
31 Numaralı Eleman (Teğet 16)	12389,72	12586,27	-	196,55
32 Numaralı Eleman (Kurp 16)	12586,27	12982,12	R ₁₆ =1000,00	395,85
33 Numaralı Eleman (Teğet 17)	12982,12	13066,79	-	84,67
34 Numaralı Eleman (Kurp 17)	13066,79	13262,32	R ₁₇ =2000,00	195,53
35 Numaralı Eleman (Teğet 18)	13262,32	14466,88	-	1204,56
36 Numaralı Eleman (Kurp 18)	14466,88	14579,31	R ₁₈ =1000,00	112,43
37 Numaralı Eleman (Teğet 19)	14579,31	14898,72	-	319,42
38 Numaralı Eleman (Kurp 19)	14898,72	15038,95	R ₁₉ =4000,00	140,23
39 Numaralı Eleman (Teğet 20)	15038,95	17368,87	-	2329,92

6.1.1 Örnek I'e ait güvenlik kriterleri değerlendirmesi için gerekli parametreler

Güvenlik ölçütlerine geçmeden önce dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı, %85'lik dilim içindeki hız ve gereken, gerçek yanal sürtünme miktarları hesaplanarak elde edilen sonuçlar, Çizelge 6.2'da gösterilmiştir.

6.1.1.1 Dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı (örnek I)

Birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın ya da birleştirme eğrisi olmayan dairesel kurbaya ait eğrilik değişim oranları, ilgili bölümde verilen denklem (4.1) yardımıyla saptanmıştır:

$$CCR_S = \frac{\left(\frac{L_{Cl1}}{2R} + \frac{L_{Cr}}{R} + \frac{L_{Cl2}}{2R} \right)}{L} * \frac{200}{\pi} * 10^3 = \frac{\left(\frac{L_{Cl1}}{2R} + \frac{L_{Cr}}{R} + \frac{L_{Cl2}}{2R} \right)}{L} * 63700 \quad (4.1)$$

Burada;

CCR_S = birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı (gon/km),

$L = L_{cr} + L_{cl1} + L_{cl2}$ = toplam kurp uzunluğu (m),

L_{cr} = dairesel kurbanın uzunluğu (m),

R = dairesel kurbanın yarıçapı (m),

L_{cl1}, L_{cl2} = klotoid uzunluğu (dairesele kurbadan önceki ve sonraki) (m),

$63700 = (200/\pi) * 10^3$ = çevirme faktörüdür.

(Gon, Avrupa şartnamesine göre daire çevresinin 360 derece yerine 400 dereceye bölünmesiyle elde edilen birim olarak tanımlanmaktadır.)

1 Numaralı Eleman (Teğet 1)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S1} = 0$ gon/km

2 Numaralı Eleman (Kurp 1)

$$CCR_{S2} = \frac{\left(\frac{L_{Cr1}}{R_1} \right)}{L_1} * 63700 = \frac{\left(\frac{169,45}{2000} \right)}{169,45} * 63700 = 31,85 \text{ gon/km}$$

3 Numaralı Eleman (Teğet 2)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S3} = 0$ gon/km

4 Numaralı Eleman (Kurp 2)

$$CCR_{s4} = \frac{\left(\frac{L_{Cr2}}{R_2} \right)}{L_2} * 63700 = \frac{\left(\frac{140,85}{1000} \right)}{140,85} * 63700 = 63,70 \text{ gon/km}$$

5 Numaralı Eleman (Teğet 3)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s5} = 0 \text{ gon/km}$$

6 Numaralı Eleman (Kurp 3)

$$CCR_{s6} = \frac{\left(\frac{L_{Cr3}}{R_3} \right)}{L_3} * 63700 = \frac{\left(\frac{142,53}{650} \right)}{142,53} * 63700 = 98,00 \text{ gon/km}$$

7 Numaralı Eleman (Teğet 4)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s7} = 0 \text{ gon/km}$$

8 Numaralı Eleman (Kurp 4)

$$CCR_{s8} = \frac{\left(\frac{L_{Cr4}}{R_4} \right)}{L_4} * 63700 = \frac{\left(\frac{238,79}{1200} \right)}{238,79} * 63700 = 53,08 \text{ gon/km}$$

9 Numaralı Eleman (Teğet 5)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s9} = 0 \text{ gon/km}$$

10 Numaralı Eleman (Kurp 5)

$$CCR_{s10} = \frac{\left(\frac{L_{Cr5}}{R_5} \right)}{L_5} * 63700 = \frac{\left(\frac{152,53}{1000} \right)}{152,53} * 63700 = 63,70 \text{ gon/km}$$

11 Numaralı Eleman (Teğet 6)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s11} = 0 \text{ gon/km}$$

12 Numaralı Eleman (Kurp 6)

$$CCR_{S12} = \frac{\left(\frac{L_{Cr6}}{R_6} \right)}{L_6} * 63700 = \frac{\left(\frac{116,59}{5000} \right)}{116,59} * 63700 = 12,74 \text{ gon/km}$$

13 Numaralı Eleman (Teğet 7)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S13} = 0 \text{ gon/km}$$

14 Numaralı Eleman (Kurp7)

$$CCR_{S14} = \frac{\left(\frac{L_{Cr7}}{R_7} \right)}{L_7} * 63700 = \frac{\left(\frac{343,40}{2500} \right)}{343,40} * 63700 = 25,48 \text{ gon/km}$$

15 Numaralı Eleman (Teğet 8)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S15} = 0 \text{ gon/km}$$

16 Numaralı Eleman (Kurp 8)

$$CCR_{S16} = \frac{\left(\frac{L_{Cr8}}{R_8} \right)}{L_8} * 63700 = \frac{\left(\frac{269,94}{1200} \right)}{269,94} * 63700 = 53,08 \text{ gon/km}$$

17 Numaralı Eleman (Teğet 9)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S17} = 0 \text{ gon/km}$$

18 Numaralı Eleman (Kurp 9)

$$CCR_{S18} = \frac{\left(\frac{L_{Cr9}}{R_9} \right)}{L_9} * 63700 = \frac{\left(\frac{291,65}{800} \right)}{291,65} * 63700 = 79,63 \text{ gon/km}$$

19 Numaralı Eleman (Teğet 10)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S19} = 0 \text{ gon/km}$$

20 Numaralı Eleman (Klotoid 1, Kurp 10, Klotoid 2)

$$CCR_{S20} = \frac{\left(\frac{L_{Cl1}}{2R_{10}} + \frac{L_{Cr10}}{R_{10}} + \frac{L_{Cl2}}{2R_{10}} \right)}{L_{10}} * 63700 = \frac{\left(\frac{76,06}{2*400} + \frac{46,47}{400} + \frac{76,06}{2*400} \right)}{76,06 + 46,47 + 76,06} * 63700$$

$$CCR_{S20} = 98,26 \text{ gon/km}$$

21 Numaralı Eleman (Teğet 11)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S21} = 0 \text{ gon/km}$$

22 Numaralı Eleman (Klotoid 3, Kurp 11, Klotoid 4)

$$CCR_{S22} = \frac{\left(\frac{L_{Cl3}}{2R_{11}} + \frac{L_{Cr11}}{R_{11}} + \frac{L_{Cl4}}{2R_{11}} \right)}{L_{11}} * 63700 = \frac{\left(\frac{76,06}{2*400} + \frac{389,83}{400} + \frac{76,06}{2*400} \right)}{76,06 + 389,83 + 76,06} * 63700$$

$$CCR_{S22} = 136,90 \text{ gon/km}$$

23 Numaralı Eleman (Teğet 12)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S23} = 0 \text{ gon/km}$$

24 Numaralı Eleman (Kurp 12)

$$CCR_{S24} = \frac{\left(\frac{L_{Cr12}}{R_{12}} \right)}{L_{12}} * 63700 = \frac{\left(\frac{148,69}{1250} \right)}{148,69} * 63700 = 50,96 \text{ gon/km}$$

25 Numaralı Eleman (Teğet 13)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S25} = 0 \text{ gon/km}$$

26 Numaralı Eleman (Kurp 13)

$$CCR_{S26} = \frac{\left(\frac{L_{Cr13}}{R_{13}} \right)}{L_{13}} * 63700 = \frac{\left(\frac{26,83}{2000} \right)}{26,83} * 63700 = 31,85 \text{ gon/km}$$

27 Numaralı Eleman (Teğet 14)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S25} = 0 \text{ gon/km}$$

28 Numaralı Eleman (Kurp 14)

$$CCR_{S28} = \frac{\left(\frac{L_{Cr14}}{R_{14}} \right)}{L_{14}} * 63700 = \frac{\left(\frac{255,34}{600} \right)}{255,34} * 63700 = 106,17 \text{ gon/km}$$

29 Numaralı Eleman (Teğet 15)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S29} = 0 \text{ gon/km}$$

30 Numaralı Eleman (Kurp 15)

$$CCR_{S30} = \frac{\left(\frac{L_{Cr15}}{R_{15}} \right)}{L_{15}} * 63700 = \frac{\left(\frac{223,81}{500} \right)}{223,81} * 63700 = 127,40 \text{ gon/km}$$

31 Numaralı Eleman (Teğet 16)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S31} = 0 \text{ gon/km}$$

32 Numaralı Eleman (Kurp 16)

$$CCR_{S32} = \frac{\left(\frac{L_{Cr16}}{R_{16}} \right)}{L_{16}} * 63700 = \frac{\left(\frac{395,85}{1000} \right)}{395,85} * 63700 = 63,70 \text{ gon/km}$$

33 Numaralı Eleman (Teğet 17)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S33} = 0 \text{ gon/km}$$

34 Numaralı Eleman (Kurp 17)

$$CCR_{S34} = \frac{\left(\frac{L_{Cr17}}{R_{17}} \right)}{L_{17}} * 63700 = \frac{\left(\frac{195,53}{2000} \right)}{195,53} * 63700 = 31,85 \text{ gon/km}$$

35 Numaralı Eleman (Teğet 18)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S35} = 0 \text{ gon/km}$$

36 Numaralı Eleman (Kurp 18)

$$CCR_{S36} = \frac{\left(\frac{L_{Cr18}}{R_{18}} \right)}{L_{18}} * 63700 = \frac{\left(\frac{112,43}{1000} \right)}{112,43} * 63700 = 63,70 \text{ gon/km}$$

37 Numaralı Eleman (Teğet 19)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S37} = 0 \text{ gon/km}$$

38 Numaralı Eleman (Kurp 19)

$$CCR_{S38} = \frac{\left(\frac{L_{Cr19}}{R_{19}} \right)}{L_{19}} * 63700 = \frac{\left(\frac{140,23}{4000} \right)}{140,23} * 63700 = 15,93 \text{ gon/km}$$

39 Numaralı Eleman (Teğet 20)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S39} = 0 \text{ gon/km}$$

6.1.1.2 %85’lik dilim içindeki hız (örnek I)

Konunun anlatıldığı ilgili bölümde yer alan Şekil 4.2 ve Çizelge 4.4’te belirtilen grafik ve formüllerde Türkiye’ye ait herhangi bir %85’lik dilim içindeki hız formülasyonu tanımlaması yapılmadığından, yolun boyuna eğimine bağlı olarak birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı (CCR_S) ile %85’lik dilim içindeki hız (V_{85}) arasında kurulan genel-geçer bağıntılar olan denklem (4.4) ve denklem (4.5) kullanılır. “Highway Design and Traffic Safety Engineering Book” kitabından alınan söz konusu bu bağıntılar aşağıdaki gibidir:

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olan ve CCR_S değeri 0–1600 gon/km arasında olan kesimler için V_{85} değerinin belirlenmesi (denklem 4.4):

$$V_{85} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot CCR_S^2 - 0,071 \cdot CCR_S \quad (4.4)$$

Boyuna eğimi $G > \%6$ olan ve CCR_S değeri 0–1600 gon/km arasında olan kesimler için V_{85} değerinin belirlenmesi (denklem 4.5):

$$V_{85} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot CCR_S^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot CCR_S^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot CCR_S \quad (4.5)$$

Burada dikkat edilmesi gereken bir husus $CCR_S = 1600$ gon/km değeri limit bir değer olduğudur ve yaklaşık olarak $R = 40$ m olan bir kurbaya karşılık gelir. Bundan daha küçük bir karp yarıçapına sahip kesimlerde yapılan güvenlik değerlendirmesi, özellikle güvenlik kriteri I ve III için, sağlıklı sonuçlar vermez. Ayrıca bu bölümde teğetlere ait %85’lik dilim içindeki hız (V_{85}) değerleri için inceleme yapılmayacak olup, teğetlerin incelenmesi başlığı altında ayrı olarak ele alınacaktır.

1 Numaralı Eleman (Teğet 1)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S1} = 0 \text{ gon/km,}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısmında ayrı olarak ele alınacaktır.

2 Numaralı Eleman (Karp 1)

$CCR_{S2} = 31,85$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_2} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 31,85^2 - 0,071 \cdot 31,85 = 103 \text{ km/sa}$$

3 Numaralı Eleman (Teğet 2)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S3} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısmında ayrı olarak ele alınacaktır.

4 Numaralı Eleman (Kurp 2)

$CCR_{S4} = 63,70 \text{ gon/km}$ ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_4} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 63,70^2 - 0,071 \cdot 63,70 = 101 \text{ km/sa}$$

5 Numaralı Eleman (Teğet 3)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S5} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısmında ayrı olarak ele alınacaktır.

6 Numaralı Eleman (Kurp 3)

$CCR_{S6} = 98,00 \text{ gon/km}$ ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_6} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 98,00^2 - 0,071 \cdot 98,00 = 99 \text{ km/sa}$$

7 Numaralı Eleman (Teğet 4)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S7} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısmında ayrı olarak ele alınacaktır.

8 Numaralı Eleman (Kurp 4)

$CCR_{S8} = 53,08 \text{ gon/km}$ ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_8} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 53,08^2 - 0,071 \cdot 53,08 = 102 \text{ km/sa}$$

9 Numaralı Eleman (Teğet 5)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S9} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısmında ayrı olarak ele alınacaktır.

10 Numaralı Eleman (Kurp 5)

$CCR_{S10} = 63,70$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{10}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 63,70^2 - 0,071 \cdot 63,70 = 101 \text{ km/sa}$$

11 Numaralı Eleman (Teğet 6)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S11} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısmında ayrı olarak ele alınacaktır.

12 Numaralı Eleman (Kurp 6)

$CCR_{S12} = 12,74$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{12}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 12,74^2 - 0,071 \cdot 12,74 = 104 \text{ km/sa}$$

13 Numaralı Eleman (Teğet 7)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S13} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısmında ayrı olarak ele alınacaktır.

14 Numaralı Eleman (Kurp7)

$CCR_{S14} = 25,48$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{14}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 25,48^2 - 0,071 \cdot 25,48 = 104 \text{ km/sa}$$

15 Numaralı Eleman (Teğet 8)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S15} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısmında ayrı olarak ele alınacaktır.

16 Numaralı Eleman (Kurp 8)

$CCR_{S16} = 53,08$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{16}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 53,08^2 - 0,071 \cdot 53,08 = 102 \text{ km/sa}$$

17 Numaralı Eleman (Teğet 9)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S17} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

18 Numaralı Eleman (Kurp 9)

$CCR_{S18} = 79,63 \text{ gon/km}$ ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{18}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 79,63^2 - 0,071 \cdot 79,63 = 100 \text{ km/sa}$$

19 Numaralı Eleman (Teğet 10)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S19} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

20 Numaralı Eleman (Klotoid 1, Kurp 10, Klotoid 2)

$CCR_{S20} = 98,26 \text{ gon/km}$ ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{20}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 98,26^2 - 0,071 \cdot 98,26 = 99 \text{ km/sa}$$

21 Numaralı Eleman (Teğet 11)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S21} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

22 Numaralı Eleman (Klotoid 3, Kurp 11, Klotoid 4)

$CCR_{S22} = 136,90 \text{ gon/km}$ ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{22}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 136,90^2 - 0,071 \cdot 136,90 = 96 \text{ km/sa}$$

23 Numaralı Eleman (Teğet 12)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S23} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

24 Numaralı Eleman (Kurp 12)

$CCR_{S24} = 50,96$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{24}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 50,96^2 - 0,071 \cdot 50,96 = 102 \text{ km/sa}$$

25 Numaralı Eleman (Teğet 13)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S25} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

26 Numaralı Eleman (Kurp 13)

$CCR_{S26} = 31,85$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{26}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 31,85^2 - 0,071 \cdot 31,85 = 103 \text{ km/sa}$$

27 Numaralı Eleman (Teğet 14)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S25} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

28 Numaralı Eleman (Kurp 14)

$CCR_{S28} = 106,17$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{28}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 106,17^2 - 0,071 \cdot 106,17 = 98 \text{ km/sa}$$

29 Numaralı Eleman (Teğet 15)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S29} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

30 Numaralı Eleman (Kurp 15)

$CCR_{S30} = 127,40$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{30}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 127,40^2 - 0,071 \cdot 127,40 = 97 \text{ km/sa}$$

31 Numaralı Eleman (Teğet 16)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S31} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

32 Numaralı Eleman (Kurp 16)

$CCR_{S32} = 63,70 \text{ gon/km}$ ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{32}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 63,70^2 - 0,071 \cdot 63,70 = 101 \text{ km/sa}$$

33 Numaralı Eleman (Teğet 17)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S33} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

34 Numaralı Eleman (Kurp 17)

$CCR_{S34} = 31,85 \text{ gon/km}$ ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{34}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 31,85^2 - 0,071 \cdot 31,85 = 103 \text{ km/sa}$$

35 Numaralı Eleman (Teğet 18)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S35} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

36 Numaralı Eleman (Kurp 18)

$CCR_{S36} = 63,70 \text{ gon/km}$ ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{36}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 63,70^2 - 0,071 \cdot 63,70 = 101 \text{ km/sa}$$

37 Numaralı Eleman (Teğet 19)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S37} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

38 Numaralı Eleman (Kurp 19)

$CCR_{S38} = 15,93$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{38}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 15,93^2 - 0,071 \cdot 15,93 = 104 \text{ km/sa.}$$

39 Numaralı Eleman (Teğet 20)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S39} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısmında ayrı olarak ele alınacaktır.

6.1.1.3 Uygun tasarım hızının tespit edilmesi (örnek I)

Mevcut bir yol için tasarım hızının bilinmesi neredeyse imkânsızdır. Söz konusu bu yol projesinde de teğet incelemelerinde gerekecek olan, değerlendirilen yol kesiminin öncesi ve sonrasındaki elemanlara ait, %85'lik dilim içindeki hız değerleri bilinmemektedir. Bunun için önceki bölümlerde anlatılan (4.6) numaralı denklem kullanılarak ortalama bir CCR_S değeri bulunmuş ve buna bağlı bir %85'lik dilim içindeki hız değeri hesaplanmıştır. Bu yolla incelenen projenin devamı olarak "tahmini" bir işletme hızı değerlendirmesi yapılmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, incelenen kesimin dışında kalan karayolu için işletme hızı ile proje hızı arasında uyumlu bir ilişkinin varsayıldığı ve bunu yansıtmak amacıyla ortalama bir işletme hızı değerinin kullanılmakta olduğudur. Nitekim proje, eğer tasarım hızı (V_d) bilinmeyen mevcut bir yol olsaydı, tasarım hızı için söz konusu bu ortalama %85'lik dilim içindeki hız değeri kullanılabilirdi.

$$\emptyset CCR_S = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (CCR_{Si} \cdot L_i)}{\sum_{i=1}^{i=n} L_i} \quad (4.6)$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} (CCR_{Si} * L_i) = 31,85*169,45 + 63,70*140,85 + 98,00*142,53 + 53,08*238,79 + \\ + 63,70*152,53 + 63,70*116,59 + 25,48*343,40 + 53,08*269,94 + \\ + 79,63*291,65 + 98,26*198,59 + 136,90*541,95 + 50,96*148,69 + \\ + 31,85*26,83 + 106,17*255,34 + 127,40*223,81 + 63,70*395,85 + \\ + 31,85*195,53 + 63,70*112,43 + 15,93*140,23$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} (CCR_{Si} * L_i) = 303057,28$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} L_i = 169,45 + 140,85 + 142,53 + 238,79 + 152,53 + 116,59 + 343,40 + \\ + 269,94 + 291,65 + 198,59 + 541,95 + 148,69 + 26,83 + 255,34 + \\ + 223,81 + 395,85 + 195,53 + 112,43 + 140,23$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} L_i = 4104,98$$

$$\emptyset CCR_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (CCR_{Si} * L_i)}{\sum_{i=1}^{i=n} L_i} = \frac{303057,28}{4104,98} = 73,83 \text{ gon/km (teğetler ihmal edilmiştir.)}$$

Boyuna eğimin genel olarak $G \leq \%6$ olması (sadece 182,79 metrelik kesim % 6,3'lük bir boyuna eğime sahiptir ve ihmal edilmiştir) ve CCR_s değeri 0–1600 gon/km arasında olması nedeniyle ortalama %85'lik dilim içindeki hızın hesaplanması amacıyla denklem (4.4) kullanılmıştır:

$$V_{85} = 105,31 + 2*10^{-5}*CCR_s^2 - 0,071*CCR_s \quad (4.4)$$

Buradan;

$$\emptyset V_{85} = 105,31 + 2*10^{-5}*73,83^2 - 0,071*73,83 = 100 \text{ km/sa bulunmuştur.}$$

6.1.1.4 Teğetlerin değerlendirilmesi (örnek I)

Teğet kesimler, üç farklı durum için değerlendirilmiştir ve buna göre işletme hızı tespiti yapılmıştır. Söz konusu bu üç durum ve kullanılan formüller aşağıdaki gibidir:

Durum 1: $TL \leq TL_{min}$ (bağımsız olmayan teğet olarak kabul edilir, güvenlik değerlendirme sürecine dâhil edilmez, kurp – kurp birleşimi içinde ele alınır)

Durum 2: $TL \geq TL_{\max}$ (bağımsız teğet olarak kabul edilir ve güvenlik değerlendirme sürecinde hesaba katılır, teğet – kurp ya da kurp - teğet birleşimi içinde ele alınır)

Durum 3: $TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ (bağımsız teğet olarak kabul edilir ve güvenlik değerlendirme sürecinde hesaba katılır, teğet – kurp ya da kurp - teğet birleşimi içinde ele alınır)

$$TL_{\min} = \frac{|V85_1^2 - V85_2^2|}{22,03} \quad (5.1.a)$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_1^2 - V85_2^2}{22,03} \quad (5.2.a)$$

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{\min}) + (V85_1)^2} \quad (5.3.a)$$

Denklem (5.2.a) için kullanılan $V85_{T\max}$ değeri teğetlerdeki maksimum işletme hızının temsili değeridir. Bu değer Çizelge 4.4'te çeşitli ülkeler için verilen regresyon modellerine veya genel – geçer kabul edilen (4.4) ve (4.5) numaralı denklemlere bağlı olarak değişebilir. Kurplara ait %85'lik dilim içindeki hız değerini bulmak için kullanılan formül burada da geçerli olmaktadır. Dolayısıyla teğetlerdeki $V85_{T\max}$ değeri de aşağıdaki gibi ele alınmaktadır:

Boyuna eğim $G \leq \%6$ ve teğetlerdeki $CCR_S = 0$ gon/km olduğundan;

$$V85_{T\max} = 105,31 + 2 * 10^{-5} * CCR_S^2 - 0,071 * CCR_S$$

$$V85_{T\max} = 105,31 + 2 * 10^{-5} * 0^2 - 0,071 * 0$$

$$V85_{T\max} = 105,31 \text{ km/sa} \approx 105 \text{ km/sa alınmıştır.}$$

Yukarıdaki denklemler yardımıyla oluşturulan durum tespitinden sonra, durum I için peş peşe gelen iki kurp için güvenlik ölçütü II değerlendirmesi (Çizelge 5.2'ye göre) yapılırken ara (bağımsız olmayan) teğet dikkate alınmaz. Durum II için peş peşe gelen bağımsız teğet – kurp ya da kurp – bağımsız teğet için Çizelge 5.2'de yer alan güvenlik ölçütü II değerlendirmesi yapılır. Durum III içinse güvenlik ölçütü II'ye göre değerlendirme yaparken işletme hızı tayininde denklem (5.3.a) kullanılır. Ayrıca Durum 2 ve Durum 3 için yapılan değerlendirme çerçevesinde, $V85_T$ ve $V85_{T\max}$ değerlerinin temsil ettiği %85'lik dilim içindeki hız ile V_d tasarım hızı arasındaki farklılıkların Çizelge 5.1'de yer alan güvenlik ölçütü I için de incelenmesi

gerekmektedir. Durum I koşulları içinse bağımsız olmayan teğet uzunluğu çok küçük olduğundan güvenlik ölçütü I ve II kapsamında değerlendirmeye alınmaz.

1 Numaralı Eleman (Teğet 1)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S1} = 0$ gon/km, $TL_1 = 35,57$ m, $V85_{Tmax} = 105$ km/sa alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{|V85_0^2 - V85_2^2|}{22,03} = \frac{|100^2 - 103^2|}{22,03} = 27,64 \text{ m} \quad (V85_0 \approx \emptyset V85 \text{ alınmıştır})$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_0^2 - V85_2^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 100^2 - 103^2}{22,03} = 65,41 \text{ m}$$

$$27,64 \text{ m} < 35,57 \text{ m} < 65,41 \text{ m};$$

$TL_{min} < TL < TL_{max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet varsayımı yapılır. Buna göre;

$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{min}) + (V85_{0,2})^2} = \sqrt{11,016 * (35,57 - 27,64) + (103)^2} = 103,42 \text{ km/sa}$ olarak bulunmuştur. $V85_2 > V85_0$ olduğundan $V85_2$ dikkate alınmıştır. (Daima büyük olan değer alınır.) Buradan;

$V85_T = V85_1 = 103$ km/sa olarak alınır.

3 Numaralı Eleman (Teğet 2)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S3} = 0$ gon/km, $TL_3 = 246,14$ m, $V85_{Tmax} = 105$ km/sa alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{|V85_2^2 - V85_4^2|}{22,03} = \frac{|103^2 - 101^2|}{22,03} = 18,52 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_2^2 - V85_4^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 103^2 - 101^2}{22,03} = 56,29 \text{ m}$$

$$56,28 \text{ m} < 246,14 \text{ m},$$

$TL_{maks} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$V85_{Tmax} = V85_3 = 105$ km/sa alınır.

5 Numaralı Eleman (Teğet 3)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S5} = 0$ gon/km, $TL_5 = 441,83$ m, $V85_{Tmax} = 105$ km/sa alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_4^2 - V85_6^2|}{22,03} = \frac{|101^2 - 99^2|}{22,03} = 18,16 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_4^2 - V85_6^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 101^2 - 99^2}{22,03} = 92,96 \text{ m}$$

$$92,96 \text{ m} < 441,83 \text{ m},$$

$TL_{\max} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{T\max} = V85_5 = 105 \text{ km/sa alınır.}$$

7 Numaralı Eleman (Teğet 4)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S7} = 0 \text{ gon/km, } TL_7 = 422,50 \text{ m, } V85_{T\max} = 105 \text{ km/sa alınmıştır.}$$

$$TL_{\min} = \frac{|V85_6^2 - V85_8^2|}{22,03} = \frac{|99^2 - 102^2|}{22,03} = 27,37 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_6^2 - V85_8^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 99^2 - 102^2}{22,03} = 83,75 \text{ m}$$

$$83,75 \text{ m} < 422,50 \text{ m},$$

$TL_{\max} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{T\max} = V85_7 = 105 \text{ km/sa alınır.}$$

9 Numaralı Eleman (Teğet 5)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S9} = 0 \text{ gon/km, } TL_9 = 697,59 \text{ m, } V85_{T\max} = 105 \text{ km/sa alınmıştır.}$$

$$TL_{\min} = \frac{|V85_8^2 - V85_{10}^2|}{22,03} = \frac{|102^2 - 101^2|}{22,03} = 9,22 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_8^2 - V85_{10}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 102^2 - 101^2}{22,03} = 65,59 \text{ m}$$

$$65,59 \text{ m} < 697,59 \text{ m},$$

$TL_{\max} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$V_{85T_{\max}} = V_{85_9} = 105 \text{ km/sa}$ alınır.

11 Numaralı Eleman (Teğet 6)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S11} = 0 \text{ gon/km}$, $TL_{11} = 619,91 \text{ m}$, $V_{85T_{\max}} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{\left| V_{85_{10}}^2 - V_{85_{12}}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 101^2 - 104^2 \right|}{22,03} = 27,92 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V_{85T_{\max}}^2 - V_{85_{10}}^2 - V_{85_{12}}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 101^2 - 104^2}{22,03} = 46,89 \text{ m}$$

$46,89 \text{ m} < 619,91 \text{ m}$,

$TL_{\max} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$V_{85T_{\max}} = V_{85_{11}} = 105 \text{ km/sa}$ alınır.

13 Numaralı Eleman (Teğet 7)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S13} = 0 \text{ gon/km}$, $TL_{13} = 614,49 \text{ m}$, $V_{85T_{\max}} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{\left| V_{85_{12}}^2 - V_{85_{14}}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 104^2 - 104^2 \right|}{22,03} = 0 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V_{85T_{\max}}^2 - V_{85_{12}}^2 - V_{85_{14}}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 104^2 - 104^2}{22,03} = 18,97 \text{ m}$$

$18,97 \text{ m} < 614,49 \text{ m}$,

$TL_{\max} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$V_{85T_{\max}} = V_{85_{13}} = 105 \text{ km/sa}$ alınır.

15 Numaralı Eleman (Teğet 8)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S15} = 0 \text{ gon/km}$, $TL_{15} = 229,93 \text{ m}$, $V_{85T_{\max}} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{\left| V_{85_{14}}^2 - V_{85_{16}}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 104^2 - 102^2 \right|}{22,03} = 18,70 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V_{85T_{\max}}^2 - V_{85_{14}}^2 - V_{85_{16}}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 104^2 - 102^2}{22,03} = 37,68 \text{ m}$$

$$37,68 \text{ m} < 229,93 \text{ m},$$

$TL_{maks} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{Tmax} = V85_{15} = 105 \text{ km/sa alınır.}$$

17 Numaralı Eleman (Teğet 9)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S17} = 0 \text{ gon/km, } TL_{17} = 214,92 \text{ m, } V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa alınmıştır.}$$

$$TL_{min} = \frac{\left| V85_{16}^2 - V85_{18}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 102^2 - 100^2 \right|}{22,03} = 18,34 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{16}^2 - V85_{18}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 102^2 - 100^2}{22,03} = 74,72 \text{ m}$$

$$74,72 \text{ m} < 214,92 \text{ m},$$

$TL_{maks} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{Tmax} = V85_{17} = 105 \text{ km/sa alınır.}$$

19 Numaralı Eleman (Teğet 10)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S19} = 0 \text{ gon/km, } TL_{19} = 300,23 \text{ m, } V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa alınmıştır.}$$

$$TL_{min} = \frac{\left| V85_{18}^2 - V85_{20}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 100^2 - 99^2 \right|}{22,03} = 9,03 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{18}^2 - V85_{20}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 100^2 - 99^2}{22,03} = 102,09 \text{ m}$$

$$102,09 \text{ m} < 300,23 \text{ m},$$

$TL_{maks} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{Tmax} = V85_{19} = 105 \text{ km/sa alınır.}$$

21 Numaralı Eleman (Teğet 11)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S21} = 0 \text{ gon/km, } TL_{21} = 570,04 \text{ m, } V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa alınmıştır.}$$

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{20}^2 - V85_{22}^2|}{22,03} = \frac{|99^2 - 96^2|}{22,03} = 26,56 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_{20}^2 - V85_{22}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 99^2 - 96^2}{22,03} = 137,68 \text{ m}$$

$$137,68 \text{ m} < 570,04 \text{ m},$$

$TL_{\max} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{T\max} = V85_{21} = 105 \text{ km/sa alınır.}$$

23 Numaralı Eleman (Teğet 12)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S23} = 0 \text{ gon/km, } TL_{23} = 326,95 \text{ m, } V85_{T\max} = 105 \text{ km/sa alınmıştır.}$$

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{22}^2 - V85_{24}^2|}{22,03} = \frac{|96^2 - 102^2|}{22,03} = 53,93 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_{22}^2 - V85_{24}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 96^2 - 102^2}{22,03} = 110,30 \text{ m}$$

$$110,30 \text{ m} < 326,95 \text{ m},$$

$TL_{\max} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{T\max} = V85_{23} = 105 \text{ km/sa alınır.}$$

25 Numaralı Eleman (Teğet 13)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S25} = 0 \text{ gon/km, } TL_{25} = 495,04 \text{ m, } V85_{T\max} = 105 \text{ km/sa alınmıştır.}$$

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{24}^2 - V85_{26}^2|}{22,03} = \frac{|102^2 - 103^2|}{22,03} = 9,31 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_{24}^2 - V85_{26}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 102^2 - 103^2}{22,03} = 47,07 \text{ m}$$

$$47,07 \text{ m} < 495,04 \text{ m},$$

$TL_{\max} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$V_{85T_{\max}} = V_{85_{25}} = 105 \text{ km/sa}$ alınır.

27 Numaralı Eleman (Teğet 14)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S25} = 0 \text{ gon/km}$, $TL_{27} = 583,33 \text{ m}$, $V_{85T_{\max}} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V_{85_{26}}^2 - V_{85_{28}}^2|}{22,03} = \frac{|103^2 - 98^2|}{22,03} = 45,62 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V_{85T_{\max}}^2 - V_{85_{26}}^2 - V_{85_{28}}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 103^2 - 98^2}{22,03} = 83,39 \text{ m}$$

$83,39 \text{ m} < 583,33 \text{ m}$,

$TL_{\max} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$V_{85T_{\max}} = V_{85_{27}} = 105 \text{ km/sa}$ alınır.

29 Numaralı Eleman (Teğet 15)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S29} = 0 \text{ gon/km}$, $TL_{29} = 1544,72 \text{ m}$, $V_{85T_{\max}} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V_{85_{28}}^2 - V_{85_{30}}^2|}{22,03} = \frac{|98^2 - 97^2|}{22,03} = 8,85 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V_{85T_{\max}}^2 - V_{85_{28}}^2 - V_{85_{30}}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 98^2 - 97^2}{22,03} = 137,86 \text{ m}$$

$137,86 \text{ m} < 1544,72 \text{ m}$,

$TL_{\max} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$V_{85T_{\max}} = V_{85_{29}} = 105 \text{ km/sa}$ alınır.

31 Numaralı Eleman (Teğet 16)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S31} = 0 \text{ gon/km}$, $TL_{31} = 1785,59 \text{ m}$, $V_{85T_{\max}} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V_{85_{30}}^2 - V_{85_{32}}^2|}{22,03} = \frac{|97^2 - 101^2|}{22,03} = 35,95 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V_{85T_{\max}}^2 - V_{85_{30}}^2 - V_{85_{32}}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 97^2 - 101^2}{22,03} = 110,76 \text{ m}$$

$$110,76 \text{ m} < 1785,59 \text{ m},$$

$TL_{maks} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{Tmax} = V85_{31} = 105 \text{ km/sa alınır.}$$

33 Numaralı Eleman (Teğet 17)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S33} = 0 \text{ gon/km}, TL_{33} = 1196,55 \text{ m}, V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa alınmıştır.}$$

$$TL_{min} = \frac{\left| V85_{32}^2 - V85_{34}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 101^2 - 103^2 \right|}{22,03} = 18,52 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{32}^2 - V85_{34}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 101^2 - 103^2}{22,03} = 56,29 \text{ m}$$

$$56,29 \text{ m} < 1196,55 \text{ m},$$

$TL_{maks} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{Tmax} = V85_{33} = 105 \text{ km/sa alınır.}$$

35 Numaralı Eleman (Teğet 18)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S35} = 0 \text{ gon/km}, TL_{35} = 84,67 \text{ m}, V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa alınmıştır.}$$

$$TL_{min} = \frac{\left| V85_{34}^2 - V85_{36}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 103^2 - 101^2 \right|}{22,03} = 18,52 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{34}^2 - V85_{36}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 103^2 - 101^2}{22,03} = 56,29 \text{ m}$$

$$56,29 \text{ m} < 84,67 \text{ m},$$

$TL_{maks} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{Tmax} = V85_{35} = 105 \text{ km/sa alınır.}$$

37 Numaralı Eleman (Teğet 19)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S37} = 0 \text{ gon/km}, TL_{37} = 1204,56 \text{ m}, V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa alınmıştır.}$$

$$TL_{\min} = \frac{\left| V_{85_{36}}^2 - V_{85_{38}}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 101^2 - 104^2 \right|}{22,03} = 27,92 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V_{85_{T\max}}^2 - V_{85_{36}}^2 - V_{85_{38}}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 101^2 - 104^2}{22,03} = 46,89 \text{ m}$$

$$46,89 \text{ m} < 1204,56 \text{ m},$$

$TL_{\max} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V_{85_{T\max}} = V_{85_{37}} = 105 \text{ km/sa alınır.}$$

39 Numaralı Eleman (Teğet 20)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S39} = 0 \text{ gon/km}$, $TL_{39} = 2329,92 \text{ m}$, $V_{85_{T\max}} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{\left| V_{85_{38}}^2 - V_{85_{40}}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 104^2 - 100^2 \right|}{22,03} = 37,04 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V_{85_{T\max}}^2 - V_{85_{38}}^2 - V_{85_{40}}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 104^2 - 100^2}{22,03} = 56,02 \text{ m}$$

$$56,02 \text{ m} < 2329,92 \text{ m},$$

$TL_{\max} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V_{85_{T\max}} = V_{85_{39}} = 105 \text{ km/sa alınır.}$$

6.1.1.5 Varsayılan yanal sürtünme ve gereken, gerçek yanal sürtünme (örnek I)

Aşağıdaki denklemler yardımıyla kurplara ait sürtünme değerleri hesaplanır.

$$f_T = 0,59 - 4,85 * 10^{-3} * V_d + 1,51 * 10^{-5} * V_d^2 \quad (5.4.a)$$

$$f_{RA} = n * 0,925 * f_T \quad (5.5)$$

$$f_{RD} = \frac{V_{85}^2}{127 * R} - e \quad (5.6)$$

f_T = Modern geometrik karayolu tasarımı kapsamında yüzeysel sürtünme faktörü

V_d = Tasarım hızı (km/sa)

f_{RA} = varsayılan yanal sürtünme

n = yanal sürtünmenin kullanım oranı, (%)
 = engebeli / dağlık bir topografyada 0,40 (yeni tasarım için)
 = düz bir topografyada 0,45 (yeni tasarım için)
 = 0,60 (mevcut yol için)

f_{RD} = gereken, gerçek yanal sürtünme

R = incelenen kurp yarıçapı (m)

e = dever oranı (%)

V85 = % 85'lik dilim içindeki hız (km/sa)

Bütün tasarım elemanlarında $V_d = 90$ km/sa olduğundan dolayı;

$$f_T = 0,59 - 4,85 \cdot 10^{-3} \cdot 90 + 1,51 \cdot 10^{-5} \cdot 90^2$$

$$f_T = 0,27581$$

Yolun genel olarak düz bir topografyada yer aldığı varsayılırsa $n = 0,45$ alınır. Buna göre;

$$f_{RA} = 0,45 \cdot 0,925 \cdot 0,27581$$

$$f_{RA} = 0,115$$

f_{RD} değerlendirmesi, her kurpta farklı yarıçap, farklı dever uygulamaları ve farklı %85'lik dilim içindeki hızlar nedeniyle her tasarım elemanı için ayrı olarak ele alınmaktadır.

1 Numaralı Eleman (Teğet 1)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD1} = 0$ alınır.

2 Numaralı Eleman (Kurp 1)

$V_{85_2} = 103$ km/sa, $R_1 = 2000,00$ m, $V_d = 90$ km/sa, $e_1 = \% 2,20$

$$f_{RD2} = \frac{V_{85_2}^2}{127 \cdot R_1} - e_1 = \frac{103^2}{127 \cdot 2000} - 0,022 = 0,020$$

3 Numaralı Eleman (Teğet 2)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD3} = 0$ alınır.

4 Numaralı Eleman (Kurp 2)

$$V_{85_4} = 101 \text{ km/sa}, R_2 = 1000,00 \text{ m}, V_d = 90 \text{ km/sa}, e_2 = \% 4,00$$

$$f_{RD4} = \frac{V_{85_4}^2}{127 \cdot R_2} - e_2 = \frac{101^2}{127 \cdot 1000} - 0,04 = 0,040$$

5 Numaralı Eleman (Teğet 3)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD5} = 0$ alınır.

6 Numaralı Eleman (Kurp 3)

$$V_{85_6} = 99 \text{ km/sa}, R_3 = 650,00 \text{ m}, V_d = 90 \text{ km/sa}, e_3 = \% 5,62$$

$$f_{RD6} = \frac{V_{85_6}^2}{127 \cdot R_3} - e_3 = \frac{99^2}{127 \cdot 650} - 0,0562 = 0,063$$

7 Numaralı Eleman (Teğet 4)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD7} = 0$ alınır.

8 Numaralı Eleman (Kurp 4)

$$V_{85_8} = 102 \text{ km/sa}, R_4 = 1200,00 \text{ m}, V_d = 90 \text{ km/sa}, e_4 = \% 3,40$$

$$f_{RD8} = \frac{V_{85_8}^2}{127 \cdot R_4} - e_4 = \frac{102^2}{127 \cdot 1200} - 0,034 = 0,034$$

9 Numaralı Eleman (Teğet 5)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD9} = 0$ alınır.

10 Numaralı Eleman (Kurp 5)

$$V_{85_{10}} = 101 \text{ km/sa}, R_5 = 1000,00 \text{ m}, V_d = 90 \text{ km/sa}, e_5 = \% 4,00$$

$$f_{RD10} = \frac{V_{85_{10}}^2}{127 \cdot R_5} - e_5 = \frac{101^2}{127 \cdot 1000} - 0,04 = 0,040$$

11 Numaralı Eleman (Teğet 6)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD11} = 0$ alınır.

12 Numaralı Eleman (Kurp 6)

$$V_{85_{12}} = 104 \text{ km/sa}, R_6 = 5000,00 \text{ m}, V_d = 90 \text{ km/sa}, e_6 = \% 2,00$$

$$f_{RD12} = \frac{V_{85_{12}}^2}{127 \cdot R_6} - e_6 = \frac{104^2}{127 \cdot 5000} - 0,02 = -0,003$$

13 Numaralı Eleman (Teğet 7)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD13} = 0$ alınır.

14 Numaralı Eleman (Kurp7)

$V_{8514} = 104$ km/sa, $R_7 = 2500,00$ m, $V_d = 90$ km/sa, $e_7 = \% 2,00$

$$f_{RD14} = \frac{V_{8514}^2}{127 \cdot R_7} - e_7 = \frac{104^2}{127 \cdot 2500} - 0,02 = 0,014$$

15 Numaralı Eleman (Teğet 8)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD15} = 0$ alınır.

16 Numaralı Eleman (Kurp 8)

$V_{8516} = 102$ km/sa, $R_8 = 1200,00$ m, $V_d = 90$ km/sa, $e_8 = \% 3,40$

$$f_{RD16} = \frac{V_{8516}^2}{127 \cdot R_8} - e_8 = \frac{102^2}{127 \cdot 1200} - 0,034 = 0,034$$

17 Numaralı Eleman (Teğet 9)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD17} = 0$ alınır.

18 Numaralı Eleman (Kurp 9)

$V_{8518} = 100$ km/sa, $R_9 = 800,00$ m, $V_d = 90$ km/sa, $e_9 = \% 4,80$

$$f_{RD18} = \frac{V_{8518}^2}{127 \cdot R_9} - e_9 = \frac{100^2}{127 \cdot 800} - 0,048 = 0,050$$

19 Numaralı Eleman (Teğet 10)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD19} = 0$ alınır.

20 Numaralı Eleman (Klotoid 1, Kurp 10, Klotoid 2)

$V_{8520} = 99$ km/sa, $R_{10} = 400,00$ m, $V_d = 90$ km/sa, $e_{10} = \% 7,50$

$$f_{RD20} = \frac{V_{8520}^2}{127 \cdot R_{10}} - e_{10} = \frac{99^2}{127 \cdot 400} - 0,075 = 0,118$$

21 Numaralı Eleman (Teğet 11)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD21} = 0$ alınır.

22 Numaralı Eleman (Klotoid 3, Kurp 11, Klotoid 4)

$V_{85_{22}} = 96 \text{ km/sa}$, $R_{11} = 400,00 \text{ m}$, $V_d = 90 \text{ km/sa}$, $e_{11} = \% 7,50$

$$f_{RD_{22}} = \frac{V_{85_{22}}^2}{127 \cdot R_{11}} - e_{11} = \frac{96^2}{127 \cdot 400} - 0,075 = 0,106$$

23 Numaralı Eleman (Teğet 12)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{23}} = 0$ alınır.

24 Numaralı Eleman (Kurp 12)

$V_{85_{24}} = 102 \text{ km/sa}$, $R_{12} = 1250,00 \text{ m}$, $V_d = 90 \text{ km/sa}$, $e_{12} = \% 3,30$

$$f_{RD_{24}} = \frac{V_{85_{24}}^2}{127 \cdot R_{12}} - e_{12} = \frac{102^2}{127 \cdot 1250} - 0,033 = 0,033$$

25 Numaralı Eleman (Teğet 13)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{25}} = 0$ alınır.

26 Numaralı Eleman (Kurp 13)

$V_{85_{26}} = 103 \text{ km/sa}$, $R_{13} = 2000,00 \text{ m}$, $V_d = 90 \text{ km/sa}$, $e_{13} = \% 2,20$

$$f_{RD_{26}} = \frac{V_{85_{26}}^2}{127 \cdot R_{13}} - e_{13} = \frac{103^2}{127 \cdot 2000} - 0,022 = 0,020$$

27 Numaralı Eleman (Teğet 14)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{27}} = 0$ alınır.

28 Numaralı Eleman (Kurp 14)

$V_{85_{28}} = 98 \text{ km/sa}$, $R_{14} = 600,00 \text{ m}$, $V_d = 90 \text{ km/sa}$, $e_{14} = \% 6,00$

$$f_{RD_{28}} = \frac{V_{85_{28}}^2}{127 \cdot R_{14}} - e_{14} = \frac{98^2}{127 \cdot 600} - 0,060 = 0,066$$

29 Numaralı Eleman (Teğet 15)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{29}} = 0$ alınır.

30 Numaralı Eleman (Kurp 15)

$V_{85_{30}} = 97 \text{ km/sa}$, $R_{15} = 500,00 \text{ m}$, $V_d = 90 \text{ km/sa}$, $e_{15} = \% 6,70$

$$f_{RD30} = \frac{V_{85_{30}}^2}{127 \cdot R_{15}} - e_{15} = \frac{97^2}{127 \cdot 500} - 0,067 = 0,081$$

31 Numaralı Eleman (Teğet 16)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{31}} = 0$ alınır.

32 Numaralı Eleman (Kurp 16)

$V_{85_{32}} = 101$ km/sa, $R_{16} = 1000,00$ m, $V_d = 90$ km/sa, $e_{16} = \% 4,00$

$$f_{RD32} = \frac{V_{85_{32}}^2}{127 \cdot R_{16}} - e_{16} = \frac{101^2}{127 \cdot 1000} - 0,040 = 0,040$$

33 Numaralı Eleman (Teğet 17)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{33}} = 0$ alınır.

34 Numaralı Eleman (Kurp 17)

$V_{85_{34}} = 103$ km/sa, $R_{17} = 2000,00$ m, $V_d = 90$ km/sa, $e_{17} = \% 2,20$

$$f_{RD34} = \frac{V_{85_{34}}^2}{127 \cdot R_{17}} - e_{17} = \frac{103^2}{127 \cdot 2000} - 0,022 = 0,020$$

35 Numaralı Eleman (Teğet 18)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{35}} = 0$ alınır.

36 Numaralı Eleman (Kurp 18)

$V_{85_{36}} = 101$ km/sa, $R_{18} = 1000,00$ m, $V_d = 90$ km/sa, $e_{18} = \% 4,00$

$$f_{RD36} = \frac{V_{85_{36}}^2}{127 \cdot R_{18}} - e_{18} = \frac{101^2}{127 \cdot 1000} - 0,040 = 0,040$$

37 Numaralı Eleman (Teğet 19)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{37}} = 0$ alınır.

38 Numaralı Eleman (Kurp 19)

$V_{85_{38}} = 104$ km/sa, $R_{19} = 4000,00$ m, $V_d = 90$ km/sa, $e_{19} = \% 2,00$

$$f_{RD38} = \frac{V_{85_{38}}^2}{127 \cdot R_{19}} - e_{19} = \frac{104^2}{127 \cdot 4000} - 0,020 = 0,001$$

39 Numaralı Eleman (Teğet 20)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{39}} = 0$ alınır.

Çizelge 6.2: Güvenlik kriteri değerlendirmesi için gerekli olan parametreler (Örnek I).

Tasarım Elemanı	Dairesel Kurbanın Eğrilik Değişim Oranı (gon/km)	%85'lik Dilim İçindeki Hız (km/sa)	Gereken, Gerçek Yanal Sürtünme
1 Numaralı Eleman (Teğet 1)	0	103	0
2 Numaralı Eleman (Kurp 1)	31,85	103	0,020
3 Numaralı Eleman (Teğet 2)	0	105	0
4 Numaralı Eleman (Kurp 2)	63,70	101	0,040
5 Numaralı Eleman (Teğet 3)	0	105	0
6 Numaralı Eleman (Kurp 3)	98,00	99	0,063
7 Numaralı Eleman (Teğet 4)	0	105	0
8 Numaralı Eleman (Kurp 4)	53,08	102	0,034
9 Numaralı Eleman (Teğet 5)	0	105	0
10 Numaralı Eleman (Kurp 5)	63,70	101	0,040
11 Numaralı Eleman (Teğet 6)	0	105	0
12 Numaralı Eleman (Kurp 6)	12,74	104	- 0,003
13 Numaralı Eleman (Teğet 7)	0	105	0
14 Numaralı Eleman (Kurp 7)	25,48	104	0,014
15 Numaralı Eleman (Teğet 8)	0	105	0
16 Numaralı Eleman (Kurp 8)	53,08	102	0,034
17 Numaralı Eleman (Teğet 9)	0	105	0
18 Numaralı Eleman (Kurp 9)	79,63	100	0,050
19 Numaralı Eleman (Teğet 10)	0	105	0
20 Numaralı Eleman (Klotoid 1, Kurp 10, Klotoid 2)	98,26	99	0,118
21 Numaralı Eleman (Teğet 11)	0	105	0
22 Numaralı Eleman (Klotoid 3, Kurp 11, Klotoid 4)	136,90	96	0,106
23 Numaralı Eleman (Teğet 12)	0	105	0
24 Numaralı Eleman (Kurp 12)	50,96	102	0,033
25 Numaralı Eleman (Teğet 13)	0	105	0
26 Numaralı Eleman (Kurp 13)	31,85	104	0,020
27 Numaralı Eleman (Teğet 14)	0	105	0
28 Numaralı Eleman (Kurp 14)	106,17	98	0,066
29 Numaralı Eleman (Teğet 15)	0	105	0
30 Numaralı Eleman (Kurp 15)	127,40	97	0,081
31 Numaralı Eleman (Teğet 16)	0	105	0
32 Numaralı Eleman (Kurp 16)	63,70	101	0,040
33 Numaralı Eleman (Teğet 17)	0	105	0
34 Numaralı Eleman (Kurp 17)	31,85	103	0,020
35 Numaralı Eleman (Teğet 18)	0	105	0
36 Numaralı Eleman (Kurp 18)	63,70	101	0,040
37 Numaralı Eleman (Teğet 19)	0	105	0
38 Numaralı Eleman (Kurp 19)	15,93	104	0,001
39 Numaralı Eleman (Teğet 20)	0	105	0

6.1.2 Örnek I'e ait güvenlik kriterleri değerlendirmesi

6.1.2.1 Güvenlik kriteri I'e göre yapılan değerlendirme (örnek I)

Çizelge 5.1'de yer alan standartlar çerçevesinde güvenlik kriteri I'e göre tasarım sınıflandırması yapılır.

$$\text{İyi Tasarım} \rightarrow |V_{85_i} - V_d| \leq 10 \text{ km/sa}$$

$$\text{Orta Tasarım} \rightarrow 10 \text{ km/sa} < |V_{85_i} - V_d| \leq 20 \text{ km/sa}$$

$$\text{Kötü Tasarım} \rightarrow |V_{85_i} - V_d| > 20 \text{ km/sa}$$

1 Numaralı Eleman (Teğet 1)

$$|V_{85_1} - V_d| = |103 - 90| = 13 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

2 Numaralı Eleman (Kurp 1)

$$|V_{85_2} - V_d| = |103 - 90| = 13 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

3 Numaralı Eleman (Teğet 2)

$$|V_{85_3} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

4 Numaralı Eleman (Kurp 2)

$$|V_{85_4} - V_d| = |101 - 90| = 11 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

5 Numaralı Eleman (Teğet 3)

$$|V_{85_5} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

6 Numaralı Eleman (Kurp 3)

$$|V_{85_6} - V_d| = |99 - 90| = 9 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

7 Numaralı Eleman (Teğet 4)

$$|V_{85_7} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

8 Numaralı Eleman (Kurp 4)

$$|V_{85_8} - V_d| = |102 - 90| = 12 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

9 Numaralı Eleman (Teğet 5)

$$|V_{85_9} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

10 Numaralı Eleman (Kurp 5)

$$|V_{85_{10}} - V_d| = |101 - 90| = 11 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

11 Numaralı Eleman (Teğet 6)

$$|V_{85_{11}} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

12 Numaralı Eleman (Kurp 6)

$$|V_{85_{12}} - V_d| = |104 - 90| = 14 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

13 Numaralı Eleman (Teğet 7)

$$|V_{85_{13}} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

14 Numaralı Eleman (Kurp7)

$$|V_{85_{14}} - V_d| = |104 - 90| = 14 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

15 Numaralı Eleman (Teğet 8)

$$|V_{85_{15}} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

16 Numaralı Eleman (Kurp 8)

$$|V_{85_{16}} - V_d| = |102 - 90| = 12 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

17 Numaralı Eleman (Teğet 9)

$$|V_{85_{17}} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

18 Numaralı Eleman (Kurp 9)

$$|V_{85_{18}} - V_d| = |100 - 90| = 10 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

19 Numaralı Eleman (Teğet 10)

$$|V_{85_{19}} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

20 Numaralı Eleman (Klotoid 1, Kurp 10, Klotoid 2)

$$|V_{85_{20}} - V_d| = |99 - 90| = 9 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

21 Numaralı Eleman (Teğet 11)

$$|V_{85_{21}} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

22 Numaralı Eleman (Klotoid 3, Kurp 11, Klotoid 4)

$$|V_{85_{22}} - V_d| = |96 - 90| = 6 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

23 Numaralı Eleman (Teğet 12)

$$|V_{85_{23}} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

24 Numaralı Eleman (Kurp 12)

$$|V_{85_{24}} - V_d| = |102 - 90| = 12 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

25 Numaralı Eleman (Teğet 13)

$$|V_{85_{25}} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

26 Numaralı Eleman (Kurp 13)

$$|V_{85_{26}} - V_d| = |104 - 90| = 14 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

27 Numaralı Eleman (Teğet 14)

$$|V_{85_{27}} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

28 Numaralı Eleman (Kurp 14)

$$|V_{85_{28}} - V_d| = |98 - 90| = 8 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

29 Numaralı Eleman (Teğet 15)

$$|V_{85_{29}} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

30 Numaralı Eleman (Kurp 15)

$$|V_{85_{30}} - V_d| = |97 - 90| = 7 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

31 Numaralı Eleman (Teğet 16)

$$|V_{85_{31}} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

32 Numaralı Eleman (Kurp 16)

$$|V_{85_{32}} - V_d| = |101 - 90| = 11 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

33 Numaralı Eleman (Teğet 17)

$$|V_{85_{33}} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

34 Numaralı Eleman (Kurp 17)

$$|V_{85_{34}} - V_d| = |103 - 90| = 13 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

35 Numaralı Eleman (Teğet 18)

$$|V_{85_{35}} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

36 Numaralı Eleman (Kurp 18)

$$|V_{85_{36}} - V_d| = |101 - 90| = 11 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

37 Numaralı Eleman (Teğet 19)

$$|V_{85_{37}} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

38 Numaralı Eleman (Kurp 19)

$$|V_{85_{38}} - V_d| = |104 - 90| = 14 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

39 Numaralı Eleman (Teğet 20)

$$|V_{85_{39}} - V_d| = |105 - 90| = 15 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

6.1.2.2 Güvenlik kriteri II'ye göre yapılan değerlendirme (örnek I)

Çizelge 5.2'de yer alan standartlar çerçevesinde güvenlik kriteri II'ye göre tasarım sınıflandırması yapılır.

$$\text{İyi Tasarım} \rightarrow |V_{85_i} - V_{85_{i+1}}| \leq 10$$

$$\text{Orta Tasarım} \rightarrow 10 < |V_{85_i} - V_{85_{i+1}}| \leq 20$$

$$\text{Kötü Tasarım} \rightarrow |V_{85_i} - V_{85_{i+1}}| > 20$$

1 ve 2 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_1} - V_{85_2}| = |103 - 103| = 0 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

2 ve 3 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_2} - V_{85_3}| = |103 - 105| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

3 ve 4 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_3} - V_{85_4}| = |105 - 101| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

4 ve 5 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_4} - V_{85_5}| = |101 - 105| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

5 ve 6 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_5} - V_{85_6}| = |105 - 99| = 6 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

6 ve 7 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_6} - V_{85_7}| = |99 - 105| = 6 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

7 ve 8 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_7} - V_{85_8}| = |105 - 102| = 3 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

8 ve 9 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_8} - V_{85_9}| = |102 - 105| = 3 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

9 ve 10 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_9} - V_{85_{10}}| = |105 - 101| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

10 ve 11 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{10}} - V_{85_{11}}| = |101 - 105| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

11 ve 12 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{11}} - V_{85_{12}}| = |105 - 104| = 1 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

12 ve 13 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{12}} - V_{85_{13}}| = |104 - 105| = 1 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

13 ve 14 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{13}} - V_{85_{14}}| = |105 - 104| = 1 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

14 ve 15 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{14}} - V_{85_{15}}| = |104 - 105| = 1 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

15 ve 16 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{15}} - V_{85_{16}}| = |105 - 102| = 3 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

16 ve 17 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{16}} - V_{85_{17}}| = |102 - 105| = 3 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

17 ve 18 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{17}} - V_{85_{18}}| = |105 - 100| = 5 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

18 ve 19 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{18}} - V_{85_{19}}| = |100 - 105| = 5 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

19 ve 20 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{19}} - V_{85_{20}}| = |105 - 99| = 6 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

20 ve 21 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{20}} - V_{85_{21}}| = |99 - 105| = 6 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

21 ve 22 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{21}} - V_{85_{22}}| = |105 - 96| = 9 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

22 ve 23 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{22}} - V_{85_{23}}| = |96 - 105| = 9 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

23 ve 24 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{23}} - V_{85_{24}}| = |105 - 102| = 3 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

24 ve 25 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{24}} - V_{85_{25}}| = |102 - 105| = 3 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

25 ve 26 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{25}} - V_{85_{26}}| = |105 - 104| = 1 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

26 ve 27 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{26}} - V_{85_{27}}| = |104 - 105| = 1 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

27 ve 28 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{27}} - V_{85_{28}}| = |105 - 98| = 7 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

28 ve 29 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{28}} - V_{85_{29}}| = |98 - 105| = 7 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

29 ve 30 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{29}} - V_{85_{30}}| = |105 - 97| = 8 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

30 ve 31 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{30}} - V_{85_{31}}| = |97 - 105| = 8 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

31 ve 32 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{31}} - V_{85_{32}}| = |105 - 101| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

32 ve 33 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{32}} - V_{85_{33}}| = |101 - 105| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

33 ve 34 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{33}} - V_{85_{34}}| = |105 - 103| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

34 ve 35 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{34}} - V_{85_{35}}| = |103 - 105| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

35 ve 36 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{35}} - V_{85_{36}}| = |105 - 101| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

36 ve 37 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{36}} - V_{85_{37}}| = |101 - 105| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

37 ve 38 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{37}} - V_{85_{38}}| = |105 - 104| = 1 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

38 ve 39 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{38}} - V_{85_{39}}| = |104 - 105| = 1 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

6.1.2.3 Güvenlik kriteri III'e göre yapılan değerlendirme (örnek I)

Çizelge 5.4'de yer alan standartlar çerçevesinde güvenlik kriteri III'e göre tasarım sınıflandırması yapılır.

$$\text{İyi Tasarım} \rightarrow f_{RA} - f_{RD} \geq + 0,01$$

$$\text{Orta Tasarım} \rightarrow - 0,04 \leq f_{RA} - f_{RD} < + 0,01$$

$$\text{Kötü Tasarım} \rightarrow f_{RA} - f_{RD} < - 0,04$$

2 Numaralı Eleman (Kurp 1)

$$f_{RA} - f_{RD_2} = 0,115 - 0,020 = 0,095 \text{ (iyi tasarım)}$$

4 Numaralı Eleman (Kurp 2)

$$f_{RA} - f_{RD_4} = 0,115 - 0,040 = 0,075 \text{ (iyi tasarım)}$$

6 Numaralı Eleman (Kurp 3)

$$f_{RA} - f_{RD_6} = 0,115 - 0,063 = 0,052 \text{ (iyi tasarım)}$$

8 Numaralı Eleman (Kurp 4)

$$f_{RA} - f_{RD_8} = 0,115 - 0,034 = 0,081 \text{ (iyi tasarım)}$$

10 Numaralı Eleman (Kurp 5)

$$f_{RA} - f_{RD_{10}} = 0,115 - 0,040 = 0,075 \text{ (iyi tasarım)}$$

12 Numaralı Eleman (Kurp 6)

$$f_{RA} - f_{RD_{12}} = 0,115 - (-0,003) = 0,118 \text{ (iyi tasarım)}$$

14 Numaralı Eleman (Kurp7)

$$f_{RA} - f_{RD_{14}} = 0,115 - 0,014 = 0,101 \text{ (iyi tasarım)}$$

16 Numaralı Eleman (Kurp 8)

$$f_{RA} - f_{RD_{16}} = 0,115 - 0,034 = 0,081 \text{ (iyi tasarım)}$$

18 Numaralı Eleman (Kurp 9)

$$f_{RA} - f_{RD_{18}} = 0,115 - 0,050 = 0,065 \text{ (iyi tasarım)}$$

20 Numaralı Eleman (Klotoid 1, Kurp 10, Klotoid 2)

$$f_{RA} - f_{RD_{20}} = 0,115 - 0,118 = -0,003 \text{ (orta tasarım)}$$

22 Numaralı Eleman (Klotoid 3, Kurp 11, Klotoid 4)

$$f_{RA} - f_{RD_{22}} = 0,115 - 0,106 = 0,009 \text{ (orta tasarım)}$$

24 Numaralı Eleman (Kurp 12)

$$f_{RA} - f_{RD_{24}} = 0,115 - 0,033 = 0,082 \text{ (iyi tasarım)}$$

26 Numaralı Eleman (Kurp 13)

$$f_{RA} - f_{RD_{26}} = 0,115 - 0,020 = 0,095 \text{ (iyi tasarım)}$$

28 Numaralı Eleman (Kurp 14)

$$f_{RA} - f_{RD_{28}} = 0,115 - 0,066 = 0,049 \text{ (iyi tasarım)}$$

30 Numaralı Eleman (Kurp 15)

$$f_{RA} - f_{RD_{30}} = 0,115 - 0,081 = 0,034 \text{ (iyi tasarım)}$$

32 Numaralı Eleman (Kurp 16)

$$f_{RA} - f_{RD_{32}} = 0,115 - 0,040 = 0,075 \text{ (iyi tasarım)}$$

34 Numaralı Eleman (Kurp 17)

$$f_{RA} - f_{RD_{34}} = 0,115 - 0,020 = 0,095 \text{ (iyi tasarım)}$$

36 Numaralı Eleman (Kurp 18)

$$f_{RA} - f_{RD_{36}} = 0,115 - 0,040 = 0,075 \text{ (iyi tasarım)}$$

38 Numaralı Eleman (Kurp 19)

$$f_{RA} - f_{RD_{38}} = 0,115 - 0,001 = 0,114 \text{ (iyi tasarım)}$$

6.1.3 Örnek I için nihai değerlendirme

Çizelge 6.2’de verilen sonuçlar, belirli limitler çerçevesinde, ölçüt I, ölçüt II ve ölçüt III’e göre değerlendirilmesi suretiyle tasarım durumunun iyi, orta ya da kötü olduğu tespit edilmiştir. Bu süreç boyunca teğet kesimlerde merkezkaç kuvveti olmadığı için güvenlik kriteri III değerlendirmesi sadece kurplu kesimlerde yapılmıştır. Üç güvenlik ölçütü için elde edilen sonuçlara aşağıda verilen Çizelge 6.3’te gösterilmiştir.

Buna göre tasarımın büyük bir kısmı söz konusu bu üç farklı güvenlik ölçütü için de “iyi tasarım” standartlarını sağlamaktadır. Güvenlik kriteri I kapsamında, tasarım hızı (V_d) ile %85’lik dilim içindeki hız arasındaki ciddi farklılıklardan dolayı, bazıları hariç tasarım elemanlarına ait “tasarım uyumluluğunun” iyi olmadığı, ancak kabul edilebilir, makul sınırlar içerisinde kaldığı tespit edilmiştir. Güvenlik kriteri II içinse tüm elemanların işletme hızı tutarlılığını sağladığı tespit edilmiştir. Güvenlik kriteri III için de, 20 ve 22 numaralı birleştirme eğrili kurplar hariç tüm kurplarda sürüş dinamiği uyumluluğunun “iyi tasarım” standartları içinde sağlandığı tespit edilmiştir.

Elde edilen bu sonuçlar ile kurplara ait CCR_S değerlerinin 180 gon/km değerini aşmadığı, dolayısıyla CCR_S değerlerine doğrudan bağlı olan V85 işletme hızı değerlerinde ciddi bir farklılık yaratmadığı açıkça görülmektedir. Böylece güvenlik ölçütü II ve güvenlik ölçütü III açısından ciddi bir güvenlik zafiyeti oluşmamıştır. Ancak proje hızının 90 km/sa olması, CCR_S değerlerine bağlı V85 işletme hızı değerlerinin de çoğunlukla üç haneli sayılardan oluşması, güvenlik ölçütü I için olan beklentilerin orta seviyeye çekilmesine neden olmuştur.

Çizelge 6.3: Örnek I için güvenlik kriterlerine göre yapılan değerlendirmenin sonuçları.

Tasarım Elemanı	Güvenlik Kriteri I V85 _i – V _d		Güvenlik Kriteri II V85 _i – V85 _{i+1}		Güvenlik Kriteri III (f _{RA} – f _{RD})	
	Fark	Sembol	Fark	Sembol	Fark	Sembol
1 Numaralı Eleman (Teğet 1)	13	0			i.e.	
			0	+		
2 Numaralı Eleman (Kurp 1)	13	0			0,095	+
			2	+		
3 Numaralı Eleman (Teğet 2)	15	0			i.e.	
			4	+		
4 Numaralı Eleman (Kurp 2)	11	0			0,075	+
			4	+		
5 Numaralı Eleman (Teğet 3)	15	0			i.e.	
			6	+		
6 Numaralı Eleman (Kurp 3)	9	+			0,052	+
			6	+		
7 Numaralı Eleman (Teğet 4)	15	0			i.e.	
			3	+		
8 Numaralı Eleman (Kurp 4)	12	0			0,081	+
			3	+		
9 Numaralı Eleman (Teğet 5)	15	0			i.e.	
			4	+		
10 Numaralı Eleman (Kurp 5)	11	0			0,075	+
			4	+		
11 Numaralı Eleman (Teğet 6)	14	0			i.e.	
			1	+		
12 Numaralı Eleman (Kurp 6)	14	0			0,118	+
			1	+		
13 Numaralı Eleman (Teğet 7)	15	0			i.e.	
			1	+		
14 Numaralı Eleman (Kurp 7)	14	0			0,101	+
			1	+		
15 Numaralı Eleman (Teğet 8)	15	0			i.e.	
			3	+		
16 Numaralı Eleman (Kurp 8)	12	0			0,081	+
			3	+		
17 Numaralı Eleman (Teğet 9)	15	0			i.e.	
			5	+		
18 Numaralı Eleman (Kurp 9)	10	+			0,065	+
			5	+		
19 Numaralı Eleman (Teğet 10)	15	0			i.e.	
			6	+		
20 Numaralı Eleman (Klotoid 1, Kurp 10, Klotoid 2)	9	+			- 0,003	0
			6	+		
21 Numaralı Eleman (Teğet 11)	15	0			i.e.	
i.e.: ihmal edilir						

Çizelge 6.3: (devam) Örnek I için güvenlik kriterlerine göre yapılan değerlendirmenin sonuçları.

Tasarım Elemanı	Güvenlik Kriteri I V85 _i – V _d		Güvenlik Kriteri II V85 _i – V85 _{i+1}		Güvenlik Kriteri III (f _{RA} – f _{RD})	
	Fark	Sembol	Fark	Sembol	Fark	Sembol
21 Numaralı Eleman (Teğet 11)	15	0			i.e.	
			9	+		
22 Numaralı Eleman (Klotoid 3, Kurp 11, Klotoid 4)	6	+			0,009	0
			9	+		
23 Numaralı Eleman (Teğet 12)	15	0			i.e.	
			3	+		
24 Numaralı Eleman (Kurp 12)	12	0			0,082	+
			3	+		
25 Numaralı Eleman (Teğet 13)	15	0			i.e.	
			1	+		
26 Numaralı Eleman (Kurp 13)	14	0			0,095	+
			1	+		
27 Numaralı Eleman (Teğet 14)	15	0			i.e.	
			7	+		
28 Numaralı Eleman (Kurp 14)	8	+			0,049	+
			7	+		
29 Numaralı Eleman (Teğet 15)	15	0			i.e.	
			8	+		
30 Numaralı Eleman (Kurp 15)	7	+			0,034	+
			8	+		
31 Numaralı Eleman (Teğet 16)	15	0			i.e.	
			4	+		
32 Numaralı Eleman (Kurp 16)	11	0			0,075	+
			4	+		
33 Numaralı Eleman (Teğet 17)	15	0			i.e.	
			2	+		
34 Numaralı Eleman (Kurp 17)	13	0			0,095	+
			2	+		
35 Numaralı Eleman (Teğet 18)	15	0			i.e.	
			4	+		
36 Numaralı Eleman (Kurp 18)	11	0			0,075	+
			4	+		
37 Numaralı Eleman (Teğet 19)	15	0			i.e.	
			1	+		
38 Numaralı Eleman (Kurp 19)	14	0			0,114	+
			1	+		
39 Numaralı Eleman (Teğet 20)	15	0			i.e.	
i.e.: ihmal edilir						

6.1.4 Örnek I için güvenlik modülü sonuçları

Her bir güvenlik kriteri incelemesinde, sadece belirli bir konuyla (geçki, işletme hızı ve sürüş dinamiği) ilgili güvenlik değerlendirmesi yapılırken, güvenlik modülü tüm bunları birleştiren ve böylece güvenlik açısından ortalama değer ifade eden bir unsur olarak ele alınmaktadır. Böylece güvenlik modülünün +0,5'e eşit ya da daha büyük olduğu durumlarda iyi tasarım, +0,5 ve -0,5 değerleri arasında olduğu durumlarda orta tasarım, -0,5'e eşit ya da daha küçük olduğu durumlarda da kötü tasarım tanımlaması yapılarak güvenlik değerlendirmesine yön verilebilmektedir. Çizelge 6.3'teki sonuçlara bağlı olarak yapılan güvenlik modülü değerlendirmesi Çizelge 6.4 ve Çizelge 6.5'te gösterilmiştir. Burada dikkat edilmesi gereken önemli bir husus, güvenlik modülünün yolun gidiş yönüne bağlı olarak değişebilme ihtimaline karşı her iki istikamet için de inceleme yapılması gerektiğidir.

6.1.4.1 Güvenlik modülü değerlendirmesi: Çorlu'dan Tekirdağ istikametine doğru

1 Numaralı Eleman (Teğet 1)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,5 (iyi tasarım)

2 Numaralı Eleman (Kurp 1)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

3 Numaralı Eleman (Teğet 2)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

4 Numaralı Eleman (Kurp 2)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

5 Numaralı Eleman (Teğet 3)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

6 Numaralı Eleman (Kurp 3)

G.K. I = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +1,00 (iyi tasarım)

7 Numaralı Eleman (Teğet 4)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

8 Numaralı Eleman (Kurp 4)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

9 Numaralı Eleman (Teğet 5)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

10 Numaralı Eleman (Kurp 5)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

11 Numaralı Eleman (Teğet 6)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

12 Numaralı Eleman (Kurp 6)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

13 Numaralı Eleman (Teğet 7)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

14 Numaralı Eleman (Kurp7)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

15 Numaralı Eleman (Teğet 8)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 \text{ (iyi tasarım)}$$

16 Numaralı Eleman (Kurp 8)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 \text{ (iyi tasarım)}$$

17 Numaralı Eleman (Teğet 9)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 \text{ (iyi tasarım)}$$

18 Numaralı Eleman (Kurp 9)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +1,00 \text{ (iyi tasarım)}$$

19 Numaralı Eleman (Teğet 10)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 \text{ (iyi tasarım)}$$

20 Numaralı Eleman (Klotoid 1, Kurp 10, Klotoid 2)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(1,0)+(0,0)] / 3 = +0,67 \text{ (iyi tasarım)}$$

21 Numaralı Eleman (Teğet 11)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

22 Numaralı Eleman (Klotoid 3, Kurp 11, Klotoid 4)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)+(0,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

23 Numaralı Eleman (Teğet 12)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

24 Numaralı Eleman (Kurp 12)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

25 Numaralı Eleman (Teğet 13)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

26 Numaralı Eleman (Kurp 13)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

27 Numaralı Eleman (Teğet 14)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

28 Numaralı Eleman (Kurp 14)

G.K. I = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +1,00 (iyi tasarım)

29 Numaralı Eleman (Teğet 15)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

30 Numaralı Eleman (Kurp 15)

G.K. I = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

31 Numaralı Eleman (Teğet 16)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

32 Numaralı Eleman (Kurp 16)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

33 Numaralı Eleman (Teğet 17)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

34 Numaralı Eleman (Kurp 17)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

35 Numaralı Eleman (Teğet 18)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

36 Numaralı Eleman (Kurp 18)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

37 Numaralı Eleman (Teğet 19)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

38 Numaralı Eleman (Kurp 19)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

39 numaralı elemandan (Teğet 20) sonra gelen tasarım elemanı bilinmediğinden güvenlik modülü değerlendirmesi yapılamaz.

6.1.4.2 Güvenlik modülü değerlendirmesi: Tekirdağ'dan Çorlu istikametine doğru

39 Numaralı Eleman (Teğet 20)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

38 Numaralı Eleman (Kurp 19)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

37 Numaralı Eleman (Teğet 19)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

36 Numaralı Eleman (Kurp 18)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

35 Numaralı Eleman (Teğet 18)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

34 Numaralı Eleman (Kurp 17)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

33 Numaralı Eleman (Teğet 17)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

32 Numaralı Eleman (Kurp 16)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

31 Numaralı Eleman (Teğet 16)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

30 Numaralı Eleman (Kurp 15)

G.K. I = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

29 Numaralı Eleman (Teğet 15)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

28 Numaralı Eleman (Kurp 14)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(+1,0)+(+1,0)] / 3 = +1,00 (iyi tasarım)

27 Numaralı Eleman (Teğet 14)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(+1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

26 Numaralı Eleman (Kurp 13)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(+1,0)+(+1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

25 Numaralı Eleman (Teğet 13)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(+1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

24 Numaralı Eleman (Kurp 12)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(+1,0)+(+1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

23 Numaralı Eleman (Teğet 12)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 \text{ (iyi tasarım)}$$

22 Numaralı Eleman (Klotoid 3, Kurp 11, Klotoid 4)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(1,0)+(0,0)] / 3 = +0,67 \text{ (iyi tasarım)}$$

21 Numaralı Eleman (Teğet 11)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 \text{ (iyi tasarım)}$$

20 Numaralı Eleman (Klotoid 1, Kurp 10, Klotoid 2)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(1,0)+(0,0)] / 3 = +0,67 \text{ (iyi tasarım)}$$

19 Numaralı Eleman (Teğet 10)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 \text{ (iyi tasarım)}$$

18 Numaralı Eleman (Kurp 9)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +1,00 \text{ (iyi tasarım)}$$

17 Numaralı Eleman (Teğet 9)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

16 Numaralı Eleman (Kurp 8)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

15 Numaralı Eleman (Teğet 8)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

14 Numaralı Eleman (Kurp7)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

13 Numaralı Eleman (Teğet 7)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

12 Numaralı Eleman (Kurp 6)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

11 Numaralı Eleman (Teğet 6)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

10 Numaralı Eleman (Kurp 5)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

9 Numaralı Eleman (Teğet 5)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

8 Numaralı Eleman (Kurp 4)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

7 Numaralı Eleman (Teğet 4)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

6 Numaralı Eleman (Kurp 3)

G.K. I = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +1,00 (iyi tasarım)

5 Numaralı Eleman (Teğet 3)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

4 Numaralı Eleman (Kurp 2)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

3 Numaralı Eleman (Teğet 2)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

2 Numaralı Eleman (Kurp 1)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

1 numaralı elemandan (Teğet 1) önce gelen tasarım elemanı bilinmediğinden güvenlik modülü değerlendirmesi yapılamaz.

Çizelge 6.4: Örnek I için yapılan güvenlik modülü değerlendirmesi (Çorlu'dan Tekirdağ istikametine doğru).

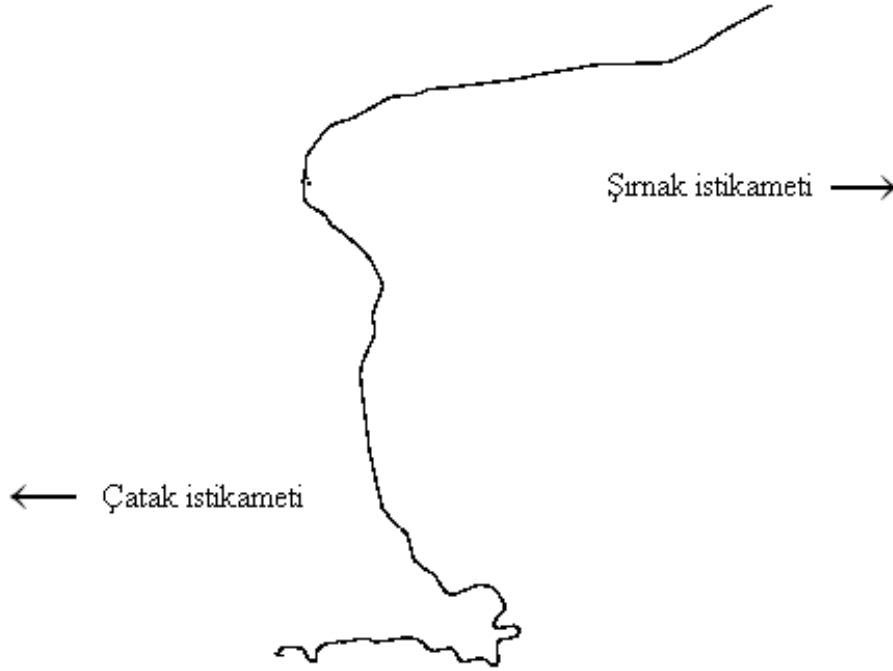
Tasarım Elemanı	Güvenlik Kriteri I	Güvenlik Kriteri II	Güvenlik KriteriIII	Güvenlik modülü	
				Ortalama	Sınıf
1 Numaralı Eleman (Teğet 1)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
2 Numaralı Eleman (Kurp 1)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
3 Numaralı Eleman (Teğet 2)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
4 Numaralı Eleman (Kurp 2)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
5 Numaralı Eleman (Teğet 3)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
6 Numaralı Eleman (Kurp 3)	+1,0	+1,0	+1,0	+1,00	İyi
7 Numaralı Eleman (Teğet 4)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
8 Numaralı Eleman (Kurp 4)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
9 Numaralı Eleman (Teğet 5)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
10 Numaralı Eleman (Kurp 5)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
11 Numaralı Eleman (Teğet 6)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
12 Numaralı Eleman (Kurp 6)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
13 Numaralı Eleman (Teğet 7)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
14 Numaralı Eleman (Kurp 7)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
15 Numaralı Eleman (Teğet 8)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
16 Numaralı Eleman (Kurp 8)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
17 Numaralı Eleman (Teğet 9)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
18 Numaralı Eleman (Kurp 9)	+1,0	+1,0	+1,0	+1,00	İyi
19 Numaralı Eleman (Teğet 10)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
20 Numaralı Eleman (Klotoid 1, Kurp 10, Klotoid 2)	+1,0	+1,0	0,0	+0,67	İyi
21 Numaralı Eleman (Teğet 11)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
22 Numaralı Eleman (Klotoid 3, Kurp 11, Klotoid 4)	+1,0	+1,0	0,0	+0,67	İyi
23 Numaralı Eleman (Teğet 12)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
24 Numaralı Eleman (Kurp 12)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
25 Numaralı Eleman (Teğet 13)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
26 Numaralı Eleman (Kurp 13)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
27 Numaralı Eleman (Teğet 14)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
28 Numaralı Eleman (Kurp 14)	+1,0	+1,0	+1,0	+1,00	İyi
29 Numaralı Eleman (Teğet 15)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
30 Numaralı Eleman (Kurp 15)	+1,0	+1,0	+1,0	+1,00	İyi
31 Numaralı Eleman (Teğet 16)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
32 Numaralı Eleman (Kurp 16)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
33 Numaralı Eleman (Teğet 17)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
34 Numaralı Eleman (Kurp 17)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
35 Numaralı Eleman (Teğet 18)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
36 Numaralı Eleman (Kurp 18)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
37 Numaralı Eleman (Teğet 19)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
38 Numaralı Eleman (Kurp 19)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
39 Numaralı Eleman (Teğet 20)	Sonraki elemana ait veriler bilinmediğinden değerlendirme yapılamaz				
i.e.: İhmal edilir					

Çizelge 6.5: Örnek I için yapılan güvenlik modülü değerlendirmesi (Tekirdağ'dan Çorlu istikametine doğru).

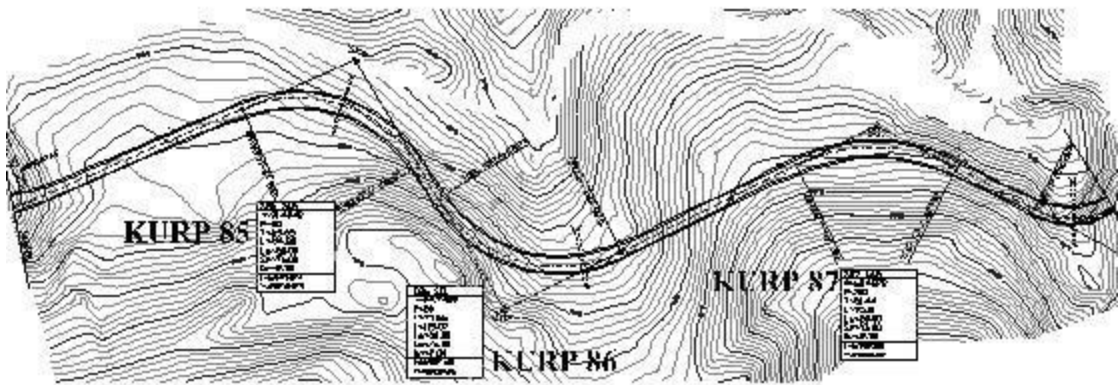
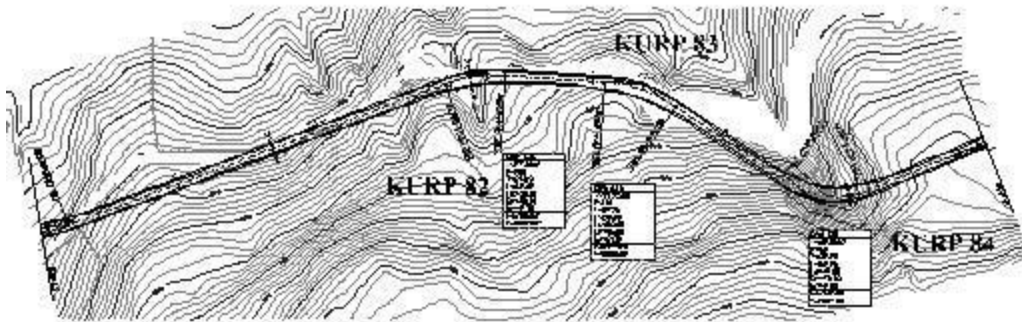
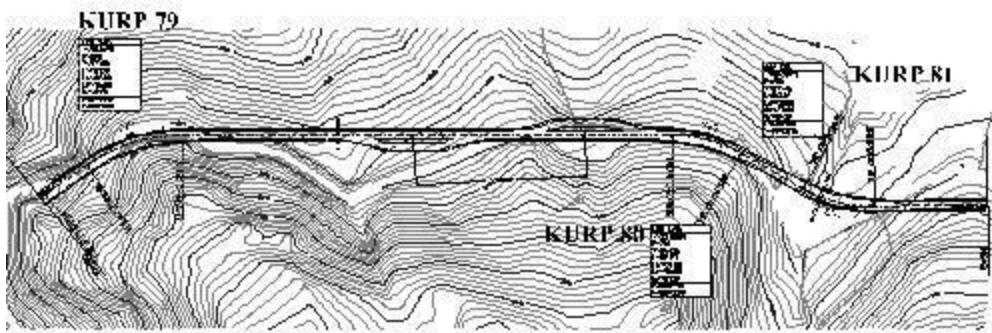
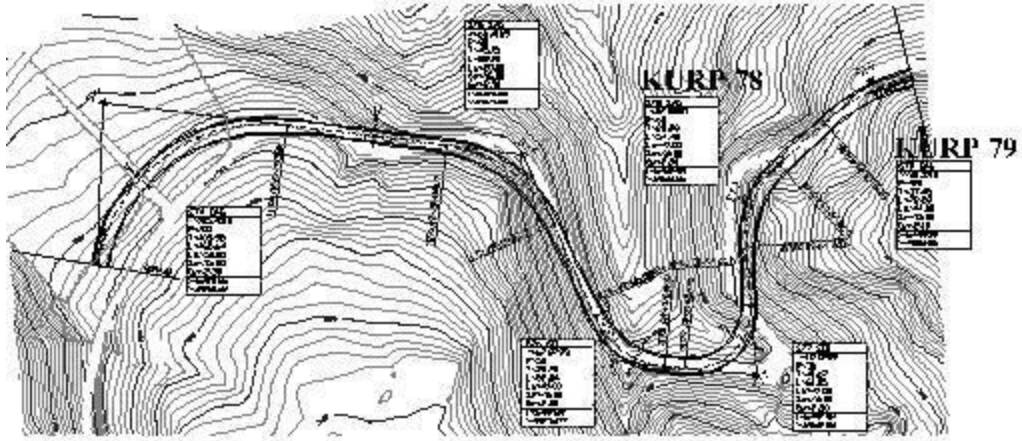
Tasarım Elemanı	Güvenlik Kriteri I	Güvenlik Kriteri II	Güvenlik KriteriIII	Güvenlik modülü	
				Ortalama	Sınıf
39 Numaralı Eleman (Teğet 20)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
38 Numaralı Eleman (Kurp 19)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
37 Numaralı Eleman (Teğet 19)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
36 Numaralı Eleman (Kurp 18)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
35 Numaralı Eleman (Teğet 18)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
34 Numaralı Eleman (Kurp 17)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
33 Numaralı Eleman (Teğet 17)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
32 Numaralı Eleman (Kurp 16)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
31 Numaralı Eleman (Teğet 16)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
30 Numaralı Eleman (Kurp 15)	+1,0	+1,0	0,0	+0,67	İyi
29 Numaralı Eleman (Teğet 15)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
28 Numaralı Eleman (Kurp 14)	+1,0	+1,0	0,0	+0,67	İyi
27 Numaralı Eleman (Teğet 14)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
26 Numaralı Eleman (Kurp 13)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
25 Numaralı Eleman (Teğet 13)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
24 Numaralı Eleman (Kurp 12)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
23 Numaralı Eleman (Teğet 12)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
22 Numaralı Eleman (Klotoid 3, Kurp 11, Klotoid 4)	+1,0	+1,0	+1,0	+1,00	İyi
21 Numaralı Eleman (Teğet 11)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
20 Numaralı Eleman (Klotoid 1, Kurp 10, Klotoid 2)	+1,0	+1,0	+1,0	+1,00	İyi
19 Numaralı Eleman (Teğet 10)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
18 Numaralı Eleman (Kurp 9)	+1,0	+1,0	+1,0	+1,00	İyi
17 Numaralı Eleman (Teğet 9)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
16 Numaralı Eleman (Kurp 8)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
15 Numaralı Eleman (Teğet 8)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
14 Numaralı Eleman (Kurp 7)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
13 Numaralı Eleman (Teğet 7)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
12 Numaralı Eleman (Kurp 6)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
11 Numaralı Eleman (Teğet 6)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
10 Numaralı Eleman (Kurp 5)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
9 Numaralı Eleman (Teğet 5)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
8 Numaralı Eleman (Kurp 4)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
7 Numaralı Eleman (Teğet 4)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
6 Numaralı Eleman (Kurp 3)	+1,0	+1,0	+1,0	+1,00	İyi
5 Numaralı Eleman (Teğet 3)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
4 Numaralı Eleman (Kurp 2)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
3 Numaralı Eleman (Teğet 2)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
2 Numaralı Eleman (Kurp 1)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
1 Numaralı Eleman (Teğet 1)	Sonraki elemana ait veriler bilinmediğinden değerlendirme yapılamaz				
i.e.: İhmal edilir					

6.2 Örnek II

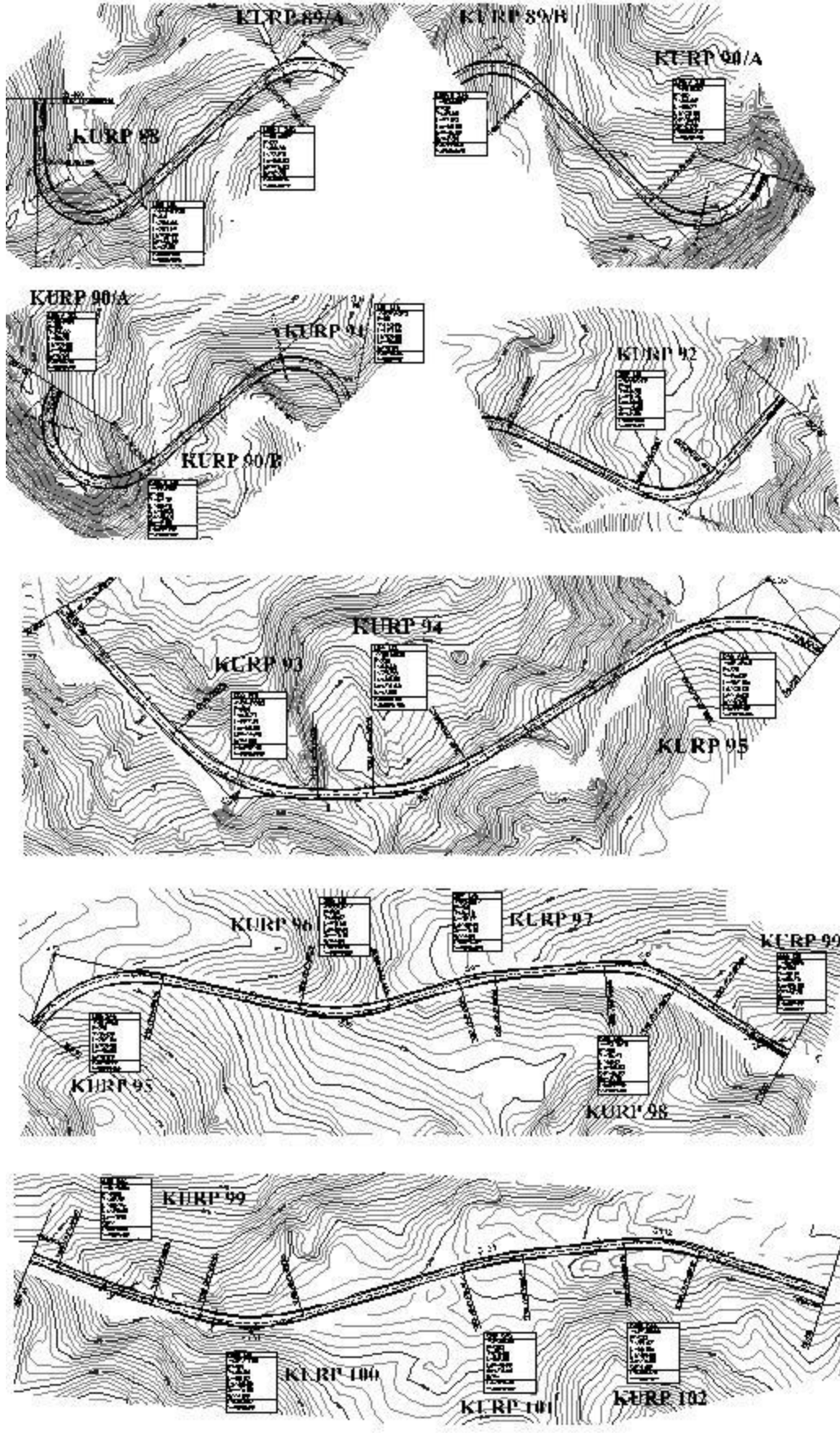
Bu örnekte Çatak – Şırnak (Pervari) arasındaki kırsal bölgede mevcut bulunan 26,717 km uzunluğundaki iki şeritli, iki yönlü bölünmemiş bir karayolunun 13+150,317 – 26+713,326 kilometreleri arasındaki kesimi incelenmiştir. Söz konusu bu yol için art arda sıralanan tasarım elemanlarına (teğet ve kurp) ait veriler Çizelge 6.6'da verilmiştir. Yolun bulunduğu arazi, topoğrafik açıdan engebeli/dağlık bir alan olup, 13563 metrelik yolun yaklaşık 5000 metrelik bir kısmında boyuna eğim (pek çok yerde %9'lara varan oranlarda olmak üzere) % 6'dan yüksektir. İlgili yol kesimine ait şematik gösterim Şekil 6.3'te, Çatak'tan Şırnak istikametine doğru sıralı paftalar da Şekil 6.4'te gösterilmiştir.



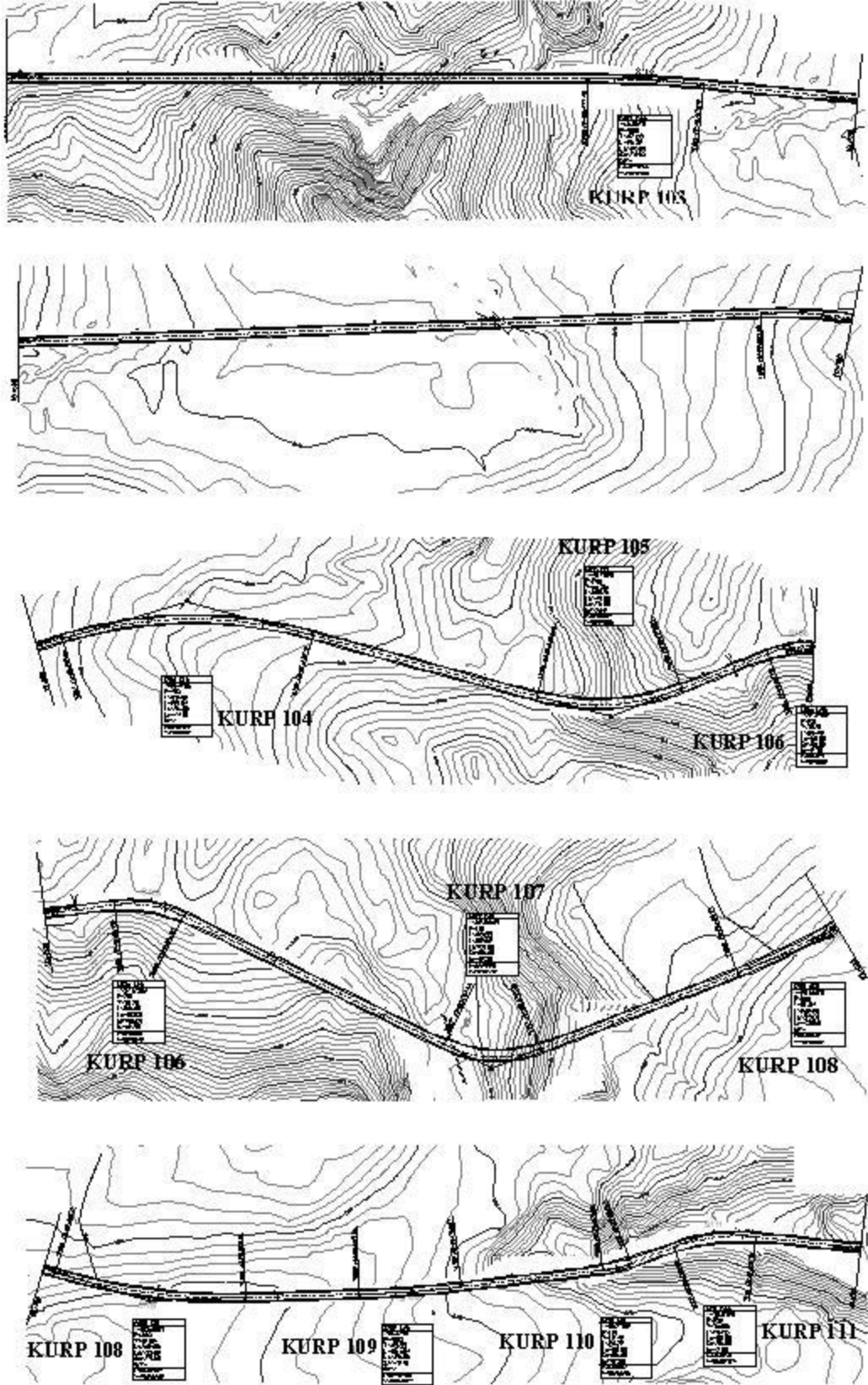
Şekil 6.3: Örnek II için incelenen yol kesimine ait şematik gösterim.



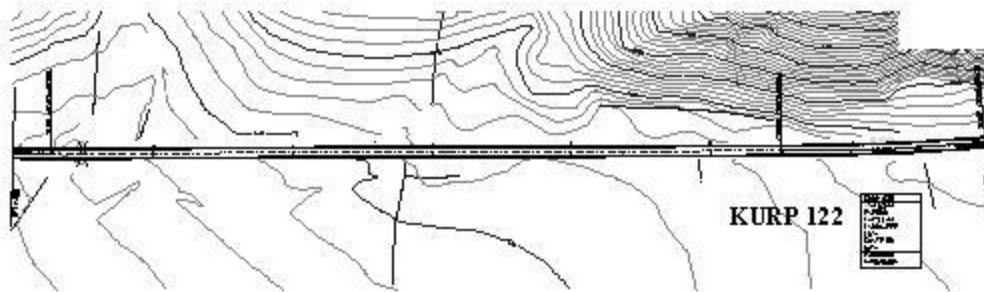
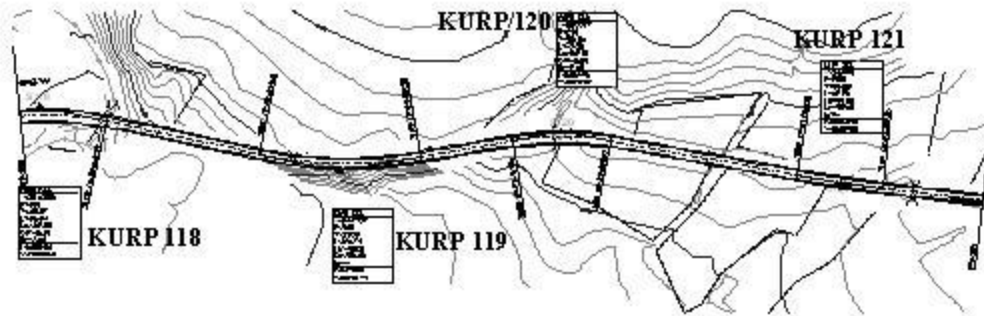
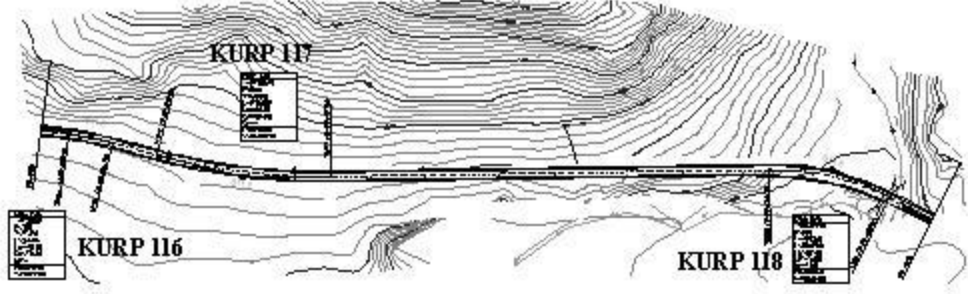
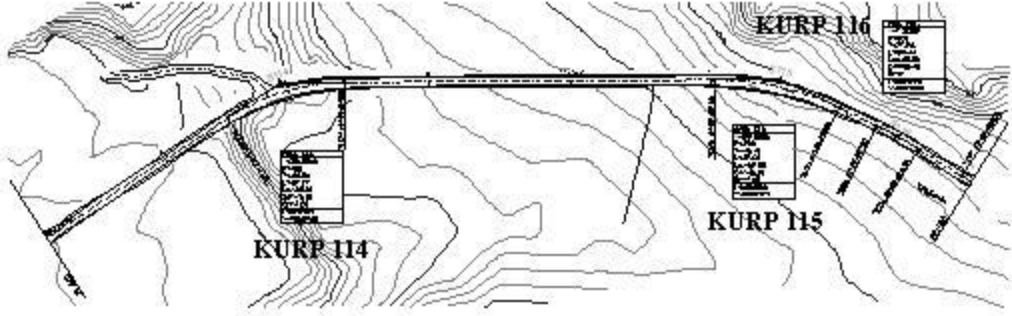
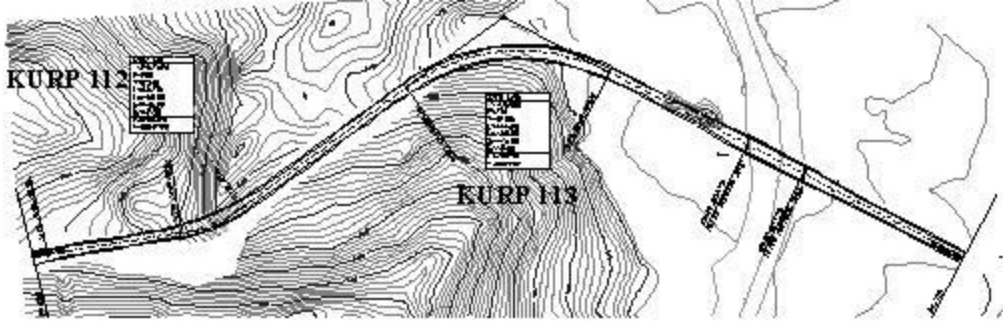
Şekil 6.4: Örnek II için incelenen yol kesimine ait ilgili paftalar.



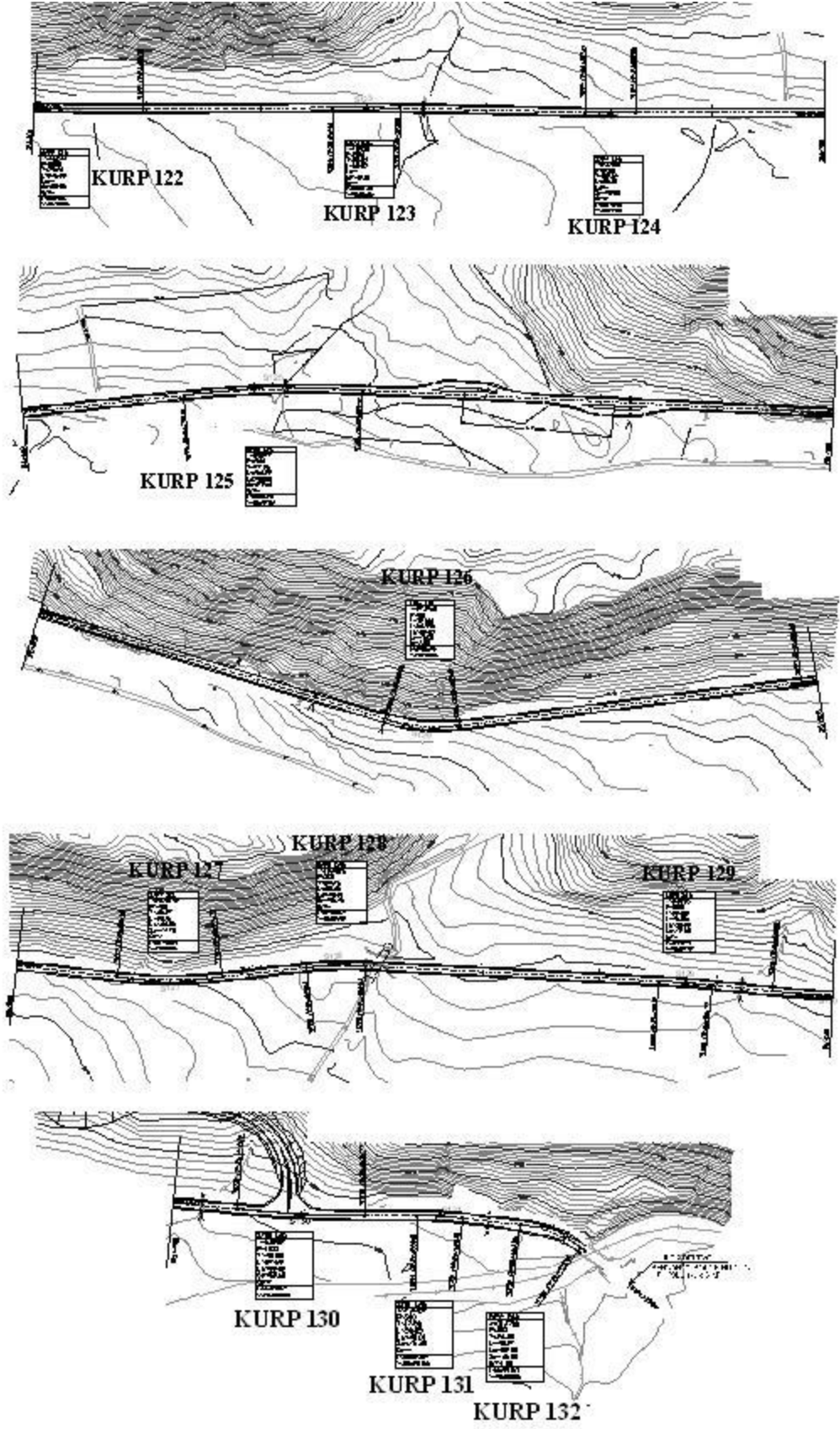
Şekil 6.4: (devam) Örnek II için incelenen yol kesimine ait ilgili paftalar.



Şekil 6.4: (devam) Örnek II için incelenen yol kesimine ait ilgili paftalar.



Şekil 6.4: (devam) Örnek II için incelenen yol kesimine ait ilgili paftalar.



Şekil 6.4: (devam) Örnek II için incelenen yol kesimine ait ilgili paftalar.

Çizelge 6.6: Örnek II'ye ait geometrik veriler (Çatak'tan Şırnak istikametine doğru).

Tasarım Elemanı	Başlangıç Noktası (m)	Bitiş Noktası (m)	Kurp Parametreleri- R,A (m)	Eleman Uzunluğu (m)
1 Numaralı Eleman (Kurp 78)	13150,317	13204,801	R ₇₈ =60	54,484
2 Numaralı Eleman (Teğet 79)	13204,801	13240,804	-	36,003
3 Numaralı Eleman (Kurp 79)	13240,804	13313,397	R ₇₉ =120	72,593
4 Numaralı Eleman (Teğet 80)	13313,397	13663,586	-	350,189
5 Numaralı Eleman (Kurp 80)	13663,586	13715,515	R ₈₀ =100	51,929
6 Numaralı Eleman (Teğet 81)	13715,515	13765,376	-	49,861
7 Numaralı Eleman (Kurp 81)	13765,376	13818,983	R ₈₁ =100	53,607
8 Numaralı Eleman (Teğet 82)	13818,983	14096,699	-	277,716
9 Numaralı Eleman (Kurp 82)	14096,699	14139,12	R ₈₂ =100	42,421
10 Numaralı Eleman (Teğet 83)	14139,12	14207,872	-	68,752
11 Numaralı Eleman (Kurp 83)	14207,872	14260,899	R ₈₃ =100	53,027
12 Numaralı Eleman (Teğet 84)	14260,899	14352,969	-	92,07
13 Numaralı Eleman (Kurp 84)	14352,969	14412,218	R ₈₄ =60	59,249
14 Numaralı Eleman (Teğet 85)	14412,218	14541,687	-	129,469
15 Numaralı Eleman (Kurp 85)	14541,687	14656,573	R ₈₅ =80	114,887
16 Numaralı Eleman (Teğet 86)	14656,573	14678,165	-	21,592
17 Numaralı Eleman (Kurp 86)	14678,165	14797,229	R ₈₆ =80	119,065
18 Numaralı Eleman (Teğet 87)	14797,229	14908,891	-	111,662
19 Numaralı Eleman (Kurp 87)	14908,891	15003,904	R ₈₇ =100	95,013
20 Numaralı Eleman (Teğet 88)	15003,904	15053,493	-	49,589
21 Numaralı Eleman (Kurp 88)	15053,493	15156,636	R ₈₈ =44	103,143
22 Numaralı Eleman (Teğet 89)	15156,636	15309,338	-	152,702
23 Numaralı Eleman (Kurp 89/A)	15309,338	15380,566	R _{89/A} =50	71,228
24 Numaralı Eleman (Kurp 89/B)	15380,566	15451,794	R _{89/B} =50	71,228
25 Numaralı Eleman (Teğet 90)	15451,794	15586,189	-	134,395
26 Numaralı Eleman (Kurp 90/A)	15586,189	15671,893	R _{90/A} =55	85,705
27 Numaralı Eleman (Kurp 90/B)	15671,893	15757,598	R _{90/B} =55	85,705
28 Numaralı Eleman (Teğet 91)	15757,598	15883,846	-	126,248
29 Numaralı Eleman (Kurp 91)	15883,846	16007,497	R ₉₁ =50	123,651
30 Numaralı Eleman (Teğet 92)	16007,497	16133,565	-	126,068
31 Numaralı Eleman (Kurp 92)	16133,565	16212,03	R ₉₂ =60	78,464
32 Numaralı Eleman (Teğet 93)	16212,03	16333,255	-	121,225
33 Numaralı Eleman (Kurp 93)	16333,255	16461,163	R ₉₃ =150	127,908
34 Numaralı Eleman (Teğet 94)	16461,163	16505,311	-	44,148
35 Numaralı Eleman (Kurp 94)	16505,311	16584,705	R ₉₄ =150	79,394
36 Numaralı Eleman (Teğet 95)	16584,705	16767,395	-	182,69
37 Numaralı Eleman (Kurp 95)	16767,395	16925,352	R ₉₅ =110	157,957
38 Numaralı Eleman (Teğet 96)	16925,352	17048,188	-	122,836
39 Numaralı Eleman (Kurp 96)	17048,188	17126,69	R ₉₆ =150	78,503
40 Numaralı Eleman (Teğet 97)	17126,69	17191,442	-	64,752
41 Numaralı Eleman (Kurp 97)	17191,442	17223,608	R ₉₇ =150	32,166
42 Numaralı Eleman (Teğet 98)	17223,608	17319,153	-	95,545
43 Numaralı Eleman (Kurp 98)	17319,153	17387,257	R ₉₈ =100	68,105

Çizelge 6.6: (devam) Örnek II'ye ait geometrik veriler (Çatak'tan Şırnak istikametine doğru).

Tasarım Elemanı	Başlangıç Noktası (m)	Bitiş Noktası (m)	Kurp Parametreleri- R,A (m)	Eleman Uzunluğu (m)
44 Numaralı Eleman (Teğet 99)	17387,257	17423,441	-	36,184
45 Numaralı Eleman (Kurp 99)	17423,441	17509,199	R ₉₉ =1000	85,759
46 Numaralı Eleman Teğet (100)	17509,199	17551,049	-	41,85
47 Numaralı Eleman (Kurp 100)	17551,049	17639,956	R ₁₀₀ =150	88,907
48 Numaralı Eleman (Teğet 101)	17639,956	17781,481	-	141,525
49 Numaralı Eleman (Kurp 101)	17781,481	17834,467	R ₁₀₁ =300	52,986
50 Numaralı Eleman (Teğet 102)	17834,467	17921,201	-	86,734
51 Numaralı Eleman (Kurp 102)	17921,201	17987,065	R ₁₀₂ =150	65,864
52 Numaralı Eleman (Teğet 103)	17987,065	18477,404	-	490,339
53 Numaralı Eleman (Kurp 103)	18477,404	18572,717	R ₁₀₃ =1000	95,312
54 Numaralı Eleman (Teğet 104)	18572,717	19223,661	-	650,944
55 Numaralı Eleman (Kurp 104)	19223,661	19444,701	R ₁₀₄ =400	221,04
56 Numaralı Eleman (Teğet 105)	19444,701	19648,682	-	203,981
57 Numaralı Eleman (Kurp 105)	19648,682	19776,827	R ₁₀₅ =200	128,145
58 Numaralı Eleman (Teğet 106)	19776,827	19857,912	-	81,085
59 Numaralı Eleman (Kurp 106)	19857,912	19916,393	R ₁₀₆ =100	58,481
60 Numaralı Eleman (Teğet 107)	19916,393	20154,439	-	238,046
61 Numaralı Eleman (Kurp 107)	20154,439	20237,054	R ₁₀₇ =100	82,615
62 Numaralı Eleman (Teğet 108)	20237,054	20410,765	-	173,711
63 Numaralı Eleman (Kurp 108)	20410,765	20573,015	R ₁₀₈ =500	162,25
64 Numaralı Eleman (Teğet 109)	20573,015	20669,262	-	96,247
65 Numaralı Eleman (Kurp 109)	20669,262	20755,866	R ₁₀₉ =1000	86,604
66 Numaralı Eleman (Teğet 110)	20755,866	20876,826	-	120,96
67 Numaralı Eleman (Kurp 110)	20876,826	20901,535	R ₁₁₀ =100	24,709
68 Numaralı Eleman (Teğet 111)	20901,535	20939,987	-	38,452
69 Numaralı Eleman (Kurp 111)	20939,987	21010,751	R ₁₁₁ =150	70,763
70 Numaralı Eleman (Teğet 112)	21010,751	21101,957	-	91,206
71 Numaralı Eleman (Kurp 112)	21101,957	21148,707	R ₁₁₂ =100	46,75
72 Numaralı Eleman (Teğet 113)	21148,707	21284,459	-	135,752
73 Numaralı Eleman (Kurp 113)	21284,459	21429,413	R ₁₁₃ =130	144,954
74 Numaralı Eleman (Teğet 114)	21429,413	21753,343	-	323,93
75 Numaralı Eleman (Kurp 114)	21753,343	21840,515	R ₁₁₄ =150	87,171
76 Numaralı Eleman (Teğet 115)	21840,515	22101,653	-	261,138
77 Numaralı Eleman (Kurp 115)	22101,653	22192,856	R ₁₁₅ =200	91,202
78 Numaralı Eleman (Teğet 116)	22192,856	22221,904	-	29,048
79 Numaralı Eleman (Kurp 116)	22221,904	22256,343	R ₁₁₆ =300	34,439
80 Numaralı Eleman (Teğet 117)	22256,343	22292,048	-	35,705
81 Numaralı Eleman (Kurp 117)	22292,048	22427,563	R ₁₁₇ =500	135,515
82 Numaralı Eleman (Teğet 118)	22427,563	22766,295	-	338,732
83 Numaralı Eleman (Kurp 118)	22766,295	22862,533	R ₁₁₈ =200	96,238
84 Numaralı Eleman (Teğet 119)	22862,533	22974,65	-	112,117
85 Numaralı Eleman (Kurp 119)	22974,65	23091,384	R ₁₁₉ =300	116,734
86 Numaralı Eleman (Teğet 120)	23091,384	23157,857	-	66,473

Çizelge 6.6: (devam) Örnek II'ye ait geometrik veriler (Çatak'tan Şırnak istikametine doğru).

Tasarım Elemanı	Başlangıç Noktası (m)	Bitiş Noktası (m)	Kurp Parametreleri-R,A (m)	Eleman Uzunluğu (m)
87 Numaralı Eleman (Kurp 120)	23157,857	23229,208	$R_{120}=200$	71,351
88 Numaralı Eleman (Teğet 121)	23229,208	23365,296	-	136,088
89 Numaralı Eleman (Kurp 121)	23365,296	23427,248	$R_{121}=1000$	61,952
90 Numaralı Eleman (Teğet 122)	23427,248	23950,163	-	522,915
91 Numaralı Eleman (Kurp 122)	23950,163	24096,385	$R_{122}=2000$	146,222
92 Numaralı Eleman (Teğet 123)	24096,385	24263,995	-	167,61
93 Numaralı Eleman (Kurp 123)	24263,995	24323,803	$R_{123}=2000$	59,809
94 Numaralı Eleman (Teğet 124)	24323,803	24487,472	-	163,669
95 Numaralı Eleman (Kurp 124)	24487,472	24532,547	$R_{124}=2000$	45,075
96 Numaralı Eleman (Teğet 125)	24532,547	24739,504	-	206,957
97 Numaralı Eleman (Kurp 125)	24739,504	24893,721	$R_{125}=1000$	154,216
98 Numaralı Eleman (Teğet 126)	24893,721	25519,314	-	625,593
99 Numaralı Eleman (Kurp 126)	25519,314	25583,441	$R_{126}=150$	64,128
100 Numaralı Eleman (Teğet 127)	25583,441	25886,584	-	303,143
101 Numaralı Eleman (Kurp 127)	25886,584	25976,73	$R_{127}=400$	90,146
102 Numaralı Eleman (Teğet 128)	25976,73	26049,138	-	72,408
103 Numaralı Eleman (Kurp 128)	26049,138	26098,537	$R_{128}=300$	49,398
104 Numaralı Eleman (Teğet 129)	26098,537	26350,911	-	252,374
105 Numaralı Eleman (Kurp 129)	26350,911	26396,77	$R_{129}=1000$	45,859
106 Numaralı Eleman (Teğet 130)	26396,77	26448,089	-	51,319
107 Numaralı Eleman (Kurp 130)	26448,089	26545,772	$R_{130}=1000$	97,683
108 Numaralı Eleman (Teğet 131)	26545,772	26585,008	-	39,236
109 Numaralı Eleman (Kurp 131)	26585,008	26620,095	$R_{131}=300$	35,087
110 Numaralı Eleman (Teğet 132)	26620,095	26664,364	-	44,269
111 Numaralı Eleman (Kurp 132)	26664,364	26713,336	$R_{132}=100$	48,972

6.2.1 Örnek II'ye ait güvenlik kriterleri değerlendirmesi için gerekli parametreler

Güvenlik ölçütlerine geçmeden önce dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı, %85'lik dilim içindeki hız ve gereken, gerçek yanal sürtünme miktarları hesaplanarak elde edilen sonuçlar, Çizelge 6.7'de gösterilmiştir.

6.2.1.1 Dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı (örnek II)

Birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın ya da birleştirme eğrisi olmayan dairesel kurbaya ait eğrilik değişim oranları, ilgili bölümde verilen denklem (4.1) yardımıyla tespit edilmiştir:

$$CCR_s = \frac{\left(\frac{L_{Cl1}}{2R} + \frac{L_{Cr}}{R} + \frac{L_{Cl2}}{2R} \right)}{L} * \frac{200}{\pi} * 10^3 = \frac{\left(\frac{L_{Cl1}}{2R} + \frac{L_{Cr}}{R} + \frac{L_{Cl2}}{2R} \right)}{L} * 63700 \quad (4.1)$$

Burada;

CCR_s = birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı (gon/km),

$L = L_{cr} + L_{cl1} + L_{cl2}$ = toplam kurp uzunluğu (m),

L_{cr} = dairesel kurbanın uzunluğu (m),

R = dairesel kurbanın yarıçapı (m),

L_{cl1}, L_{cl2} = klotoid uzunluğu (dairesel kurbadan önceki ve sonraki) (m),

$63700 = (200/\pi) * 10^3$ = çevirme faktörüdür.

(Gon, Avrupa şartnamesine göre daire çevresinin 360 derece yerine 400 dereceye bölünmesiyle elde edilen birim olarak tanımlanmaktadır.)

1 Numaralı Eleman (Kurp 78)

$$CCR_{s1} = \frac{\left(\frac{L_{Cr78}}{R_{78}} \right)}{L_{78}} * 63700 = \frac{\left(\frac{54,48}{60} \right)}{54,48} * 63700 = 1061,67 \text{ gon/km}$$

2 Numaralı Eleman (Teğet 79)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s2} = 0 \text{ gon/km}$$

3 Numaralı Eleman (Kurp 79)

$$CCR_{s3} = \frac{\left(\frac{L_{Cr79}}{R_{79}} \right)}{L_{79}} * 63700 = \frac{\left(\frac{72,59}{120} \right)}{72,59} * 63700 = 530,83 \text{ gon/km}$$

4 Numaralı Eleman (Teğet 80)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s4} = 0 \text{ gon/km}$$

5 Numaralı Eleman (Kurp 80)

$$CCR_{S5} = \frac{\left(\frac{L_{Cr80}}{R_{80}} \right)}{L_{80}} * 63700 = \frac{\left(\frac{51,93}{100} \right)}{51,93} * 63700 = 637,00 \text{ gon/km}$$

6 Numaralı Eleman (Teğet 81)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S6} = 0 \text{ gon/km}$$

7 Numaralı Eleman (Kurp 81)

$$CCR_{S7} = \frac{\left(\frac{L_{Cr81}}{R_{81}} \right)}{L_{81}} * 63700 = \frac{\left(\frac{53,61}{100} \right)}{53,61} * 63700 = 637,00 \text{ gon/km}$$

8 Numaralı Eleman (Teğet 82)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S8} = 0 \text{ gon/km}$$

9 Numaralı Eleman (Kurp 82)

$$CCR_{S9} = \frac{\left(\frac{L_{Cr82}}{R_{82}} \right)}{L_{82}} * 63700 = \frac{\left(\frac{42,42}{100} \right)}{42,42} * 63700 = 637,00 \text{ gon/km}$$

10 Numaralı Eleman (Teğet 83)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S10} = 0 \text{ gon/km}$$

11 Numaralı Eleman (Kurp 83)

$$CCR_{S11} = \frac{\left(\frac{L_{Cr83}}{R_{83}} \right)}{L_{83}} * 63700 = \frac{\left(\frac{53,03}{100} \right)}{53,03} * 63700 = 637,00 \text{ gon/km}$$

12 Numaralı Eleman (Teğet 84)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S12} = 0 \text{ gon/km}$$

13 Numaralı Eleman (Kurp 84)

$$CCR_{S13} = \frac{\left(\frac{L_{Cr84}}{R_{84}} \right)}{L_{84}} * 63700 = \frac{\left(\frac{59,25}{60} \right)}{59,25} * 63700 = 1061,67 \text{ gon/km}$$

14 Numaralı Eleman (Teğet 85)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S14} = 0 \text{ gon/km}$$

15 Numaralı Eleman (Kurp 85)

$$CCR_{S15} = \frac{\left(\frac{L_{Cr85}}{R_{85}} \right)}{L_{85}} * 63700 = \frac{\left(\frac{114,89}{80} \right)}{114,89} * 63700 = 796,25 \text{ gon/km}$$

16 Numaralı Eleman (Teğet 86)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S16} = 0 \text{ gon/km}$$

17 Numaralı Eleman (Kurp 86)

$$CCR_{S17} = \frac{\left(\frac{L_{Cr86}}{R_{86}} \right)}{L_{86}} * 63700 = \frac{\left(\frac{119,07}{80} \right)}{119,07} * 63700 = 796,25 \text{ gon/km}$$

18 Numaralı Eleman (Teğet 87)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S18} = 0 \text{ gon/km}$$

19 Numaralı Eleman (Kurp 87)

$$CCR_{S19} = \frac{\left(\frac{L_{Cr87}}{R_{87}} \right)}{L_{87}} * 63700 = \frac{\left(\frac{95,01}{100} \right)}{95,01} * 63700 = 637,00 \text{ gon/km}$$

20 Numaralı Eleman (Teğet 88)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S20} = 0 \text{ gon/km}$$

21 Numaralı Eleman (Kurp 88)

$$CCR_{S21} = \frac{\left(\frac{L_{Cr88}}{R_{88}} \right)}{L_{88}} * 63700 = \frac{\left(\frac{103,14}{44} \right)}{103,14} * 63700 = 1447,73 \text{ gon/km}$$

22 Numaralı Eleman (Teğet 89)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S22} = 0 \text{ gon/km}$$

23 Numaralı Eleman (Kurp 89/A)

$$CCR_{S23} = \frac{\left(\frac{L_{Cr89/A}}{R_{89/A}} \right)}{L_{89/A}} * 63700 = \frac{\left(\frac{71,23}{50} \right)}{71,23} * 63700 = 1274,00 \text{ gon/km}$$

24 Numaralı Eleman (Kurp 89/B)

$$CCR_{S24} = \frac{\left(\frac{L_{Cr89/B}}{R_{89/B}} \right)}{L_{89/B}} * 63700 = \frac{\left(\frac{71,23}{50} \right)}{71,23} * 63700 = 1274,00 \text{ gon/km}$$

25 Numaralı Eleman (Teğet 90)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S25} = 0 \text{ gon/km}$$

26 Numaralı Eleman (Kurp 90/A)

$$CCR_{S26} = \frac{\left(\frac{L_{Cr90/A}}{R_{90/A}} \right)}{L_{90/A}} * 63700 = \frac{\left(\frac{85,71}{55} \right)}{85,71} * 63700 = 1158,18 \text{ gon/km}$$

27 Numaralı Eleman (Kurp 90/B)

$$CCR_{S27} = \frac{\left(\frac{L_{Cr90/B}}{R_{90/B}} \right)}{L_{90/B}} * 63700 = \frac{\left(\frac{85,71}{55} \right)}{85,71} * 63700 = 1158,18 \text{ gon/km}$$

28 Numaralı Eleman (Teğet 91)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S28} = 0 \text{ gon/km}$$

29 Numaralı Eleman (Kurp 91)

$$CCR_{S29} = \frac{\left(\frac{L_{Cr91}}{R_{91}} \right)}{L_{91}} * 63700 = \frac{\left(\frac{123,65}{50} \right)}{123,65} * 63700 = 1274,00 \text{ gon/km}$$

30 Numaralı Eleman (Teğet 92)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S30} = 0 \text{ gon/km}$$

31 Numaralı Eleman (Kurp 92)

$$CCR_{s31} = \frac{\left(\frac{L_{Cr92}}{R_{92}} \right)}{L_{92}} * 63700 = \frac{\left(\frac{78,46}{60} \right)}{78,46} * 63700 = 1061,67 \text{ gon/km}$$

32 Numaralı Eleman (Teğet 93)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s32} = 0 \text{ gon/km}$$

33 Numaralı Eleman (Kurp 93)

$$CCR_{s33} = \frac{\left(\frac{L_{Cr93}}{R_{93}} \right)}{L_{93}} * 63700 = \frac{\left(\frac{127,91}{150} \right)}{127,91} * 63700 = 424,67 \text{ gon/km}$$

34 Numaralı Eleman (Teğet 94)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s34} = 0 \text{ gon/km}$$

35 Numaralı Eleman (Kurp 94)

$$CCR_{s35} = \frac{\left(\frac{L_{Cr94}}{R_{94}} \right)}{L_{94}} * 63700 = \frac{\left(\frac{79,39}{150} \right)}{79,39} * 63700 = 424,67 \text{ gon/km}$$

36 Numaralı Eleman (Teğet 95)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s36} = 0 \text{ gon/km}$$

37 Numaralı Eleman (Kurp 95)

$$CCR_{s37} = \frac{\left(\frac{L_{Cr95}}{R_{95}} \right)}{L_{95}} * 63700 = \frac{\left(\frac{157,96}{110} \right)}{157,96} * 63700 = 579,09 \text{ gon/km}$$

38 Numaralı Eleman (Teğet 96)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s38} = 0 \text{ gon/km}$$

39 Numaralı Eleman (Kurp 96)

$$CCR_{s39} = \frac{\left(\frac{L_{Cr96}}{R_{96}} \right)}{L_{96}} * 63700 = \frac{\left(\frac{78,50}{150} \right)}{78,50} * 63700 = 424,67 \text{ gon/km}$$

40 Numaralı Eleman (Teğet 97)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S40} = 0 \text{ gon/km}$$

41 Numaralı Eleman (Kurp 97)

$$CCR_{S41} = \frac{\left(\frac{L_{Cr97}}{R_{97}} \right)}{L_{97}} * 63700 = \frac{\left(\frac{32,17}{150} \right)}{32,17} * 63700 = 424,67 \text{ gon/km}$$

42 Numaralı Eleman (Teğet 98)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S42} = 0 \text{ gon/km}$$

43 Numaralı Eleman (Kurp 98)

$$CCR_{S43} = \frac{\left(\frac{L_{Cr98}}{R_{98}} \right)}{L_{98}} * 63700 = \frac{\left(\frac{68,11}{100} \right)}{68,11} * 63700 = 637,00 \text{ gon/km}$$

44 Numaralı Eleman (Teğet 99)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S44} = 0 \text{ gon/km}$$

45 Numaralı Eleman (Kurp 99)

$$CCR_{S45} = \frac{\left(\frac{L_{Cr99}}{R_{99}} \right)}{L_{99}} * 63700 = \frac{\left(\frac{85,76}{1000} \right)}{85,76} * 63700 = 63,70 \text{ gon/km}$$

46 Numaralı Eleman Teğet (100)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S46} = 0 \text{ gon/km}$$

47 Numaralı Eleman (Kurp 100)

$$CCR_{S47} = \frac{\left(\frac{L_{Cr100}}{R_{100}} \right)}{L_{100}} * 63700 = \frac{\left(\frac{88,91}{150} \right)}{88,91} * 63700 = 424,67 \text{ gon/km}$$

48 Numaralı Eleman (Teğet 101)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S48} = 0 \text{ gon/km}$$

49 Numaralı Eleman (Kurp 101)

$$CCR_{s49} = \frac{\left(\frac{L_{Cr101}}{R_{101}} \right)}{L_{101}} * 63700 = \frac{\left(\frac{52,99}{300} \right)}{52,99} * 63700 = 212,33 \text{ gon/km}$$

50 Numaralı Eleman (Teğet 102)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s50} = 0 \text{ gon/km}$$

51 Numaralı Eleman (Kurp 102)

$$CCR_{s51} = \frac{\left(\frac{L_{Cr102}}{R_{102}} \right)}{L_{102}} * 63700 = \frac{\left(\frac{65,86}{150} \right)}{65,86} * 63700 = 424,67 \text{ gon/km}$$

52 Numaralı Eleman (Teğet 103)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s52} = 0 \text{ gon/km}$$

53 Numaralı Eleman (Kurp 103)

$$CCR_{s53} = \frac{\left(\frac{L_{Cr103}}{R_{103}} \right)}{L_{103}} * 63700 = \frac{\left(\frac{95,31}{1000} \right)}{95,31} * 63700 = 63,70 \text{ gon/km}$$

54 Numaralı Eleman (Teğet 104)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s54} = 0 \text{ gon/km}$$

55 Numaralı Eleman (Kurp 104)

$$CCR_{s55} = \frac{\left(\frac{L_{Cr104}}{R_{104}} \right)}{L_{104}} * 63700 = \frac{\left(\frac{221,04}{400} \right)}{221,04} * 63700 = 159,25 \text{ gon/km}$$

56 Numaralı Eleman (Teğet 105)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s56} = 0 \text{ gon/km}$$

57 Numaralı Eleman (Kurp 105)

$$CCR_{s57} = \frac{\left(\frac{L_{Cr105}}{R_{105}} \right)}{L_{105}} * 63700 = \frac{\left(\frac{128,15}{200} \right)}{128,15} * 63700 = 318,50 \text{ gon/km}$$

58 Numaralı Eleman (Teğet 106)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S58} = 0 \text{ gon/km}$$

59 Numaralı Eleman (Kurp 106)

$$CCR_{S59} = \frac{\left(\frac{L_{Cr106}}{R_{106}} \right)}{L_{106}} * 63700 = \frac{\left(\frac{58,48}{100} \right)}{58,48} * 63700 = 637,00 \text{ gon/km}$$

60 Numaralı Eleman (Teğet 107)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S60} = 0 \text{ gon/km}$$

61 Numaralı Eleman (Kurp 107)

$$CCR_{S61} = \frac{\left(\frac{L_{Cr107}}{R_{107}} \right)}{L_{107}} * 63700 = \frac{\left(\frac{82,62}{100} \right)}{82,62} * 63700 = 637,00 \text{ gon/km}$$

62 Numaralı Eleman (Teğet 108)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S62} = 0 \text{ gon/km}$$

63 Numaralı Eleman (Kurp 108)

$$CCR_{S63} = \frac{\left(\frac{L_{Cr108}}{R_{108}} \right)}{L_{108}} * 63700 = \frac{\left(\frac{162,25}{500} \right)}{162,25} * 63700 = 127,40 \text{ gon/km}$$

64 Numaralı Eleman (Teğet 109)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S64} = 0 \text{ gon/km}$$

65 Numaralı Eleman (Kurp 109)

$$CCR_{S65} = \frac{\left(\frac{L_{Cr109}}{R_{109}} \right)}{L_{109}} * 63700 = \frac{\left(\frac{86,60}{1000} \right)}{86,60} * 63700 = 63,70 \text{ gon/km}$$

66 Numaralı Eleman (Teğet 110)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S66} = 0 \text{ gon/km}$$

67 Numaralı Eleman (Kurp 110)

$$CCR_{s67} = \frac{\left(\frac{L_{Cr110}}{R_{110}} \right)}{L_{110}} * 63700 = \frac{\left(\frac{24,71}{100} \right)}{24,71} * 63700 = 637,00 \text{ gon/km}$$

68 Numaralı Eleman (Teğet 111)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s68} = 0 \text{ gon/km}$$

69 Numaralı Eleman (Kurp 111)

$$CCR_{s69} = \frac{\left(\frac{L_{Cr111}}{R_{111}} \right)}{L_{111}} * 63700 = \frac{\left(\frac{70,76}{150} \right)}{70,76} * 63700 = 424,67 \text{ gon/km}$$

70 Numaralı Eleman (Teğet 112)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s70} = 0 \text{ gon/km}$$

71 Numaralı Eleman (Kurp 112)

$$CCR_{s71} = \frac{\left(\frac{L_{Cr112}}{R_{112}} \right)}{L_{112}} * 63700 = \frac{\left(\frac{46,75}{100} \right)}{46,75} * 63700 = 637,00 \text{ gon/km}$$

72 Numaralı Eleman (Teğet 113)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s72} = 0 \text{ gon/km}$$

73 Numaralı Eleman (Kurp 113)

$$CCR_{s73} = \frac{\left(\frac{L_{Cr113}}{R_{113}} \right)}{L_{113}} * 63700 = \frac{\left(\frac{144,95}{130} \right)}{144,95} * 63700 = 490,00 \text{ gon/km}$$

74 Numaralı Eleman (Teğet 114)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s74} = 0 \text{ gon/km}$$

75 Numaralı Eleman (Kurp 114)

$$CCR_{s75} = \frac{\left(\frac{L_{Cr114}}{R_{114}} \right)}{L_{114}} * 63700 = \frac{\left(\frac{87,17}{150} \right)}{87,17} * 63700 = 424,67 \text{ gon/km}$$

76 Numaralı Eleman (Teğet 115)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S76} = 0 \text{ gon/km}$$

77 Numaralı Eleman (Kurp 115)

$$CCR_{S77} = \frac{\left(\frac{L_{Cr115}}{R_{115}} \right)}{L_{115}} * 63700 = \frac{\left(\frac{91,20}{200} \right)}{91,20} * 63700 = 318,50 \text{ gon/km}$$

78 Numaralı Eleman (Teğet 116)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S78} = 0 \text{ gon/km}$$

79 Numaralı Eleman (Kurp 116)

$$CCR_{S79} = \frac{\left(\frac{L_{Cr116}}{R_{116}} \right)}{L_{116}} * 63700 = \frac{\left(\frac{34,44}{300} \right)}{34,44} * 63700 = 212,33 \text{ gon/km}$$

80 Numaralı Eleman (Teğet 117)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S80} = 0 \text{ gon/km}$$

81 Numaralı Eleman (Kurp 117)

$$CCR_{S81} = \frac{\left(\frac{L_{Cr117}}{R_{117}} \right)}{L_{117}} * 63700 = \frac{\left(\frac{135,52}{500} \right)}{135,52} * 63700 = 127,40 \text{ gon/km}$$

82 Numaralı Eleman (Teğet 118)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S82} = 0 \text{ gon/km}$$

83 Numaralı Eleman (Kurp 118)

$$CCR_{S83} = \frac{\left(\frac{L_{Cr118}}{R_{118}} \right)}{L_{118}} * 63700 = \frac{\left(\frac{96,24}{200} \right)}{96,24} * 63700 = 318,50 \text{ gon/km}$$

84 Numaralı Eleman (Teğet 119)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S84} = 0 \text{ gon/km}$$

85 Numaralı Eleman (Kurp 119)

$$CCR_{s85} = \frac{\left(\frac{L_{Cr119}}{R_{119}} \right)}{L_{119}} * 63700 = \frac{\left(\frac{116,73}{300} \right)}{116,73} * 63700 = 212,33 \text{ gon/km}$$

86 Numaralı Eleman (Teğet 120)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s86} = 0 \text{ gon/km}$$

87 Numaralı Eleman (Kurp 120)

$$CCR_{s87} = \frac{\left(\frac{L_{Cr120}}{R_{120}} \right)}{L_{120}} * 63700 = \frac{\left(\frac{71,35}{200} \right)}{71,35} * 63700 = 318,50 \text{ gon/km}$$

88 Numaralı Eleman (Teğet 121)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s88} = 0 \text{ gon/km}$$

89 Numaralı Eleman (Kurp 121)

$$CCR_{s89} = \frac{\left(\frac{L_{Cr121}}{R_{121}} \right)}{L_{121}} * 63700 = \frac{\left(\frac{61,95}{1000} \right)}{61,95} * 63700 = 63,70 \text{ gon/km}$$

90 Numaralı Eleman (Teğet 122)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s90} = 0 \text{ gon/km}$$

91 Numaralı Eleman (Kurp 122)

$$CCR_{s91} = \frac{\left(\frac{L_{Cr122}}{R_{122}} \right)}{L_{122}} * 63700 = \frac{\left(\frac{146,22}{2000} \right)}{146,22} * 63700 = 31,85 \text{ gon/km}$$

92 Numaralı Eleman (Teğet 123)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{s92} = 0 \text{ gon/km}$$

93 Numaralı Eleman (Kurp 123)

$$CCR_{s93} = \frac{\left(\frac{L_{Cr123}}{R_{123}} \right)}{L_{123}} * 63700 = \frac{\left(\frac{59,81}{2000} \right)}{59,81} * 63700 = 31,85 \text{ gon/km}$$

94 Numaralı Eleman (Teğet 124)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S94} = 0 \text{ gon/km}$$

95 Numaralı Eleman (Kurp 124)

$$CCR_{S95} = \frac{\left(\frac{L_{Cr124}}{R_{124}} \right)}{L_{124}} * 63700 = \frac{\left(\frac{45,08}{2000} \right)}{45,08} * 63700 = 31,85 \text{ gon/km}$$

96 Numaralı Eleman (Teğet 125)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S96} = 0 \text{ gon/km}$$

97 Numaralı Eleman (Kurp 125)

$$CCR_{S97} = \frac{\left(\frac{L_{Cr125}}{R_{125}} \right)}{L_{125}} * 63700 = \frac{\left(\frac{154,22}{1000} \right)}{154,22} * 63700 = 63,70 \text{ gon/km}$$

98 Numaralı Eleman (Teğet 126)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S98} = 0 \text{ gon/km}$$

99 Numaralı Eleman (Kurp 126)

$$CCR_{S99} = \frac{\left(\frac{L_{Cr126}}{R_{126}} \right)}{L_{126}} * 63700 = \frac{\left(\frac{64,13}{150} \right)}{64,13} * 63700 = 424,67 \text{ gon/km}$$

100 Numaralı Eleman (Teğet 127)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S100} = 0 \text{ gon/km}$$

101 Numaralı Eleman (Kurp 127)

$$CCR_{S101} = \frac{\left(\frac{L_{Cr127}}{R_{127}} \right)}{L_{127}} * 63700 = \frac{\left(\frac{90,15}{400} \right)}{90,15} * 63700 = 159,25 \text{ gon/km}$$

102 Numaralı Eleman (Teğet 128)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S102} = 0 \text{ gon/km}$$

103 Numaralı Eleman (Kurp 128)

$$CCR_{S103} = \frac{\left(\frac{L_{Cr128}}{R_{128}} \right)}{L_{128}} * 63700 = \frac{\left(\frac{49,40}{300} \right)}{49,40} * 63700 = 212,33 \text{ gon/km}$$

104 Numaralı Eleman (Teğet 129)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S104} = 0 \text{ gon/km}$$

105 Numaralı Eleman (Kurp 129)

$$CCR_{S105} = \frac{\left(\frac{L_{Cr129}}{R_{129}} \right)}{L_{129}} * 63700 = \frac{\left(\frac{45,86}{1000} \right)}{45,86} * 63700 = 63,70 \text{ gon/km}$$

106 Numaralı Eleman (Teğet 130)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S106} = 0 \text{ gon/km}$$

107 Numaralı Eleman (Kurp 130)

$$CCR_{S107} = \frac{\left(\frac{L_{Cr130}}{R_{130}} \right)}{L_{130}} * 63700 = \frac{\left(\frac{97,68}{1000} \right)}{97,68} * 63700 = 63,70 \text{ gon/km}$$

108 Numaralı Eleman (Teğet 131)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S108} = 0 \text{ gon/km}$$

109 Numaralı Eleman (Kurp 131)

$$CCR_{S109} = \frac{\left(\frac{L_{Cr131}}{R_{131}} \right)}{L_{131}} * 63700 = \frac{\left(\frac{35,09}{300} \right)}{35,09} * 63700 = 212,33 \text{ gon/km}$$

110 Numaralı Eleman (Teğet 132)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S110} = 0 \text{ gon/km}$$

111 Numaralı Eleman (Kurp 132)

$$CCR_{S111} = \frac{\left(\frac{L_{Cr132}}{R_{132}} \right)}{L_{132}} * 63700 = \frac{\left(\frac{48,97}{100} \right)}{48,97} * 63700 = 637,00 \text{ gon/km}$$

6.2.1.2 %85'lik dilim içindeki hız (örnek II)

Konunun anlatıldığı ilgili bölümde yer alan Şekil 4.2 ve Çizelge 4.4'te belirtilen grafik ve formüllerde Türkiye'ye ait herhangi bir %85'lik dilim içindeki hız formülasyonu yapılmadığından, yolun boyuna eğimine bağlı olarak birleştirme eğrili tek dairesel kurbanın eğrilik değişim oranı (CCR_S) ile %85'lik dilim içindeki hız (V_{85}) arasında kurulan genel-geçer bağıntılar olan denklem (4.4) ve denklem (4.5) kullanılır. “Highway Design and Traffic Safety Engineering Book” kitabından alınan söz konusu bu bağıntılar aşağıdaki gibidir:

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olan ve CCR_S değeri 0–1600 gon/km arasında olan kesimler için V_{85} değerinin belirlenmesi (denklem 4.4):

$$V_{85} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot CCR_S^2 - 0,071 \cdot CCR_S \quad (4.4)$$

Boyuna eğimi $G > \%6$ olan ve CCR_S değeri 0–1600 gon/km arasında olan kesimler için V_{85} değerinin belirlenmesi (denklem 4.5):

$$V_{85} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot CCR_S^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot CCR_S^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot CCR_S \quad (4.5)$$

Burada dikkat edilmesi gereken bir husus $CCR_S = 1600$ gon/km değeri limit bir değer olduğudur ve yaklaşık olarak $R = 40$ m olan bir kurbaya karşılık gelir. Bundan daha küçük bir kurp yarıçapına sahip kesimlerde yapılan güvenlik değerlendirmesi, özellikle güvenlik kriteri I ve III için, sağlıklı sonuçlar vermez. Ayrıca bu bölümde teğetlere ait %85'lik dilim içindeki hız (V_{85}) değerleri için inceleme yapılmayacak olup, teğetlerin incelenmesi başlığı altında ayrı olarak ele alınacaktır.

1 Numaralı Eleman (Kurp 78)

$CCR_{S1} = 1061,67$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V_{85_1} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 1061,67^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 1061,67^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 1061,67$$

$$V_{85_1} = 55,04 \text{ km/sa}$$

2 Numaralı Eleman (Teğet 79)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S2} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısmında ayrı olarak ele alınacaktır.

3 Numaralı Eleman (Kurp 79)

$CCR_{S3} = 530,83$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V_{85_3} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 530,83^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 530,83^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 530,83$$

$$V_{85_3} = 67,44 \text{ km/sa}$$

4 Numaralı Eleman (Teğet 80)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S4} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

5 Numaralı Eleman (Kurp 80)

$CCR_{S5} = 637,00$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_5} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 637,00^2 - 0,071 \cdot 637,00$$

$$V_{85_5} = 68,20 \text{ km/sa}$$

6 Numaralı Eleman (Teğet 81)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S6} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

7 Numaralı Eleman (Kurp 81)

$CCR_{S7} = 637,00$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_7} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 637,00^2 - 0,071 \cdot 637,00$$

$$V_{85_7} = 68,20 \text{ km/sa}$$

8 Numaralı Eleman (Teğet 82)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S8} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

9 Numaralı Eleman (Kurp 82)

$CCR_{S9} = 637,00$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V85_9 = 86 - 3,24*10^{-9}*637,00^3 + 1,61*10^{-5}*637,00^2 - 4,26*10^{-2}*637,00$$

$$V85_9 = 64,56 \text{ km/sa}$$

10 Numaralı Eleman (Teğet 83)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S10} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

11 Numaralı Eleman (Kurp 83)

$CCR_{S11} = 637,00$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V85_{11} = 86 - 3,24*10^{-9}*637,00^3 + 1,61*10^{-5}*637,00^2 - 4,26*10^{-2}*637,00$$

$$V85_{11} = 64,56 \text{ km/sa}$$

12 Numaralı Eleman (Teğet 84)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S12} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

13 Numaralı Eleman (Kurp 84)

$CCR_{S13} = 1061,67$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V85_{13} = 86 - 3,24*10^{-9}*1061,67^3 + 1,61*10^{-5}*1061,67^2 - 4,26*10^{-2}*1061,67$$

$$V85_{13} = 55,04 \text{ km/sa}$$

14 Numaralı Eleman (Teğet 85)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S14} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

15 Numaralı Eleman (Kurp 85)

$CCR_{S15} = 796,25$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V85_{15} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 796,25^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 796,25^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 796,25$$

$$V85_{15} = 60,65 \text{ km/sa}$$

16 Numaralı Eleman (Teğet 86)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S16} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

17 Numaralı Eleman (Kurp 86)

$CCR_{S17} = 796,25$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V85_{17} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 796,25^2 - 0,071 \cdot 796,25$$

$$V85_{17} = 61,46 \text{ km/sa}$$

18 Numaralı Eleman (Teğet 87)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S18} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

19 Numaralı Eleman (Kurp 87)

$CCR_{S19} = 637,00$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V85_{19} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 637,00^2 - 0,071 \cdot 637,00$$

$$V85_{19} = 68,20 \text{ km/sa}$$

20 Numaralı Eleman (Teğet 88)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S20} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

21 Numaralı Eleman (Kurp 88)

$CCR_{S21} = 1447,73$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V85_{21} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 1147,73^2 - 0,071 \cdot 1447,73$$

$$V85_{21} = 44,44 \text{ km/sa}$$

22 Numaralı Eleman (Teğet 89)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S22} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

23 Numaralı Eleman (Kurp 89/A)

$CCR_{S23} = 1274,00$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V85_{23} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 1274,00^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 1274,00^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 1274,00$$

$$V85_{23} = 51,16 \text{ km/sa}$$

24 Numaralı Eleman (Kurp 89/B)

$CCR_{S24} = 1274,00$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V85_{24} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 1274,00^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 1274,00^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 1274,00$$

$$V85_{24} = 51,16 \text{ km/sa}$$

25 Numaralı Eleman (Teğet 90)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S25} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

26 Numaralı Eleman (Kurp 90/A)

$CCR_{S26} = 1158,18$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V85_{26} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 1158,18^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 1158,18^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 1158,18$$

$$V85_{26} = 53,22 \text{ km/sa}$$

27 Numaralı Eleman (Kurp 90/B)

$CCR_{S27} = 1158,18$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V_{85_{27}} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 1158,18^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 1158,18^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 1158,18$$

$$V_{85_{27}} = 53,22 \text{ km/sa}$$

28 Numaralı Eleman (Teğet 91)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S28} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

29 Numaralı Eleman (Kurp 91)

$CCR_{S29} = 1274,00$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V_{85_{29}} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 1274,00^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 1274,00^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 1274,00$$

$$V_{85_{29}} = 51,16 \text{ km/sa}$$

30 Numaralı Eleman (Teğet 92)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S30} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

31 Numaralı Eleman (Kurp 92)

$CCR_{S31} = 1061,67$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V_{85_{31}} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 1061,67^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 1061,67^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 1061,67$$

$$V_{85_{31}} = 55,04 \text{ km/sa}$$

32 Numaralı Eleman (Teğet 93)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S32} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

33 Numaralı Eleman (Kurp 93)

$CCR_{S33} = 424,67$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V85_{33} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 424,67^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 424,67^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 424,67$$

$$V85_{33} = 70,57 \text{ km/sa}$$

34 Numaralı Eleman (Teğet 94)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S34} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

35 Numaralı Eleman (Kurp 94)

$CCR_{S35} = 424,67$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V85_{35} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 424,67^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 424,67^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 424,67$$

$$V85_{35} = 70,57 \text{ km/sa}$$

36 Numaralı Eleman (Teğet 95)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S36} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

37 Numaralı Eleman (Kurp 95)

$CCR_{S37} = 579,09$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V85_{37} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 579,09^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 579,09^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 579,09$$

$$V85_{37} = 66,10 \text{ km/sa}$$

38 Numaralı Eleman (Teğet 96)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S38} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

39 Numaralı Eleman (Kurp 96)

$CCR_{S39} = 424,67$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V85_{39} = 86 - 3,24*10^{-9}*424,67^3 + 1,61*10^{-5}*424,67^2 - 4,26*10^{-2}*424,67$$

$$V85_{39} = 70,57 \text{ km/sa}$$

40 Numaralı Eleman (Teğet 97)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S40} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

41 Numaralı Eleman (Kurp 97)

$CCR_{S41} = 424,67$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V85_{41} = 86 - 3,24*10^{-9}*424,67^3 + 1,61*10^{-5}*424,67^2 - 4,26*10^{-2}*424,67$$

$$V85_{41} = 70,57 \text{ km/sa}$$

42 Numaralı Eleman (Teğet 98)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S42} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

43 Numaralı Eleman (Kurp 98)

$CCR_{S43} = 637,00$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V85_{43} = 86 - 3,24*10^{-9}*637,00^3 + 1,61*10^{-5}*637,00^2 - 4,26*10^{-2}*637,00$$

$$V85_{43} = 64,56 \text{ km/sa}$$

44 Numaralı Eleman (Teğet 99)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S44} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

45 Numaralı Eleman (Kurp 99)

$CCR_{S45} = 63,70$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V_{85_{45}} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 63,70^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 63,70^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 63,70$$

$$V_{85_{45}} = 83,35 \text{ km/sa}$$

46 Numaralı Eleman Teğet (100)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S46} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

47 Numaralı Eleman (Kurp 100)

$CCR_{S47} = 424,67$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V_{85_{47}} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 424,67^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 424,67^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 424,67$$

$$V_{85_{47}} = 70,57 \text{ km/sa}$$

48 Numaralı Eleman (Teğet 101)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S48} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

49 Numaralı Eleman (Kurp 101)

$CCR_{S49} = 212,33$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{49}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 212,33^2 - 0,071 \cdot 212,33$$

$$V_{85_{49}} = 100,87 \text{ km/sa}$$

50 Numaralı Eleman (Teğet 102)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S50} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

51 Numaralı Eleman (Kurp 102)

$CCR_{S51} = 424,67$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{51}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 424,67^2 - 0,071 \cdot 424,67$$

$$V_{85_{51}} = 78,77 \text{ km/sa}$$

52 Numaralı Eleman (Teğet 103)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S52} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

53 Numaralı Eleman (Kurp 103)

$CCR_{S53} = 63,70$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V_{85_{53}} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 63,70^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 63,70^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 63,70$$

$$V_{85_{53}} = 83,35 \text{ km/sa}$$

54 Numaralı Eleman (Teğet 104)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S54} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

55 Numaralı Eleman (Kurp 104)

$CCR_{S55} = 159,25$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{55}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 159,25^2 - 0,071 \cdot 159,25$$

$$V_{85_{55}} = 94,51 \text{ km/sa}$$

56 Numaralı Eleman (Teğet 105)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S56} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

57 Numaralı Eleman (Kurp 105)

$CCR_{S57} = 318,50$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V85_{57} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 318,50^2 - 0,071 \cdot 318,50$$

$$V85_{57} = 84,73 \text{ km/sa}$$

58 Numaralı Eleman (Teğet 106)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S58} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısmında ayrı olarak ele alınacaktır.

59 Numaralı Eleman (Kurp 106)

$CCR_{S59} = 637,00$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V85_{59} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 637,00^2 - 0,071 \cdot 637,00$$

$$V85_{59} = 68,20 \text{ km/sa}$$

60 Numaralı Eleman (Teğet 107)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S60} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısmında ayrı olarak ele alınacaktır.

61 Numaralı Eleman (Kurp 107)

$CCR_{S61} = 637,00$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V85_{61} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 637,00^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 637,00^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 637,00$$

$$V85_{61} = 64,56 \text{ km/sa}$$

62 Numaralı Eleman (Teğet 108)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S62} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısmında ayrı olarak ele alınacaktır.

63 Numaralı Eleman (Kurp 108)

$CCR_{S63} = 127,40$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V_{85_{63}} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 127,40^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 127,40^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 127,40$$

$$V_{85_{63}} = 80,83 \text{ km/sa}$$

64 Numaralı Eleman (Teğet 109)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S64} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

65 Numaralı Eleman (Kurp 109)

$CCR_{S65} = 63,70$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V_{85_{65}} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 63,70^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 63,70^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 63,70$$

$$V_{85_{65}} = 83,35 \text{ km/sa}$$

66 Numaralı Eleman (Teğet 110)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S66} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

67 Numaralı Eleman (Kurp 110)

$CCR_{S67} = 637,00$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V_{85_{67}} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 637,00^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 637,00^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 637,00$$

$$V_{85_{67}} = 64,56 \text{ km/sa}$$

68 Numaralı Eleman (Teğet 111)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S68} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

69 Numaralı Eleman (Kurp 111)

$CCR_{S69} = 424,67$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V85_{69} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 424,67^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 424,67^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 424,67$$

$$V85_{69} = 70,57 \text{ km/sa}$$

70 Numaralı Eleman (Teğet 112)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S70} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

71 Numaralı Eleman (Kurp 112)

$CCR_{S71} = 637,00$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V85_{71} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 637,00^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 637,00^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 637,00$$

$$V85_{71} = 64,56 \text{ km/sa}$$

72 Numaralı Eleman (Teğet 113)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S72} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

73 Numaralı Eleman (Kurp 113)

$CCR_{S73} = 490,00$ gon/km ve boyuna eğimi $G > \%6$ olduğundan denklem (4.5) kullanılır.

$$V85_{73} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 490,00^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 490,00^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 490,00$$

$$V85_{73} = 68,61 \text{ km/sa}$$

74 Numaralı Eleman (Teğet 114)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S74} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

75 Numaralı Eleman (Kurp 114)

$CCR_{S75} = 424,67$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{75}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 424,67^2 - 0,071 \cdot 424,67$$

$$V_{85_{75}} = 78,77 \text{ km/sa}$$

76 Numaralı Eleman (Teğet 115)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S76} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

77 Numaralı Eleman (Kurp 115)

$CCR_{S77} = 318,50$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{77}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 318,50^2 - 0,071 \cdot 318,50$$

$$V_{85_{77}} = 84,73 \text{ km/sa}$$

78 Numaralı Eleman (Teğet 116)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S78} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

79 Numaralı Eleman (Kurp 116)

$CCR_{S79} = 212,33$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{79}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 212,33^2 - 0,071 \cdot 212,33$$

$$V_{85_{79}} = 91,14 \text{ km/sa}$$

80 Numaralı Eleman (Teğet 117)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S80} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

81 Numaralı Eleman (Kurp 117)

$CCR_{S81} = 127,40$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V85_{81} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 127,40^2 - 0,071 \cdot 127,40$$

$$V85_{81} = 96,59 \text{ km/sa}$$

82 Numaralı Eleman (Teğet 118)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S82} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

83 Numaralı Eleman (Kurp 118)

$CCR_{S83} = 318,50$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V85_{83} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 318,50^2 - 0,071 \cdot 318,50$$

$$V85_{83} = 84,73 \text{ km/sa}$$

84 Numaralı Eleman (Teğet 119)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S84} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

85 Numaralı Eleman (Kurp 119)

$CCR_{S85} = 212,33$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V85_{85} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 212,33^2 - 0,071 \cdot 212,33$$

$$V85_{85} = 91,14 \text{ km/sa}$$

86 Numaralı Eleman (Teğet 120)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S86} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

87 Numaralı Eleman (Kurp 120)

$CCR_{S87} = 318,50$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{87}} = 105,31 + 2*10^{-5}*318,50^2 - 0,071*318,50$$

$$V_{85_{87}} = 84,73 \text{ km/sa}$$

88 Numaralı Eleman (Teğet 121)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S88} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

89 Numaralı Eleman (Kurp 121)

$CCR_{S89} = 63,70$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{89}} = 105,31 + 2*10^{-5}*63,70^2 - 0,071*63,70$$

$$V_{85_{89}} = 100,87 \text{ km/sa}$$

90 Numaralı Eleman (Teğet 122)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S90} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

91 Numaralı Eleman (Kurp 122)

$CCR_{S91} = 31,85$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{91}} = 105,31 + 2*10^{-5}*31,85^2 - 0,071*31,85$$

$$V_{85_{91}} = 103,07 \text{ km/sa}$$

92 Numaralı Eleman (Teğet 123)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S92} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

93 Numaralı Eleman (Kurp 123)

$CCR_{S93} = 31,85$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{93}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 31,85^2 - 0,071 \cdot 31,85$$

$$V_{85_{93}} = 103,07 \text{ km/sa}$$

94 Numaralı Eleman (Teğet 124)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S94} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

95 Numaralı Eleman (Kurp 124)

$CCR_{S95} = 31,85$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{95}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 31,85^2 - 0,071 \cdot 31,85$$

$$V_{85_{95}} = 103,07 \text{ km/sa}$$

96 Numaralı Eleman (Teğet 125)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S96} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

97 Numaralı Eleman (Kurp 125)

$CCR_{S97} = 63,70$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{97}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 63,70^2 - 0,071 \cdot 63,70$$

$$V_{85_{97}} = 100,87 \text{ km/sa}$$

98 Numaralı Eleman (Teğet 126)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S98} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

99 Numaralı Eleman (Kurp 126)

$CCR_{S99} = 424,67$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{99}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 424,67^2 - 0,071 \cdot 424,67$$

$$V_{85_{99}} = 78,77 \text{ km/sa}$$

100 Numaralı Eleman (Teğet 127)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S100} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

101 Numaralı Eleman (Kurp 127)

$CCR_{S101} = 159,25$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{101}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 159,25^2 - 0,071 \cdot 159,25$$

$$V_{85_{101}} = 94,51 \text{ km/sa}$$

102 Numaralı Eleman (Teğet 128)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S102} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

103 Numaralı Eleman (Kurp 128)

$CCR_{S103} = 212,33$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V_{85_{103}} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 212,33^2 - 0,071 \cdot 212,33$$

$$V_{85_{103}} = 91,14 \text{ km/sa}$$

104 Numaralı Eleman (Teğet 129)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S104} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının (V_{85_T}) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

105 Numaralı Eleman (Kurp 129)

$CCR_{S105} = 63,70$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V85_{105} = 105,31 + 2*10^{-5}*63,70^2 - 0,071*63,70$$

$$V85_{105} = 100,87 \text{ km/sa}$$

106 Numaralı Eleman (Teğet 130)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S106} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

107 Numaralı Eleman (Kurp 130)

$CCR_{S107} = 63,70$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V85_{107} = 105,31 + 2*10^{-5}*63,70^2 - 0,071*63,70$$

$$V85_{107} = 100,87 \text{ km/sa}$$

108 Numaralı Eleman (Teğet 131)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S108} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

109 Numaralı Eleman (Kurp 131)

$CCR_{S109} = 212,33$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V85_{109} = 105,31 + 2*10^{-5}*212,33^2 - 0,071*212,33$$

$$V85_{109} = 91,14 \text{ km/sa}$$

110 Numaralı Eleman (Teğet 132)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S110} = 0 \text{ gon/km}$$

Teğetler için işletme hızının ($V85_T$) hesaplanması teğetlerin incelenmesi kısımda ayrı olarak ele alınacaktır.

111 Numaralı Eleman (Kurp 132)

$CCR_{S111} = 637,00$ gon/km ve boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan denklem (4.4) kullanılır.

$$V85_{111} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 637,00^2 - 0,071 \cdot 637,00$$

$$V85_{111} = 68,20 \text{ km/sa}$$

6.2.1.3 Uygun tasarım hızının tespit edilmesi (örnek II)

Daha önce de belirtildiği gibi mevcut bir yol için tasarım hızının bilinmesi neredeyse imkânsızdır. Doğal olarak bu örnekte ele alınan karayolu kesiminde de proje hızının bilinmesi pek mümkün değildir. Bunun için önceki bölümlerde anlatılan (4.6) numaralı denklem kullanılarak ortalama bir CCR_S değeri bulunmuş ve buna bağlı bir $\%85$ 'lik dilim içindeki hız değeri hesaplanarak $V_d = V85$ varsayımı yapılmıştır. Bu yolla incelenen yol kesimine ait “tahmini” bir işletme hızı değerlendirmesi sağlanabilmektedir. Ayrıca bu yolla incelenen kesimin dışında kalan karayolu için işletme hızı ile proje hızı arasında uyumlu bir ilişki varsayımı da yapılmış ve bunu yansıtmak amacıyla ortalama bir işletme hızı değerinin kullanılması mümkün hale getirilmiştir.

$$\bar{O}CCR_S = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (CCR_{Si} \cdot L_i)}{\sum_{i=1}^{i=n} L_i} \quad (4.6)$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} (CCR_{Si} * L_i) = 1061,67 * 54,48 + 530,83 * 72,59 + 637,00 * 51,93 + 637,00 * 53,61 +$$

$$+ 637,00 * 42,42 + 637,00 * 53,03 + 1061,67 * 59,25 + 796,25 * 114,89 +$$

$$+ 796,25 * 119,07 + 637,00 * 95,01 + 1447,73 * 103,14 + 1274,00 * 71,23 +$$

$$+ 1274,00 * 71,23 + 1158,18 * 85,71 + 1158,18 * 85,71 + 1274,00 * 123,65 +$$

$$+ 1061,67 * 78,46 + 424,67 * 127,91 + 424,67 * 79,39 + 579,09 * 157,96 +$$

$$+ 424,67 * 78,50 + 424,67 * 32,17 + 637,00 * 68,11 + 63,70 * 85,76 +$$

$$+ 424,67 * 88,91 + 212,33 * 52,99 + 424,67 * 65,86 + 63,70 * 95,31 +$$

$$+ 159,25 * 221,04 + 318,50 * 128,15 + 637,00 * 58,48 + 637,00 * 82,62 +$$

$$+ 127,40 * 162,25 + 63,70 * 86,60 + 637,00 * 24,71 + 424,67 * 70,76 +$$

$$+ 637,00 * 46,75 + 490,00 * 144,95 + 424,67 * 87,17 + 318,50 * 91,20 +$$

$$+ 212,33 * 34,44 + 127,40 * 135,52 + 318,50 * 96,24 + 212,33 * 116,73 +$$

$$+ 318,50 * 71,35 + 63,70 * 61,95 + 31,85 * 146,22 + 31,85 * 59,81 +$$

$$+ 31,85 * 45,08 + 63,70 * 154,22 + 424,67 * 64,13 + 159,25 * 90,15 +$$

$$+ 212,33 * 49,40 + 63,70 * 45,86 + 63,70 * 97,68 + 212,33 * 35,09 +$$

$$+ 637,00 * 48,97$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} (CCR_{Si} * L_i) = 2281214,45$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} L_i = 54,48 + 72,59 + 51,93 + 53,61 + 42,42 + 53,03 + 59,25 + 114,89 + 119,07 +$$

$$+ 95,01 + 103,14 + 71,23 + 71,23 + 85,71 + 85,71 + 123,65 + 78,46 + 127,91 +$$

$$+ 79,39 + 157,96 + 78,50 + 32,17 + 68,11 + 85,76 + 88,91 + 52,99 + 65,86 +$$

$$+ 95,31 + 221,04 + 128,15 + 58,48 + 82,62 + 162,25 + 86,60 + 24,71 + 70,76 +$$

$$+ 46,75 + 144,95 + 87,17 + 91,20 + 34,44 + 135,52 + 96,24 + 116,73 + 71,35 +$$

$$+ 61,95 + 146,22 + 59,81 + 45,08 + 154,22 + 64,13 + 90,15 + 49,40 + 45,86 +$$

$$+ 97,68 + 35,09 + 48,97$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} L_i = 4826,00$$

$$\bar{O}CCR_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (CCR_{Si} * L_i)}{\sum_{i=1}^{i=n} L_i} = \frac{2281214,45}{4826,00} = 472,69 \quad \text{gon/km} \quad (\text{teğetler ihmal}$$

edilmiştir.)

Ortalama CCR_s değerinin bulunmasından sonra, sıra uygun $\bar{O}V85$ (ortalama %85'lik dilim içindeki hız) değerinin tespitine gelmektedir. Burada, Türkiye ile ilgili geliştirilmiş herhangi bir bağıntı bulunmadığından, denklem (4.4) ve denklem (4.5) formülasyonları dikkate alınmak durumundadır. Ancak söz konusu bu denklemler yolun boyuna eğiminin % 6'dan düşük ya da yüksek olması nedeniyle aynı CCR_s değerleri için farklı sonuçlar vermektedirler.

Boyuna eğimin $G \leq \%6$ olması ve CCR_S değeri 0–1600 gon/km arasında olması durumunda ortalama $\%85$ 'lik dilim içindeki hızın hesaplanması amacıyla denklem (4.4) kullanılmalıdır:

$$V_{85} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot CCR_S^2 - 0,071 \cdot CCR_S \quad (4.4)$$

Buradan;

$$\emptyset V_{85} = 105,31 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot 472,69^2 - 0,071 \cdot 472,69$$

$\emptyset V_{85} = 76,22$ km/sa bulunur. Buradan da;

$\emptyset V_{85} \approx V_d \approx 76$ km/sa olarak kabul edilir.

Boyuna eğimin $G > \%6$ olması ve CCR_S değeri 0–1600 gon/km arasında olması durumunda ise ortalama $\%85$ 'lik dilim içindeki hızın hesaplanması amacıyla denklem (4.5) kullanılmalıdır:

$$V_{85} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot CCR_S^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot CCR_S^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot CCR_S \quad (4.5)$$

Buradan;

$$\emptyset V_{85} = 86 - 3,24 \cdot 10^{-9} \cdot 472,69^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} \cdot 472,69^2 - 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot 472,69$$

$\emptyset V_{85} = 69,12$ km/sa bulunur. Buradan da;

$\emptyset V_{85} \approx V_d \approx 69$ km/sa olarak kabul edilir.

İlk başta da belirtildiği gibi 13563 metrelik yolun yaklaşık 5000 metrelik bir kısmında boyuna eğim $\%6$ 'dan yüksektir. Bu mesafe incelenen kesimin uzunluk olarak yaklaşık $\%37$ 'sine tekabül etmektedir. Aynı şekilde eğimin $\%6$ 'dan düşük olduğu yol uzunluğu da toplam yolun geri kalanına, yani $\%63$ 'üne tekabül etmektedir. Buradan basit bir aritmetik ortalama hesabıyla proje hızı tahmini yapmak mümkündür:

İncelenen kesimin $\%63$ 'ü için $G \leq \%6$ ve $\emptyset V_{85} \approx V_d \approx 76$ km/sa,

İncelenen kesimin $\%37$ 'si için $G > \%6$ ve $\emptyset V_{85} \approx V_d \approx 69$ km/sa,

$$0,37 \cdot 69 + 0,63 \cdot 76 = 73,41 \text{ km/sa}$$

$\emptyset V_{85} \approx V_d \approx 73$ km/sa olarak kabul edilir.

6.2.1.4 Teğetlerin değerlendirilmesi (örnek II)

Teğet kesimler, üç farklı durum için değerlendirilmiştir ve buna göre işletme hızı tespiti yapılmıştır. Söz konusu bu üç durum ve kullanılan formüller aşağıdaki gibidir:

Durum 1: $TL \leq TL_{\min}$ (bağımsız olmayan teğet olarak kabul edilir, güvenlik değerlendirme sürecine dâhil edilmez, kurp – kurp birleşimi içinde ele alınır)

Durum 2: $TL \geq TL_{\max}$ (bağımsız teğet olarak kabul edilir ve güvenlik değerlendirme sürecinde hesaba katılır, teğet – kurp ya da kurp - teğet birleşimi içinde ele alınır)

Durum 3: $TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ (bağımsız teğet olarak kabul edilir ve güvenlik değerlendirme sürecinde hesaba katılır, teğet – kurp ya da kurp - teğet birleşimi içinde ele alınır)

$$TL_{\min} = \frac{|V85_1^2 - V85_2^2|}{22,03} \quad (5.1.a)$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T_{\max}}^2 - V85_1^2 - V85_2^2}{22,03} \quad (5.2.a)$$

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{\min}) + (V85_1)^2} \quad (5.3.a)$$

Denklem (5.2.a) için kullanılan $V85_{T_{\max}}$ değeri teğetlerdeki maksimum işletme hızının temsili değeridir. Bu değer Çizelge 4.4'te çeşitli ülkeler için verilen regresyon modellerine veya genel – geçer kabul edilen (4.4) ve (4.5) numaralı denklemlere bağlı olarak değişebilir. Kurplara ait %85'lik dilim içindeki hız değerini bulmak için kullanılan formül burada da geçerli olmaktadır. Dolayısıyla teğetlerdeki $V85_{T_{\max}}$ değeri de aşağıdaki gibi ele alınmaktadır:

Boyuna eğim $G \leq \%6$ olduğunda;

$$V85_{T_{\max}} = 105,31 + 2 * 10^{-5} * CCR_S^2 - 0,071 * CCR_S$$

$$V85_{T_{\max}} = 105,31 + 2 * 10^{-5} * 0^2 - 0,071 * 0 \text{ (teğette } CCR_S = 0 \text{ gon/km)}$$

$$V85_{T_{\max}} = 105,31 \text{ km/sa} \approx 105 \text{ km/sa};$$

Boyuna eğim $G > \%6$ olduğunda ise;

$$V85_{T_{\max}} = 86 - 3,24 * 10^{-9} * CCR_S^3 + 1,61 * 10^{-5} * CCR_S^2 - 4,26 * 10^{-2} * CCR_S$$

$$V85_{Tmax} = 86 - 3,24*10^{-9}*0^3 + 1,61*10^{-5}*0^2 - 4,26*10^{-2}*0 \text{ (teğette } CCR_s=0 \text{ gon/km)}$$

$$V85_{Tmax} = 86 \text{ km/sa alınmıştır.}$$

Yukarıdaki denklemler yardımıyla oluşturulan durum tespitinden sonra, durum I için peş peşe gelen iki kurp için güvenlik ölçütü II değerlendirmesi (Çizelge 5.2'ye göre) yapılırken ara (bağımsız olmayan) teğet dikkate alınmaz. Durum II için peş peşe gelen bağımsız teğet – kurp ya da kurp – bağımsız teğet için Çizelge 5.2'de yer alan güvenlik ölçütü II değerlendirmesi yapılır. Durum III içinse güvenlik ölçütü II'ye göre değerlendirme yaparken işletme hızı tayininde denklem (5.3.a) kullanılır. Ayrıca Durum 2 ve Durum 3 için yapılan değerlendirme çerçevesinde, $V85_T$ ve $V85_{Tmax}$ değerlerinin temsil ettiği %85'lik dilim içindeki hız ile V_d tasarım hızı arasındaki farklılıkların Çizelge 5.1'de yer alan güvenlik ölçütü I için de incelenmesi gerekmektedir. Durum I koşulları içinse bağımsız olmayan teğet uzunluğu çok küçük olduğundan güvenlik ölçütü I ve II kapsamında değerlendirmeye alınmaz.

2 Numaralı Eleman (Teğet 79)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S2} = 0 \text{ gon/km, } TL_2 = 36,00 \text{ m,}$$

Boyuna eğim $G > \% 6,00$, $V85_{Tmax} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{|V85_1^2 - V85_3^2|}{22,03} = \frac{|55,04^2 - 67,44^2|}{22,03} = 68,94 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_1^2 - V85_3^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 55,04^2 - 67,44^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 327,48 \text{ m}$$

$$36,00 \text{ m} < 68,94 \text{ m;}$$

$TL < TL_{min}$ olduğundan Durum 1 koşulları geçerlidir ve bağımsız olmayan teğet kabulü yapılır. Buna göre 2 numaralı eleman değerlendirme kapsamına alınmayıp 1 ve 3 numaralı elemanlar ardışık tasarım elemanları olarak kabul edilir.

4 Numaralı Eleman (Teğet 80)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S4} = 0 \text{ gon/km, } TL_4 = 350,19 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_3^2 - V85_5^2|}{22,03} = \frac{|67,44^2 - 68,20^2|}{22,03} = 4,68 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_3^2 - V85_5^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 67,44^2 - 68,20^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 583,32 \text{ m}$$

$$4,68 \text{ m} < 350,19 \text{ m} < 583,32 \text{ m};$$

$TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{\min}) + (V85_{3,5})^2} = \sqrt{11,016 * (350,19 - 4,68) + (68,20)^2}$$

$$V85_T = 91,96 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_5 > V85_3$ olduğundan $V85_5$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_4 = 91,96 \text{ km/sa} \text{ olarak alınır.}$$

6 Numaralı Eleman (Teğet 81)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S6} = 0 \text{ gon/km, } TL_6 = 49,86 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{T\max} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_5^2 - V85_7^2|}{22,03} = \frac{|68,20^2 - 68,20^2|}{22,03} = 0 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_5^2 - V85_7^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 68,20^2 - 68,20^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 578,64 \text{ m}$$

$$0 \text{ m} < 49,86 \text{ m} < 578,64 \text{ m};$$

$TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{\min}) + (V85_{5,7})^2} = \sqrt{11,016 * (49,86 - 0) + (68,20)^2}$$

$$V85_T = 72,13 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_5 = V85_3$ olduğundan $V85_{5,7} = 68,20 \text{ km/sa}$ alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_6 = 72,13 \text{ km/sa} \text{ olarak alınır.}$$

8 Numaralı Eleman (Teğet 82)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S8} = 0 \text{ gon/km, } TL_8 = 277,72 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{Tmax} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{|V85_7^2 - V85_9^2|}{22,03} = \frac{|68,20^2 - 64,56^2|}{22,03} = 21,94 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_7^2 - V85_9^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 68,20^2 - 64,56^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 271,12 \text{ m}$$

$$271,12 \text{ m} < 277,72 \text{ m;}$$

$TL_{maks} \leq TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{Tmax} = V85_8 = 86 \text{ km/sa alınır.}$$

10 Numaralı Eleman (Teğet 83)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S10} = 0 \text{ gon/km, } TL_{10} = 68,75 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{Tmax} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{|V85_9^2 - V85_{11}^2|}{22,03} = \frac{|64,56^2 - 64,56^2|}{22,03} = 0 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_9^2 - V85_{11}^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 64,56^2 - 64,56^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 293,06 \text{ m}$$

$$0 \text{ m} < 68,75 \text{ m} < 293,06 \text{ m;}$$

$TL_{min} < TL < TL_{max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{min}) + (V85_{9,11})^2} = \sqrt{11,016 * (68,75 - 0) + (64,56)^2}$$

$$V85_T = 70,18 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_9 = V85_{11}$ olduğundan $V85_{9,11} = 64,56 \text{ km/sa}$ alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{10} = 70,18 \text{ km/sa olarak alınır.}$$

12 Numaralı Eleman (Teğet 84)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S12} = 0 \text{ gon/km}, TL_{12} = 92,07 \text{ m},$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{Tmax} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{|V85_{11}^2 - V85_{13}^2|}{22,03} = \frac{|64,56^2 - 55,04^2|}{22,03} = 51,68 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{11}^2 - V85_{13}^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 64,56^2 - 55,04^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 479,75 \text{ m}$$

$$51,68 \text{ m} < 92,07 \text{ m} < 479,75 \text{ m};$$

$TL_{min} < TL < TL_{max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{min}) + (V85_{11,13})^2} = \sqrt{11,016 * (92,07 - 51,68) + (64,56)^2}$$

$$V85_T = 67,92 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{11} > V85_{13}$ olduğundan $V85_{11}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{12} = 67,92 \text{ km/sa} \text{ olarak alınır.}$$

14 Numaralı Eleman (Teğet 85)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S14} = 0 \text{ gon/km}, TL_{14} = 129,47 \text{ m},$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{Tmax} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{|V85_{13}^2 - V85_{15}^2|}{22,03} = \frac{|55,04^2 - 60,65^2|}{22,03} = 29,46 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{13}^2 - V85_{15}^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 55,04^2 - 60,65^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 366,96 \text{ m}$$

$$29,46 \text{ m} < 129,47 \text{ m} < 366,96 \text{ m};$$

$TL_{min} < TL < TL_{max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 \cdot (TL - TL_{\min}) + (V85_{13,15})^2} = \sqrt{11,016 \cdot (129,47 - 29,46) + (60,65)^2}$$

$$V85_T = 69,14 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{15} > V85_{13}$ olduğundan $V85_{15}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$V85_T = V85_{14} = 69,14 \text{ km/sa}$ olarak alınır.

16 Numaralı Eleman (Teğet 86)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S16} = 0 \text{ gon/km}$, $TL_{16} = 21,59 \text{ m}$,

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{T\max} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{15}^2 - V85_{17}^2|}{22,03} = \frac{|60,65^2 - 61,46^2|}{22,03} = 4,49 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 \cdot V85_{T\max}^2 - V85_{15}^2 - V85_{17}^2}{22,03} = \frac{2 \cdot 105^2 - 60,65^2 - 61,46^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 662,47 \text{ m}$$

$$4,49 \text{ m} < 21,59 \text{ m} < 662,47 \text{ m};$$

$TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 \cdot (TL - TL_{\min}) + (V85_{15,17})^2} = \sqrt{11,016 \cdot (21,59 - 4,49) + (61,46)^2}$$

$$V85_T = 62,97 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{17} > V85_{15}$ olduğundan $V85_{17}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$V85_T = V85_{16} = 62,97 \text{ km/sa}$ olarak alınır.

18 Numaralı Eleman (Teğet 87)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S18} = 0 \text{ gon/km}$, $TL_{18} = 111,66 \text{ m}$,

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{T\max} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{17}^2 - V85_{19}^2|}{22,03} = \frac{|61,46^2 - 68,20^2|}{22,03} = 39,67 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 \cdot V85_{T\max}^2 - V85_{17}^2 - V85_{19}^2}{22,03} = \frac{2 \cdot 105^2 - 61,46^2 - 68,20^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 618,31 \text{ m}$$

$$39,67 \text{ m} < 111,66 \text{ m} < 618,31 \text{ m};$$

$TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V_{85_T} = \sqrt{11,016 \cdot (TL - TL_{\min}) + (V_{85_{17,19}})^2} = \sqrt{11,016 \cdot (111,66 - 39,67) + (68,20)^2}$$

$$V_{85_T} = 73,79 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V_{85_{19}} > V_{85_{17}}$ olduğundan $V_{85_{19}}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V_{85_T} = V_{85_{18}} = 73,79 \text{ km/sa olarak alınır.}$$

20 Numaralı Eleman (Teğet 88)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S20} = 0 \text{ gon/km, } TL_{20} = 49,59 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V_{85_{T\max}} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{\left| V_{85_{19}}^2 - V_{85_{21}}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 68,20^2 - 44,44^2 \right|}{22,03} = 121,49 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 \cdot V_{85_{T\max}}^2 - V_{85_{19}}^2 - V_{85_{21}}^2}{22,03} = \frac{2 \cdot 105^2 - 68,20^2 - 44,44^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 700,13 \text{ m}$$

$$49,59 \text{ m} < 121,49 \text{ m};$$

$TL < TL_{\min}$ olduğundan Durum 1 koşulları geçerlidir ve bağımsız olmayan teğet kabulü yapılır. Buna göre 20 numaralı eleman değerlendirme kapsamına alınmayıp 19 ve 21 numaralı elemanlar ardışık tasarım elemanları olarak kabul edilir.

22 Numaralı Eleman (Teğet 89)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S22} = 0 \text{ gon/km, } TL_{22} = 152,70 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V_{85_{T\max}} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{\left| V_{85_{21}}^2 - V_{85_{23}}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 44,44^2 - 51,16^2 \right|}{22,03} = 29,16 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 \cdot V_{85_{T\max}}^2 - V_{85_{21}}^2 - V_{85_{23}}^2}{22,03} = \frac{2 \cdot 105^2 - 44,44^2 - 51,16^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 792,45 \text{ m}$$

$$29,16 \text{ m} < 152,70 \text{ m} < 792,45 \text{ m};$$

$TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 \cdot (TL - TL_{\min}) + (V85_{21,23})^2} = \sqrt{11,016 \cdot (152,70 - 29,16) + (51,16)^2}$$

$$V85_T = 63,07 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{23} > V85_{21}$ olduğundan $V85_{23}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{22} = 63,07 \text{ km/sa olarak alınır.}$$

25 Numaralı Eleman (Teğet 90)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S25} = 0 \text{ gon/km, } TL_{25} = 134,40 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{T\max} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{24}^2 - V85_{26}^2|}{22,03} = \frac{|51,16^2 - 53,22^2|}{22,03} = 9,76 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 \cdot V85_{T\max}^2 - V85_{24}^2 - V85_{26}^2}{22,03} = \frac{2 \cdot 86^2 - 51,16^2 - 53,22^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 424,07 \text{ m}$$

$$9,76 \text{ m} < 134,40 \text{ m} < 424,07 \text{ m};$$

$TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 \cdot (TL - TL_{\min}) + (V85_{24,26})^2} = \sqrt{11,016 \cdot (134,40 - 9,76) + (53,22)^2}$$

$$V85_T = 64,85 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{26} > V85_{24}$ olduğundan $V85_{26}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{25} = 64,85 \text{ km/sa olarak alınır.}$$

28 Numaralı Eleman (Teğet 91)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S28} = 0 \text{ gon/km, } TL_{28} = 125,25 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{T\max} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{27}^2 - V85_{29}^2|}{22,03} = \frac{|53,22^2 - 51,16^2|}{22,03} = 9,76 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_{27}^2 - V85_{29}^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 53,22^2 - 51,16^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 424,07 \text{ m}$$

$$9,76 \text{ m} < 125,25 \text{ m} < 424,07 \text{ m};$$

$TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{\min}) + (V85_{27,29})^2} = \sqrt{11,016 * (125,25 - 9,76) + (53,22)^2}$$

$$V85_T = 64,07 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{27} > V85_{29}$ olduğundan $V85_{27}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{28} = 64,07 \text{ km/sa olarak alınır.}$$

30 Numaralı Eleman (Teğet 92)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S30} = 0 \text{ gon/km, } TL_{30} = 126,07 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{T\max} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{29}^2 - V85_{31}^2|}{22,03} = \frac{|51,16^2 - 55,04^2|}{22,03} = 18,70 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_{29}^2 - V85_{31}^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 51,16^2 - 55,04^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 415,13 \text{ m}$$

$$18,70 \text{ m} < 126,07 \text{ m} < 415,13 \text{ m};$$

$TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{\min}) + (V85_{29,31})^2} = \sqrt{11,016 * (126,07 - 18,70) + (55,04)^2}$$

$$V85_T = 64,90 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{31} > V85_{29}$ olduğundan $V85_{31}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{30} = 64,90 \text{ km/sa olarak alınır.}$$

32 Numaralı Eleman (Teğet 93)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S32} = 0 \text{ gon/km, } TL_{32} = 121,23 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{Tmax} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{\left| V85_{31}^2 - V85_{33}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 55,04^2 - 70,57^2 \right|}{22,03} = 88,55 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{31}^2 - V85_{33}^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 55,04^2 - 70,57^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 307,87 \text{ m}$$

$$88,55 \text{ m} < 121,23 \text{ m} < 307,87 \text{ m;}$$

$TL_{min} < TL < TL_{max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{min}) + (V85_{31,33})^2} = \sqrt{11,016 * (121,23 - 88,55) + (70,57)^2}$$

$$V85_T = 73,08 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{33} > V85_{31}$ olduğundan $V85_{33}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{32} = 73,08 \text{ km/sa olarak alınır.}$$

34 Numaralı Eleman (Teğet 94)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S34} = 0 \text{ gon/km, } TL_{34} = 44,15 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{Tmax} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{\left| V85_{33}^2 - V85_{35}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 70,57^2 - 70,57^2 \right|}{22,03} = 0 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{33}^2 - V85_{35}^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 70,57^2 - 70,57^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 219,33 \text{ m}$$

$$0 \text{ m} < 44,15 \text{ m} < 219,33 \text{ m;}$$

$TL_{min} < TL < TL_{max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 \cdot (TL - TL_{\min}) + (V85_{33,35})^2} = \sqrt{11,016 \cdot (44,15 - 0) + (70,57)^2}$$

$$V85_T = 73,94 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{33} = V85_{35}$ olduğundan $V85_{33,35} = 70,57 \text{ km/sa}$ alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{34} = 73,94 \text{ km/sa} \text{ olarak alınır.}$$

36 Numaralı Eleman (Teğet 95)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S36} = 0 \text{ gon/km, } TL_{36} = 182,69 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{T\max} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{35}^2 - V85_{37}^2|}{22,03} = \frac{|70,57^2 - 66,10^2|}{22,03} = 27,73 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 \cdot V85_{T\max}^2 - V85_{35}^2 - V85_{37}^2}{22,03} = \frac{2 \cdot 86^2 - 70,57^2 - 66,10^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 247,06 \text{ m}$$

$$27,73 \text{ m} < 182,69 \text{ m} < 247,06 \text{ m;}$$

$TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 \cdot (TL - TL_{\min}) + (V85_{35,37})^2} = \sqrt{11,016 \cdot (182,69 - 27,73) + (70,57)^2}$$

$$V85_T = 81,78 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{35} > V85_{37}$ olduğundan $V85_{35}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{36} = 81,78 \text{ km/sa} \text{ olarak alınır.}$$

38 Numaralı Eleman (Teğet 96)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S38} = 0 \text{ gon/km, } TL_{38} = 122,84 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{T\max} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{37}^2 - V85_{39}^2|}{22,03} = \frac{|66,10^2 - 70,57^2|}{22,03} = 27,73 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 \cdot V85_{T\max}^2 - V85_{37}^2 - V85_{39}^2}{22,03} = \frac{2 \cdot 86^2 - 66,10^2 - 70,57^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 247,06 \text{ m}$$

$$27,73 \text{ m} < 122,84 \text{ m} < 247,06 \text{ m};$$

$TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 \cdot (TL - TL_{\min}) + (V85_{37,39})^2} = \sqrt{11,016 \cdot (122,84 - 27,73) + (70,57)^2}$$

$$V85_T = 77,64 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{39} > V85_{37}$ olduğundan $V85_{39}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{38} = 77,64 \text{ km/sa} \text{ olarak alınır.}$$

40 Numaralı Eleman (Teğet 97)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S40} = 0 \text{ gon/km}, TL_{40} = 64,75 \text{ m},$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{T\max} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{\left| V85_{39}^2 - V85_{41}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 70,57^2 - 70,57^2 \right|}{22,03} = 0 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 \cdot V85_{T\max}^2 - V85_{39}^2 - V85_{41}^2}{22,03} = \frac{2 \cdot 86^2 - 70,57^2 - 70,57^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 219,33 \text{ m}$$

$$0 \text{ m} < 64,75 \text{ m} < 219,33 \text{ m};$$

$TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 \cdot (TL - TL_{\min}) + (V85_{39,41})^2} = \sqrt{11,016 \cdot (64,75 - 0) + (70,57)^2}$$

$$V85_T = 75,46 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{39} = V85_{41}$ olduğundan $V85_{39,41} = 70,57 \text{ km/sa}$ alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{40} = 75,46 \text{ km/sa} \text{ olarak alınır.}$$

42 Numaralı Eleman (Teğet 98)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S42} = 0 \text{ gon/km}, TL_{42} = 95,55 \text{ m},$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{T\max} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{\left| V85_{41}^2 - V85_{43}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 70,57^2 - 64,56^2 \right|}{22,03} = 36,87 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_{41}^2 - V85_{43}^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 70,57^2 - 64,56^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 256,19 \text{ m}$$

$$36,87 \text{ m} < 95,55 \text{ m} < 256,19 \text{ m};$$

$TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{\min}) + (V85_{41,43})^2} = \sqrt{11,016 * (95,55 - 36,87) + (70,57)^2}$$

$$V85_T = 75,01 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{41} > V85_{43}$ olduğundan $V85_{41}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{42} = 75,01 \text{ km/sa olarak alınır.}$$

44 Numaralı Eleman (Teğet 99)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S44} = 0 \text{ gon/km, } TL_{44} = 36,18 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{T\max} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{43}^2 - V85_{45}^2|}{22,03} = \frac{|64,56^2 - 83,35^2|}{22,03} = 126,16 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_{43}^2 - V85_{45}^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 64,56^2 - 83,35^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 166,90 \text{ m}$$

$$36,18 \text{ m} < 126,16 \text{ m};$$

$TL < TL_{\min}$ olduğundan Durum 1 koşulları geçerlidir ve bağımsız olmayan teğet kabulü yapılır. Buna göre 44 numaralı eleman değerlendirme kapsamına alınmayıp 43 ve 45 numaralı elemanlar ardışık tasarım elemanları olarak kabul edilir.

46 Numaralı Eleman Teğet (100)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S46} = 0 \text{ gon/km, } TL_{46} = 41,85 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{T\max} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{45}^2 - V85_{47}^2|}{22,03} = \frac{|83,35^2 - 70,57^2|}{22,03} = 89,29 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_{45}^2 - V85_{47}^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 83,35^2 - 70,57^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 130,03 \text{ m}$$

$$41,85 \text{ m} < 89,29 \text{ m};$$

TL < TL_{min} olduğundan Durum 1 koşulları geçerlidir ve bağımsız olmayan teğet kabulü yapılır. Buna göre 46 numaralı eleman değerlendirme kapsamına alınmayıp 45 ve 47 numaralı elemanlar ardışık tasarım elemanları olarak kabul edilir.

48 Numaralı Eleman (Teğet 101)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S48} = 0 \text{ gon/km}, TL_{48} = 141,53 \text{ m},$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{T\max} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{47}^2 - V85_{49}^2|}{22,03} = \frac{|70,57^2 - 100,87^2|}{22,03} = 235,80 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_{47}^2 - V85_{49}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 70,57^2 - 100,87^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 312,99 \text{ m}$$

$$141,53 \text{ m} < 235,80 \text{ m};$$

TL < TL_{min} olduğundan Durum 1 koşulları geçerlidir ve bağımsız olmayan teğet kabulü yapılır. Buna göre 48 numaralı eleman değerlendirme kapsamına alınmayıp 47 ve 49 numaralı elemanlar ardışık tasarım elemanları olarak kabul edilir.

50 Numaralı Eleman (Teğet 102)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S50} = 0 \text{ gon/km}, TL_{50} = 86,73 \text{ m},$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{T\max} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{49}^2 - V85_{51}^2|}{22,03} = \frac{|100,87^2 - 78,77^2|}{22,03} = 180,21 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_{49}^2 - V85_{51}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 100,87^2 - 78,77^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 257,40 \text{ m}$$

$$86,73 \text{ m} < 180,21 \text{ m};$$

$TL < TL_{\min}$ olduğundan Durum 1 koşulları geçerlidir ve bağımsız olmayan teğet kabulü yapılır. Buna göre 50 numaralı eleman değerlendirme kapsamına alınmayıp 49 ve 51 numaralı elemanlar ardışık tasarım elemanları olarak kabul edilir.

52 Numaralı Eleman (Teğet 103)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S52} = 0$ gon/km, $TL_{52} = 490,34$ m,

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{T\max} = 105$ km/sa alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{\left| V85_{51}^2 - V85_{53}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 78,77^2 - 83,35^2 \right|}{22,03} = 33,71 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_{51}^2 - V85_{53}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 78,77^2 - 83,35^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 403,91 \text{ m}$$

$$403,91 \text{ m} < 490,34 \text{ m};$$

$TL_{\max} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$V85_{T\max} = V85_{52} = 105$ km/sa alınır.

54 Numaralı Eleman (Teğet 104)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S54} = 0$ gon/km, $TL_{54} = 650,94$ m,

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{T\max} = 105$ km/sa alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{\left| V85_{53}^2 - V85_{55}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 83,35^2 - 94,51^2 \right|}{22,03} = 90,10 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_{53}^2 - V85_{55}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 83,35^2 - 94,51^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 280,10 \text{ m}$$

$$280,10 \text{ m} < 650,94 \text{ m};$$

$TL_{\max} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$V85_{T\max} = V85_{54} = 105$ km/sa alınır.

56 Numaralı Eleman (Teğet 105)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{556} = 0 \text{ gon/km, } TL_{56} = 203,98 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{|V85_{55}^2 - V85_{57}^2|}{22,03} = \frac{|94,51^2 - 84,73^2|}{22,03} = 79,57 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{55}^2 - V85_{57}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 94,51^2 - 84,73^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 269,57 \text{ m}$$

$$79,57 \text{ m} < 203,98 \text{ m} < 269,57 \text{ m;}$$

$TL_{min} < TL < TL_{max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{min}) + (V85_{55,57})^2} = \sqrt{11,016 * (203,98 - 79,57) + (94,51)^2}$$

$$V85_T = 101,50 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{55} > V85_{57}$ olduğundan $V85_{55}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{56} = 101,50 \text{ km/sa olarak alınır.}$$

58 Numaralı Eleman (Teğet 106)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{558} = 0 \text{ gon/km, } TL_{58} = 81,09 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{|V85_{57}^2 - V85_{59}^2|}{22,03} = \frac{|84,73^2 - 68,20^2|}{22,03} = 114,75 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{57}^2 - V85_{59}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 84,73^2 - 68,20^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 463,89 \text{ m}$$

$$81,09 \text{ m} < 114,75 \text{ m;}$$

$TL < TL_{min}$ olduğundan Durum 1 koşulları geçerlidir ve bağımsız olmayan teğet kabulü yapılır. Buna göre 58 numaralı eleman değerlendirme kapsamına alınmayıp 57 ve 59 numaralı elemanlar ardışık tasarım elemanları olarak kabul edilir.

60 Numaralı Eleman (Teğet 107)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S60} = 0 \text{ gon/km, } TL_{60} = 238,05 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{Tmax} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{\left| V85_{59}^2 - V85_{61}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 68,20^2 - 64,56^2 \right|}{22,03} = 21,94 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{59}^2 - V85_{61}^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 68,20^2 - 64,56^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 271,12 \text{ m}$$

$$21,94 \text{ m} < 238,05 \text{ m} < 271,12 \text{ m};$$

$TL_{min} < TL < TL_{max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{min}) + (V85_{59,61})^2} = \sqrt{11,016 * (238,05 - 21,94) + (68,20)^2}$$

$$V85_T = 83,86 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{59} > V85_{61}$ olduğundan $V85_{59}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{60} = 83,86 \text{ km/sa olarak alınır.}$$

62 Numaralı Eleman (Teğet 108)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S62} = 0 \text{ gon/km, } TL_{62} = 173,71 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{Tmax} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{\left| V85_{61}^2 - V85_{63}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 64,56^2 - 80,83^2 \right|}{22,03} = 107,38 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{61}^2 - V85_{63}^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 64,56^2 - 80,83^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 186,68 \text{ m}$$

$$107,38 \text{ m} < 173,71 \text{ m} < 186,68 \text{ m};$$

$TL_{min} < TL < TL_{max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{min}) + (V85_{61,63})^2} = \sqrt{11,016 * (173,71 - 107,38) + (80,83)^2}$$

$$V85_T = 85,23 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{63} > V85_{61}$ olduğundan $V85_{63}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$V85_T = V85_{62} = 85,23$ km/sa olarak alınır.

64 Numaralı Eleman (Teğet 109)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S64} = 0$ gon/km, $TL_{64} = 96,25$ m,

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{Tmax} = 86$ km/sa alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{\left| V85_{63}^2 - V85_{65}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 80,83^2 - 83,35^2 \right|}{22,03} = 18,78 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{63}^2 - V85_{65}^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 80,83^2 - 83,35^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 59,52 \text{ m}$$

$59,52 \text{ m} < 96,25 \text{ m};$

$TL_{maks} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$V85_{Tmax} = V85_{64} = 86$ km/sa alınır.

66 Numaralı Eleman (Teğet 110)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S66} = 0$ gon/km, $TL_{66} = 120,96$ m,

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{Tmax} = 86$ km/sa alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{\left| V85_{65}^2 - V85_{67}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 83,35^2 - 64,56^2 \right|}{22,03} = 126,16 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{65}^2 - V85_{67}^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 83,35^2 - 64,56^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 166,90 \text{ m}$$

$120,96 \text{ m} < 126,16 \text{ m};$

$TL < TL_{min}$ olduğundan Durum 1 koşulları geçerlidir ve bağımsız olmayan teğet kabulü yapılır. Buna göre 66 numaralı eleman değerlendirme kapsamına alınmayıp 65 ve 67 numaralı elemanlar ardışık tasarım elemanları olarak kabul edilir.

68 Numaralı Eleman (Teğet 111)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S68} = 0 \text{ gon/km, } TL_{68} = 38,45 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{Tmax} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{\left| V85_{67}^2 - V85_{69}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 64,56^2 - 70,57^2 \right|}{22,03} = 36,87 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{67}^2 - V85_{69}^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 64,56^2 - 70,57^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 256,19 \text{ m}$$

$$36,87 \text{ m} < 38,45 \text{ m} < 256,19 \text{ m};$$

$TL_{min} < TL < TL_{max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{min}) + (V85_{67,69})^2} = \sqrt{11,016 * (38,45 - 36,87) + (70,57)^2}$$

$$V85_T = 70,69 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{69} > V85_{67}$ olduğundan $V85_{69}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{68} = 70,69 \text{ km/sa olarak alınır.}$$

70 Numaralı Eleman (Teğet 112)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S70} = 0 \text{ gon/km, } TL_{70} = 91,21 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G > \% 6,00$ olduğundan $V85_{Tmax} = 86 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{\left| V85_{69}^2 - V85_{71}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 70,57^2 - 64,56^2 \right|}{22,03} = 36,87 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{69}^2 - V85_{71}^2}{22,03} = \frac{2 * 86^2 - 70,57^2 - 64,56^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 256,19 \text{ m}$$

$$36,87 \text{ m} < 91,21 \text{ m} < 256,19 \text{ m};$$

$TL_{min} < TL < TL_{max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{min}) + (V85_{69,71})^2} = \sqrt{11,016 * (91,21 - 36,87) + (70,57)^2}$$

$$V85_T = 74,69 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{69} > V85_{71}$ olduğundan $V85_{69}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$V85_T = V85_{70} = 74,69$ km/sa olarak alınır.

72 Numaralı Eleman (Teğet 113)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S72} = 0$ gon/km, $TL_{72} = 135,75$ m,

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{Tmax} = 105$ km/sa alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{|V85_{71}^2 - V85_{73}^2|}{22,03} = \frac{|64,56^2 - 68,61^2|}{22,03} = 24,48 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{71}^2 - V85_{73}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 64,56^2 - 68,61^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 598,03 \text{ m}$$

$$24,48 \text{ m} < 135,75 \text{ m} < 598,03 \text{ m};$$

$TL_{min} < TL < TL_{max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{min}) + (V85_{71,73})^2} = \sqrt{11,016 * (135,75 - 24,48) + (68,61)^2} \text{ km/sa}$$

$$V85_T = 77,03 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{73} > V85_{71}$ olduğundan $V85_{73}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$V85_T = V85_{72} = 77,03$ km/sa olarak alınır.

74 Numaralı Eleman (Teğet 114)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S74} = 0$ gon/km, $TL_{74} = 323,93$ m,

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{Tmax} = 105$ km/sa alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{|V85_{73}^2 - V85_{75}^2|}{22,03} = \frac{|68,61^2 - 78,77^2|}{22,03} = 67,97 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{73}^2 - V85_{75}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 68,61^2 - 78,77^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 505,58 \text{ m}$$

$$67,97 \text{ m} < 323,93 \text{ m} < 505,58 \text{ m};$$

$TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 \cdot (TL - TL_{\min}) + (V85_{73,75})^2} = \sqrt{11,016 \cdot (323,93 - 67,97) + (78,77)^2}$$

$$V85_T = 95,00 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{75} > V85_{73}$ olduğundan $V85_{75}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$V85_T = V85_{74} = 95,00 \text{ km/sa}$ olarak alınır.

76 Numaralı Eleman (Teğet 115)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S76} = 0 \text{ gon/km}$, $TL_{76} = 261,14 \text{ m}$,

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{T\max} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{75}^2 - V85_{77}^2|}{22,03} = \frac{|78,77^2 - 84,73^2|}{22,03} = 44,23 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 \cdot V85_{T\max}^2 - V85_{75}^2 - V85_{77}^2}{22,03} = \frac{2 \cdot 105^2 - 78,77^2 - 84,73^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 393,38 \text{ m}$$

$44,23 \text{ m} < 261,14 \text{ m} < 393,38 \text{ m}$;

$TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 \cdot (TL - TL_{\min}) + (V85_{75,77})^2} = \sqrt{11,016 \cdot (261,14 - 44,23) + (84,73)^2}$$

$$V85_T = 97,82 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{77} > V85_{75}$ olduğundan $V85_{77}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$V85_T = V85_{76} = 97,82 \text{ km/sa}$ olarak alınır.

78 Numaralı Eleman (Teğet 116)

$R = \infty \rightarrow CCR_{S78} = 0 \text{ gon/km}$, $TL_{78} = 29,05 \text{ m}$,

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{T\max} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{77}^2 - V85_{79}^2|}{22,03} = \frac{|84,73^2 - 91,14^2|}{22,03} = 51,17 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_{77}^2 - V85_{79}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 84,73^2 - 91,14^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 297,97 \text{ m}$$

$$29,05 \text{ m} < 51,17 \text{ m};$$

TL < TL_{min} olduğundan Durum 1 koşulları geçerlidir ve bağımsız olmayan teğet kabulü yapılır. Buna göre 78 numaralı eleman değerlendirme kapsamına alınmayıp 77 ve 79 numaralı elemanlar ardışık tasarım elemanları olarak kabul edilir.

80 Numaralı Eleman (Teğet 117)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S80} = 0 \text{ gon/km}, TL_{80} = 35,71 \text{ m},$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{T\max} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{79}^2 - V85_{81}^2|}{22,03} = \frac{|91,14^2 - 96,59^2|}{22,03} = 46,44 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_{79}^2 - V85_{81}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 91,14^2 - 96,59^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 200,36 \text{ m}$$

$$35,71 \text{ m} < 46,44 \text{ m};$$

TL < TL_{min} olduğundan Durum 1 koşulları geçerlidir ve bağımsız olmayan teğet kabulü yapılır. Buna göre 80 numaralı eleman değerlendirme kapsamına alınmayıp 79 ve 81 numaralı elemanlar ardışık tasarım elemanları olarak kabul edilir.

82 Numaralı Eleman (Teğet 118)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S82} = 0 \text{ gon/km}, TL_{82} = 338,73 \text{ m},$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{T\max} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{81}^2 - V85_{83}^2|}{22,03} = \frac{|96,59^2 - 84,73^2|}{22,03} = 97,62 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_{81}^2 - V85_{83}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 96,59^2 - 84,73^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 251,53 \text{ m}$$

$$251,53 \text{ m} < 338,73 \text{ m};$$

$TL_{maks} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{Tmax} = V85_{82} = 105 \text{ km/sa alınır.}$$

84 Numaralı Eleman (Teğet 119)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S84} = 0 \text{ gon/km, } TL_{84} = 112,12 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{\left| V85_{83}^2 - V85_{85}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 84,73^2 - 91,14^2 \right|}{22,03} = 51,17 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{83}^2 - V85_{85}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 84,73^2 - 91,14^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 297,97 \text{ m}$$

$$51,17 \text{ m} < 112,12 \text{ m} < 297,97 \text{ m;}$$

$TL_{min} < TL < TL_{max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{min}) + (V85_{83,85})^2} = \sqrt{11,016 * (112,12 - 51,17) + (91,14)^2}$$

$$V85_T = 94,75 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{85} > V85_{83}$ olduğundan $V85_{85}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{84} = 94,75 \text{ km/sa olarak alınır.}$$

86 Numaralı Eleman (Teğet 120)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S86} = 0 \text{ gon/km, } TL_{86} = 66,47 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{\left| V85_{85}^2 - V85_{87}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 91,14^2 - 84,73^2 \right|}{22,03} = 51,17 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{85}^2 - V85_{87}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 91,14^2 - 84,73^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 297,97 \text{ m}$$

$$51,17 \text{ m} < 66,47 \text{ m} < 297,97 \text{ m;}$$

$TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 \cdot (TL - TL_{\min}) + (V85_{85,87})^2} = \sqrt{11,016 \cdot (66,47 - 51,17) + (91,14)^2}$$

$$V85_T = 92,06 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{85} > V85_{87}$ olduğundan $V85_{85}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{86} = 92,06 \text{ km/sa olarak alınır.}$$

88 Numaralı Eleman (Teğet 121)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S88} = 0 \text{ gon/km, } TL_{88} = 136,09 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{T\max} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{87}^2 - V85_{89}^2|}{22,03} = \frac{|84,73^2 - 100,87^2|}{22,03} = 135,98 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 \cdot V85_{T\max}^2 - V85_{87}^2 - V85_{89}^2}{22,03} = \frac{2 \cdot 105^2 - 84,73^2 - 100,87^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 213,17 \text{ m}$$

$$135,98 \text{ m} \approx 136,09 \text{ m;}$$

$TL \leq TL_{\min}$ olduğundan Durum 1 koşulları geçerlidir ve bağımsız olmayan teğet kabulü yapılır. Buna göre 88 numaralı eleman değerlendirme kapsamına alınmayıp 87 ve 89 numaralı elemanlar ardışık tasarım elemanları olarak kabul edilir.

90 Numaralı Eleman (Teğet 122)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S90} = 0 \text{ gon/km, } TL_{90} = 522,92 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{T\max} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{89}^2 - V85_{91}^2|}{22,03} = \frac{|100,87^2 - 103,07^2|}{22,03} = 20,37 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 \cdot V85_{T\max}^2 - V85_{89}^2 - V85_{91}^2}{22,03} = \frac{2 \cdot 105^2 - 100,87^2 - 103,07^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 56,82 \text{ m}$$

$$56,82 \text{ m} < 522,92 \text{ m;}$$

$TL_{maks} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{Tmax} = V85_{90} = 105 \text{ km/sa alınır.}$$

92 Numaralı Eleman (Teğet 123)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S92} = 0 \text{ gon/km, } TL_{92} = 167,61 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{|V85_{91}^2 - V85_{93}^2|}{22,03} = \frac{|103,07^2 - 103,07^2|}{22,03} = 0 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{91}^2 - V85_{93}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 103,07^2 - 103,07^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 36,46 \text{ m}$$

$$36,46 \text{ m} < 167,61 \text{ m;}$$

$TL_{maks} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{Tmax} = V85_{92} = 105 \text{ km/sa alınır.}$$

94 Numaralı Eleman (Teğet 124)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S94} = 0 \text{ gon/km, } TL_{94} = 163,67 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{|V85_{93}^2 - V85_{95}^2|}{22,03} = \frac{|103,07^2 - 103,07^2|}{22,03} = 0 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{93}^2 - V85_{95}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 103,07^2 - 103,07^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 36,46 \text{ m}$$

$$36,46 \text{ m} < 163,67 \text{ m;}$$

$TL_{maks} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{Tmax} = V85_{94} = 105 \text{ km/sa alınır.}$$

96 Numaralı Eleman (Teğet 125)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S96} = 0 \text{ gon/km}, TL_{96} = 206,96 \text{ m},$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{|V85_{95}^2 - V85_{97}^2|}{22,03} = \frac{|103,07^2 - 100,87^2|}{22,03} = 20,37 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{95}^2 - V85_{97}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 103,07^2 - 100,87^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 56,82 \text{ m}$$

$$56,82 \text{ m} < 206,96 \text{ m};$$

$TL_{maks} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{Tmax} = V85_{96} = 105 \text{ km/sa} \text{ alınır.}$$

98 Numaralı Eleman (Teğet 126)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S98} = 0 \text{ gon/km}, TL_{98} = 625,59 \text{ m},$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{|V85_{97}^2 - V85_{99}^2|}{22,03} = \frac{|100,87^2 - 78,77^2|}{22,03} = 180,21 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{97}^2 - V85_{99}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 100,87^2 - 78,77^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 257,40 \text{ m}$$

$$257,40 \text{ m} < 625,59 \text{ m};$$

$TL_{maks} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{Tmax} = V85_{98} = 105 \text{ km/sa} \text{ alınır.}$$

100 Numaralı Eleman (Teğet 127)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S100} = 0 \text{ gon/km}, TL_{100} = 303,14 \text{ m},$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{99}^2 - V85_{101}^2|}{22,03} = \frac{|78,77^2 - 94,51^2|}{22,03} = 123,81 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_{99}^2 - V85_{101}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 78,77^2 - 94,51^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 313,81 \text{ m}$$

$$123,81 \text{ m} < 303,14 \text{ m} < 313,81 \text{ m};$$

$TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{\min}) + (V85_{99,101})^2} = \sqrt{11,016 * (303,14 - 123,81) + (94,51)^2}$$

$$V85_T = 104,44 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{101} > V85_{99}$ olduğundan $V85_{101}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{100} = 104,44 \text{ km/sa} \text{ olarak alınır.}$$

102 Numaralı Eleman (Teğet 128)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S102} = 0 \text{ gon/km, } TL_{102} = 72,41 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{T\max} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{\min} = \frac{|V85_{101}^2 - V85_{103}^2|}{22,03} = \frac{|94,51^2 - 91,14^2|}{22,03} = 28,40 \text{ m}$$

$$TL_{\max} = \frac{2 * V85_{T\max}^2 - V85_{101}^2 - V85_{103}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 94,51^2 - 91,14^2}{22,03}$$

$$TL_{\max} = 218,40 \text{ m}$$

$$28,40 \text{ m} < 72,41 \text{ m} < 218,40 \text{ m};$$

$TL_{\min} < TL < TL_{\max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{\min}) + (V85_{101,103})^2} = \sqrt{11,016 * (72,41 - 28,40) + (94,51)^2}$$

$$V85_T = 97,04 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{101} > V85_{103}$ olduğundan $V85_{101}$ dikkate alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{102} = 97,04 \text{ km/sa} \text{ olarak alınır.}$$

104 Numaralı Eleman (Teğet 129)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S104} = 0 \text{ gon/km, } TL_{104} = 252,37 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{|V85_{103}^2 - V85_{105}^2|}{22,03} = \frac{|91,14^2 - 100,87^2|}{22,03} = 84,81 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{103}^2 - V85_{105}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 91,14^2 - 100,87^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 162,00 \text{ m}$$

$$162,00 \text{ m} < 252,37 \text{ m;}$$

$TL_{maks} < TL$ olduğundan Durum 2 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_{Tmax} = V85_{104} = 105 \text{ km/sa alınır.}$$

106 Numaralı Eleman (Teğet 130)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S106} = 0 \text{ gon/km, } TL_{106} = 51,32 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{|V85_{105}^2 - V85_{107}^2|}{22,03} = \frac{|100,87^2 - 100,87^2|}{22,03} = 0 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{105}^2 - V85_{107}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 100,87^2 - 100,87^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 77,19 \text{ m}$$

$$0 \text{ m} < 51,32 \text{ m} < 77,19 \text{ m;}$$

$TL_{min} < TL < TL_{max}$ olduğundan Durum 3 koşulları geçerlidir ve bağımsız teğet kabulü yapılır. Buna göre;

$$V85_T = \sqrt{11,016 * (TL - TL_{min}) + (V85_{105,107})^2} = \sqrt{11,016 * (51,32 - 0) + (100,87)^2}$$

$$V85_T = 103,63 \text{ km/sa}$$

olarak bulunmuştur. $V85_{105} = V85_{107}$ olduğundan $V85_{105,107} = 100,87 \text{ km/sa}$ alınmıştır (daima büyük olan değer alınır). Buradan;

$$V85_T = V85_{106} = 103,63 \text{ km/sa olarak alınır.}$$

108 Numaralı Eleman (Teğet 131)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S108} = 0 \text{ gon/km, } TL_{108} = 39,24 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{\left| V85_{107}^2 - V85_{109}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 100,87^2 - 91,14^2 \right|}{22,03} = 84,81 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{107}^2 - V85_{109}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 100,87^2 - 91,14^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 162,00 \text{ m}$$

$$39,24 \text{ m} < 84,81 \text{ m;}$$

$TL < TL_{min}$ olduğundan Durum 1 koşulları geçerlidir ve bağımsız olmayan teğet kabulü yapılır. Buna göre 108 numaralı eleman değerlendirme kapsamına alınmayıp 107 ve 109 numaralı elemanlar ardışık tasarım elemanları olarak kabul edilir.

110 Numaralı Eleman (Teğet 132)

$$R = \infty \rightarrow CCR_{S110} = 0 \text{ gon/km, } TL_{110} = 44,27 \text{ m,}$$

Boyuna eğimi $G \leq \%6$ olduğundan $V85_{Tmax} = 105 \text{ km/sa}$ alınmıştır.

$$TL_{min} = \frac{\left| V85_{109}^2 - V85_{111}^2 \right|}{22,03} = \frac{\left| 91,14^2 - 68,20^2 \right|}{22,03} = 165,92 \text{ m}$$

$$TL_{max} = \frac{2 * V85_{Tmax}^2 - V85_{109}^2 - V85_{111}^2}{22,03} = \frac{2 * 105^2 - 91,14^2 - 68,20^2}{22,03}$$

$$TL_{max} = 412,72 \text{ m}$$

$$44,27 \text{ m} < 165,92 \text{ m;}$$

$TL < TL_{min}$ olduğundan Durum 1 koşulları geçerlidir ve bağımsız olmayan teğet kabulü yapılır. Buna göre 110 numaralı eleman değerlendirme kapsamına alınmayıp 109 ve 111 numaralı elemanlar ardışık tasarım elemanları olarak kabul edilir.

6.2.1.5 Varsayılan yanal sürtünme ve gereken, gerçek yanal sürtünme (örnek II)

Aşağıdaki denklemler yardımıyla kurplara ait sürtünme değerleri hesaplanır.

$$f_T = 0,59 - 4,85 * 10^{-3} * V_d + 1,51 * 10^{-5} * V_d^2 \quad (5.4.a)$$

$$f_{RA} = n * 0,925 * f_T \quad (5.5)$$

$$f_{RD} = \frac{V_{85}^2}{127 \cdot R} - e \quad (5.6)$$

f_T = Modern geometrik karayolu tasarımı kapsamında yüzeysel sürtünme faktörü

V_d = Tasarım hızı (km/sa)

f_{RA} = varsayılan yanıl sürtünme

n = yanıl sürtünmenin kullanım oranı, (%)

= engebeli / dağlık bir topografyada 0,40 (yeni tasarım için)

= düz bir topografyada 0,45 (yeni tasarım için)

= 0,60 (mevcut yol için)

f_{RD} = gereken, gerçek yanıl sürtünme

R = incelenen kurp yarıçapı (m)

e = dever oranı (%)

V_{85} = % 85'lik dilim içindeki hız (km/sa)

Bütün tasarım elemanlarında $V_d = 73$ km/sa kabul edildiğinden dolayı;

$$f_T = 0,59 - 4,85 \cdot 10^{-3} \cdot 73 + 1,51 \cdot 10^{-5} \cdot 73^2$$

$$f_T = 0,316$$

İncelenen projenin mevcut bir yol olması nedeniyle $n = 0,60$ alınır. Buna göre;

$$f_{RA} = 0,60 \cdot 0,925 \cdot 0,316$$

$$f_{RA} = 0,176$$

f_{RD} değerlendirmesi, her kurpta farklı yarıçap, farklı dever uygulamaları ve farklı %85'lik dilim içindeki hızlar nedeniyle her tasarım elemanı için ayrı olarak ele alınmaktadır.

1 Numaralı Eleman (Kurp 78)

$V_{85_1} = 55,04$ km/sa, $R_{78} = 60$ m, $e_{78} = \% 6,00$;

$$f_{RD_1} = \frac{V_{85_1}^2}{127 \cdot R_{78}} - e_{78} = \frac{55,04^2}{127 \cdot 60} - 0,060 = 0,338$$

2 Numaralı Eleman (Teğet 79)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_2} = 0$ alınır.

3 Numaralı Eleman (Kurp 79)

$V_{85_3} = 67,44$ km/sa, $R_{79}=120$ m, $e_{79} = \% 6,00$;

$$f_{RD_3} = \frac{V_{85_3}^2}{127 \cdot R_{79}} - e_{79} = \frac{67,44^2}{127 \cdot 120} - 0,060 = 0,238$$

4 Numaralı Eleman (Teğet 80)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_4} = 0$ alınır.

5 Numaralı Eleman (Kurp 80)

$V_{85_5} = 68,20$ km/sa, $R_{80}=100$ m, $e_{80} = \% 6,00$;

$$f_{RD_5} = \frac{V_{85_5}^2}{127 \cdot R_{80}} - e_{80} = \frac{68,20^2}{127 \cdot 100} - 0,060 = 0,306$$

6 Numaralı Eleman (Teğet 81)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_6} = 0$ alınır.

7 Numaralı Eleman (Kurp 81)

$V_{85_7} = 68,20$ km/sa, $R_{81}=100$ m, $e_{81} = \% 6,00$;

$$f_{RD_7} = \frac{V_{85_7}^2}{127 \cdot R_{81}} - e_{81} = \frac{68,20^2}{127 \cdot 100} - 0,060 = 0,306$$

8 Numaralı Eleman (Teğet 82)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_8} = 0$ alınır.

9 Numaralı Eleman (Kurp 82)

$V_{85_9} = 64,56$ km/sa, $R_{82}=100$ m, $e_{82} = \% 6,00$;

$$f_{RD_9} = \frac{V_{85_9}^2}{127 \cdot R_{82}} - e_{82} = \frac{64,56^2}{127 \cdot 100} - 0,060 = 0,268$$

10 Numaralı Eleman (Teğet 83)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{10}} = 0$ alınır.

11 Numaralı Eleman (Kurp 83)

$V_{85_{11}} = 64,56 \text{ km/sa}$, $R_{83}=100 \text{ m}$, $e_{83} = \% 6,00$;

$$f_{RD11} = \frac{V_{85_{11}}^2}{127 \cdot R_{83}} - e_{83} = \frac{64,56^2}{127 \cdot 100} - 0,060 = 0,268$$

12 Numaralı Eleman (Teğet 84)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD12} = 0$ alınır.

13 Numaralı Eleman (Kurp 84)

$V_{85_{13}} = 55,04 \text{ km/sa}$, $R_{84}=60 \text{ m}$, $e_{84} = \% 6,00$;

$$f_{RD13} = \frac{V_{85_{13}}^2}{127 \cdot R_{84}} - e_{84} = \frac{55,04^2}{127 \cdot 60} - 0,060 = 0,338$$

14 Numaralı Eleman (Teğet 85)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD14} = 0$ alınır.

15 Numaralı Eleman (Kurp 85)

$V_{85_{15}} = 60,65 \text{ km/sa}$, $R_{85}=80 \text{ m}$, $e_{85} = \% 6,00$;

$$f_{RD15} = \frac{V_{85_{15}}^2}{127 \cdot R_{85}} - e_{85} = \frac{60,65^2}{127 \cdot 80} - 0,060 = 0,302$$

16 Numaralı Eleman (Teğet 86)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD16} = 0$ alınır.

17 Numaralı Eleman (Kurp 86)

$V_{85_{17}} = 61,46 \text{ km/sa}$, $R_{86}=80 \text{ m}$, $e_{86} = \% 6,00$;

$$f_{RD17} = \frac{V_{85_{17}}^2}{127 \cdot R_{86}} - e_{86} = \frac{61,46^2}{127 \cdot 80} - 0,060 = 0,312$$

18 Numaralı Eleman (Teğet 87)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD18} = 0$ alınır.

19 Numaralı Eleman (Kurp 87)

$V_{85_{19}} = 68,20 \text{ km/sa}$, $R_{87}=100 \text{ m}$, $e_{87} = \% 6,00$;

$$f_{RD19} = \frac{V_{85_{19}}^2}{127 \cdot R_{87}} - e_{87} = \frac{68,20^2}{127 \cdot 100} - 0,060 = 0,306$$

20 Numaralı Eleman (Teğet 88)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD20} = 0$ alınır.

21 Numaralı Eleman (Kurp 88)

$V_{8521} = 44,44$ km/sa, $R_{88}=44$ m, $e_{88} = \% 6,00$;

$$f_{RD21} = \frac{V_{8521}^2}{127 \cdot R_{88}} - e_{88} = \frac{44,44^2}{127 \cdot 44} - 0,060 = 0,293$$

22 Numaralı Eleman (Teğet 89)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD22} = 0$ alınır.

23 Numaralı Eleman (Kurp 89/A)

$V_{8523} = 51,16$ km/sa, $R_{89/A}=50$ m, $e_{89/A} = \% 6,00$;

$$f_{RD23} = \frac{V_{8523}^2}{127 \cdot R_{89/A}} - e_{89/A} = \frac{51,16^2}{127 \cdot 50} - 0,060 = 0,352$$

24 Numaralı Eleman (Kurp 89/B)

$V_{8524} = 51,16$ km/sa, $R_{89/B}=50$ m, $e_{89/B} = \% 6,00$;

$$f_{RD24} = \frac{V_{8524}^2}{127 \cdot R_{89/B}} - e_{89/B} = \frac{51,16^2}{127 \cdot 50} - 0,060 = 0,352$$

25 Numaralı Eleman (Teğet 90)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD25} = 0$ alınır.

26 Numaralı Eleman (Kurp 90/A)

$V_{8526} = 53,22$ km/sa, $R_{90/A}=55$ m, $e_{90/A} = \% 6,00$;

$$f_{RD26} = \frac{V_{8526}^2}{127 \cdot R_{90/A}} - e_{90/A} = \frac{53,22^2}{127 \cdot 55} - 0,060 = 0,346$$

27 Numaralı Eleman (Kurp 90/B)

$V_{8527} = 53,22$ km/sa, $R_{90/B}=55$ m, $e_{90/B} = \% 6,00$;

$$f_{RD27} = \frac{V_{8527}^2}{127 \cdot R_{90/B}} - e_{90/B} = \frac{53,22^2}{127 \cdot 55} - 0,060 = 0,346$$

28 Numaralı Eleman (Teğet 91)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{28}} = 0$ alınır.

29 Numaralı Eleman (Kurp 91)

$V_{85_{29}} = 51,16$ km/sa, $R_{91}=50$ m, $e_{91} = \% 6,00$;

$$f_{RD_{29}} = \frac{V_{85_{29}}^2}{127 \cdot R_{91}} - e_{91} = \frac{51,16^2}{127 \cdot 50} - 0,060 = 0,352$$

30 Numaralı Eleman (Teğet 92)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{30}} = 0$ alınır.

31 Numaralı Eleman (Kurp 92)

$V_{85_{31}} = 55,04$ km/sa, $R_{92}=60$ m, $e_{92} = \% 6,00$;

$$f_{RD_{31}} = \frac{V_{85_{31}}^2}{127 \cdot R_{92}} - e_{92} = \frac{55,04^2}{127 \cdot 60} - 0,060 = 0,338$$

32 Numaralı Eleman (Teğet 93)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{32}} = 0$ alınır.

33 Numaralı Eleman (Kurp 93)

$V_{85_{33}} = 70,57$ km/sa, $R_{93}=150$ m, $e_{93} = \%4,40$;

$$f_{RD_{33}} = \frac{V_{85_{33}}^2}{127 \cdot R_{93}} - e_{93} = \frac{70,57^2}{127 \cdot 150} - 0,044 = 0,217$$

34 Numaralı Eleman (Teğet 94)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{34}} = 0$ alınır.

35 Numaralı Eleman (Kurp 94)

$V_{85_{35}} = 70,57$ km/sa, $R_{94}=150$ m, $e_{94} = \%4,40$;

$$f_{RD_{35}} = \frac{V_{85_{35}}^2}{127 \cdot R_{94}} - e_{94} = \frac{70,57^2}{127 \cdot 150} - 0,044 = 0,217$$

36 Numaralı Eleman (Teğet 95)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{36}} = 0$ alınır.

37 Numaralı Eleman (Kurp 95)

$$V_{85_{37}} = 66,10 \text{ km/sa}, R_{95}=110 \text{ m}, e_{95} = \% 6,00;$$

$$f_{RD_{37}} = \frac{V_{85_{37}}^2}{127 \cdot R_{95}} - e_{95} = \frac{66,10^2}{127 \cdot 110} - 0,060 = 0,253$$

38 Numaralı Eleman (Teğet 96)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{38}} = 0$ alınır.

39 Numaralı Eleman (Kurp 96)

$$V_{85_{39}} = 70,57 \text{ km/sa}, R_{96}=150 \text{ m}, e_{96} = \% 6,00;$$

$$f_{RD_{39}} = \frac{V_{85_{39}}^2}{127 \cdot R_{96}} - e_{96} = \frac{70,57^2}{127 \cdot 150} - 0,060 = 0,201$$

40 Numaralı Eleman (Teğet 97)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{40}} = 0$ alınır.

41 Numaralı Eleman (Kurp 97)

$$V_{85_{41}} = 70,57 \text{ km/sa}, R_{97}=150 \text{ m}, e_{97} = \% 6,00;$$

$$f_{RD_{41}} = \frac{V_{85_{41}}^2}{127 \cdot R_{97}} - e_{97} = \frac{70,57^2}{127 \cdot 150} - 0,060 = 0,201$$

42 Numaralı Eleman (Teğet 98)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{42}} = 0$ alınır.

43 Numaralı Eleman (Kurp 98)

$$V_{85_{43}} = 64,56 \text{ km/sa}, R_{98}=100 \text{ m}, e_{98} = \% 6,00;$$

$$f_{RD_{43}} = \frac{V_{85_{43}}^2}{127 \cdot R_{98}} - e_{98} = \frac{64,56^2}{127 \cdot 100} - 0,060 = 0,268$$

44 Numaralı Eleman (Teğet 99)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{44}} = 0$ alınır.

45 Numaralı Eleman (Kurp 99)

$$V_{85_{45}} = 83,35 \text{ km/sa}, R_{99}=1000 \text{ m}, e_{99} = \% 2,10;$$

$$f_{RD_{45}} = \frac{V_{85_{45}}^2}{127 \cdot R_{99}} - e_{99} = \frac{83,35^2}{127 \cdot 1000} - 0,021 = 0,034$$

46 Numaralı Eleman Teğet (100)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD46} = 0$ alınır.

47 Numaralı Eleman (Kurp 100)

$V_{8547} = 70,57$ km/sa, $R_{100}=150$ m, $e_{100} = \% 6,00$;

$$f_{RD47} = \frac{V_{8547}^2}{127 \cdot R_{100}} - e_{100} = \frac{70,57^2}{127 \cdot 150} - 0,060 = 0,201$$

48 Numaralı Eleman (Teğet 101)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD48} = 0$ alınır.

49 Numaralı Eleman (Kurp 101)

$V_{8549} = 100,87$ km/sa, $R_{101}=300$ m, $e_{101} = \% 4,60$;

$$f_{RD49} = \frac{V_{8549}^2}{127 \cdot R_{101}} - e_{101} = \frac{100,87^2}{127 \cdot 300} - 0,046 = 0,221$$

50 Numaralı Eleman (Teğet 102)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD50} = 0$ alınır.

51 Numaralı Eleman (Kurp 102)

$V_{8551} = 78,77$ km/sa, $R_{102}=150$ m, $e_{102} = \% 6,00$;

$$f_{RD51} = \frac{V_{8551}^2}{127 \cdot R_{102}} - e_{102} = \frac{78,77^2}{127 \cdot 150} - 0,060 = 0,266$$

52 Numaralı Eleman (Teğet 103)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD52} = 0$ alınır.

53 Numaralı Eleman (Kurp 103)

$V_{8553} = 83,35$ km/sa, $R_{103}=1000$ m, $e_{103} = \% 2,10$;

$$f_{RD53} = \frac{V_{8553}^2}{127 \cdot R_{103}} - e_{103} = \frac{83,35^2}{127 \cdot 1000} - 0,021 = 0,034$$

54 Numaralı Eleman (Teğet 104)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD54} = 0$ alınır.

55 Numaralı Eleman (Kurp 104)

$V_{85_{55}} = 94,51 \text{ km/sa}$, $R_{104}=400 \text{ m}$, $e_{104} = \% 4,00$;

$$f_{RD55} = \frac{V_{85_{55}}^2}{127 \cdot R_{104}} - e_{104} = \frac{94,51^2}{127 \cdot 400} - 0,040 = 0,136$$

56 Numaralı Eleman (Teğet 105)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{56}} = 0$ alınır.

57 Numaralı Eleman (Kurp 105)

$V_{85_{57}} = 84,73 \text{ km/sa}$, $R_{105}=200 \text{ m}$, $e_{105} = \% 5,50$;

$$f_{RD57} = \frac{V_{85_{57}}^2}{127 \cdot R_{105}} - e_{105} = \frac{84,73^2}{127 \cdot 200} - 0,055 = 0,228$$

58 Numaralı Eleman (Teğet 106)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{58}} = 0$ alınır.

59 Numaralı Eleman (Kurp 106)

$V_{85_{59}} = 68,20 \text{ km/sa}$, $R_{106}=100 \text{ m}$, $e_{106} = \% 6,00$;

$$f_{RD59} = \frac{V_{85_{59}}^2}{127 \cdot R_{106}} - e_{106} = \frac{68,20^2}{127 \cdot 100} - 0,060 = 0,306$$

60 Numaralı Eleman (Teğet 107)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{60}} = 0$ alınır.

61 Numaralı Eleman (Kurp 107)

$V_{85_{61}} = 64,56 \text{ km/sa}$, $R_{107}=100 \text{ m}$, $e_{107} = \% 6,00$;

$$f_{RD61} = \frac{V_{85_{61}}^2}{127 \cdot R_{107}} - e_{107} = \frac{64,56^2}{127 \cdot 100} - 0,060 = 0,268$$

62 Numaralı Eleman (Teğet 108)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{62}} = 0$ alınır.

63 Numaralı Eleman (Kurp 108)

$V_{85_{63}} = 80,83 \text{ km/sa}$, $R_{108}=500 \text{ m}$, $e_{108} = \% 3,50$;

$$f_{RD63} = \frac{V_{85_{63}}^2}{127 \cdot R_{108}} - e_{108} = \frac{80,83^2}{127 \cdot 500} - 0,035 = 0,068$$

64 Numaralı Eleman (Teğet 109)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD64} = 0$ alınır.

65 Numaralı Eleman (Kurp 109)

$V_{85_{65}} = 83,35$ km/sa, $R_{109} = 1000$ m, $e_{109} = \%2,10$;

$$f_{RD65} = \frac{V_{85_{65}}^2}{127 \cdot R_{109}} - e_{109} = \frac{83,35^2}{127 \cdot 1000} - 0,021 = 0,034$$

66 Numaralı Eleman (Teğet 110)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD66} = 0$ alınır.

67 Numaralı Eleman (Kurp 110)

$V_{85_{67}} = 64,56$ km/sa, $R_{110} = 100$ m, $e_{110} = \% 6,00$;

$$f_{RD67} = \frac{V_{85_{67}}^2}{127 \cdot R_{110}} - e_{110} = \frac{64,56^2}{127 \cdot 100} - 0,060 = 0,268$$

68 Numaralı Eleman (Teğet 111)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD68} = 0$ alınır.

69 Numaralı Eleman (Kurp 111)

$V_{85_{69}} = 70,57$ km/sa, $R_{111} = 150$ m, $e_{111} = \% 6,00$;

$$f_{RD69} = \frac{V_{85_{69}}^2}{127 \cdot R_{111}} - e_{111} = \frac{70,57^2}{127 \cdot 150} - 0,060 = 0,201$$

70 Numaralı Eleman (Teğet 112)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD70} = 0$ alınır.

71 Numaralı Eleman (Kurp 112)

$V_{85_{71}} = 64,56$ km/sa, $R_{112} = 100$ m, $e_{112} = \% 6,00$;

$$f_{RD71} = \frac{V_{85_{71}}^2}{127 \cdot R_{112}} - e_{112} = \frac{64,56^2}{127 \cdot 100} - 0,060 = 0,268$$

72 Numaralı Eleman (Teğet 113)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD72} = 0$ alınır.

73 Numaralı Eleman (Kurp 113)

$V_{8573} = 68,61$ km/sa, $R_{113}=130$ m, $e_{113} = \% 6,00$;

$$f_{RD73} = \frac{V_{8573}^2}{127 \cdot R_{113}} - e_{113} = \frac{68,61^2}{127 \cdot 130} - 0,060 = 0,225$$

74 Numaralı Eleman (Teğet 114)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD74} = 0$ alınır.

75 Numaralı Eleman (Kurp 114)

$V_{8575} = 78,77$ km/sa, $R_{114}=150$ m, $e_{114} = \% 6,00$;

$$f_{RD75} = \frac{V_{8575}^2}{127 \cdot R_{114}} - e_{114} = \frac{78,77^2}{127 \cdot 150} - 0,060 = 0,266$$

76 Numaralı Eleman (Teğet 115)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD76} = 0$ alınır.

77 Numaralı Eleman (Kurp 115)

$V_{8577} = 84,73$ km/sa, $R_{115}=200$ m, $e_{115} = \% 6,00$;

$$f_{RD77} = \frac{V_{8577}^2}{127 \cdot R_{115}} - e_{115} = \frac{84,73^2}{127 \cdot 200} - 0,060 = 0,223$$

78 Numaralı Eleman (Teğet 116)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD78} = 0$ alınır.

79 Numaralı Eleman (Kurp 116)

$V_{8579} = 91,14$ km/sa, $R_{116}=300$ m, $e_{116} = \% 5,40$;

$$f_{RD79} = \frac{V_{8579}^2}{127 \cdot R_{116}} - e_{116} = \frac{91,14^2}{127 \cdot 300} - 0,054 = 0,164$$

80 Numaralı Eleman (Teğet 117)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD80} = 0$ alınır.

81 Numaralı Eleman (Kurp 117)

$V_{85_{81}} = 96,59 \text{ km/sa}$, $R_{117}=500 \text{ m}$, $e_{117} = \% 4,20$;

$$f_{RD81} = \frac{V_{85_{81}}^2}{127 \cdot R_{117}} - e_{117} = \frac{96,59^2}{127 \cdot 500} - 0,042 = 0,105$$

82 Numaralı Eleman (Teğet 118)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{82}} = 0$ alınır.

83 Numaralı Eleman (Kurp 118)

$V_{85_{83}} = 84,73 \text{ km/sa}$, $R_{118}=200 \text{ m}$, $e_{118} = \% 6,00$;

$$f_{RD83} = \frac{V_{85_{83}}^2}{127 \cdot R_{118}} - e_{118} = \frac{84,73^2}{127 \cdot 200} - 0,060 = 0,223$$

84 Numaralı Eleman (Teğet 119)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{84}} = 0$ alınır.

85 Numaralı Eleman (Kurp 119)

$V_{85_{85}} = 91,14 \text{ km/sa}$, $R_{119}=300 \text{ m}$, $e_{119} = \% 5,40$;

$$f_{RD85} = \frac{V_{85_{85}}^2}{127 \cdot R_{119}} - e_{119} = \frac{91,14^2}{127 \cdot 300} - 0,054 = 0,164$$

86 Numaralı Eleman (Teğet 120)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{86}} = 0$ alınır.

87 Numaralı Eleman (Kurp 120)

$V_{85_{87}} = 84,73 \text{ km/sa}$, $R_{120}=200 \text{ m}$, $e_{120} = \% 6,00$;

$$f_{RD87} = \frac{V_{85_{87}}^2}{127 \cdot R_{120}} - e_{120} = \frac{84,73^2}{127 \cdot 200} - 0,060 = 0,223$$

88 Numaralı Eleman (Teğet 121)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{88}} = 0$ alınır.

89 Numaralı Eleman (Kurp 121)

$V_{85_{89}} = 100,87 \text{ km/sa}$, $R_{121}=1000 \text{ m}$, $e_{121} = \% 2,60$;

$$f_{RD89} = \frac{V_{85_{89}}^2}{127 \cdot R_{121}} - e_{121} = \frac{100,87^2}{127 \cdot 1000} - 0,026 = 0,054$$

90 Numaralı Eleman (Teğet 122)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD90} = 0$ alınır.

91 Numaralı Eleman (Kurp 122)

$V_{8591} = 103,07$ km/sa, $R_{122}=2000$ m, $e_{122} = \% 2,00$;

$$f_{RD91} = \frac{V_{8591}^2}{127 \cdot R_{122}} - e_{122} = \frac{103,07^2}{127 \cdot 2000} - 0,020 = 0,022$$

92 Numaralı Eleman (Teğet 123)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD92} = 0$ alınır.

93 Numaralı Eleman (Kurp 123)

$V_{8593} = 103,07$ km/sa, $R_{123}=2000$ m, $e_{123} = \% 2,00$;

$$f_{RD93} = \frac{V_{8593}^2}{127 \cdot R_{123}} - e_{123} = \frac{103,07^2}{127 \cdot 2000} - 0,020 = 0,022$$

94 Numaralı Eleman (Teğet 124)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD94} = 0$ alınır.

95 Numaralı Eleman (Kurp 124)

$V_{8595} = 103,07$ km/sa, $R_{124}=2000$ m, $e_{124} = \% 2,00$;

$$f_{RD95} = \frac{V_{8595}^2}{127 \cdot R_{124}} - e_{124} = \frac{103,07^2}{127 \cdot 2000} - 0,020 = 0,022$$

96 Numaralı Eleman (Teğet 125)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD96} = 0$ alınır.

97 Numaralı Eleman (Kurp 125)

$V_{8597} = 100,87$ km/sa, $R_{125}=1000$ m, $e_{125} = \% 2,60$;

$$f_{RD97} = \frac{V_{8597}^2}{127 \cdot R_{125}} - e_{125} = \frac{100,87^2}{127 \cdot 1000} - 0,026 = 0,054$$

98 Numaralı Eleman (Teğet 126)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD98} = 0$ alınır.

99 Numaralı Eleman (Kurp 126)

$V_{85_{99}} = 78,77 \text{ km/sa}$, $R_{126}=150 \text{ m}$, $e_{126} = \% 6,00$;

$$f_{RD_{99}} = \frac{V_{85_{99}}^2}{127 \cdot R_{126}} - e_{126} = \frac{78,77^2}{127 \cdot 150} - 0,060 = 0,266$$

100 Numaralı Eleman (Teğet 127)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{100}} = 0$ alınır.

101 Numaralı Eleman (Kurp 127)

$V_{85_{101}} = 94,51 \text{ km/sa}$, $R_{127}=400 \text{ m}$, $e_{127} = \%4,70$;

$$f_{RD_{101}} = \frac{V_{85_{101}}^2}{127 \cdot R_{127}} - e_{127} = \frac{94,51^2}{127 \cdot 400} - 0,047 = 0,129$$

102 Numaralı Eleman (Teğet 128)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{102}} = 0$ alınır.

103 Numaralı Eleman (Kurp 128)

$V_{85_{103}} = 91,14 \text{ km/sa}$, $R_{128}=300 \text{ m}$, $e_{128} = \%5,40$;

$$f_{RD_{103}} = \frac{V_{85_{103}}^2}{127 \cdot R_{128}} - e_{128} = \frac{91,14^2}{127 \cdot 300} - 0,054 = 0,164$$

104 Numaralı Eleman (Teğet 129)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{104}} = 0$ alınır.

105 Numaralı Eleman (Kurp 129)

$V_{85_{105}} = 100,87 \text{ km/sa}$, $R_{129}=1000 \text{ m}$, $e_{129} = \% 2,60$;

$$f_{RD_{105}} = \frac{V_{85_{105}}^2}{127 \cdot R_{129}} - e_{129} = \frac{100,87^2}{127 \cdot 1000} - 0,026 = 0,054$$

106 Numaralı Eleman (Teğet 130)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{106}} = 0$ alınır.

107 Numaralı Eleman (Kurp 130)

$V_{85_{107}} = 100,87 \text{ km/sa}$, $R_{130}=1000 \text{ m}$, $e_{130} = \% 2,60$;

$$f_{RD107} = \frac{V_{85_{107}}^2}{127 * R_{130}} - e_{130} = \frac{100,87^2}{127 * 1000} - 0,026 = 0,054$$

108 Numaralı Eleman (Teğet 131)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{108}} = 0$ alınır.

109 Numaralı Eleman (Kurp 131)

$V_{85_{109}} = 91,14$ km/sa, $R_{131} = 300$ m, $e_{131} = \% 5,40$;

$$f_{RD109} = \frac{V_{85_{109}}^2}{127 * R_{131}} - e_{131} = \frac{91,14^2}{127 * 300} - 0,054 = 0,164$$

110 Numaralı Eleman (Teğet 132)

$R = \infty \rightarrow$ Teğet üzerinde merkezkaç etkisi olmadığı için $f_{RD_{110}} = 0$ alınır.

111 Numaralı Eleman (Kurp 132)

$V_{85_{111}} = 68,20$ km/sa, $R_{132} = 100$ m, $e_{132} = \% 6,00$;

$$f_{RD111} = \frac{V_{85_{111}}^2}{127 * R_{132}} - e_{132} = \frac{68,20^2}{127 * 100} - 0,060 = 0,306$$

Çizelge 6.7: Güvenlik kriteri değerlendirmesi için gerekli olan parametreler (Örnek II).

Tasarım Elemanı	Dairesel Kurbanın Eğrilik Değişim Oranı (gon/km)	%85'lik Dilim İçindeki Hız (km/sa)	Gereken, Gerçek Yanal Sürtünme
1 Numaralı Eleman (Kurp 78)	1061,67	55	0,338
2 Numaralı Eleman (Teğet 79)	0	B.O.T.	0
3 Numaralı Eleman (Kurp 79)	530,83	67	0,238
4 Numaralı Eleman (Teğet 80)	0	92	0
5 Numaralı Eleman (Kurp 80)	637,00	68	0,306
6 Numaralı Eleman (Teğet 81)	0	72	0
7 Numaralı Eleman (Kurp 81)	637,00	68	0,306
8 Numaralı Eleman (Teğet 82)	0	86	0
9 Numaralı Eleman (Kurp 82)	637,00	65	0,268
10 Numaralı Eleman (Teğet 83)	0	70	0
11 Numaralı Eleman (Kurp 83)	637,00	65	0,268
12 Numaralı Eleman (Teğet 84)	0	68	0
13 Numaralı Eleman (Kurp 84)	1061,67	55	0,338
14 Numaralı Eleman (Teğet 85)	0	69	0
15 Numaralı Eleman (Kurp 85)	796,25	61	0,302
16 Numaralı Eleman (Teğet 86)	0	63	0
17 Numaralı Eleman (Kurp 86)	796,25	62	0,312
18 Numaralı Eleman (Teğet 87)	0	74	0
19 Numaralı Eleman (Kurp 87)	637,00	68	0,306
20 Numaralı Eleman (Teğet 88)	0	B.O.T.	0
21 Numaralı Eleman (Kurp 88)	1447,73	44	0,293
22 Numaralı Eleman (Teğet 89)	0	63	0
23 Numaralı Eleman (Kurp 89/A)	1247,00	51	0,352
24 Numaralı Eleman (Kurp 89/B)	1247,00	51	0,352
25 Numaralı Eleman (Teğet 90)	0	65	0
26 Numaralı Eleman (Kurp 90/A)	1158,18	53	0,346
27 Numaralı Eleman (Kurp 90/B)	1158,18	53	0,346
28 Numaralı Eleman (Teğet 91)	0	64	0
29 Numaralı Eleman (Kurp 91)	1247,00	51	0,352
30 Numaralı Eleman (Teğet 92)	0	65	0
31 Numaralı Eleman (Kurp 92)	1061,67	55	0,338
32 Numaralı Eleman (Teğet 93)	0	73	0
33 Numaralı Eleman (Kurp 93)	424,67	71	0,217
34 Numaralı Eleman (Teğet 94)	0	74	0
35 Numaralı Eleman (Kurp 94)	424,67	71	0,217
36 Numaralı Eleman (Teğet 95)	0	82	0
37 Numaralı Eleman (Kurp 95)	579,09	66	0,253
38 Numaralı Eleman (Teğet 96)	0	78	0
39 Numaralı Eleman (Kurp 96)	424,67	71	0,201
40 Numaralı Eleman (Teğet 97)	0	76	0
41 Numaralı Eleman (Kurp 97)	424,67	71	0,201
B.O.T.: Bağımsız olmayan teğet			

Çizelge 6.7: (devam) Güvenlik kriteri değerlendirmesi için gerekli olan parametreler (Örnek II).

Tasarım Elemanı	Dairesel Kurbanın Eğrilik Değişim Oranı (gon/km)	%85'lik Dilim İçindeki Hız (km/sa)	Gereken, Gerçek Yanal Sürtünme
42 Numaralı Eleman (Teğet 98)	0	75	0
43 Numaralı Eleman (Kurp 98)	637,00	65	0,268
44 Numaralı Eleman (Teğet 99)	0	B.O.T.	0
45 Numaralı Eleman (Kurp 99)	63,70	83	0,034
46 Numaralı Eleman Teğet (100)	0	B.O.T.	0
47 Numaralı Eleman (Kurp 100)	424,67	71	0,201
48 Numaralı Eleman (Teğet 101)	0	B.O.T.	0
49 Numaralı Eleman (Kurp 101)	212,33	101	0,221
50 Numaralı Eleman (Teğet 102)	0	B.O.T.	0
51 Numaralı Eleman (Kurp 102)	424,67	79	0,266
52 Numaralı Eleman (Teğet 103)	0	105	0
53 Numaralı Eleman (Kurp 103)	63,70	83	0,034
54 Numaralı Eleman (Teğet 104)	0	105	0
55 Numaralı Eleman (Kurp 104)	159,25	95	0,136
56 Numaralı Eleman (Teğet 105)	0	102	0
57 Numaralı Eleman (Kurp 105)	318,50	85	0,228
58 Numaralı Eleman (Teğet 106)	0	B.O.T.	0
59 Numaralı Eleman (Kurp 106)	637,00	68	0,306
60 Numaralı Eleman (Teğet 107)	0	84	0
61 Numaralı Eleman (Kurp 107)	637,00	65	0,268
62 Numaralı Eleman (Teğet 108)	0	85	0
63 Numaralı Eleman (Kurp 108)	127,40	81	0,068
64 Numaralı Eleman (Teğet 109)	0	86	0
65 Numaralı Eleman (Kurp 109)	63,70	83	0,034
66 Numaralı Eleman (Teğet 110)	0	B.O.T.	0
67 Numaralı Eleman (Kurp 110)	637,00	65	0,268
68 Numaralı Eleman (Teğet 111)	0	71	0
69 Numaralı Eleman (Kurp 111)	424,67	71	0,201
70 Numaralı Eleman (Teğet 112)	0	75	0
71 Numaralı Eleman (Kurp 112)	637,00	65	0,268
72 Numaralı Eleman (Teğet 113)	0	77	0
73 Numaralı Eleman (Kurp 113)	490,00	69	0,225
74 Numaralı Eleman (Teğet 114)	0	95	0
75 Numaralı Eleman (Kurp 114)	424,67	79	0,266
76 Numaralı Eleman (Teğet 115)	0	98	0
77 Numaralı Eleman (Kurp 115)	318,50	85	0,233
78 Numaralı Eleman (Teğet 116)	0	B.O.T.	0
79 Numaralı Eleman (Kurp 116)	212,33	91	0,164
80 Numaralı Eleman (Teğet 117)	0	B.O.T.	0
81 Numaralı Eleman (Kurp 117)	127,40	97	0,105
82 Numaralı Eleman (Teğet 118)	0	105	0
B.O.T.: Bağımsız olmayan teğet			

Çizelge 6.7: (devam) Güvenlik kriteri değerlendirmesi için gerekli olan parametreler (Örnek II).

Tasarım Elemanı	Dairesel Kurbanın Eğrilik Değişim Oranı (gon/km)	%85'lik Dilim İçindeki Hız (km/sa)	Gereken, Gerçek Yanal Sürtünme
83 Numaralı Eleman (Kurp 118)	318,50	85	0,223
84 Numaralı Eleman (Teğet 119)	0	95	0
85 Numaralı Eleman (Kurp 119)	212,33	91	0,164
86 Numaralı Eleman (Teğet 120)	0	92	0
87 Numaralı Eleman (Kurp 120)	318,50	85	0,223
88 Numaralı Eleman (Teğet 121)	0	B.O.T.	0
89 Numaralı Eleman (Kurp 121)	63,70	101	0,054
90 Numaralı Eleman (Teğet 122)	0	105	0
91 Numaralı Eleman (Kurp 122)	31,85	103	0,022
92 Numaralı Eleman (Teğet 123)	0	105	0
93 Numaralı Eleman (Kurp 123)	31,85	103	0,022
94 Numaralı Eleman (Teğet 124)	0	105	0
95 Numaralı Eleman (Kurp 124)	31,85	103	0,022
96 Numaralı Eleman (Teğet 125)	0	105	0
97 Numaralı Eleman (Kurp 125)	63,70	101	0,054
98 Numaralı Eleman (Teğet 126)	0	105	0
99 Numaralı Eleman (Kurp 126)	424,67	79	0,266
100 Numaralı Eleman (Teğet 127)	0	104	0
101 Numaralı Eleman (Kurp 127)	159,25	95	0,129
102 Numaralı Eleman (Teğet 128)	0	97	0
103 Numaralı Eleman (Kurp 128)	212,33	91	0,164
104 Numaralı Eleman (Teğet 129)	0	105	0
105 Numaralı Eleman (Kurp 129)	63,70	101	0,054
106 Numaralı Eleman (Teğet 130)	0	104	0
107 Numaralı Eleman (Kurp 130)	63,70	101	0,054
108 Numaralı Eleman (Teğet 131)	0	B.O.T.	0
109 Numaralı Eleman (Kurp 131)	212,33	91	0,164
110 Numaralı Eleman (Teğet 132)	0	B.O.T.	0
111 Numaralı Eleman (Kurp 132)	637,00	68	0,306
B.O.T.: Bağımsız olmayan teğet			

6.2.2 Örnek II'ye ait güvenlik kriterleri değerlendirmesi

6.2.2.1 Güvenlik kriteri I'e göre yapılan değerlendirme (örnek II)

Çizelge 5.1'de yer alan standartlar çerçevesinde güvenlik kriteri I'e göre tasarım sınıflandırması yapılır.

İyi Tasarım $\rightarrow |V_{85_i} - V_d| \leq 10 \text{ km/sa}$

Orta Tasarım $\rightarrow 10 \text{ km/sa} < |V_{85_i} - V_d| \leq 20 \text{ km/sa}$

Kötü Tasarım $\rightarrow |V_{85_i} - V_d| > 20 \text{ km/sa}$

1 Numaralı Eleman (Kurp 78)

$$|V_{85_1} - V_d| = |55 - 73| = 18 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

2 Numaralı Eleman (Teğet 79)

2 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

3 Numaralı Eleman (Kurp 79)

$$|V_{85_3} - V_d| = |67 - 73| = 6 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

4 Numaralı Eleman (Teğet 80)

$$|V_{85_4} - V_d| = |92 - 73| = 19 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

5 Numaralı Eleman (Kurp 80)

$$|V_{85_5} - V_d| = |68 - 73| = 5 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

6 Numaralı Eleman (Teğet 81)

$$|V_{85_6} - V_d| = |72 - 73| = 1 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

7 Numaralı Eleman (Kurp 81)

$$|V_{85_7} - V_d| = |68 - 73| = 5 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

8 Numaralı Eleman (Teğet 82)

$$|V_{85_8} - V_d| = |86 - 73| = 13 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

9 Numaralı Eleman (Kurp 82)

$$|V_{85_9} - V_d| = |65 - 73| = 8 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

10 Numaralı Eleman (Teğet 83)

$$|V_{85_{10}} - V_d| = |70 - 73| = 3 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

11 Numaralı Eleman (Kurp 83)

$$|V_{85_{11}} - V_d| = |65 - 73| = 8 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

12 Numaralı Eleman (Teğet 84)

$$|V_{85_{12}} - V_d| = |68 - 73| = 5 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

13 Numaralı Eleman (Kurp 84)

$$|V_{85_{13}} - V_d| = |55 - 73| = 18 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

14 Numaralı Eleman (Teğet 85)

$$|V_{85_{14}} - V_d| = |69 - 73| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

15 Numaralı Eleman (Kurp 85)

$$|V_{85_{15}} - V_d| = |61 - 73| = 12 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

16 Numaralı Eleman (Teğet 86)

$$|V_{85_{16}} - V_d| = |63 - 73| = 10 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

17 Numaralı Eleman (Kurp 86)

$$|V_{85_{17}} - V_d| = |62 - 73| = 11 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

18 Numaralı Eleman (Teğet 87)

$$|V_{85_{18}} - V_d| = |74 - 73| = 1 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

19 Numaralı Eleman (Kurp 87)

$$|V_{85_{19}} - V_d| = |68 - 73| = 5 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

20 Numaralı Eleman (Teğet 88)

20 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

21 Numaralı Eleman (Kurp 88)

$$|V_{85_{21}} - V_d| = |44 - 73| = 29 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

22 Numaralı Eleman (Teğet 89)

$$|V_{85_{22}} - V_d| = |63 - 73| = 10 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

23 Numaralı Eleman (Kurp 89/A)

$$|V_{85_{23}} - V_d| = |51 - 73| = 22 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

24 Numaralı Eleman (Kurp 89/B)

$$|V_{85_{24}} - V_d| = |51 - 73| = 22 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

25 Numaralı Eleman (Teğet 90)

$$|V_{85_{25}} - V_d| = |65 - 73| = 8 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

26 Numaralı Eleman (Kurp 90/A)

$$|V_{85_{26}} - V_d| = |53 - 73| = 20 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

27 Numaralı Eleman (Kurp 90/B)

$$|V_{85_{27}} - V_d| = |53 - 73| = 20 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

28 Numaralı Eleman (Teğet 91)

$$|V_{85_{28}} - V_d| = |64 - 73| = 9 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

29 Numaralı Eleman (Kurp 91)

$$|V_{85_{29}} - V_d| = |51 - 73| = 22 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

30 Numaralı Eleman (Teğet 92)

$$|V_{85_{30}} - V_d| = |65 - 73| = 8 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

31 Numaralı Eleman (Kurp 92)

$$|V_{85_{31}} - V_d| = |55 - 73| = 18 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

32 Numaralı Eleman (Teğet 93)

$$|V_{85_{32}} - V_d| = |73 - 73| = 0 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

33 Numaralı Eleman (Kurp 93)

$$|V_{85_{33}} - V_d| = |71 - 73| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

34 Numaralı Eleman (Teğet 94)

$$|V_{85_{34}} - V_d| = |74 - 73| = 1 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

35 Numaralı Eleman (Kurp 94)

$$|V_{85_{35}} - V_d| = |71 - 73| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

36 Numaralı Eleman (Teğet 95)

$$|V_{85_{36}} - V_d| = |82 - 73| = 9 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

37 Numaralı Eleman (Kurp 95)

$$|V_{85_{37}} - V_d| = |66 - 73| = 7 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

38 Numaralı Eleman (Teğet 96)

$$|V_{85_{38}} - V_d| = |78 - 73| = 5 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

39 Numaralı Eleman (Kurp 96)

$$|V_{85_{39}} - V_d| = |71 - 73| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

40 Numaralı Eleman (Teğet 97)

$$|V_{85_{40}} - V_d| = |76 - 73| = 3 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

41 Numaralı Eleman (Kurp 97)

$$|V_{85_{41}} - V_d| = |71 - 73| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

42 Numaralı Eleman (Teğet 98)

$$|V_{85_{42}} - V_d| = |75 - 73| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

43 Numaralı Eleman (Kurp 98)

$$|V_{85_{43}} - V_d| = |65 - 73| = 8 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

44 Numaralı Eleman (Teğet 99)

44 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

45 Numaralı Eleman (Kurp 99)

$$|V_{85_{45}} - V_d| = |83 - 73| = 10 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

46 Numaralı Eleman Teğet (100)

46 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

47 Numaralı Eleman (Kurp 100)

$$|V_{85_{47}} - V_d| = |71 - 73| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

48 Numaralı Eleman (Teğet 101)

48 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

49 Numaralı Eleman (Kurp 101)

$$|V_{85_{49}} - V_d| = |101 - 73| = 28 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

50 Numaralı Eleman (Teğet 102)

50 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

51 Numaralı Eleman (Kurp 102)

$$|V_{85_{51}} - V_d| = |79 - 73| = 6 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

52 Numaralı Eleman (Teğet 103)

$$|V_{85_{52}} - V_d| = |105 - 73| = 32 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

53 Numaralı Eleman (Kurp 103)

$$|V_{85_{53}} - V_d| = |83 - 73| = 10 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

54 Numaralı Eleman (Teğet 104)

$$|V_{85_{54}} - V_d| = |105 - 73| = 32 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

55 Numaralı Eleman (Kurp 104)

$$|V_{85_{55}} - V_d| = |95 - 73| = 22 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

56 Numaralı Eleman (Teğet 105)

$$|V_{85_{56}} - V_d| = |102 - 73| = 29 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

57 Numaralı Eleman (Kurp 105)

$$|V_{85_{57}} - V_d| = |85 - 73| = 12 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

58 Numaralı Eleman (Teğet 106)

58 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

59 Numaralı Eleman (Kurp 106)

$$|V_{85_{59}} - V_d| = |68 - 73| = 5 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

60 Numaralı Eleman (Teğet 107)

$$|V_{85_{60}} - V_d| = |84 - 73| = 11 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

61 Numaralı Eleman (Kurp 107)

$$|V_{85_{61}} - V_d| = |65 - 73| = 8 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

62 Numaralı Eleman (Teğet 108)

$$|V_{85_{62}} - V_d| = |85 - 73| = 12 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

63 Numaralı Eleman (Kurp 108)

$$|V_{85_{63}} - V_d| = |81 - 73| = 8 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

64 Numaralı Eleman (Teğet 109)

$$|V_{85_{64}} - V_d| = |86 - 73| = 13 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

65 Numaralı Eleman (Kurp 109)

$$|V_{85_{65}} - V_d| = |83 - 73| = 10 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

66 Numaralı Eleman (Teğet 110)

66 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

67 Numaralı Eleman (Kurp 110)

$$|V_{85_{67}} - V_d| = |65 - 73| = 8 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

68 Numaralı Eleman (Teğet 111)

$$|V_{85_{68}} - V_d| = |71 - 73| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

69 Numaralı Eleman (Kurp 111)

$$|V_{85_{69}} - V_d| = |71 - 73| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

70 Numaralı Eleman (Teğet 112)

$$|V_{85_{70}} - V_d| = |75 - 73| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

71 Numaralı Eleman (Kurp 112)

$$|V_{85_{71}} - V_d| = |65 - 73| = 8 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

72 Numaralı Eleman (Teğet 113)

$$|V_{85_{72}} - V_d| = |77 - 73| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

73 Numaralı Eleman (Kurp 113)

$$|V_{85_{73}} - V_d| = |69 - 73| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

74 Numaralı Eleman (Teğet 114)

$$|V_{85_{74}} - V_d| = |95 - 73| = 22 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

75 Numaralı Eleman (Kurp 114)

$$|V_{85_{75}} - V_d| = |79 - 73| = 6 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

76 Numaralı Eleman (Teğet 115)

$$|V_{85_{76}} - V_d| = |98 - 73| = 25 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

77 Numaralı Eleman (Kurp 115)

$$|V_{85_{77}} - V_d| = |85 - 73| = 12 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

78 Numaralı Eleman (Teğet 116)

78 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

79 Numaralı Eleman (Kurp 116)

$$|V_{85_{79}} - V_d| = |91 - 73| = 18 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

80 Numaralı Eleman (Teğet 117)

80 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

81 Numaralı Eleman (Kurp 117)

$$|V_{85_{81}} - V_d| = |97 - 73| = 24 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

82 Numaralı Eleman (Teğet 118)

$$|V_{85_{82}} - V_d| = |105 - 73| = 32 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

83 Numaralı Eleman (Kurp 118)

$$|V_{85_{83}} - V_d| = |85 - 73| = 12 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

84 Numaralı Eleman (Teğet 119)

$$|V_{85_{84}} - V_d| = |95 - 73| = 22 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

85 Numaralı Eleman (Kurp 119)

$$|V_{85_{85}} - V_d| = |91 - 73| = 18 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

86 Numaralı Eleman (Teğet 120)

$$|V_{85_{86}} - V_d| = |92 - 73| = 19 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

87 Numaralı Eleman (Kurp 120)

$$|V_{85_{87}} - V_d| = |85 - 73| = 12 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

88 Numaralı Eleman (Teğet 121)

88 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

89 Numaralı Eleman (Kurp 121)

$$|V_{85_{89}} - V_d| = |101 - 73| = 28 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

90 Numaralı Eleman (Teğet 122)

$$|V_{85_{90}} - V_d| = |105 - 73| = 32 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

91 Numaralı Eleman (Kurp 122)

$$|V_{85_{91}} - V_d| = |103 - 73| = 30 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

92 Numaralı Eleman (Teğet 123)

$$|V_{85_{92}} - V_d| = |105 - 73| = 32 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

93 Numaralı Eleman (Kurp 123)

$$|V_{85_{93}} - V_d| = |103 - 73| = 30 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

94 Numaralı Eleman (Teğet 124)

$$|V_{85_{94}} - V_d| = |105 - 73| = 32 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

95 Numaralı Eleman (Kurp 124)

$$|V_{85_{95}} - V_d| = |103 - 73| = 30 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

96 Numaralı Eleman (Teğet 125)

$$|V_{85_{96}} - V_d| = |105 - 73| = 32 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

97 Numaralı Eleman (Kurp 125)

$$|V_{85_{97}} - V_d| = |101 - 73| = 28 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

98 Numaralı Eleman (Teğet 126)

$$|V_{85_{98}} - V_d| = |105 - 73| = 32 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

99 Numaralı Eleman (Kurp 126)

$$|V_{85_{99}} - V_d| = |79 - 73| = 6 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

100 Numaralı Eleman (Teğet 127)

$$|V_{85_{100}} - V_d| = |104 - 73| = 31 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

101 Numaralı Eleman (Kurp 127)

$$|V_{85_{101}} - V_d| = |95 - 73| = 22 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

102 Numaralı Eleman (Teğet 128)

$$|V_{85_{102}} - V_d| = |97 - 73| = 24 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

103 Numaralı Eleman (Kurp 128)

$$|V_{85_{103}} - V_d| = |91 - 73| = 18 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

104 Numaralı Eleman (Teğet 129)

$$|V_{85_{104}} - V_d| = |105 - 73| = 32 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

105 Numaralı Eleman (Kurp 129)

$$|V_{85_{105}} - V_d| = |101 - 73| = 28 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

106 Numaralı Eleman (Teğet 130)

$$|V_{85_{106}} - V_d| = |104 - 73| = 31 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

107 Numaralı Eleman (Kurp 130)

$$|V_{85_{107}} - V_d| = |101 - 73| = 28 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

108 Numaralı Eleman (Teğet 131)

108 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

109 Numaralı Eleman (Kurp 131)

$$|V_{85_{109}} - V_d| = |91 - 73| = 18 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

110 Numaralı Eleman (Teğet 132)

110 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

111 Numaralı Eleman (Kurp 132)

$$|V_{85_{111}} - V_d| = |68 - 73| = 5 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

6.2.2.2 Güvenlik kriteri II'ye göre yapılan değerlendirme (örnek II)

Çizelge 5.2'de yer alan standartlar çerçevesinde güvenlik kriteri II'ye göre tasarım sınıflandırması yapılır.

$$\text{İyi Tasarım} \rightarrow |V85_i - V85_{i+1}| \leq 10$$

$$\text{Orta Tasarım} \rightarrow 10 < |V85_i - V85_{i+1}| \leq 20$$

$$\text{Kötü Tasarım} \rightarrow |V85_i - V85_{i+1}| > 20$$

2, 20, 44, 46, 48, 50, 58, 66, 78, 80, 88, 108 ve 110 numaralı elemanlar bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden dolayı ihmal edilmiştir. Bu nedenle söz konusu bu elemanlardan önce ve sonra gelen elemanlar ardışık elemanlar olarak kabul edilmiştir.

1 ve 3 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V85_1 - V85_3| = |55 - 67| = 12 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

3 ve 4 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V85_2 - V85_3| = |67 - 92| = 25 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

4 ve 5 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V85_4 - V85_5| = |92 - 68| = 24 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

5 ve 6 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V85_5 - V85_6| = |68 - 72| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

6 ve 7 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V85_6 - V85_7| = |72 - 68| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

7 ve 8 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V85_7 - V85_8| = |68 - 86| = 18 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

8 ve 9 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V85_8 - V85_9| = |86 - 65| = 21 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

9 ve 10 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V85_9 - V85_{10}| = |65 - 70| = 5 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

10 ve 11 Numaralı Elemanlar Arası

$$|V_{85_{10}} - V_{85_{11}}| = |70 - 65| = 5 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

11 ve 12 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{11}} - V_{85_{12}}| = |65 - 68| = 3 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

12 ve 13 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{12}} - V_{85_{13}}| = |68 - 55| = 13 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

13 ve 14 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{13}} - V_{85_{14}}| = |55 - 69| = 14 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

14 ve 15 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{14}} - V_{85_{15}}| = |69 - 61| = 8 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

15 ve 16 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{15}} - V_{85_{16}}| = |61 - 63| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

16 ve 17 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{16}} - V_{85_{17}}| = |63 - 62| = 1 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

17 ve 18 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{17}} - V_{85_{18}}| = |62 - 74| = 12 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

18 ve 19 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{18}} - V_{85_{19}}| = |74 - 68| = 6 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

19 ve 21 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{19}} - V_{85_{21}}| = |68 - 44| = 24 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

21 ve 22 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{21}} - V_{85_{22}}| = |44 - 63| = 19 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

22 ve 23 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{22}} - V_{85_{23}}| = |63 - 51| = 12 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

23 ve 24 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{23}} - V_{85_{24}}| = |51 - 51| = 0 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

24 ve 25 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{24}} - V_{85_{25}}| = |51 - 65| = 14 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

25 ve 26 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{25}} - V_{85_{26}}| = |65 - 53| = 12 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

26 ve 27 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{26}} - V_{85_{27}}| = |53 - 53| = 0 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

27 ve 28 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{27}} - V_{85_{28}}| = |53 - 64| = 11 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

28 ve 29 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{28}} - V_{85_{29}}| = |64 - 51| = 13 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

29 ve 30 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{29}} - V_{85_{30}}| = |51 - 65| = 14 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

30 ve 31 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{30}} - V_{85_{31}}| = |65 - 55| = 10 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

31 ve 32 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{31}} - V_{85_{32}}| = |55 - 73| = 18 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

32 ve 33 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{32}} - V_{85_{33}}| = |73 - 71| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

33 ve 34 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{33}} - V_{85_{34}}| = |71 - 74| = 3 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

34 ve 35 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{34}} - V_{85_{35}}| = |74 - 71| = 3 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

35 ve 36 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{35}} - V_{85_{36}}| = |71 - 82| = 11 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

36 ve 37 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{36}} - V_{85_{37}}| = |82 - 66| = 16 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

37 ve 38 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{37}} - V_{85_{38}}| = |66 - 78| = 12 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

38 ve 39 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{38}} - V_{85_{39}}| = |78 - 71| = 7 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

39 ve 40 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{39}} - V_{85_{40}}| = |71 - 76| = 5 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

40 ve 41 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{40}} - V_{85_{41}}| = |76 - 71| = 5 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

41 ve 42 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{41}} - V_{85_{42}}| = |71 - 75| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

42 ve 43 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{42}} - V_{85_{43}}| = |75 - 65| = 10 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

43 ve 45 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{43}} - V_{85_{45}}| = |65 - 83| = 18 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

45 ve 47 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{45}} - V_{85_{47}}| = |83 - 71| = 12 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

47 ve 49 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{47}} - V_{85_{49}}| = |71 - 101| = 30 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

49 ve 51 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{49}} - V_{85_{51}}| = |101 - 79| = 22 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

51 ve 52 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{51}} - V_{85_{52}}| = |79 - 105| = 26 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

52 ve 53 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{52}} - V_{85_{53}}| = |105 - 83| = 22 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

53 ve 54 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{53}} - V_{85_{54}}| = |83 - 105| = 22 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

54 ve 55 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{54}} - V_{85_{55}}| = |105 - 95| = 10 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

55 ve 56 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{55}} - V_{85_{56}}| = |95 - 102| = 7 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

56 ve 57 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{56}} - V_{85_{57}}| = |102 - 85| = 17 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

57 ve 59 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{57}} - V_{85_{59}}| = |85 - 68| = 17 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

59 ve 60 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{59}} - V_{85_{60}}| = |68 - 84| = 16 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

60 ve 61 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{60}} - V_{85_{61}}| = |84 - 65| = 19 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

61 ve 62 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{61}} - V_{85_{62}}| = |65 - 85| = 20 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

62 ve 63 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{62}} - V_{85_{63}}| = |85 - 81| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

63 ve 64 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{63}} - V_{85_{64}}| = |81 - 86| = 5 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

64 ve 65 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{64}} - V_{85_{65}}| = |86 - 83| = 3 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

65 ve 67 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{65}} - V_{85_{67}}| = |83 - 65| = 18 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

67 ve 68 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{67}} - V_{85_{68}}| = |65 - 71| = 6 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

68 ve 69 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{68}} - V_{85_{69}}| = |71 - 71| = 0 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

69 ve 70 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{69}} - V_{85_{70}}| = |71 - 75| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

70 ve 71 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{70}} - V_{85_{71}}| = |75 - 65| = 10 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

71 ve 72 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{71}} - V_{85_{72}}| = |65 - 77| = 12 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

72 ve 73 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{72}} - V_{85_{73}}| = |77 - 69| = 8 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

73 ve 74 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{73}} - V_{85_{74}}| = |69 - 95| = 26 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

74 ve 75 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{74}} - V_{85_{75}}| = |95 - 79| = 16 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

75 ve 76 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{75}} - V_{85_{76}}| = |79 - 98| = 19 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

76 ve 77 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{76}} - V_{85_{77}}| = |98 - 85| = 13 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

77 ve 79 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{77}} - V_{85_{79}}| = |85 - 91| = 6 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

79 ve 81 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{79}} - V_{85_{81}}| = |91 - 97| = 6 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

81 ve 82 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{81}} - V_{85_{82}}| = |97 - 105| = 8 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

82 ve 83 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{82}} - V_{85_{83}}| = |105 - 85| = 20 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

83 ve 84 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{83}} - V_{85_{84}}| = |85 - 95| = 10 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

84 ve 85 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{84} - V_{85}| = |95 - 91| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

85 ve 86 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85} - V_{86}| = |91 - 92| = 1 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

86 ve 87 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{86} - V_{87}| = |92 - 85| = 7 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

87 ve 89 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{87} - V_{89}| = |85 - 101| = 16 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

89 ve 90 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{89} - V_{90}| = |101 - 105| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

90 ve 91 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{90} - V_{91}| = |105 - 103| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

91 ve 92 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{91} - V_{92}| = |103 - 105| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

92 ve 93 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{92} - V_{93}| = |105 - 103| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

93 ve 94 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{93} - V_{94}| = |103 - 105| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

94 ve 95 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{94} - V_{95}| = |105 - 103| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

95 ve 96 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{95} - V_{96}| = |103 - 105| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

96 ve 97 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{96} - V_{97}| = |105 - 101| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

97 ve 98 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{97} - V_{98}| = |101 - 105| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

98 ve 99 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{98}} - V_{85_{99}}| = |105 - 79| = 26 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

99 ve 100 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{99}} - V_{85_{100}}| = |79 - 104| = 25 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

100 ve 101 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{100}} - V_{85_{101}}| = |104 - 95| = 9 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

101 ve 102 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{101}} - V_{85_{102}}| = |95 - 97| = 2 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

102 ve 103 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{102}} - V_{85_{103}}| = |97 - 91| = 6 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

103 ve 104 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{103}} - V_{85_{104}}| = |91 - 105| = 14 \text{ km/sa (orta tasarım)}$$

104 ve 105 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{104}} - V_{85_{105}}| = |105 - 101| = 4 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

105 ve 106 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{105}} - V_{85_{106}}| = |101 - 104| = 3 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

106 ve 107 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{106}} - V_{85_{107}}| = |104 - 101| = 3 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

107 ve 109 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{107}} - V_{85_{109}}| = |101 - 91| = 10 \text{ km/sa (iyi tasarım)}$$

109 ve 111 Numaralı Ele manlar Arası

$$|V_{85_{109}} - V_{85_{111}}| = |91 - 68| = 23 \text{ km/sa (kötü tasarım)}$$

6.2.2.3 Güvenlik kriteri III'e göre yapılan değerlendirme (örnek II)

Çizelge 5.4'de yer alan standartlar çerçevesinde güvenlik kriteri III'e göre tasarım sınıflandırması yapılır.

$$\text{İyi Tasarım} \rightarrow f_{RA} - f_{RD} \geq + 0,01$$

$$\text{Orta Tasarım} \rightarrow - 0,04 \leq f_{RA} - f_{RD} < + 0,01$$

Kötü Tasarım $\rightarrow f_{RA} - f_{RD} < -0,04$

1 Numaralı Eleman (Kurp 78)

$$f_{RA} - f_{RD_1} = 0,176 - 0,338 = -0,162 \text{ (kötü tasarım)}$$

3 Numaralı Eleman (Kurp 79)

$$f_{RA} - f_{RD_3} = 0,176 - 0,238 = -0,062 \text{ (kötü tasarım)}$$

5 Numaralı Eleman (Kurp 80)

$$f_{RA} - f_{RD_5} = 0,176 - 0,306 = -0,130 \text{ (kötü tasarım)}$$

7 Numaralı Eleman (Kurp 81)

$$f_{RA} - f_{RD_7} = 0,176 - 0,306 = -0,130 \text{ (kötü tasarım)}$$

9 Numaralı Eleman (Kurp 82)

$$f_{RA} - f_{RD_9} = 0,176 - 0,268 = -0,092 \text{ (kötü tasarım)}$$

11 Numaralı Eleman (Kurp 83)

$$f_{RA} - f_{RD_{11}} = 0,176 - 0,268 = -0,092 \text{ (kötü tasarım)}$$

13 Numaralı Eleman (Kurp 84)

$$f_{RA} - f_{RD_{13}} = 0,176 - 0,338 = -0,162 \text{ (kötü tasarım)}$$

15 Numaralı Eleman (Kurp 85)

$$f_{RA} - f_{RD_{15}} = 0,176 - 0,302 = -0,126 \text{ (kötü tasarım)}$$

17 Numaralı Eleman (Kurp 86)

$$f_{RA} - f_{RD_{17}} = 0,176 - 0,312 = -0,136 \text{ (kötü tasarım)}$$

19 Numaralı Eleman (Kurp 87)

$$f_{RA} - f_{RD_{19}} = 0,176 - 0,306 = -0,130 \text{ (kötü tasarım)}$$

21 Numaralı Eleman (Kurp 88)

$$f_{RA} - f_{RD_{21}} = 0,176 - 0,293 = -0,117 \text{ (kötü tasarım)}$$

23 Numaralı Eleman (Kurp 89/A)

$$f_{RA} - f_{RD_{23}} = 0,176 - 0,352 = -0,176 \text{ (kötü tasarım)}$$

24 Numaralı Eleman (Kurp 89/B)

$$f_{RA} - f_{RD_{24}} = 0,176 - 0,352 = -0,176 \text{ (kötü tasarım)}$$

26 Numaralı Eleman (Kurp 90/A)

$$f_{RA} - f_{RD_{26}} = 0,176 - 0,346 = -0,170 \text{ (kötü tasarım)}$$

27 Numaralı Eleman (Kurp 90/B)

$$f_{RA} - f_{RD_{27}} = 0,176 - 0,346 = -0,170 \text{ (kötü tasarım)}$$

29 Numaralı Eleman (Kurp 91)

$$f_{RA} - f_{RD_{29}} = 0,176 - 0,352 = -0,176 \text{ (kötü tasarım)}$$

31 Numaralı Eleman (Kurp 92)

$$f_{RA} - f_{RD_{31}} = 0,176 - 0,338 = -0,162 \text{ (kötü tasarım)}$$

33 Numaralı Eleman (Kurp 93)

$$f_{RA} - f_{RD_{33}} = 0,176 - 0,217 = -0,041 \text{ (kötü tasarım)}$$

35 Numaralı Eleman (Kurp 94)

$$f_{RA} - f_{RD_{35}} = 0,176 - 0,217 = -0,041 \text{ (kötü tasarım)}$$

37 Numaralı Eleman (Kurp 95)

$$f_{RA} - f_{RD_{37}} = 0,176 - 0,253 = -0,077 \text{ (kötü tasarım)}$$

39 Numaralı Eleman (Kurp 96)

$$f_{RA} - f_{RD_{39}} = 0,176 - 0,201 = -0,025 \text{ (orta tasarım)}$$

41 Numaralı Eleman (Kurp 97)

$$f_{RA} - f_{RD_{41}} = 0,176 - 0,201 = -0,025 \text{ (orta tasarım)}$$

43 Numaralı Eleman (Kurp 98)

$$f_{RA} - f_{RD_{43}} = 0,176 - 0,268 = -0,092 \text{ (kötü tasarım)}$$

45 Numaralı Eleman (Kurp 99)

$$f_{RA} - f_{RD_{45}} = 0,176 - 0,034 = 0,142 \text{ (iyi tasarım)}$$

47 Numaralı Eleman (Kurp 100)

$$f_{RA} - f_{RD_{47}} = 0,176 - 0,201 = -0,025 \text{ (orta tasarım)}$$

49 Numaralı Eleman (Kurp 101)

$$f_{RA} - f_{RD_{49}} = 0,176 - 0,221 = -0,045 \text{ (kötü tasarım)}$$

51 Numaralı Eleman (Kurp 102)

$$f_{RA} - f_{RD_{51}} = 0,176 - 0,266 = -0,090 \text{ (kötü tasarım)}$$

53 Numaralı Eleman (Kurp 103)

$$f_{RA} - f_{RD_{53}} = 0,176 - 0,034 = 0,142 \text{ (iyi tasarım)}$$

55 Numaralı Eleman (Kurp 104)

$$f_{RA} - f_{RD_{55}} = 0,176 - 0,136 = 0,040 \text{ (orta tasarım)}$$

57 Numaralı Eleman (Kurp 105)

$$f_{RA} - f_{RD_{57}} = 0,176 - 0,228 = -0,052 \text{ (kötü tasarım)}$$

59 Numaralı Eleman (Kurp 106)

$$f_{RA} - f_{RD_{59}} = 0,176 - 0,306 = -0,130 \text{ (kötü tasarım)}$$

61 Numaralı Eleman (Kurp 107)

$$f_{RA} - f_{RD_{61}} = 0,176 - 0,268 = -0,092 \text{ (kötü tasarım)}$$

63 Numaralı Eleman (Kurp 108)

$$f_{RA} - f_{RD_{63}} = 0,176 - 0,068 = 0,108 \text{ (iyi tasarım)}$$

65 Numaralı Eleman (Kurp 109)

$$f_{RA} - f_{RD_{65}} = 0,176 - 0,034 = 0,142 \text{ (iyi tasarım)}$$

67 Numaralı Eleman (Kurp 110)

$$f_{RA} - f_{RD_{67}} = 0,176 - 0,268 = -0,092 \text{ (kötü tasarım)}$$

69 Numaralı Eleman (Kurp 111)

$$f_{RA} - f_{RD_{69}} = 0,176 - 0,201 = -0,025 \text{ (orta tasarım)}$$

71 Numaralı Eleman (Kurp 112)

$$f_{RA} - f_{RD_{71}} = 0,176 - 0,268 = -0,092 \text{ (kötü tasarım)}$$

73 Numaralı Eleman (Kurp 113)

$$f_{RA} - f_{RD73} = 0,176 - 0,225 = -0,049 \text{ (kötü tasarım)}$$

75 Numaralı Eleman (Kurp 114)

$$f_{RA} - f_{RD75} = 0,176 - 0,266 = -0,090 \text{ (kötü tasarım)}$$

77 Numaralı Eleman (Kurp 115)

$$f_{RA} - f_{RD77} = 0,176 - 0,233 = -0,053 \text{ (kötü tasarım)}$$

79 Numaralı Eleman (Kurp 116)

$$f_{RA} - f_{RD79} = 0,176 - 0,164 = 0,012 \text{ (iyi tasarım)}$$

81 Numaralı Eleman (Kurp 117)

$$f_{RA} - f_{RD81} = 0,176 - 0,105 = 0,071 \text{ (iyi tasarım)}$$

83 Numaralı Eleman (Kurp 118)

$$f_{RA} - f_{RD83} = 0,176 - 0,223 = -0,047 \text{ (kötü tasarım)}$$

85 Numaralı Eleman (Kurp 119)

$$f_{RA} - f_{RD85} = 0,176 - 0,164 = 0,012 \text{ (iyi tasarım)}$$

87 Numaralı Eleman (Kurp 120)

$$f_{RA} - f_{RD87} = 0,176 - 0,223 = -0,047 \text{ (kötü tasarım)}$$

89 Numaralı Eleman (Kurp 121)

$$f_{RA} - f_{RD89} = 0,176 - 0,054 = 0,122 \text{ (iyi tasarım)}$$

91 Numaralı Eleman (Kurp 122)

$$f_{RA} - f_{RD91} = 0,176 - 0,022 = 0,154 \text{ (iyi tasarım)}$$

93 Numaralı Eleman (Kurp 123)

$$f_{RA} - f_{RD93} = 0,176 - 0,022 = 0,154 \text{ (iyi tasarım)}$$

95 Numaralı Eleman (Kurp 124)

$$f_{RA} - f_{RD95} = 0,176 - 0,022 = 0,154 \text{ (iyi tasarım)}$$

97 Numaralı Eleman (Kurp 125)

$$f_{RA} - f_{RD_{97}} = 0,176 - 0,054 = 0,122 \text{ (iyi tasarım)}$$

99 Numaralı Eleman (Kurp 126)

$$f_{RA} - f_{RD_{99}} = 0,176 - 0,266 = -0,090 \text{ (kötü tasarım)}$$

101 Numaralı Eleman (Kurp 127)

$$f_{RA} - f_{RD_{101}} = 0,176 - 0,129 = 0,047 \text{ (iyi tasarım)}$$

103 Numaralı Eleman (Kurp 128)

$$f_{RA} - f_{RD_{103}} = 0,176 - 0,164 = 0,012 \text{ (iyi tasarım)}$$

105 Numaralı Eleman (Kurp 129)

$$f_{RA} - f_{RD_{105}} = 0,176 - 0,054 = 0,122 \text{ (iyi tasarım)}$$

107 Numaralı Eleman (Kurp 130)

$$f_{RA} - f_{RD_{107}} = 0,176 - 0,054 = 0,122 \text{ (iyi tasarım)}$$

109 Numaralı Eleman (Kurp 131)

$$f_{RA} - f_{RD_{109}} = 0,176 - 0,164 = 0,012 \text{ (iyi tasarım)}$$

111 Numaralı Eleman (Kurp 132)

$$f_{RA} - f_{RD_{111}} = 0,176 - 0,306 = -0,130 \text{ (kötü tasarım)}$$

6.2.3 Örnek II için nihai değerlendirme

Çizelge 6.7’de verilen sonuçlar, belirli limitler çerçevesinde, ölçüt I, ölçüt II ve ölçüt III’e göre değerlendirilmesi suretiyle tasarım durumunun iyi, orta ya da kötü olduğu tespit edilmiştir. Bu süreç boyunca teğet kesimlerde merkezkaç kuvveti olmadığı için güvenlik kriteri III değerlendirmesi sadece kurplu kesimlerde yapılmıştır. Üç güvenlik ölçütü için elde edilen sonuçlara aşağıda verilen Çizelge 6.8’de gösterilmiştir.

Buna göre coğrafi koşullar nedeniyle tasarımda tutarlılık anlamında ciddi dalgalanmaların olduğu ortadadır. Art arda gelen küçük yarıçaplı kurpların uzun teğetleri takip etmesi ve bazı noktalarda sert dönüşlerin varlığı yol güvenliğini olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Ayrıca boyuna eğimin de yer yer % 9’lara kadar

ıkması işletme hızını, dolaylı olarak da güvenlik ölçütlerini etkileyen önemli bir parametredir.

Güvenlik ve tasarım arasındaki ilişki bağlamında, kurplara ait CCR_S değerlerinin çoğu yerde 550 gon/km değerini aştığı, buna karşılık V85 işletme hızlarının da çok keskin bir şekilde artıp azalmakta olduğu yapılan tespitler arasındadır. Gekinin son kısımlarına doğru 550 gon/km limitinin altına düşmekte olan CCR_S değerleri ve azalan boyuna eğim miktarı ile beraber tasarım, iyi olmasa da, tolare edilebilir sınırlar içinde kalmayı daha karalı bir şekilde sürdürmüştür. Bu durum güvenlik lt II ve güvenlik lt III açısından bir avantaj olarak yol güvenliğine yansısa da, geçkinin geri kalanı için aynı sonuçlar söz konusu değildir. Dikkate alınan tasarım hızının bazı kesimlerde beklenen sürücü davranışını karşılamaması, 30 km/sa değerine kadar ulaşan ve hatta açan farklılıkların söz konusu olması, güvenliği özellikle güvenlik lt I ve güvenlik lt III açısından zayıflatmakta ve yer yer kötü tasarım standartlarına yaklaştırmaktadır. Tasarıma genel olarak bakıldığında ise, iyi ve kötü tasarım kıstasları içinde geniş bir salınım yapan orta güvenliğe sahip bir geçki değerlendirmesi yapmak mümkündür.

Çizelge 6.8: Örnek II için güvenlik kriterlerine göre yapılan değerlendirmenin sonuçları.

Tasarım Elemanı	Güvenlik Kriteri I $ V85_i - V_d $		Güvenlik Kriteri II $ V85_i - V85_{i+1} $		Güvenlik Kriteri III $(f_{RA} - f_{RD})$	
	Fark	Sembol	Fark	Sembol	Fark	Sembol
1 Numaralı Eleman (Kurp 78)	18	0			-0,162	-
			12	0		
2 Numaralı Eleman (Teğet 79)	B.O.T.				i.e.	
			12	0		
3 Numaralı Eleman (Kurp 79)	6	+			-0,062	-
			25	-		
4 Numaralı Eleman (Teğet 80)	19	0			i.e.	
			24	-		
5 Numaralı Eleman (Kurp 80)	5	+			-0,130	-
			4	+		
6 Numaralı Eleman (Teğet 81)	1	+			i.e.	
			4	+		
7 Numaralı Eleman (Kurp 81)	5	+			-0,130	-
			18	0		
8 Numaralı Eleman (Teğet 82)	13	0			i.e.	
			21	-		
9 Numaralı Eleman (Kurp 82)	8	+			-0,092	-
			5	+		
10 Numaralı Eleman (Teğet 83)	3	+			i.e.	
			5	+		
11 Numaralı Eleman (Kurp 83)	8	+			-0,092	-
			3	+		
12 Numaralı Eleman (Teğet 84)	5	+			i.e.	
			13	0		
13 Numaralı Eleman (Kurp 84)	18	0			-0,162	-
			14	0		
14 Numaralı Eleman (Teğet 85)	4	+			i.e.	
			8	+		
15 Numaralı Eleman (Kurp 85)	12	0			-0,126	-
			2	+		
16 Numaralı Eleman (Teğet 86)	10	+			i.e.	
			1	+		
17 Numaralı Eleman (Kurp 86)	11	0			-0,136	-
			12	0		
18 Numaralı Eleman (Teğet 87)	1	+			i.e.	
			6	+		
19 Numaralı Eleman (Kurp 87)	5	+			-0,130	-
			24	-		
20 Numaralı Eleman (Teğet 88)	B.O.T.				i.e.	
			24	-		
21 Numaralı Eleman (Kurp 88)	29	-			-0,117	-
i.e.: ihmal edilir B.O.T.: Bağımsız Olmayan Teğet						

Çizelge 6.8: (devam) Örnek II için güvenlik kriterlerine göre yapılan değerlendirmenin sonuçları.

Tasarım Elemanı	Güvenlik Kriteri I $ V85_i - V_d $		Güvenlik Kriteri II $ V85_i - V85_{i+1} $		Güvenlik Kriteri III $(f_{RA} - f_{RD})$	
	Fark	Sembol	Fark	Sembol	Fark	Sembol
21 Numaralı Eleman (Kurp 88)	29	-			-0,117	-
			19	0		
22 Numaralı Eleman (Teğet 89)	10	+			i.e.	
			12	0		
23 Numaralı Eleman (Kurp 89/A)	22	-			-0,176	-
			0	+		
24 Numaralı Eleman (Kurp 89/B)	22	-			-0,176	-
			14	0		
25 Numaralı Eleman (Teğet 90)	8	+			i.e.	
			12	0		
26 Numaralı Eleman (Kurp 90/A)	20	0			-0,170	-
			0	+		
27 Numaralı Eleman (Kurp 90/B)	20	0			-0,170	-
			11	0		
28 Numaralı Eleman (Teğet 91)	9	+			i.e.	
			13	0		
29 Numaralı Eleman (Kurp 91)	22	-			-0,176	-
			14	0		
30 Numaralı Eleman (Teğet 92)	8	+			i.e.	
			10	+		
31 Numaralı Eleman (Kurp 92)	18	0			-0,162	-
			18	0		
32 Numaralı Eleman (Teğet 93)	0	+			i.e.	
			2	+		
33 Numaralı Eleman (Kurp 93)	2	+			-0,041	-
			3	+		
34 Numaralı Eleman (Teğet 94)	1	+			i.e.	
			3	+		
35 Numaralı Eleman (Kurp 94)	2	+			-0,041	-
			11	0		
36 Numaralı Eleman (Teğet 95)	9	+			i.e.	
			16	0		
37 Numaralı Eleman (Kurp 95)	7	+			-0,077	-
			12	0		
38 Numaralı Eleman (Teğet 96)	5	+			i.e.	
			7	+		
39 Numaralı Eleman (Kurp 96)	2	+			-0,025	0
			5	+		
40 Numaralı Eleman (Teğet 97)	3	+			i.e.	
			5	+		
i.e.: ihmal edilir B.O.T.: Bağımsız Olmayan Teğet						

Çizelge 6.8: (devam) Örnek II için güvenlik kriterlerine göre yapılan değerlendirmenin sonuçları.

Tasarım Elemanı	Güvenlik Kriteri I V85 _i – V _d		Güvenlik Kriteri II V85 _i – V85 _{i+1}		Güvenlik Kriteri III (f _{RA} – f _{RD})	
	Fark	Sembol	Fark	Sembol	Fark	Sembol
40 Numaralı Eleman (Teğet 97)	3	+			i.e.	
			5	+		
41 Numaralı Eleman (Kurp 97)	2	+			-0,025	0
			4	+		
42 Numaralı Eleman (Teğet 98)	2	+			i.e.	
			10	+		
43 Numaralı Eleman (Kurp 98)	8	+			-0,092	-
			18	0		
44 Numaralı Eleman (Teğet 99)	B.O.T.				i.e.	
			18	0		
45 Numaralı Eleman (Kurp 99)	10	+			0,142	+
			12	0		
46 Numaralı Eleman Teğet (100)	B.O.T.				i.e.	
			12	0		
47 Numaralı Eleman (Kurp 100)	2	+			-0,025	0
			30	-		
48 Numaralı Eleman (Teğet 101)	B.O.T.				i.e.	
			30	-		
49 Numaralı Eleman (Kurp 101)	28	-			-0,045	-
			22	-		
50 Numaralı Eleman (Teğet 102)	B.O.T.				i.e.	
			22	-		
51 Numaralı Eleman (Kurp 102)	6	+			-0,090	-
			26	-		
52 Numaralı Eleman (Teğet 103)	32	-			i.e.	
			22	-		
53 Numaralı Eleman (Kurp 103)	10	+			0,142	+
			22	-		
54 Numaralı Eleman (Teğet 104)	32	-			i.e.	
			10	+		
55 Numaralı Eleman (Kurp 104)	22	-			0,040	0
			7	+		
56 Numaralı Eleman (Teğet 105)	29	-			i.e.	
			17	0		
57 Numaralı Eleman (Kurp 105)	12	0			-0,052	-
			17	0		
58 Numaralı Eleman (Teğet 106)	B.O.T.				i.e.	
			17	0		
59 Numaralı Eleman (Kurp 106)	5	+			-0,130	-
			16	0		
60 Numaralı Eleman (Teğet 107)	11	0			i.e.	
i.e.: ihmal edilir						
B.O.T.: Bağımsız Olmayan Teğet						

Çizelge 6.8: (devam) Örnek II için güvenlik kriterlerine göre yapılan değerlendirmenin sonuçları.

Tasarım Elemanı	Güvenlik Kriteri I $ V85_i - V_d $		Güvenlik Kriteri II $ V85_i - V85_{i+1} $		Güvenlik Kriteri III $(f_{RA} - f_{RD})$	
	Fark	Sembol	Fark	Sembol	Fark	Sembol
60 Numaralı Eleman (Teğet 107)	11	0			i.e.	
			19	0		
61 Numaralı Eleman (Kurp 107)	8	+			-0,092	-
			20	0		
62 Numaralı Eleman (Teğet 108)	12	0			i.e.	
			4	+		
63 Numaralı Eleman (Kurp 108)	8	+			0,108	+
			5	+		
64 Numaralı Eleman (Teğet 109)	13	0			i.e.	
			3	+		
65 Numaralı Eleman (Kurp 109)	10	+			0,142	+
			18	0		
66 Numaralı Eleman (Teğet 110)	B.O.T.				i.e.	
			18	0		
67 Numaralı Eleman (Kurp 110)	8	+			-0,092	-
			6	+		
68 Numaralı Eleman (Teğet 111)	2	+			i.e.	
			0	+		
69 Numaralı Eleman (Kurp 111)	2	+			-0,025	0
			4	+		
70 Numaralı Eleman (Teğet 112)	2	+			i.e.	
			10	+		
71 Numaralı Eleman (Kurp 112)	8	+			-0,092	-
			12	0		
72 Numaralı Eleman (Teğet 113)	4	+			i.e.	
			8	+		
73 Numaralı Eleman (Kurp 113)	4	+			-0,049	-
			26	-		
74 Numaralı Eleman (Teğet 114)	22	-			i.e.	
			16	0		
75 Numaralı Eleman (Kurp 114)	6	+			-0,090	-
			19	0		
76 Numaralı Eleman (Teğet 115)	25	-			i.e.	
			13	0		
77 Numaralı Eleman (Kurp 115)	12	0			-0,053	-
			6	+		
78 Numaralı Eleman (Teğet 116)	B.O.T.				i.e.	
			6	+		
79 Numaralı Eleman (Kurp 116)	18	0			0,012	+
			6	+		
i.e.: ihmal edilir B.O.T.: Bağımsız Olmayan Teğet						

Çizelge 6.8: (devam) Örnek II için güvenlik kriterlerine göre yapılan değerlendirmenin sonuçları.

Tasarım Elemanı	Güvenlik Kriteri I $ V85_i - V_d $		Güvenlik Kriteri II $ V85_i - V85_{i+1} $		Güvenlik Kriteri III $(f_{RA} - f_{RD})$	
	Fark	Sembol	Fark	Sembol	Fark	Sembol
79 Numaralı Eleman (Kurp 116)	18	0			0,012	+
			6	+		
80 Numaralı Eleman (Teğet 117)	B.O.T.				i.e.	
			6	+		
81 Numaralı Eleman (Kurp 117)	24	-			0,071	+
			8	+		
82 Numaralı Eleman (Teğet 118)	32	-			i.e.	
			20	0		
83 Numaralı Eleman (Kurp 118)	12	0			-0,047	-
			10	+		
84 Numaralı Eleman (Teğet 119)	22	-			i.e.	
			4	+		
85 Numaralı Eleman (Kurp 119)	18	0			0,012	+
			1	+		
86 Numaralı Eleman (Teğet 120)	19	0			i.e.	
			7	+		
87 Numaralı Eleman (Kurp 120)	12	0			-0,047	-
			16	0		
88 Numaralı Eleman (Teğet 121)	B.O.T.				i.e.	
			16	0		
89 Numaralı Eleman (Kurp 121)	28	-			0,122	+
			4	+		
90 Numaralı Eleman (Teğet 122)	32	-			i.e.	
			2	+		
91 Numaralı Eleman (Kurp 122)	30	-			0,154	+
			2	+		
92 Numaralı Eleman (Teğet 123)	32	-			i.e.	
			2	+		
93 Numaralı Eleman (Kurp 123)	30	-			0,154	+
			2	+		
94 Numaralı Eleman (Teğet 124)	32	-			i.e.	
			2	+		
95 Numaralı Eleman (Kurp 124)	30	-			0,154	+
			2	+		
96 Numaralı Eleman (Teğet 125)	32	-			i.e.	
			4	+		
97 Numaralı Eleman (Kurp 125)	28	-			0,122	+
			4	+		
98 Numaralı Eleman (Teğet 126)	32	-			i.e.	
			26	-		
i.e.: ihmal edilir						
B.O.T.: Bağımsız Olmayan Teğet						

Çizelge 6.8: (devam) Örnek II için güvenlik kriterlerine göre yapılan değerlendirmenin sonuçları.

Tasarım Elemanı	Güvenlik Kriteri I $ V85_i - V_d $		Güvenlik Kriteri II $ V85_i - V85_{i+1} $		Güvenlik Kriteri III $(f_{RA} - f_{RD})$	
	Fark	Sembol	Fark	Sembol	Fark	Sembol
98 Numaralı Eleman (Teğet 126)	32	-			i.e.	
			26	-		
99 Numaralı Eleman (Kurp 126)	6	+			-0,090	-
			25	-		
100 Numaralı Eleman (Teğet 127)	31	-			i.e.	
			9	+		
101 Numaralı Eleman (Kurp 127)	22	-			0,047	+
			2	+		
102 Numaralı Eleman (Teğet 128)	24	-			i.e.	
			6	+		
103 Numaralı Eleman (Kurp 128)	18	0			0,012	+
			14	0		
104 Numaralı Eleman (Teğet 129)	32	-			i.e.	
			4	+		
105 Numaralı Eleman (Kurp 129)	28	-			0,122	+
			3	+		
106 Numaralı Eleman (Teğet 130)	31	-			i.e.	
			3	+		
107 Numaralı Eleman (Kurp 130)	28	-			0,122	+
			10	+		
108 Numaralı Eleman (Teğet 131)	B.O.T.				i.e.	
			10	+		
109 Numaralı Eleman (Kurp 131)	18	0			0,012	+
			23	-		
110 Numaralı Eleman (Teğet 132)	B.O.T.				i.e.	
			23	-		
111 Numaralı Eleman (Kurp 132)	5	+			-0,130	-
i.e.: ihmal edilir B.O.T.: Bağımsız Olmayan Teğet						

6.2.4 Örnek II için güvenlik modülü sonuçları

Her bir güvenlik kriteri incelemesinde, sadece belirli bir konuyla (geçki, işletme hızı ve sürüş dinamiği) ilgili güvenlik değerlendirmesi yapılırken, güvenlik modülü tüm bunları birleştiren ve böylece güvenlik açısından ortalama değer ifade eden bir unsur olarak ele alınmaktadır. Böylece güvenlik modülünün +0,5'e eşit ya da daha büyük olduğu durumlarda iyi tasarım, +0,5 ve -0,5 değerleri arasında olduğu durumlarda orta tasarım, -0,5'e eşit ya da daha küçük olduğu durumlarda da kötü tasarım tanımlaması yapılarak güvenlik değerlendirmesine yön verilebilmektedir. Çizelge 6.8'deki sonuçlara bağlı olarak yapılan güvenlik modülü değerlendirmesi Çizelge 6.9

ve Çizelge 6.10'da gösterilmiştir. Burada dikkat edilmesi gereken önemli bir husus, güvenlik modülünün yolun gidiş yönüne bağlı olarak değişebilme olasılığına karşı her iki istikamet için de inceleme yapılması gerektiğidir.

6.2.4.1 Güvenlik modülü değerlendirmesi: Çatak'tan Şırnak istikametine doğru

1 Numaralı Eleman (Kurp 78)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. III = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 (orta tasarım)

2 Numaralı Eleman (Teğet 79)

2 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

3 Numaralı Eleman (Kurp 79)

G.K. I = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. II = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

G.K. III = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

TOPLAM = [(+1,0)+(-1,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 (orta tasarım)

4 Numaralı Eleman (Teğet 80)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(-1,0)] / 2 = -0,50 (kötü tasarım)

5 Numaralı Eleman (Kurp 80)

G.K. I = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,33 (orta tasarım)

6 Numaralı Eleman (Teğet 81)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(+1,0)] / 2 = 1,00 (iyi tasarım)

7 Numaralı Eleman (Kurp 81)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 (orta tasarım)

8 Numaralı Eleman (Teğet 82)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(-1,0)] / 2 = -0,50 (kötü tasarım)

9 Numaralı Eleman (Kurp 82)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(+1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,33 (orta tasarım)

10 Numaralı Eleman (Teğet 83)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(+1,0)] / 2 = 1,00 (iyi tasarım)

11 Numaralı Eleman (Kurp 83)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(+1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,33 (orta tasarım)

12 Numaralı Eleman (Teğet 84)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

13 Numaralı Eleman (Kurp 84)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 (orta tasarım)

14 Numaralı Eleman (Teğet 85)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)] / 2 = 1,00 (iyi tasarım)

15 Numaralı Eleman (Kurp 85)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 (orta tasarım)

16 Numaralı Eleman (Teğet 86)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)] / 2 = 1,00 (iyi tasarım)

17 Numaralı Eleman (Kurp 86)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

18 Numaralı Eleman (Teğet 87)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(+1,0)] / 2 = 1,00 \text{ (iyi tasarım)}$$

19 Numaralı Eleman (Kurp 87)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(-1,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

20 Numaralı Eleman (Teğet 88)

20 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

21 Numaralı Eleman (Kurp 88)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = -0,67 \text{ (kötü tasarım)}$$

22 Numaralı Eleman (Teğet 89)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(0,0)] / 2 = +0,50 \text{ (iyi tasarım)}$$

23 Numaralı Eleman (Kurp 89/A)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(+1,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

24 Numaralı Eleman (Kurp 89/B)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = -0,67 \text{ (kötü tasarım)}$$

25 Numaralı Eleman (Teğet 90)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(0,0)] / 2 = +0,50 \text{ (iyi tasarım)}$$

26 Numaralı Eleman (Kurp 90/A)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(+1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 \text{ (orta tasarım)}$$

27 Numaralı Eleman (Kurp 90/B)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

28 Numaralı Eleman (Teğet 91)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(0,0)] / 2 = +0,50 \text{ (iyi tasarım)}$$

29 Numaralı Eleman (Kurp 91)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = -0,67$ (kötü tasarım)

30 Numaralı Eleman (Teğet 92)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(+1,0)+(+1,0)] / 2 = 1,00$ (iyi tasarım)

31 Numaralı Eleman (Kurp 92)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = $[(0,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33$ (orta tasarım)

32 Numaralı Eleman (Teğet 93)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(+1,0)+(+1,0)] / 2 = 1,00$ (iyi tasarım)

33 Numaralı Eleman (Kurp 93)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = $[(+1,0)+(+1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,33$ (orta tasarım)

34 Numaralı Eleman (Teğet 94)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(+1,0)+(+1,0)] / 2 = 1,00$ (iyi tasarım)

35 Numaralı Eleman (Kurp 94)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 (orta tasarım)

36 Numaralı Eleman (Teğet 95)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

37 Numaralı Eleman (Kurp 95)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 (orta tasarım)

38 Numaralı Eleman (Teğet 96)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)] / 2 = 1,00 (iyi tasarım)

39 Numaralı Eleman (Kurp 96)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)+(0,0)] / 3 = 0,67 (iyi tasarım)

40 Numaralı Eleman (Teğet 97)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)] / 2 = 1,00 (iyi tasarım)

41 Numaralı Eleman (Kurp 97)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)+(0,0)] / 3 = 0,67 (iyi tasarım)

42 Numaralı Eleman (Teğet 98)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)] / 2 = 1,00 (iyi tasarım)

43 Numaralı Eleman (Kurp 98)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 (orta tasarım)

44 Numaralı Eleman (Teğet 99)

44 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

45 Numaralı Eleman (Kurp 99)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)+(1,0)] / 3 = 0,67 (iyi tasarım)

46 Numaralı Eleman Teğet (100)

46 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

47 Numaralı Eleman (Kurp 100)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. III = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = $[(+1,0)+(-1,0)+(0,0)] / 3 = 0,00$ (orta tasarım)

48 Numaralı Eleman (Teğet 101)

48 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

49 Numaralı Eleman (Kurp 101)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(-1,0)+(-1,0)] / 3 = -1,00$ (kötü tasarım)

50 Numaralı Eleman (Teğet 102)

50 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

51 Numaralı Eleman (Kurp 102)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = $[(+1,0)+(-1,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33$ (orta tasarım)

52 Numaralı Eleman (Teğet 103)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(-1,0)] / 2 = -1,00$ (kötü tasarım)

53 Numaralı Eleman (Kurp 103)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(-1,0)+(+1,0)] / 3 = +0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

54 Numaralı Eleman (Teğet 104)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(+1,0)] / 2 = 0,00 \text{ (orta tasarım)}$$

55 Numaralı Eleman (Kurp 104)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(+1,0)+(0,0)] / 3 = 0,00 \text{ (orta tasarım)}$$

56 Numaralı Eleman (Teğet 105)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(0,0)] / 2 = -0,50 \text{ (kötü tasarım)}$$

57 Numaralı Eleman (Kurp 105)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

58 Numaralı Eleman (Teğet 106)

58 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

59 Numaralı Eleman (Kurp 106)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 \text{ (orta tasarım)}$$

60 Numaralı Eleman (Teğet 107)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(0,0)] / 2 = 0,00 \text{ (orta tasarım)}$$

61 Numaralı Eleman (Kurp 107)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 \text{ (orta tasarım)}$$

62 Numaralı Eleman (Teğet 108)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 \text{ (iyi tasarım)}$$

63 Numaralı Eleman (Kurp 108)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +1,00 \text{ (iyi tasarım)}$$

64 Numaralı Eleman (Teğet 109)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 \text{ (iyi tasarım)}$$

65 Numaralı Eleman (Kurp 109)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)+(1,0)] / 3 = 0,67 (iyi tasarım)

66 Numaralı Eleman (Teğet 110)

66 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

67 Numaralı Eleman (Kurp 110)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,33 (orta tasarım)

68 Numaralı Eleman (Teğet 111)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)] / 2 = 1,00 (iyi tasarım)

69 Numaralı Eleman (Kurp 111)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)+(0,0)] / 3 = 0,67 (iyi tasarım)

70 Numaralı Eleman (Teğet 112)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)] / 2 = 1,00 (iyi tasarım)

71 Numaralı Eleman (Kurp 112)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 (orta tasarım)

72 Numaralı Eleman (Teğet 113)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(+1,0)] / 2 = 1,00 (iyi tasarım)

73 Numaralı Eleman (Kurp 113)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(-1,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 (orta tasarım)

74 Numaralı Eleman (Teğet 114)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(-1,0)+(0,0)] / 2 = -0,50 (kötü tasarım)

75 Numaralı Eleman (Kurp 114)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 (orta tasarım)

76 Numaralı Eleman (Teğet 115)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(-1,0)+(0,0)] / 2 = -0,50 (kötü tasarım)

77 Numaralı Eleman (Kurp 115)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 (orta tasarım)

78 Numaralı Eleman (Teğet 116)

78 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

79 Numaralı Eleman (Kurp 116)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

80 Numaralı Eleman (Teğet 117)

80 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

81 Numaralı Eleman (Kurp 117)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(-1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = 0,33 (orta tasarım)

82 Numaralı Eleman (Teğet 118)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(-1,0)+(0,0)] / 2 = -0,50 (kötü tasarım)

83 Numaralı Eleman (Kurp 118)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 \text{ (orta tasarım)}$$

84 Numaralı Eleman (Teğet 119)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(1,0)] / 2 = 0,00 \text{ (orta tasarım)}$$

85 Numaralı Eleman (Kurp 119)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 \text{ (iyi tasarım)}$$

86 Numaralı Eleman (Teğet 120)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 \text{ (iyi tasarım)}$$

87 Numaralı Eleman (Kurp 120)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

88 Numaralı Eleman (Teğet 121)

88 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

89 Numaralı Eleman (Kurp 121)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = 0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

90 Numaralı Eleman (Teğet 122)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(1,0)] / 2 = 0,00 \text{ (orta tasarım)}$$

91 Numaralı Eleman (Kurp 122)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = 0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

92 Numaralı Eleman (Teğet 123)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(1,0)] / 2 = 0,00 \text{ (orta tasarım)}$$

93 Numaralı Eleman (Kurp 123)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = 0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

94 Numaralı Eleman (Teğet 124)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(1,0)] / 2 = 0,00 \text{ (orta tasarım)}$$

95 Numaralı Eleman (Kurp 124)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = 0,33$ (orta tasarım)

96 Numaralı Eleman (Teğet 125)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(1,0)] / 2 = 0,00$ (orta tasarım)

97 Numaralı Eleman (Kurp 125)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = 0,33$ (orta tasarım)

98 Numaralı Eleman (Teğet 126)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(-1,0)] / 2 = -1,00$ (kötü tasarım)

99 Numaralı Eleman (Kurp 126)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = $[(+1,0)+(-1,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33$ (orta tasarım)

100 Numaralı Eleman (Teğet 127)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(1,0)] / 2 = 0,00$ (orta tasarım)

101 Numaralı Eleman (Kurp 127)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = 0,33$ (orta tasarım)

102 Numaralı Eleman (Teğet 128)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(1,0)] / 2 = 0,00$ (orta tasarım)

103 Numaralı Eleman (Kurp 128)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(0,0)+(0,0)+(1,0)] / 3 = +0,33$ (orta tasarım)

104 Numaralı Eleman (Teğet 129)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(1,0)] / 2 = 0,00$ (orta tasarım)

105 Numaralı Eleman (Kurp 129)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = 0,33$ (orta tasarım)

106 Numaralı Eleman (Teğet 130)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(1,0)] / 2 = 0,00$ (orta tasarım)

107 Numaralı Eleman (Kurp 130)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = 0,33$ (orta tasarım)

108 Numaralı Eleman (Teğet 131)

108 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

109 Numaralı Eleman (Kurp 131)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(0,0)+(-1,0)+(1,0)] / 3 = 0,00$ (orta tasarım)

110 Numaralı Eleman (Teğet 132)

110 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

111 Numaralı Eleman (Kurp 132)

111 numaralı elemandan (Kurp 120) sonra gelen tasarım elemanı bilinmediğinden güvenlik modülü değerlendirmesi yapılamaz.

6.2.4.2 Güvenlik modülü değerlendirmesi: Şırnak’tan Çatak istikametine doğru

111 Numaralı Eleman (Kurp 132)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = $[(+1,0)+(-1,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33$ (orta tasarım)

110 Numaralı Eleman (Teğet 132)

110 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

109 Numaralı Eleman (Kurp 131)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = 0,67 (iyi tasarım)

108 Numaralı Eleman (Teğet 131)

108 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

107 Numaralı Eleman (Kurp 130)

G.K. I = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(-1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = 0,33 (orta tasarım)

106 Numaralı Eleman (Teğet 130)

G.K. I = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(-1,0)+(1,0)] / 2 = 0,00 (orta tasarım)

105 Numaralı Eleman (Kurp 129)

G.K. I = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(-1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = 0,33 (orta tasarım)

104 Numaralı Eleman (Teğet 129)

G.K. I = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

G.K. II = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

TOPLAM = [(-1,0)+(0,0)] / 2 = -0,50 (kötü tasarım)

103 Numaralı Eleman (Kurp 128)

G.K. I = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

102 Numaralı Eleman (Teğet 128)

G.K. I = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(-1,0)+(1,0)] / 2 = 0,00 (orta tasarım)

101 Numaralı Eleman (Kurp 127)

G.K. I = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

TOPLAM = [(-1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = 0,33 (orta tasarım)

100 Numaralı Eleman (Teğet 127)

G.K. I = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

G.K. II = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

TOPLAM = [(-1,0)+(-1,0)] / 2 = -1,00 (kötü tasarım)

99 Numaralı Eleman (Kurp 126)

G.K. I = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. II = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

G.K. III = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

TOPLAM = [(+1,0)+(-1,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 (orta tasarım)

98 Numaralı Eleman (Teğet 126)

G.K. I = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(+1,0)] / 2 = 0,00 \text{ (orta tasarım)}$$

97 Numaralı Eleman (Kurp 125)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(+1,0)+(+1,0)] / 3 = 0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

96 Numaralı Eleman (Teğet 125)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(+1,0)] / 2 = 0,00 \text{ (orta tasarım)}$$

95 Numaralı Eleman (Kurp 124)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(+1,0)+(+1,0)] / 3 = 0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

94 Numaralı Eleman (Teğet 124)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(+1,0)] / 2 = 0,00 \text{ (orta tasarım)}$$

93 Numaralı Eleman (Kurp 123)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(+1,0)+(+1,0)] / 3 = 0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

92 Numaralı Eleman (Teğet 123)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(1,0)] / 2 = 0,00$ (orta tasarım)

91 Numaralı Eleman (Kürp 122)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = 0,33$ (orta tasarım)

90 Numaralı Eleman (Teğet 122)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(1,0)] / 2 = 0,00$ (orta tasarım)

89 Numaralı Eleman (Kürp 121)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(0,0)+(1,0)] / 3 = 0,00$ (orta tasarım)

88 Numaralı Eleman (Teğet 121)

88 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

87 Numaralı Eleman (Kürp 120)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = $[(0,0)+(1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00$ (orta tasarım)

86 Numaralı Eleman (Teğet 120)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

85 Numaralı Eleman (Kurp 119)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

84 Numaralı Eleman (Teğet 119)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(-1,0)+(1,0)] / 2 = 0,00 (orta tasarım)

83 Numaralı Eleman (Kurp 118)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 (orta tasarım)

82 Numaralı Eleman (Teğet 118)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(-1,0)+(1,0)] / 2 = 0,00 (orta tasarım)

81 Numaralı Eleman (Kurp 117)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(-1,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = 0,33 (orta tasarım)

80 Numaralı Eleman (Teğet 117)

80 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

79 Numaralı Eleman (Kurp 116)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(1,0)] / 3 = +0,67 (iyi tasarım)

78 Numaralı Eleman (Teğet 116)

78 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

77 Numaralı Eleman (Kurp 115)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 (orta tasarım)

76 Numaralı Eleman (Teğet 115)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(-1,0)+(0,0)] / 2 = -0,50 (kötü tasarım)

75 Numaralı Eleman (Kurp 114)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 (orta tasarım)

74 Numaralı Eleman (Teğet 114)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(-1,0)] / 2 = -1,00 \text{ (kötü tasarım)}$$

73 Numaralı Eleman (Kurp 113)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(+1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

72 Numaralı Eleman (Teğet 113)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(0,0)] / 2 = +0,50 \text{ (iyi tasarım)}$$

71 Numaralı Eleman (Kurp 112)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(+1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

70 Numaralı Eleman (Teğet 112)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(+1,0)] / 2 = 1,00 \text{ (iyi tasarım)}$$

69 Numaralı Eleman (Kurp 111)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(+1,0)+(0,0)] / 3 = 0,67 \text{ (iyi tasarım)}$$

68 Numaralı Eleman (Teğet 111)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(+1,0)] / 2 = 1,00 (iyi tasarım)

67 Numaralı Eleman (Kürp 110)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 (orta tasarım)

66 Numaralı Eleman (Teğet 110)

66 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

65 Numaralı Eleman (Kürp 109)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(+1,0)+(+1,0)] / 3 = +1,00 (iyi tasarım)

64 Numaralı Eleman (Teğet 109)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(+1,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

63 Numaralı Eleman (Kürp 108)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(+1,0)+(+1,0)] / 3 = +1,00 (iyi tasarım)

62 Numaralı Eleman (Teğet 108)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(0,0)+(0,0)] / 2 = 0,00 (orta tasarım)

61 Numaralı Eleman (Kurp 107)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 (orta tasarım)

60 Numaralı Eleman (Teğet 107)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(0,0)+(0,0)] / 2 = 0,00 (orta tasarım)

59 Numaralı Eleman (Kurp 106)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 (orta tasarım)

58 Numaralı Eleman (Teğet 106)

58 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

57 Numaralı Eleman (Kurp 105)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 (orta tasarım)

56 Numaralı Eleman (Teğet 105)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(1,0)] / 2 = 0,00$ (orta tasarım)

55 Numaralı Eleman (Kurp 104)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(1,0)+(0,0)] / 3 = 0,00$ (orta tasarım)

54 Numaralı Eleman (Teğet 104)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(-1,0)] / 2 = -1,00$ (kötü tasarım)

53 Numaralı Eleman (Kurp 103)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(+1,0)+(-1,0)+(1,0)] / 3 = +0,33$ (orta tasarım)

52 Numaralı Eleman (Teğet 103)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(-1,0)] / 2 = -1,00$ (kötü tasarım)

51 Numaralı Eleman (Kurp 102)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = $[(+1,0)+(-1,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33$ (orta tasarım)

50 Numaralı Eleman (Teğet 102)

50 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

49 Numaralı Eleman (Kurp 101)

G.K. I = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = $[(-1,0)+(-1,0)+(-1,0)] / 3 = -1,00$ (kötü tasarım)

48 Numaralı Eleman (Teğet 101)

48 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

47 Numaralı Eleman (Kurp 100)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = $[(+1,0)+(0,0)+(0,0)] / 3 = 0,33$ (orta tasarım)

46 Numaralı Eleman Teğet (100)

46 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

45 Numaralı Eleman (Kurp 99)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = $[(+1,0)+(0,0)+(1,0)] / 3 = 0,67$ (iyi tasarım)

44 Numaralı Eleman (Teğet 99)

44 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

43 Numaralı Eleman (Kurp 98)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(+1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,33 (orta tasarım)

42 Numaralı Eleman (Teğet 98)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(+1,0)] / 2 = 1,00 (iyi tasarım)

41 Numaralı Eleman (Kurp 97)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(+1,0)+(0,0)] / 3 = 0,67 (iyi tasarım)

40 Numaralı Eleman (Teğet 97)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(+1,0)] / 2 = 1,00 (iyi tasarım)

39 Numaralı Eleman (Kurp 96)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(+1,0)+(0,0)] / 3 = 0,67 (iyi tasarım)

38 Numaralı Eleman (Teğet 96)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

37 Numaralı Eleman (Kurp 95)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 (orta tasarım)

36 Numaralı Eleman (Teğet 95)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

35 Numaralı Eleman (Kurp 94)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,33 (orta tasarım)

34 Numaralı Eleman (Teğet 94)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)] / 2 = 1,00 (iyi tasarım)

33 Numaralı Eleman (Kurp 93)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,33 (orta tasarım)

32 Numaralı Eleman (Teğet 93)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(0,0)] / 2 = +0,50 \text{ (iyi tasarım)}$$

31 Numaralı Eleman (Kurp 92)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 \text{ (orta tasarım)}$$

30 Numaralı Eleman (Teğet 92)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(0,0)] / 2 = +0,50 \text{ (iyi tasarım)}$$

29 Numaralı Eleman (Kurp 91)

$$\text{G.K. I} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(-1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = -0,67 \text{ (kötü tasarım)}$$

28 Numaralı Eleman (Teğet 91)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(0,0)] / 2 = +0,50 \text{ (iyi tasarım)}$$

27 Numaralı Eleman (Kurp 90/B)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 \text{ (orta tasarım)}$$

26 Numaralı Eleman (Kurp 90/A)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

G.K. II = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. III = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

TOPLAM = [(0,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 (orta tasarım)

25 Numaralı Eleman (Teğet 90)

G.K. I = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. II = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

24 Numaralı Eleman (Kurp 89/B)

G.K. I = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

G.K. II = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. III = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

TOPLAM = [(-1,0)+(1,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 (orta tasarım)

23 Numaralı Eleman (Kurp 89/A)

G.K. I = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

G.K. II = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

G.K. III = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

TOPLAM = [(-1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = -0,67 (kötü tasarım)

22 Numaralı Eleman (Teğet 89)

G.K. I = "+" → ağırlık faktörü = "+1,0"

G.K. II = "0" → ağırlık faktörü = "0,0"

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

21 Numaralı Eleman (Kurp 88)

G.K. I = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

G.K. II = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

G.K. III = "-" → ağırlık faktörü = "-1,0"

TOPLAM = [(-1,0)+(-1,0)+(-1,0)] / 3 = -1,00 (kötü tasarım)

20 Numaralı Eleman (Teğet 88)

20 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

19 Numaralı Eleman (Kurp 87)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,33 (orta tasarım)

18 Numaralı Eleman (Teğet 87)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

17 Numaralı Eleman (Kurp 86)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 (orta tasarım)

16 Numaralı Eleman (Teğet 86)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(1,0)] / 2 = 1,00 (iyi tasarım)

15 Numaralı Eleman (Kurp 85)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00 (orta tasarım)

14 Numaralı Eleman (Teğet 85)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(0,0)] / 2 = +0,50 (iyi tasarım)

13 Numaralı Eleman (Kurp 84)

G.K. I = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. II = “0” → ağırlık faktörü = “0,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(0,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 (orta tasarım)

12 Numaralı Eleman (Teğet 84)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(+1,0)] / 2 = 1,00 (iyi tasarım)

11 Numaralı Eleman (Kurp 83)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(+1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,33 (orta tasarım)

10 Numaralı Eleman (Teğet 83)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

TOPLAM = [(+1,0)+(+1,0)] / 2 = 1,00 (iyi tasarım)

9 Numaralı Eleman (Kurp 82)

G.K. I = “+” → ağırlık faktörü = “+1,0”

G.K. II = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(-1,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

8 Numaralı Eleman (Teğet 82)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(0,0)] / 2 = 0,00 \text{ (orta tasarım)}$$

7 Numaralı Eleman (Kurp 81)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(1,0)+(-1,0)] / 3 = 0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

6 Numaralı Eleman (Teğet 81)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(1,0)] / 2 = 1,00 \text{ (iyi tasarım)}$$

5 Numaralı Eleman (Kurp 80)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{G.K. III} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(+1,0)+(-1,0)+(-1,0)] / 3 = -0,33 \text{ (orta tasarım)}$$

4 Numaralı Eleman (Teğet 80)

$$\text{G.K. I} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

$$\text{G.K. II} = "-" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "-1,0"$$

$$\text{TOPLAM} = [(0,0)+(-1,0)] / 2 = -0,50 \text{ (kötü tasarım)}$$

3 Numaralı Eleman (Kurp 79)

$$\text{G.K. I} = "+" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "+1,0"$$

$$\text{G.K. II} = "0" \rightarrow \text{ağırlık faktörü} = "0,0"$$

G.K. III = “-” → ağırlık faktörü = “-1,0”

TOPLAM = $[(+1,0)+(0,0)+(-1,0)] / 3 = 0,00$ (orta tasarım)

2 Numaralı Eleman (Teğet 79)

2 numaralı eleman, bağımsız olmayan teğet olarak kabul edildiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

1 Numaralı Eleman (Kırp 78)

1 numaralı elemandan (Kırp 78) sonra gelen tasarım elemanı bilinmediğinden güvenlik modülü değerlendirmesi yapılamaz.

Çizelge 6.9: Örnek II için yapılan güvenlik modülü değerlendirmesi (Çatak'tan Şırnak istikametine doğru).

Tasarım Elemanı	Güvenlik Kriteri I	Güvenlik Kriteri II	Güvenlik Kriteri III	Güvenlik modülü	
				Ortalama	Sınıf
1 Numaralı Eleman (Kurp 78)	0,0	0,0	-1,0	-0,33	Orta
2 Numaralı Eleman (Teğet 79)	B.O.T.				
3 Numaralı Eleman (Kurp 79)	+1,0	-1,0	-1,0	-0,33	Orta
4 Numaralı Eleman (Teğet 80)	0,0	-1,0	i.e.	-0,50	Kötü
5 Numaralı Eleman (Kurp 80)	+1,0	+1,0	-1,0	+0,33	Orta
6 Numaralı Eleman (Teğet 81)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
7 Numaralı Eleman (Kurp 81)	+1,0	0,0	-1,0	0,00	Orta
8 Numaralı Eleman (Teğet 82)	0,0	-1,0	i.e.	-0,50	Kötü
9 Numaralı Eleman (Kurp 82)	+1,0	+1,0	-1,0	+0,33	Orta
10 Numaralı Eleman (Teğet 83)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
11 Numaralı Eleman (Kurp 83)	+1,0	+1,0	-1,0	+0,33	Orta
12 Numaralı Eleman (Teğet 84)	+1,0	0,0	i.e.	+0,50	İyi
13 Numaralı Eleman (Kurp 84)	0,0	0,0	-1,0	-0,33	Orta
14 Numaralı Eleman (Teğet 85)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
15 Numaralı Eleman (Kurp 85)	0,0	+1,0	-1,0	0,00	Orta
16 Numaralı Eleman (Teğet 86)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
17 Numaralı Eleman (Kurp 86)	0,0	0,0	-1,0	-0,33	Orta
18 Numaralı Eleman (Teğet 87)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
19 Numaralı Eleman (Kurp 87)	+1,0	-1,0	-1,0	-0,33	Orta
20 Numaralı Eleman (Teğet 88)	B.O.T.				
21 Numaralı Eleman (Kurp 88)	-1,0	0,0	-1,0	-0,67	Kötü
22 Numaralı Eleman (Teğet 89)	+1,0	0,0	i.e.	+0,50	İyi
23 Numaralı Eleman (Kurp 89/A)	-1,0	+1,0	-1,0	-0,33	Orta
24 Numaralı Eleman (Kurp 89/B)	-1,0	0,0	-1,0	-0,67	Kötü
25 Numaralı Eleman (Teğet 90)	+1,0	0,0	i.e.	+0,50	İyi
26 Numaralı Eleman (Kurp 90/A)	0,0	+1,0	-1,0	0,00	Orta
27 Numaralı Eleman (Kurp 90/B)	0,0	0,0	-1,0	-0,33	Orta
28 Numaralı Eleman (Teğet 91)	+1,0	0,0	i.e.	+0,50	İyi
29 Numaralı Eleman (Kurp 91)	-1,0	0,0	-1,0	-0,67	Kötü
30 Numaralı Eleman (Teğet 92)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
31 Numaralı Eleman (Kurp 92)	0,0	0,0	-1,0	-0,33	Orta
32 Numaralı Eleman (Teğet 93)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
33 Numaralı Eleman (Kurp 93)	+1,0	+1,0	-1,0	+0,33	Orta
34 Numaralı Eleman (Teğet 94)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
35 Numaralı Eleman (Kurp 94)	+1,0	0,0	-1,0	0,00	Orta
36 Numaralı Eleman (Teğet 95)	+1,0	0,0	i.e.	+0,50	İyi
37 Numaralı Eleman (Kurp 95)	+1,0	0,0	-1,0	0,00	Orta
38 Numaralı Eleman (Teğet 96)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
39 Numaralı Eleman (Kurp 96)	+1,0	+1,0	0,0	+0,67	İyi
40 Numaralı Eleman (Teğet 97)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
41 Numaralı Eleman (Kurp 97)	+1,0	+1,0	0,0	+0,67	İyi
42 Numaralı Eleman (Teğet 98)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
43 Numaralı Eleman (Kurp 98)	+1,0	0,0	-1,0	0,00	Orta
i.e.: İhmal edilir					
B.O.T.: Bağımsız Olmayan Teğet					

Çizelge 6.9: (devam) Örnek II için yapılan güvenlik modülü değerlendirmesi (Çatak'tan Şırnak istikametine doğru).

Tasarım Elemanı	Güvenlik Kriteri I	Güvenlik Kriteri II	Güvenlik Kriteri III	Güvenlik modülü	
				Ortalama	Sınıf
44 Numaralı Eleman (Teğet 99)	B.O.T.				
45 Numaralı Eleman (Kurp 99)	+1,0	0,0	+1,0	+0,67	İyi
46 Numaralı Eleman Teğet (100)	B.O.T.				
47 Numaralı Eleman (Kurp 100)	+1,0	-1,0	0,0	0,00	Orta
48 Numaralı Eleman (Teğet 101)	B.O.T.				
49 Numaralı Eleman (Kurp 101)	-1,0	-1,0	-1,0	-1,00	Kötü
50 Numaralı Eleman (Teğet 102)	B.O.T.				
51 Numaralı Eleman (Kurp 102)	+1,0	-1,0	-1,0	-0,33	Orta
52 Numaralı Eleman (Teğet 103)	-1,0	-1,0	i.e.	-1,00	Kötü
53 Numaralı Eleman (Kurp 103)	+1,0	-1,0	+1,0	+0,33	Orta
54 Numaralı Eleman (Teğet 104)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
55 Numaralı Eleman (Kurp 104)	-1,0	+1,0	-1,0	0,00	Orta
56 Numaralı Eleman (Teğet 105)	-1,0	0,0	i.e.	-0,50	Kötü
57 Numaralı Eleman (Kurp 105)	0,0	0,0	-1,0	-0,33	Orta
58 Numaralı Eleman (Teğet 106)	B.O.T.				
59 Numaralı Eleman (Kurp 106)	+1,0	0,0	-1,0	0,00	Orta
60 Numaralı Eleman (Teğet 107)	0,0	0,0	i.e.	0,00	Orta
61 Numaralı Eleman (Kurp 107)	+1,0	0,0	-1,0	0,00	Orta
62 Numaralı Eleman (Teğet 108)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
63 Numaralı Eleman (Kurp 108)	+1,0	+1,0	+1,0	+1,00	İyi
64 Numaralı Eleman (Teğet 109)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
65 Numaralı Eleman (Kurp 109)	+1,0	0,0	+1,0	+0,67	İyi
66 Numaralı Eleman (Teğet 110)	B.O.T.				
67 Numaralı Eleman (Kurp 110)	+1,0	+1,0	-1,0	+0,33	Orta
68 Numaralı Eleman (Teğet 111)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,0	İyi
69 Numaralı Eleman (Kurp 111)	+1,0	+1,0	0,0	+0,67	İyi
70 Numaralı Eleman (Teğet 112)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
71 Numaralı Eleman (Kurp 112)	+1,0	0,0	-1,0	0,00	Orta
72 Numaralı Eleman (Teğet 113)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
73 Numaralı Eleman (Kurp 113)	+1,0	-1,0	-1,0	-0,33	Orta
74 Numaralı Eleman (Teğet 114)	-1,0	0,0	i.e.	-0,50	Kötü
75 Numaralı Eleman (Kurp 114)	+1,0	0,0	-1,0	0,00	Orta
76 Numaralı Eleman (Teğet 115)	-1,0	0,0	i.e.	-0,50	Kötü
77 Numaralı Eleman (Kurp 115)	0,0	+1,0	-1,0	0,00	Orta
78 Numaralı Eleman (Teğet 116)	B.O.T.				
79 Numaralı Eleman (Kurp 116)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
80 Numaralı Eleman (Teğet 117)	B.O.T.				
81 Numaralı Eleman (Kurp 117)	-1,0	+1,0	+1,0	+0,33	Orta
82 Numaralı Eleman (Teğet 118)	-1,0	0,0	i.e.	-0,50	Kötü
83 Numaralı Eleman (Kurp 118)	0,0	+1,0	-1,0	0,00	Orta
84 Numaralı Eleman (Teğet 119)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
85 Numaralı Eleman (Kurp 119)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
86 Numaralı Eleman (Teğet 120)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
i.e.: İhmal edilir					
B.O.T.: Bağımsız Olmayan Teğet					

Çizelge 6.9: (devam) Örnek II için yapılan güvenlik modülü değerlendirmesi (Çatak'tan Şırnak istikametine doğru).

Tasarım Elemanı	Güvenlik Kriteri I	Güvenlik Kriteri II	Güvenlik Kriteri III	Güvenlik modülü	
				Ortalama	Sınıf
87 Numaralı Eleman (Kurp 120)	0,0	0,0	-1,0	-0,33	Orta
88 Numaralı Eleman (Teğet 121)	B.O.T.				
89 Numaralı Eleman (Kurp 121)	-1,0	+1,0	+1,0	+0,33	Orta
90 Numaralı Eleman (Teğet 122)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
91 Numaralı Eleman (Kurp 122)	-1,0	+1,0	+1,0	+0,33	Orta
92 Numaralı Eleman (Teğet 123)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
93 Numaralı Eleman (Kurp 123)	-1,0	+1,0	+1,0	+0,33	Orta
94 Numaralı Eleman (Teğet 124)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
95 Numaralı Eleman (Kurp 124)	-1,0	+1,0	+1,0	+0,33	Orta
96 Numaralı Eleman (Teğet 125)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
97 Numaralı Eleman (Kurp 125)	-1,0	+1,0	+1,0	+0,33	Orta
98 Numaralı Eleman (Teğet 126)	-1,0	-1,0	i.e.	-1,00	Kötü
99 Numaralı Eleman (Kurp 126)	+1,0	-1,0	-1,0	-0,33	Orta
100 Numaralı Eleman (Teğet 127)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
101 Numaralı Eleman (Kurp 127)	-1,0	+1,0	+1,0	+0,33	Orta
102 Numaralı Eleman (Teğet 128)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
103 Numaralı Eleman (Kurp 128)	0,0	0,0	+1,0	+0,33	Orta
104 Numaralı Eleman (Teğet 129)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
105 Numaralı Eleman (Kurp 129)	-1,0	+1,0	+1,0	+0,33	Orta
106 Numaralı Eleman (Teğet 130)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
107 Numaralı Eleman (Kurp 130)	-1,0	+1,0	+1,0	+0,33	Orta
108 Numaralı Eleman (Teğet 131)	B.O.T.				
109 Numaralı Eleman (Kurp 131)	0,0	-1,0	+1,0	0,00	Orta
110 Numaralı Eleman (Teğet 132)	B.O.T.				
111 Numaralı Eleman (Kurp 132)	Sonraki elemana ait veriler bilinmediğinden değerlendirme yapılamaz.				
i.e.: İhmal edilir					
B.O.T.: Bağımsız Olmayan Teğet					

Çizelge 6.10: Örnek II için yapılan güvenlik modülü değerlendirmesi (Şırnak'tan Çatak istikametine doğru).

Tasarım Elemanı	Güvenlik Kriteri I	Güvenlik Kriteri II	Güvenlik Kriteri III	Güvenlik modülü	
				Ortalama	Sınıf
111 Numaralı Eleman (Kurp 132)	+1,0	-1,0	-1,0	-0,33	Orta
110 Numaralı Eleman (Teğet 132)	B.O.T.				
109 Numaralı Eleman (Kurp 131)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
108 Numaralı Eleman (Teğet 131)	B.O.T.				
107 Numaralı Eleman (Kurp 130)	-1,0	+1,0	+1,0	+0,33	Orta
106 Numaralı Eleman (Teğet 130)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
105 Numaralı Eleman (Kurp 129)	-1,0	+1,0	+1,0	+0,33	Orta
104 Numaralı Eleman (Teğet 129)	-1,0	0,0	i.e.	-0,50	Kötü
103 Numaralı Eleman (Kurp 128)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
102 Numaralı Eleman (Teğet 128)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
101 Numaralı Eleman (Kurp 127)	-1,0	+1,0	+1,0	+0,33	Orta
100 Numaralı Eleman (Teğet 127)	-1,0	-1,0	i.e.	-1,00	Kötü
99 Numaralı Eleman (Kurp 126)	+1,0	-1,0	-1,0	-0,33	Orta
98 Numaralı Eleman (Teğet 126)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
97 Numaralı Eleman (Kurp 125)	-1,0	+1,0	+1,0	+0,33	Orta
96 Numaralı Eleman (Teğet 125)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
95 Numaralı Eleman (Kurp 124)	-1,0	+1,0	+1,0	+0,33	Orta
94 Numaralı Eleman (Teğet 124)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
93 Numaralı Eleman (Kurp 123)	-1,0	+1,0	+1,0	+0,33	Orta
92 Numaralı Eleman (Teğet 123)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
91 Numaralı Eleman (Kurp 122)	-1,0	+1,0	+1,0	+0,33	Orta
90 Numaralı Eleman (Teğet 122)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
89 Numaralı Eleman (Kurp 121)	-1,0	0,0	+1,0	0,00	Orta
88 Numaralı Eleman (Teğet 121)	B.O.T.				
87 Numaralı Eleman (Kurp 120)	0,0	+1,0	-1,0	0,00	Orta
86 Numaralı Eleman (Teğet 120)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
85 Numaralı Eleman (Kurp 119)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
84 Numaralı Eleman (Teğet 119)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
83 Numaralı Eleman (Kurp 118)	0,0	0,0	-1,0	-0,33	Orta
82 Numaralı Eleman (Teğet 118)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
81 Numaralı Eleman (Kurp 117)	-1,0	+1,0	+1,0	+0,33	Orta
80 Numaralı Eleman (Teğet 117)	B.O.T.				
79 Numaralı Eleman (Kurp 116)	0,0	+1,0	+1,0	+0,67	İyi
78 Numaralı Eleman (Teğet 116)	B.O.T.				
77 Numaralı Eleman (Kurp 115)	0,0	0,0	-1,0	-0,33	Orta
76 Numaralı Eleman (Teğet 115)	-1,0	0,0	i.e.	-0,50	Kötü
75 Numaralı Eleman (Kurp 114)	+1,0	0,0	-1,0	0,00	Orta
74 Numaralı Eleman (Teğet 114)	-1,0	-1,0	i.e.	-1,00	Kötü
73 Numaralı Eleman (Kurp 113)	+1,0	+1,0	-1,0	+0,33	Orta
72 Numaralı Eleman (Teğet 113)	+1,0	0,0	i.e.	+0,50	İyi
71 Numaralı Eleman (Kurp 112)	+1,0	+1,0	-1,0	+0,33	Orta
70 Numaralı Eleman (Teğet 112)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
69 Numaralı Eleman (Kurp 111)	+1,0	+1,0	0,0	+0,67	İyi
i.e.: İhmal edilir					
B.O.T.: Bağımsız Olmayan Teğet					

Çizelge 6.10: (devam) Örnek II için yapılan güvenlik modülü değerlendirmesi (Şırnak'tan Çatak istikametine doğru).

Tasarım Elemanı	Güvenlik Kriteri I	Güvenlik Kriteri II	Güvenlik Kriteri III	Güvenlik modülü	
				Ortalama	Sınıf
68 Numaralı Eleman (Teğet 111)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
67 Numaralı Eleman (Kurp 110)	+1,0	0,0	-1,0	0,00	Orta
66 Numaralı Eleman (Teğet 110)	B.O.T.				
65 Numaralı Eleman (Kurp 109)	+1,0	+1,0	+1,0	+1,00	İyi
64 Numaralı Eleman (Teğet 109)	0,0	+1,0	i.e.	+0,50	İyi
63 Numaralı Eleman (Kurp 108)	+1,0	+1,0	+1,0	+1,00	İyi
62 Numaralı Eleman (Teğet 108)	0,0	0,0	i.e.	0,00	Orta
61 Numaralı Eleman (Kurp 107)	+1,0	0,0	-1,0	0,00	Orta
60 Numaralı Eleman (Teğet 107)	0,0	0,0	i.e.	0,00	Orta
59 Numaralı Eleman (Kurp 106)	+1,0	0,0	-1,0	0,00	Orta
58 Numaralı Eleman (Teğet 106)	B.O.T.				
57 Numaralı Eleman (Kurp 105)	0,0	0,0	-1,0	-0,33	Orta
56 Numaralı Eleman (Teğet 105)	-1,0	+1,0	i.e.	0,00	Orta
55 Numaralı Eleman (Kurp 104)	-1,0	+1,0	0,0	0,00	Orta
54 Numaralı Eleman (Teğet 104)	-1,0	-1,0	i.e.	-1,00	Kötü
53 Numaralı Eleman (Kurp 103)	+1,0	-1,0	+1,0	+0,33	Orta
52 Numaralı Eleman (Teğet 103)	-1,0	-1,0	i.e.	-1,00	Kötü
51 Numaralı Eleman (Kurp 102)	+1,0	-1,0	-1,0	-0,33	Orta
50 Numaralı Eleman (Teğet 102)	B.O.T.				
49 Numaralı Eleman (Kurp 101)	-1,0	-1,0	-1,0	-1,00	Kötü
48 Numaralı Eleman (Teğet 101)	B.O.T.				
47 Numaralı Eleman (Kurp 100)	+1,0	0,0	0,0	+0,33	Orta
46 Numaralı Eleman Teğet (100)	B.O.T.				
45 Numaralı Eleman (Kurp 99)	+1,0	0,0	+1,0	+0,67	İyi
44 Numaralı Eleman (Teğet 99)	B.O.T.				
43 Numaralı Eleman (Kurp 98)	+1,0	+1,0	-1,0	+0,33	Orta
42 Numaralı Eleman (Teğet 98)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
41 Numaralı Eleman (Kurp 97)	+1,0	+1,0	0,0	+0,67	İyi
40 Numaralı Eleman (Teğet 97)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
39 Numaralı Eleman (Kurp 96)	+1,0	+1,0	0,0	+0,67	İyi
38 Numaralı Eleman (Teğet 96)	+1,0	0,0	i.e.	+0,50	İyi
37 Numaralı Eleman (Kurp 95)	+1,0	0,0	-1,0	0,00	Orta
36 Numaralı Eleman (Teğet 95)	+1,0	0,0	i.e.	+0,50	İyi
35 Numaralı Eleman (Kurp 94)	+1,0	+1,0	-1,0	+0,33	Orta
34 Numaralı Eleman (Teğet 94)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
33 Numaralı Eleman (Kurp 93)	+1,0	+1,0	-1,0	+0,33	Orta
32 Numaralı Eleman (Teğet 93)	+1,0	0,0	i.e.	+0,50	İyi
31 Numaralı Eleman (Kurp 92)	0,0	+1,0	-1,0	0,00	Orta
30 Numaralı Eleman (Teğet 92)	+1,0	0,0	i.e.	+0,50	İyi
29 Numaralı Eleman (Kurp 91)	-1,0	0,0	-1,0	-0,67	Kötü
28 Numaralı Eleman (Teğet 91)	+1,0	0,0	i.e.	+0,50	İyi
27 Numaralı Eleman (Kurp 90/B)	0,0	+1,0	-1,0	0,00	Orta
26 Numaralı Eleman (Kurp 90/A)	0,0	0,0	-1,0	-0,33	Orta
i.e.: İhmal edilir					
B.O.T.: Bağımsız Olmayan Teğet					

Çizelge 6.10: (devam) Örnek II için yapılan güvenlik modülü değerlendirmesi (Şırnak'tan Çatak istikametine doğru).

Tasarım Elemanı	Güvenlik Kriteri I	Güvenlik Kriteri II	Güvenlik KriteriIII	Güvenlik modülü	
				Ortalama	Sınıf
25 Numaralı Eleman (Teğet 90)	+1,0	0,0	i.e.	+0,50	İyi
24 Numaralı Eleman (Kurp 89/B)	-1,0	+1,0	-1,0	-0,33	Orta
23 Numaralı Eleman (Kurp 89/A)	-1,0	0,0	-1,0	-0,67	Kötü
22 Numaralı Eleman (Teğet 89)	+1,0	0,0	i.e.	+0,50	İyi
21 Numaralı Eleman (Kurp 88)	-1,0	-1,0	-1,0	-1,00	Kötü
20 Numaralı Eleman (Teğet 88)	B.O.T.				
19 Numaralı Eleman (Kurp 87)	+1,0	+1,0	-1,0	+0,33	Orta
18 Numaralı Eleman (Teğet 87)	+1,0	0,0	i.e.	+0,50	İyi
17 Numaralı Eleman (Kurp 86)	0,0	+1,0	-1,0	0,00	Orta
16 Numaralı Eleman (Teğet 86)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
15 Numaralı Eleman (Kurp 85)	0,0	+1,0	-1,0	0,00	Orta
14 Numaralı Eleman (Teğet 85)	+1,0	0,0	i.e.	+0,50	İyi
13 Numaralı Eleman (Kurp 84)	0,0	0,0	-1,0	-0,33	Orta
12 Numaralı Eleman (Teğet 84)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
11 Numaralı Eleman (Kurp 83)	+1,0	+1,0	-1,0	+0,33	Orta
10 Numaralı Eleman (Teğet 83)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
9 Numaralı Eleman (Kurp 82)	+1,0	-1,0	-1,0	-0,33	Orta
8 Numaralı Eleman (Teğet 82)	0,0	0,0	i.e.	0,00	Orta
7 Numaralı Eleman (Kurp 81)	+1,0	+1,0	-1,0	+0,33	Orta
6 Numaralı Eleman (Teğet 81)	+1,0	+1,0	i.e.	+1,00	İyi
5 Numaralı Eleman (Kurp 80)	+1,0	-1,0	-1,0	-0,33	Orta
4 Numaralı Eleman (Teğet 80)	0,0	-1,0	i.e.	-0,50	Kötü
3 Numaralı Eleman (Kurp 79)	+1,0	0,0	-1,0	0,00	Orta
2 Numaralı Eleman (Teğet 79)	B.O.T.				
1 Numaralı Eleman (Kurp 78)	Sonraki elemana ait veriler bilinmediğinden değerlendirme yapılamaz.				
i.e.: İhmal edilir					
B.O.T.: Bağımsız Olmayan Teğet					

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

7.1 Sonuçlar

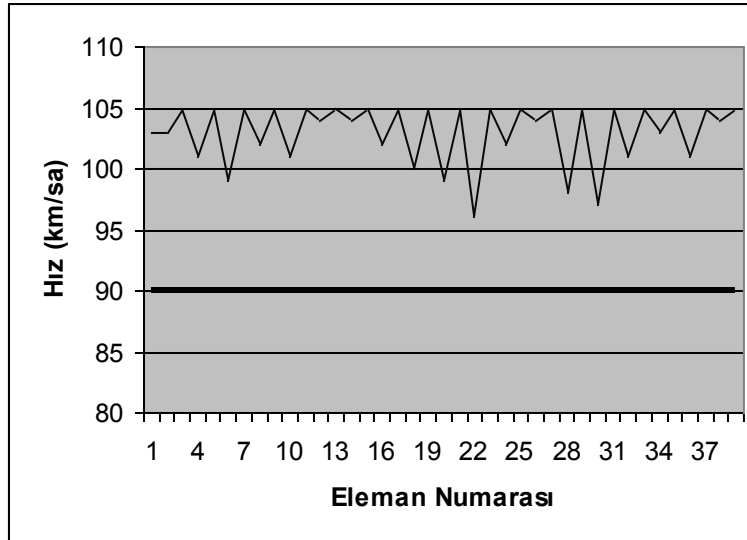
Yol güvenliğinin en önemli karşılaştırma parametresi olan trafik kazaları, dünya üzerinde taşıt trafiğinin olduğu her yerde söz konusu olmaktadır. Yarattığı ekonomik ve toplumsal zararı çok ciddi boyutlara ulaşan trafik kazaları, ulaştırma mühendisliği alanında önemli bir inceleme konusu haline gelmiştir.

Bu çalışmada, trafik kazaları ile ilgili “Neden” ve “Nasıl” soruları sorulmuş ve söz konusu soruna farklı bir çözüm yaklaşımı üzerine değerlendirmelerde bulunulmuştur. Trafik kazalarının etkilendiği faktörler, genel olarak ele alınıp insan, yol ve taşıt faktörleri olmak üzere üç ana başlık altında toplanmıştır. Tüm bu sınıflandırma içerisinde belirli standartlar, alt ve üst limitler, tahmini ya da önerilen eşik değerler, referansları da verilerek belirtilmiştir. Çalışmada yol ile ilgili kaza faktörleri, insan ve taşıt unsurlarına nazaran daha fazla mühendislik ve tasarım konularına ait nitelikler barındırması nedeniyle daha ayrıntılı ele alınmıştır. Kaldı ki yol unsuru ile ilgili faktörler, kazaların meydana gelmesinde her ne kadar ikinci sırada gelmekte iseler de, yol unsurunun kontrolü insan unsuruna göre çok daha kolay olmaktadır. Üstelik iyi bir geometrik tasarım ile kazalarda etkili olabilecek diğer unsur hatalarının da önemli ölçüde telafi edilebilmesi olanaklıdır. Bu amaçla yola ait kaza faktörlerinin “klasik” anlamdaki yorumunun yanı sıra yeni bir anlayış olan “tasarım tutarlılığı kavramı” da ele alınmıştır.

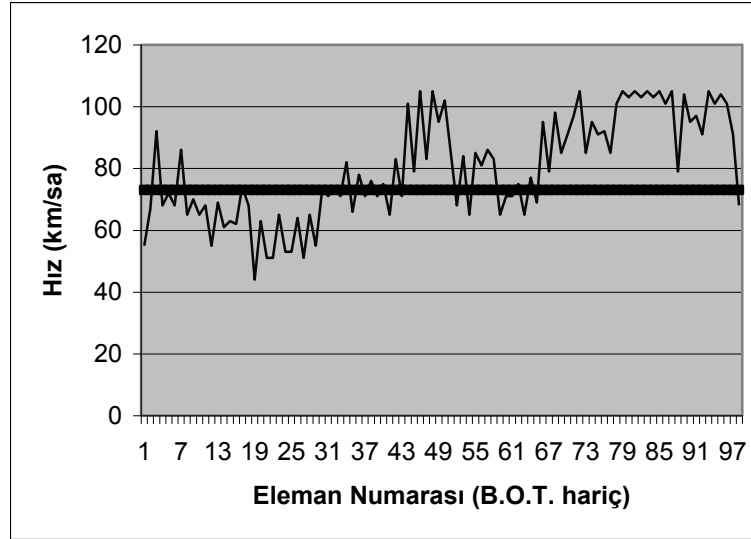
Pek çok kaynağa göre ölümcül kazaların en az yarısı iki şeritli kırsal yollarda gerçekleşmekte, bunun yarısı ise kurplu kesimlerde meydana gelmektedir. Bu bakımdan ideal bir inceleme alanı olması nedeniyle iki şeritli kırsal yollardaki kurplu ve teğet kesimler ele alınarak değerlendirilmiştir. Bu bağlamda Lamm vd. tarafından geliştirilen yol güvenliği açısından etkili ve hassas sonuçlar elde edilmesi yönünden güvenilir, yeni bir kavram olan “tasarım tutarlılığı” ile ülkemiz karayolu ağı içinden seçilen iki karakteristik geçki, örnek olmak üzere sınanmıştır.

Ele alınan geçkiler ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda tasarım tutarlılığı yaklaşımı pratik anlamda incelenmiş olup güvenlik modülleri aracılığıyla yol güvenliği analiz edilmiştir. Buna göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Şekil 7.1 ve Şekil 7.2’de, söz konusu geçkiler için her bir tasarım elemanına ait % 85’lik dilim içindeki hız ile tasarım hızı arasındaki ilişki grafiksel olarak ifade edilmiştir. Kalın çizginin proje hızını yani tasarım hızını, ince çizgininse % 85’lik dilim içindeki hızı yani işletme hızını temsil ettiği söz konusu bu iki grafikte, güvenlik modülünden elde edilen veriler ile karşılaştırılmakta ve tasarım hızı ile işletme hızı arasındaki ilişkinin yol güvenliği üzerindeki etkinliği belirgin bir şekilde görülmektedir. Buna göre tasarımın güvenlik modülü bakımından kritik seviyelere yaklaştığı noktalarda işletme ve tasarım hızları arasındaki fark da açılmakta, güvenlik bakımından iyi olarak tanımlanan tasarım değerlendirmesi içinse aksi durum geçerli olmaktadır.



Şekil 7.1: Örnek I'deki tasarım elemanları için işletme hızı ile tasarım hızı arasındaki ilişki.



Şekil 7.2: Örnek II'deki tasarım elemanları için işletme hızı ile tasarım hızı arasındaki ilişki.

- Bunun dışında esas olarak yol güvenliği ile yola ait bazı geometrik özellikler arasında belirgin ilişkiler bulunmuştur. Bu ilişkilerin bir kısmı sezgisel olarak kolayca görülebilmektedir. Buna göre uzun teğet kesimlerden sonra gelen keskin kurpların güvenlik açısından yetersiz kaldığı açıkça görülmektedir. Ayrıca deverin yetersiz olduğu kurplarda güvenlik ölçütü III açısından, boyuna eğimin aniden değiştiği tasarım elemanları arasında ise güvenlik ölçütü II açısından olmak üzere güvenlik riski oluşmaktadır. Burada önemli olan bu ilişkiler düzeyinin nicel olarak saptanmasıdır ve güvenliğin matematiksel anlamda formüle edilebilmesidir. İncelemede kullanılan tasarım tutarlılığı yöntemiyle bu durum yüksek oranda sağlanmaktadır ve bu amaçla konuyla ilgili geliştirilmiş olan güvenlik ölçütleri, yol güvenliğine yeni bir perspektif oluşturmaktadır.
- Bu bağlamda iki şeritli kırsal bir karayolu tasarımında, tasarımın geometrik unsurlar açısından tutarlılık sağlaması gerekmektedir.
- Söz konusu bu tasarım tutarlılığı belirli normlar çerçevesinde tespit edilmiş güvenlik ölçütlerine göre yapılmalıdır.
- Referans alınan güvenlik ölçütleri, yolun fonksiyonuna ve karakteristik özelliklerine göre değişen geometrik tasarım standartlarını gözeterek biçimde değerlendirilmelidir.

7.2 Öneriler

Konuyla ilgili teorik bilginin uygulamaya dökülmesi amacıyla yapılan örnek çalışmalarda görülen bazı eksiklikler ve bu doğrultuda getirilen öneriler şöyle sıralanabilir:

- %85’lik dilim içindeki hızın formüle edilmesi anlamında A.B.D., Almanya, İtalya gibi birçok ülke kendi bağıntılarını geliştirmekte iken, ülkemizde de Türkiye koşullarını ve Türkiye’de kabul edilen geometrik yol standartlarını göz önüne alacak detaylı bir araştırmaya ihtiyaç vardır. Özellikle yolun $CCR_S - V_{85}$ ilişkisini irdelenecek, böylece geometrik tasarımın sürücü davranışını ve beklentilerini yansıtacak kapsamlı bir çalışmayla yol güvenliğinin daha sağlıklı bir şekilde değerlendirilmesi mümkün hale gelecektir.
- İncelenen güvenlik ölçütlerinde ve buna bağlı olarak oluşturulan güvenlik modüllerinde ortaya çıkan sonuçların doğru bir şekilde tahlil edilmesi, karakteristik sonuçların kategorize edilerek güvenlik artırıcı önlemlerin alınması bakımından ciddi bir önem taşımaktadır. Bu bakımdan yol güvenliği sınıflandırmasının “iyi, orta, kötü” olarak sadece üç kademede yapılması yetersiz kalmakta, duruma ve koşullara göre geniş bir yelpaze içinde daha derinlemesine bir sınıflandırma gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Böylelikle güvenlik zafiyetinin olduğu kesimlerde verilecek noktasal kararların geçerliliği kesinleşmiş olacaktır.
- Esas olarak, Lamm ve arkadaşlarının güvenlik ölçütlerine ve tasarım tutarlılığı kavramına göre geliştirdiği bu değerlendirme yöntemi, yol güvenliğinde tasarımcının etkinliğini bir kez daha gözler önüne sermektedir. Bu anlayışla yapılan bir güvenlik değerlendirmesi, öngörülemez olduğu varsayılan bir trafik kazası için risk haritasının çıkarılması konusunda önemli bir adımdır. Böylece sürücü hatalarını en aza indirebilecek bir tasarımın geliştirilmesi mümkün hale gelmektedir.

Yukarıda sunulan bu bakış açısı, dünya üzerinde birkaç yıllık geçmişi olan, fakat gelecekte yeni ufuklar vaat eden yeni bir perspektiftir. Bu nedenle ulaştırma mühendisliği altında toplanan akademik çevreye, bu yeni perspektif ışığında yol güvenliğinin yeniden değerlendirilmesi, trafik kazalarında etkili faktörlerin etki değerlendirmeleri ile ilgili yöntemlerin gözden geçirilmesi, yeniden oluşturulması ve

tüm bunlara ait yeni bir özne tanımlaması yapılması aşamasında büyük bir sorumluluk düşmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] **Rowan, N.J., Woods, D.L., Stover, V.G., Anderson, D.A., Dozier, J.H. and Johnson, J.H.,** 1980. Yol Güvenliği Esasları, *Teknolojiye İştirak Raporu: 80-228*, A.B.D. Ulaştırma Dairesi, Teksas A.M. Üniversitesi, Teksas Ulaştırma Enstitüsü.
- [2] **Umar, F. ve Yayla, N.,** 1994: Yol İnşaatı, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- [3] **World Health Organization (WHO),** 2009: Global Status Report on Road Safety Time for Action, *World Health Organization Department of Violence & Injury Prevention & Disability (VIP)*, Geneva.
- [4] **İyınam, A.F.,** 1997: Karayolu güvenliği ile yol geometrik standartları arasındaki ilişkilerin analizi, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [5] **Bağırhan, N.,** 2006: Şehirlerarası Karayollarında Trafik Güvenliği Tahmini, *Doktora Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [6] **Lamm, R., Wolhuter, K., Beck, A. and Ruscher, T.,** 2001: Introduction of a New Approach to Geometric Design and Road Safety, *20th South African Transport Conference "Meeting the Transport Challenges in Southern Africa" Conference Papers*, Pretoria.
- [7] **Ng, J.C.W.,** 2002: Quantifying the Relationship Between Geometric Design Consistency and Road Safety, *Yüksek Lisans Tezi*, The University of British Columbia, Vancouver.
- [8] **Lay, M.G.,** 1998. Handbook of Road Technology Volume 2 Traffic and Transport, Gordon and Breach Science Publishers, Amsterdam.
- [9] **Oxley, J., Corben, B., Koppel S., Fildes, B., Jacques, N., Symmons, M. and Johnston, I.,** 2004: Cost-Effective Infrastructure Measures on Rural Roads, Monash University Accident Research Centre, Melbourne.
- [10] **Lamm, R., Beck, A., Ruscher, T. ve Mailaender, T.,** 2007. How to Make Two – Lane Rural Roads Safer, Specific Background and Guide for Practical Application, WIT Press, Southampton.
- [11] **İyınam, Ş.,** 2008. "Karayolu Tasarımında Güvenlik İlkeleri – Ders Notları", İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- [12] **European Commission,** 2010: EU Energy and Transport in Figures, Statistical Pocketbook 2010, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- [13] **Url-1** < http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=52&ust_id=15 >, Türkiye İstatistik Kurumu internet sitesi, alındığı tarih 08.12.2010.

- [14] İyınam, A.F., İyınam, Ş. ve Ergün, M., 1999: Kullanıcı Olarak İnsan Faktörünün Karayolu Güvenliği Üzerindeki Etkileri, *II. Ulaşım ve Trafik Kongresi – Sergisi*, Ankara.
- [15] **Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)**, 1999: Safety Strategies for Rural Roads, Road Transport and Intermodal Research, Paris.
- [16] Tekinsav, G.S., 2000: Sürücü Davranışının İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- [17] Sönmez, A., 2000: Türkiye’de Trafik Kazaları ve Sürücü Kusurları Sorunu, *Polis Bilimleri Dergisi*, cilt 2, sayı 5 – 6, sayfa 151–163.
- [18] Kalyoncuoğlu, F., 1999. Sürücü Niteliklerinin Kazalar Üzerindeki Etkisi, *II. Ulaşım ve Trafik Kongresi – Sergisi*, Ankara.
- [19] Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. and Sørensen, M., 2009. The Handbook of Road Safety Measures, Emerald Group Publishing Limited, Bingley.
- [20] Sivak, M., Luoma, J., Flannagan, M.J., Bingham, C.R., Eby, D.W. and Shope, J.T., 2006. Traffic Safety in the U.S.: Re-examining Major Opportunities, The University of Michigan Transportation Research Institute, Michigan.
- [21] **Url-2**, < http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/pdf/roads.pdf >, alındığı tarih 21.08.2010. Roads, webtext SafetyNet, 2009.
- [22] Hoşkal, D., 2006. 2003 – 2004 yıllarında Diyarbakır İlinde Meydana Gelen Yaralanmalı Yaya Kazalarının İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trafik Planlaması ve Uygulaması, Ankara.
- [23] Garber, N.J. and Hoel, L.A., 2009. Traffic and Highway Engineering, Cengage Learning, Toronto.
- [24] **National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA)**, 2009: Traffic Safety Facts 2008 Data: Pedestrians, Report No: DOT HS 811 163, National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), US Department of Transportation, Washington D.C.
- [25] İyınam, A.F. ve Ergün, M., 1999. Kent Yollarının Planlanmasında Yaya Güvenliği Faktörü, 2. *Ulusal Kentsel Altyapı Sempozyumu*, Adana.
- [26] **Karayolları Genel Müdürlüğü**, 2010: Trafik Kazaları Özeti 2009, Karayolları Genel Müdürlüğü, Bakım Dairesi Başkanlığı, Trafik Şubesi Müdürlüğü, Ankara.
- [27] Dietze, M., Ebersbach, D., Lippold, C., Mallschützke, K. and Gatti, G., 2005: Road Geometry, Driving Behavior and Road Safety, Road Infrastructure Safety Protection – Core-Research and Development for Road Safety in Europe; Increasing Safety and Reliability of Secondary Roads for a Sustainable Surface Transport. Alındığı tarih 13 Mayıs 2010, < <http://ripcord.bast.de/pdf/RI-TUD-WP10-R1-Basics.pdf> >.

- [28] **Transportation Research Board**, 1987. State-of-the-Art Report 6: Relationship Between Safety and Key Highway Features: A Synthesis of Prior Research, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.
- [29] **American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)**, 2001. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, D. C.
- [30] **Transportation Research Board**, 1987. Designing Safer Roads, Practices for Resurfacing, Restoration and Rehabilitation, Special Report 214, Transportation Research Board National Research Council, Washington, D.C.
- [31] **Noyce, D.A., Bahai, H.U., Yambó, J.M. and Kim, G.**, 2005. Incorporating Road Safety Into Pavement Management: Maximizing Asphalt Pavement Surface Friction for Road Safety Improvements - Draft Literature Review & State Surveys, Midwest Regional University Transportation Center Traffic Operations and Safety (TOPS) Laboratory.
- [32] **Austrroads**, 1993. Rural Road Design, Guide to the Geometric Design of Rural Roads, Austrroads, Sydney.
- [33] **Stamatiadis, N., Pigman, J., Sacksteder, J., Ruff, W. and Lord, D.**, 2009. Impact of Shoulder Width and Median Width on Safety, National Cooperative Highway Research Program – NCHRP Report 633, Transportation Research Board, Washington, D.C.
- [34] **Karayolları Genel Müdürlüğü**, 2006. Karayolu Trafik Güvenliği Kontrolü Elkitabı, Karayolları Genel Müdürlüğü, Bakım Dairesi Başkanlığı, Trafik Şubesi Müdürlüğü, Ankara.
- [35] **Neuman, T.R., Pfefer, R., Slack, K.L., Hardy, K.K., Council, F., McGee, H., Prothe, L. and Eccles, K.**, 2003. Guidance for Implementation of the AASHTO Strategic Highway Safety Plan Volume 6: A Guide for Addressing Run-Off-Road Collisions, National Cooperative Highway Research Program – NCHRP Report 500, Transportation Research Board, Washington, D.C.
- [36] **American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)**, 1989. Roadside Design Guide, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, D. C.
- [37] **Kalyoncuoğlu, C.**, 2007. Yatay ve Düşey Trafik İşaretlemelelerinde Yeni Malzemeler, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [38] **Yüksel, E.**, 2007. Modern Dönel Kavşakların Kapasite ve Trafik Güvenliği Yönünden İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- [39] **Baruya, A., Transport Research Laboratory, U.K.,** 1998: Speed-Accident Relationships on Different Kinds of European Roads, VTT Communities and Infrastructure, Finland.
- [40] **Simcic, G. and Townsend, E.,** 2008: Managing Speed: Towards Safe and Sustainable Road Transport, European Transport Safety Council (ETSC), Brussels.
- [41] **Stuster, J., Coffman, Z. and Warren, D.,** 1998: Synthesis of Safety Research Related to Speed and Speed Management, Publication No. FHWA-RD-98-154, Federal Highway Administration FHWA, National Highway Traffic Safety Administration NHTSA. Alındığı tarih 18 Eylül 2010, internet linki: < <http://www.tfhrc.gov/safety/speed/speed.htm> > ,
- [42] **Stamatiadis, N. and Gong, H.,** 2004: Analysis of Inconsistencies Related to Design Speed, Operating Speed and Speed Limits, Kentucky Transportation Center, College of Engineering, University of Kentucky, Lexington.
- [43] **Danielson, B.J. and Hubbard, M.W.,** 1998: A Literature Review for Assessing the Status of Current Methods of Reducing Deer-Vehicle Collisions, Iowa Department of Transportation, Iowa Department of Natural Resources, Iowa State University, Ames.
- [44] **Perin, J. and Disegni, R.,** 2003: Animal - Vehicle Accident Analysis, University of Utah, Utah.
- [45] **Pisano, P.A., Goodwin, L.C. and Rossetti, M.A.,** 2008: U.S. Highway Crashes in Adverse Road Weather Conditions, *Proceedings of the 88th Annual American Meteorological Society Meeting*, New Orleans.
- [46] **Wallman, C. and Åström, H.,** 2001: Friction Measurement Methods and the Correlation Between Road Friction and Traffic Safety, a Literature Review, Swedish National Road and Transport Research Institute, Linköping.
- [47] **Flannagan, M.J.,** 2001: The Safety Potential of Current and Improved Front Fog Lamps, the University of Michigan, Transportation Research Institute, Ann Arbor.
- [48] **Lamm, R., Psarianos, B., Mailaender, T., Choueiri, E.M., Heger, R. and Steyer, R.,** 1999: Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook, McGraw-Hill Companies, Professional Book Group, New York.
- [49] **Morrall, J.F. and Robinson, J.B.L.,** 2003: Design Speed Choices for Canadian Two – Lane Rural Highways, *Roadway Improvement Session of the 2003 Annual Conference of the Transportation Association of Canada St John's, Newfoundland and Labrador*, Transportation Association of Canada, Ottawa.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Baran ZENCİRKIRAN

Doğum Yeri ve Tarihi: Bursa, 27.01.2010

Adres: Sümbül Efendi M. Cambaziye S. No: 7/7 Kocamustafapaşa
Fatih/İSTANBUL

Lisans Üniversite: İnşaat Mühendisliği, Yıldız Teknik Üniversitesi