



*Avrupa Yol Yöneticileri
Konferansı*

Affeden Yol Kenarları Tasarım Kılavuzu



Kasım 2012



Karayolları Genel Müdürlüğü
Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı

Affeden Yol Kenarları Tasarım Kılavuzu  evirisine İlişkin Açıklama

Bu doküman Avrupa Yol Yöneticileri Konferansı Yol Güvenliği Teknik Ekibi tarafından hazırlanan Affeden Yol Kenarları Tasarım Kılavuzu adlı yayının çevirisi olup Avrupa Yol Yöneticileri Konferansı Genel Sekreterlik yetkililerinden alınan izinle Türkçe'ye çevrilmiştir.

Haziran, 2018

Yazarlar:

Bu rapor **IRDES ERA-NET** “Yol Tasarımında Güvenlik” ekibi tarafından hazırlanmıştır.

Yazar: Francesca La Torre, UNIFI, İtalya (Avrupa Yol Yöneticileri Konferansı Yol Güvenliği Teknik Ekibinde (CEDR TGRS) ANAS şirketini temsilen)

Katkıda Bulunanlar:

Lorenzo Domenichini, UNIFI, İtalya
Alessandro Mercaldo, UNIFI, İtalya
Helen Fagerlind, CHALMERS, İsveç
Jan Martinsson, CHALMERS, İsveç
Dennis Book, CHALMERS, İsveç
Peter Saleh, AIT, Austria (Ek-A’nın yazarı)

Matthias Helfert, AIT, Avusturya
Philippe Nitsche, AIT, Avusturya
Yann Goyat, IFSTTAR, Fransa
Eleonora Cesolini, ANAS, İtalya
Raffaella Grecco, ANAS, İtalya
Federica Bianchin, ANAS, İtalya

**Avrupa Yol Yöneticileri Konferansı Yol Güvenliği Teknik Ekibinin
aşağıdaki üyelerinin yazıları ile:**

Harry Cullen	İrlanda (Chair)	Francesca LA TORRE	İtalya
Forbes VIGORS	İrlanda	Barbara RUBINO	İtalya
Eva EICHINGER-VILL	Avusturya	Paul MANGEN	Lüksemburg
Didier ANTOINE	Belçika-Wallonia	Herman MONING	Hollanda
Photis MATSIS	Güney Kıbrıs Rum Yönetimi	Arild ENGBRETSSEN	Norveç
Reigo UDE	Estonya	Arild RAGNOY	Norveç
Auli FORSBERG	Finlandiya	Leszek KANIA	Polonya
Gerard VUILLEMIN	Fransa	Zvonko ZAVASNIK	Slovenya
Stefan MATENA	Almanya	Roberto LLAMAS	İspanya
Christina PANAGOLIA	Yunanistan	Jose M. PARDILLO	İspanya
Tibor MOCSÁRI	Macaristan	Lena RYDEN	İsveç
Audur ARNADOTTIR	İzlanda	Christoph JAHN	İsviçre
Giovanni MAGARO	İtalya	Sandra BROWN	İngiltere

Bu doküman yalnızca CEDR’in mevcut görüşünü ifade etmektedir. Okuyucular, bu görüşleri CEDR üye ülkelerinin resmi bir ifadesi olarak görmemeliler. Aynı derecede bu belge bir kılavuz olarak düşünülmektedir; yasal olarak bağlayıcı bir belge değildir.

Onaylayan ve Düzelten: CEDR İcra Kurulu 7 Mart 2013
Yöneltilen: CEDR Yönetim Kurulu 15 Mayıs 2013
Düzenleyen ve Yayınlayan: CEDR Genel Sekreterliği
ISBN: 979-10-93321-02-8

Önsöz

CEDR Yol Güvenliği Teknik Ekibi (TGRS), affeden yol kenarları hususunda son yılların en önemli dokümanlarından birini ortaya koymuş olmaktan gurur duymaktadır.

CEDR, 2009-2013 Stratejik Plan'ında, affeden yolların tasarımını en ileri önceliklerden biri olarak tanımlamıştır. Bu yüzden, İtalya ANAS Şirket temsilcisi Francesca La Torre önderliğinde, CEDR Yol Güvenliği Teknik Ekibi bünyesinde affeden yol kenarları ile ilgilenen özel bir ekip kurulmuştur.

CEDR Yol Güvenliği Teknik Ekibi, ERANET (Avrupa Araştırma Sahası Ağı) 'in 'IRDES' (İnsan Hatalarını Affetmek için Yol tasarımı Geliştirme Projesi) projesindeki çalışmaların yansımalarını raporlamaktadır. Bayan La Torre, bu grubun üyelerinden biri ve bu raporun başlıca yazarıdır.

Yol Güvenliği Teknik Ekibi, birçok üyesi aynı zamanda ERANET Program Yönetim Kurulunda olduğu ve projeyi tüm gelişimi boyunca izleme ve yönlendirme şansına sahip olduğu için kendini şanslı saymaktadır. Dahası, CEDR Yol Güvenliği Teknik Ekibinin diğer üyeleri, tüm görüşmeler boyunca, proje ekibinin konulara yönelik tartışmalarına internet tabanlı seminerlerle dahil olmuştur. Böylece doküman, Avrupa'daki (ulusal) yol idareleri için gerekli tavsiyeleri açıkça tanımlamıştır.

Affeden Yol Kenarları Tasarım Kılavuzu için geliştirilen yol kenarı özellikleri; bariyer sonlandırıcılar, banket sarsma bantları, yol donanımı için affeden destek yapıları ve banket genişliğidir. Her bir özellik bu kılavuzun ayrı bir bölümünde analiz edilmiştir.

CEDR Yol Güvenliği Teknik Ekibi adına, yol güvenliği üzerine çalışan tüm uygulayıcıları, içerisinde yer alan örnek uygulamaları dikkate almak bakımından bu dokümanı incelemeye teşvik etmek isterim.

Affeden yol kenarları üzerine daha detaylı bilgiye <http://www.irdes-eranet.eu> adresinden ulaşılabilir. İlave yol kenarı özellikleri, son teknoloji ürünü rapor ve etkililik değerlendirme çalışmalarında analiz edilmiştir.

CEDR Yol Güvenliği Teknik Ekibi

Yönetici Özeti

Avrupa Birliğinde (AB) yapılan ölümlü trafik kaza analizleri, kazaların %45'inin tek araçlı kaza olduğunu göstermektedir. Tek araçlı kazalar genellikle yoldan çıkma türünde olmaktadır.

Yola belli bir mesafede yer alan tehlikeli cisimlerin, örneğin ağaçlar, bulunduğu yol kenarları, kaza şiddet riskini artırması sebebiyle affetmeyen yol kenarları olarak adlandırılırlar. 'Affeden yol kenarı' kavramının amacı, hatalı taşıtların çarpmasını önlemek ya da çarpma sonucunda oluşabilecek hasarları en aza indirmektir.

Avrupa Yol Yöneticileri Konferansı (Conference of European Directors of Roads - CERD), affeden yolları 2009-2013 Strateji Planında en önemli önceliklerden biri olarak tanımlamıştır. Bu nedenle, CEDR bünyesinde affeden yol kenarları ile ilgilenen bir Yol Güvenliği Teknik Ekibi (Technical Group of Road Safety) kurulmuştur.

Son yıllarda, dünya çapında, affeden yol kenarları tasarımı üzerine ilkeler üretebilmek maksadıyla birçok proje yürütülmüş ve birçok ulusal standart belirlenmiştir. Bununla birlikte, farklı yaklaşımlar da ileri sürülmektedir. Uyumlaştırılmış (harmonised) çözümler belirlemeyi amaçlamış uluslararası araştırma projelerinin sonuçları genellikle aşırı bilimseldir ama kullanışlı değildir ve uygulanabilirlikten uzaktır.

Bu çalışma; en gelişmiş yol kenarı uygulamalarını dikkate alarak ve gerekli literatür incelemelerini yaparak yol idareleri ve işletmecileriyle (düzenlediği web tabanlı seminerler ve Yol Güvenliği Teknik Ekibi ile eş zamanlı çalışmalar kanalıyla) etkileşim halinde olmasının avantajını da kullanarak yol güvenliği tasarım projelerinde uygulanabilecek kullanışlı bir kılavuz ortaya çıkarmıştır. Önerilen farklı müdahaleler; kesin bir iyileştirme planlamasına başlamadan önce, kullanıcının maliyet etkinliği planlamasını gerçekleştirebilmesini sağlamak için tahmin edilen olası etkinlikle ilişkilendirilmiştir.

Ana unsur, kullanıcının en ideal iyileştirmeyi elde etmesi ve bu iyileştirmenin yeterliliğini uygun şekilde değerlendirmesi için mevcut farklı standartların uyumlulaştırılması ya da aynı işleyişe dair mevcut farklı çözümlerin altında yatan sebeplerin tanımlanmasıdır.

Affeden yol kenarları tasarım kılavuzunun geliştirilmesinde yer alan yol kenarı özellikleri:

- Bariyer sonlandırıcılar
- Banket sarsma bantları
- Yol donanımı için affeden destek yapılar
- Banket genişliği

Her bir özellik, kılavuzda ayrı bir bölümde, aşağıdaki başlıklar şeklinde analiz edilmiştir:

- Giriş
- Tasarım kriterleri
- Etkililiğin değerlendirilmesi
- Vaka Çalışmaları/örnekler
- Anahtar kaynaklar

Bu affeden yol kenarları kılavuzu, yol kenarlarını affedici yapmak için örnek uygulama iyileştirmeleri derlenmiş ve uyumlulaştırılmıştır. CEDR Yol Güvenliği Teknik Ekibi, yol güvenliği üzerine çalışan tüm uygulayıcılara bu kılavuzu tavsiye etmektedir.

Gelişmiş affeden yol kenarları üzerine kapsamlı bir bakış sağlayan ve farklı yol kenarı güvenlik işleyişlerinin etkinliklerini değerlendirmek adına, bu projenin bir parçası olarak yürütülen çalışmaların detaylı açıklaması olan Ek A, tasarımcılara yol göstermek için kılavuzun ana parçası olarak ayrıca sunulmuştur.

İÇİNDEKİLER

Önsöz.....	4
Yönetici Özeti.....	5
1. Affeden Yol Kenarları Tasarım Kılavuzuna Giriş	9
1.1 Motivasyon ve Amaçlar	9
1.2 Yöntem	9
1.3 Yol Kenarı'nın Tanımı.....	10
1.4 Avrupa Araştırma Sahası SRO1 Projesi Çerçevesinde Affeden Yol Kenarı Kılavuzu	11
2. Bariyer Sonlandırıcılar	12
2.1 Giriş	12
2.2 Tasarım Kriterleri	12
2.3 Etkililiğin Değerlendirilmesi.....	26
2.4 Vaka Çalışmaları / Örnekler	27
2.5 Referanslar	27
3. Banket Sarsma Bantları	29
3.1 Giriş	29
3.2 Tasarım Kriterleri	30
3.3 Etkililiğin Değerlendirilmesi.....	40
3.4 Vaka Çalışmaları / Örnekler	44
3.5 Referanslar	45
4. Yol Donanımı için Affeden Destek Yapıları	45
4.1 Giriş	45
4.2 Tasarım Kriterleri	48
4.3 Etkililiğin Değerlendirilmesi.....	54
4.4 Vaka çalışmaları /Örnekler	55
4.5 Referanslar	55
5. Banket Genişliği	56
5.1 Giriş	56
5.2 Tasarım Ölçütleri.....	56
5.3 Etkililiğin Değerlendirilmesi.....	58
5.4 Vaka Çalışmaları / Örnekler	61
6. Sonuç ve Tavsiyeler	62
7. Ek A İçin Önsöz	74
8. Yol Kenarı Tehlikeleri	74

8.1	<i>Sabit Tek Engeller</i>	76
8.2	<i>Sürekli Tehlikeler</i>	82
8.3	<i>Dinamik Yol Kenarı Tehlikeleri</i>	85
9.	<i>Yol Kenarlarını Affeden Yapan İyileştirmeler</i>	85
9.1	<i>Engellerin Kaldırılması veya Yerlerinin Değiştirilmesi</i>	87
9.2	<i>Yol Kenarı Elemanlarının Tadili</i>	97
9.3	<i>Engellere Kalkan (bariyer, çarpma yastığı vb. sistemler) Yapılması</i>	103
10.	<i>İleri Dönem Araştırma Gereksinimlerinin Saptanması</i>	110
EK A :	<i>Kaynaklar</i>	112
EK B:	<i>Sözlük</i>	117

1. Affeden Yol Kenarları Tasarım Kılavuzuna Giriş

CERD, affeden yollarını, 2009-2013 Strateji Planında en önemli önceliklerden biri olarak tanımlamıştır. Bu nedenle, CEDR bünyesinde affeden yol kenarları ile ilgilenen bir Yol Güvenliği Teknik Ekibi kurulmuştur.

Bu belgenin amacı, yol kenarı iyileştirmeleri için ortak standartları ve ilkeleri derleyip uyumlulaştırmaktır. Bu rapor, önlem alınabilecek tipik yol kenarı tehlikelerini tanımlamaktadır. Bu raporun ana bölümü; ilgili kaynakların, kılavuzların ve yol kenarı iyileştirmelerini ilgilendiren standartların sonuçlarını ve bulgularını içerir.

1.1 Motivasyon ve Amaçlar

Avrupa’da her yıl 43.000 kişi yol (trafik) kazaları sonucu hayatını kaybediyor. Daha Güvenli Avrupa Yolları İçin Yol Kenarı Altyapısı (Roadside Infrastructure for Safer European Roads – RISER) projesi, tüm kazaların %10’u tek araçlı kaza (genellikle, yoldan çıkma) olmasına rağmen, yalnızca ölümlü kazalar göz önünde bulundurulduğunda bu oranın %45’e çıktığını göstermektedir. Ölümlü kazalarda, yoldan çıkma türü kazaların oranının yüksek olmasının temel sebeplerinden biri de ‘affetmeyen’ yol kenarı tasarımı olarak tespit edilmiştir.

İnsan hatalarını affetmek amacıyla, son yıllarda yol kenarı tasarımıyla ilgili birçok farklı çalışma yürütülmektedir ancak hala aşağıdakilere ihtiyaç duyulmaktadır:

- Tasarımcıların yol kenarları affediciliğini geliştirmelerine olanak sağlayan kullanışlı ve tek tip bir kılavuz,
- Yapılmış bir yol kenarı iyileştirmesinin etkinliğini (sayısal bir şekilde) değerlendirmek için kullanışlı bir yöntem.

Bu belgenin amacı, yol kenarlarını affedici hale getirmek için modern teknolojileri özetlemek ve son zamanlarda uygulanmış standartları ve ilkeleri uyumlulaştırmaktır.

1.2 Yöntem

Avrupa Araştırma Sahası (European Research Area Network - ERANET) ile İnsan Hatalarını Affetmek için Yol Kenarı Tasarımı Geliştirme (Improving Roadside Design to Forgive Human Errors - IRDES) projelerinin sonucu ve CEDR Yol Güvenliği Teknik Ekibinin tavsiyeleri dayanak alınarak kullanıcılara uygun şekilde seçilmiş yol kenarı iyileştirmesi ve bu iyileştirme sonrasında olası çarpmalarda azalma açısından etkinliğin değerlendirilmesinde yardımcı olacak bir tasarım kılavuzu geliştirilmiştir. Affeden yol kenarları tasarım kılavuzunun geliştirilmesinde yer alan yol kenarı özellikleri şunlardır:

- Bariyer sonlandırıcılar

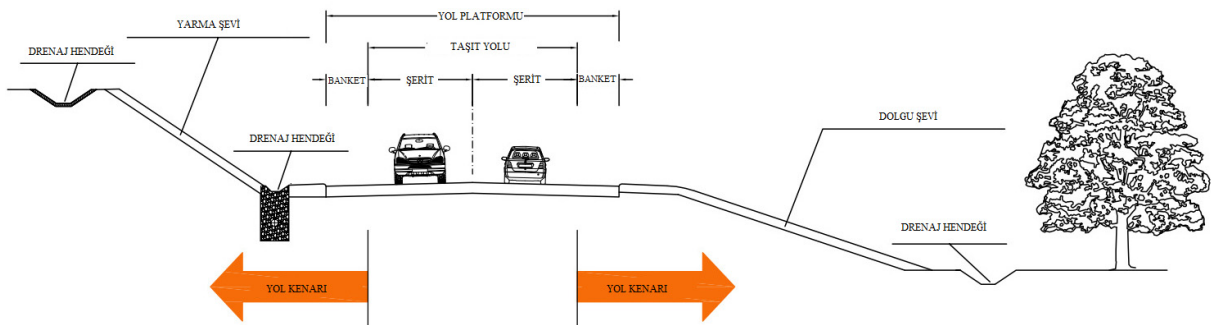
- Banket sarsma bantları
- Yol donanımı için affeden destek yapıları
- Banket genişliği

Her bir özellik, kılavuzda ayrı bir bölümde analiz edilmiştir.

Gelişmiş raporda (Ek A) ve etkinlik değerlendirme çalışmalarında ilave yol kenarı özellikleri analiz edilmiştir. Son olarak, keskin kurplarda farklı iyileştirmeler (kaplamalı banket, kaplamasız banket ve çarpma yastıkları) uygulamanın olası güvenlik etkileri tahlil edilmiş ve belli uygulamalar üzerine etkinlik değerlendirmesi gerçekleştirmek için bir yöntem teklif edilmiştir.

1.3 Yol Kenarı'nın Tanımı

RISER projesine göre, yol kenarı, taşıt yolu kenar çizgisinin ötesindeki alan olarak tanımlanmıştır. Literatürde, hangi yol elemanlarının yol kenarına ait olduğu, hangilerinin olmadığı hakkındaki görüşler ise değişiklik göstermektedir. Bölünmüş yolun arasında kalan kısmı ifade ettiği için, orta refüj bu kılavuzda yol kenarının bir parçası olarak göz önünde bulundurulmuştur. Bu nedenle, orta refüj üzerinde yer alan bütün elemanlar da yol kenarı elemanı olarak değerlendirilmiştir. Şekil 1 bazı yol kenarı elemanlarının dahil olduğu bir yol enkesitini (yarma ve dolgu kesimler dahil) göstermektedir. Şekil 1'de yer alan örnekte yol kenarı, trafik şeritlerinin (ya da taşıt yolunun) dışındaki alan olarak kabul edilebilir. Sınırları şerit işaretlemeleri belirlediği için, banketler yol kenarının bir parçasıdır. Şevler, temiz alanlar ('yol kenarı güvenlik alanları' olarak da bilinir) ya da ağaçlar, Ek A'da detaylı bir şekilde ele alınmış yol kenarı özellikleridir.



Şekil 1 : Örnek yol kenarı elemanlarını içeren yol enkesiti

1.4 Avrupa Araştırma Sahası SRO1 Projesi Çerçevesinde Affeden Yol Kenarı Kılavuzu

Bu proje; ENR SRO1 'in, beşeri faktörler ve insan fiziksel direncini göz önünde bulundurduğu, **kendini ifade eden yollar** ve **affeden yol kenarları** kavramları ile uyumlu bir şekilde farkındalığı ve ortak yol güvenliği uygulamasının kabul edilirliğini artırmaya yönelik “Yol Tasarımının Özünde Güvenlik” adlı programı tarafından finanse edilen beş projeden biridir.

Bu yüzden, kendini ifade eden ve affeden yolların her ikisine de sahip olmayı ve tasarım sürecinde kendini ifade eden yollar ve affeden yol kenarları arasındaki karşılıklı ilişkiyi dikkate almayı hedefleyen bütünleşmiş güvenlik programlarını tanımlamak için, bu projenin sonuçları, diğer dört projenin sonuçları ile bir bütün halinde ele alınmalıdır.

ERANET SO1 programına ilişkin detaylı bilgi;

http://www.eranetroad.org/index.php?option=com_content&view=article&id=74&Itemid=74

adresinde bulunabilir.

1.4.1 Affeden - Kendini İfade Eden Yol Kavramları

Affeden ve kendini ifade eden yollar, bütün yol ağında meydana gelen kaza sayısını azaltmaya yönelik iki farklı kavramdır. Bu rapor yalnızca affeden yol kenarlarını ele alır. Ancak ‘kendini ifade eden’ kavramının açıklanması, ‘affeden’ kavramı ile ayrımının yapılmasına olanak sağlamak için gereklidir.

Kaynak [4]’e göre, kendini ifade eden yollar; uygun hız ve sürüş tutumunun yolun kendi yapısıyla teşvik edilebilirliği fikrine dayanmaktadır. Böylelikle, hız sınırı ve ikaz işaretlerine gereksinim azalır. Bilindiği üzere, çoklu yol işaretlemeleri ve karmaşık trafik koşulları, aşırı bilgi yüklemesine yol açar ve sürüş hata risklerini artırır. Herrstedt [5]’te, güvenli altyapının işaretler, işaretlemeler, geometri, malzeme, ışıklandırma, yol yüzeyi, trafik ve hız yönetimi, trafik yasaları gibi farklı yol elementlerinin yol kullanıcısı tarafından benimsendiği bir tasarıma dayandığını belirtir. Kendini ifade eden yolların altında yatan fikir, bu yol elemanlarının en uygun kombinasyonu doğrultusunda yol tasarlamaktır.

Kısacası: **Kendini ifade eden yollar sürüş hatalarını önleme çabasıdayken, affeden yollar bu hataların sonuçlarını hafifletmeye çabalar.** Affeden yol kenarlarının birinci önceliği sürüş hataları, taşıt arızaları ya da kötü yol koşulları nedeniyle meydana gelmiş bir kazanın sonuçlarını azaltmak ve hafifletmektir. Affeden yol kenarları, yoldan çıkma türü kazalarda yaralanma ya da ölümü azaltmak için hatalı aracı şeride geri döndürücü iyileştirmelere odaklanmalıdır. Taşıt yine de bir yol elemanına çarparsa, ikinci öncelik çarpmanın şiddetini azaltmaktır. Başka bir deyişle yol kenarı, sürücünün hatasını yoldan çıkma kazaların şiddetini azaltarak affetmelidir.

Affeden yollar, yol kenarının nasıl tasarlandığı ve teçhizatlandığına bağlıdır. Bununla birlikte, yol kenarı sürücünün davranışını yönlendiren görüş alanının bir bileşenidir. PIARC İnsan Faktörleri Kılavuzuna [6] göre çok iyi tasarlanmış bir görüş alanı yol güvenliğinin artmasına yardımcıdır.

Bu nedenle, çok iyi tasarlanmış yol kenarları hem kendini ifade eden hem de affeden yolların elde edilmesine destek olur.

Bu belgede yer verilmiş affeden yol kenarları tasarımı için gereksinimler, kendini ifade eden yolların tasarımı için gereksinimlerle birleştirilmelidir. Dolayısıyla, yol kenarları tasarımının sonlandırılabilmesi için kapsamlı bir uygunluk analizi öncelikli gereksinimdir.

2. Bariyer Sonlandırıcılar

2.1 Giriş

Güvenlik bariyerleri; tehlikeli engellere kalkan olmak ve/veya taşıtların yoldan çıkmalarını önlemek için tasarlanmış affeden yol kenarı iyileştirmeleridir. Bununla birlikte, uçları ya da iki farklı tip bariyer arasındaki geçişleri tehlikeli yol kenarı cisimlerine dönüşebilir. Güvenlik bariyerleri, sonlandırmaları zemine uygun ankraj yapılmadığında ya da doğru indirme bölgesi yapılmadığında veya taşıt yolundan görülecek şekilde işaretlenmediklerinde tehlike olarak değerlendirilirler [7]. RISER veri tabanı tek engelin bariyer olduğu 41 trafik kazasını içermektedir. 14 vakada (%34,1) bariyerlerin sonuna çarpılmıştır. 'Affetmeyen' güvenlik bariyeri uçlarına çarpmalar çoğunlukla yolcu kompartımanının delinip geçilmesiyle sonuçlanır.

Affeden yol kenarları tasarım kılavuzunun bu bölümü, uygun bariyer sonlandırıcısının nasıl tasarlanması gerektiği ve korumasız sonlandırıcıları, çarpma şiddetini sönümleyen (crashworthy) sonlandırıcılar ile değiştirmenin etkinlik değerlendirmesinin nasıl yapılacağı hakkında yol gösterici olmayı amaçlamıştır.

2.2 Tasarım Kriterleri

2.2.1 Korumasız Sonlandırıcılar - Çarpma Şiddetini Sönümleyen Sonlandırıcılar Kıyaslaması

Korumasız sonlandırıcı (ayrıca 'çıplak' sonlandırıcı da denir), kafa kafaya çarpışma durumunda taşıt içine nüfuz edebilecek bariyer unsurlarıyla taşıtı aniden durdurabilecek ya da taşıtın bariyere çarpması sonrası takla atmasına yol açabilecek (Şekil 3), yol kenarı temiz alanı içinde yer alan (Şekil 2) ve seyahat edilen şeride paralel (veya paralele yakın) hizalanmış bariyer ucu sonlandırmasıdır. Çarpma şiddetini sönümleyen sonlandırıcılar taşıtı yeniden yola

yönlendirme ya da sonlandırıcının burnuyla kafa kafaya çarpışmadan sonra taşıtı yavaşlatma çabasında olan bariyer ucu iyileştirmeleridir.



Şekil 2: Korumasız (ya da 'çıplak') sonlandırıcı



Şekil 3: Korumasız sonlandırıcı ile kafa kafaya çarpışma [8]

2.2.2 Enerji Sönümleyen - Sönümlemeyen Sonlandırıcılar Kıyaslaması

Çarpma şiddetini sönümleyen sonlandırıcılar, çarpan taşıtlar bariyeri geçmesin diye taşıtları yeniden yola yönlendirecek ya da derhal durduracak bir şekilde tasarlanabilir. Sonlandırıcının ekseni yol eşiğinin ekseninden saptığı için (Şekil 4), birinci tür sonlandırıcıya 'yatay olarak kaydırılmış' (flared) sonlandırıcı denir. Sonlandırıcının ekseni yol eşiğine paralel olduğu için (Şekil 5) ikinci tip sonlandırıcıya 'teğet' sonlandırıcı denir. Teğet sonlandırıcıların amacı taşıtı durdurmak olduğu için bu sonlandırıcılar enerji sönümleyen aygıtlar olarak iyileştirilmelidir ve (bölüm 2.5.1'de detaylandırıldığı gibi EN 1317-7 testinin yerini alacak) ENV 1317-4 testine tabi

tutulmalıdır. Yatay olarak kaydırılmış sonlandırıclar genellikle önemli miktarda kinetik enerjiyi dağıtacak şekilde tasarlanmazlar ve bu yüzden (çoğunlukla ABD pazarında) sınırlı sayıda yatay olarak kaydırılmış ve enerji sönümleyen ürünler olmasına rağmen, enerji sönümlemeyen aygıtlar olarak göz önünde bulundurulurlar.



Şekil 4: Yatay olarak kaydırılmış sonlandırıcı [9]



Şekil 5: Teğet sonlandırıcı [1]

Buruna karşıdan çarpmaları en aza indirmek için, teğet sonlandırıcılar bariyer ekseninden 0,3 m ila 0,6 m sapma ile yerleştirilebilirler. Yatay olarak kaydırılmış sonlandırıcılar her ne kadar

0,9 metreden daha az sapmayla başarılı olan bazı tasarımlara sahip olsa da, genellikle 1,2 metre sapma gerektirir. Yatay olarak kaydırılmış sonlandırıcılar seyahat edilen şeritten daha uzakta yer aldıkları için kafadan çarpma olasılığı daha azdır ve taşıt ani bir yavaşlama olmadan yola yeniden yönlendirilmeye daha meyillidir.

Diğer yandan, enerji sönümlemeyen sonlandırıcıları içeren çarpma testlerinde, kafadan çarpmalardaki fren yapmamış yüksek hızlı araçlar, otokorkuluk hattının arkasında ve otokorkuluk hattına paralel şekilde ya da bariyer üstü boyunca 75 metreden daha fazla ilerlemişlerdir.

Yüksek hızla sonlandırıcı burnuna kafadan çarpmalarda, çarpan taşıtları durdurma kabiliyetinin, enerji sönümleyen sonlandırıcılarda nispeten daha kısa mesafeler (sonlandırıcı tipine bağlı olarak 15 m ya da daha az) olduğu tespit edilmiştir. Ama sonlandırıcılar teğetse, buruna kafadan çarpma olasılığı yatay olarak kaydırılmış sonlandırıcılara göre daha fazladır ve taşıt buruna dikkate değer bir sapma açısı ile kayarak çarparsa, yolcular üzerindeki çarpma şiddeti oldukça fazla olabilir.

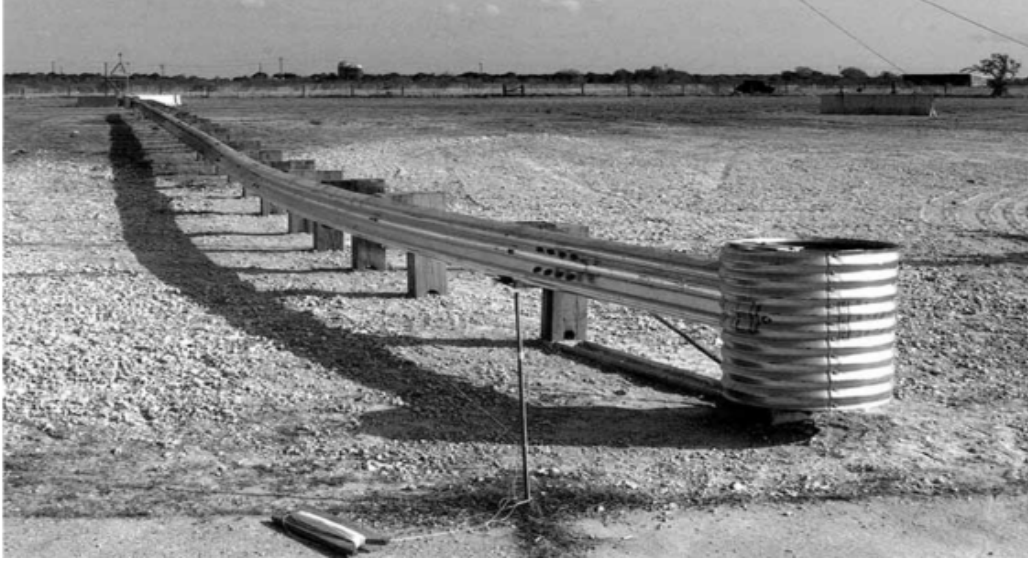
Bu yüzden, enerji sönümleyen ya da sönümlemeyen sonlandırıcı kullanılması kararı, yakın uca çarpma (near end-on impact) olasılığı ile kurtarma (recovery) alanının hemen ön tarafının ve daha ötesinin yapısına dayanarak alınmalıdır. Gerekli bariyer uzunluğu (bölüm 2.2.5'e bakınız) uygun şekilde belirlenmiş, koruma altına alınmış ve dolayısıyla sonlandırıcı güvenlik bariyeri korumasına ihtiyaç duyulmayan bir yere yerleştirilmişse, bir taşıtın, seçilen sonlandırıcı tipine bakmaksızın asıl koruma yapılmış cisme ulaşması olasılık dışıdır. Bu nedenle, sonlandırıcının hemen arkasındaki ve bariyerin yan tarafındaki arazi içinden geçirilebilirse, yatay olarak kaydırılmış bir sonlandırıcı tercih edilebilir.

Bölgesel kısıtlamalardan ötürü Gerekli Uzunluk (Length of Need) garanti edilemiyorsa ya da sonlandırıcının hemen arkasındaki ve bariyerin yan tarafındaki arazi güvenli şekilde içinden geçilebilir değilse, enerji sönümleyen sonlandırıcı tavsiye edilir.

Yatay Olarak Kaydırılmış Enerji Sönümlemeyen Sonlandırıcılar

Yatay olarak kaydırılmış enerji sönümlemeyen sonlandırıcılar kullanmanın avantajı, W kırıklı herhangi çelik bariyer üzerine bir sonlandırıcı olarak temelde yerleştirilebilen genellikle tescilsiz sonlandırıcılar var olmasıdır. En yaygın yatay olarak kaydırılmış enerji sönümlemeyen sonlandırıcılar Eksantrik Yükleyici Sonlandırıcı (Eccentric Loader Terminal – ELT) ve Tadil Edilmiş Eksantrik Yükleyici Sonlandırıcı (Modified Eccentric Loader Terminal – MELT)'dir.

Eksantrik Yükleyici Sonlandırıcı, oluklu çelik borunun bir bölümü içinde yer alan, çelik manivela burundan üretilmiş bitişli bir yatay olarak kaydırılmış tasarıma sahiptir(Şekil 6).



Şekil 6: Tescilsiz Eksantrik Yükleyici Sonlandırıcı (ELT) [10]

Eksantrik Yükleyici Sonlandırıcı 11,4 metre uzunlukta ve son dikmede 1,2 metre sapma sağlayan yatay olarak kaydırılmış şekilde tasarlanır. Bu eğrilik uygun çarpma performansı için kritiktir.

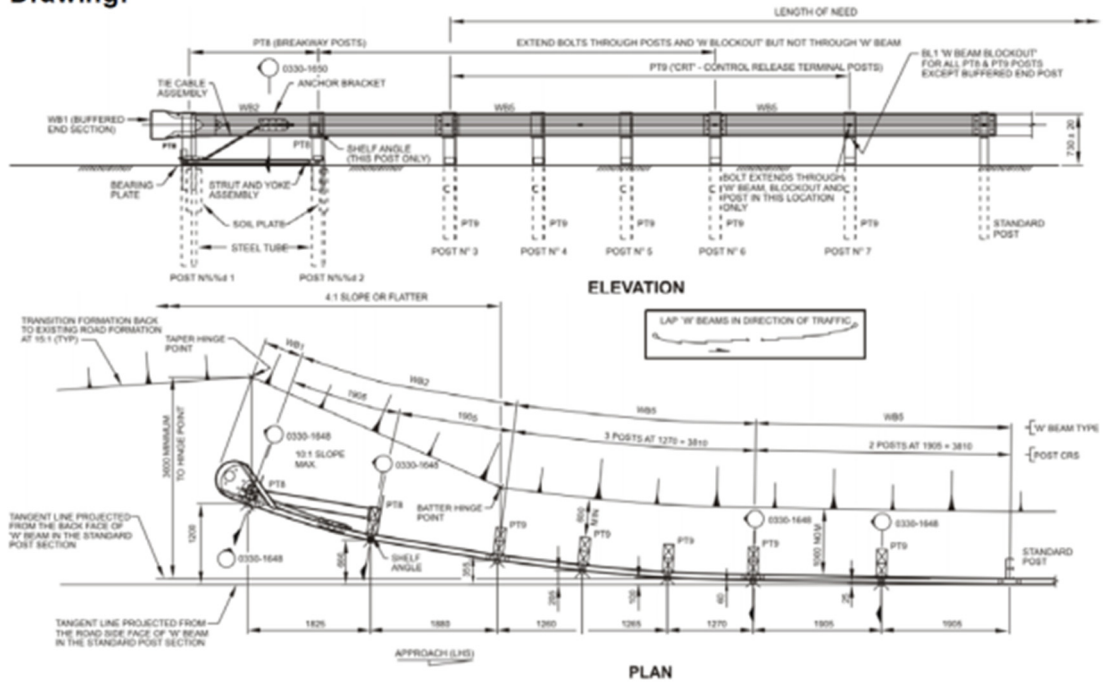
Tadil Edilmiş Eksantrik Yükleyici Sonlandırıcı (MELT), Eksantrik Yükleyici Sonlandırıcı (ELT)'nin modifiye edilmiş versiyonudur. Dünya çapında MELT ya da WAMELT ya da benzeri isimlerle pek çok tasarım şekli bulunabilir. Amerikan Eyalet Karayolu ve Ulaştırma Görevlileri Birliği (AASHTO) Yol Kenarları Tasarım Kılavuzu'nda tanımlanan versiyon (Şekil 7, [10]), düşük hızlı yollarda kullanım için Karayolu Araştırma Programı Ulusal İşbirliği (NCHRP) Raporu 350 TL-2 'ye göre test edilmiştir. Bu sonlandırıcı 11,4 metre uzunluğunda olup son dikmeye 1,2 metre parabolik yatay olarak kaydırılmış sapmalı tasarıma sahiptir ve Gerekli Uzunluk noktası sonlandırıcının ucundan 3,8 metre uzaklıkta yer almaktadır.

ABD Oregon'da kullanılan MELT [11] ve Avustralya'da kullanılan WAMELT (Şekil 8, [12]) gibi diğer birçok Tadil Edilmiş Eksantrik Yükleyici Sonlandırıcı, saatte 100 km hız için Karayolu Araştırma Programı Ulusal İşbirliği (NCHRP) Raporu sınıf 350 TL-3 testine tabi tutulmuş ve bu nedenle teknik olarak CEN standartlarına göre test edilmediği halde, ENV 1317-4 (bölüm 2.5.1'e bakınız) ile uyumlu bir P3 sonlandırıcıya eş değer dikkate alınmıştır.



Şekil 7: TL -2 seviyesi için Tescilsiz Tadil Edilmiş Eksantrik Yükleyici Sonlandırıcı (MELT) [10]

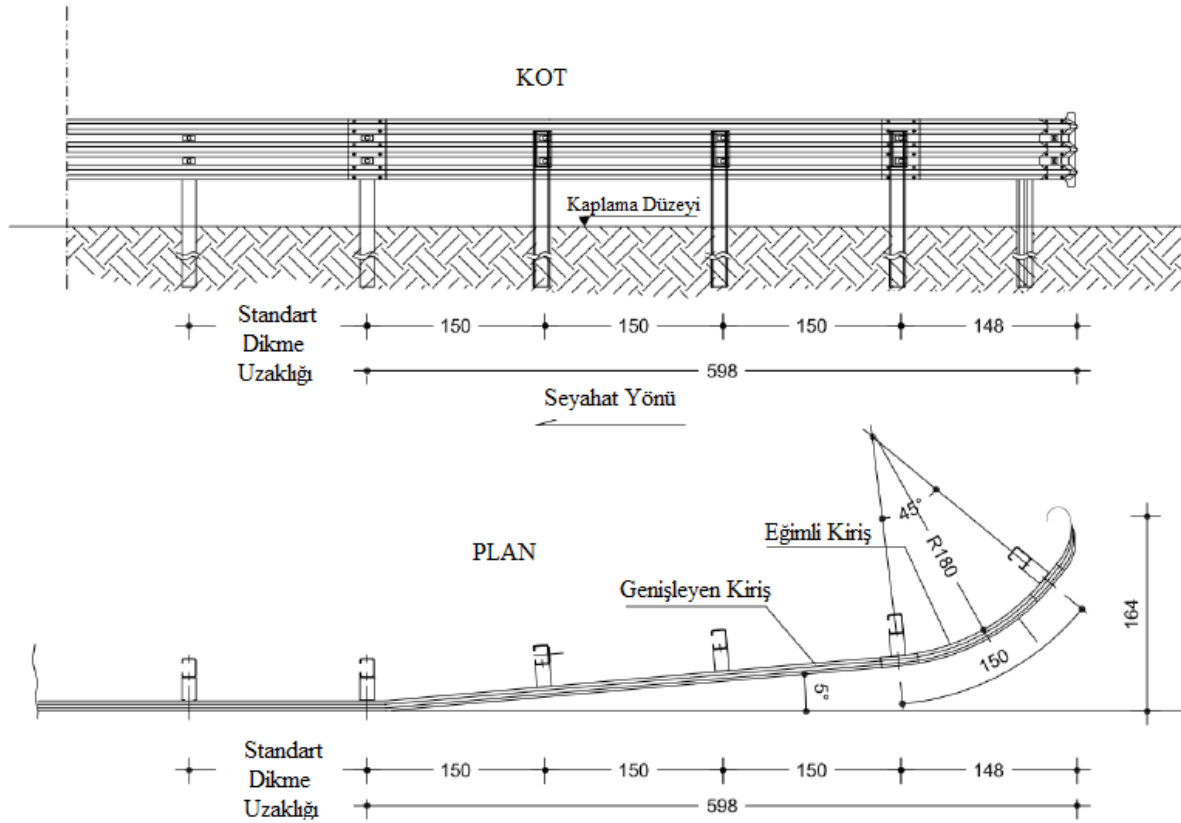
Drawing:



Şekil 8: TL -3 seviyesi için Avustralya Tescilsiz Tadil Edilmiş Eksantrik Yükleyici Sonlandırıcı (WAMELT) [12]

Birçok ülkede, yatay olarak kaydırılmış enerji sönümlemeyen sonlandırıcılar hiçbir çarpma testi gereksinimi olmayan (tıpkı şu anki taslak prEN 1317-7 durumunda olduğu gibi) tasarım kriterine istinaden kabul edilir. Yine de, bu sonlandırıcılar aslında Şekil 9'da gösterildiği gibi, İtalyan otoyolları için sıklıkla uygulanan yeni bariyer tasarımı Tadil Edilmiş Eksantrik Yükleyici

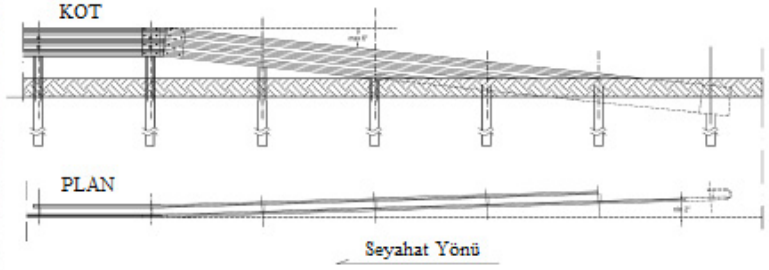
Sonlandırıcılara çok benzer bir yaklaşımı dayanak alırlar. (Almanya gibi) diğer ülkelerde, yalnızca ENV 1317-4 ile uyumlu olarak test edilen aygıtlara izin verilmektedir.



Şekil 9: İtalya otoyollarında birçok yeni yerleştirmede kullanılan yatay olarak kaydırılmış sonlandırıcı

Bu tip sonlandırıcının etkililiğini değerlendirmek için, bir dizi tam ölçek çarpma testleri ya da sayısal simülasyon kullanılarak çarpışma dayanıklılığına değer biçilebilir.

Geçmişte birçok ülkede büyük ölçüde kullanılan devrik sonlandırıcılar (Şekil 10, sol) ya da yatay olarak kaydırılarak alçalan sonlandırıcılar, (Şekil 10, sağ) zemine doğru alçalmadan kaynaklanan boylamsal kaymayla, bariyerin üzerinden geçilmesine yol açabileceği için şimdilerde yerini çoğunlukla yatay olarak kaydırılmış sonlandırıcılara bırakmıştır ve birçok ülkede (İngiltere’de hız limiti saatte 80 km ve fazlası olan yollarında olduğu gibi) bu tip sonlandırıcıların kullanımı yasaklanmıştır. Diğer yandan, unutulmamalıdır ki, kullanımdaki sonlandırıcılar üzerine çalışmalar yürütülen (Almanya gibi) bazı ülkeler bu etkiyi kabul etmemiştir. Almanya’da, tek yönlü iki şeritli yollarda basitçe alçaltılmış sonlandırıcılara (yatay olarak kaydırılmış olmayan) izin verilmiştir ve bu sonlandırıcılar ENV 1317-2 sınıf P2U (12-m Regelabsenkung) uyarınca test edilmişlerdir. Yatay olarak kaydırılarak alçalan sonlandırıcılar, yalnızca alçalan ucun, seyahat edilen şeridin oldukça uzağında zemine gömülmesiyle düzgün bir şekilde çalışabilirler.



Şekil 10: Devrik sonlandırıcı (sol) ve yatay olarak kaydırılmış-alçaltılmış sonlandırıcı (sağ)

İki şeritli yollarda, bariyerin her iki ucundaki sonlandırıcılar, her iki uçta da kafa kafaya çarpma meydana gelebileceği için çarpma şiddetini sönümleyen olmalıdır. Tek yönlü yollarda, bariyerin trafik akış yönündeki sonlandırıcısı (yatay olarak kaydırılmış olmayan) basitçe alçalan bir sonlandırıcı ile sonlandırılabilir ya da korumasız bile bırakılabilir.

Teğet Enerji Sönümleyen Sonlandırıcılar

Enerji sönümleyen sonlandırıcıların çoğu tescilli aygıtlardır. Avrupa Birliği (AB)'de kullanılabilmesi için, (şu anda yürürlükte olan) ENV 1317-4 [13] ve (CEN [bölüm 2.5.1'e bakınız] tarafından resmi olarak basıldığında ve piyasaya sürüldüğünde) EN 1317-7 uyarınca test edilmiş olmaları gereklidir. Çok nadir tescilsiz enerji sönümleyen sonlandırıcılardan biri, Ortabatı Otokorkuluk Sistemi (Midwest Guardrail System - MGS) Sonlandırıcısıdır (Şekil 11). Bu sonlandırıcı Amerika'da Karayolu Araştırma Programı Ulusal İşbirliği (NCHRP)350 standardı uyarınca test edilmiştir. AB'de kullanımı için sonlandırıcı ENV 1317-4 uyarınca test edilmelidir.



Şekil 11: Ortabatı tescilsiz enerji sönümleyen sonlandırıcı

Bölüm 2.5.1’de gösterildiği gibi, AB’de enerji sönümleyen bir sonlandırıcı kullanırken, ENV 1317-4 uyarınca bir performans sınıfı tanımlanmalıdır. Bazı ulusal standartlar, işaretlenmiş hız limitinin bir fonksiyonu olarak uygulanacak minimum performans sınıfı göstergelerini şart koşarlar.

Tablo 1, Güvenlik Bariyerleri için İtalyan Standartları [14]’nca gerek duyulan minimum performans sınıflarını göstermektedir. Hiçbir ulusal gereksinim tanımlanmayan ülkelerde, bu gereksinimler kılavuz olarak kullanılabilirler.

Tablo 1: Enerji sönümleyen sonlandırıcılar: İtalyan Standardında ENV 1317-4 uyarınca talep edilen minimum performans sınıfları [14]

İşaretlenmiş Hız Sınırı (V)	Minimum Performans Sınıfı
$V \geq 130 \text{ km/sa}$	P3
$90 \text{ km/sa} \leq V < 130 \text{ km/sa}$	P2
$V < 90 \text{ km/sa}$	P1

Alman standardı [15], aşağıdakileri belirterek bütün çıkış (başlangıç) ve trafik akış yönü (bitiş) sonlandırıcıların sınıf 2’de ENV 1317-4 uyarınca test edilmesini gerektirir:

- İki yönlü çift şeritli yollarda (her yöne tek şerit), (seyahatin her iki yönünde de ‘başlangıç’ ve ‘bitiş’ sonlandırıcılarının bulunduğu) P2A aygıtları kullanılmalıdır;
- Tek yönlü iki şeritli yollarda (‘başlangıç’ ve ‘bitiş’ sonlandırıcılarının yalnızca seyahatin akış yönünde bulunduğu) P2U aygıtları kullanılmalıdır.

Enerji sönümleyen bir sonlandırıcı kullanırken, sonlandırıcının bariyer sistemi ile uyumluluğunu kontrol etmek gereklidir. Sonlandırıcılar ENV 1317-4 uyarınca test edilir ve sonlandırıcıların tüm davranışını etkileyebilecek özel boylamsal bir bariyere bağlanır. Tasarımcı farklı bir bariyer ile sonlandırıcı kullanırken, sistemin performansının aynı olduğunu garanti altına almak için uyumluluğu kontrol etmelidir.

2.2.3 Yarma Şevine Gömülü Sonlandırıcılar

Bariyer, yarma içinde bir bölümde yer alıyorsa, yarma şevine gömülü sonlandırıcı benimsenmelidir (Şekil 12).

Amerikan Eyalet Karayolu ve Ulaştırma Görevlileri Birliği (AASHTO) Yol Kenarı Tasarım Kılavuzunda göre [10], bu sistem aşağıdaki kriterlere göre tasarlanmış ise, tanımlanan

tehlikeye tam kalkan görevi üstlenir, sonlandırıcı ile kafa kafaya çarpışma ihtimalini saf dışı bırakır ve taşıtın rayların arkasına geçme olasılığını en aza indirger:

- Bariyer ucunu örten şevin dikliği, şevin etkili bir biçimde bariyer cephesinin uzatması haline geldiği ve sürücülerin fiziksel olarak sonlandırıcının arkasına geçemeyeceği, 1(Düşey): 2(Yatay) gibi düşeye oldukça yakın olmalıdır. Gerekli Uzunluk noktası, yerleştirmenin hendek tabanı ile kesiştiği yerde başlar.
- Taşıt yolu ve Yarma şevi arasında bir dolgu şevi olması durumunda, dolgu şevinin dikliği 1(Düşey): 4(Yatay) oranından az ise yarma şevine gömülü tasarımı hala uygulanabilir. Bu durumlarda, yol banket seviyesine ilişkin W kirişli rayın yüksekliği, bariyerin hendek tabanı ile kesiştiği yere kadar sabit tutulmalıdır. Yerden W kirişli rayın tabanına kadar olan mesafe yaklaşık 460 mm'yi aştığında, tekerlerin destek dikmelerine tökezleme potansiyelini en aza indirmek için W kirişli rayın altına ek bir ray eklenmelidir.

Bu koşullar karşılanamadığında, çarpma şiddetini sönümleyen -enerji sönümleyen ya da sönümlemeyen- sonlandırıcı yerleştirilmelidir.

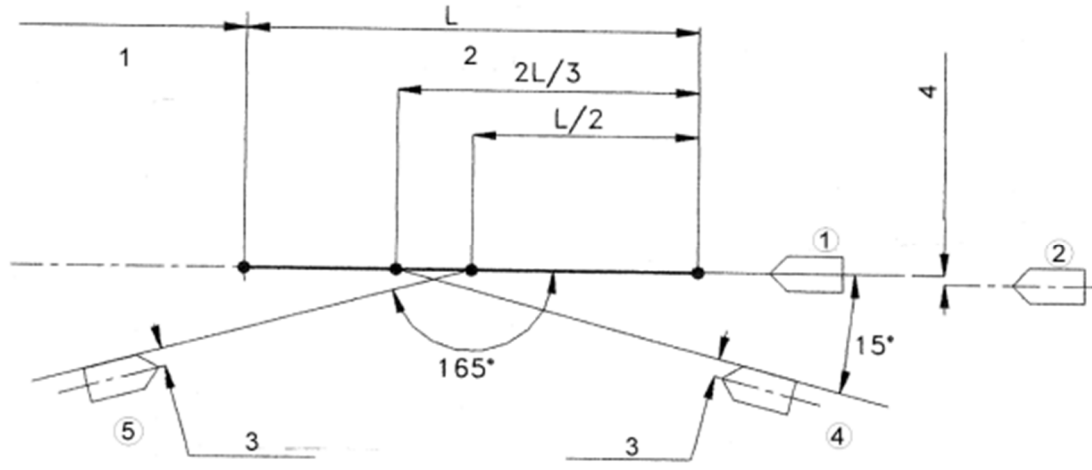


Şekil 12: Yarma şevine gömülü sonlandırıcı [1]

2.2.4 Orta Refüjler

Orta refüjlerdeki bariyer sonlandırıcılar her zaman aşırı derecede kritiktir ve örneğin orta refüj geçişlerinde kaldırılabilir bariyer kullanımlarından mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Bariyer sonlandırma gerekli ise (mesela taşıt yolunun orta refüjde bariyerler ile bölünmüş yol haline geldiği yerlerde), bu sonlandırıcı daima teğet enerji sönümleyen sonlandırıcı olmalıdır. Yine de, orta refüj için spesifik bir biçimde tasarlanmalı ve ENV 1317-4 uyarınca arka taraftaki darbeler

için (pozisyon 5 kg B) de test edilmelidirler [13]. Bu, aygıtın ENV 1317-4 uyarınca konum 'A'da (ALL: hem başlangıç hem bitişte vurulacak) kullanımı için sınıflandırılması anlamına gelir. Yalnızca U (Bitiş) ya da D (başlangıç) konumları (bölüm 2.5.1'e bakınız) için test edilen sonlandırıcılar orta refüjlere uygulanamaz. Yanal çarpmalar her iki taraftan da gerçekleşebileceği için, sonlandırıcılar mümkünse simetrik olmalıdır.



Şekil 13: ENV 1317-4 uyarınca teğet sonlandırıcılar için test pozisyonu [13]

2.2.5 Gerekli Uzunluk (Length of Need)

İlk dikmeye 15 derece ve üzeri açıyla çarpmalar için, tüm W kirişli sonlandırıcılar yaklaşık olarak aynı performansı gösterir. Çarpan taşıtlar sonlandırıcıyı hasara uğratar ya da sonlandırıcıyı geçip güvenli bir şekilde durdurulana kadar arkasına ve ilerisine doğru hareket ederler (Şekil 14).



Şekil 14: Sonlandırıcının ilk birkaç dikmesine çarpılmasının sonuçları

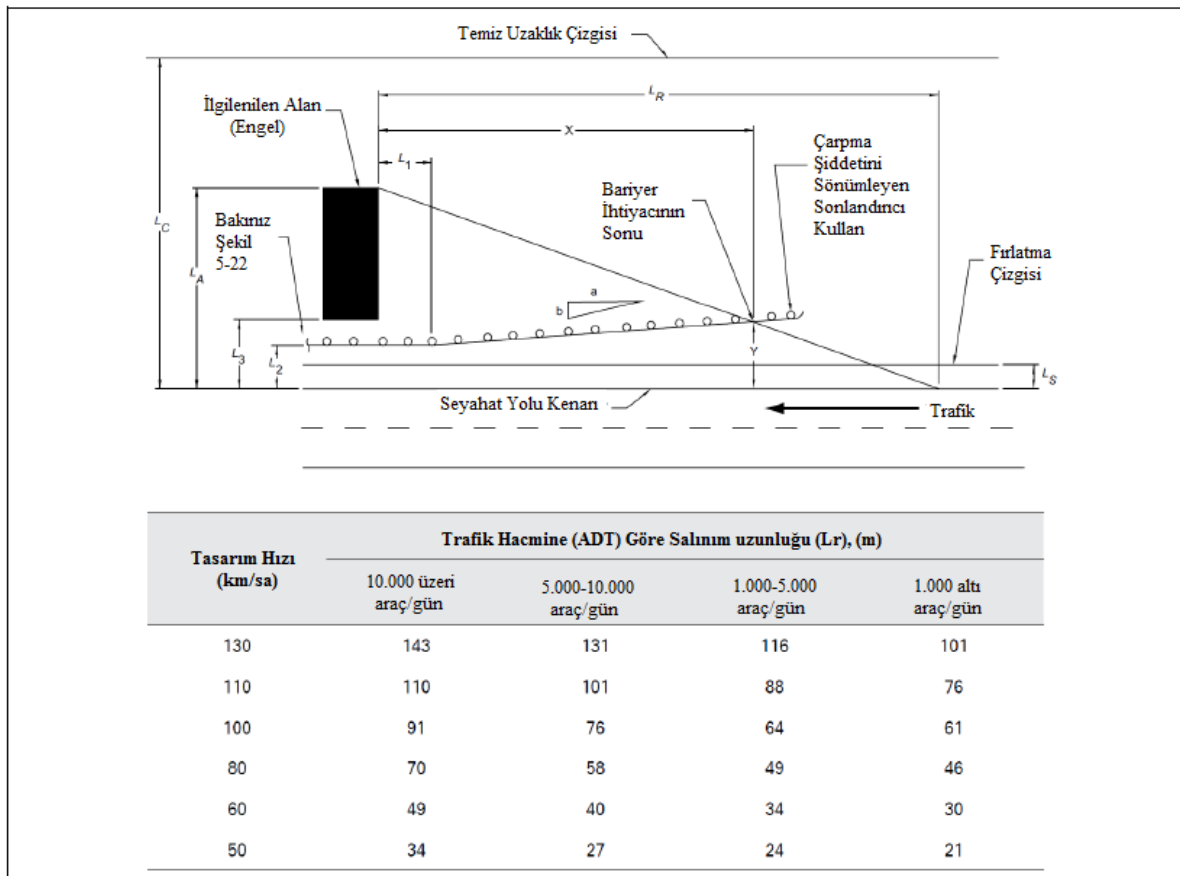
Üreticiler, EN1317-2 çarpma testi engelleme seviyesinin elde edilebilmesi için Gerekli Uzunluğu sağlamalıdır.

Unutulmamalıdır ki, sonlandırıcı aynı zamanda bariyer için ‘ankraj’ sağlayacak biçimde tasarlanmamışsa, Gerekli Uzunluk noktası sonlandırıcının ucundan trafik akış yönüne doğru olabilir.

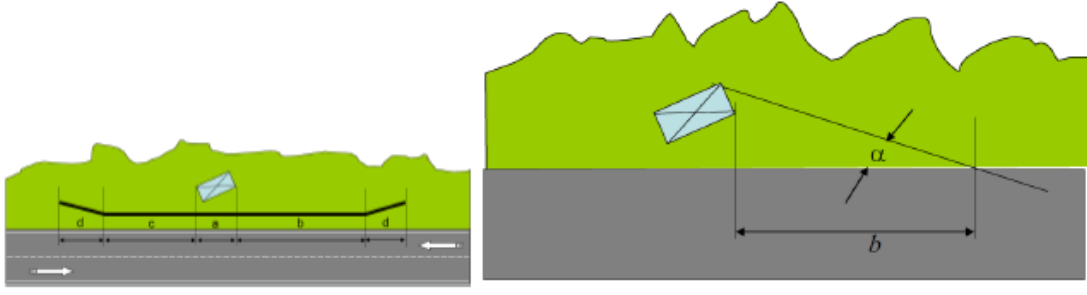
Gerekli Uzunluk noktasının, bariyerin korunması gereken ilk bölümü (bir engel veya köprü ya da diğer tehlikeli mevkilerin başlangıcı)’ne göre konumu, yol kenarı tasarımında temel meseledir.

Amerikan Eyalet Karayolu ve Ulaştırma Görevlileri Birliği (AASHTO) Yol Kenarı Tasarım Kılavuzunda göre Gerekli Uzunluk, yol tasarım hızı ve günlük ortalama trafiğin bir fonksiyonu olarak saptanabilir (Şekil 15). RISER Kılavuzlarına göre Gerekli Uzunluk, $\alpha = 5^\circ$ ’lik açı ile yoldan çıkan taşıta ilişkin olarak tanımlanabilir (Şekil 16). Bu varsayım, düşük hızlı (saatte 50-60 km) düşüm hacimli (günlük 5000 taşıta kadar) yollarda hemen hemen her engel sapması için Amerikan Eyalet Karayolu ve Ulaştırma Görevlileri Birliği (AASHTO) Yol Kenarı Tasarım Kılavuzundaki değerlere çok benzer değerleri beraberinde getirir. Yüksek hızlı ya da yüksek trafikli yollar için 5° ’lik açı Gerekli Uzunluk’un eksik tahmin edilmesine yol açabilir. Böyle durumlarda, bölgeye özel değerlendirme yapılması tavsiye edilir.

Yukarıda tanımlanan şekildeki Gerekli Uzunluk yalnızca yolcu taşıtlarının engele karşıdan çarpmasını engellemeyi amaçlar ve bir ağır taşıt çarpması durumunda bariyer için uygun ankraj sağlamada yeterli olmayabilir.



Şekil 15: AASHTO Yol Kenarı Tasarım Kılavuzu uyarınca Gerekli Uzunluğun tanımı [10]



Şekil 16: RISER ilkeleri uyarınca bariyer gerekli uzunluğu tanımı [1]

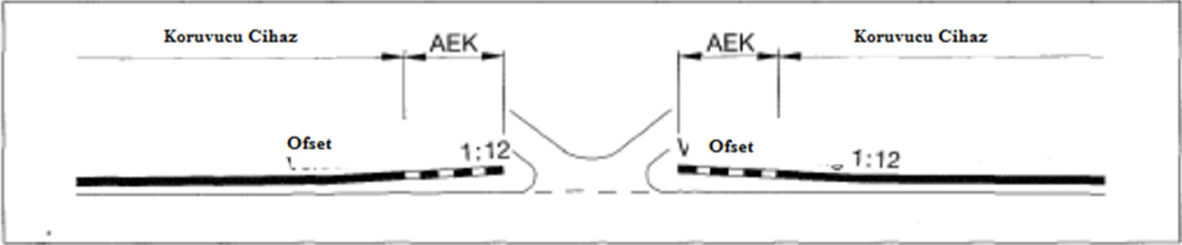
2.2.6 Özel Mülkiyet Geçiş Yolları (Driveways) Yakınındaki Sonlandırıcıların Tasarımı

Özel mülkiyet geçiş yolu yakınına bariyer sonlandırma yerleştirileceği zaman, alışılmış sonlandırıcı tertibi uygulanabilir olmayabilir ve özel çözümlerin tasarlanması gerekebilir. 'Taşıt Engelleme Sistemleri ile Yollarda Pasif Koruma için İlkeler (RPS), Basım 2009' Alman standardı, farklı özel mülkiyet geçiş yolu düzenleri için bir dizi çözüm önermektedir. Benimsenecek sonlandırıcı tipi (AEK), bir sapma elde edilip (yatay olarak kaydırılmış sonlandırıcı) edilmeyeceğine (teğet sonlandırıcı) ve sonlandırıcının anayolda mı yoksa özel mülkiyet geçiş yolunda mı olacağına bağlıdır.

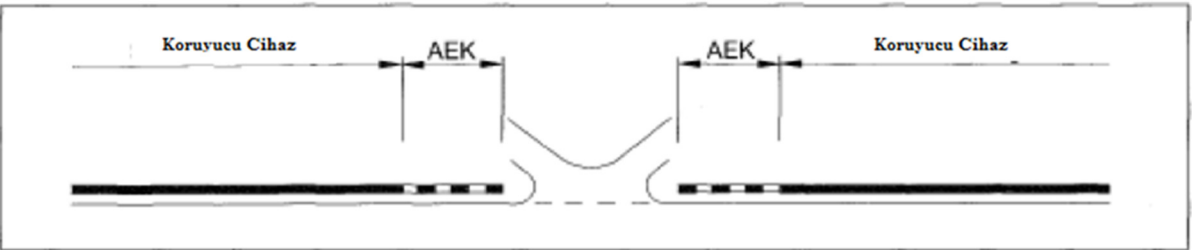
İstisnai durumlarda bariyer yanal sapma gerektiriyorsa, bu, 1: 20'den 1: 2'ye kadar yayılma oranıyla gerçekleştirilmelidir. Bariyer, tehlikeli bölgenin başlangıcından önce iki şeritli yollarda en az 15 metre, tek şeritli yollarda ise en az 10 metre yola paralel olarak devam etmelidir.



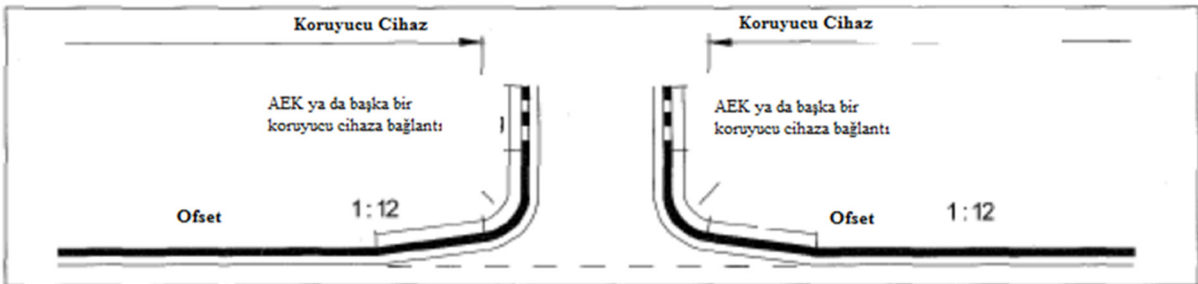
Şekil 10. Yaklaşımlar için aralıksız koruyucu ekipman



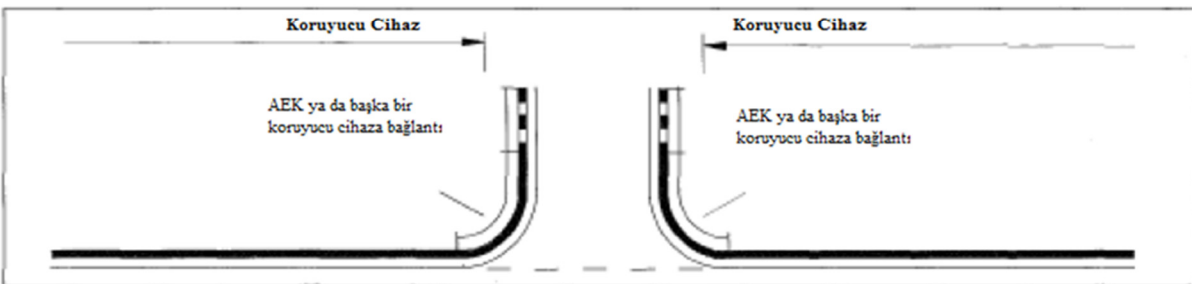
Şekil 11 a: Başlangıç ve bitiş inşaatı ve sapmalarla koruyucu cihazların kesilmesi



Şekil 11 b: Koruyucu cihazın hizasındaki başlangıç ya da bitiş inşaatı ile koruyucu ekipmanın kesilmesi



Şekil 11 c: Koruyucu ekipmanın eğim derecesi ve sapma ile kesilmesi



Şekil 11 d: Koruyucu ekipmanın sapma olmaksızın eğim derecesi ile kesilmesi

Şekil 17: Alman İlkeleri uyarınca özel mülkiyete geçiş yolu yakınında sonlandırıcı kurulumu [15]

2.3 Etkililiğin Değerlendirilmesi

Bariyer sonlandırıcılar, yaygın bir şekilde önemli bir yol kenarı güvenlik tehlikesi olarak tanındıkları halde, şu anda sonlandırıcıları kaldırmanın güvenlik etkilerini sayısal olarak tahmin eden bir yöntem yoktur.

Karayolu Araştırma Programı Ulusal İşbirliği (NCHRP) 490 Raporu ‘güvenlik bariyerlerinin kullanımda performansı’, bariyer sonlandırıcılar ile ilgili çok sayıda çalışma analiz etmiştir. Bununla birlikte bu çalışmaların, özünde, sonlandırıcı yapısını tadil etmenin etkisini ölçmeden ziyade belirli sonlandırıcıların nasıl çalıştığını anlamak adına yapıldığı sonucuna varılmıştır [17].

‘Karayolu Güvenliği El Kitabı’nın son baskısındaki Yol Kenarı Tehlike Derecelendirme’si sonlandırıcı yapısını dikkate almamıştır. [18].

Bunun sebeplerinden biri, sonlandırıcılara karşı çarpmaların çok nadir olması ve tipik ‘önce/sonra’ analizinin bu vakalar için gerçekleştirilememesidir.

Kaynak [2]’de, korumasız (ya da ‘çıplak’) sonlandırıcıların sayısı için bir Çarpma Modifikasyon Faktörü (CMF)’nün belirlenmesinde izlenecek bir yöntem geliştirilmiş ve Çarpma Modifikasyon Faktörü, Arezzo bölgesinin ikincil kırsal ağının bir bölümünden toplanan verilerden elde edilmiştir. İtalya tipik ikincil kırsal ağında yürütülen istatistiksel analiz, korumasız sonlandırıcıların sayısı azaltıldığında, ölümlü ve yaralanmalı çarpmaların sayısında çok büyük oranda azalma olduğunu göstermiştir. Bir Çarpma Modifikasyon Faktörü de, korumasız sonlandırıcıların sayısındaki azalmanın bir fonksiyonu olarak türetilmiştir.

Km başına korumasız sonlandırıcı sayısı (UT)’na ilişkin Çarpma Modifikasyon Faktörü:

$$CMF = e^{0.02381 \times UT}$$

olarak verilmiştir.

Sonlandırıcı tipini, korumasızdan yatay olarak kaydırılmış ya da enerji sönümleyene dönüştürmek, bu tip sonlandırıcı analiz edilmiş ağ üzerine henüz yerleştirilmediği için mümkün olmayacaktır.

Bununla beraber, unutulmamalıdır ki, ABD’de yapılmış geniş kapsamlı bir kullanımda performans değerlendirmesi, yatay olarak kaydırılmış enerji sönümlemeyen sonlandırıcıların (bu çalışmada Tadil Edilmiş Eksantrik Yükleyici Sonlandırıcı (MELT) ve benzeri ama kablo eklenmiş olan Kopmalı Kablo Sonlandırıcılar (BCT) kullanılmıştır) doğru şekilde yerleştirilmeleri durumunda, icraatlarının başarılı olduğu sonucunu beraberinde getirmiştir. Uygun olmayan yerleştirme (yetersiz sapma, yanlış genişleme veya diğer yerleştirme kusurları) ya da bakım yoksunluğu, bazı uygulamalardaki tatmin edici olmayan sonuçların temel nedeni olarak saptanmıştır.

2.4 Vaka Çalışmaları / Örnekler

Bariyer sonlandırıcılar – hem enerji sönümleyen hem sönümlemeyen – şu anda standart uygulamadır ve deneysel kullanım değildir. 2003 yılında basılan Karayolu Araştırma Programı Ulusal İşbirliği (NCHRP) 490 Raporu ‘trafik bariyerlerinin kullanımda performansı’, o sıralarda mevcut olan birçok aygıtın kullarımdaki performansı üzerine çok ilginç bir genel bakış sağlar.

Amerikan Eyalet Karayolu ve Ulaştırma Görevlileri Birliği (AASHTO) Yol Kenarı Tasarım Kılavuzu’nun 2010 basımı[10], ABD’de mevcut sonlandırıcılar üzerine geniş çaplı bir inceleme sunar. Yine de, bu sonlandırıcılar AB pazarında uygulanması zorunlu olan ENV 1317-4 ile muhakkak uyumlu olmadığı unutulmamalıdır. AB pazarı için benzer bir envanter şu anda mevcut değildir.

2.5 Referanslar

2.5.1 Standartlar

CEN Standartları

2001 yılı Kasım ayında CEN, ENV 1317-4 şeklinde hem sonlandırıcılar hem de geçişleri (Yol pasif koruma sistemleri – Kısım 4: Performans sınıfları, çarpma testi kabul kriterleri ve güvenlik bariyerlerinde sonlandırıcılar ve geçişler için test teknikleri) ele alan bir Avrupa ‘ön standardı’ yayınlamıştır. Bu Avrupa ön standardı, CEN tarafından 30 Eylül 2001 tarihinde geçici uygulama için ileriye yönelik uygulama olarak onaylanmıştır. ENV standardının geçerliliği başlangıçta üç yıl ile kısıtlanmıştır. İki yıl sonra CEN üyelerinden özellikle ENV’nin bir Avrupa Standardına dönüştürölüp dönüştürölmemeyeceği mevzusuna ilişkin yorumlarını sunmaları istenmiştir.

Birçok ulusal standart, kamusal yollarda sonlandırıcı kullanımı için ENV 1317-4’e başvursa da, bu ‘ön standart’ hiçbir zaman bir Avrupa Standardına dönüştürölmemiştir ve CEN katalogunda yayınlanmış standartlar listesinden çıkarılmıştır.

Yeni tarihli taslak prEN 1317-4 (Yol pasif koruma sistemleri – Kısım 4: Performans sınıfları, çarpma testi kabul kriterleri ve güvenlik bariyerleri ve Kaldırılabilir Bariyer Kesitlerinde geçişler için test teknikleri) ve prEN1317-7 (Yol pasif koruma sistemleri – Kısım 7: Performans sınıfları, çarpma testi kabul kriterleri ve güvenlik bariyerlerinde sonlandırıcılar için test teknikleri) standartlarını beraberinde getiren iki yeni iş kalemi belirlenmiştir.

ENV 1317-4 hiçbir zaman bir Avrupa Standardı olarak saptanmadığı için, yol pasif koruma sistemlerinin CE (Community Europe) işareti için zemin teşkil eden EN 1317-5 standardına dahil edilmemiştir. Bu yüzden sonlandırıcılara CE işareti verilemez. Bununla birlikte birçok ülke, kamusal yollarda ENV 1317-4 taleplerini karşılamak için enerji sönümleyen sonlandırıcılara gerek duymaktadır.

ENV 1317-4, bir sonlandırıcının verilen ‘performans sınıfları’nda (Şekil 18’de gösterildiği gibi P1’den P4’e kadar) sınıflandırılması için gerekli testleri tanımlamaktadır. Ama daha önce de belirtildiği gibi, sonlandırıcının takip edenlerden hangisi olarak yerleştirileceğine bağlı olarak farklı tür testleri de tanımlamaktadır:

- U (upstream) – trafiğin akış yönü– tipik yerleştirme
- D (downstream) – trafiğin akış yönünün tersi
- A (all) – hepsi – sonlandırıcıya her iki yönden çarpılabilir –tipik orta refüj

Performans Sınıfı	Konum		Deneyler				
			Yaklaşım	Yaklaşım Referansı	Araç Kütlesi (kg)	Hız (km/sa)	Deney Kodu ⁽¹⁾
P1	A		Önden, taşıt genişliğinin 1/4 'ü kadar merkezden yol tarafına doğru sapmış	2	900	80	TT 2.1.80
P2	A	U	Önden, taşıt genişliğinin 1/4 'ü kadar merkezden yol tarafına doğru sapmış	2	900	80	TT 2.1.80
			15° açıyla yandan 2/3 L	4	1300	80	TT 4.2.80
		D	165° açıyla yandan 1/2 L	5	900	80	TT 5.1.80
P3	A	U	Önden, taşıt genişliğinin 1/4 'ü kadar merkezden yol tarafına doğru sapmış	2	900	100	TT 2.1.100
			Önden merkezi	1	1300	100	TT 1.2.100
			15° açıyla yandan 2/3 L	4	1300	100	TT 4.2.100
		D	165° açıyla yandan 1/2 L	5	900	100	TT 5.1.100
P4	A	U	Önden, taşıt genişliğinin 1/4 'ü kadar merkezden yol tarafına doğru sapmış	2	900	100	TT 2.1.100
			Önden merkezi	1	1500	110	TT 1.3.110
			15° açıyla yandan 2/3 L	4	1500	110	TT 4.3.110
		D	165° açıyla yandan 1/2 L	5	900	100	TT 5.1.100
⁽¹⁾ Test Kodu gösterimi aşağıdaki gibidir:							
			TT	1	2	100	
			Sonlandırıcı Deneyi	Yaklaşım	Deney Aracı	Çarpma Hızı	
					Kütlesi		
Not 1 Tablo 1 ve Şekil 3'te verilen taşıt yaklaşım yolu numaralandırmasında, karışıklığı önlemek için EN 1317-3'te verilen numaralandırmanın aynısı kullanılmıştır. Yaklaşım 3, EN 1317-3'te çarpma yastıklarına ait Deney 3 için verilmiş olup, sonlandırıcılar için gerekli değildir.							
Not 2 Yaklaşım 5'in kullanıldığı deney, ilgili çarpma noktasında, taşıtın izlediği yol ile sonlandırıcının aktığı tarafa bakan yüzü arasındaki açının (α) 5°'den küçük olduğu, ışıklı veya yansımali ikaz işareti bulunan sonlandırıcıya uygulanmaz.							

Şekil 18: Sonlandırıcılar: ENV 1317-4 uyarınca taşıt çarpma testi kriterleri ve performans sınıfları [13]

Bazı ulusal standartlar sonlandırıcılar için hükümler içerir. Bu standartlar aşağıdakileri kapsar:

- İtalyan Standardı [14] : D.M. 2367/2004 containing the 'istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali' (İtalyanca)
- Yollarda taşıt engelleme sistemleri ile pasif koruma için Alman Standardı İlkeleri – RPS R1 [15]: (İngilizce)
- Avusturya İlkeleri, RVS 05.02.31; Trafik kontrolü, trafik yönlendirme olanakları, taşıt engelleme sistemleri, gereksinimler ve kurulum [16] (Almanca).

2.5.2 Tasarım Ana Esasları

Güvenlik bariyerleri ve bunların sonlandırmaları için çok sayıda kılavuz ilke mevcuttur:

- Amerikan Eyalet Karayolu ve Ulaştırma Görevlileri Birliği (AASHTO) Yol Kenarı Tasarım Kılavuzu, 2011 Basımı, ABD [10]
- Enerji ve Kaynaklar Altyapı Birimi: Yol Güvenlik Bariyerleri Tasarım Kılavuzu Bölüm B, Tazmanya- Avustralya [9]

Dahası, dünyada birçok eyalet, tescilsiz yatay olarak kaydırılmış sonlandırıcıların çizimlerini bulundurmaktadır.

- Oregon Ulaştırma Birimi (ABD) [11],
- Missouri Ulaştırma Birimi (ABD) [19],
- Batı Avustralya Anayolları [12].

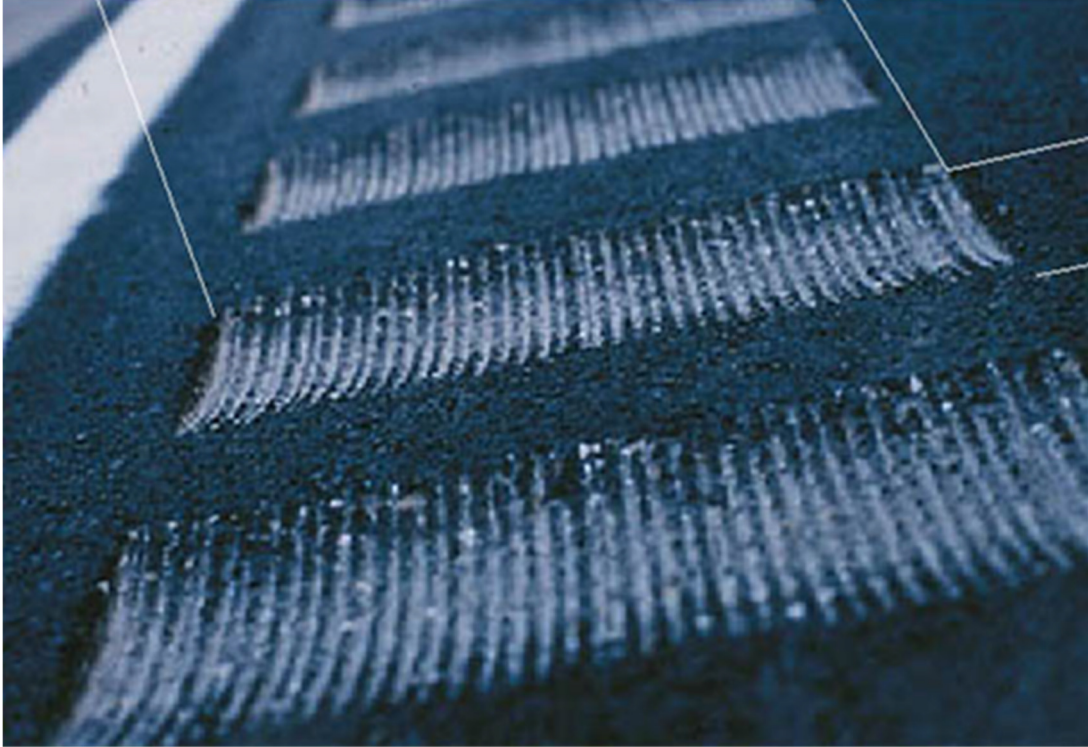
3. Banket Sarsma Bantları

3.1 Giriş

Sarsma bantları, yol kullanıcılarını hem titreşim hem de ses yoluyla ikaz ederek yoldan dışarı saptığı ya da trafiğin karşı şeridine yöneldiği durumlarda uyarıcı yol güvenlik özellikleridir. Sarsma bantları uykulu ya da dikkatsiz sürücülerin sebep olduğu kazaları önlemeyi amaçlarlar. Sarsma bantları banket, orta çizgi ya da enine sarsma bantları olarak ayrılabilirler [20]. Bu rapor yalnızca banket sarsma bantlarını ele almaktadır.

Banket sarsma bandı, seyahat şeridinin dış kenarının yakınındaki kaplamalı yol banketi üzerine tesis edilen boylamasına yol özellikleridir (Şekil 19). Dikkatsiz sürücüler taşıtlarının seyahat şeridinden ayrıldığı yönünde titreşimli ve sesli uyarıcı bir dizi oyuklu ya da yükseltilmiş yol elemanlarıdır [21]. Bölünmüş karayollarında, banket sarsma bantları yolun dış (sağ) banketine yapıldığı gibi orta refüj tarafındaki bankete de yapılabilir.

Sarsma bantları kullanımının uygun fiyatlı ve maliyet etkinliği olan bir iyileştirme olduğu kanıtlanmış olmasına rağmen; muhtemelen uygulama kılavuzu yoksunluğu ve ses sorunu, bisiklet ve motosiklet kullanımı ile bakım meselesi gibi olası ters etki algısından dolayı bu güvenlik önlemi uygulaması kısıtlıdır. Affeden yol kenarları tasarım kılavuzunun bu bölümü, bu tarz ters etkilerden kaçınmak için banket sarsma bantlarının doğru şekilde nasıl tasarlanacağı ve yoldan çıkma kazalarını azaltmak için uygulanacak böyle bir girişimin etkinliğinin nasıl ölçüleceği hususlarında kullanışlı öneriler sağlama çabasındadır.



şekil 19: Banket Sarsma Bantları [24]

3.2 Tasarım Kriterleri

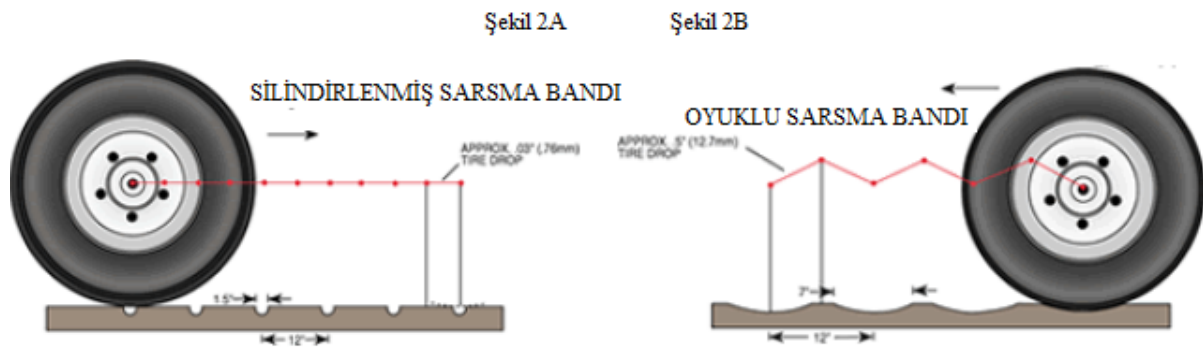
3.2.1 Banket Sarsma Bandı Biçimleri

Yapım teknikleri bakımından dört farklı tip sarsma bandı yaygın olarak kullanılır: Oyuklu, silindirlenmiş, biçimlendirilmiş ve yükseltilmiş. Her bir sarsma bandının kısaca tanımı aşağıda yapılmıştır [25]:

- Oyuklu: Bu tasarım, kaplama yüzeyinin karbit dişlerle kesilmesi (ya da zımparalanması) ile yapılır.

- Silindirlenmiş: Silindirlenmiş tasarım genellikle kaynaklanmış metal boru veya sert çelik barların yarım kesiti kaynaklanmış çelik silindir tekerlek kullanılarak yerleştirilir. Sıkıştırma işlemi, boru ya da çubuğun şeklini sıcak asfalt banket yüzeyine bastırır.
- Biçimlendirilmiş: Biçimlendirilmiş sarsma bandı, taze beton bankete, betonun yerleştirilmesi ve bitirme işlerinden hemen sonra yüzeye bastırılarak eklenen oluklu bir şekildir.
- Yükseltilmiş: Yükseltilmiş sarsma bandı tasarımları geniş ürün çeşitlerinden yapılabilir ve yerleştirilirken birçok yöntem uygulanabilir. Elemanları; yükseltilmiş kaplama işaretleri, kaplama yüzeyine yapıştırılmış işaretleme şeridi, uzunluğu boyunca yükseltilmiş bölümlere sahip kalıptan çekilmiş kaplama işaretleme maddesi ya da banket yüzeyine yükseltilmiş çubuklar olarak yerleştirilmiş asfalt maddeden oluşabilir.

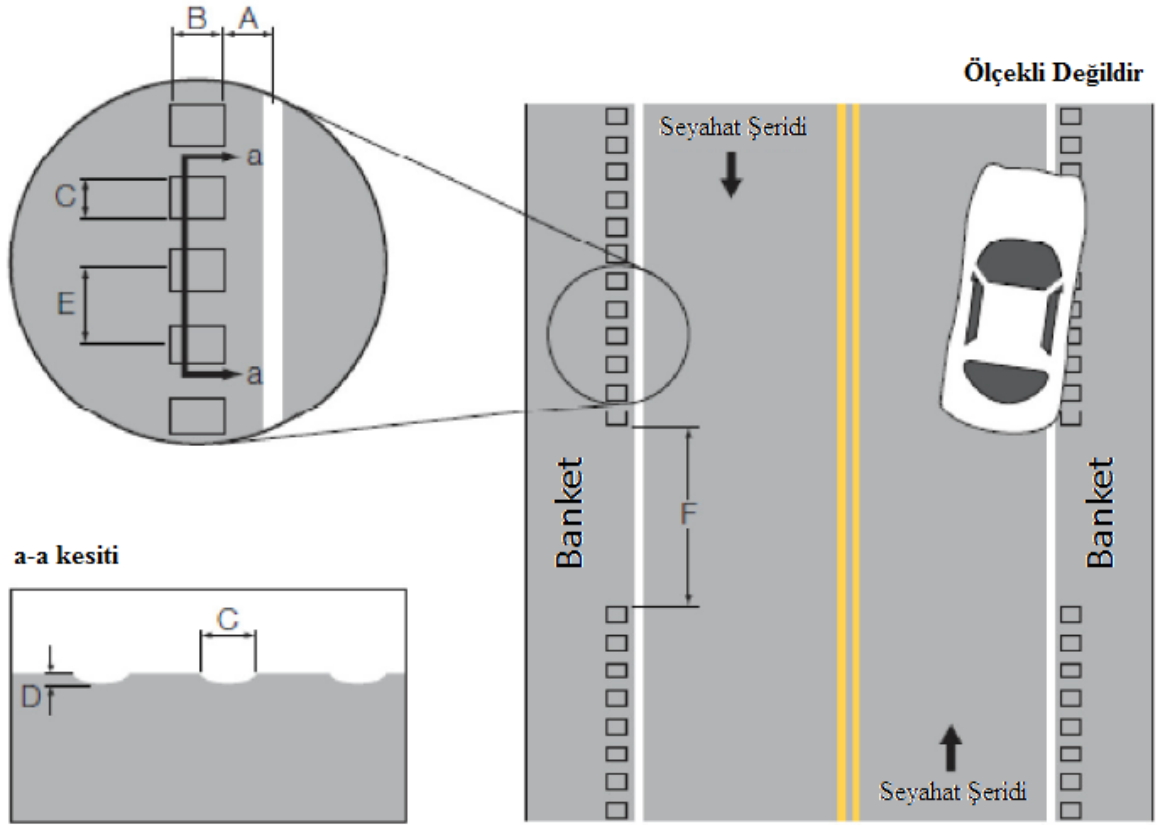
En yaygın banket sarsma bandı tipleri oyuklu ve silindirlenmiştir. Bu iki tip arasındaki fark yalnızca yapım yöntemleri değil, ayrıca Şekil 20’de gösterildiği gibi, enkesit sonuçları ve dolayısıyla taşıt titreşimindeki etkileridir.



Şekil 20: Silindirlenmiş (sol) ve oyuklu (sağ) banket sarsma bandı arasındaki enkesit farkı [24]

Banket sarsma bandı tasarım düzeni için önemli parametreler şunlardır:

- A ofset
- B uzunluk
- C genişlik
- D derinlik
- E aralık
- F bisiklet açıklığı



Şekil 21: Banket sarsma Bantları için tasarım parametreleri [21]

Tablo 1, 'tipik' sarsma bandı biçimleri için değerler içerir.

Tablo 1: Oyuklu ve silindirlenmiş sarsma bandı biçimleri ([21], [22], [23])

PARAMETRE	OYUKLU SARSMA BANDI	SİLİNDİRLENMİŞ SARSMA BANDI
A	Ofset	0-760 mm
B	Uzunluk	400 mm
C	Genişlik	180 mm
D	Derinlik	13 mm
E	Aralık	305 mm

Bisiklet açıklığı hususuna bölüm 3.2.2'de özellikle değinilecektir.

Bu standardın aynısı, Almanya otoyollarında [43], hızlandırma ve çıkış şeritleri dışında aralıksız oyuklu sarsma bantları için bir standart tasarım olarak kabul edilmiştir.

Karayolu Araştırma Programı Ulusal İşbirliği (NCHRP) Raporu 641 [22], kırsal otobanlarda kenar çizgisine daha yakın yerleştirilmiş sarsma bantlarının, tek araçlı (ölümlü ve yaralanmalı) yoldan çıkma kazaların şiddetini azaltmada daha etkili olduğuna dair nihai kanıt içermektedir. Diğer yol tipleri için benzer sonuçlara ulaşılmamış olmasına rağmen, bantların ötesindeki kurtarma alanını genişleteceği ve bisikletle seyahat için arta kalan bankete daha çok genişlik sağlayacağı için yine de en iyi konum, (diğer kısıtlamalar bantların daha çok banket içine taşınmasını gerektirmedikçe) kenar çizgisine mümkün olduğu kadar yakın olmasıdır.

Her ne kadar bu tarz tasarım oldukça etkili olsa da, araç içinde -ve potansiyel olarak dışında- yüksek ses ve titreşime yol açmakta ve bisikletliler için hatırı sayılır derecede rahatsızlığa neden olmaktadır.

Karayolu Araştırma Programı Ulusal İşbirliği (NCHRP) Raporu 641, araç içinde ortaya çıkan artımsal sesi 10-15 dBA'den 6-12 dBA'e düşüren ve bisikletliler için daha az rahatsızlığa sebep olan farklı bir tasarımı içermektedir (Tablo 2).

Tablo 2: Rahatsızlığı azaltmaya yönelik tasarlanmış oyuklu sarsma bandı ([22])

PARAMETRE		RAHATSIZLIĞI AZALTMAYA YÖNELİK OYUKLU SARSMA BANDI
A	Ofset	0-760 mm
B	Uzunluk	152 mm
C	Genişlik	127 mm
D	Derinlik	10 mm
E	Aralık	280-305 mm

Saatte 88 km'ye yakın yüksek işletme hızlı otoban olmayan tesisler için büyük aralıklandırma (305 mm) önerilirken, saatte 72 km'ye yakın daha düşük işletme hızlı otoban olmayan tesisler için daha küçük aralıklandırma (280 mm) önerilir.

Bu çözüm iç seste azalmayı beraberinde getireceği için, dış seste bir azalma da olasıdır. Bu yüzden bu biçim, yerleşim bölgelerine yakın yollar için tercih edilebilirdir.

3.2.2 Banket Sarsma Bantları ve Bisikletliler

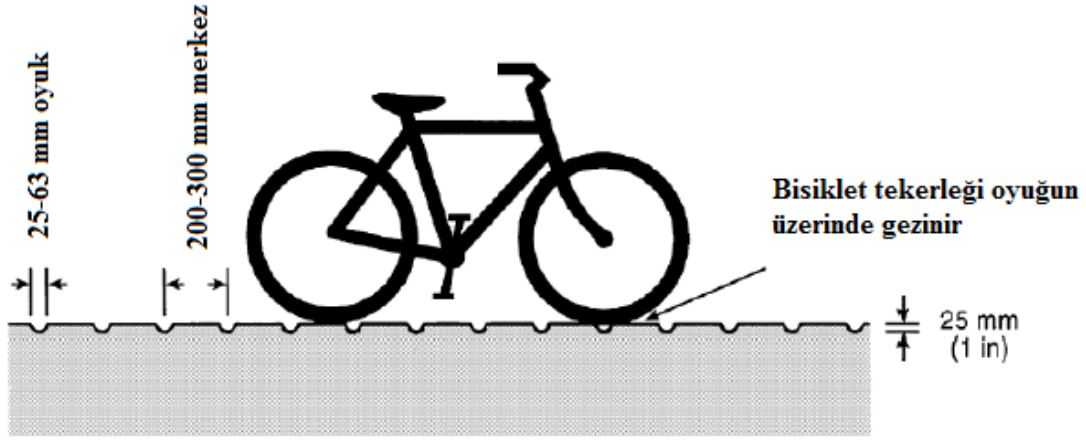
Banket sarsma bantlarının başlıca dezavantajlarından biri bisikletliler üzerinde oluşturdıkları olumsuz etkidir. Bu konuya Moeur [41] ve Torbic [42] tarafından değinilmiş ve ‘bisiklet dostu’ sarsma bantları tasarlamak için teklifleri beraberinde getirmiştir.

Moeur oyuklu sarsma bantlarında ‘bisiklet açıklığı’ (Şekil 21’de F) üzerine odaklanmıştır. Bu tip sarsma bandında, bisiklet tekeri tamamen oluklara düşerek hem konfora hem de hâkimiyete büyük ölçüde etki etmektedir. Bantların biçim tasarımını değiştirmenin çok az etkisi vardır ya da hiç yoktur. Her ne kadar bisikletlinin bantların üzerinde seyahat etmesine izin vermeyen oldukça sınırlı bir biçim olsa da, oluk derinliğini 10 mm’ye düşürmenin bir etkisi olabilir. Bu sebeple Moeur; kontrolsüz geçişli karayollarındaki sarsma bantlarının 3,7 m uzunluklu periyodik açıklıklar içermesini ve bu açıklıkların tavsiye edilen 12,2 m ya da 18,3 m periyodik aralıklandırma sıklığı ile yerleştirilmesini tavsiye etmiştir. Tavsiye edilen bu aralıklandırma, 300 mm’ye kadar olan bant genişliklerinden etkilenmemektedir. Sarsma bandı deseninde açıklıklar içirme, bisikletlinin oluklu alana girmeden sarsma bandını desenini geçme ihtiyacını karşılayacaktır. Dahası, bu açıklıklar tipik bir bisikletlinin oluklu alana girmeden geçmesine müsaade edecek kadar yeterli uzunlukta, ama bir taşıt tekerinin tipik yoldan çıkma ayrılış açısında oluklu alana girmeden açıklığı geçmesine müsaade etmeyecek kadar kısadır.

Unutulmamalıdır ki, Moeur’a göre, silindirlenmiş sarsma bantları, teker içine girmedeği için bisiklet hâkimiyetini etkilememektedir (Şekil 23). Bununla birlikte, bu çözüm, hatalı sürücüleri uyarmak açısından çok daha az etkilidir. Bu yüzden bu çözüm, kayda değer ölçüde bisiklet trafiğinin beklendiği ve banketlerin bantlar ve kaplamanın kenarı arasında bisiklet geçişine izin verecek kadar yeterli genişlikte olmadığı yerlerde göz önünde bulundurulmalıdır.

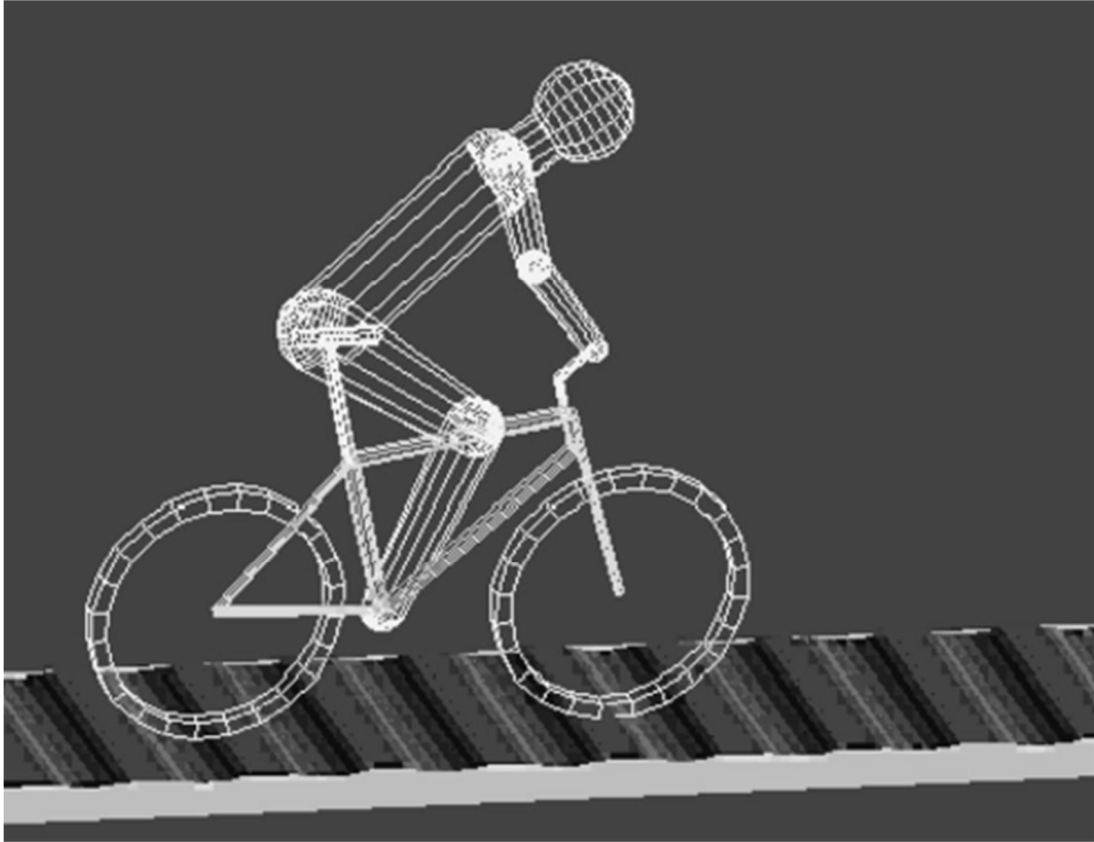


Şekil 22: ‘Tipik’ oyuklu banket sarsma bantlarında bisiklet sürme [41]



Şekil 23: Silindirilmiş banket sarsma bantlarında bisiklet sürme [41]

Torbic [42], farklı desenleri sayısal simülasyonlar vasıtasıyla analiz ederek (Şekil 24) ve gelecek vaat edenleri yerleşkesinde test ederek sarsma bantlarının geometrik parametrelerine (Şekil 21’de C, D, E) odaklanmıştır. Bu çalışma, bölüm 3.2.1’de tartışılan ve Tablo 2’de gösterilen ‘daha az rahatsızlık veren’ biçim tanımını beraberinde getirir.



Şekil 24: Oyuklu sarsma bandından geçen bir bisiklet simülasyonu [42]

ABD Federal Karayolu İdaresi (FHWA) [21], tüm bisiklet rotası boyunca bantların yerleştirildiği ya da sarsma bandının ötesinde 1,2 metreden daha dar kaplama bulunan yoğun bisiklet trafikli yerlerde bisiklet sürmeye etkileri azaltmak için olası 'hafifletme'leri göz önünde bulundurmaya tavsiye eder. Hafifletme önlemleri aşağıdakileri kapsar:

- a. Kenar çizgisi sarsma bantlarının sarsma bantlarının ötesinde bir bisikletli için kullanılabilir ek banket alanına olanak sağladığı yerlerde, banket sarsma bantlarından ziyade kenar çizgisi sarsma bantları kullanılması.
- b. Banket sarsma bandının uzunluğu boyunca 3,7 metreden 5,5 metreye kadar aralıklanmış, oyuklu elementlerin grupları arasında 0,9 metreden 1,1 metreye kadar periyodik açıklık.
- c. Bisikletliler için daha uygun hale gelmesi için, sarsma bandı tasarımları üretirken tasarım boyutlarında gösterilen küçük düzenlemeler yapma. Çalışılmış oyuklu bant elemanlarına yönelik başlıca düzenlemeler; azaltılmış yolun enine uzunluk (B), merkezden merkeze artırılmış aralık (E), alçaltılmış derinlik (D), eksiltilmiş yola boylamsal genişlik (C).

Hafifletme önlemleri 'b' ve 'c', yukarıda tanımlandığı gibi sırasıyla Moeur ve Torbic tarafından teklif edilmiş çözümlerdir.

3.2.3 Banket Sarsma Bantları ve Motosikletliler

Banketlerde motosikletlere izin verilmemesine rağmen, oyuklu sarsma bantlarının motosikletliler için olası tehlike olmasını ele alırken bir endişe meydana gelmiştir.

İki ve üç tekerlekli motosikletler üzerinde olası zararlı etkilere bakmak için, 1999 yılından beri kırsal karayollarına (motosikletlilerin güvenliğini etkilemesi banket sarsma bandından çok daha olası olan) orta çizgi sarsma bandı yerleştirilmiş Minnesota'da, 2008 yılında özel bir çalışma yürütülmüştür [44]. Orta çizgi sarsma bantlı kırsal karayollarında 29 motosiklet kazası vardı ve bunların hiçbirinde sarsma bantları eş zamanlı faktör değildir.

Kazaların analizine ek olarak, 40 saatlik yerinde gözlem yapılmıştır. Çalışma, motosikletlinin bir düzeltme ya da aşırı düzeltme yapmadığı ve orta çizgideki sarsma bantları nedeniyle geçişe engel olunmadığı sonucuna varmıştır. Kapalı bir alanda, sokaklardaki motosiklet tecrübesi 0 ile 41 yıl olarak değişen 32 motosikletlinin ve her tür motosikletin yer aldığı kontrollü koşullar da bu gözlemi desteklemiştir. Röportajlar, binicilerin sarsma bantlarıyla hiçbir zorluk ya da endişe yaşamadığını doğrulamıştır.

Alaska'da orta çizgi sarsma bantlarının derinliği 3/8' (yaklaşık 10 mm) 'e düşürülmüştür [41]. Böylece bantlar, sürücüler için hala uyarı sağlarken motosikletliler üzerindeki etkisi azaltılmıştır. Bu tip bant biçimi, bölüm 3.2.1'de tanımlanan 'daha az rahatsızlık veren' tasarım tanımıyla tutarlıdır ve yüksek motosiklet trafiğinin beklendiği alanlarda tercih edilebilir.

3.2.4 Gürültü Sorunları

Çevre yerleşkeler için gürültü rahatsızlığı, sarsma bantlarının pratik uygulanabilirliği için çoğunlukla kısıtlayıcı bir faktör olarak göz önünde bulundurulur. Her ne kadar banket sarsma bantlarının üstünden yalnızca sürücü yoldan çıktığı zaman geçilse de, taşıt tipi, şerit genişliği ile kavis ve yol üzerinde meydana gelen manevralara bağlı olarak ikamet yakınlarına sarsma bandı yerleştirilmesi yine de gürültü şikâyeti yaratabilir [21].

Yatıştırma önlemleri aşağıdakilerden oluşabilir:

- Özellikle yoldan çıkmaya çok rastlanan kurplar boyunca ya da yoğun kamyon trafiği hacmine sahip koridorlarda ofseti (A) artırma,
- Dönüş şeritleri civarında ya da yolun bir bölümü boyunca tek bir ev bulunması gibi nokta lokasyonlarda sarsma bantlarını kaldırma. Nokta lokasyonlarda sarsma bantlarına son verme ihtiyacı, bantların bir bölüm ya da koridor boyunca kullanımına engel olmamalıdır.

Torbic'e göre [22], banket sarsma bantları, yolun yerleşim bölgesine geçişinden 200 m önce kesilmelidir. Yerleşim bölgesinin yakın çevresinde ya da oluşan sesin azalmasının sorun olduğu yerlerde, daha az rahatsızlık ile sonuçlanacağı için 'daha az rahatsızlık veren' tasarım biçimi (bölüm 3.2.1'e bakınız) kullanılmalıdır.

Kragh [26] bantların şeklinin gürültü üzerine etkisini analiz etmiş ve sinüzoidal şekilli sarsma bantlarının eski taş mastik asfalta (yoldan 25 m'de) kıyasla yalnızca 0,5 – 1 dB artışa yol açtığı sonucuna varmıştır. 'silindir-segment' girintili tipik sarsma bandı 2 – 3 dB artış ile sonuçlanmıştır. Dikdörtgen şeklinde girintiler, hem sinüzoidal profilli sarsma bantlarından (3 – 7 dB daha fazla) hem de 'silindir segment' bandından (2 -5 dB fazla) önemli ölçüde yüksek gürültü seviyelerine yol açmıştır.

3.2.5 Banket Sarsma Bantlarının Bakımı

CEDR Raporu ' Uygun Maliyetli Yol Güvenlik Altyapı Yatırımları için En iyi Uygulama' [20], sarsma bantlarının düşük yerleştirme maliyetleri ve neredeyse hiç bakım gerektirmeme özellikleriyle karakterize edilmiş olduğunu belirtmektedir. Sarsma bantları sebebiyle kaplamada fark edilebilir bir bozulma oluşmaz. Dahası, karlı ve buzlu koşullarda etkili olmakla birlikte fırtınalı havalarda kamyon şoförleri için kılavuzluk görevi üstlenebilirler.

ABD Federal Karayolu İdaresi (FHWA) [21] tarafından piyasaya sürülen 2011 *Teknik Danışma*, sarsma bantları yerleştirilmesine bağlı olarak kaplamada hızlı bozulma görülmesine ilişkin endişelerin yersiz olduğunu onaylamıştır. Üzerindeki trafik seyahatinden kaynaklanan kaplama bozulmasını azaltmak için, sarsma bantlarının kaplamadaki ek yerlerinden ez az birkaç inç öteye yerleştirilmesi tavsiye edilmektedir. Bozulma endişelerinin olduğu kesimlerde, oyuklu

sarsma bantlarının üzerine oksitlenme ve rutubete karşı muhafaza amaçlı asfaltlı karartma örtüsü yerleştirilebilir.

Yakın zamanlarda Michigan’da bir deneyim, mevcut sarsma bandı üzerinde ince boyutlu sathi kaplama ile çatlakların kapatılması gibi banket önleyici bakım iyileştirmeleri, enkesiti biraz kaybetse de, bantların esas şeklini sürdürdüğünü göstermiştir. Bununla birlikte ince boyutlu sathi kaplama ile çatlakların kapatılmasından kaynaklı taşlar gürültüyü ve sarsma bandının titreşimli özelliğini artırır. Mikro-yüzey ve ultra-ince sıcak asfalt karışımı kaplamaları sarsma bantlarının mevcut hatlarını doldurur, ama aynı lokasyonda altındaki doldurulmuş banttın kaynaklı belirgin katmanlara ayırım olmaksızın yeni sarsma bandı hatları kesilebilir.

Sarsma bantlarının oyuklu ya da silindirilenmiş olduğu banket üzerine bir kaplama yapılması gerekiyorsa, banket katmanlanmadan önce yüzey hazırlanmalıdır. Gözlemsel bir çalışma dayanak alınarak, sarsma bantlı bölgelerin kaplanmadan önce aşağıdakilerden biri ile hazırlanması tavsiye edilir:

- Frezeleme, çerçeveleme ve kaplama ya da
- Sadece frezeleme ve kaplama.

Lavyer ve kaplama ya da sadece kaplama gibi diğer hazırlık yaklaşımları büyük ihtimalle önceki sarsma bantlarının bulunduğu bölgede bir derece yansımayla sonuçlanacaktır.

3.2.6 Sarsma Bantlarının Yerleştirilmesi Gereken Yerlerin Seçimi

ABD Federal Karayolu İdaresi (FHWA) Teknik Protokolü – EYLEM: Kanıtlanmış güvenlik karşıt önlemlerinin değerlendirilmesi ve uygulaması [36]’na göre, Sarsma Şeritleri ya da Sarsma Bantları, tüm yeni kırsal otobanlarda ve seyahat hızının saatte 50 km ya da üstü olduğu tüm yeni kırsal iki şeritli karayollarında sağlanmalıdır. Ayrıca, 3R Şartı (Resurfacing, Restoration, Rehabilitation) – yeniden kaplama, yenileme, iyileştirme ve 4R Şartı (Resurfacing, Restoration, Rehabilitation, Reconstruction) – yeniden kaplama, yenileme, iyileştirme, yeniden yapılanma politikaları, tüm kırsal otobanlarda ve seyahat hızının saatte 50 km ve üstü olduğu kırsal iki şeritli karayollarında ve/veya yoldan çıkma kaza hikâyesine sahip sarsma bandı ötesindeki kaplamalı ya da kaplamasız banket genişliği 4 feet ya da fazlası olan yollarda, kesintisiz banket sarsma bantlarının yerleştirilmesi göz önünde bulundurulmalıdır. Federal ve bölgesel temsilciler ile karayolu projelerini Federal sermaye ile yöneten koalisyon hükümetleri de, sarsma şeritleri ya da bantları temin etmede benzer politikaları benimseme yönünde teşvik edilmelidirler.

Karayolu Araştırma Programı Ulusal İşbirliği (NCHRP) Raporu 641 [22], banket sarsma bantlarının etkili bir şekilde kurulabileceği yerler için detaylı bir dizi yönlendirme sağlamaktadır:

- Banket Genişliği: Sarsma bandı uygulamak için minimum banket genişliği, 4 ft (1,2 m) en yaygın değer olmak üzere, 2 ile 10 ft (0,6 m ile 3,0 m) arasında dağılım göstermektedir. Minimum banket genişliği yol tipine göre değişebilir.
- Yanal Açıklık: Minimum yanal açıklık, 6 ft (1,8 m) en yaygın değer olmak üzere, 2 ile 7 ft (0,6 m ile 2,1 m) arasında dağılım göstermektedir. Bazı temsilciler yanal açıklığı sarsma bandının dış kenarından (sağ) banketin dış kenarına kadar olan mesafe olarak tanımlarken bazıları, açıklığı banketin dış kenarından ziyade en yakın yol kenarı elementine kadar ölçebilmektedir.
- OGT (Ortalama Günlük Trafik): Sarsma Bandı uygulaması için minimum OGT 400 ile 3.000 taşıt arasında dağılım göstermektedir fakat çoğunlukla 1.500 ile 3.000 taşıt arasına denk gelmektedir.
- Bisikletler: Temsilciler bisiklet değerlendirmesine çeşitli yollarda değinmektedir: (a) önemli bisiklet trafiği olan ya da bisiklet güzergâhı olarak tasarlanmış yollarda sarsma bandı yerleştirmeme, (b) sarsma bantlarının boyutlarını ayarlama, (c) sarsma bandı yerleştirmesini ayarlama, (d) minimum banket genişliği ve/veya yanal açıklık gereksinimlerini ayarlama ve/veya (e) periyodik devirli açıklık sağlama. Amerikan Eyalet Karayolu ve Ulaştırma Görevlileri Birliği (AASHTO) Kılavuzunda Bisiklet Tesislerinin Geliştirilmesi için verilen ilkeler de göz önünde bulundurulmalıdır.
- Kaplama Tipi: Bazı temsilciler yalnızca asfalt yüzeylere banket sarsma bantları yerleştirmektedir. (Gözenekli aşınma tabakaları gibi) geleneksel olmayan asfalt kaplamalarda kullanımı, deneme kısımları vasıtasıyla araştırılmalıdır.
- Kaplama Derinliği: Minimum kaplama derinliği 1 ile 6 in (25 ile 152 mm) arasında dağılım göstermektedir.
- Alan Tipi: Bazı temsilciler, öncelikle gürültü rahatsızlığı nedeniyle yalnızca kırsal alanlarda banket sarsma bantları yerleştirmektedirler. Sarsma bantları uygulamasına son verilmesi gereken yerleşim bölgesinden uzaklık tavsiyesi 200 metredir.
- Hız Limiti: Temsilciler tarafından kullanılan hız limitleri 45 ile 50 mph (72 ile 80 km/sa) arasında dağılım göstermektedir. Bazı temsilciler, sarsma bandı boyutlarını da hız limitine bağlı olarak ayarlamaktadırlar.
- Kaza Sıklıkları/Oranları: Bazı temsilciler verilen yol tipi için, eyalet çapında ortalama gibi bir eşik değeri belirlemektedirler.

Banket sarsma bantlarına aşağıda verilen lokasyonlarda genellikle ara verilir:

- Kavşaklar, özel mülkiyete geçiş yolları ve dönüş şeritleri,
- Rampa giriş ve çıkışları,
- Yapılar (örneğin, köprüler),
- Yanal açıklığın belirlenmiş değer altına düştüğü yerler ve/veya komşu otokorkuluk, bordür ya da diğer engellere bağlı olarak yanal açıklığın sınırlandırıldığı yerler,
- Yerleşim bölgeleri,
- Toplama çukurları ve drenaj ızgaraları,

- Kaplama derzleri,
- Orta refüj geçişleri.

British Columbia’da (Kanada, [27]), ‘kentsel alanlar’da banket sarsma bantları kullanılmaması tavsiye edilmektedir. Kentsel karayolu kesiminin iyi bir göstergesi aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

- Bir yerleşimin civarında saatte 70 km ya da daha az olan hız kuşağı,
- Bordür ve oluklu ya da kaldırımlı karayolu bölümü,
- Aralarında 150 metreden daha az mesafe olan kavşak ve özel mülkiyete geçiş yolları.

3.3 Etkililiğin Değerlendirilmesi

Banket sarsma bantları üzerine ilk etkililik değerlendirme çalışmaları 1980’li yılların başlarına dayanır. Bütün çalışmalar, otobanlarda (bölünmüş hemzemin kavşaksız karayollarında) tek araçlı yoldan çıkma kazaları azaltmada bu iyileştirmenin oldukça uygun maliyetli olduğu sonucuna varmıştır.

- 1994 yılında Wood [28], Pensilvanya paralı otoyollarında oyuklu sarsma bandı uygulamasıyla tek araçlı yoldan çıkma kazalarda % 70 azalma rapor etmiştir.
- 1997 yılında Hickey [29], 53 test segmenti üzerinden Pensilvanya paralı otoyollarında banket sarsma bantlarının tek araçlı yoldan çıkma kazaları kabul etmiş ama Wood’un sonucundaki oranı %60’a yakın olarak güncellemiştir.
- 1998 yılında Perillo [30], New York Otoyolunda oyuklu sarsma bandı uygulamasıyla tek araçlı yoldan çıkma kazalarda % 88 azalma rapor etmiştir.

Yine de, unutulmamalıdır ki, sarsma bandı yerleştirilmesinden önce ve sonra meydana gelmiş kazalar arasında verilerin güvenilir istatistiksel yorumları olmaksızın yapılan (‘derinlemesine incelenmemiş’ denilen önce/sonra çalışmaları) yukarıda bahsi geçen çalışmalar kıyaslamalar çok düz ve basittir.

1999 yılında Griffith, silindirilenmiş sarsma bantları üzerine, tek araçlı yoldan çıkma kazalarında potansiyel azalmanın tüm otobanlar (kırsal ve kentsel) göz önünde bulundurulduğunda %14 ve yalnız kırsal otobanlar dikkate alındığında %21 olarak tahmin edildiği NCHRP (Karayolu Araştırma Programı Ulusal İşbirliği) Projesi 17 – 25 sınıflandırmasına [33] uygun olarak, tahmini kesinliğin ‘orta-yüksek’ seviyesi ile ilişkili daha ciddi bir çalışma yürütmüştür [31], [32]. Kaza oranlarında umulan bu azalmalar 1990’ların sonlarındaki tahminlerden çok daha küçük olmasına rağmen, işlemin sınırlı maliyeti düşünüldüğünde hala oldukça geçerlidir. Kaynak [33]’te not edildiği gibi, bu sonuçlar diğer yol sınıflarına (iki şeritli ya da çok şeritli karayolları) uygulanabilir değildir. Banket sarsma bantlarının kazaları azaltmadaki etkinliğinin 1990 sonlarındaki göstergelerde fazla tahmin edildiğini ama tek araçlı yoldan çıkma kazalarında hala

%22 fiili azalma olduğunu gösteren benzer sonuçlara -yine otoban segmenti için- Carasso tarafından ulaşılmıştır [34].

Çok yakın geçmişte Patel ve arkadaşları [35], bu iyileştirmenin iki şeritli kırsal yollarda etkisini analiz etmiş ve tek araçlı yoldan çıkma kazaları için, tüm kazalar dikkate alındığında %13 ve yalnızca yaralanmalı kazalar dikkate alındığında %18 azalma oranı ile hala önemli ölçüde koruyucu etkisi olduğunu bulmuştur. Bununla birlikte, kazalarda azalmanın bütün mevkilerde olmadığı ve beklenen kaza azalışı için ortaya çıkan standart sapmanın; tüm kazalar için %8 ve yaralanmalı kazalar içinse %12 olduğu belirtilmiştir. Bunun anlamı; %95 güven aralığında, kazaları azaltmadaki etkinliğin, tüm kazalar için %13-13,2 ile %13+13,2 arasında ve yaralanmalı kazalar için %18-19,6 ile %18+19,6 aralısında değişebileceğidir.

Gösterildiği gibi, %95 güven aralığında (kaza artması anlamına gelen) bir 'negatif kaza azalması' meydana gelebilir. Patel ve arkadaşlarına göre, farkı tesislerde (örneğin, yol geometrisi, farklı kaza tipleri vb.) böylesine farklı bir performansa yol açan açıklayıcı değişkenleri bulmak için daha geniş bir veri tabanı ile derinlemesine bir araştırma yürütülmelidir.

2008 yılında, ABD Federal Karayolu İdaresi (FHWA), kesintisiz banket sarsma bantlarının (CSRS) kırsal yolların birçok bölümünde uygun maliyetli bir biçimde uygulanabileceğini belirten 'Memorandum' – EYLEM: Kanıtlanmış güvenlik karşıt önlemlerinin değerlendirilmesi ve uygulaması [36] yayınlamıştır. Memorandumda kazalarda azalmanın faydalarına yönelik çalışmalar aşağıdaki gibi belgelenmiştir:

- İki şeritli kırsal karayollarında tüm kazalarda azalma %13 ve yaralanmalarda azalma %18,
- Çok şeritli bölünmüş karayollarında tüm kazalarda azalma %16 ve yaralanmalarda azalma %17.
- Otobanlarda yoldan çıkma kazalarında %38 azalma.

Torbic ve arkadaşları, farklı çalışmaların ([32] ve [33]'ü kapsayan) sonuçlarını, Karayolu Güvenliği El Kitabı [37]'deki birleştirme için çalışma sonuçlarını kombinleme prosedürleriyle tutarlı bir şekilde kombinleyerek yakın dönemde, kırsal otobanlarda ve kırsal iki şeritli yollarda banket sarsma bantlarını hesaba katmak için, tek araçlı yoldan çıkma kazalara (SVROR) uygulanacak bir grup Çarpma Modifikasyon Faktörü (CMF- daha önce kullanılan kısaltmaya göre çalışmada AMF olarak isimlendirilmiş) önermişlerdir [38] (Şekil 25'e bakınız). Farklı bir Çarpma Modifikasyon Faktörü (CMF), tek araçlı yoldan çıkma kazalar (SVROR) ve yalnızca ölümlü ve yaralanmalı kazalar (SVROR FI) için verilmiştir.

¹ Patel ve arkadaşlarının alıntı yaptığı evrakta güven aralığı fiilen farklıdır ve aynı evrakta verilen standart sapmayla tutarlı değildir. Bu bir daktilo hatası gibi görünmektedir.

İyileştirme	Yol Tipi	Kaza Türü ve Şiddeti	Kaza Modifikasyon Faktörü (AMF) ^a	Tahminin Standart Hatası (SE) ^b
Banket Sarsma Bandı ^c	Kırsal Otoyollar	Tek araçlı yoldan çıkma kazalar	0.89	0.1
		Tek araçlı yoldan çıkma kazalar FI	0.84	0.1
Banket Sarsma Bandı ^d	Kırsal İki Şeritli Yollar	Tek araçlı yoldan çıkma kazalar	0.85	0.1
		Tek araçlı yoldan çıkma kazalar FI	0.71	0.1

^aAMF (Accident Modification Factor): Kaza Modifikasyon Faktörü

^bSE (Standart Error of Estimation): Tahminin Standart Hatası

^c AMF ve SE, silindirenmiş banket sarsma bantları için Griffith (4)'den ve oyuklu sarsma bantları için bu araştırmadan elde edilen ortak sonuçlara dayanmaktadır.

^d AMF ve SE, Patel ve diğ. (5)'den ve bu araştırmadan elde edilen ortak sonuçlara dayanmaktadır.

Şekil 25: Torbic ve arkadaşları tarafından banket sarsma bantlarını hesaba katma için Karayolu Güvenliği El Kitabında önerilen Çarpma Modifikasyon Faktörleri (CMF/AMF)

Bu değerler, istatistiksel olarak, ABD Federal Karayolu İdaresinde (FHWA) verilen ve fazla tahmin edilmiş gözükten değerlerden daha güvenilirdir. Bu yüzden, Torbic tarafından teklif edilen değerler, kırsal otobanlarda ve kırsal iki şeritli yollarda banket sarsma bantlarının etkililiğinin değerlendirilmesi için tavsiye edilmiştir.

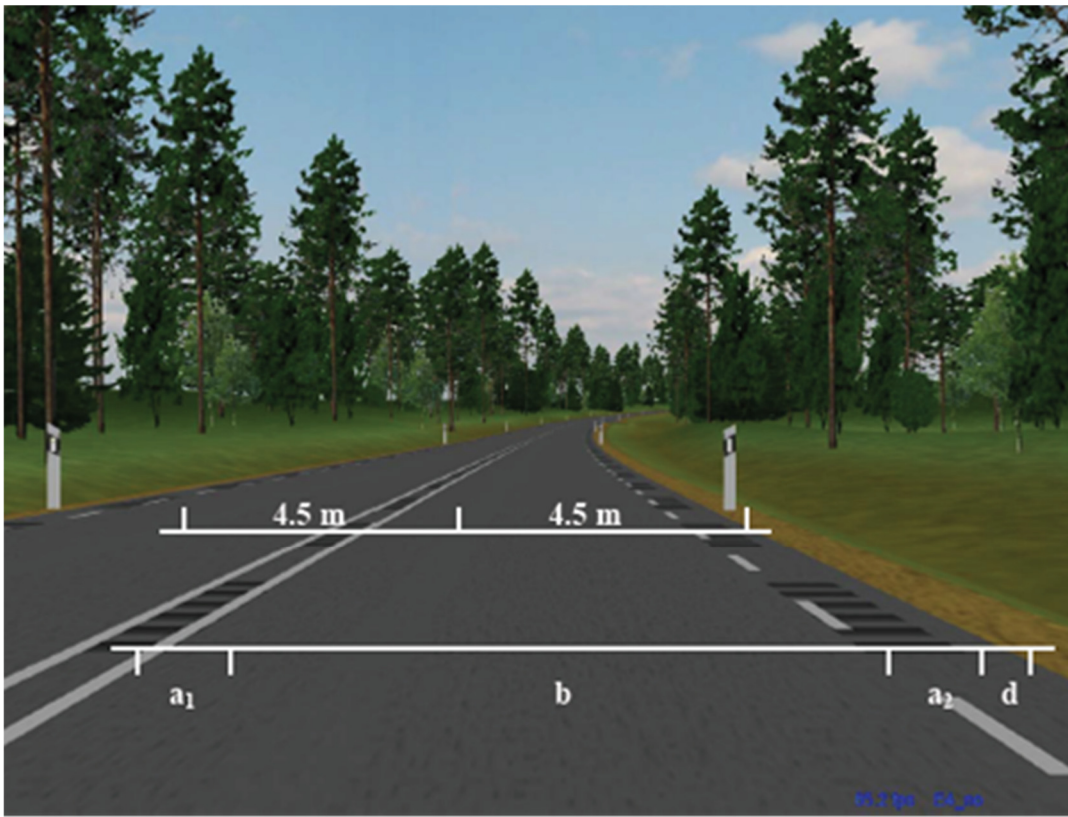
Torbic ve arkadaşlarınca, kırsal otobanlar ve çok şeritli bölünmüş yollar için yürütülen analiz, daha önceki çalışmalarda olduğu gibi istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Çok şeritli bölünmüş yollar için, Carrasco tarafından önerilen değerler [34], oyuklu banket sarsma bantlarının etkilerinde en iyi tahmin olarak kullanılabilir. Carrasco tek araçlı yoldan çıkma kazaların %22'ye kadar, yalnızca ölümlü ve yaralanmalı kazaların %51'e kadar azaltılabileceğini öngörmektedir ancak daha istatistiksel bir araştırmaya gerek duyulmaktadır.

Riser önerileri [1], kazaların derinlemesine araştırmalarını dayanak alan bir takım raporlara göre, taşıtın düşük bir kayma açısıyla yoldan çıktığı ama hala kontrol edilebilir olduğu kazalarda insan faktörünün (çoğunlukla alkol, yorgunluk ve dikkat dağılması) etkili olduğuna dikkat çekmiştir. RISER'in detaylı verileri, kazalarla alakalı olarak hız ya da hızlanmanın temel faktör olmadığını göstermektedir. Kayda değer sayıda kaza (189 vakanın 56'sı), banket sarsma bantları kurulumuna sahip olmayla olumlu yönde etkilenebilecek kazalardır (ağır iş yükü, panik, iç ya da dış nedenlerle dikkatin başka yöne kayması).

Banket sarsma bantlarının bir diğer önemli etkisi, kaza şiddetini azaltmasıdır. 2011 yılı ABD Federal Karayolu İdaresi (FHWA) Teknik Danışma [21] çalışması, 1.800 otobanda yoldan çıkma

kazasının incelendiğini ve bir eyalette (dikkatsiz sürüşten kaynaklı) sürüklenerek yoldan çıkma türü kazalardaki ölüm veya yaralanma oranının, diğer yoldan çıkma kaza kategorilerindekinden 3 ila 5 kat fazla olduğunu göstermiştir.

2005 yılında İsveç'te, dar yollarda (≤ 9 m) banket ve orta refüj sarsma bantlarının yorgun sürücüler üzerine etkisini araştırmak için geniş kapsamlı bir sürüş simülatör çalışması yürütülmüştür [39]. Bu çalışma, farklı tip sarsma bantlarının değerlendirildiğini ve tüm farklı yerleştirmelerin sürücülerini uyarda etkili olduğunu, ayrıca bantların sürücüyü doğru kurtarma hamlesi yapmaya teşvik ettiğini göstermiştir. Sürücülerin ifadelerine göre, daha 'agresif' sarsma bantlarıyla ilgili hiçbir risk yoktur.



Şekil 26: Kaynak [39]'daki simülatör değerlendirmesi için kullanılan düzen

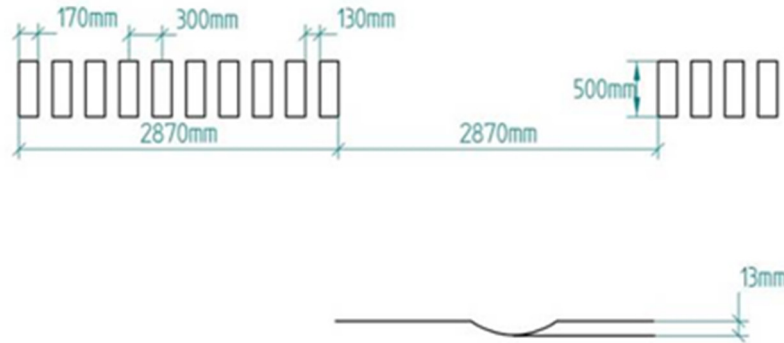
Sarsma bantları ayrıca, beklenen potansiyel kaza azalımının belirli bir ölçümü olmamasına rağmen PIARC Yol Güvenliği El Kitabı [40] tarafından tek araçlı kazalar için bir potansiyel güvenlik müdahalesi olarak tanımlanmıştır.

3.4 Vaka Çalışmaları / Örnekler

Banket sarsma bantları, Amerika ve Avusturalya'ya kıyasla Avrupa'daki uygulaması hala sınırlı olmasına rağmen, dünya çapında yaygın olarak kullanılan bir tekniği temsil etmektedir.

İsveç, oyuklu sarsma bantlarının (aynı zamanda 'oluklu' banket sarsma bantları da denir) otoyollarda geniş kapsamlı kullanıldığı bir Avrupa ülkesidir. Böyle iyileştirmelerin etkililiğini değerlendirmek için özel bir çalışma (çalışmanın detaylı tanımı için kaynak [2]'ye bakınız) yürütülmesinin sebebi budur. Sarsma bantlarının biçimi, temelde bölüm 3.2.1'de tarif edilen 2,870 mm bisiklet açıklığına sahip 'tipik' biçimdir. (Şekil 27).

200 km'lik iyileştirilmiş kısımlar üzerine yürütülmüş analizlerin sonuçları, bu tip müdahalenin kazaları tahminen %27,3 oranında kesinlikle azalttığını teyit etmiştir. %95 güven aralığında potansiyel etkinin %8,6 ile %45,7 arasında olduğu tahmin edilmiştir. Bu aralık hala oldukça geniş bir yayılımdır ve bu da analizin daha geniş veri setine büyütülmesi gerektiği anlamına gelmektedir. Bununla birlikte diğer yandan, %95 güven aralığında, iyileştirmenin kazalar üzerinde hiçbir olumsuz etkisi (artış) olmayacağı anlamına gelen hiçbir 'temel tersine dönme etkisi' bulunmamıştır.



Şekil 27: İsveç'teki oyuklu banket sarsma bantlarının biçimi

Sarsma bantlarının otoyollardaki etkisi üzerine Almanya'da yürütülen kapsamlı bir çalışma, banket sarsma bantlarının ölümlü kazalarda olumlu etkisinin olduğunu ve şiddetli kişisel yaralanmalı kazaları %15 azaltırken hafif yaralanmalı ya da yalnızca mülkün zarar gördüğü kazalarda ise %6 artışa sebep olduğunu göstermiştir. Bu çalışmanın sonucu, sarsma bantlarının öncelikli etkisinin toplam kaza sayısında azalma değil (aslında sayı %-1 varyasyon ile sabit), kaza şiddetinde azalma sağladığı yönündedir.

Bir diğer ilginç sonuç, yolun sağ tarafındaki tek taşıtlı yoldan çıkma kazalarda %43'lük (%95 güven aralığında %18'den %60'a) bir oranla kayda değer bir azalma olmasıdır. Bununla birlikte, aşırı düzeltme nedeniyle sol taraftan yoldan çıkma kazalarda ise artış olduğu belirtilmiştir.

İtalya'da Roma çevre yolunda son dönemlerde, görüş mesafesi sorunları için fazladan genişletilmiş sol banket kullanımını engellemek için renklendirilmiş kaplama ile kombinlenerek yükseltilmiş sarsma bandı yerleştirilmiştir.



Şekil 28: Roma Çevre Yolunda sol bankette kullanılan yükseltilmiş sarsma bantları

3.5 Referanslar

ABD Federal Karayolu İdaresi (FHWA), banket sarsma bantları üzerine birçok iyi referansın bulunabileceği, (http://safety.fhwa.dot.gov/roadway_dept/pavement/rumble_strips) adresli özel bir web sitesi kurmuştur.

Referans olarak dikkate alınabilecek tek bir ulusal standart bile yoktur. Bununla birlikte, Avusturya standardı RVS 09.01.25 (Avusturya'da tünel güvenliği)'in, tünel girişinden 100 m öncesinden başlayan bir güvenlik artırıcı iyileştirme olarak kenar işaretlemede sarsma bantlarına atıfta bulunduğu da belirtilmelidir.

4. Yol Donanımı için Affeden Destek Yapıları

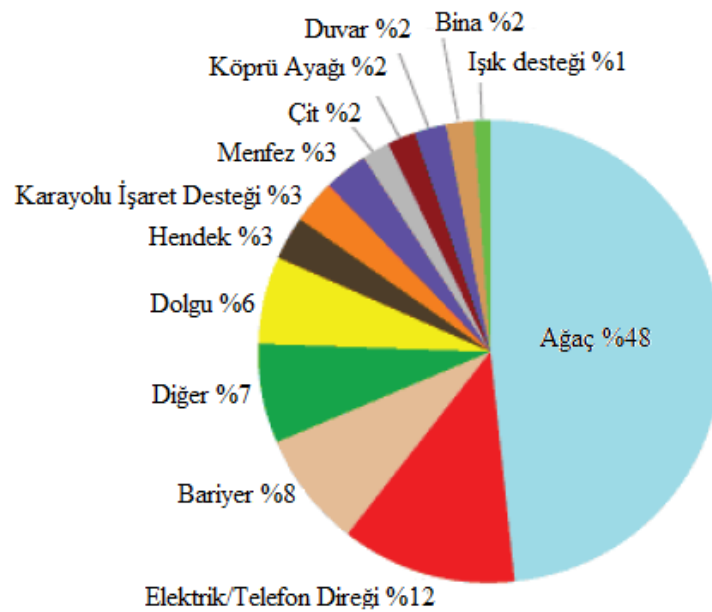
4.1 Giriş

Temiz alanlardaki tek ya da nokta cisimler, kontrolü kaybetmiş ve yoldan çıkan taşıtlar için tehlike arz edebilir. RISER projesinin [1] bir parçası olarak çeşitli çalışmalar gözden geçirilmiştir. Bu incelemeler, nokta cisimlerle çarpışmanın toplam çarpışma yüzdesinde dikkate değer bir orana sahip olduğunu göstermiştir (örneğin; Finlandiya'daki ölümlü kazaların %24'ü, Fransa'daki ölümlü kazaların %31 ve Almanya'daki yol kazalarının %42'si). Bu nokta cisimler

doğal ya da çeşitli maddelerden yapılmış insan üretimi yapay cisimler olabilir. Raporun bu kısmı, elektrik/telefon direkleri ile tabela ve ışıklandırma direklerini de içeren, yol donanımı için daha güvenli destek yapıları tasarımında bir yönlendirme sağlayacaktır. Ağaçlar gibi doğal engellerin korunması bu kılavuzda ele alınmamıştır.

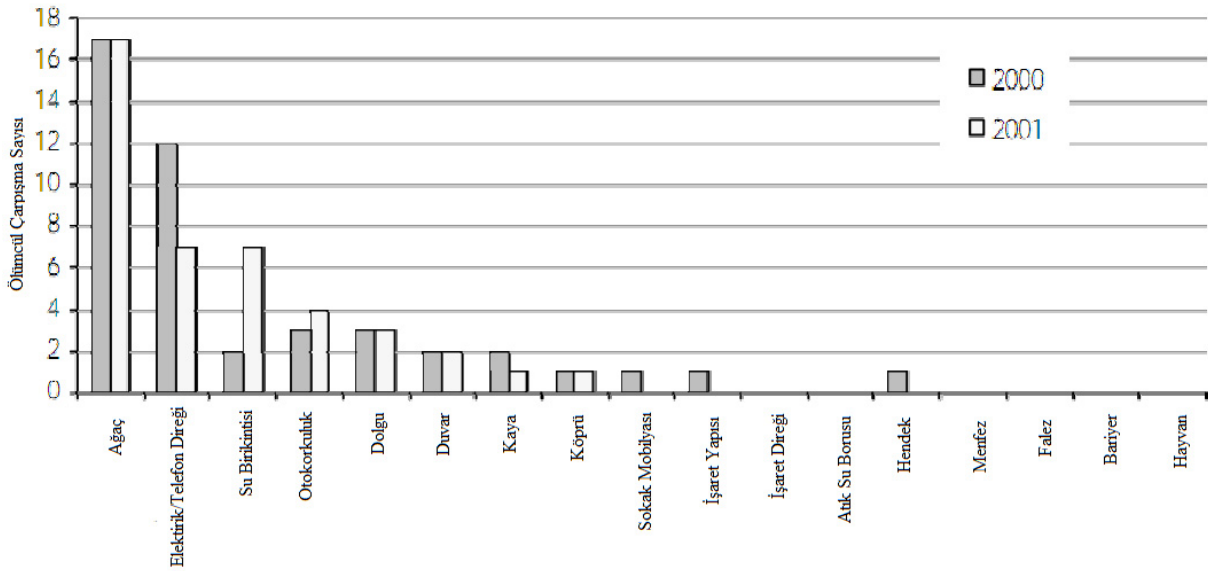
Engellerin, güvenlik üzerine olası etkilerini ele alan çalışmaların geniş çaplı bir literatür taraması Ek A'da sunulmuştur. RISER projesi, en tehlikeli yol kenarı cisimlerinin ağaçlar olduğunu göstermiştir. Kayıtlı ağaç kazalarının yaklaşık %17'si ölümlüdür [1]. Hız verisinin bulunduğu bu araştırmadaki vaka çalışmalarında, ölümlü kazalardaki çarpışma hızları saatte 70 km veya üzerindedir. Tüm tek araçlı ölümlü kazalara bakıldığında; levha, beton duvar, çit gibi yapılara çarpma oranı %11'dir. RISER kaza analizine göre, Tek araçlı kazalarda en sık çarpılan obje güvenlik bariyerleridir. Buna rağmen tek araçlı güvenlik bariyerine çarpma kazaları çoğunlukla küçük yaralanmalarla sonuçlanmıştır. Bununla birlikte, uygun şekilde tasarlanmamış ve yapılmamış güvenlik bariyerlerinin riskli olduğu göz ardı edilmemelidir.

Kaynak [46]'daki çalışma, ABD Ulaşım Dairesi'nin Ölüm Oran Analizi Raporlama Sistemi (FARS)'ni temel almıştır. Çalışma, sabit cisimlere çarpma sonucu meydana gelen ölümlü kazaların analiz sonuçlarını göstermektedir. Toplamda 8.623 ölümlü kaza incelenmiştir. Şekil 29, 2008 yılında sabit cisme çarpma sonucu meydana gelen ölümlerin dağılımını göstermektedir. Ağaçla ilgili kazaların oran yüksekliği aşikârdır (%48). Ölümle sonuçlanan çarpmalarda, sonraki en yüksek orana sahip cisimler %12 ile elektrik/telefon direkleri ve güvenlik bariyerleridir.



Şekil 29 – Sabit cisimlere çarpmadaki ölüm oranlarının dağılımı (8.623 ölüm)

Birçok kazada, taşıt birden fazla yol kenarı cismine çarpar. Güneydoğu Avusturalya Yol ve Trafik Otoritesinin yayınladığı bir çalışma [47], taşıtların ikinci çarptığı yol kenarı cisimlerinin çeşitlerini incelemiştir. Analiz yalnızca ölümlü kazaları kapsamakla beraber bir kez daha göstermiştir ki, ikinci çarpmanın gerçekleştiği yol kenarı cisimleri ağaçlar olup, ağaçları telefon/elektrik direkleri ile dolgu (toprak) takip etmiştir. Çarpılan hem ilk hem de ikinci yol kenarı cisimleri büyük oranda ağaçlar ve telefon/elektrik direkleridir (Şekil 30'a bakınız).

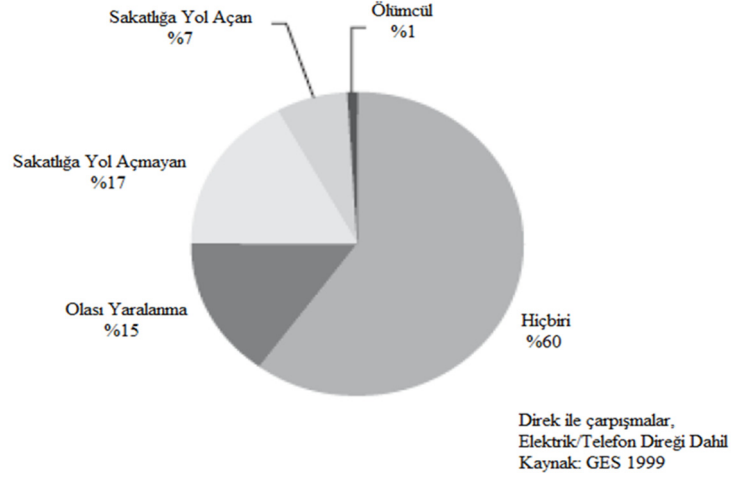


Şekil 30: 1.029 ölümlü kazada ikinci çarpmanın gerçekleştiği yol kenarı cisimleri, NSW 2000&2001 [47]

Elektrik/telefon direkleri ile diğer destek yapılarının (bu yapılar ile taşıt arasındaki değme yüzeyi dahil) yapısal gücü nedeniyle, bu çarpmalar (Şekil 31) şiddetli olma eğilimindedir. Şekil 32 direklerle çarpışmaların %40'ının ölümlü ya da çeşitli seviyelerde yaralanmalarla sonuçlandığını göstermektedir [49].



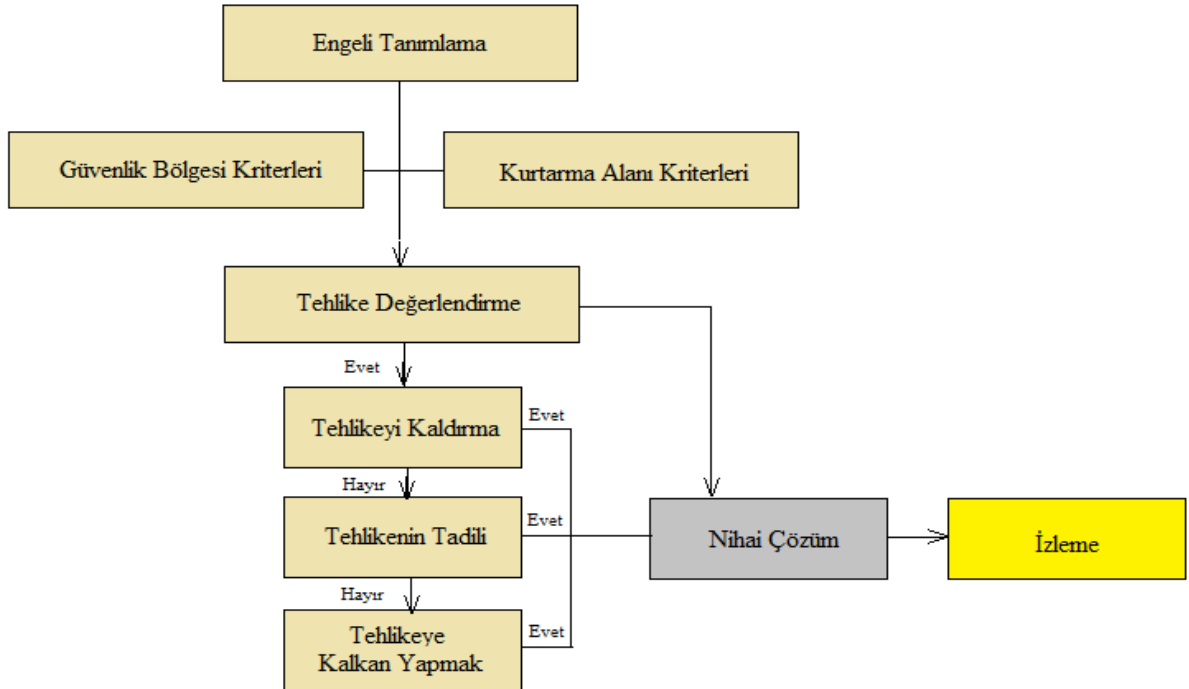
Şekil 31: Işıklandırma direği ile çarpışma (2 ölü) [48]



Şekil 32: Direkle çarpışmaları kapsayan kaza şiddetleri dağılımı

4.2 Tasarım Kriterleri

Yol tasarımcıları ve idarecileri çok defa yol kenarı engellerinin güvenlik bariyerleri ile korunması gerektiğini söylerler. Bariyer (gerekli uzunluk ve sonlandırıcılara sahip) yerleştirme en gerekli 'affeden' çözüm değildir. Dahası, ulaşılan faydalara nazaran oldukça maliyetli olabilirler. RISER projesinde [1] görüldüğü gibi, yol civarında bir engel yer aldığında göz önünde bulundurulacak uygun önlem seçimi; güvenlik bariyeri yerleştirmenin sadece en son tercih olduğu bir süreç bütünüdür (şekil 33).



Şekil 33: Kaynak [49] uyarınca yanıl engellerle ilgilenmek için yöntem

Hem RISER [1] hem de SETRA[48] prensiplerince; bir engel eğer EN12767 ‘yol donanımı için destek yapılarının pasif güvenliği – Gereksinim, sınıflandırma ve test etme metotları’ standardına göre olumlu test edilmiş ise, tehlike olarak değerlendirilmez [50].

Diğer bütün engeller için, literatürde aşağıdaki kriterler bulunabilir;

- Kaynak [52]’ye göre; bir engel, 100 mm’den daha büyük çap veya kalınlığa sahip ise tehlike olarak dikkate alınır,
- RISER Kılavuzu [1]’na göre; engeller, Şekil 34’te gösterildiği üzere çap ve çarpma hızının kombinasyonuna bağlı olarak tehlike veya değil olarak dikkate alınır,
- SETRA Kılavuzu [48]’na göre, engeller, temel dayanım momenti 5,7 kN*m aştığında tehlike olarak dikkate alınır.

Risk	Diametre (m)	Tehlikeli Çarpma Hızı (km/sa)	İlave Yorumlar
Ağaç ve Kütük	>0.2	40	Birçok ulusal kılavuzda genellikle; >0.1
Sıralı Sütunlar/Direkler ¹			
Elektrik/Telefon Direkleri Standart Aydınlatma Direkleri (odun, metal ve beton)	>0.2	40	
Yol Kenarı İşaret Direkleri	>0.1	40	
-Rampa/Geniş Trafik İşaretleri -Destekler/ Trafiğin izlenmesi amacıyla üzerine kapalı devre televizyon kamerası yerleştirilmiş direkler (KDTV Direği)/yüksek aydınlatma direkleri - Destekler/ diğer yüksek direkler/sütunlar	>0.1	40	
Kayalar ve Kaya Parçaları	-	-	
Köprü Ayakları / Kargir Ayaklar/ Köprü Ayak Koruyucuları		50	
Menfez Uçları/Menfez/ Drenaj Borusu		-	
Altgeçit ve diğer nokta riskler (nehirler, demiryolu)		-	Dolgu alt kotunda olanlar dahil
Güvenlik Bariyer Ucu		-	Yol kenarı boyunca eğilmeyen açık alanda bırakılan bariyer uçları ve rampa bitişleri (Bkz. 4.Bölüm)

¹Pasif güvenli direk ve sütunları içermemektedir.

Şekil 34: Kaynak [49]’a göre temiz alanlardaki tek nokta engeller için tehlikelerin tanımı

Yanal engelleri ele alan tüm Avrupa prensip ve standartları (RISER ve SETRA prensipleri ile Danimarka standartları [53] ve EN 12767 standardını benimsemiş neredeyse tüm ulusal standartlar da dahil olmak üzere) uyarınca, EN 12767 standardına göre olumlu test edilmiş destek ‘tehlike’ olarak değerlendirilmez. Bununla birlikte, EN 12767 standardının pasif güvenlik destek yapılarının üç kategorisi dikkate alınmalıdır:

- Yüksek enerji sönümleyen (HE),
- Düşük enerji sönümleyen (LE),
- Enerji sönümlemeyen (NE).

Enerji sönümleyen destek yapıları taşıtı fark edilebilir şekilde yavaşlatır ve dolayısıyla yapılar, ağaçlar, yayalar ve diğer yol kullanıcılarıyla gerçekleşebilecek ikincil kazaların riskini azaltmış olur. Enerji sönümlemeyen destek yapıları, darbeden sonra az bir hız azalışıyla taşıtın devam etmesine olanak verir. Enerji sönümlemeyen destek yapıları enerji sönümleyen destek yapılarına kıyasla biraz daha az birincil yaralama riski taşır.

Buna ek olarak, EN 12767, Hızlanma Ciddiyeti İndeksi (*Acceleration Severity Index - ASI*) ve farklı hızlardaki testler için hesaplanmış Teorik Kafa Darbe Hızı (*Theoretical Head Impact Velocity - THIV*) değerlerine dayanarak yolcu güvenliğini dört seviyede tanımlar.

Seviye 1, 2 ve 3 darbe şiddetini azaltma yöntemiyle artan güvenlik seviyeleri sağlar. Bu seviyeler için iki teste gereksinim duyulur:

- Destek yapısının düşük hızda tatmin edici işleyişini garanti etmek için saatte 35km hızla bir test
- Şekil 35’teki tabloda verilen darbe hızı sınıfında (saatte 50, 70 ve 100 km) bir test

Seviye 4, çarpma hızı sınıfında basitleştirilmiş bir test vasıtasıyla gruplandırılmış çok güvenli destek yapıları içerir.

Yol kullanıcısı ya da taşıt yolcusu risk kontrolünde; test edilen madde ya da bağımsız elemanlar, test maddesinden kopan kırılmış parçalar ya da diğer büyük parçalar yolcu kompartımanı içine girmemelidir. Ön cam çatlayabilir ama delinip geçilemez. Taşıt, darbe noktasından sonra 45°’den az yatış açısı ve 45°’den az eğim açısı ile dikine en az 12 m devam etmelidir.

Darbe şiddeti seviyelerine tatmin edici bir şekilde erişildiğini ve darbe şiddet seviyelerinin test edilen aracın yolcularının güvenliğiyle uyumlu olduğunu teyit etmek için tüm testlerde hafif yüklü bir taşıt kullanılır.

Enerji Sönümlleme Sınıfları	Yolcu Güvenlik Düzeyi	Hızlar			
		Zorunlu Düşük Hız Çarpma Testi 35 km/sa		Hız Sınıfı Çarpma Testi 50 km/sa, 70 ve 100 km/sa	
		Maksimum Değerler		Maksimum Değerler	
		ASI	THIV (km/sa)	ASI	THIV (km/sa)
HE	1	1,0	27	1,4	44
HE	2	1,0	27	1,2	33
HE	3	1,0	27	1,0	27
LE	1	1,0	27	1,4	44
LE	2	1,0	27	1,2	33
LE	3	1,0	27	1,0	27
NE	1	1,0	27	1,2	33
NE	2	1,0	27	1,0	27
NE	3	0,6	11	0,6	11
NE	4	Koşul Yok	Koşul Yok	Bkz. 5.6	

Şekil 35: EN 12767 uyarınca pasif güvenli destek yapılarının performans sınıfları [50]

Bu, EN 12767' e göre test edilen yapıların hepsinin eş değer olmadığı ve uygun performans sınıfı seçimi için kriterlerin sağlanması gerektiği anlamına gelir.

EN 12767; farklı yolcu güvenlik seviyeleri ve enerji emme kategorilerinin, ulusal ve yerel yol işletmecileri için, yol donanım destek yapılarının bir kaleminin performans seviyesini, yapı ile çarpışan bir taşıtın yolcuları üzerine etkisi cinsinden belirlemesi gibi olanaklar sağladığını ifade eder. Göz önünde bulundurulacak faktörler aşağıdakilerdir:

- Algılanan yaralanmalı kaza riski ve olası maliyet kazanç,
- Yol tipi ve geometrik düzeni
- Konumdaki tipik taşıt hızları
- Diğer yapıların, ağaçların ve yayaların mevcudiyeti
- Taşıt engelleme sistemlerinin mevcudiyeti

EN 12767 ile uyumlu en uygun destek yapıları performans sınıfı seçimi için prensipler, uzun yıllardır bu tip yol kenarı desteklerinin yer aldığı kuzey Avrupa ülkelerince (Norveç, Finlandiya, [54], [55]) belirlenmiştir.

Yakın zaman önce İngiltere'de; 'pasif güvenli' destek yapılarının uygulanması için kılavuzluk sağlayan özel bir EN 12767 Ulusal Ek'i [51] yayınlandı. Bu Ulusal ekin çok kapsamlı bir teknik raporu 2008 yılında Ulaşım Araştırma Laboratuvarı (*Transport Research Laboratory –TRL*) tarafından basıldı [56]. Farklı durumlarda EN 12767 doğrultusunda en uygun performans sınıfı seçimi için prensipler şekil 36'da verilmiştir.

Durum	Konum	Destek Yapısının Türü		
		Aydınlatma Sütunu	İşaret ya da Uyarı Destekleri	Zararlı Olmayan Destek Yapıları
Hız sınırı > 40 mph olan otoyollar ve inşa halinde olmayan tüm yollar	Genellikle otoyolun sınırında, tek yönlü yollar ve çift yönlü yollar	100: NE:1-3	100: NE:1-3	100:NE:4
	Çok miktarda motorsuz kullanıcı	100: LE:1-3 ya da 100: HE:1-3	100: LE:1-3	100:NE:4
	Diğer karayoluna düşen maddelerin büyük risk yarattığı yer	100: LE:1-3 ya da 100: HE:1-3	100: LE:1-3	100:NE:4 ya da 70:NE:4
İnşa halindeki yollar ve hız sınırı ≤40 mph olan diğer yollar	Tüm konumlar	70:LE:1-3 ya da 70:HE:1-3	70:LE:1-3	100:NE:4 ya da 70:NE:4

Şekil 36: EN 12767 uyarınca İngiltere Ulusal Eki tarafından verilen pasif güvenli destek yapıları performans sınıflarının seçimi için yönlendirme

İngiltere Ulusal Eki ayrıca aşağıdakilerle ilgili tavsiyelerde bulunur:

- Çatı deformasyonu,
- Yapısal gereksinimler,
- Trafik işaret direkleri aralıkları ve önerileri,
- İşaret levhası tavsiyeleri,
- Baş Üstü levha direkleri (gantry),
- Temeller (altyapılar)
- Yer altı elektrik bağlantıları.

İnşaat teknikleri açısından, sütun ve direkleri ‘affeden’ yapmak için EN 12767 ile uyumlu birçok strateji vardır (Ek A’ya bakınız):

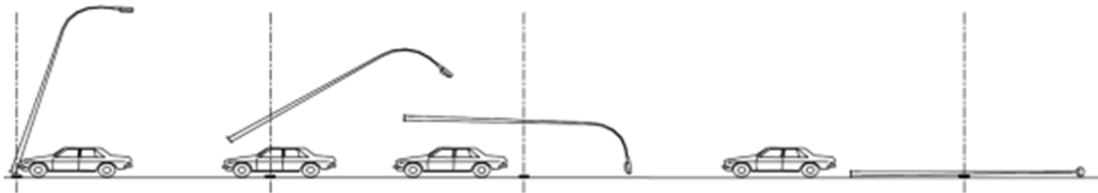
- Malzeme kullanma: Enerji sönümlemesini artırmak için en bariz yöntem düşük sertlikte madde kullanmaktır. Bu nedenle tahta sütun ve direklerden kaçınılmalıdır. Enerji sönümleme ve güvenlik arasındaki iyi bir uzlaşım, direklerin tüm parça boyunca enerjiyi sönümleyen cam elyaf (fiberglas)’tan yapılmasıdır.

- Uçları bağlama: Önceden belirlenmiş kırılma noktaları, direk ya da sütun içerisinde doğru şekilde yerleştirilmezse, bu taşıtın tökezleyip uçmasına yol açabilir. Güvenli bir ayırım gerçekleştirmek için bağlantı yerleri zemine yakın tutulmalıdır. Kaynak [3]’e göre çoklu bağlantıdan kaçınılmalıdır. Şekil 37’de bir örnek verilmiştir.



Şekil 37: Kopmalı/uçları bağlanmış direk (sol) ve kayan taban (sağ) [57]

- Kayan tabanlı direkler: kayan taban direkler özellikleri gereği, normal işleyen bir trafik hızıyla kendilerine çarpıldıklarında, genellikle asli pozisyonundaki yerlerinden çıkarılırlar (şekil 38’e bakınız). Bu, eğer bir çarpışma gerçekleşirse direğin tabandan kayarak düşmesine olanak sağlar.



Şekil 38: Kayan tabanlı bir direğe çarpan taşıt [57]

- Transformator tabanlı kopma: Transformator taban, beton temele civatalanmış dökme alüminyumdur. Direğin alt bağlantısı, transformator tabanın üstüne civatalıdır. Kırılabilir olması için alüminyuma ısıtılmış işlem uygulanmıştır, böylece kendisine bir taşıt çarptığında direk kolayca kopabilir.
- Kopmalı bağlantı parçaları: Kopan direk kullanımlarında, elektrik kabloları da kopan şekilde olmalıdır. Bu ise, özel çek-ayır sigorta tutucu (kopan bağlantı) kullanımı sayesinde sağlanır. Kopmalı bağlantı parçaları direğin tabanında kaynaşık ya da kaynaşmamış bağlantılardır.

4.3 Etkililiğin Değerlendirilmesi

Bu tip yapılar, birçok yıldır daha çok kuzey Avrupa ülkelerinin (Norveç, Finlandiya, İsveç ve İzlanda) dahil olduğu birçok ülkede yer almasına rağmen; çarpışmaların şiddetini azaltmada ‘pasif güvenli’ destek yapıları kullanımının etkinliğinin sağlıklı bir istatistiksel analizine ulaşılmadı.

Bir pasif güvenlik destek üreticisinin ([58]) internet sitesinde EN 12767 testinden geçen yapıların dahil olduğu 170 kazadan bahsedilmektedir ama bu gibi olayların sonuçlarıyla ilgili hiçbir detay verilmemiştir. İnternet sitesinde sergilenen fotoğraflar (şekil 39), kendisine yolcu taşıtı çarpmış destek yapılarının performansını vurgulamaktadır. Kendine çarpan araç geçip giderken, yapı; imkan dahilinde küçük bir hasarla sabit kalır.



Şekil 39: Yolcu taşıtı tarafından çarpılmış bir ‘pasif güvenli’ işaret desteği [58]

Kaynak [49]’a göre, Massachusetts’in alan verileri (5 çarpışma), pasif güvenli kamu hizmeti direğinin özel bir türünün de dahil olduğu mevcut olan sınırlı sayıda uygulamada çarpmadan kaynaklı hiçbir ciddi yaralanma olmadığını göstermektedir. Texas bu tip kamu hizmeti direğinin dahil olduğu tek çarpışma rapor etmiştir. Erozyon direğin etkinliğini azaltmış olmasına rağmen bu kazada ciddi bir yaralanma meydana gelmemiştir.

Kaynak [56]’da, yolcu yaralanmalarına yol açabilecek farklı vakaların oluşum ihtimali birleştirilerek pasif güvenli ışıklandırma sütunları ve işaret direkleri kullanımının olası etkisinin risk değerlendirmesi yapılmıştır.

Kırsal tek şeritli taşıt yollarında farklı ışıklandırma direği seçenekleri için risk değerlendirmesi açısından elde edilen sonuçlar Şekil 40’da gösterilmiştir. ‘pasif güvenli’ ya da ‘affeden’ ışıklandırma direkleri ile bağlantılı risk, konvansiyonel korunmayan direklerle bağlantılı riskten sekiz kat daha azdır. Direği güvenlik bariyeri ile koruma çözümü ile bağlantılı risk ise, ‘pasif güvenli’ direk ile bağlantılı riskten hala iki kat fazladır. Aynı şekilde kırsal bölünmüş yollarda ışıklandırma direkleri ve hem tek yönlü hem de çift yönlü kırsal yollardaki işaret direkleri için de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Diğer yandan, pasif güvenli yapı kullanımında bakım maliyetinin, güvenlik bariyeri yerleştirilmesi maliyetine kıyasla bir artışa yol açabileceği de unutulmamalıdır. Bu nedenle, en iyi iyileştirmenin son kararı bir maliyet fayda analizine dayanılarak verilmelidir.

Seçenek	Kırsal Tek Yönlü Yoldaki Risk (Yılda Eşdeğer Ölüm Sayısı)					
	Hatalı araç yolcusu	Diğer Yol Kullanıcıları				Tüm yol kullanıcıları
		Düşen sütuna çarpma	Düşen sütuna ya da moloz yığınının araçla çarpma	Yol değiştirirken çarpışma	Şerit değiştirirken çarpışma	
Yolun kenarından 2.5 m içerde korunmayan konvansiyonel ışıklandırma direkleri	0.0146	-	-	-	-	0.0243
Yol kenarından 2.5 m içerde güvenlik bariyeri ile korunan konvansiyonel direkler	0.0036	-	-	-	-	0.0058
Yol kenarından 2.5 m içerde pasif güvenli direkler	0.0017	0.000087	0.00013	0.000075	0.00017	0.0032

Şekil 40: Kırsal tek şeritli yollarda ışıklandırma direği seçeneklerinin risk değerlendirmesi [56]

4.4 Vaka çalışmaları /Örnekler

Affeden ya da ‘pasif güvenli’ destek yapıları Avrupa’da ve tüm dünya çapında yaygın olarak kullanılmaktadır. Sonuç olarak çok çeşitli ve farklı uygulamalar mevcuttur.

<http://www.ukroads.org/passivesafety/> Web sitesinde İngiltere’de kullanılan ‘*crash-friendly*’ (çarpma dostu) ürün seçenekleri sunulmuştur.

4.5 Referanslar

4.5.1 Tasarım ilkeleri ve standartları

Yol kenarlarında, ışıklandırma, işaretler ve destek yapıları konularını ele alırken referans olarak aşağıdaki ilkeler göz önünde bulundurulabilir:

- Temiz alanları tanımlama için olası kriterler için EK A’ya bakınız
- SETRA - ‘Kırlık (Open) ülkelerdeki ana yollarda yanıl engelleri ele alan ilkeler’ [48]
- EN 12767 İngiltere Ulusal Eki [51]
- Texas Ulaştırma Birimi Karayolu Işıklandırma El Kitabı [59]
- AASHTO Yol kenarı Tasarım Kılavuzu [10]

Yol donanım desteklerinin onaylanması için EN 12767 standardının henüz bir zorunluluk olarak benimsenmediği ülkeler de dahil olmak üzere Avrupa’da yerleştirilecek herhangi bir ‘pasif güvenli’ ya da ‘affeden’ destek, EN 12767 standardı [50] uyarınca test edilmelidir.

5. Banket Genişliği

5.1 Giriş

Dış banket (birçok Avrupa ülkesinde sağ banket) genişliği; hatalı sürücünün aracın gidişatını yoldan çıkmadan düzeltmesine olanak sağlayan kurtarma alanını genişletmesi sebebiyle, genellikle önemli bir yol kenarı güvenlik özelliği olarak tanımlanır.

PIARC Yol Güvenliği El Kitabı [60]' na göre, kırsal yollarda banketler; sınırı aşmış taşıtın kurtulmasını kolaylaştırmak için engellerden arındırılmış ve stabilize edilmiş olmalıdır.

Yollar hakkında SafetyNet Raporu [61]'na göre, Banket (zellikle kaplamalı olanlar) ya da emniyet şeridi uygulaması kırsal yollarda yol güvenliğinin artırılmasına yardım eder.

Öte yandan, haddinden fazla geniş banketlerin faydası sınırlı olabilir ve kaza artışına neden olan ters etkiler meydana gelebilir. SafetyNet raporu bu tür kazaların emniyet şeridinin 3 metreden daha geniş olduğu durumlarda meydana geldiğini göstermektedir.

5.2 Tasarım ltleri

5.2.1 Dış Banket Genişliği

Her lke, farklı yol tipleri için uygun dış banket genişliğini tanımlamada kendi kriterlerine sahiptir.

Bu nedenle, genel anlamda ilave gereksinimlerin ana hatlarını belirten ulusal kriterlerle çelişki yaşanmasına yol açabileceği için, 'tavsiye edilen' tasarım kriteri şeklinde bir tanım kullanmak uygunsuzdur. Örneğin; Avusturya, Fransa, İtalya ve İsveç'te yeni inşa edilen kırsal yolların farklı türleri için gerek duyulan azami dış banket genişlikleri Tablo 3'te gösterilmiştir. Hız limitinin saatte 130 km olduğu otoyollarda oldukça benzer gereksinimler verilmiştir (2,5 – 3,0 m). Hız limitinin saatte 80 km olduğu ikincil yollarda ise çok daha fazla çeşitlilik vardır. Avusturya, Fransa ve İtalya'da konvansiyonel kırsal ikincil yollar için 1,5 – 2,0 m, İsveç'teki bisiklet kullanılamayan kırsal yollar için 0,5 m, Fransa'daki dağ yolları için 0,75 – 1,5 m ve İtalya'daki yerel yollar için 1,0 m'dir.

Tablo 3: Avusturya, Fransa, İtalya ve İsveç'te dış banket genişliği gereksinimleri

	Yol Tipi	Hız Sınırı (km/sa)	Standart Dış Banket Genişliği	Banket Tipi
Avusturya [62]	Otoyol	130	2.50-3.00	Kaplamalı
	Otoyol (Özel Durumlar)	130	3.50-4.00	Kaplamalı
	Kırsal Yollar	100	1.50-2.00	Kaplamalı
Fransa [48]	Otoyol - Normal Trafik	130 (110)	2.50-3.00	Kaplamalı
	Otoyol - Orta Trafik	130 (110)	2.00	Banket minimum 1m kaplanmış
	Ekspres Yol	90	2.00-2.50	Kaplanmış Banket
	Çok Fonksiyonlu Yol- Ana Şehirlerarası	90 (110)	2.00	Stabilize Banket ve tercihen kaplanmış
	Çok Fonksiyonlu Yol -Tek Yönlü İki Şeritli Yol	90	2.00 (1.75)	Stabilize Banket ve tercihen kaplanmış
	Çok Fonksiyonlu Yol - Dağ Yolu	90	0.75-1.50	Stabilize Banket ve tercihen kaplanmış
İtalya [63]	Otoyol	130	2.50-3.00	Kaplamalı
	Bölünmüş Karayolu	110	1.75	Kaplamalı
	İkinci Kırsal Yol	90	1.25-1.50	Kaplamalı
	Yerel Kırsal Yol	90	1.00	Kaplamalı
İsveç [64]	Otoyol	110	2.00	Kaplamalı
	Bölünmüş Tek Yönlü Yollar(2+1) [Bisikletlilere Kapalı]	100	0.50-0.75	Kaplamalı
	Bölünmüş Tek Yönlü Yollar(2+1) [Bisikletlilere Açık]	100	0.75-1.00	Kaplamalı
	Tek Yönlü Yol [Bisikletlilere Kapalı]	80	0.5	Kaplamalı
	Tek Yönlü Yol [Bisikletlilere Açık]	80	0.75	Kaplamalı

5.2.2 Kaplamalı - Kaplamasız Kıyaslaması

Hatalı taşıtın kontrol altına alınmasını kolaylaştırdıkları için genel anlamda kaplamasızdan ziyade kaplamalı banketler tercih edilir. Zegeer [65] (kaynak [60]'da alıntı yapılmış)'e göre, banketlere kaplama yapmak kazaları % 5 azaltabilir. Yüksek risk taşıyan kurplar (kaynak [2]'ye bakınız) üzerine yürütülen bir değerlendirme de aynı sonuca varır. Yani, kaplamalı banketler, kaplamasız banketlere kıyasla daha etkili bir iyileştirme.

Bununla birlikte, ulusal standartların büyük kısmı, yeni yapılan yollarda kaplamalı dış banket gerektirmektedir.

Diğer taraftan, geniş kaplamalı banketlerin; azalmış risk algısından kaynaklı hızlanma ve banketleri seyahat ya da geçiş şeridi olarak kullanma gibi kötü sürüş alışkanlıklarına yol açabilecekleri de hesaba katılmalıdır. Banketin dış bölümü için farklı renk kullanılarak olumsuz görsel etkileri sınırlandıran kaplamalı geniş banketler bir seçenek olabilir. (Şekil 41'e bakınız, ayrıca, şekil 28 de orta bankete atıfta bulunur.)



Şekil 41: Sürücülerin geniş banketlere bağlı güvenlik algısını azaltmak için farklı renkler kullanma

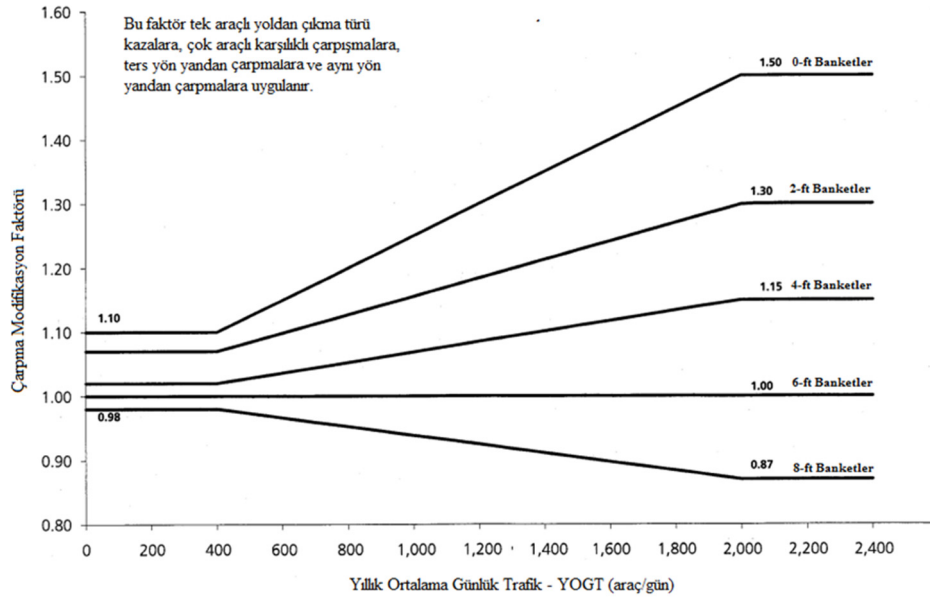
5.3 Etkililiğin Değerlendirilmesi

Birçok çalışma; ikincil kırsal yollar ve karayolları için yapılan kaza tahminlerinde dış banket genişliğinin çok önemli bir parametre olduğunu göstermiştir.

RIPCORD-ISEREST Projesi [66]'nde, ikincil kırsal yollarda (tek yönlü yol) banket genişliğinin etkileri üzerine bulguların özetine ulaşılabilir. Banketleri genişletmenin etkileri bir çalışmadan diğerine çeşitlilik gösterebiliyor olsa da, bütün çalışmalar 3 metre genişliğe kadar olan banket genişliklerinin olumlu etki gösterdiği konusunda uyum göstermektedir. Aynı raporda, birçok *Güvenlik Performans Fonksiyonları* verilmiştir ve neredeyse hepsinde banket genişliği modelde bir değişken olarak yer almıştır.

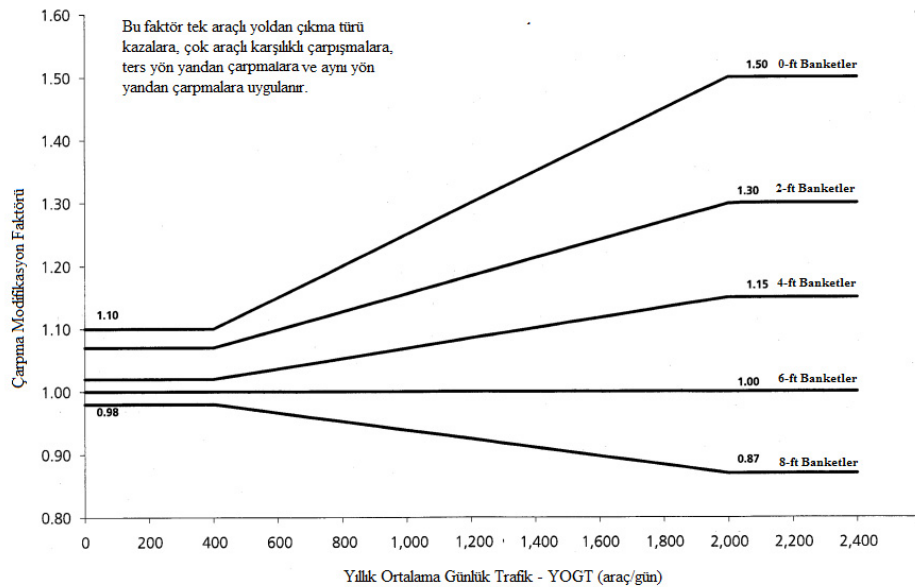
Yayınlandığı 2010 yılından beri Karayolu Güvenliği El Kitabı (HSM) [18], kırsal iki şeritli tek yönlü yollarda ve çok şeritli kırsal karayollarında dış banket genişliğinin tanımı için temel referans olarak dikkate alınmıştır. Şekil 42'de, kırsal iki şeritli tek yönlü yollarda banket genişliği için

Çarpma Modifikasyon Faktörü (CMF) verilmiştir. Bu Çarpma Modifikasyon Faktörü yalnızca toplam çarpmaların (tek araçlı yoldan çıkma kazaları, çok araçlı kafa kafaya çarpışmalar, ters yön yandan çarpmaları, aynı yön yandan çarpmaları) bir alt kümesine uygulanır.



Şekil 42: Karayolu Güvenliği El Kitabı (HSM) gereğince iki şeritli yollarda banket genişliği etkisi için Çarpma Modifikasyon Faktörü (CMF) [18]

Çok şeritli bölünmüş ve bölünmemiş karayollarındaki dış banket genişliğinin etkisi şekil 43 ve şekil 44'te gösterilmiştir.



Şekil 43: Karayolu Güvenliği El Kitabı (HSM) gereğince çok şeritli bölünmemiş karayollarında banket genişliği etkisi için Çarpma Modifikasyon Faktörü (CMF) [18]

Ortalama Banket Genişliği (ft)				
0	2	4	6	8 ya da üzeri
1.18	1.13	1.09	1.04	1.00

Not: Çarpma Modifikasyon Faktörü (CMF) yalnızca kaplamalı banketlere uygulanır.

Şekil 44: Karayolu Güvenliği El Kitabı (HSM) gereğince çok şeritli bölünmüş karayollarında banket genişliği etkisi için Çarpma Modifikasyon Faktörü (CMF) [18]

Karayolu Güvenliği El Kitabı'nın en son versiyonunda otoyollar dahil edilmediği için, banket genişliği varyasyonu hesaplamasında herhangi bir Çarpma Modifikasyon Faktörü modeli şu anda yoktur. Bu nedenle, bu faktörün etkisi, banket genişliğinin bağımsız değişkenlerden biri olarak ele alındığı *Güvenlik Performans Fonksiyonları* uygulamasından elde edilmelidir.

Bu yol tipi için iki farklı çalışma seçilmiştir:

- Açık hava (tünelsiz) bölümler için, Park [67], otoyollar için geliştirilmiş en son modellerin özetini içeren çok yeni bir çalışma yayınlamıştır. Gösterilen dört modelin dışında yalnızca tek bir modelde dış banket genişliği kırsal şerit modellerinde bağımsız değişken olarak ele alınmıştır. Park'ın Texas veri tabanı üzerine yürüttüğü analizlerin sonuçları, bu tip yollar için dış banket genişliğinin temel değişken olmadığını doğrulamaktadır. Bununla birlikte, 256 çiftten 228'inin değerlendirildiği analizde dış banket genişlikleri 3,00 metrenin üzerinde olduğu unutulmamalıdır. Bu sonuç, genişliği 3,00 metreden fazla olan banketlerin hiçbir kayda değer başarı sağlamadığını teyit etmektedir.
- Tünellerde, banket genişliği çoğunlukla 3,00 metreden daha dardır. Sınırlandırılmış ortam sürücü davranışlarını etkileyebilir. Bu yüzden, dış banket genişliğinin etkisi daha fazla önem arz edecektir. İsveç Kazaları Önleme Konseyi [68], özellikle tüneller için aşağıdaki modeli önerir:

$$N = e^{\{-19,51+[0,77 \cdot \ln(A)]+(-0,59 \cdot B)+[1,61 \cdot \ln(C)]+[0,12 \cdot \ln(D)]+[-0,82 \cdot \ln(E)]\}}$$

N: Beklenen kaza sayısı

A: Tünel uzunluğu

B: Tüplerin sayısı (2 veya 1)

C: OGT (Ortalama Günlük Trafik)

D: Ağır taşıt oranı

E: Banket + kaldırım genişliği (metre cinsinden)

Son dönemde İtalya’da yürütölen bir alışma; İtalya yol ağında model uygulaması için gerek duyulan 0,93 kalibrasyon katsayısı ile geliştirilen modelden ziyade bu modelin tünellere oldukça iyi bir şekilde uygulanabilir olduğunu göstermiştir [69].

Daha önce de gösterildiği gibi, kırsal yollarda dış banket genişliğini büyütmenin etkileri dar banketler için oldukça olumlu iken, daha geniş banketler için bu durum daha kuşkulu ya da hatta olumsuz olabilir. Bu nedenle, ulusal standartların altında kalan banket genişliğine sahip

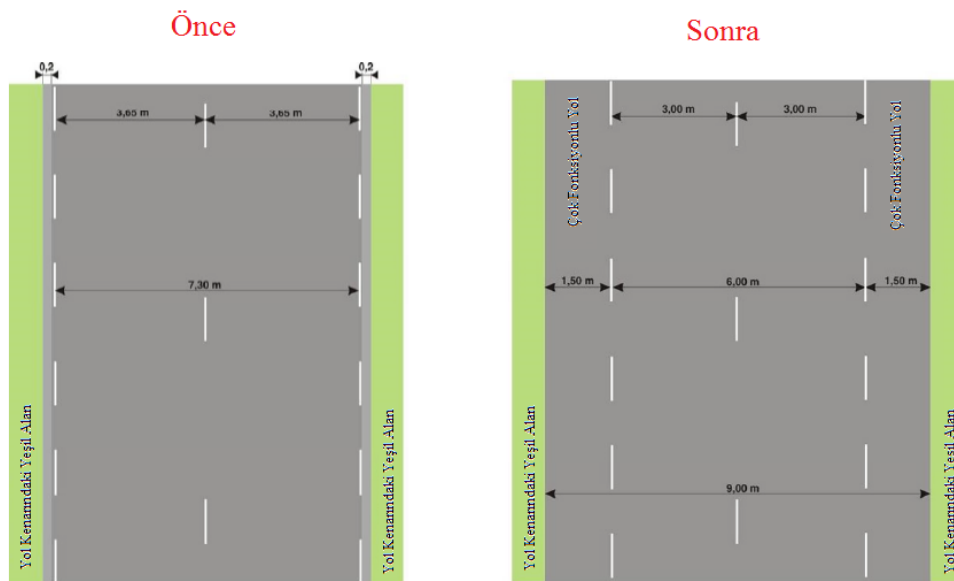
olmanın etkilerini tahmin etmek için CMF ve yukarıda verilen tahmin fonksiyonun kullanılması önerilmektedir. Eğer banket genişliği ulusal standartların üzerine çıkarılırsa, özel bir risk değerlendirmesi yapılmalıdır ve ařırđ banket genişliğini önlemek için de ilave müdahaleler (daha önce bahsedilen farklı renk kullanımı gibi) uygulanmalıdır.

5.4 Vaka alışmaları / rnekler

IRDES Projesinde, banket tipi (kaplamalı/kaplamasız) ve banket genişliğini değiştirmenin etkinliğinin değerlendirilmesiyle doğrudan ya da dolaylı olarak ilişkisi olan üç durum çalışması yapılmıştır.

Fransa’da yapılan deneyde (kaynak [2]’ye bakınız), şerit genişliği ve banket genişliğinin birleştirilmiş etkisi araştırılmıştır (şekil 45).

IRDES Projesi tamamlandığı zaman, deneyin sonuçları hazır değildi ve sonuçlar resmedilememişti. Yine de mevcut yollarda bölüm genişletme çoğunlukla mümkün olmadığından ve şerit genişliği ile banket genişliğinin en uygun şekilde birleşimi yapıldığında daha güvenli yollara sahip olunacağı için bu konu oldukça önemlidir. Yakın zamanda, şerit ve banket genişliği kombinasyonlarının güvenlik değerlendirmesini yapmaya odaklanmış ve ABD Federal Karayolu İdaresi (FHWA) tarafından finanse edilen bir çalışmada yine bu konuya hitap edilmiştir [70].



şekil 45: Banket ve şerit genişliğinin karma etkisinin analizi için önce/sonra düzenlemesi

Avusturya’da yürütülen bir çalışma (kaynak [2]’ye bakınız), yüksek riskli kurplarda, farklı tür iyileştirmelerin (hem kaplamalı hem de kaplamasız banketlerin genişliğini büyütmek de dahil) potansiyel etkinliğini tanımlamaya çalışmıştır. Şekil 46’daki örnek, dış bankette sıcak karışım veya betonla kaplamalı banket uygulanmasının, Maksimum Kısaltılmış Yaralanma Skalası (Maximum Abbreviated Injury Scale - MAIS)’ın azaltılmasında en etkili iyileştirme olduğunu ve bu iyileştirmenin güvenlik bariyeri uygulamasından daha etkin olduğunu göstermektedir.



Senaryo (Numara)	Maksimum Kısaltılmış Yaralanma Skalası	Etkililik
Affetmeyen Yol Kenarları (1)	6	%0
Kaplamasız Banketler (2)	2	%70
Kaplamalı Banketler (3,4,5)	0	%100
Ağaç (6)	6	%0
Güvenlik Bariyeri (7)	1	%90

Şekil 46: Yüksek riskli kurplarda kaplamasız ve kaplamalı banketlerin etkililiğinin analiz sonuçlarının örneği

İtalya’da yapılan kaza analizinde (kaynak [2]’ye bakınız), kırsal iki şeritli tek yönlü taşıt yolları için güvenlik performans fonksiyonu geliştirilmiştir. Banket genişliği, kaza tahminlerini etkileyen en önemli parametrelerden biri haline getirilmiştir.

6. Sonuç ve Tavsiyeler

Bu kılavuz, aşağıdaki uygulamalar ve bu tür müdahalelerin farklı yol türleri üzerindeki etkinliğinin değerlendirilmesi hususlarında faydalı yönlendirmeler yapmaktadır:

- Bariyer sonlandırıcılar
- Banket sarsma bantları
- Yol donanımı için affeden destek yapıları
- Banket genişliği

Temel konular şu şekilde özetlenebilir:

Bariyer sonlandırıcılar

Güvenlik bariyerleri; sonlandırmaları zemine uygun ankraj yapılmadığında ya da doğru alçalma uygulanmadığında veya taşıt yolundan görülecek şekilde parlamadıklarında tehlike olarak değerlendirilirler. 'Affetmeyen' güvenlik bariyeri uçlarına çarpmalar çoğunlukla yolcu kompartımanının delinip geçilmesi ve şiddetli kötü neticeler ile sonlanır.

Çarpma şiddetini sönümleyen sonlandırıcılar hem paralel hem açılarak yayılan, enerji sönümleyen ya da enerji sönümlemeyen türlerde olabilir. Bununla birlikte, ikinci durumda, cepheden sonlandırıcının ucuna çarpmalardan kaçınmak için uygun şekilde tasarlanmaları ve genişlemeleri gereklidir. Bazı ülkelerde yalnızca ENV 1317-4 testinden geçmiş donanımlara izin verilmektedir.

Bu nedenle, enerji sönümleyen ya da enerji sönümlemeyen sonlandırıcı kullanma kararı, yakın uca çarpma ihtimali ve sonlandırıcının hemen önündeki ve arkasındaki kurtarma alanının özelliklerine dayanarak alınmalıdır. Bariyer gerekli uzunluğu (Bölüm 2.2.5'e bakınız) uygun şekilde belirlendiğinde ve teminat altına alındığında ve sonlandırıcı güvenlik bariyer koruması gerektirmeyen bir alana yerleştirildiğinde, seçilen sonlandırıcı tipine bakılmaksızın, bir aracın uca çarpmasının (*end-on impact*) ardından ilk korumalı elemana ulaşması mümkün görünmemektedir. Bu yüzden, eğer sonlandırıcının ötesindeki ve hemen arkasındaki arazi geçilebilir (*traversable*) bir arazi ise açılarak yayılan sonlandırıcı tercih edilebilir.

Eğer yerel zorunluluktan dolayı uygun Gerekli Uzunluk garanti edilemiyorsa ya da sonlandırıcının ötesindeki ve hemen arkasındaki arazi geçilebilir (*traversable*) bir arazi değil ise enerji sönümleyen sonlandırıcı kullanımı tavsiye edilir.

Son yıllarda birçok ülkede sıklıkla kullanılan kıvrılabilen (*turn-down*) sonlandırıcılar ya da ağız yatay olarak kaydırılarak alçalan (*flared-degraded*) sonlandırıcılar, zemine doğru alçalma taşıtın bariyeri aşp geçmesine sebep olabileceği için yerini genişleyen ama alçalmayan sonlandırıcılara bırakmıştır.

Sonlandırıcı tasarımında göz önünde bulundurulacak ilave hususlar (bölüm 2'ye bakınız) şunlardır:

- Gerekli Uzunluk'un tanımlanması
- Arka şevlerdeki sonlandırıcıların şekli
- Orta refüjdeki sonlandırıcıların şekli
- Araba giriş yoluna bitişik sonlandırıcıların şekli

Etkililik açısından yapılmış öncesi/sonrası çalışmaları mevcut değildir. Yine de IRDES Projesinin WP2'sinde, korumasız sonlandırıcıların sayısının etkisinin tahmin edilmesi ve referans olarak kullanılması için Çarpma Modifikasyon Faktörü (CMF) geliştirilmiştir.

Banket Sarsma Bantları

Banket sarsma bantlarının, düşük maliyetli ve tek araçlı yoldan çıkma kazaları ve bu kazaların şiddetini azaltmada oldukça etkili bir iyileştirme olduğu ispatlanmıştır.

Farklı çalışmalar birleştirilerek kırsal otoyollarda oyuklu sarsma bantları kullanımı için Çarpma Modifikasyon Faktörü şu şekilde tahmin edilmiştir:

- Tek araçlı yoldan çıkma kazalar için 0,1 standart hatayla 0,89 (ki bu çarpmalarda olası azalma oranının %11 olduğu anlamına gelir).
- Ölümlü ve yaralanmalı tek araçlı yoldan çıkma kazalar için 0,1 standart hatayla 0,84 (ki bu çarpmalarda olası azalma oranının %16 olduğu anlamına gelir).

Farklı çalışmalar birleştirilerek kırsal iki şeritli yollar oyuklu sarsma bantları kullanımı için Çarpma Modifikasyon Faktörü şu şekilde tahmin edilmiştir:

- Tek araçlı yoldan çıkma kazalar için 0,1 standart hatayla 0,85 (ki bu çarpmalarda olası azalma oranının %15 olduğu anlamına gelir).
- Ölümlü ve yaralanmalı tek araçlı yoldan çıkma kazalar için 0,1 standart hatayla 0,71 (ki bu çarpmalarda olası azalma oranının %29 olduğu anlamına gelir).

Verilen bu standart hata değerleriyle, bu sonuçlar, bu tür yollarda oyuklu banket sarsma bantlarının potansiyel etkisini tahmin etmede olumlu olarak göz önünde bulundurulabilir. %95 güven aralığıyla, tahmin edilen etki asla 1'in üzerinde olamaz.

Kırsal otobanlar ve çok şeritli bölünmüş karayolları için mevcut analiz verileri henüz etkinliğin istatistiksel ifadeli bir değerlendirmesine olanak sağlamamaktadır. Yine de, silindirilenmiş banket sarsma bantları ve oyuklu banket sarsma bantlarının etkilerinin en iyi tahmini aşağıda verilmiştir:

- Kırsal otobanlarda silindirilenmiş banket sarsma bantlarının tek araçlı yoldan çıkma kazaları %18'e kadar, Ölümlü ve yaralanmalı tek araçlı yoldan çıkma kazaları %13'e kadar azaltması beklenmektedir.
- Kırsal çok şeritli bölünmüş karayollarında oyuklu banket sarsma bantlarının tek araçlı yoldan çıkma kazaları %22'ye kadar, ölümlü ve yaralanmalı tek araçlı yoldan çıkma kazaları %51'e kadar azaltması beklenmektedir.

Oyuklu sarsma bantları için farklı tasarım dokuları önerilmiştir:

- Bisiklet kullanıcıları ve çevredeki sakinler için oldukça rahatsızlığa yol açabilecek 'daha saldırgan' (ve daha etkili) bir doku. Bu doku tipi, çevrede hiçbir yerleşimin mevcut olmadığı ve geride 1,2 metre banketin mevcut olduğu ya da bisiklet trafiğinin hiç olmayacağı veya çok sınırlı olacağı tahmin edilen durumlarda önerilir.
- 'Bisiklet dostu' ve çevre bölgede ses rahatsızlığını azaltan 'daha az saldırgan' bir doku.

‘KontROLSÜZ erişimli’ karayollarında sarsma bantları; 12,2 metreden 18,3 metreye kadar periyodik aralıklarla yer almalı, uzunluk olarak 3,7 metre boyunca sürmeli ve bisikletlilerin oyuklu bölgeye girmesine neden olmadan sarsma bandını geçebilme ihtiyacına cevap verebilecek desene sahip olmalıdır. Söz konusu tavsiye edilen uzunluk, tipik bir bisikletlinin oluklu alana girmeden geçiş yapabilmesine olanak sağlayacak kadar uzundur. Ancak, bir araç tekerleğinin tipik bir yoldan çıkma açısında, oluklu alana girmeden aralığı geçmesine olanak tanıyacak şekilde uzun değildir.

Banket sarsma bantları, bir kentsel alana 200 metreden daha yakın yerleştirilmemelidir, eğer gerek görülürse de silindirlenmiş sarsma bantları üzerine düşünülmelidir. Bunun nedeni, daha az ses çıkarması ve bisiklet idaresini etkilemiyor olmasıdır.

Yol Donanımı için Affeden Destek Yapıları

Kılavuzun bu bölümü, yol kenarındaki olası tehlikelerin belirlenmesi ve destek yapılarının neden olduğu tehlikeleri daha affedici yapmak için en uygun çözümlerin tanımlanması konularına değinmektedir. Tasarımcılar ve yol idarecileri çoğu zaman yol kenarındaki engellerin güvenlik bariyerleri ile korunmaya gerek duyduğunu söylerler. Affeden yol kenarı tasarımına ulaşmayı amaçlıyorsak, bu aşmamız gereken basit bir yaklaşımdır. Sebep ise bariyer yerleştirmenin (Gerekli Uzunluk ve sonlandırıcıları ile birlikte) en ‘affeden’ çözüm olmaması ve sağladığı yararları kıyasla oldukça maliyetli olabilmesidir.

Bu kılavuzda, engelin tehlike olarak göz önünde bulundurulup bulundurulmayacağı, buna göre temiz alana yerleştirilip yerleştirilmeyeceği, bu engele hatalı bir taşıtın karşıdan çarpması durumunda yaralanmaya yol açabilecek bir yapısal özelliğinin olup olmadığı konularını tanımlamak için geliştirilmiş RISER projesi önerilmiş ve uygulanmıştır. Olası tehlikeleri tanımlayan kriterler bölüm 4.2’de verilmiştir.

EN 12767 standardı ile uyumlu olarak test edilmiş destek yapıları pasif güvenli olarak değerlendirilir. Bununla birlikte standart, farklı performans sınıflarını tanımlar. Farklı durumlarda en uygun performans sınıfını seçmek için kullanılan ilkeler bölüm 4.2’de verilmiştir.

Bu tip yapılar, birçok yıldır daha çok kuzey Avrupa ülkelerinin (Norveç, Finlandiya, İsveç ve İzlanda) dahil olduğu birçok ülkede yer almasına rağmen; çarpışmaların şiddetini azaltmada ‘pasif güvenli’ destek yapıları kullanımının etkinliğinin sağlıklı bir istatistiksel analizine ulaşılmamıştır. Diğer yandan, bu tip yapılara karşıdan çarpmanın çok nadiren şiddetli sonuçlara yol açtığını gösteren birçok çalışma bulunmaktadır.

İngiltere’de, yolcu yaralanmalarına yol açabilecek farklı vakaların oluşum ihtimali birleştirilerek pasif güvenli ışıklandırma sütunları ve işaret direkleri kullanımının olası etkisinin risk değerlendirmesi yapılmıştır. ‘pasif güvenli’ ya da ‘affeden’ ışıklandırma sütunları ile bağlantılı

risk, konvansiyonel korunmayan sütunlarla bağlantılı riskten sekiz kat daha azdır. Sütunu güvenlik bariyeri ile koruma çözümü ile bağlantılı risk ise, 'pasif güvenli' sütun ile bağlantılı riskten hala iki kat fazladır.

Banket Genişliği

Dış banket (birçok Avrupa ülkesinde sağ banket) genişliği; hatalı sürücünün aracın gidişatını yoldan çıkmadan düzeltmesine olanak sağlayan kurtarma alanını genişletmesi sebebiyle, genellikle önemli bir yol kenarı güvenliği özelliği olarak tanımlanır. Bununla birlikte, kırsal yollarda dış banket genişliğini büyütmenin etkileri dar banketler için oldukça olumlu iken, daha geniş banketler için bu durum daha kuşkulu ya da hatta olumsuz olabilir. Bu nedenle, ulusal standartların altında kalan banket genişliğine sahip olmanın etkilerini tahmin etmek için Çarpma Modifikasyon Faktörü bölüm 5.3'te verilmiştir.

Eğer banket genişliği ulusal standartların üzerine çıkarılırsa, özel bir risk değerlendirmesi yapılmalıdır ve aşırı banket genişliğini önlemek için de ilave müdahaleler (daha önce bahsedilen farklı renk kullanımı gibi) uygulanmalıdır.

Kırsal iki şeritli tek yönlü taşıt yolları ve çok şeritli bölünmüş ve bölünmemiş karayolları için pekiştirilmiş Çarpma Modifikasyon Faktörü fonksiyonları yakın zamanda yayınlanan Karayolu Güvenliği El Kitabı'nda verilmiştir. Açık havadaki otoyollar (tünellerin dışındaki) için, bu yol tipleri 2,50 – 3,0 m dış banket genişliğine sahip olduklarından banket genişliğinin etkisi çoğunlukla önemsizdir ki bu değerden daha büyük değerlerin kazayı azaltma etkisinin olmadığı kanıtlanmıştır. Banketlerin daha dar olduğu ve sınırlandırılmış çevrenin sürücü davranışlarını etkilediği tünel içindeki otoyollarda, azaltılmış banket genişliğinin etkilerini tahmin etmek için özel bir Güvenlik Performans Fonksiyon 'u verilmiştir.

Ulusal standartların genellikle asgari ya da standart dış banket genişliğini tanımlayan kriteri belirleyeceği göz önünde bulundurularak, 'tektip' bir değer teklif edilememiştir. Yine de, Avusturya, Fransa, İtalya ve İsveç'teki kırsal yollar için verilen gereksinimler kıyaslanmıştır. Buna göre, hız limitinin saatte 130 km olduğu otoyollar için sonuçlar oldukça benzer olmasına rağmen (2,50 -3,0 m), hız limitinin saatte 80 ila 100 km olduğu ikincil yol ağında açık bir şekilde çeşitlilik göstermiştir.

Kaynaklar

- [1] RISER consortium. 'D06: European Best Practice for Roadside Design: Guidelines for Roadside Infrastructure on New and Existing Roads'. RISER deliverable, February 2006
- [2] Fagerlind, H., Martinsson, J., Nitsche, P., Saleh, P., Goyat, Y., La Torre, F., Grossi, A. 'Guide for the Assessment of Treatment Effectiveness'. ENR SRO1 – ERANET Project IRDES – Deliverable N. 2, 2011, <http://www.irdes-eranet.eu> (last consultation on 16/07/2012).
- [3] U.S. Department of Transportation. 'Roadside improvements for local roads and streets'. Federal highway administration, USA, October 1986
- [4] S. Matena et al. 'Road Design and Environment – Best practice on Self-explaining and Forgiving Roads'. RIPCORDER-ISEREST deliverable D3, 2005
- [5] L. Herrstedt. 'Self-explaining and Forgiving Roads – Speed management in rural areas'. Paper presented at the ARRB Conference, October 2006;
- [6] PIARC, 'Human Factors Guideline for Safer Road Infrastructure', 2008R18, www.piarc.org
- [7] RISER consortium. 'D05: Summary of European Design Guidelines for roadside infrastructure'. RISER deliverable, February 2005
- [8] D. Vangi 'L'urto contro le barriere di sicurezza: dalla teoria alla pratica' Slides of the COPEBARR course, University of Florence Italy, 2010 (in Italian);
- [9] Tasmania Department of Infrastructure, Energy and Resource. 'Road Hazard Management Guide', 2004
- [10] AASHTO 'Roadside Design Guide', American Association of Highway Transportation Officials, Washington 2011, ISBN 1-56051-509-8;
- [11] http://egov.oregon.gov/ODOT/HWY/ENGSERVICES/roadway_drawings.shtml (last accessed 16.07.2012)

[12] <http://www2.mainroads.wa.gov.au/NR/mrwa/frames/Standards> (last accessed 16.07.2012)

[13] ENV 1317-4, 'Road Restrain Systems: performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for terminals and transitions of safety barriers', CEN – European Standardization Organization, 2001 (discontinued)

[14] D.M. 2367/2004 containing the 'Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali', Italian Ministry for Infrastructure and Transportation, 21.6.2004 (in Italian);

[15] FGSV 'Guidelines for passive protection on roads by vehicle restraint systems – RPS R1', Issue 2009 (in English);

[16] Austrian Association for Research on Road-Rail-Transport (FSV), RVS 05.02.31; Traffic control, Traffic guidance facilities, Vehicle restraint systems, Requirements and installation (in German);

[17] M. H. Ray, J. Weir and J. Hopp 'In-Service Performance of Traffic Barriers' NCHRP Report 490, Transportation Research Board Washington, 2003

[18] AASHTO 'Highway Safety Manual', American Association of Highway Transportation Officials, Washington 2010, ISBN 9781560514770;

[19] http://www.modot.org/business/standards_and_specs/endterminals.htm (last accessed 2.11.2011);

[20] CEDR 'Best Practice for Cost-Effective Road Safety Infrastructure Investments', Full Report – April 2008;

[21] FHWA 'Technical Advisory - shoulder and edge line rumble strips' T5040.39, April 22, 2011;

[22] D. J. Torbic, J. M. Hutton, C. D. Bokenkroger, K. M. Bauer, D. W. Harwood, D. K. Gilmore, J. M. Dunn, J. J. Ronchetto, E. T. Donnell, H. J. Sommer III, P. Garvey, B. Persaud, C.

Lyon 'Guidance for the Design and Application of Shoulder and Centerline Rumble Strips', NCHRP Report 641, 2009;

[23] FHWA 'Synthesis of Shoulder Rumble Strip Practices and Policies'
http://safety.fhwa.dot.gov/roadway_dept/research/exec_summary.htm (last accessed November 2011);

[24] <http://www.rumblestrips.com> (last accessed November 2011);

[25] F. La Torre, 'Influence of Roadway Surface Discontinuities on Safety - State of the Art Report – Chapter Positive Effects of Road Surface Discontinuities', Transportation Research Circular E-C134 - ISSN 0097-8515, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 2008 pp. 25–31;

[26] J. Kragh, B. Andersen, S. N. Thomsen 'Low noise rumble strips on roads – a pilot study' INTER-NOISE 2007, 28–31 August 2007, ISTANBUL, TURKEY

[27] British Columbia Engineering Branch Standards Section 'Shoulder Rumble Strip Guidelines on Rural Highways', doc. 14300.00\RSTRIP, April 25, 2000

[28] N. E. Wood 'Shoulder rumble strips: a method to alert "drifting" drivers' Presented at the 73rd TRB Annual Meeting, Washington, January 1994;

[29] J.J. Hickey Jr. 'Shoulder rumble strip effectiveness: Drift-off-road accident reductions on the Pennsylvania Turnpike' Transportation Research Record 1573, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1997 pp. 105–109;

[30] K. Perillo, 'The Effectiveness and Use of Continuous Shoulder Rumble Strips', August 1998, FHWA web site http://safety.fhwa.dot.gov/roadway_dept/rumble;

[31] M. S. Griffith 'Safety evaluation of rolled-in continuous shoulder rumble strips installed on freeways' HSIS Summary report - FHWA-RD-00-032, December 1999;

[32] M. S. Griffith, 'Safety Evaluation of Rolled-In Continuous Shoulder Rumble Strips Installed on Freeways'. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1665, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1999, pp. 28–34.

- [33] NCHRP 'Crash reduction factors for traffic engineering and intelligent transportation system (ITS) improvements: state-of-knowledge report' Research Results Digest 299, November 2005;
- [34] O. Carrasco, J. McFadden, P. Chandhok, R. Patel 'Evaluation of Effectiveness of Shoulder Rumble Strips on Rural Multilane Highways in Minnesota' Transportation Research Board Annual Meeting 2004 Paper #04-4012;
- [35] R.B. Patel, F.M. Council, M.S. Griffith, 'Estimating Safety Benefits of Shoulder Rumble Strips on Two-Lane Rural Highways in Minnesota: Empirical Bayes Observational Before-and-After Study' Transportation Research Board Annual Meeting 2007 Paper #07-1924;
- [36] J. A. Lindley 'Memorandum ACTION: Consideration and implementation of proven safety countermeasures', FHWA, 10 July 2008
- [37] G. J. Bahar, M. P. Parkhill, E. Tan, C. Philp, N. Morris, S. Naylor, T. White, E. Hauer, F. M. Council, B. Persaud, C. Zegeer, R. Elvik, A. Smiley, and B. Scott. 'NCHRP Report 17–27: Development of Parts I and II of a Highway Safety Manual, Inclusion Process and Literature Review Procedure for Part II', June 2007;
- [38] D. J. Torbic, J. M. Hutton, C. D. Bokenkroger, K. M. Bauer, E. T. Donnell, C. Lyon, B. Persaud 'Guidance on Design and Application of Rumble Strips' Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2149, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2010, pp. 59–69;
- [39] A. Anund. M. Hjalmdahl, H. Sehammar, G. Palmqvist, B. Thorslund 'Placement and design of milled rumble strips on centre line and shoulder - A driving simulator study', VTI rapport 523A, 2005 (ISSN 0347-6030);
- [40] PIARC 'Road Safety Manual' PIARC Publication #103.03.B, Paris 2003;
- [41] R.C. Moeur 'Analysis of gap patterns in Longitudinal Rumble Strips to accommodate bicycle travel', Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1705, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2000;

[42] D. Torbic, L. Elefteriadou, M. El-Gindy 'Development of Rumble Strip Configurations That Are More Bicycle Friendly', Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1773, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2001;

[43] A. Hegewald 'Safety effects and cost benefit of milled shoulder rumble strips', European Transport Conference 2009: Seminars, Leeuwenhorst, The Netherlands, 05/10/2009 – 07/10/2009;

[44] K. W. Miller 'Effects of Center-Line Rumble Strips on Non-Conventional Vehicles', Minnesota Department of Transportation, Report MN/RC 2008-07, January 2008;

[45] State of Alaska, Department of Transportation, Office of Traffic and Safety
http://www.dot.state.ak.us/stwddes/dcstraffic/rumble/rumble_faqs.shtml#rumble_question7
(last accessed 25/11/2011);

[46] Insurance Institute for Highway Safety. Fatality Facts 2008, Roadside hazards. Taken from http://www.iihs.org/research/fatality_facts_2008/roadsidehazards.html, visited on 25/02/2010;

[47] Roads and Traffic Authority NSW. Fatal Roadside Object Study in Road Environment Safety Update 20. New South Wales, Australia, March 2004;

[48] SETRA 'Guidelines – Handling lateral obstacles on main roads in open country', November 2002, translated August 2007, France 2007;

[49] K. Lacy, R. Srinivasan, C. V. Zegeer, R. Pfefer, T. R. Neuman, K. L. Slack, K. K. Hardy, NCHRP REPORT 500 – 'Safety and Human Performance Guidance for Implementation of the AASHTO Strategic Highway Safety Plan Volume 8: A Guide for Reducing Collisions Involving Utility Poles';

[50] EN 12767 'Passive safety of support structures for road equipment – Requirements, classification and test methods', CEN – European Standardization Organization, 2007

[51] BSI-EN 12767 'Passive safety of support structures for road equipment – Requirements,

classification and test methods', National Annex BSI – British Standards Institution, 2007

[52] Alberta Ministry of Infrastructure and Transportation. Roadside Design Guide. Alberta, Canada, November 2007;

[53] The Danish Road Directorate 'Use of passive support structures on the state roads' (<http://www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=262678>, last accessed 24.11.2011);

[54] FINNRA 'Break-Away Lighting Columns in Finland, Year 2005' Engineering News No 9E Published by the Finnish Road Administration, Technical services 27 January 2005;

[55] FINNRA 'Vertical Sign Support With Passive Safety, Year 2005' Engineering News No 12B Published by Finnish Road Administration, Technical Services, 27 January 2005;

[56] G. L. Williams, J. V. Kennedy, J. A. Carroll, R. Beesley 'The use of passively safe signposts and lighting columns' Published by TRL, UK, August 2008 – ISSN 0968-4093;

[57] CSP Pacific. Taken from www.csppacific.co.nz, visited on 21/07/2010;

[58] http://www.lattix.net/index.php/site/press_full/potentially_lives_saved/ (last accessed 25/11/2011);

[59] Texas Department of Transportation. Highway Illumination Manual. Taken from http://onlinemanuals.txdot.gov/txdotmanuals/hwi/manual_notice.htm, visited on 21/07/10;

[60] PIARC 'Road Safety Manual' Version 1.0, 2003 Published by PIARC – World Road Association, Paris – France;

[61] SafetyNet 'Roads', 2009. Retrieved from http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/road/index.htm on 27/11/2011;

[62] Austrian Association for Research on Road-Rail-Transport (FSV), RVS 03.03.31 'Road planning, Cross-sections, cross-section elements of rural roads; envelopes of clearance' (in German);

- [63] Italian Ministry of Infrastructures and Transportation 'Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade', D.M. 6792 dated 5.11.2001 (in Italian);
- [64] Vägar och gators utformning, VV Publikation 2004:80, ISSN 1401-9612 (in Swedish);
- [65] C.V. Zegeer, J.M. Twomey, M.L. Heckman, J.C. Hayward 'Safety effectiveness of highway design features: Volume II, Alignment' FHWA-RD-91-045, Federal Highway Administration, Washington, DC, 1992;
- [66] G. Gatti, C. Polidori, I. Galvez, K. Mallschützke, R. Jorna, M. Van de Leur, M. Dietze, D. Ebersbach, C. Lippold, B. Schlag, G. Weller, A. Wyczynski, F. Iman, C. Aydin 'Safety Handbook for Secondary Rural Roads', RIPCORDER-ISEREST Project Deliverable D13, 01 January 2005;
- [67] B.-J. Park, K. Fitzpatrick, D. Lord 'Evaluating the Effects of Freeway Design Elements on Safety' Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2195, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2010, pp. 58–69;
- [68] U. Salvisberg, R. Allenbach, M. Hubacher, M. Cavegn, S. Siegrist, 'Verkehrssicherheit in Autobahn- und Autostrassentunneln des National-strassennetzes', BFU Report n. 51, UPI - Bern 2004;
- [69] L. Domenichini, F. La Torre, F. J. Caputo, F. Fanfani 'Il modello previsionale di incidentalità in gallerie autostradali', Rivista Strade & Autostrade 01-2012 pp. 148–156 [in Italian];
- [70] F. Gross, P. P. Jovanis, K. Eccles, and Ko-Yu Chen 'Safety evaluation of lane and shoulder width combinations on rural, two-lane, undivided roads' FHWA Report HRT-09-031, June 2009.

EK A: Son Teknoloji

7. Ek A İçin Önsöz

Ek A 'da yer alan çalışmanın amacı yol kenarı iyileştirmeleri için ortak standartları ve ilkeleri toplamak ve uyumlulaştırmaktır. Öncelikli olarak bu ek, uygun karşı tedbirler için temel teşkil eden tipik yol kenarı tehlikelerini tanıtır. Bu raporun esas kısmı, yol kenarı iyileştirmelerini ele alan ilgili literatür, ilkeler ve standartlardan çekilmiş bulgu ve sonuçları içermektedir.

Literatür özetlenerek, üç iyileştirme kategorisi önerilmiştir:

1. Olası tehlikeli yol kenarı elemanlarının kaldırması ya da yerlerinin değiştirilmesi
2. Yol kenarı elemanlarının ya da tasarımının değiştirilmesi ve
3. Yol kenarı elemanlarına kalkan yapılması

Bu üç kategori Ek'in ana yapısını belirlemektedir. Birinci kategori, daha çok temiz alanlar için tavsiyeleri kapsar. Bunlar, seyahat şeridinin ötesinde, engellerle çarpışmayı önlemek adına sürücünün taşıt kontrolünü geri kazanmasına müsaade eden engelsiz alanlardır. Dahası, bu alanlar sürücülerin kolayca kurtarma manevraları yapmalarına da olanak sağlar. Uygun temiz alan oluşturma imkânı, tasarım aşamasında, özellikle de planlama evresinde araştırılmalıdır.

Eğer tehlikeli engellerin sökülmesine ya da yerinin değiştirilmesine olanak yoksa engeller tadil edilmelidir. Çarpma şiddetini sönümleyen yapılar ya da kopmalı cihazlar yaygın tadilat örnekleridir. Ayrıca, rampa ve hendeklerin tasarımı da ilgili yol güvenliği unsurlarıdır.

Birçok durumda, tehlikeli elemanları kaldırmak ya da tadil etmek mümkün ya da ekonomik olarak tavsiye edilebilir değildir. Sürücüler söz konusu elemanlardan soyutlama ya da koruma, çarpma şiddetini en aza indirmeye yardımcı olur. Köprü kenar ayaklarındaki güvenlik bariyerleri ve çarpma yastıkları bu çeşit iyileştirmenin başarılı örnekleridir.

8. Yol Kenarı Tehlikeleri

Affeden yol kenarı kavramı, 1960'ların ortasında, araçların taşıt yolundan çıkabilmesi gerçeğini hesaba katmak için ortaya çıkmıştır. Araçların yoldan ayrılma nedenleri aşağıdaki gruplara bölünmüştür [A.19]:

- Dikkatsizlik, yorgunluk, alkol ya da uyuşturucuların etkisi, kaçamak manevra, aşırı hız vb. gibi sürücü davranışları,
- Kötü alinyman, zayıf görünürlük, azalmış kaplama sürtünmesi, yetersiz direnaj, standart dışı işaret ve işaretlemeler,
- Direksiyon ya da fren bozuklukları, teker patlaması, vb. taşıt arızaları.

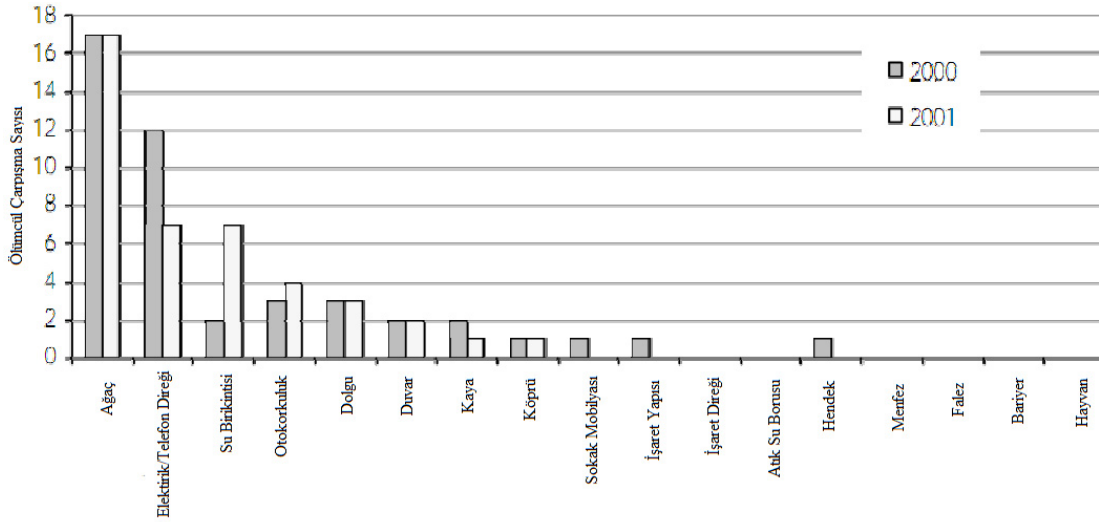
Yoldan çıkma kazalarını etkileyen başlıca faktörler, yol kenarı elemanlarının düzeni ve türüdür. Affeden yol kenarları tasarımının temel amacı temiz alanlar sağlamaktır ki, bu da her zaman mümkün değildir. Bazı yol kenarları, taşıt yoluna yakın sürücüler için olası tehlikelere sahiptir. Işıklıdırma direkleri, trafik ışıkları ya da köprü bariyerleri gibi birçok durumda, bazı elemanların yerleştirilmesi kaçınılmazdır. Toprak dolgular, rampalar ya da hendekler gibi diğer elemanlar, yol kenarı güvenliğini etkilerler ve etkili biçimde iyileştirilmelidirler. [A.35]'te ifade edildiği gibi, aşağıdaki olaylardan biri ya da daha fazlası meydana geldiğinde yol kenarı elemanı tehlikeli olarak değerlendirilir:

- Taşıtın aniden durdurulması
- Yolcu kompartımanına dışarıdan cisim nüfuz etmesi
- Yol kenarı elemanlarından kaynaklı taşıtın tutarsız olmaya başlaması.

Kaynak [52]'de, yol kenarı tehlikesi; kalınlık ya da çapı 100 mm'den fazla olan herhangi kopmayan ya da geçilemeyen (non-traversable) yol kenarı özelliği olarak tanımlanmıştır. Raporlanmış tüm ağaç kazalarının yaklaşık %17'si ölümlü sonuçlanmıştır [A.2]. Bu araştırmada hız verilerinin bilindiği vaka çalışmalarında, bütün ölümlü kazalarda çarpma hızı saatte 70 km ya da üzerindedir. Ölümlü tek araç kazalarının %11'i ise işaretler, beton duvarlar, çitler vb. yapılara çarpmadır. RISER kaza analizlerine göre, tek araç kazalarında, güvenlik bariyeri en çok çarpılan eleman olarak gözükmektedir. Bununla birlikte, tek taşıtlı güvenlik bariyeri kazaları genellikle küçük yaralanmalarla sonuçlanır. Yine de, uygun şekilde tasarlanmamış ve yerleştirilmemiş güvenlik bariyerlerinin tehlike yaratacağı unutulmamalıdır.

Kaynak [A.48], ABD Ulaştırma Departmanı Ölüm Analizi Raporlama Sistemi'ni dayanak almıştır ve sabit elemanlara çarpmadan kaynaklı ölümlü kaza analizlerinin sonuçlarını göstermektedir. Toplamda 8.623 ölüm incelenmiştir. 2008 yılı duran cisme çarpmadan kaynaklanan ölümlerin dağılımı analizinde, ağaç kazası ölümlerinin yüksek oranı (%48) dikkat çekicidir. Telefon/elektrik direkleri ve güvenlik bariyerleri ise sonraki sık çarpılan elemanlardır.

Birçok kazada taşıt birden fazla yol kenarı elemanına çarpar. Avustralya Yol ve Trafik Otoritesince yayınlanmış bir çalışma [A.7], taşıtların ikinci çarpmada vurdukları yol kenarı elemanlarını incelemiştir. Çalışma yalnızca ölümlü kazaları kapsamaktadır ve bir kez daha göstermiştir ki ağaçlar en sık vurulan yol kenarı elemanlarıdır ve bunu telefon/elektrik direkleriyle toprak dolgular takip etmektedir. Ağaçlar ve telefon/elektrik direkleri, birinci çarpmanın yanı sıra ikinci çarpma için de en yüksek yüzdeye sahip elemanlardır (Şekil 47'ye bakınız).



Şekil 47: NSW 2000 & 2001, 1.029 ölümlü kazaya dayanan ikinci çarpmanın gerçekleştirildiği yol kenarı elemanları [A.7]

Bu bölüm yol kenarı tehlikelerini ele almaktadır ve örnek gösterilen çok sayıda elemanı gözden geçirmiştir. Tehlikeli yol kenarı elemanlarını geliştirmek için yapılan iyileştirmeler Bölüm 9'da verilmiştir. Kaynak [A.35] ve [A.2] tehlikeli engellerin benzer kategorilerini sunmaktadır. Bunlar raporda aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır:

1. Sabit tek engeller
2. Sürekli engeller
3. Dinamik yol kenarı tehlikeleri

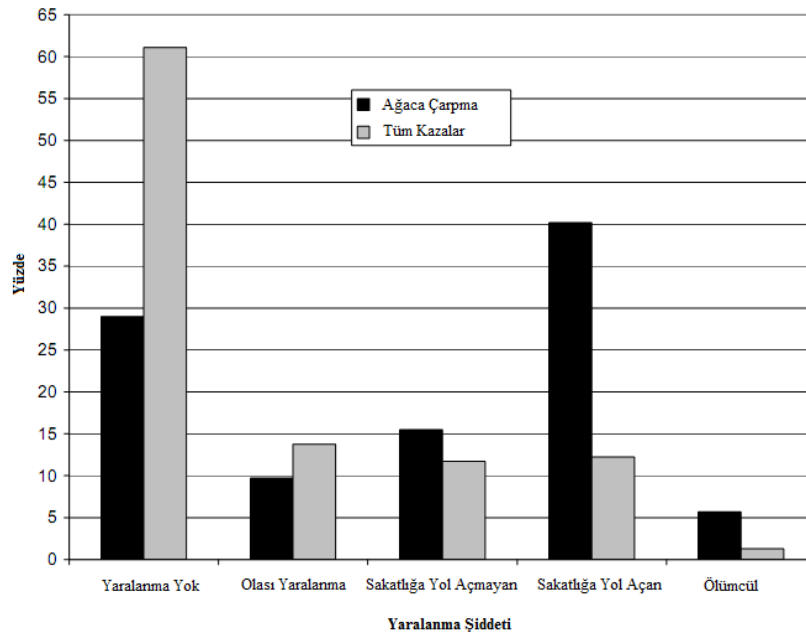
8.1 Sabit Tek Engeller

Birçok çalışma göstermiştir ki, yol kenarı boyunca en çok olası tehlike oluşturanlar, tek ya da nokta elemanlardır. [A.23]'e göre, nokta tehlikeler sınırlı uzunluktaki sabit montajlar olarak tanımlanır. Bunlar; doğal ya da yapay, farklı maddelerden yapılmış el yapımı yapılar olabilirler. Yeterli enerji sönmemesini sağlayamadıkları için, tabii ki en şiddetli kazalara köprü kenar ayakları gibi geniş ve sert yapılar sebep olmaktadır. İlerleyen sayfalarda tek engel örneklerinin yanı sıra bunların tehlikelilik dereceleri de açıklanmaktadır.

8.1.1 Ağaçlar ve Diğer Bitki Örtüsü

[A.7] ve [A.48]'de yer alan kaza analizleri, ağaçla çarpışmaların çok sayıda can aldığını göstermektedir. Diğer yol kenarı engellerine kıyasla, ağaçlar ya da diğer sert bitki örtüsü en tehlikeli engeller olarak gözükmektedir. RISER raporuna göre, ağaçlar çapları 20 cm'den fazla olduğunda özellikle tehlikeli hale gelmektedir ([A.2]'ye bakınız- Fransa'da 10 cm). Değeri

saatte 40 km'den fazla ise, çarpma hızı tehlikeli olarak dikkate alınır. [A.8]'de yer alan bir çalışmaya göre, ağaçla çarpışmalardaki yaralanma şiddeti, kaydedilen diğer tüm kazalardan oldukça yüksektir (Şekil 48'e bakınız).



Şekil 48: 1.830 ağaç kazasını dayanak alan, ağaç çarpışmaları ve tüm kazaları için (% olarak) yaralanma şiddetinin göreceli sıklığı [A.8]

Karayolu Araştırma Programı Ulusal İşbirliği (National Cooperative Highway Research Programme NCHRP)'nde yer alan bir kılavuz [A.21], ağaçların seyahat şeridinden ortalama uzaklığı ve ağaç kazaları arasındaki ilişkiyi inceleyen ilginç bir analiz içermektedir. Analiz, azalan mesafelerin daha fazla kazaya yol açtığını göstermiştir. Şekil 49'daki örnek resim, yol çizgisi ya da kalkan bulunmayan, yola çok yakın yer alan ağaçları göstermektedir. Sağdaki fotoğrafta ağaç, taşıtın bordürden sonra çarpacağı ikinci elemandır.



Şekil 49: Yol kenarında tehlikeli konumda yer alan ağaçların örnekleri (Kaynak: [A.24], [A.53])

Bununla birlikte Bratton ve Wolf'un [A.8]'de yaptığı gibi, ağaçlar estetik yol kenarı elemanları olarak da göz önünde bulundurulabilir. Ağaçları sökmek duygusal bir toplum sorunu haline gelebilir. Ağaçların toplum değerlerini ve estetik/çevresel gereksinimleri destekler bir yöntemle güvenli yol kenarı tasarımlarına nasıl katılabileceğine yönelik açık alan araştırmaları mevcuttur. Kırsal yol kenarı iyileştirmelerinin güvenli ve estetik tasarımı için ilkeler [A.22]'de geliştirilmiştir.

8.1.2 Telefon/Elektrik Direkleri

Telefon/Elektrik direkleri genellikle üstten giden güç ya da telefon kablolarını taşır. Direkler genellikle enerji emme yetisi en az olan sert ahşap ya da betondan yapılır ve bu nedenle 'affetmeyen' olarak anılır. Yol kenarında konumlandırılmış iki tane tehlikeli telefon/elektrik direği örneği Şekil 50'de resmedilmiştir. Her iki resimde de direkler yola bir metreden daha yakın mesafede dikilmiş ve kalkan yapılmamıştır.



Şekil 50: Tehlikeli telefon/elektrik direklerinin iki örneği (Kaynak: [A.51])

Ölümlü kazalar açısından telefon/elektrik direkleri ikinci en önemli tehlikeli yol kenarı engelleridir. Mak ve Mason tarafından yapılan çalışmanın önemli bir bulgusu [A.9], her 100 mil için (yaklaşık 161 km) kırsal alanda direk kazası sayısı 5,2 iken kentsel alanlardaki karayollarında yaklaşık 37 olmasıdır. Mak ve Mason ayrıca kırsal alanda meydana gelen direk kazalarındaki çarpma şiddetinin kentsel alanlardakinden fazla olduğunu belirlemiştir. Tabii ki, çarpma şiddeti sürüş hızına bağlıdır ki, bu da kırsal alanlarda genellikle yüksektir.

8.1.3 İşaret ve Işıklandırma Direkleri ile Destek Yapıları

Telefon/elektrik direklerinden farklı olarak, burada tanımlanan yapılar ışık ya da trafik ve uyarı işaretleri taşırlar. Bunlar genellikle yola yakın yerleştirilmek zorundadırlar ve kaldırılamazlar ya da yerleri değiştirilemez. Çarpma esnasında kopmayan yapıdalarsa, tehlikelidirler. [A.48]'deki sonuçlar, ışık ve işaret desteklerinin, sabit elemana çarpmayla ölümlerde %4 oranda sorumlu

olduğunu göstermektedir. Literatürde ölümlü çarpmaları da kapsayan derinlemesine analiz kısıtlıdır.

RISER projesinde, Avrupa çapında yönlendirici ilkeler toplanmıştır. Bu ilkeler, yukarıda bahsedilen ve güvenli olarak dikkate alınmayacak farklı tipteki direk ve desteklerin minimum çapını tanımlar. Daha detaylı bilgi [A.3]'de bulunabilir. Şekil 51 yol kenarındaki tehlikeli direklerin iki örneğini göstermektedir.



Şekil 51: Tehlikeli işaret direklerinin örnekleri (Kaynak: [A.3])

8.1.4 Köprü Kenar Ayakları ve Tünel Girişleri

Köprü kenar ayakları, üst geçitler, köprü kolonları ve tünel girişlerindeki duvarlar; çoğunlukla sert betondan yapıldıkları için oldukça tehlikeli olarak dikkate alınırlar. RISER [A.3]'e göre, eğer bir sütunun çapı 1 metreden daha geniş ise, taşıt yoluna çok yakın durumda ise ya da kalkan yapılmamışsa bu elemanlar tehlikelidir. Tünel girişleri çoğunlukla taşıtın yapı boyunca kaymasına olanak sağlayacak bir şekilde inşa edilmezler. Bunun yanında, duvarlar ve köprü sütunları, diğer sabit elemanlara kıyasla nispeten daha düşük ölümlü çarpma yüzdesine sahiptir. Köprü kenar ayağının yanı sıra üst geçidin tehlikeli örnekleri Şekil 52'de gösterilmiştir.



Şekil 52: Tehlikeli köprü ayağı (sol) ve üstgeçit (sağ) örnekleri (Kaynak: [A.2])

8.1.5 Güvenlik Bariyeri Sonlandırıcıları ve Geçişleri

Güvenlik bariyerleri, tehlikeli engellere kalkan yapmak ve/veya taşıtların yoldan çıkmasının önlemek amacıyla kullanılan affeden yol kenarı iyileştirmeleridir. Yine de, iki farklı tip parmaklık arasındaki sonlandırma ve geçişler tehlikeli yol kenarı elemanı haline gelebilir. Güvenlik bariyerleri; sonlandırmaları zemine uygun ankraj yapılmadığında ya da doğru alçalma uygulanmadığında veya taşıt yolundan görülecek şekilde parlamadıklarında tehlike olarak değerlendirilirler [A.3]. RISER veri tabanı tek engelin bariyerler olduğu 41 kaza içermektedir. 14 vakada (kazaların yaklaşık %34'ü), bariyerlerin sonlandırıcılarına çarpılmıştır. 'Affetmeyen' güvenlik bariyeri uçlarına çarpma kazaları çoğunlukla yolcu kompartımanına nüfuz etme ile sonuçlanmaktadır.

En yaygın geçiş bölümü, köprü parmaklıkları ve yaklaşım bariyerleri arasında ortaya çıkar. Özellikle bu durumlarda, geçişler aşırı hız kesmeye neden olabilir ve bu yüzden 'affetmeyen'dir. Şekil 53 tehlikeli güvenlik bariyeri sonlandırıcıların iki örneğini göstermektedir. Sağdaki resimde, köprü korkuluğu ve yol korkuluğu arasında geçiş eksiktir. Her iki resimde de uçlar uygun son iyileştirmesine sahip değildir.



Şekil 53: Tehlikeli güvenlik bariyeri sonlandırma örnekleri

8.1.6 Kayalar ve Kaya Kütleleri

Tek tek kayalar ve kaya kütleleri yola çok yakın bulunduklarında tehlike teşkil ederler. Yol yüzeyindeki çıkıntılar(alt tabaka fırlaması) daha çok, temiz yüzey temininin pahalı olduğu kayalık çevreye inşa edilen yollarda meydana gelir. Yol kenarında bir diğer tehlike, dik şevlerden yola düşebilecek kopmuş parça kayalardır. Böyle yol kenarı tehlike örnekleri için Şekil 54'e bakınız.



Şekil 54: Yol kenarındaki tehlikeli kaya kütleleri (sol) ve kayaların (sağ) örnekleri
(Kaynak:[A.2] ve [A.3])

8.1.7 Drenaj Yapıları

Taşıtın yoldan çıkması durumunda, menfezler ya da menfez uçları gibi drenaj yapıları tehlikeli yol kenarı engeli haline gelmektedir. Bunlar genellikle suyunu yönlendirmek için kullanılırlar ve beton, çelik ya da plastikten üretilmişlerdir. [A.48]'e göre, tüm duran cisme çarpma sonucu ölümlerin %3'ü menfezlerden kaynaklıdır. Tehlikeli drenaj yapılarının örnekleri şekil 55'de verilmiştir. Soldaki fotoğrafta görüleceği üzere, bu yapılar çoğunlukla çarpma enerjisini ememeyen sert materyal özelliğindedir.



Şekil 55: Tehlikeli drenaj yapısı örnekleri (Kaynak: [A.2])

8.1.8 Diğer Sabit Tek Engeller

Yukarıda bahsedilen engellerin yanında, başka yol kenarı objeleri de sürücüler için tehlikeli olabilir. Kargir yol işaretleri, yangın muslukları, kalkan yapılmamış evler, sanat eserleri vb. gibi tek ve sert yapılar etkili bir şekilde iyileştirilmesi gereken yaygın yol kenarı elemanlarıdır. Son on yılda birçok dönel kavşak, daha çekici hale getirilmek için sanatsal bir şekilde yeniden tasarlanmıştır. Bu sanat eserlerinin bazıları, çıkıntılı bölümleri ve 'affetmeyen' yapıları

nedeniyle oldukça tehlikelidir. Özellikle motosikletliler bu tarz sanat yapılarına çarptıklarında ciddi şekilde yaralanabilir ya da hayatlarını kaybedebilirler.

8.2 Sürekli Tehlikeler

Sürekli tehlikeler, kolaylıkla kaldırılması ya da yerinin değiştirilmesi mümkün olmayacak kadar hatırı sayılır ölçüde uzunluğa sahip, yayılmış elemanlardır. İlerleyen sayfalarda, sürekli tehlikeler ve bunların yol kenarı güvenliğine etkilerinin birçok örneği verilmiştir.

8.2.1 Dolgular ve Eğimler

Dolgu; bir taşıt yolu ya da demir yolu taşıyan insan yapımı toprak ya da taş kabartısıdır. Bu terim, yarma ve dolgu şevi de dahil bütün yol kenarı eğim çeşitlerini kapsamaktadır (Şekil 56'ya bakınız). Kazı eğimi, arzu edilen yol profiline ulaşmak için doğal zemin hattını alçaltma gereksinimi ile kazılmış yığın cephesidir. Bunun tam aksine, Dolgu eğimi de arzu edilen yol profilini doğal zemin hattının üzerine yükseltmek için gerekli dolgunun cephesidir. Bir dolgunun ne kadar tehlikeli olduğu, dolgunun yüksekliğine, derinliğine, dikliğine ve yoldan uzaklık mesafesine bağlıdır. Farklı ülkelerde, bu parametreler için alt sınırların tanım standartlarının detaylı bir analizi RISER projesinde işlenmiştir [A.3].



Şekil 56: Tehlikeli yarma (sol) ve dolgu şevi (sağ) örnekleri (Kaynak:[A.2])

[A.48]'e göre, ölümlü duran cisme çarpma kazalarının %6'sı dolguya çarpmadır. Bir taşıtın dolguya, özellikle dik bir dolguya çarptığı zaman devrilme riski yüksektir. Yapılan çalışma, tüm ölümlü dolgu kazalarının yaklaşık üçte birinin devrilmeden kaynaklandığını göstermiştir. Bu; bütün elemanların kapsandığı analizdeki en yüksek yüzdendir.

8.2.2 Hendekler

Hendekler, suyu yönlendirmek için yapılmış drenaj yapıları olarak tanımlanır. Genellikle yol kenarına paralel seyrederekler. Hendekler, şev ve yarma şev düzlemlerinden oluşurlar. Yol kenarı tasarımcıları, hendeklerin uygun drenaj ve kar depolama kapasitesi için yeterli genişliğe sahip olduğundan emin olmalıdırlar. [A.20]'ye göre, bir hendek, 1 metreden daha derinse ve yan eğimi 4: 1'den daha dik ise bu hendek tehlikeli olarak göz önünde bulundurulur ve etkili bir şekilde iyileştirilmesi gereklidir.



Şekil 57: Tehlikeli yol kenarı hendeği örnekleri (Kaynak: [A.26])

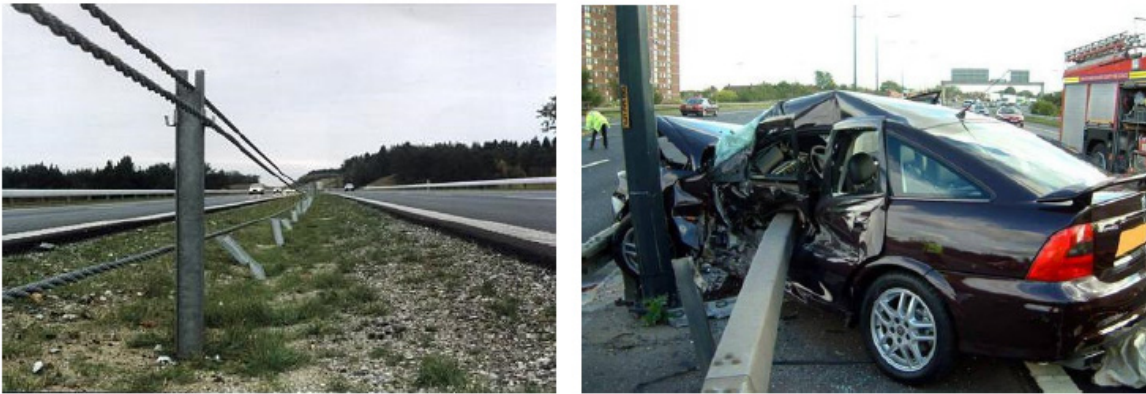
[A.48]'e göre, tüm ölümlü sabit cisim kazalarının %3'ü hendeklere düşmekten kaynaklıdır. Literatürde hendek kazalarındaki yaralanma şiddeti ile ilgili bilgi kısıtlıdır.

8.2.3 Yol Pasif Koruma Sistemleri

Ağaçlar ve telefon/elektrik direklerinden sonra yol pasif koruma sistemleri (örneğin çelik güvenlik bariyerleri, tel bariyerler vb.), üçüncü en tehlikeli yol kenarı engelleridir [A.48]. En sık çarpılanlar bariyer sonlandırıcılar olmasına rağmen, korkulukların kendisi de yol kenarı tehlikesi olarak dikkate alınabilir. Bariyerin amacı bir taşıtın yoldan çıkmasını engellemek ve korunmasız yol kullanıcılarını trafikten korumaktır. Orta refüj bariyerler daha çok farklı yönlere seyahat eden trafiği ve yüksek farkı olan hızları ayırmak için kullanılır.

Güvenlik bariyerleri, çarpan taşıtı yumuşakça tekrar yola yönlendiren düşük sapma açısına sahip bir şekilde inşa edilmelidirler [A.20]. Bununla birlikte kaza çalışmaları, yeniden yola yönlendirilmiş taşıtın diğer taşıtlarla etkileşime girdiğini ve sonuçta şiddetli kazaların meydana geldiğini göstermektedir. Dahası, tehlikeli yollarda ya da köprülerdeki bazı bariyerler araçların yoldan çıkmasını önlemek için rijit ya da yarı rijit maddelerden yapılmıştır. Birçok ülke, tel bariyerleri, özellikle motosikletliler için tehlike olarak değerlendirmektedir.

Bu konuda birçok araştırma yürütülmüştür ve tel/çelik halat güvenlik bariyerlerinin motosikletliler için normal Armco demiri bariyerlerden daha tehlikeli olduğuna dair hemen hemen hiç kanıt yoktur. Çelik halat güvenlik bariyerlerini destekleyen direklerdir ve motosikletliler için problem Armco demiridir. Motosikletliler motorlarından düştüklerinde yol boyunca savrulurlar ve bu durumda direkler onların esas sorunudur. Buna karşılık, çelik halat güvenlik bariyerleri, taşıta haiz olmayı sürdürürken çarpma enerjisini emdiği ve saptırdığı için beton bariyerler ya da Armco demiri bariyerlerin her ikisinden de çok daha affedendir. Böyle olunca da, çelik halat bariyerleri herhangi diğer güvenlik bariyerlerinden daha fazla zararlı olarak değerlendirmemek gerekir (Şekil 58'e bakınız).



Şekil 58: Güvenlik bariyerleriyle çarpışma örnekleri (Kaynak: [A.10], [A.49])

8.2.4 Bordürler

Birçok kentsel çevrede banketler, yol kenarı iyileştirmesi olarak uygulanabilir değildir. Bordür, genellikle yaya yolu ile taşıt yolu arasındaki kenardır ve beton, asfalt ya da kaldırım taşlarından oluşur. Bir amaç sürücülerin yol kenarına çıkmasını engellemekken bir diğer amaç da yolun etkili bir biçimde drenajını garantilemektir. Unutulmamalıdır ki; -yol pasif koruma sistemleri gibi- bordürler, yol kenarı güvenliği için yapılan bir iyileştirmedir ama aynı zamanda sürücüler için tehlike teşkil edebilirler. Bordürlerin güvenlik yönleri üzerine bir çalışma özeti [A.22], çarpma olması durumunda bordürlerin taşıtları yeniden yola yönlendirme yetisi olmadığı yönünde bulgular ihtiva etmektedir. Bir taşıtın gidişatını etkileyen en önemli faktör bordür yüksekliğidir. Uygun olmayan bordür tasarımı, diğer taşıtlar gibi ikinci engelle çarpışmaya yol açabilir ya da taşıtın bordüre çıkmasına neden olabilir.

8.2.5 Sabit Su Yatakları

‘Sabit su yatakları’ terimi, yol kenarında yer alan nehir, göl, kanal ya da küçük göletleri ifade eder. Bir taşıt su kaynağına girdiğinde, en büyük risk olan boğulma tehlikesi oluşur.

8.2.6 Diğer Sürekli Engeller

Bu raporun taslak aşamasında, ormanlara sürekli engeller olarak yer yerilip verilmemesi konusunda bir tartışma meydana geldi. RISER ilkeleri, yapılacak iyileştirmeler farklılık gösterebileceğinden, ağaçlar ve ağaç dizisi olarak ayırım yapmıştır. Çoğunlukla estetik kaygılarla dikilmiş bir ağaç dizisinin kaldırılması ya da yerlerinin değiştirilmesi tek bir ağacın kadar pratik değildir. Bu nedenle, ağaç dizileri güvenlik bariyerleri kullanımıyla kalkan yapılmalıdır.

Diğer dağınık tehlikeler; kalkan yapılmamış boru hatları ya da devamlı duvarlar gibi sert yapılar olabilirler. Yüzeyde yer alan kayalar da sürekli tehlike olarak nitelendirilebilir.

8.3 Dinamik Yol Kenarı Tehlikeleri

[A.22]'de 'dinamik yol kenarı özellikleri' terimi kullanılmıştır. Bu, aşağıdakileri kapsar:

- Bisikletliler,
- Yayalar,
- Park manevraları

Bölüm 8.1 ve 8.2'de konu edilmiş tehlikelerin aksine, dinamik tehlikeler sabit değil hareketlidir. Dinamik yol kenarı özellikleri, kırsal alanlara göre kentsel çevrelerde daha yaygın ve karmaşıktır. Dinamik yol kenarı elemanları ve yol kenarı güvenliği arasındaki ilişkiye yönelik literatür kısıtlıdır. Bir yandan, bisiklet şeritleri ve yaya yolları için ilave temiz alan sağlar. Diğer yandan, bisiklet park yeri gibi donanımlar sürücüler için olası tehlike teşkil edebilir. Yine de, risk taşıt kullanıcılarından ziyade yaya yolunu kullanan yayaları ilgilendirir. Yol kenarı boyunca hareket eden insanları korumak gerektiğinden, bu durum yol kenarı iyileştirmelerinde farklı bir yaklaşıma yol açar. Stuss ve Hunter tarafından yürütülmüş bir çalışma [A.11], kayıt altına alınmış tüm yaya- taşıt kazalarının %11'inin yaya yolu ya da park alanı gibi yol kenarı konumlarında meydana geldiğini saptamıştır. Birçok kentsel çevrede, caddeye park etmek kaçınılmazdır ve bu park yol kenarı boyunca yaklaşık 2,4 metre alan işgal eder. Bu durum da, seyahat şeridi genişliğinde azalmanın yanı sıra kısıtlı temiz alan olasılığı sonuçlarını doğurur. Park alanına girmeye ya da çıkmaya çalışan taşıttan kaynaklı kaza riski meydana gelebilir ve görüş mesafesi azalır. Uygun görüş mesafesi ve seyahat şeridi ile park yerinin güvenli bir şekilde ayırımını garanti altına almak için iyileştirmeler yapma gereksinimi vardır.

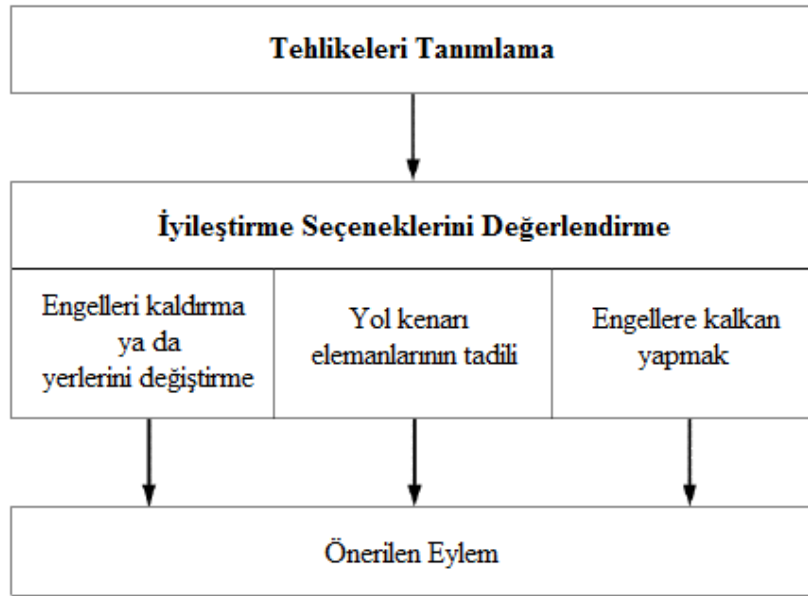
9. Yol Kenarlarını Affeden Yapan İyileştirmeler

Önceki bölümde, yol kenarı güvenliğini etkileyen çok sayıda olası tehlike tanımlanmıştır. Bu bölüm; yol kenarı güvenliğini artırmak için üç tip stratejiyi göz önünde bulundurarak yapılabilecek iyileştirmeleri ele almaktadır:

1. Engellerin kaldırılması veya yerlerinin değiştirilmesi (Bölüm 9.1)

2. Yol kenarı elemanlarında kullanılan malzemenin değiştirilmesi (9.2) ve
3. Engellere kalkan (bariyer, çarpma yastığı vb. sistemler) yapılması (9.3)

Yukarıda bahsedilen üç önlem de uygulanamaz ise, literatürde, sorun olan yeri belirterek açıklama yapmak sıklıkla bir iyileştirme olarak anılır. Sorun olan yeri belirtmek, bir sürücüye yol kenarı tehlikelerine çarpmasını engellemede yardımcı olabilir. Bununla birlikte, bu önlem, affeden yollar için değil, kendini ifade eden yollar için bir strateji olduğu için ayrı bir bölüm olarak yer almamaktadır. [A.23]'te taslağı çizilmiş, yol kenarı tehlikeleri için dört adımlı iyileştirme önerisini dayanak alarak bu rapor için aşağıdaki yöntem geliştirilmiştir:



Şekil 59: Affeden yol kenarı iyileştirmeleri için yöntem

Şekil 59'daki üç adım hem mevcut yollara hem de plan aşamasındaki yeni yollara uygulanabilir. Olası tehlikeler planlama esnasında dikkate alınmalıdır. İyileştirmede öncelik temiz alan (bazen güvenli alan da denir) sağlamak olabilir. Mevcut yollarda tehlikeler yol güvenlik teftişleri ya da kaza hikâyeleri kullanılarak tanımlanabilir. Buna ek olarak, tehlikeler; trafik hacim ve hızları, yol geometrisi, yüzey özellikleri ve beklenen çarpma şiddeti göz önünde bulundurularak hesaplanır.

[A.20]'de sunulan başka bir yaklaşım, arzu edilen temiz alanın belirlenmesi şeklinde ilave bir adım içerir. Tasarım hızı, dolgu bilgisi, eğim derecesi, topografya ya da kaldırılamaz yol malzemesi gibi veriler dayanak alınarak temiz alan gereksinimleri tanımlanır. Temiz alan genişliği, engellerin kaldırılması ya da yerinin değiştirilmesi için gerekçe oluşturur. Bu raporda,

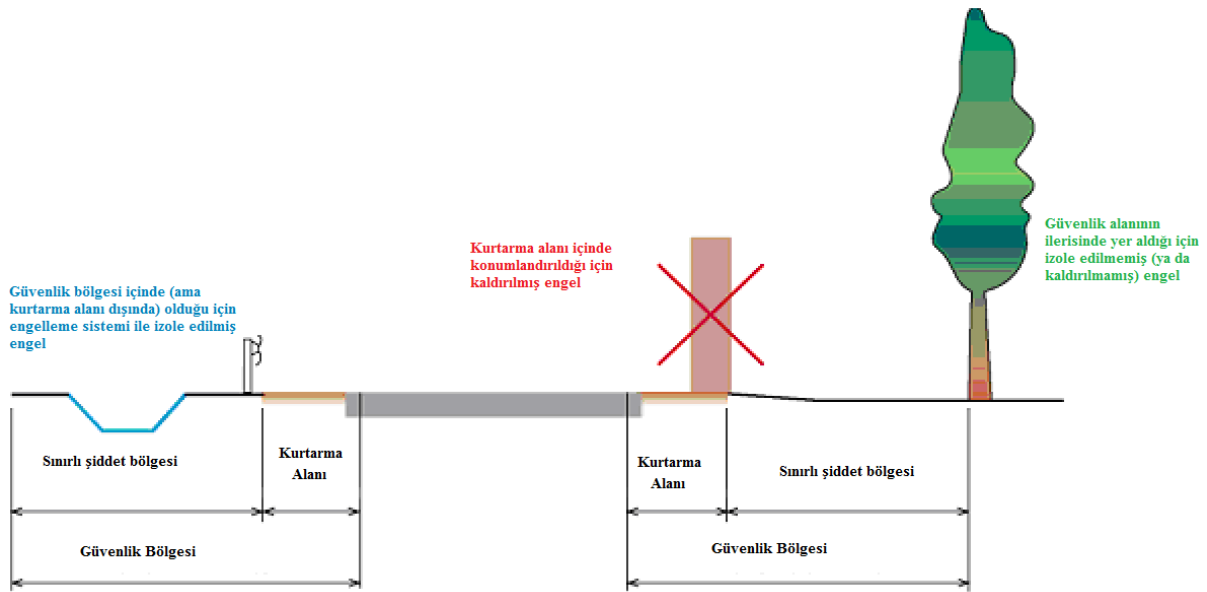
temiz alan gereksinimlerinin belirlendiği adım, iyileştirme kategorilerinin birincisinde yer almaktadır ve Bölüm 9.1.1'de açıklanacaktır.

Bu raporun ana unsuru olan çeşitli iyileştirme seçenekleri genellikle nicel ve nitel bir değerlendirme yönteminde test edilir. İyileştirmelerin değerlendirilmesi ve etkililiği, IRDES projesinin 2 numaralı iş paketinde ele alınmıştır ve bu çıktıda tanımlanmamıştır. Değerlendirme evresi, içlerinden birinin seçileceği çok sayıda seçenekle sonuçlanabilir. Sonuç, iyileştirmelerin önceliklendirilmesine dayanan bir ya da daha fazla tavsiye edilen eylemlerdir.

9.1 Engellerin Kaldırılması veya Yerlerinin Değiştirilmesi

9.1.1 Temiz Alan (Güvenlik Alanı) Kavramı

En bilinen yol kenarı iyileştirmesi, düz yüzeyli engelsiz bir alan ve tesviye edilmiş bir zemin sağlanması gibi temiz bir alan sağlamayı başarmaktır. Aşağıdaki şemada temiz alan 'güvenlik alanı' olarak atfedilmiştir. Tehlikeli yol kenarı elemanlarını kaldırmak sürücülere, yoldan çıkmaları durumunda taşıtlarının kontrolünü yeniden kazanmak için etkili alan ve uygun koşulları sağlar. Saf dışı bırakılamayacak elemanların yerleri temiz alanın dışına taşınmalıdır. Temiz alanlar iki alana bölünebilir: Kurtarma bölgesi (banketler) ve Sınırlı şiddet bölgesi (Şekil 60'a bakınız).



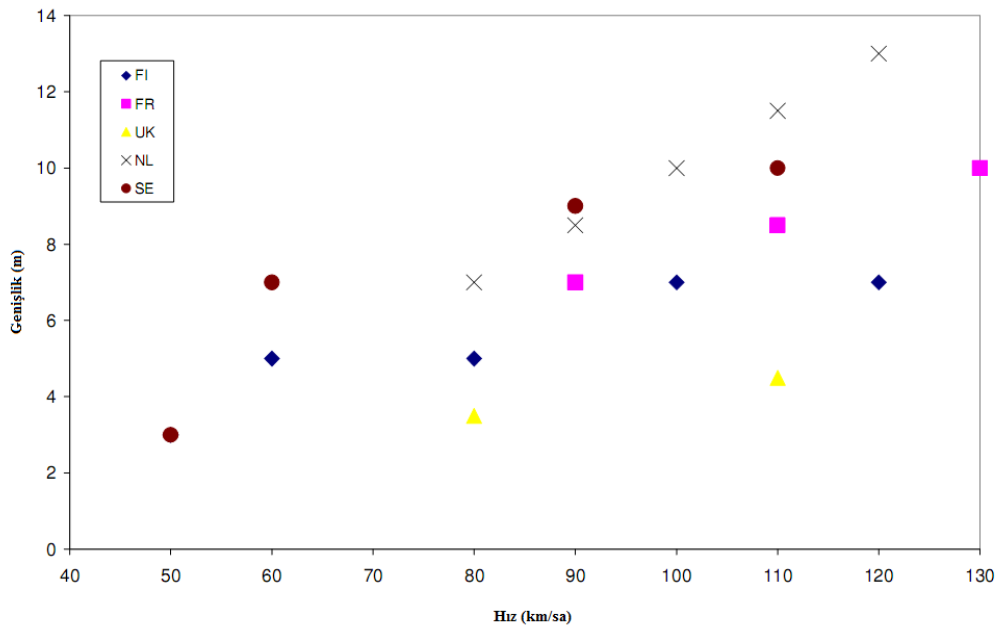
Şekil 60: Kaynak [A.27]'de resmedildiği şekilde temiz alan tanımı

Birçok ulusal tanımlama banket, kurtarılabılır şev, kurtarılamaz şevin yanı sıra temiz yoldan çıkma sahasından oluşan bir temiz alan gerekliliğinden bahseder ve yukarıdaki iki tip alan arasında fark gözetmez. Bunun yanında, bu iki kavram bu raporda farklı bölümlerde ele alınmıştır.

Temiz alan genişliği dünyanın her yerinde dayandığı politika ve uygulanabilirliğe bağlı olarak çeşitlilik gösterir. RISER projesinde yedi farklı Avrupa ülkesinin temiz alanları için ulusal boyutlar belirlenmiştir. Boyutlama için ortak kriterler şunlardır:

- Tasarım hızı
- Şev eğim açıları
- Yol tipi
- Trafik akışı/hacmi
- Yatay alıyman
- Sürüş şeridi genişliği
- Ağır taşıtların yüzdesi
- Kişisel risklerin ya da üçüncü şahısların risklerinin değerlendirilmesi

Farklı parametrelere ilişkin detaylı bir boyut tablosu [A.3]'de bulunabilir. Genel anlamda, tasarım hızı ne kadar yüksekse temiz alan o kadar geniş olmalıdır. Aynı ilişki kurp yarıçapları için de geçerlidir. [A.23]'e göre, temiz alanlar ayrıca trafik hacmine de bağlıdır. Beş farklı ülkede tanımlanmış hız limitlerine bağlı genişlikler Şekil 61'de gösterilmiştir. İsveç'te [A.31], 'iyi' bir temiz alan, kurp yarıçapına ve tasarım hızına bağlı olarak 3 metre ile 14 metre arasındadır. Temiz alanların genişliği iç kurplarda genellikle dış kurplarda olduğundan daha azdır. Avustralya'da yapılan bir çalışma, saatteki hızın 100 km olduğu yoğun trafikli düz yollarda arzu edilen temiz alan genişliğinin 9 metre olduğunun işaret etmektedir [A.23].

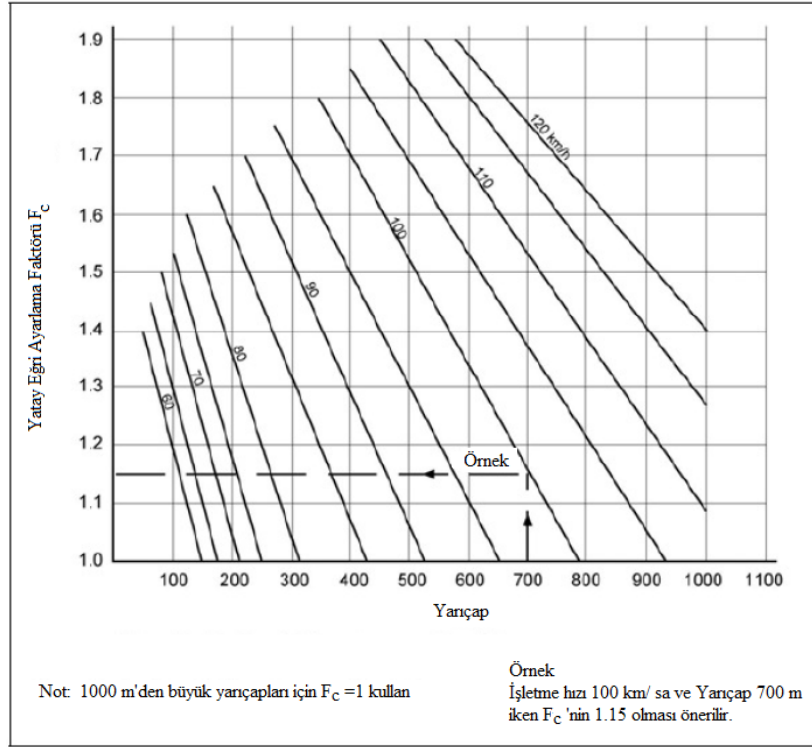


Şekil 61: Farklı ülkeler için hız limitinin bir fonksiyonu olarak temiz alan genişlikleri [A.3]

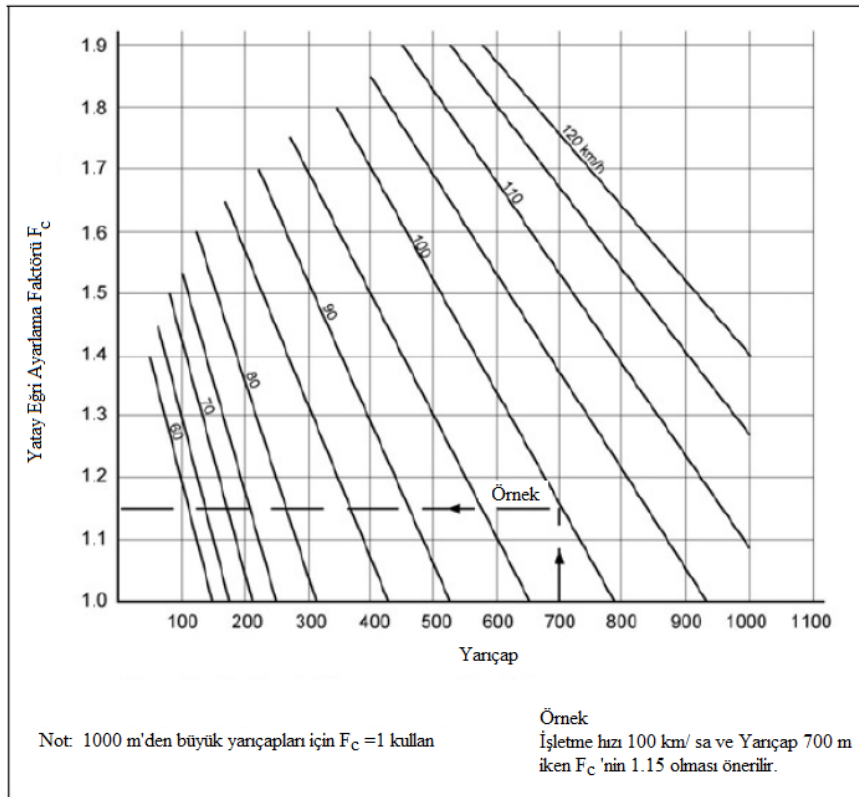
Amerikan Eyalet Karayolu ve Ulaştırma Görevlileri Birliği (AASHTO) Yol Kenarı Tasarım Kılavuzunda verilen temiz alan genişliği hesaplama metodu, dünya çapında en çok kullanılan hesaplama metodudur. Metot, tayin edilmiş hız, şev ve trafik hacminin bir fonksiyonudur. Daha detaylı bilgi için [A.19]'a bakınız.

Batı Avustralya hükümeti uygun temiz alan (güvenlik alanı) genişliğinin üç adımda belirlendiği aşağıdaki metodu önermektedir:

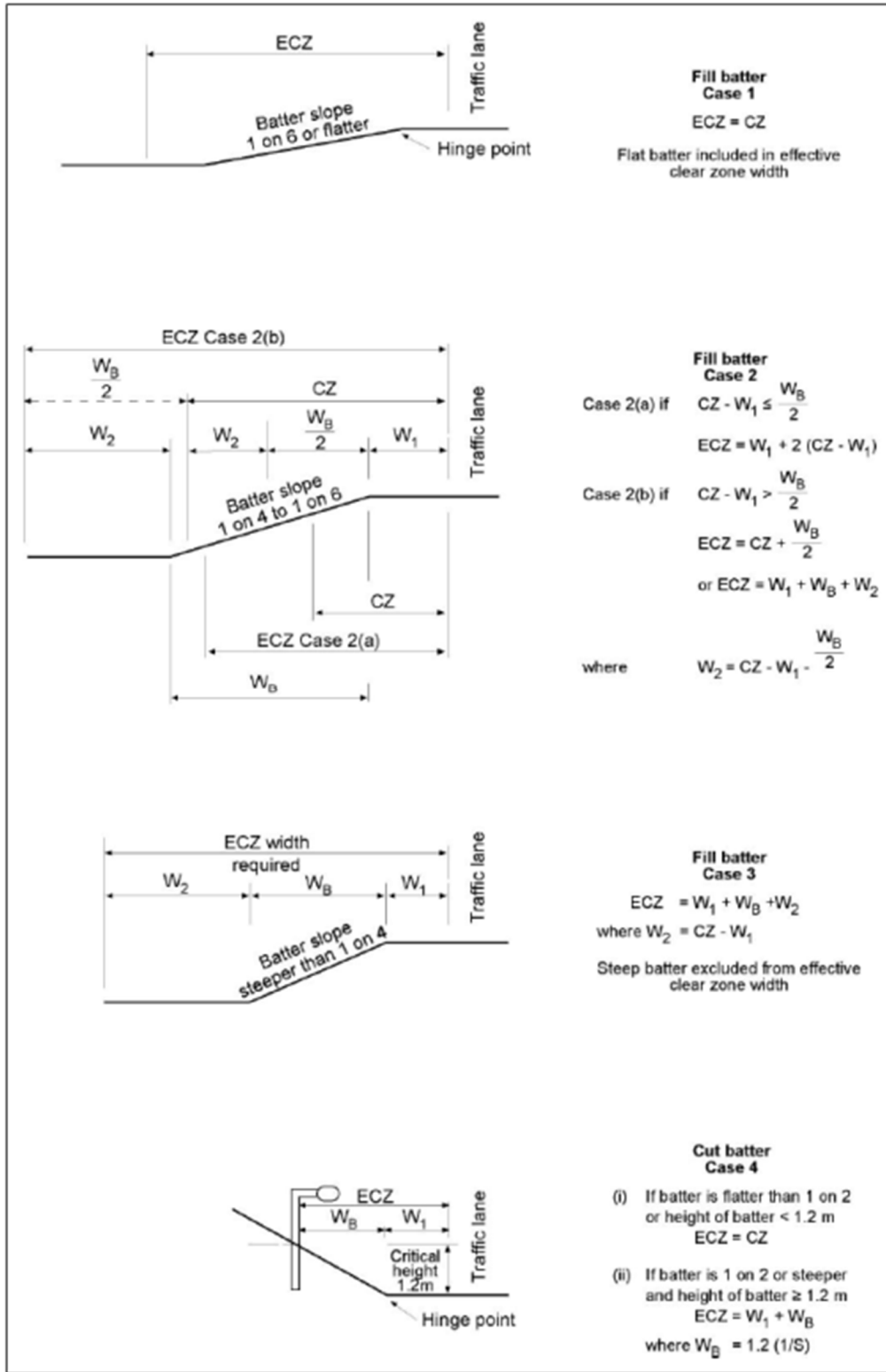
1. Bir düz yol için, tek yön trafik hacmini ve %85'lik hızı dayanak alarak arzu edilen temiz alan genişliğini (CZ) belirle (Şekil 62'ye bakınız). Genellikle hız ve YOGT arttıkça, alan genişliği de artar.
2. Temiz alan genişliğini, işletme hızı ve kurp yarıçapının bir fonksiyonu olan ayarlama faktörü (F_c) ile çarp (Şekil 63'e bakınız). Bu faktör, hız yükseldikçe ve kurp yarıçapı azaldıkça artar.
3. Yol kenarı şevinin eğim açısına bağlı olan ve etkili temiz alan (ECZ) olarak adlandırılan bir değer hesapla (Şekil 63'e bakınız). Şev bölümünün genişliği (WB), trafik şeridinden bitiminden şevin başlangıcına kadar olan genişlik (W1) ve istinat duvarına kadar olan genişlik (W2).



Şekil 62: YOGT ve %85'lik hıza dayanan temiz alan mesafeleri [A.23]



Şekil 63: Temiz alan genişliği ile çarpmak için kurp ayarlama faktörleri [A.23]



Şekil 64: Yol kenarı şevi dayanak alınarak etkili temiz alan hesaplaması [A.23]

Kurtarma alanı

[A.27]'ye göre, kurtarma alanı, üst yapı kaplamasının yanındaki alandır ve yol kullanıcılarının kolaylıkla kurtarma manevraları yapması için müsaittir. Sürücüler seyahat şeridine geri dönebilir ya da gerektiğinde durabilir diye her türlü engelden arındırılmış olmalıdır. Kurtarma alanı çoğunlukla taşıt yolu bitiş çizgisinin hemen ötesinde yer alan kaplamalı ya da kaplamasız banket şeridi olarak tanımlanır. Almanya'da kurtarma alanı, acil durum müdahale hizmetleri için yol kenarı banket alanı olarak tanımlanmıştır [A.3]. Yine de çoğunlukla farklı bir mevzu olarak dikkate alınmaz ve toplam temiz alan içerisinde yer alır. Kurtarma alan temini aşağıdaki iyileştirmeleri kapsamaktadır:

- Kaplamalı banket inşası
- Kaplamasız banket inşası
- Mevcut banketlerin iyileştirilmesi
- İç banketler

Kaplamalı banket, taşıt yolu bitiş çizgisinin hemen ötesindeki kaplamalı yüzeydir. Patinaj kazalarının önlenmesi için yüzeyin kayma direnci taşıt yolu yüzeyininki kadar iyi olmalıdır. Kaplamalı banketler, acil durum şeridi, park şeridi, bisiklet ya da yaya şeridi sağlamak için sıklıkla kullanılır. Birçok çalışma kaplamalı banketin yol güvenliğine olumlu etkisini ispatlamıştır. Elvik ve Vaa tarafından yürütülen çalışmalara göre [A.12], kaplamalı banketi olan kırsal yollarda kaza oranında, kaplamalı banketi olmayan kırsal yollara kıyasla %5 ila 10 arası azalma mevcuttur. Banketlerin bir diğer avantajı, kurplarda görüş mesafesini güçlendiriyor olmasıdır.



Şekil 65: Kaplamalı (sol) ve kaplamasız (sağ) banket örnekleri (Kaynak: [A.4])

Kaplamasız ve kaplamalı banket örnekleri Şekil 65'te verilmiştir. Kaplamasız banketler, kaplamalı banketlerin aksine, kaplamalı taşıt yolunun ötesindeki kaplamasız alanlardır. Örneğin Avusturya'da [A.39], kaplamasız banket genişliği seyahat şeridi genişliğine bağlı olup 0,25 m ile 0,50 m arasında değişkenlik göstermektedir. Yoldan çıkma durumunda tehlike

yaratabileceği için kaplamalı ve kaplamasız yüzeyler arasındaki yükseklik farkının fazla olmasından kaçınılmalıdır. Bununla birlikte, kaplamasız banketlere izin verilmeyen yüksek hacimli trafiğe sahip yollar için bu kural geçerli değildir. Yol geometrisi, uygun boş alan, banket genişliği, trafiğin yapısı vb. özellikler dikkate alınmalıdır.

Banketlerin boyutları yol mühendisleri ve güvenlik uzmanları tarafından çok detaylı biçimde tartışılmaktadır. Bir güvenlik etkisi olarak yalnızca banket genişliğini dikkate almaktansa şerit sayısı ve şerit genişliğini birlikte analiz etmek önemli bir gereksinimdir. Geniş banketler sürücülerini daha yüksek hızlara yönlendirebilir. Kurtarma alanlarının açıkça ayrı bir konu olarak belirlendiği ülkelerde genişlik, yol tipi, seyahat şeridi genişliği ya da tasarım hızına bağlı olarak 0,25 m ile 4 metre arasında değişmektedir. Genellikle yollarda tasarım hızı arttıkça kurtarma alanı genişliği de artar. Kullanım amacı temel alınarak kurtarma alanı genişliğinin, hatalı taşıtların kontrolü tekrar sağlaması için 1 ile 1,5 metre, acil durum şeridi için ise 3 ile 4 metre arasında olması tavsiye edilir.

Sınırlı Şiddet Bölgesi (Limited Severity Zone)

Bazı kılavuzlar kurtarma alanı ve geriye kalan temiz alanı birbirinden ayırır. ‘Sınırlı şiddet bölgesi’ denilen bu kısmın amacı, taşıtların yoldan ayrılmasını önlemek değil, yoldan çıkma olması durumunda kaza şiddetini en aza indirmektir. Kurtarma alanının hemen ötesinde ama hala temiz alanın bir parçası olarak tanımlanır.



Şekil 66: Geniş sınırlı şiddet bölgesi fakat dar kurtarma alanı [A.27]

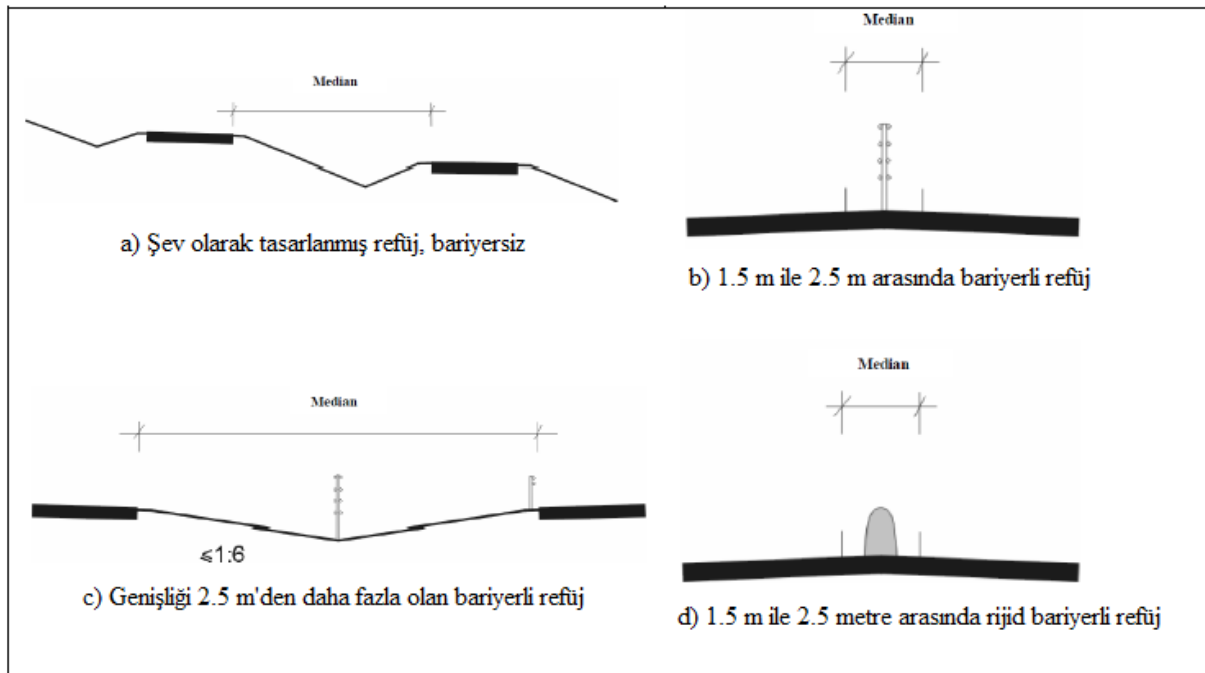
Bu bölge herhangi bir tehlikeli engelden arındırılmalıdır. Bu arındırmaya devam eden tehlike sınıfındaki duvarların yanı sıra, direkler, ışıklandırma destekleri ya da ağaçlar gibi her türlü tek tek tehlike dahildir. Sınırlı şiddet bölgesinden birçok kılavuz ve standartta bahsedilmediği için boyutlarıyla ilgili şart koşulmamıştır. Bazı ülkelerde, bölge genişliğinde şev açısı hesaba katılır.

İç banketler

Ayırıcı olarak da bilinen orta refüj, trafikte ters yönlere seyahat eden seyahat şeritlerini ayırır. Birçok belgede orta refüj yol kenarı parçası olarak değil ayrı bir eleman olarak değerlendirilir. Yine de bu raporda, yoldan çıkma olasılığını önleyebileceği ya da şiddetini azaltabileceği için orta refüje yer verilmiştir. Orta refüjlerin bir diğer faydası hatalı taşıtlar ve acil durumlarda durmak için kurtarma alanı temin ediyor olmalarıdır. Kentsel alanlarda orta refüjler çoğunlukla yayalar ve trafik kontrol cihazlarının yerleşimi için kullanılır. Çevresel görselliği güzelleştirmek için bitkilendirilebilirler. Geçmiş araştırma çalışmaları orta refüjlerle ilgili üç güvenlik eğilimi bulmuştur:

1. Ters istikamette seyahat eden taşıtlar arasındaki çarpışma riskini azaltırlar.
2. Genişliği 30 feeti (9,1 metre) aşan orta refüjlerde, refüjden kaynaklı çarpışma sayısı azalmıştır. 30 feete kadar olan orta refüjlerde ise genişliğin refüj genişliğinin azlığından dolayı çarpışma kazaları artmıştır.
3. Bütün çarpışmalara bakıldığında, orta refüjün etkisi tartışmaya açıktır.

Hem uygun boş alana hem de kullanım amacına bağlı olarak tavsiye edilen orta refüj genişliği ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. İsveç standartlarına göre [A.34], orta refüjler birçok tipe bölünebilir:



Şekil 67: Farklı tür orta refüjler [A.34]

Orta refüjler eğimli olarak tasarlandıklarında (Şekil 67a) genişlik çeşitlilik gösterebilir ama taşıt yolunu hem yatay hem de profil olarak ayırması için yeterli genişlikte olmalıdır. Engellerle çarpışmaları önlemek için temiz alan bırakılmalı ya da bariyer yerleştirilmelidir.

Şekil 67b ve Şekil 67d'de, genişliği 1,5 ila 2,5 m arasında değişen ve bariyere sahip orta refüjler resmedilmiştir. Her iki kesim de ortak alınmına sahiptir ve orta refüj genellikle kaplamalıdır.

Şekil 67c genişliği 2,5 metreden fazla ve bariyere sahip bir orta refüjü göstermektedir. Yüzey kaplamasız ya da kaplamalı olabilir ama şev açısı 1: 4'ten dik olmamalıdır.

Özel bir orta refüj tipi de iki taşıt yolunu ayıran tünel duvarlarıdır. Tünel duvarlarının temiz alan ve bariyerler için gereksinimleri karşılaması gerekmektedir.

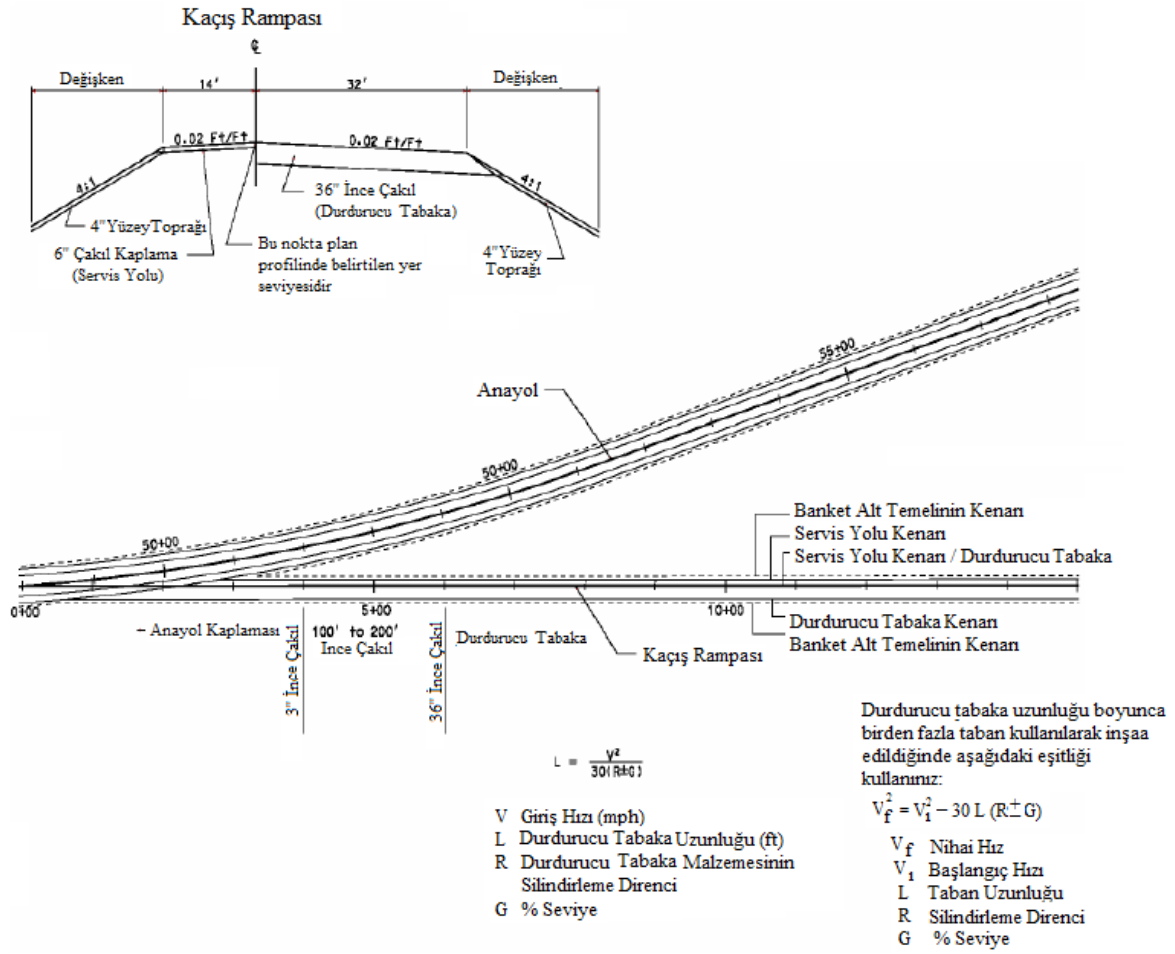
9.1.2 Şerit Sapma Alanlarındaki Durdurucu Tabakalar ve Acil Kaçış Rampaları

Şerit sapma alanlarındaki durdurucu tabakalar frenleme yetisini kaybetmiş taşıtlar için yapılan iyileştirmelerdir. Çarpma yastıkları, yoldan çıkan aracı herhangi bir cisme çarpmadan yavaşlatabilir ya da durdurabilirler ve çoğunlukla dağlık alanlar gibi uzun iniş yollarında kullanılırlar. Bunlar ayrıca, yol kenarı kazalarını önlemede büyük kamyonlara yer temin etmek için tasarlandıklarında acil kaçış rampası veya kaçak kamyon şeritleri olarak hizmet edebilirler. Durdurucu tabaka ihtiyacındaki öncelikli etmen kaçış kazası deneyimiyle belirlenir. Rampalar çoğunlukla yol kavisinde kritik değişmelerin olduğu noktalardan önce ya da bir yerleşim alanındaki kavşak gibi taşıtın durmasını gerektiren yerlerden önce inşa edilir. Durdurma tabakasının yüzeyi, yuvarlanma direncini artıran özel bir maddeden yapılır ve aracın yavaşlamasını sağlar. Yaygın durdurucu tabakalar ve acil kaçış rampaları özellikle taşıt tekerlerinin batmasını desteklemek için tasarlanmış uygun şekle ve agrega boyutuna sahip tanecikli madde katmanından oluşur. Şekil 68'de örnekler verilmiştir.



Şekil 68: Acil kaçış rampası [A.50] ve durdurucu tabakaların örnekleri

Durdurucu tabaka ve acil kaçış rampaları gereksinimlerini ya da tasarımlarını ele alan kılavuz yoksunluğu mevcuttur. Tipik olarak kaza istatistikleri, işletme hızı ve yol eğimi arasındaki ilişki ya da kurp rampanın inşaatı ile ilgilidir. Uzunluk; eğim ve hıza bağlı olarak çeşitlilik gösterebilir. Amerikan Eyalet Karayolu ve Ulaştırma Görevlileri Birliği (AASHTO), karayolları ve caddelerin geometrik tasarımı üzerine kaçış rampası tasarım ilkelerinin de dahil olduğu bir politika geliştirmiştir [A.42]. Rampa için gerekli uzunluk, Şekil 69'daki denklem kullanılarak hesaplanabilir.



Şekil 69: Kaçış rampası planı [A.42]

9.1.3 Güvenli Bitkilendirme

Temiz alan prensibi gereğince, tehlikeli bitkiler ve ağaçlar belirlenmiş yol kenarı alanlarından kaldırılmalıdır. Çimler, otlar, çalılar ve ağaç dalları; bir sürücünün trafik kontrol cihazları, yaklaşan taşıtlar, yabani hayvanlar, yayalar ve bisikletlilere ilişkin görüşünü engelleyebilir ya da sınırlayabilir. Tehlikeli bitkiler yol kenarından kaldırılsa bile, büyüyen bitki ve olgun ağaçlar yeni yol kenarı engellerine yol açabilirler. Bu sebeple bitki örtüsünün kontrolü çarpışma ve yaralanmaları azaltmaya yardımcı olur. Bitki örtüsünün kontrol edilmesi ya da en aza indirgenmesi için, yol işletmecileri, yol kenarı bitki örtüsü yönetim programı geliştirmeleri yönünde teşvik edilmiştir. ABD Ulaşım Departmanı, bitki örtüsü kontrolü için düzenli çim biçme, kesme ya da ot öldürücü kimyasallar kullanma gibi bazı iyileştirmeleri içeren bir kılavuz yayınlamıştır [A.24]'e bakınız). Karayolu Araştırma Programı Ulusal İşbirliği (NCHRP) ağaçlarla çarpışmaları ortadan kaldırmak ya da çarpışmalardan kaynaklı zararı azaltmak için bir rehber yayınlamıştır [A.21]. Bu rehberin önemli amaçlarından biri riskli mevkilerde ağaçların büyümesini engellemektir.

9.2 Yol Kenarı Elemanlarının Tadili

Bazı durumlarda tehlikeli engeller yol kenarı temiz alanından kaldırılamaz. Böyle durumlarda, bir çarpma esnasında yaralanmayı en aza indirmek ya da mülkün zarar görmesini önlemek için tek ve sürekli tehlikelerin tadil edilmesi gerekir. Bunlar kopan ya da çarpma şiddetini sönümleyen hale getirilerek geliştirilmelidirler. Bu bölüm, kaldırılamaz elemanların daha affeden hale getirilmesi için farklı iyileştirmeleri irdeler.

9.2.1 Kopan Donanımlar

1980'lerden beri yol otoriteleri, yol kenarı güvenliğini artırmak için katlanabilen ışıktandırma direkleri yerleştirmektedir. Bu direklerin avantajı çarpma hasarı ve yaralanma ihtimalinin daha düşük olması; dezavantajı ise düşen direğin çevredeki trafik için tehlike oluşturabilecek olmasıdır. Yaya trafiğinin yoğun, üstten taşınan elektrik hatlarının yere yakın olduğu ya da direğin beton bir trafik bariyeri üzerine monte edildiği yerlerde hala kopmayan direkler kullanılmaktadır. Yine de, çoğu yol kenarı alanlarında kopan direkler tercih edilmektedir. Direk ya da kazıkları 'affeden' yapmak için çeşitli stratejiler vardır. Aşağıdaki tadilatlarla bu gerçekleştirilebilir:

- **Malzeme kullanımı:** Enerji sönümlemesini artırmak için en bilinen yöntem düşük sertlikte malzeme kullanımıdır. Bu yüzden tahta direk ve kazıklardan kaçınılmalıdır. Tamamı enerjiyi sönümleyen fiberglastan yapılmış direkler, güvenlik ve enerji sönümlemesi için iyi bir seçenektir. Direk, önceden belirlenmiş bir kırılma noktası olmaksızın çatlar.
- **Uçları bağlama:** Önceden belirlenmiş kırılma noktaları, direk ya da sütun içerisinde doğru şekilde yerleştirilmezse, bu taşıtın tökezleyip uçmasına yol açabilir. Güvenli bir ayırım gerçekleştirmek için bağlantı yerleri zemine yakın tutulmalıdır. [A.35]'e göre çoklu bağlantıdan kaçınılmalıdır.
- **Kayan tabanlı direkler:** kayan taban direkler özellikleri gereği, normal işleyen bir trafik hızıyla kendilerine çarpıldığında, genellikle asli pozisyonundaki yerlerinden çıkarlar. Bu özellik, bir çarpışma gerçekleşirse direğin tabandan kayarak düşmesine olanak sağlar.
- **Transformatör tabanlı kopma:** Transformatör taban, beton temele civatalanmış dökme alüminyumdur. Direğin alt bağlantısı, transformatör tabanın üstüne civatalıdır. Kırılabilir olması için alüminyuma ısıtma işlemi uygulanmıştır, böylece kendisine bir taşıt çarptığında direk kolayca kopabilir.
- **Kopmalı bağlantı parçaları:** Kopan direk kullanımlarında, elektrik kabloları da kopan şekilde olmalıdır. Bu ise, özel çek-ayır sigorta tutucu (kopan bağlantı) kullanımı sayesinde sağlanır. Kopmalı bağlantı parçaları direğin tabanında kaynaşık ya da kaynaşmamış bağlantılardır.

Texas Ulaştırma Departmanı, kopan donanımların yerleştirilmesi ve kullanımı hakkında özel yönlendirmeler içeren bir karayolu açıklama el kitabı yayınlamıştır ([A.52]'ye bakınız). Kitaba göre, kopan direk yerleştirilirken düşeceği alan da göz önünde bulundurulmalıdır. Düşmüş direktten kaynaklı ikincil kazaları önlemek için, uygun bir düşme alanı garantilenmelidir.

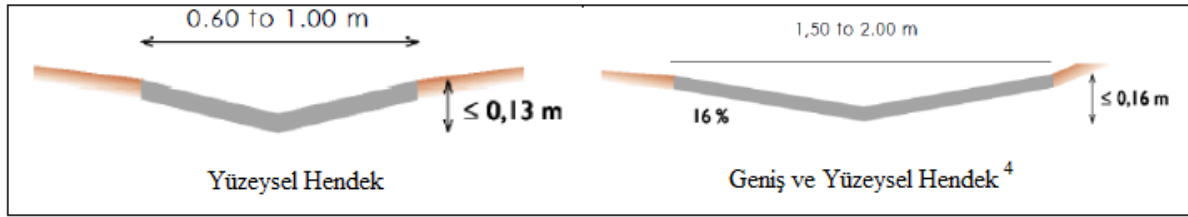
9.2.2 Hendek ve Dolgu İyileştirmeleri

Yol kenarındaki hendekler drenaj özellikleri için kullanılır. Çoğunlukla bir dolgu şevi, drenaj özelliğine sahip olan ya da olmayan bir hendek tabanı ve bir yarma şevinden oluşurlar. Güvenliği artırmak için tehlikeli olduğu düşünülen hendeklerin iyileştirilmesi gerekmektedir. Hendeğin şekline bağlı olarak birçok gelişmiş iyileştirme yöntemi vardır:

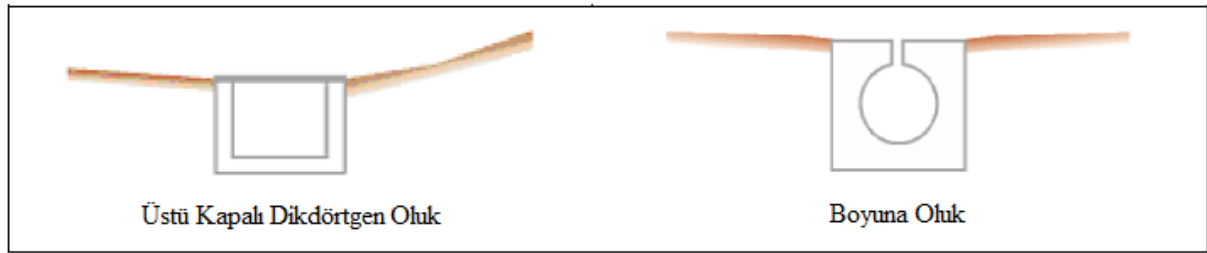
- Yeraltı drenajı: Genellikle, drenaj gereklidir ve bu yüzden kaldırılamaz. Etkili bir iyileştirme ise, toplayıcıyı yerleştirdikten sonra hendeğin drenaj malzemeleri ile doldurmaktır. Bu işlem, temiz alanda şevden kaynaklanacak herhangi bir tehlikeyi saf dışı bırakır.
- Eğim oranını değiştirmek: Eğer bir hendek kaldırılamıyorsa, şev mümkün olduğu kadar sığ tutulmalıdır. Genellikle, dolgu şevi ya da yarma şevi ne kadar dik olursa, hatalı taşıtın sürücüsü için de risk o kadar yüksek olur. Telafi edilebilir şevler, 4: 1 eğim oranına sahiptir ya da daha düzdür. Yüksek trafik hacimleri için şevler 6: 1 oranla tasarlanmalıdır. Yarma şevinin etkileri dolgu şevinin etkilerinden daha az olmasına rağmen 3: 1 ya da daha düz bir oran tavsiye edilmektedir [52]. Güvenli şev örnekleri Şekil 70'te resmedilmiştir.
- Taban modifikasyonları: Hendek tabanları eğimli veya düz olabilir. Thamson ve Valtonen [A.17] hatalı taşıtın V şeklinde hendeklerdeki hareketini araştırmıştır. Araştırma sonucunda hendek tabanını kavislendirmenin taşıtın takla atmasını önlediğini ispat etmişlerdir. Sonuç olarak hendekler, gerekli drenaj ve kar depolama kapasitesi sağlayacak kadar uygun derinlikte tasarlanmalıdır. Güvenlik nedeniyle, taban genişliği en az 1 metre olmalıdır. [A.20]'de; en düşük taban genişliği 1,2 metre tercih edilmiştir. Çok sığ ve geniş hendekler yeraltı drenajı gerektirebilir.
- Hendekleri kapamak: Bir diğer yaygın iyileştirme, hendekleri su yolu ya da diğer bir drenaj sistemi ile kapamaktır. Bu yöntem özellikle derin hendeklere ihtiyaç duyulan yol kenarları için tavsiye edilmektedir. Örnekleri Şekil 71'de verilmiştir.
- Hendeklerin içindeki duvar yapılarını tadil etmek: Hendekler çoğunlukla menfezler, bordürler ya da kontrol bentleri gibi sert ve enerji sönümleyen olmayan malzemeden yapılmış drenaj özellikleri içerirler. Bu yapıların şekilleri tadil edilerek çarpma sönümleyebilir hale getirilmelidirler.
- En tehlikeli hendekleri izole etmek: Hendekleri izole etmek, onlara hatalı taşıtlara karşı kalkan yapmak demektir. Etkili yol pasif koruma sistemi için gerekli olan boşluk hesaba katılmalıdır. Bu tip iyileştirme Bölüm 9.3'te tartışılmıştır.

- Sahte yarma (False Cutting): Bu, yol bölümüyle dış çevre arasında yer görüşü yaratabilecek, böylece sürücüye yol kenarını sanki çizgisel yapay bir tepe gibi gösterecek bir toprak set şeklindedir. Bu tür yapay bir tepe ayrıca çevrede ikamet edenler için de faydalı kalkan oluşturma etkisi sağlayacaktır.

2009 yılında, hendeklerin ve şevlerin tam ölçek çarpma testleri raporu bitirilip yayınlanmıştır [A.18].



Şekil 70: Güvenli hendek tasarımı örnekleri [A.27]



Şekil 71: Kapatılmış hendek örnekleri [A.27]

9.2.3 Çarpma Şiddetini Sönümleyen Duvar Yapıları

Parapetler, menfezler ya da bordürler gibi duvar yapılarına yol kenarlarında, özellikle de hendeklerde ve köprülerde rastlanabilir. Bu yapılar genellikle en az derecede enerji emme özelliğine sahiptirler ve bu sebeple hatalı taşıtlar için çok tehlikeli engellerdir. Eğer bu yapılar temiz alandan kaldırılamıyorsa, uygun bir yöntemle tadil edilmeleri gerekir. Köprü ayakları, istinat duvarları, ya da binalar gibi diğer duvarsal yapıların kaldırılma veya yerlerinin değiştirilme imkânı yoksa bu yapılara yol pasif koruma sistemleri ile kalkan yapılmalıdır. Engelleri izole etme ya da engellere kalkan yapmaya – ki en uygun strateji – Bölüm 9.3'te değinilmiştir. Bu bölüm, duvar yapılarını çarpma tolere edebilir hale getirmek için yapılacak iyileştirme modifiyelerini ele almaktadır.

Eğer bir taşıt yoldan çıkıp hendeğe uçarsa menfez uçları tehlikeli engeller olabilir. Eğer kaldırılamıyorsa, daha güvenli tasarımları değerlendirilmelidir. Menfez uçları için yaygın bir iyileştirme şivlemedir. (Şekil 72'ye bakınız).



Şekil 72: Pahlanmış menfez (sol) ve yivlenmiş parapet (sağ) (Kaynak: [A.2], [A.27])

Çoğunlukla köprülerde hatalı taşıtları şevden çıkma tehlikesine karşı korumak için bulunan alçak parapetler sertlik derecelerine bağlı olarak tehlikelidirler. Mümkünse kaldırılmaları ya da daha hafif bariyerlerle değiştirilmeleri gerekir. Bununla birlikte bazı durumlarda parapetleri modifiye etmek ucuz ve kolay bir yöntemdir. Eğer parapetler hatalı taşıtları korumak için fazla kısa ise, yükseklikleri uygun seviyeye çıkarılmalıdır. Çarpma durumunda zararı azaltmak adına parapetlerin uçları yivlenebilir (Şekil 72'ye bakınız). Tercihen uçlarda dışa sapma olmalıdır. Bu tür bir iyileştirme, temiz alandan kaldırılamayacak diğer duvar yapılarına da uygulanabilir.

Bu raporda bordürler de duvar yapısı olarak kategorize edilmiştir. Drenaj kontrolü, kaldırım kenarı ve yürüyüş yolu belirleyicisi olarak hizmet ederler. [A.27]'de bahsedildiği gibi, eğer yükseklikleri 20 cm'yi aşmıyorsa, bordürler engel olarak dikkate alınmaz. Yine de dik bir bordüre vuran hatalı taşıt bordüre çıkabilir ya da fırlayabilir. Bu yüzden, bordürlere uygulanacak özel tasarım iyileştirmeleri yol kenarı güvenliğini artırabilir. Ulaştırma Araştırma Kurulu bordür ve bordür-bariyer yerleştirilmesine ilişkin kılavuz yayınlamıştır [A.46]. Yüksek hızlı yollarda bordür kullanımının zorunlu olduğu durumlarda, taşıtın tökezleyerek beklenmeyen bir çarpışma yaşaması riskini en aza indirmek için mümkün olan en düşük yükseklikte ve düzlükte bordürler kullanılmalıdır. Bordürün şekli, yolun işletme hızına bağlı olan güvenlikle alakalı bir özelliktir. Taşıtın takla atmasına sebep olabilecekleri için düşük hızlı yollarda düşey bordürler kullanılmalıdır. Eğimli bordürler taşıtın güvenli bir şekilde üzerinden geçip gideceği şekilde yapılandırılmalıdır. Eğimli bordürler taşıtların yeniden trafik akışına yönlendirilmesini önler ve bu yüzden karayollarında ve yüksek hızlı yollarda tavsiye edilen bir seçenektir.



Şekil 73: Düşey bordür (sol) ve eğimli bordür (sağ)

Bordürler çoğunlukla yol pasif koruma sistemleriyle kombinasyonlu kullanılırlar. Bordür-bariyer kombinasyonu da bu rapor kapsamında ayrıca araştırılmıştır. En son gelişmeler Bölüm 9.3.6’da sunulmuştur.

9.2.4 Banket Tadili

Güvenli kurtarmayı destekleyen banket iyileştirmeleri; banket genişletme, banket kaplama ve kaplama kenarı düşüş yüksekliğinin azaltılmasını kapsar. Banketler her zaman yol yüzeyi ile aynı hizada olmayabilirler. Düşük banketler, kaplamanın yanında toprak erozyonu meydana gelmesinden, sık tekerlek geçişiyle yüzeyin yıpranmasından ya da şeride ekleme yapılan ama hemen yanındaki bankete yapılmayan yeniden kaplamalar sonucu meydana gelirler. Bu tehlike, kenarların şevlenmesi (pahlanması) ya da kaplamanın eşitlenmesi suretiyle iyileştirilmelidir. Köşeleri 45 derecelik açıyla şevlendirmek yaygın bir yöntemdir [A.22].

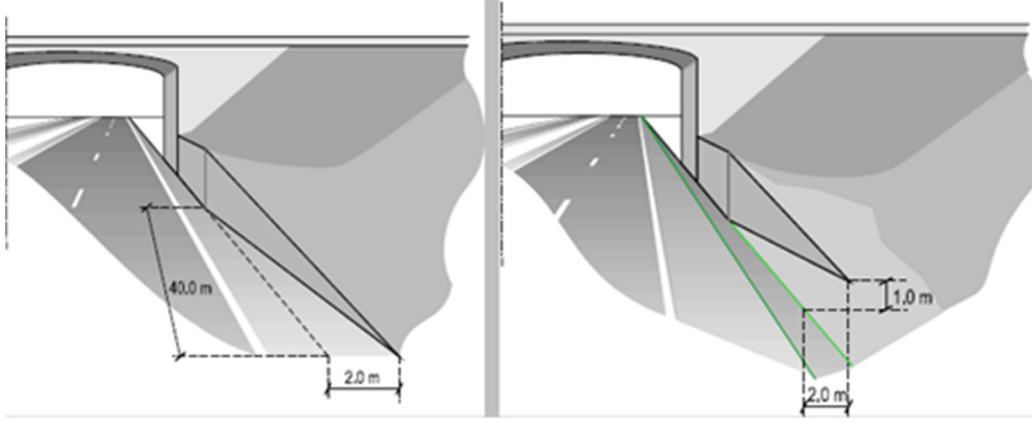
Eğer kaplamalı banketin kayma direnci yetersiz ise, yüzeyin sürtünmesini artırıcı iyileştirmeler uygulanmalıdır. Dahası, banketteki çukurlar ya da çatlaklar gibi herhangi diğer tehlikeli yüzey hasarları yok edilmelidir.

9.2.5 İstinat Duvarları ve Kaya Parçalarının Tadili

[A.27]’ye göre, bir duvarı temiz alan içinde kabul edilebilir yapan koşullar aşağıdaki gibidir:

- Yola boylamsal olması ya da boylamsala yakın olması (yayılma oranı $< 1/40$)
- Taşıtı engelleyecek bir çıkıntı ya da uca sahip olmaması, dahası pürüzsüz olması
- 70 cm’den daha yüksek olması
- Çarpmaya dayanabilecek kadar sağlam olması

Eğer tehlikeli bir duvar ya da kaya dizisi temiz alandan kaldırılamıyorsa, bunların tehlikeleri iyileştirilmeli ya da mümkünse izole edilmelidir. Pürüzlü kaba duvarlar ya da kayalar, çarpma durumunda aracın kaymasına olanak sağlamalıdır. Bu yüzden bu yapıların yüzeyi yumuşatılır ve çıkıntılar arasındaki oluklar duvar iççiliği yapılarak doldurulur. Duvar iyileştirmelerinin örnekleri Şekil 74’te resmedilmiştir.



Şekil 74: Taşıt yoluna yakın bir istinat duvarının son tasarım örneği [A.34]

9.2.6 Güvenlik Bariyeri Sonlandırıcıları

Güvenlik bariyerleri yol pasif koruma sistemleri grubuna dahildir ve tehlikeli elemanlar ve konumlar için kalkan yapma önlemlerinin ele alındığı Bölüm 3.3’te detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Bazı durumlarda, mevcut güvenlik bariyer sonlandırıcılarının tadili zorunludur. İlk olarak, amaçları farklı olan iki çeşit sonlandırıcı mevcuttur. Sonlandırıcılar, taşıtları asıl yoluna yeniden yönlendirmek ya da bariyeri geçmesini engellemek adına anında durdurmak için kullanılabilirler [A.2]. Duruma göre çeşitlerden biri ya da diğeri faydalı olabilir. Eğer sonlandırıcılar taşıtı durdurma amaçlıysa enerji sönümleyen araçlar olarak iyileştirilmeli ve ENV 1317-4 (yerini yeni 1317-7’nin alacağı) standardına göre test edilmelidirler.

Bölüm 3.3’te açıklandığı gibi, sonlandırıcıların tehlike olarak görüldüğü durumlarda, karşı önlemler almak zorunludur. Rijit bariyerlerde (Bölüm 9.3.1’e bakınız), sonlandırıcıları tadil etmek için en makul yöntem onları yarı-rijit yapmaktır (Bölüm 9.3.2’ye bakınız). Bu durum aracın ilk önce deforme olabilir bariyeri çarpmasına ve buradan rijit bariyeri yönlendirilmesine olanak sağlar. Yerleştirmeye ilgili problem, Bölüm 9.2.7’de ele alınacak olan iki bariyer tipi arasındaki geçiştir. İkinci seçenek; bir çarpma durumunda kırılıp bariyerin arkasına savrulsun diye kopan sonlandırıcılar kullanmaktır [A.40]. Ayrıca trafik şeridinden yol kenarına doğru yön saptırma da uygun bir önlemdir.

9.2.7 Güvenlik Bariyeri Geçişleri

İki güvenlik bariyeri arasındaki geçiş, taşıtların bariyer boyunca kesintiye uğramadan kolay bir şekilde kaymasını temin etmek zorundadır. Güvenlik bariyerleri ve farklı çeşitleri hakkında tüm gerekli bilgi Bölüm 3.3'te bulunabilir.

Şekil 75'te gösterildiği gibi, iki aygıt arasındaki biçim değiştirmeye daha yatkın bariyerde bölgesel bükülmelerin meydana gelmesini önlemek için, özellikle yarı-rijit (Bölüm 9.3.2'ye bakınız) ve rijit bariyerler (Bölüm 9.3.1'e bakınız) arasındaki geçiş yeterince sağlam olmalıdır [A.40].



Şekil 75: Yarı-rijit ve rijit bariyer arasındaki geçiş [A.40]

Esnek bir bariyer (Bölüm 9.3.3'e bakınız) ile yarı-rijit bir bariyer arasındaki geçiş çoğunlukla esnek bariyeri yarı-rijit bariyerin önünde örtüştürerek inşa edilir. Bu işlem, taşıtların yarı-rijit bariyer üzerine kolay bir şekilde kaymasına olanak sağlar. Aynı yerleştirme esnek bariyer ile rijit bariyer bağlanırken de uygulanabilir.

9.3 Engellere Kalkan (bariyer, çarpma yastığı vb. sistemler) Yapılması

Birçok durumda, tehlikeli elemanların kaldırılması ya da tadil edilmesi ne imkan dahilinde ne de ekonomik olarak uygundur. Taşıtlarla bu tür elemanların çarpışmasını engellemek için üçüncü seçenek, yol pasif koruma sistemleri (aynı zamanda Taşıt Engelleme Sistemleri de denir) kullanarak bu cisimlere kalkan yapmaktır. Kalkan yapma, kendilerine çarpan taşıtları yol pasif koruma sistemlerine doğru saptırarak çarpmanın sonuçlarını hafifletecek ve böylelikle tehlikeli elemana tam koruma sağlanmış olacaktır. Bu sistemin kendisi de tehlikeli olabilir fakat kazaların şiddeti hala yol pasif koruma sistemleri kullanılmamış durumlardan az olacaktır. Yol pasif koruma sistemleri, Şekil 76'da görüldüğü gibi taşıt-engelleme ve yaya-engelleme sistemleri olarak ikiye bölünmüştür:



Şekil 76: Yol pasif koruma sistemlerinin sınıflandırılması [A.13]

Yol pasif koruma sistemlerinin en önemli türü güvenlik bariyerleridir. Güvenlik bariyerleri, hatalı taşıtların trafik şeridinden ayrılmasını önlerler ve dolayısıyla tehlikeli bir eleman ile çarpışma olasılığını en aza indirirler. Bariyerler yol kenarına ya da orta refüje yerleştirilebilir. Yol pasif koruma sistemlerinin amacı hatalı aracın sürücüleri ile yolcularını korumak ve karşı yönün trafiği ile çarpışma yaşamayı önlemektir. Dahası, bariyerler yayaların ve bisikletlilerin yola atlamasını ya da çukur veya suya düşmesini engeller. Engelleme fonksiyonlarına ek olarak bariyerler, hareketlerine daha kolay devam edebilsinler diye, taşıtları esas yollarına yeniden yönlendirirler. Bir yol pasif koruma sisteminin etkinliği aşağıdaki kriterler baz alınarak değerlendirilir:

- Engelleme düzeyi
- Çarpma şiddeti
- Çalışma genişliği

Güvenlik bariyerlerinin amacı, taşıtların (örneğin bariyerin altından ya da üzerinden) geçmesini önlemek ve çarpışmaların şiddetini azaltmaktır. Bu da, bariyerleri biçim değiştirir ve hareket edebilir yapmakla gerçekleştirilebilir. Bu sebeple, güvenlik bariyerleri saptırma seviyelerine göre üç ana gruba ayrılmıştır (bu gruplara ileride oldukça detaylı değinilecektir):

- Rijit
- Yarı-rijit
- Esnek

Deformasyon kriteri, trafik bariyerlerinin bir çarpmadan sonra bütünlüğünü (sağlamlığını) koruması ve böylelikle herhangi bir döküntünün (enkazın) araç sakinlerinde hasara neden olmaması gerektiğini belirtir.

Yol pasif koruma sistemlerine ilişkin detaylı gereksinimler, EN 1317 serilerinin Avrupa standartlarında düzenlenmiştir. Bunlar aşağıdaki sekiz kısma ayrılmıştır:

- Kısım 1: Test metotları için terminoloji ve genel kriterler [A.29]
- Kısım 2: Performans sınıfları, çarpma testi kabul kriteri ve güvenlik bariyerleri için test metotları [A.30]
- Kısım 3: Performans sınıfları, çarpma testi kabul kriteri ve çarpma yastıkları için test metotları [A.37]
- Kısım 4: Performans sınıfları, çarpma testi kabul kriteri ve güvenlik bariyerlerinin geçişleri için test metotları(taslak) – [A.31] ‘eski’ Kısım 4’ün parçası
- Kısım 5: Ürün gereksinimleri ve taşıt engelleme sistemleri için uygunluk [A.32]
- Kısım 6: Yaya engelleme sistemi – Yaya Parapeti [A.41]
- Kısım 7: Performans sınıfları, çarpma testi kabul kriteri ve güvenlik bariyerlerinin geçişleri için test metotları(taslak) – [A.33] ‘eski’ Kısım 4’ün parçası
- Kısım 8: Motosiklet Güvenlik bariyerleri ile çarpışığında çarpma şiddetini azaltan motosiklet yol pasif koruma sistemleri(taslak) - [A.36]

EN 1317 standartları, çeşitli yol pasif koruma sistemlerinin karşılaştırmalarını standartlaştırarak yol tasarımcılarına destek olan araçlardır. Özel durumlarda hangi yol pasif koruma sistemi kullanılacağıyla ilgili öneride bulunmaz. Güvenlik bariyerlerinin ve diğer pasif koruma sistemlerinin kullanımı genellikle, tasarımcıların uymak zorunda olduğu ulusal düzenleme ve standartlara tabidir. Şu sıralar uygun yol pasif koruma sistemi seçiminde kullanılacak tek tip Avrupa kurallarında yoksunluk olmasına rağmen bu konu RISER dokümanı [A.2] gibi kılavuzlarda ele alınmıştır.

9.3.1 Rijit Bariyerler

Rijit bariyerler genellikle betondan yapılır. Bir taşıt vurduğunda şekillerini ve pozisyonlarının kaybetmeyerek ağır darbeye yol açarlar. Darbe etkisi altında hiç saptırma olmadan yüksek tutma (önleme) düzeyi sağlarlar. Diğer yandan, rijit bariyerlerin avantajı, hiçbir suretle saptırma yaptırmadıkları için az yer kaplıyor olmalarıdır. Bu durum Şekil 77 (sol)’da gösterildiği gibi, bariyerin trafik şeridine yakın olduğu durumda orta refüj yerleştirilmesinde özel bir faydadır.



Şekil 77: Rijit orta refüj bariyeri örnekleri [A.40]

Rijit bariyerlerin tipik uygulaması tam pasif koruma gerektiren yüksek hızlı otoyollardır. Rijit bariyerler pasif korumada en iyi icraatı gerçekleştirirler ama yüksek yaralama riski dezavantajına sahiptirler.

9.3.2 Yarı-rijit Bariyerler

Genellikle daha az şiddetli kazalara sebep oldukları için yarı-rijit bariyerler, rijit bariyerlere en yaygın alternatiftir. Tipik olarak çelikten yapılırlar. Yarı-rijit bariyerlerin iki temel fonksiyonu vardır. Bir yandan, bu bariyerler hatalı taşıtın içlerinden geçmesini önlerler. Diğer yandan deformasyona uğrayarak enerjiyi emerler. Bu durum daha az şiddetli kazalara yol açar ve yeniden yola yönlendirme açısından daha iyi bir performans sağlar. Bununla birlikte, diğer taşıtlarla ya da engellerle, yeniden yönlendirmeden kaynaklı, takip eden çarpışmalar meydana gelebilir. Kullanılan en yaygın yarı-rijit bariyer tipi, Şekil 78’de görülebilecek W kırıslıdır. Bir taşıt vurduğunda deforme olabilen beton modüler bariyerler de yarı-rijit bariyerler olarak dikkate alınır.



Şekil 78: Tipik W-kırıslı orta refüj yerleştirmesi [A.40]

9.3.3 Esnek Bariyerler

Esnek bariyerlerin tipik örnekleri tel bariyerler ve güvenlik çitleridir. Esnek bariyerler taşıtlarda en düşük seviyede hasara yol açarlar ve diğer tüm bariyer çeşitlerine kıyasla, taşıt sakinlerini en az yaralama riskine sahiptirler. Esnek bariyerlerin temel dezavantajı, 3 metreye kadar saptırma yapabildikleri için arkalarında geniş alan gerektirmeleridir. Dahası, güvenli yeniden yönlendirme performansı gösterilebilmesi için sapma alanındaki dolgu yeterince düz olmalıdır. Tıpkı yarı rijit bariyerler gibi esnek bariyerler de, bariyerden saptırılmış bir taşıtın peşi sıra diğer taşıt ya da engelle çarpışma kazalarına neden olabilir.

9.3.4 Geçici Güvenlik Bariyerleri

Geçici bariyerler çoğunlukla inşaat alanlarında trafiğe karşı kalkan yapmak için kullanılır ve bu yüzden sınırlı bir ömre sahiptirler. Çelik, beton ve son zamanlarda sıklıkla plastik polimerden yapılmaktadırlar. Geçici bariyer ile daimi bariyerler arasında başlıca farklardan biri ankrajdır. Çalışma alanları hem mekân hem de süre bakımından sınırlı oldukları için geçici bariyerler tek olarak yerleştirilmelidir. Bu nedenle daimi bariyerler gibi yol altyapısına entegre edilemezler ki bu da geçici bariyer ile daimi bariyer arasındaki ikinci farkı doğurur. Yani bu iki farklı bariyer tipinin sağladığı koruma düzeyi aynı değildir. Yine de, çalışma alanındaki güvenlik esas olarak diğer faktörler tarafından belirlenir. Birincisi, bu mevkilerde bariyerlere çarpma ihtimali baştan azalsın diye hız daha düşüktür (mesela dayatılan hız limitleri). İkincisi, bir ya da daha fazla şerit genellikle kapatılır ve bu da daha dikkatli sürüş davranışları sağlar.



Şekil 79: Yaygın geçici güvenlik bariyerleri (Kaynak: [A.40], [A.54])

9.3.5 Motosikletliler İçin Bariyer Sistemi (Under-riders)

Çelik güvenlik bariyerleri, motosikletlilerin yaralanma hatta ölme olasılığını artırır. Problem, motosikletliler çarptıklarında motorun darbe şiddetini azaltacak bir bölge olmamasıdır ve motosikletliler çoğunlukla bir kaza esnasında motorlarından düşerler. Motosiklet sürücüsünün pasif koruma sistemine doğru savrulurken bariyer dikmelerine çarpması başlıca yaralanma faktörüdür. Diğer risk kaynakları alt kenar ve üst kenarın yanı sıra çok alçak montaj yüksekliğidir.

Motosikletlilerin bariyerin arkasına savrulup oradaki tehlikeli bir eleman (örneğin ağaç ya da dik yamaç) ile çarpılabilecek olması bir diğer problemdir. 'Motosikletliler için bariyer sistemi (Under-riders)' olarak adlandırılan güvenlik iyileştirmeleri, bariyerin alt kısmına monte edilir ve motosikletlinin savrulurken bariyerden geçmesini engellemenin yanı sıra dikme ve keskin köşelere karşı kalkan görevi üstlenir [A.38].



Şekil 80: Sürekli yüzeye olanak sağlayan motosikletliler için bariyer sistemi örnekleri (Kaynak:[A.38])

Bir güvenlik bariyerine uygulanmış motosikletliler için herhangi bir bariyer sistemi, bariyerin tutumunu değiştirecektir. Özel koşullar altında, motosikletliler için bariyer sistemleri koruma sisteminin güvenlik sonuçlarını baştan sona değiştirebilirler. Bu sebeple, motosikletliler için bariyer sistemine sahip tüm bariyerlerin, (mümkünse) EN 1317-8 standardı ile ya da ulusal standart ile (İtalya, İspanya vs. gibi) uygunluk testi yapılmalıdır.

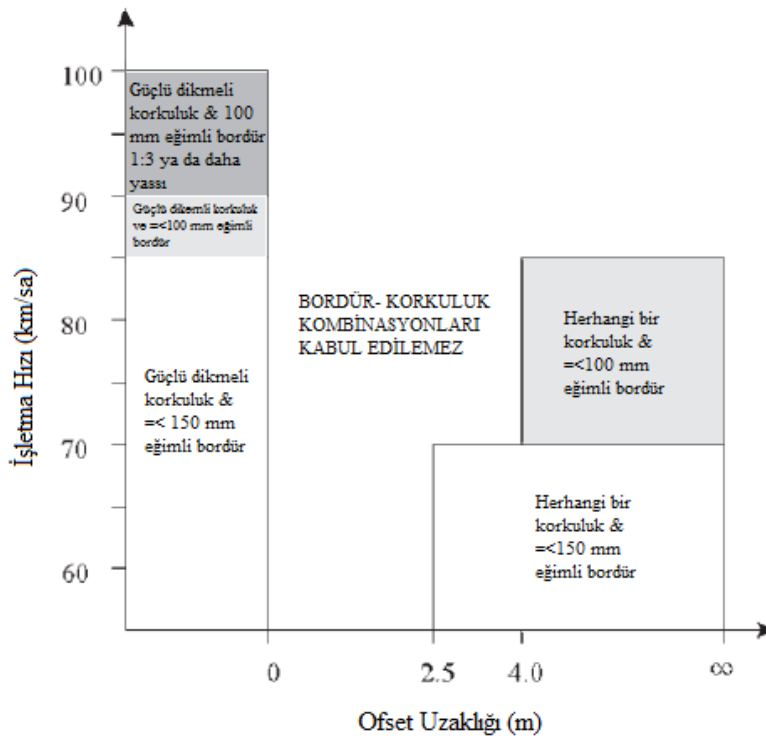
9.3.6 Bordür-Bariyer Kombinasyonları

Kaldırımların bariyerlerle birlikte kullanımı için kılavuzların yanı sıra bordür-bariyer kombinasyonlarının güvenliğini ele alan araştırma sonuçları da bu rapor kapsamında incelenmiştir. Genellikle, bariyerlerin bordürlerle birlikte kullanılması uygun değildir. Bariyer yerleştirmek yerine, temiz alanların herhangi yol kenarı engellerinden arındırılmış olması tavsiye edilir. Bariyer-bordür kombinasyonunun elverişsiz tasarlanması, taşıtların bariyerin

altından ya da üstünden geçmesiyle sonuçlanabilir. Yol kenarı güvenliğinin geliştirilmesi için aşağıdaki özellikler ve bu özelliklerin karşılıklı dayanışması göz önünde bulundurulmalıdır:

- Bordür yüksekliği
- Bordür şekil ya da eğimi
- Bordür bariyere doğru sapma mesafesi
- Bariyer tipi
- Bariyer yüksekliği

[A.46]'ya göre; yol tasarımcıları bordürün yanında bariyer kullanacakları zaman en fazla 100 mm yükseklikle bordürleri hesaba katmalıdırlar. Bordür eğimi 1: 3 (düşey: yatay) oranında ya da daha düz olmalıdır. Eğer yol işletme hızı saatte 60 km'den fazla ise kaldırımların ardına yerleştirilen bariyerlerin konumu kaldırıma 2,5 metreden daha yakın olmamalıdır. Bu asgari uzaklığa, bariyerle çarpışmada sıçrama olmaksızın taşıtın devam etmesinin gerekli olduğu noktada taşıt süspansiyonunun sapma öncesi haline geri dönmesine müsaade etmek için gerek duyulur. Bununla beraber, bazı Avrupa ülkelerinde (mesela Avusturya), bordürün bariyerin altına yerleştirilmesi yaygındır; yani bordür, bariyer yüzeyi ile aynı düzlemde olacak seviyededir. Şekil 81'de, bordür bariyer kombinasyonları için bir tasarım grafiği resmedilmiştir. Birçok yol kenarı tasarım kılavuzu bordür ile kombinasyonlarda rijit bariyer kullanılmamasını tavsiye eder.



Şekil 81: İşletim hızı ve sapma mesafesi uyarınca bordür-bariyer kombinasyonları [A.46]

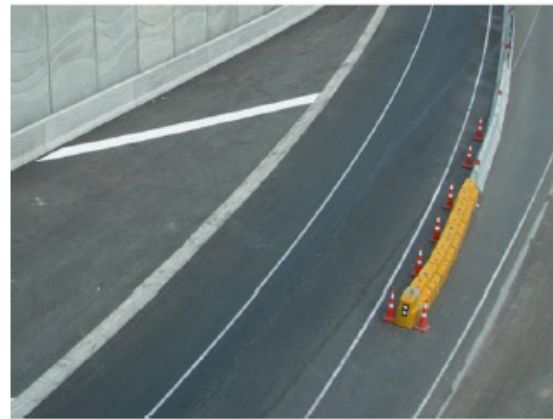
9.3.7 Çarpma Yastıkları

Çarpma yastıkları, nokta engellerle çarpışmalarda sonuçları hafifletici pasif koruma sistemleridir. Bariyer geçişlerinin ve sonlandırıcılarının korunması, bu önlem alınarak sağlanabilir. İhtiyaca göre genellikle bütün yönlerden koruma sağlamalıdır. Yalnızca güvenlik bariyerinin imkan dahilinde olmadığı ya da uygun kurulum yapılamadığı durumlarda çarpma yastıkları kullanılmalıdır.

Çarpma yastıkları kullanılan emme metoduna göre aşağıdaki gibi ayrılabilirler:

- Çelik kablolarla birleştirilmiş, içine tuz, su ya da köpük doldurulmuş torbalarla ağırlaştırılmış çoklu plastik kutular;
- Sentetik fiberden yapılmış, içinde genleşmiş kil dolu çanak parçalar bulunun birbirine bağlantılı ve ışıklı çelik sivri uçlara karşı meyilli çuval donanımlar;
- Kayan çelik kanatlarla korunan ve çelik kablolarla bağlanmış valfli (supaplı) tüpler.

Yaygın çarpma yastığı örnekleri Şekil 82’de resmedilmiştir.



Şekil 82: Çarpma yastığı örnekleri (Kaynak:[A.2] ve [A.51])

Çarpma yastıkları konumlandırılırken birçok faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Çarpma yastıkları düz bir yüzeye ya da eğimi %5’ten fazla olmayan yüzeylere yerleştirilmelidir. Yüzey kaplamalı, ziftli ya da beton olmalı ve çarpma yastıklarının yakınlarında bordür olmamalıdır. Yönelme açısı, tasarım hızına ya da yolun alinymanına bağlıdır.

10. İleri Dönem Araştırma Gereksinimlerinin Saptanması

Birçok ülkede, temiz alan (güvenlik alanı olarak da bilinir) sağlamak için başlıca strateji; hatalı sürücülerin taşıtlarının kontrolünü yeniden kazanması ve şeride geri dönmesine yahut durmasına olanak sağlayacak şekilde engellerden arındırılmış belirli bir genişlik oluşturmaktır. Temiz alanlar özellikle yeni bir yol için planlama aşamasında dikkate alınmalıdır. Temiz alanlar engellerden arındırılmış, düz ve hafif eğimli zeminler olmalıdırlar.

Bitki örtüsünün kontrol edilmesi ya da en aza indirgenmesi için, yol idarecileri, yol kenarı bitki örtüsü yönetim programı geliştirmeleri yönünde teşvik edilmiştir.

Temiz alan genişliğinin, tayin edilen hızın, şevin ve trafik hacminin bir fonksiyonu olarak dikkate alınması tavsiye edilmektedir. Bununla birlikte, bazı kılavuzlar hesaplamalarına kurp yarıçaplarını da dahil ederler. Amerikan Eyalet Karayolu ve Ulaştırma Görevlileri Birliği (AASHTO) Yol Kenarı Tasarım Kılavuzu temiz alan genişliği tarifi için bir hesaplama metodu sunmuştur. Bu, dünya çapında en yaygın kullanılan hesaplama metodudur. Temiz alan banket genişliğini de kapsar ama banket genişlikleri ve bunların yüzey özelliklerine ilişkin birçok ulusal standart bulunmaktadır. Sınırlı şiddet bölgesi (banketin ardındaki alan) olarak adlandırılan kısma ilişkin standart yoksunluğu mevcuttur.

Taşıtların engellerle çarpışmasını engellemek için son seçenek bu engellere yol pasif koruma sistemleri kullanarak kalkan yapmaktır. Yol pasif koruma sistemleri için detaylı gereksinimler (EN) 1317 Avrupa standardında mevcuttur. Yine de, bu standart özel durumlarda hangi yol pasif koruma sisteminin kullanılması gerektiğine ilişkin tavsiyede bulunmaz. Buna, RISER dokümanları gibi özel kılavuzlarda değinilmiştir. Buna rağmen, şu sıralar uygun yol pasif koruma sistemi seçiminde kullanılacak tek tip Avrupa kurallarında yoksunluk vardır. Güvenlik bariyerlerinin ve diğer pasif koruma sistemlerinin kullanımı genellikle, tasarımcıların uymak zorunda olduğu ulusal düzenleme ve standartlara tabidir.

İleri dönem Avrupa tek tip kılavuzları, ayrıca bordür F-bariyer kombinasyonlarının yanı sıra güvenli motosiklet pasif koruma sistemleri için de tavsiyeler içermelidir. Bu başlıklara ilişkin standartlar şimdilerde gelişim halindedir.

Bir yolu affeden yapmak için çok sayıda olası iyileştirme, bu sistemler sayesinde yol güvenliğini arttırmada büyük potansiyel göstermektedir. Uyumlaştırma, yol idarecilerine ve otoritelerine güvenli yol planlamaya yönelik karar alırken yardımcı olacaktır. Yaygın yol planlama prosedürleriyle birlikte mevcut yollarda Yol Güvenliği Teftişleri (Road Safety Inspections-RSI) ve yeni yapılacak yollar için Yol Güvenliği Kontrolleri (Road Safety Audit-RSA) için üzerine özel görüşler içermelidir.

EK A : Kaynaklar

Bilimsel raporlar ve araştırma makaleleri

[A.1] P. Waugh. Forgiving Roadsides – A Way Forward. Paper presented in Road Safety: Gearing up for the future. Perth, WA, August 2001

[A.2] RISER consortium. D06: European Best Practice for Roadside Design: Guidelines for Roadside Infrastructure on New and Existing Roads. RISER deliverable, February 2006

[A.3] RISER consortium. D05: Summary of European Design Guidelines for roadside infrastructure. RISER deliverable, February 2005

[A.4] G. Dupre and O. Bisson. Recovery zone. RISER Seminar on Safer Roadside Engineering. Budapest, Hungary, 30 November 2005

[A.5] S. Matena et al. Road Design and Environment – Best practice on Self-explaining and Forgiving Roads. RIPCORD-ISEREST deliverable D3, 2005

[A.6] L. Herrstedt. Self-explaining and Forgiving Roads – Speed management in rural areas. Paper presented at the ARRB Conference, October 2006

[A.7] Roads and Traffic Authority NSW. Fatal Roadside Object Study in Road Environment Safety Update 20. New South Wales, Australia, March 2004

[A.8] N.J. Bratton and K.L. Wolf. Trees and Roadside Safety in U.S. Urban Settings. In Proceedings of the 84th Annual Meeting of the Transportation Research Board. Washington D.C., USA, January 2005

[A.9] K.K. Mak and R.L. Mason. Accident Analysis – Breakaway and Non-Breakaway Poles Including Sign and Light Standards Along Highways. FHWA, August 1980

[A.10] FEMA. Final report of the Motorcyclists & Crash Barriers Project. Belgium

- [A.11] J.C. Stutts and W.W. Hunter. Injuries to Pedestrians and Bicyclists: An Analysis Based on Hospital Emergency Department Data. FHWA, Washington D.C., USA, 1999
- [A.12] R. Elvik and T. Vaa. The Handbook of Road Safety Measures. Emerald Group Pub Norway, 2004
- [A.13] L. Rens. Brief Overview and Latest Developments concerning EN Standards on Road Restraint Systems. Technical seminar on concrete safety barriers in Brussels, June 2009
- [A.14] N. Stamatiadis, J. Pigman. Impact of Shoulder Width and Median Width on Safety. In NCHRP Report 633. Washington D.C., USA, 2009
- [A.15] G. Camomilla. Una rivoluzione necessaria: la trasformazione dei bordi laterali stradali 'Le Strade' Magazine 7-8-2008
- [A.16] AITEC. Cemento e sicurezza; impieghi stradali CD. December 2006
- [A.17] R. Thomson, J. Valtonen. Vehicle Impacts in V Ditches. In Transportation Research Record 1797. Pages 82–88. 2002
- [A.18] Marko Kelkka. Safety of roadside area. Analysis of full-scale crash tests and simulations.
Finnish Road Administration, Central Administration. Finnra reports 10/2009, 161 p. +app. 5 p. ISSN 1459-1553, ISBN 978-952-221-142-2, TIEH 3201124E-v, Helsinki 2009
Standards and guidelines
- [A.19] AASHTO. Roadside Design Guide. 3rd edition, March 2002
- [A.20] Alberta Ministry of Infrastructure and Transportation. Roadside Design Guide. Alberta, Canada, November 2007
- [A.21] T.R. Neuman et al. Volume 3: A Guide for Addressing Collisions with Trees in Hazardous locations. NCHRP Report 500. Washington D.C., USA, 2003
- [A.22] Transportation Research Board. Safe and Aesthetic Design of Urban Roadside Treatments. In NCHRP Report 612. Washington D.C., USA, 2008

[A.23] Government of Western Australia. Main Roads Western Australia Assessment Of Roadside Hazards. Technology and Environment Directorate. Western Australia, May 2007

[A.24] R.W. Eck and H.W. McGee. Vegetation Control for Safety, A Guide for Local Highway and Street Maintenance Personnel. Federal Highway Administration (FHWA). U.S. Department of Transportation, August 2008

[A.25] W.J. Fitzgerald. W-Beam Guardrail Repair: A Guide for Highway and Street Maintenance Personnel. Federal Highway Administration (FHWA). U.S. Department of Transportation, November 2008

[A.26] H.W. McGee and D. Nabors and T. Baughman. Maintenance of Drainage Features for Safety, A Guide for Local Street and Highway Maintenance Personnel. U.S. Department of Transportation, July 2009

[A.27] L. Patte et al. Handling lateral obstacles on main roads in open country. Sétra Guidelines. November 2002. Translated August 2007

[A.28] EN 12767, Passive Safety of support structures for road equipment – Requirements and test methods

[A.29] EN 1317-1, Road restraint systems - Part 1: Terminology and general criteria for test Methods

[A.30] EN 1317-2, Road restraint systems - Part 2: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for safety barriers including vehicle parapets

[A.31] ENV 1317-4, Road restraint systems _ Part 4: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for terminals and transitions of safety barriers; prEN 1317-4, Road restraint systems – Part 4: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for transitions of safety barriers (under preparation: this document will supersede ENV 1317-4 for the clauses concerning transitions)

[A.32] EN 1317-5, Road restraint systems – Part 5: Product requirements and evaluation of conformity for vehicle restraint systems

[A.33] EN 1317-7, Road restraint systems – Part 7: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for terminals of safety barriers (under preparation: this document will supersede ENV 1317-4 for the clauses concerning terminals)

[A.34] Văgar och Gators Utforming (VGU). Road and Street Design. 2004

[A.35] U.S. Department of Transportation. Roadside improvements for local roads and streets.

Federal highway administration, USA, October 1986

[A.36] EN 1317-8, Road restraint systems - Part 8: Motorcycle road restraint systems which reduce the impact severity of motorcyclist collisions with safety barriers (under preparation)

[A.37] EN 1317-3, Road restraint systems - Part 3: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for crash cushions

[A.38] FGSV. Merkblatt zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken (MVMot) R2. Ausgabe 2007, Germany

[A.39] RVS 03.03.31 Querschnittselemente Freilandstraßen, 2005, Austria

[A.40] Tasmania Department of Infrastructure, Energy and Resource. Road Hazard Management Guide, 2004

[A.41] EN 1317-6, Road restraint systems – Pedestrian restraint systems _ Part 6: Pedestrian Parapet (under preparation)

[A.42] AASHTO. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (5th Edition). 2004

[A.43] Belgian median barrier on National Roads

[A.44] ANAS - Linee guida per le protezioni di sicurezza passiva Ed. 2010

[A.45] B.A.S.T. Road Safety Equipment and Steel Barrier Systems

[A.46] Transportation Research Board. Recommended Guidelines for Curb and Curb-Barrier Installations. In NCHRP Report 537. Washington D.C., USA, 2005

[A.47] UNI TR 11370 'Dispositivi stradali di sicurezza per motociclisti - Classi di prestazioni, modalità di prova e criteri di accettazione'

Web kaynakları

[A.48] Insurance Institute for Highway Safety. Fatality Facts 2008, Roadside hazards. Taken from http://www.iihs.org/research/fatality_facts_2008/roadsidehazards.html, visited on 25/02/2010

[A.49] <http://www.car-accidents.com/guardrail-accidents.htm>, visited on 03/03/2010

[A.50] Wikipedia. Runaway truck ramp. Taken from http://en.wikipedia.org/wiki/Runaway_truck_ramp, visited on 19/07/2010

[A.51] CSP Pacific. Taken from www.csppacific.co.nz, visited on 21/07/2010

[A.52] Texas Department of Transportation. Highway Illumination Manual. Taken from http://onlinemanuals.txdot.gov/txdotmanuals/hwi/manual_notice.htm, visited on 21/07/10

[A.53] Metropolitan Forestry Consultants, Inc. <http://www.metroforestry.com/resources/RoadsideTrees1.jpg>, visited on 09/08/2010

[A.54] http://intermountain.construction.com/images/2009/07_indNews_PlasticBarriers.jpg, visited on 09/08/2010

EK B: Sözlük

Köprü kenar ayağı - Abutment

Genellikle dolguya tutturulan köprü tabliyesinin veya tünelin uç dikmesidir.

Durdurucu tabaka - Arrester bed

Yoldan çıkan araçları yavaşlatmak ve durdurmak amacıyla özel bir malzeme ile doldurulmuş, genellikle uzun tehlikeli iniş eğimlerine yerleştirilen yola bitişik arazidir.

Yatık şev (bkz. hendek) - Blackslope (see ditch)

Yol platformunun kenarının karşısına, hendeğin alt bölümünün ötesine yerleştirilen, hendek ile bağlantılı şevdir.

Kaya kütleli - Boulder

Genellikle yerinden kopmuş, zemin yüzeyinde yer alan veya yol kenarındaki toprağa gömülü halde bulunan büyük yuvarlanmış kaya kitlesidir.

Kırılabilir direk - Breakaway support

Aracın çarpması durumunda, eğilmek veya kırılmak üzere tasarlanan bir işaret, trafik sinyali veya lambalı direktir.

Taşıt yolu - Carriageway

Taşıt yolunun tanımı ülkeden ülkeye kısmen farklılık göstermektedir. Taşıt yolunun kenarı “kenar çizgisi” ile kenar çizgisinin olmaması durumunda da kaplama alanının kenarı ile işaretlenir.

KDTV direği - CCTV masts

Trafik denetimi yapılması amacıyla kapalı devre televizyon kamerasının yerleştirildiği direk.

Orta refüj - Central reserve

Bölünmüş yolun taşıt yollarını ayıran alan.

Açıklık - Clearance

Bariyerin ön tarafı (yola en yakın kenarı) ile yola bakan nesnenin kenarı arasındaki engelsiz yatay genişlik.

Açık alan/güvenlik alanı - Clear zone/safety sone

Tehlikelerden temizlenmiş taşıt yolunun kenarından başlayan alan. Bu alan, 'banket, düzeltilebilir şev, düzeltilemez şev ve/veya temiz kaçış (çıkış yolu) alanından herhangi birini veya bunların kombinasyonunu içerebilir. Açık alan için öngörülen genişlik, trafik hacmi, hızı ve yol kenarının geometrisine bağlıdır.

Kontrol altına alınan araç - Contained vehicle

Yol pasif koruma sistemleri ile temas eden ve güvenlik sisteminin sınırlarının ötesine geçmeyen araçtır.

Koruma düzeyi - Containment level

Yol pasif koruma sistemlerinin araçlara yönelik sağladığı standart koruma düzeyinin tanımıdır.

Çarpma yastığı - Crash cushion

Çarpan bir aracın tutulması ve yönlendirilmesi ('yönlendiren çarpma yastığı') veya tutulması ve yakalanması ('yönlendirmeyen çarpma yastığı') amacıyla rijit bir nesnenin önüne yerleştirilen bir araç enerji sönmleme donanımıdır (yol pasif koruma sistemleri).

Menfez - Culvert

Suyolunun yönlendirilmesi amacıyla kullanılan bir yapıdır. Beton, çelik veya plastikten yapılabilir.

Menfez ucu - Culvert end

Genellikle, beton, çelik veya plastikten yapılan kanal veya suyolunun sonudur.

Yarma Şevi - Cut slope

Bir yolun, yol seviyesinden yukarı doğru eğim veren bir tepe boyunca kazılması durumunda oluşan toprak dolgudur.

Tasarım hızı - Design speed

Beklenen araç hızını dikkate alarak, projesi yapılan yeni bir yolun tasarımını belirleyen, yol için tasarlanan hızdır.

Dağılmış tehlikeler - Distributed hazards

‘Sürekli tehlikeler’ olarak da bilinen dağılmış tehlikeler, dolgu, şev, hendek, sarp kayalık tüneli, istinat duvarı, mevcut standartları karşılamayan güvenlik bariyerleri, orman ve sık aralıklı ağaçlar gibi yol boyunca uzanan tehlikeleri ifade eder.

Hendek - Ditch

Hendekler, yola paralel şekilde yer alan drenaj yapılarıdır. Kazılmış hendekler, banket şevi (yol ile hendek dibi arasında yer alan) ve yatık şev (hendek dibinin gerisinde yer alan) ile ayırt edilmektedir.

Bölünmüş Yol - Divided roadway

Trafiğin fiziksel bir şekilde orta refüj ve/veya yol tutma sistemi ile ayrıldığı yoldur. Her bir yöndeki seyahat şeridinin sayısı dikkate alınmaz. Bakınız, ayrıca ‘bölünmüş yol’.

Drenaj kanalı - Drainage gully

Yoldan sızan suyun toplanması amacıyla kullanılan bir yapıdır.

Asfalt kenarı kalınlığı - Drop-off

Kaplanmış yüzeyin kenarındaki zemin seviyesinin üzerine çıkan asfaltın düşey kalınlığıdır.



Çift yönlü yol - Dual carriageway

Trafiğin orta refüj ve/veya yol tutma sistemi ile fiziksel olarak ayrıldığı, her bir yönde de iki veya daha fazla sayıda seyahat şeridinin yer aldığı bölünmüş yoldur. Ayrıca bkz. ‘bölünmüş yol’.

Kenar çizgisi - Edge line

Taşıt yolunun kenarına veya (eğer mevcutsa) taşıt yolunun yanındaki 'bankete uygulanan yol işaretlemesidir.

Dolgu - Embankment

Yarma (yukarı) şev ve dolgu (aşağı) şevleri (bkz. 'yarma şevi' ve 'dolgu şevi') dahil olmak üzere, bütün eğimli yol kenarları için kullanılan genel terimdir.

Yoldan çıkma - Encroachment

Aracın taşıt yolundan çıkarak yol kenarına girmesini ifade etmek amacıyla kullanılan terimdir.

Enerji sönmüleyen yapılar - Energy absorbing structures

Aracın çarpması durumunda, aracın hızını ve çarpmanın şiddetini azaltmak amacıyla enerji sönmüleyen eden herhangi bir yapı tipidir.

Dolgu şevi - Fill Slope

Genellikle yol platformunda aşağı eğimli olan yol yatağını oluşturmak amacıyla ekstra malzeme toplandığında meydana getirilen toprak dolgudur.

Banket şevi (bkz. hendek) - Foreslope (see ditch)

Banket şevi, hendeğin bir bölümüdür ve hendeğin alt bölümünden önceki yol platformunun gerisindeki eğimi ifade eder.

Affeden yol kenarı – Forgiving Roadside

Affedici yol kenarı, yoldan çıkmalı kazaların sonuçlarını hafifleterek, kazalar nedeniyle meydana gelecek ölüm ve ağır yaralanma vakalarının sayısının azaltılmasını amaçlar.

Kırılabilir yapı - Frangible

Çarpma sonucunda kolaylıkla kırılan bir yapıdır (bkz. Ayrıca 'kırılabilir direk').

Otokorkuluk - Guardrail

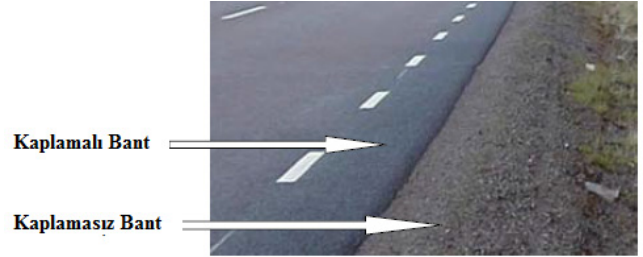
Oto korkuluk, metal dikme ve raylı güvenlik bariyerine verilen diğer bir isimdir.

Kaplamalı banket - Hard/paved shoulder

Taşıt yolunun kenarında yer alan asfalt veya beton yüzeydir. Banket mevcut olduğunda, kaplamalı banket ona bitişik bir şekilde yer alır. Aksi takdirde, banket hemen taşıt yoluna bağlanır. Banketin kaplama yüzeyi, koşulları ve sürtünme özelliklerinin taşıt yolundakilerinin ki kadar iyi olması gerekmektedir.

Kaplamalı Bant - Hard strip

Banket, genellikle 1 metreden daha geniş olmayan, platformun dıştaki seyahat şeridine bitişik olan kısımdır. Taşıt yolu ile aynı malzemeden yapılır ve ana yapılaş amaçları kenar çizgisi için yer sağlamak ve seyahat şeritlerine yan destek sağlamaktır.



Karayolu - Highway

Karayolu, uzun mesafeli trafiğe yönelik yoldur. Dolayısıyla, otoyol veya kent dışı yol olarak da adlandırılabilir.

Yatay alınyman - Horizontal alignment

Yolun yatay bir düzlemdeki özellikle orta çizgisinin projeksiyonudur.

Çarpma açısı - Impact angle

Boylamasına güvenlik bariyeri için çarpma açısı, bariyerin ön yüzünün tanjantı ile çarpma anında aracın boyuna ekseninin tanjantı arasındaki açıdır. Çarpma yastığı için ise, çarpma yastığının simetri eksenini ile çarpma anında aracın boyuna ekseninin tanjantı arasındaki açıdır.

Çarpma sönümleyici - Impact attenuators

Aracın sabit bir nesneye çarpma şiddetini azaltmaya yardımcı olan yol kenarı (pasif güvenlik) donanımıdır. Çarpma sönümleyiciler, enerjiyi sönümleyerek ve enerjiyi diğer araçlara aktararak aracı yavaşlatır. Çarpma yastığı ve durdurucu tabaka çarpma sönümleyiciler arasında yer almaktadır.

Bordür (ABD: kaldırım taşı) - Kerb (US: curb)

Farklı yüzey alanlarını ayırmak amacıyla ve fiziksel sınır belirleme veya kapsama amacıyla düzenlenen bir ünitedir.

Şerit çizgisi - Lane line

Birden fazla seyahat şeridi olan taşıt yollarında, seyahat şeritleri arasındaki yol işaretlemesine 'şerit çizgisi' adı verilmektedir.

Gerekli uzunluk - Length of Need

İlgili alanın korunması için gerekli olan boyuna güvenlik bariyerinin toplam uzunluğudur.

Sınırlı çarpma şiddeti alanı - Limited severity zone

Taşıtın yoldan çıkması durumunda, çarpma şiddetini en aza indirmek amacıyla kurtarma alanının gerisinde yer alan engelsiz alandır.

Refüj - Median

Bakınız 'orta refüj'.

Otoyol - Motorways

Herhangi bir binaya veya mülke erişim sağlamayan ve sadece motorlu taşıtlara yönelik bölünmüş taşıt yoludur. Otoyollarda, giriş ve çıkışlarda sadece köprülülük kavşaklara izin verilir.

Yakın kenar - Nearside

Yolun seyahat şeridine en yakın olan bölümdür (refüj değildir). Sağ ve sol taraftaki trafik altyapısı konusu müzakere edilirken kullanılan bir terimdir.

Kaplamasız yüzey - Non-paved surface

Asfalt, sathi veya beton kaplama olmayan yüzey tipidir (örn., çakıl, toprak, vb.).

Uzak kenar - Offside

Karşı yöndeki trafik veya refüje en yakın olan yol kenarıdır. Sağ ve sol taraftaki trafik altyapısı konusu müzakere edilirken kullanılan bir terimdir.

Üstgeçit - Overpass

Yaklaşımları da dahil olmak üzere, bir yolun diğer bir yolun üzerinden (veya bir engelin) geçmesine imkan tanıyan yapıdır.

Kaplamalı banket - Paved shoulder

Bakınız 'kaplanmış banket'.

Yaya engelleme sistemi - Pedestrian restraint system

Yayaları korumak üzere yerleştirilen ve ‘yol pasif koruma sistemi’ altındaki koruma sistemleri içerisinde sınıflandırılan sistemdir.

Orta ayak (köprü) - Pier

Köprünün orta kısmında yer alan dikmedir.

Nokta tehlike - Point hazard

Ağaç, köprü ayağı, aydınlatma direği elektrik ve telefon direği ve işaret direği gibi isabet aldığı devrilebilen yol kenarındaki dar elemandır.

Kurtarma alanı - Recovery zone

Yoldan çıkan araçlar için kurtarma manevralarına olanak sağlayan seyahat şeridinin yanındaki alandır.

Yola geri dönen araç - Rebounded vehicle

Yol pasif koruma sistemine çarparak ana yola geri dönen araçtır.

İstinat duvarı - Retaining wall

Yan basıncı özellikle toprak kütlelerinin ilerlemesini önlemek amacıyla inşa edilen duvardır.

Yol pasif koruma sistemi – Road restraint system

Yolda araçlar ve yayalar için kullanılan koruma sistemlerini ifade etmek için kullanılan terimdir (EN 1317).

Yol donanımı - Road equipment

Yolun işlenmesi ile ilgili olarak yol kenarına yerleştirilen yapıları ifade eden terimdir.

Yol döşemesi - Road furniture

Bakınız 'yol donanımı'.

Yol kenarı - Roadside

Yolun ötesinde kalan alandır.

Yol kenarı tehlikeleri - Roadside hazards

Yol kenarı tehlikeleri, normal yolundan sapan aracı tehlikeye düşüren sabit nesneler veya yapılardır. Sürekli, anlık, doğal veya yapay olabilirler. Bu tehlikeler ile ilişkilendirilen riskler, aracın devrilmesi veya yuvarlanması gibi olasılıkları içermektedir.

Yol platformu - Roadway

Yol platformu, taşıt yolunu ve eğer mevcutsa banketleri de içerir.

Kaya yüzeyli yarma - Rock face cuttings

Kaya yüzeyli yarma, kayalık yüzeyler veya tepeler boyunca yapılan yollar için oluşturulur.



Sarsma bandı (banket sarsma bandı) - Rumble strip (shoulder rumble strip)

Yol kullanıcılarına sesli ve/veya dokunsal uyarı vermek amacıyla tasarlanan düşük dikey profilli termo-plastik veya oluklu enine işaretlemelerdir. Sarsma bantları genellikle kaplamalı banketlere ve taşıt yolundaki seyahat şeritlerinin yanına yerleştirilir. Yoldan çıkmalı kazaları önlemek veya sonuçlarını hafifletmek amacıyla uygulanırlar.

Kırsal yollar - Rural roads

Otoyollar hariç olmak üzere, kentsel alanların dışında kalan bütün yollardır.

Güvenlik bariyeri - Safety barrier

Yolun yanına veya orta refüje yerleştirilen bir araç koruma sistemidir.

Güvenlik bölgesi - Safety zone

Bakınız 'temiz alan'.

Kendini ifade eden yollar - Self-explaining road

“Kendini ifade eden yol kavramı tasarımına göre tasarlanmış yollardır. Kavram, bazı tasarım elemanları veya donanımına sahip yolların yol kullanıcıları tarafından kolaylıkla anlaşılabilmesi ve yorumlanabilmesi düşüncesine dayalıdır. Kendini ifade eden yol kullanıcılarının seyahat ettikleri yolun özelliğini açık bir şekilde anlamalarına ve dolayısıyla belirli yol ve trafik koşullarını tahmin ederek davranışlarını buna göre adapte edebilmelerini sağlar (Ripcord-Iserest, Report D3, 2008).

Geri çekme - Set-back

Yol platformu ile yol kenarındaki nesne arasındaki yanıl mesafedir.

Banket - Shoulder

Yol platformunun, taşıt yolu ile (veya eğer mevcutsa banket), çim şeridi arasındaki bölümüdür. Banketler kaplamalı (bkz. kaplamalı banket) veya kaplamasız (bkz. kaplamasız banket) şeklinde olabilirler.

Not: Banketler bazı ülkelerde acil durum şeridi olarak kullanılabilir, söz konusu ülkelerde ayrı bir taşıt yoluna sahip yollar, acil durumda kullanılacak kaplamalı banketi de kapsar.

Tek yönlü taşıt yolu - Single carriageway

Bakınız 'bölünmemiş yol'.

Şev - Slope

Dolgular için kullanılan genel bir terimdir. Ayrıca, bölgenin oran veya yüzde olarak belirtilen nispi diklik seviyesini ölçüsü olarak da kullanılabilir. Şevler negatif (banket şevi) veya pozitif (yatık şev) ve trafiğin yönüne göre paralel veya çapraz şevler olarak da kategorize edilebilirler.

Kaplamasız bant - Soft strip

Yol platformunun gerisine (genellikle, banketin gerisine) yol kenarına yerleştirilen dar çakıl şerit yüzeyidir.

Kaplamasız banket - Unpaved shoulder

Düşük banket, taşıt yolunun veya banketin (eğer mevcutsa) hemen yanındaki çakıl yüzeydir. Bazı ülkelerde, kaplamalı banketlere alternatif olarak kullanılır.

Sonlandırıcı (bariyer) - Termination (barrier)

Terminal olarak da bilinen güvenlik bariyerinin uç noktasıdır. Enerji sönümleyen bir yapı olabilir veya aracı bariyerin gerisine gitmesine engel olmak üzere tasarlanabilir.

Geçiş - Transition

Farklı tasarım ve/veya performans seviyesinin iki güvenlik bariyerini bağlayan araç tutma sistemidir.

Seyahat/trafik şeridi - Travel/Traffic lane

Araçların seyahat ettiği yol platform/taşıt yolu bölümüdür.

İyileştirme - Treatment

Yol kenarında yer alan bir özelliği veya tehlikeyi iyileştirmek amacıyla oluşturulan özel bir stratejidir.

Altgeçit - Underpass

Yaklaşımları da dahil olmak üzere, bir yolun diğer bir yolun (veya bir engelin) altından geçmesine imkan tanıyan yapıdır.

Motosikletler için bariyer sistemi - Under-rider

Motorlu iki tekerlekli (PWT) araçların çarpma şiddetini azaltmak amacıyla yol pasif koruma sistemine yerleştirilen motosiklet koruma sistemidir.

Bölünmemiş Yol - Undivided roadway

Taşıt yolu olarak da bilinen fiziksel ayırıcının olmadığı yol.

Kaplamasız banket - Unpaved shoulder

Bakınız 'düşük banket'.

Taşıt korkuluğu (köprülerde) - Vehicle parapet (on bridges)

Savrulan bir aracın köprü yapısını geçmesini önlemeyi amaçlayan boyuna güvenlik bariyeridir. Çelik veya betondan imal edilebilir.

Taşıt engelleme sistemi - Vehicle restraint system

Bir aracın seyahat ettiği şeridin dışındaki nesnelere çarpmasını önlemek amacıyla kullanılan bir donanımdır. Bu sisteme, güvenlik bariyeri, çarpma yastığı vb. donanımlar örnek olarak gösterilebilir. Bu sistemler 'yol pasif koruma sistemi' altındaki koruma sistemleri grubu olarak sınıflandırılırlar.

Çim şeridi - Verge

Bankete bitişik olan kaplamasız düzey bandıdır. Ayırma bandının ana amacı drenajdır. Bazı durumlarda, hafif şekilde çimlendirilebilir. Ayrıca, ayırma bandının üzerine genellikle güvenlik bariyeri ve trafik işaretleri gibi yol donanımı da yerleştirilir.



Düşey alıymman - Vertical alignment

Yolun düşey düzlemdeki geometrik tanımıdır.



La Grande Arche, Sud 19^e

FR – 92055 PARIS – LA DEFENSE

Tel: + 33 (0) 1 40 81 36 87 Fax: + 33 (0) 1 40 81 99 16