

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ

METROBÜS GÜZERGAHINDA KULLANILAN HALATLI
OTOKORKULUKLARIN İNCELENMESİ VE ALTERNATİF
SİSTEMLERİN GÜVENLİK DAYANIMININ
BELİRLENMESİ

YÜKSEK LISANS TEZİ

OKTAY MUTLU

Danışman: Prof. Dr. Mustafa İLİCALI

İstanbul, 2010

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi

Tezin Başlığı : Metrobüs Güzergahında Kullanılan Halatlı
Otokorkulukların İncelenmesi Ve Alternatif Sistemlerin
Güvenlik Dayanımının Belirlenmesi
Öğrencinin Adı Soyadı : Oktay MUTLU
Tez Savunma Tarihi :

Bu yüksek lisans tezi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Yrd. Doç. Dr. F. Tunç BOZBURA
Enstitü Müdür Vekili

Bu tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Tez Sınav Jürisi Üyeleri

Prof. Dr. Mustafa ILICALI (Tez Danışmanı) :
Prof. Dr. Cüneyt ARSLAN :
Öğr. Gör. Dr. Nilgün CAMKESEN :

T.C.
BAHÇEŞEHİR UNIVERSITY
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Urban Systems and Transport Management

Title of the Master's Thesis : Evaluation of Cable Barrier Applications at
Metrobus Line and Safety Assessment of Alternative
Systems
Name/Last Name of the Student : Oktay MUTLU
Date of Thesis Defense :

The thesis has been approved by the Graduate School of Natural and Applied Sciences.

Yrd. Doç. Dr. F. Tunç BOZBURA
Acting Director

This is to certify that we have read this thesis and that we find it fully adequate in scope, quality and content, as a thesis for the degree of Master of Science.

Tez Sınav Jürisi Üyeleri

Prof. Dr. Mustafa ILICALI (Tez Danışmanı) :
Prof. Dr. Cüneyt ARSLAN :
Prof. Dr. Ali Osman ATAHAN :

TEŐEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli bilgi, gürüő ve desteğini benden esirgemeyen, her türlü zorlukta yanımda olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Mustafa ILICALI'ya ve bölüm hocalarımdan Prof. Dr. Cüneyt ARSLAN, Öğr. Gör. Dr. Nilgün CAMKESEN ile Mustafa Kemal Üniversitesi Öğretim görevlisi Prof. Dr. Ali Osman ATAHAN'a ayrıca bana Yüksek Lisans olanağını sunan İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne teşekkürü bir borç bilir, hayatımın her anında varlık ve sevgileri ile bana güç veren; maddi, manevi desteklerini benden bir an olsun esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

METROBÜS GÜZERGAHINDA KULLANILAN HALATLI OTOKORKULUKLARIN İNCELENMESİ VE ALTERANTİF SİSTEMLERİN GÜVENLİK DAYANIMININ BELİRLENMESİ

MUTLU Oktay

KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ

Prof. Dr. Mustafa ILICALI

Bu çalışmada ülkemiz karayollarının teknik yapısı, fiziki durumu ve yakın çevresi itibariyle kritik görülen kesimlerine, sürücülere güven vermesi ve meydana gelebilecek trafik kazalarının sonuçlarını hafifletmesi bakımından yol kenarı güvenliği elemanlarının (otokorkulukların) herhangi bir sebeple yoldan çıkma eğilimindeki araçları tutarak tekrar yol içerisine güvenli bir şekilde yönlendirmesi gerektiği üzere otokorkuluk tasarımları incelenerek mevcut metrobüs güzergahındaki otokorkuluk sistemi incelenmiştir.

Otokorkuluklar günümüzde yolkenarı güvenliğini sağlamak için çok yaygın olarak kullanılan koruyuculardır. Otokorkuluklar çok değişik şekil ve ebatla imal edilebildiği gibi inşaatında çelik, ahşap, beton ve benzeri malzemeler kullanılabilir. Otokorkuluklar, araç çarpmaları durumunda cinsine ve sınıfına göre esneyerek veya esnemenen çarpan aracı güvenli bir şekilde yol içerisinde tutabilme ve aynı zamanda can ve mal kaybına engel olma prensibine göre dizayn edilmektedir. Literatürde otokorkuluklara çarpan araçların otokorkuluğu kopartması, altından veya üstünden geçmesi, çarparak takla atması, otokorkuluk rayının aracın içerisine saplanması, aracın otokorkuluğun rampa etkisiyle havalanması gibi istenmeyen davranışlarda bulunabildiği görülmektedir. Tüm bu istenmeyen davranışlar, hatalı otokorkuluk tipi kullanımı, yanlış tasarım seçimi ve tam anlaşılmayan otokorkuluk davranış özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmada ülkemizde kullanılan otokorkuluk tipleri ve yol güvenliği problemlerinin neler olduğu belirlenerek, İstanbul metrobüs güzergahı otokorkuluk sistemleri ile ilgili çarpma sırasında meydana gelebilecek tehlikeler özetlenmiştir. Son olarak halatlı

otokorkuluklara alternatif olarak elik ve beton otokorkulukların kullanılabileceği yapılan bilgisayar simülasyonlarıyla belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yol güvenliği, metrobüs güzergahı, otokorkuluklar, elik halat otokorkuluk, beton otokorkuluk, LS-DYNA Simülasyon.

ABSTRACT

EVALUATION OF CABLE BARRIER APPLICATIONS AT METROBUS LINE AND SAFETY ASSESMENT OF ALTERNATIVE SİSTEMS

MUTLU Oktay

Urban Systems and Transportation Assesment

Prof. Dr. Mustafa ILICALI

In this study, our country's highways technical structure, physical condition and immediate surroundings as the critical common segments, the drive to inspire confidence and may occur in traffic accidents, the results easier terms of roadside safety elements (car railing of) for any reason obliquity tend vehicles holding back way into the secure Railing design should redirect to the existing Metrobus routes will be examined and investigated the barrier system.

Nowadays auto roadside guardrails to ensure safety are widely used as a preservative. Car fenders can be manufactured in many different shapes and sizes, such as construction steel, wood, concrete and similar materials can be used. Car fenders, car crash if they yawn or stretch depending on the type and class from the road in the multiplier to keep the vehicle safely and also prevent loss of life and property have been designed according to the principle. In the literature, auto guardrail crashes into cars car rail cut also reflects under or over pass, hit a rollover, auto guardrail rail car into the handle of the vehicle's auto-railing of the ramp, with the effect ventilation, such as unwanted behavior in can be seen. All this unwanted behavior, use of incorrect type of car handrails, guardrails car is not fully understood the wrong design choice and is a result of the behavior characteristics.

In this study, we used auto guardrail types and road safety problems, what is determined, Istanbul Metrobus route auto guardrail systems with crash occur during the coming danger summary. Performance of alternative steel and concrete safety barriers are investigated using computer simulations.

Keywords: Road safety, Metrobus routes, car guardrails, wire rope barrier, concrete barrier, LS-DYNA Simulation.

İÇİNDEKİLER

TABLolar.....	viii
ŞEKİLLER.....	ix
KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KARAYOLU GÜVENLİĞİ VE BARIYER SİSTEMLERİNİN ÖNEMİ.....	2
3. YOLKENARI ELEMANLARININ TASARIM ESASLARI.....	8
3.1. Yolkenarı Topografyası ve Geometrisi.....	9
3.2. Dolgu ve yarma şevleri.....	9
3.3. Yolkenarı Hendek Kanalları Drenaj Yapıları.....	10
3.4. Trafik İşaret Levhaları, Aydınlatma Direkleri Ve Mesnetleri.....	10
3.5. Otokorkuluklar.....	10
3.5.1. Otokorkuluk Tipleri.....	12
3.5.1.1. Çelik Raylı Otokorkuluk Tipleri.....	13
3.5.1.2. Çelik Halatlı Otokorkuluk Tipleri.....	14
3.5.1.3. Beton Otokorkuluk Tipleri.....	14
3.5.1.3.1. Çift Taraflı Beton Otokorkuluk.....	15
3.5.1.3.2. Tek Taraflı Beton Otokorkuluk.....	15
3.5.1.3.3. Seyyar Çelik Otokorkuluk.....	16
3.5.1.3.4. Çarpma Amortisörleri.....	16
4. İSTANBUL GENELİ YOLLARDA KULLANILAN OTOKORKULUK SİSTEMLERİ.....	17
4.1. Mevcut Durum.....	17
4.2. İstanbul Metrobüs Sistemi ve Otokorkulukları.....	17
4.2.1. Metrobüs Güzergahı Çelik Halatlı Otokorkulukların Dizaynı.....	22
4.2.1.1. Otokorkulukların Montaj Yüksekliği.....	22
4.2.1.2. Otokorkulukların Dikme Mesafesi.....	23
5. METROBÜS GÜZERGAHINDA MEYDANA GELEN KAZALAR.....	24
6. TESPİT EDİLEN OLUMSUZLUKLAR.....	36
7. ALTERNATİF OTOKORKULUK SİSTEMLERİNİN BİLGİSAYAR PROGRAMLARI KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ.....	41

7.1. Bilgisayar Programı LS-DYNA ve Özellikleri.....	41
7.2. Alternatif Çelik Raylı Otokorkuluk Sistemin Analizi.....	43
7.3. Alternatif Beton Otokorkuluk Sistemin Analizi.....	47
8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKÇA.....	54

TABLÖLAR

Tablo 2.1 :	İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflaması 1. düzeye göre, taşıt türleri ve motorlu kara taşıtları sayısı.....	3
Tablo 2.2 :	Ulaşım yollarına göre kaza sayısı ve sonuçları	3
Tablo 2.3 :	Oluş şekillerine göre ölümlü ve yaralanmalı kazalar (2007 yılı)	5
Tablo 2.4 :	Türkiye virajlarındaki trafik kazaları (korkuluklu ve korkuluksuz)	6
Tablo 4.1 :	Metrobüs güzergahına ait genel bilgiler	18
Tablo 5.1 :	Metrobüs güzergahına ait otokorkuluk dikme onarım miktarları.....	35
Tablo 6.1 :	Capacity metrobüs teknik özellikleri	38

ŞEKİLLER

Şekil 3.1 :	Çelik Raylı Otokorkuluk Tipleri.....	13
Şekil 3.2 :	Çelik Halatlı Otokorkuluk Tipleri.....	14
Şekil 3.3 :	Beton Otokorkuluk Tipleri	15
Şekil 4.1 :	Metrobüs güzergahından bir bölüm	18
Şekil 4.2 :	1. Etap Avcılar-Topkapı güzergahı.....	19
Şekil 4.3 :	2. Etap Topkapı-Zincirlikuyu güzergahı	19
Şekil 4.4 :	4. Etap Avcılar-Beylikdüzü güzergahı (Planlanan)	19
Şekil 4.5 :	3. Etap Zincirlikuyu-Söğütluçeşme güzergahı (kırmızı hat)	20
	5. Etap Harem-Kozyatağı güzergahı (Mavi hat) (Planlanan)	
Şekil 4.6 :	Metrobüs hattı çelik halat montaj detayları	22
Şekil 4.7 :	Refüj genişliği; G: Otokorkuluk genişliği.....	23
Şekil 5.1 :	30 Nisan 2008 tarihli kaza	24
Şekil 5.2 :	22 Ocak 2009 tarihli kaza	25
Şekil 5.3 :	04 Mayıs 2009 tarihli kaza.....	25
Şekil 5.4 :	04 Haziran 2009 tarihli kaza	26
Şekil 5.5 :	10 Kasım 2009 tarihli kaza	27
Şekil 5.6 :	9 Ocak 2010 tarihli kaza	28
Şekil 5.7 :	27 Nisan 2010 tarihli kaza	28
Şekil 5.8 :	13 Mayıs 2010 tarihli kaza	29
Şekil 5.9:	03 Temmuz 2010 tarihli kaza.....	30
Şekil 5.10:	09 Ağustos 2010 tarihli kaza.....	31
Şekil 5.11:	Kazalara bağlı otokorkuluk onarım haritası.....	33
Şekil 5.12:	Topkapı-Bahçelievler arası otokorkuluk onarım haritası...	34
Şekil 5.13:	Bahçelievler-Florya arası otokorkuluk onarım haritası.....	34
Şekil 5.14:	Florya-Avcılar arası otokorkuluk onarım haritası.....	34
Şekil 6.1 :	Tek yönlü ve Çift yönlü çelik halatlı bariyer sistemleri	36
Şekil 6.2 :	D-100 karayolu ve metrobüs hattı görünümü	37
Şekil 6.3 :	D-100 karayolu ve metrobüs hattı en kesiti	37
Şekil 6.4:	Yağışlı havalarda metrobüs yolunda meydana gelen göllenmeler.....	40
Şekil 7.1:	Ağır Hizmet Tipi Otokorkuluk Sistemi detay en kesiti.....	43

Şekil 7.2:	Ağır Hizmet Tipi Otokorkuluk Sistemi tasarımı (D-100 yönü).....	44
Şekil 7.3:	Ağır Hizmet Tipi Otokorkuluk Sistemi tasarımı (Metrobüs yönü)	44
Şekil 7.4:	Ağır Hizmet Tipi otokorkuluğun 900 kg'lık araç ile çarpma testi...	45
Şekil 7.5:	Ağır Hizmet Tipi otokorkuluğun 10 ton'luk kamyon ile çarpma testi...	45
Şekil 7.6:	Ağır Hizmet Tipi otokorkuluğun 30 ton'luk kamyon ile çarpma testi...	45
Şekil 7.7:	Ağır Hizmet Tipi otokorkuluğun 30 ton'luk kamyon ile çarpma testi...	46
Şekil 7.8:	New Jersey Beton Otokorkuluğun 30 ton'luk kamyon ile çarpma testi.	48
Şekil 8.1:	Çift yönlü new jersey tipi otokorkuluk sistemi.....	49
Şekil 8.2:	3N çelik raylı otokorkuluk sistemi.....	50
Şekil 8.3:	Ağır Hizmet Tipi çelik raylı otokorkuluk sistemi.....	51
Şekil 8.4:	Tek ve Çift taraflı New jersey tipi beton otokorkuluk sistemi.....	51

KISALTMALAR

İETT	: İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel
EGM	: Emniyet Genel Müdürlüğü
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü
İBBS	: İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflaması
B.O.	: Basit otokorkuluk
B.M.O.	: Basit mesafeli otokorkuluk
Ç.O.	: Çift otokorkuluk
Ç.M.O.	: Çift mesafeli otokorkuluk
DGD	: Dikme Gömülme Derinliği
FEMB	: Sonlu Elemanlar Metoduna Uygun Modelleme Yapan Program
AASHTO	: Amerikan Eyalet Karayolu ve Ulaştırma Birimleri Topluluğu
GÇD	: Gerçek Çarpışma Deneyi
LS-DYNA	: Livermore Software Şirketinin Dyna Adlı Programı

1. GİRİŞ

Türkiye'deki yollarda her gün yaklaşık 25 kişi ölmekte ve 500'den fazla kişi de yaralanmaktadır. Yaralananlardan bazıları ömürleri boyunca sakat kalmaktadır. Bu durum bu kişilerin yaşamlarının önemli bir bölümünün tamamen veya kısmen yok olması anlamını taşımaktadır. Ulaşım yollarına göre kaza sayısı ve sonuçları incelendiğinde yol güvenliği konusunun vahameti daha net anlaşılmaktadır.

Ulaşım yollarına göre kaza oluşu karayolunda en yüksek değerlerdedir. Karayolu ulaşımında 2001 yılında meydana gelen 442.960 kazada 4.386 kişi ölmüş ve 116.203 kişi ise yaralanmıştır. 2005 yılında bu rakam 620.789 kaza sayısına yükselmiş ve bu kazalarda 4.505 kişi hayatını kaybederken, 154.086 kişi ise yaralanmıştır. Son olarak 2009 yılında meydana gelen kaza sayısı 1.034.435 olup, bu kazalarda 4.300 kişi ölmüş, 200.405 kişi ise yaralanmıştır.

Trafik güvenliğini esas alarak karayolunun güvenli olarak tasarlanmasının yanı sıra yollarda alınacak birtakım güvenlik tedbirleri ile gerek kaza sayısı gerekse kaza şiddeti önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Bu amaçla; yol kenarı elemanlarının tasarımı ve mevcut yol geometrik özelliklerinin iyileştirilmesi gibi yol güvenlik tedbirleri göz önünde tutularak yol güvenliğinin artırılmasına çalışılmalıdır.

Karayollarında meydana gelen kazaların şiddetini hafifleterek ölü ve yaralı sayısını azaltmak için yol yapım standartlarının dikkatlice uygulanması ve yol kenarı güvenlik elemanlarının (otokorkulukların) doğru ve standardına uygun seçilmesi gerekmektedir. Yanlış seçilmiş bir yol kenarı bariyerlerinin maksadı tersinde tesir edeceği unutulmamalıdır. Bu bağlamda karayolu otokorkuluk tipleri, tasarım esasları ve buna bağlı olarak yakın geçmişte meydana gelen İstanbul Metrobüs güzergahındaki kazaların irdelenmesi ve bariyer sistemlerinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

2. KARAYOLU GÜVENLİĞİ VE BARİYER SİSTEMLERİNİN ÖNEMİ

Türkiye’de kara ulaşımında karayolları önemli bir paya sahiptir. Türkiye İstatistik Kurumu tarafından hazırlanan raporda 2007 yılında Türkiye’de trafiğe kayıtlı 13 022 945 adet taşıt vardır. Türkiye’de en fazla taşıt, 2.570.559 adet ile İstanbul’da yer almaktadır.

İstanbul, motorlu taşıt sayısı bakımından dünyadaki sayılı şehirlerdendir. Taşıt sayısının bu kadar fazla olması beraberinde trafik yoğunluğunu ve kaza riskini arttırmaktadır. İstanbul’da 2005-2006-2007 yılları arasında toplam 965114 yeni araç İstanbul trafiğine dâhil olmuştur. Teknolojinin ilerlemesine paralel olarak yeni araçlarda kullanılan motor sistemleri araç hızlarının artmasını sağlamış, ama bunun yanında sürücü hatalarından kaynaklanan kazaların artmasına da neden olmuştur.

Türkiye’deki şehirlerarası yollar, modern, iyi donatılmış ve bakımlı otoyollardan eski ve iyi şekilde bakım yapılmayan tali yollara kadar büyük değişiklikler göstermektedir. Trafik güvenliği açısından gözlemlenen başlıca eksiklikler şöyledir:

- Kavşaklar her zaman güvenli değildir, alanlar genellikle çok geniştir, şeritler çok geniştir ve kesişen yollar arasındaki açılar çok küçüktür.
- Yol kenarındaki alanlar, genellikle çok güvensizdir. Dik ve yüksek şevler, taş veya beton kaplı kanallar, kayalıklar ve yola yakın tehlikeli nesnelere (örneğin aydınlatma direkleri ve ağaçlar) bulunmaktadır. Bazı gerekli bölümlerde otokorkuluklar bulunmamaktadır. Bir çok orta refüjde tehlikeli direkler bulunmaktadır ve otokorkuluk yerleştirilmemiştir. Şekil değiştirebilen ve enerjiyi emen destekler kullanılmamıştır.
- Kent geçişleri, genellikle trafik güvenliği açısından kusurludur. Çok fazla hız yapılmasına imkan vermektedirler ve korunmasız yol kullanıcıları için sadece sınırlı önlemler alınmıştır (örneğin kaldırımlar ve yaya geçitleri).
- Köprülerden önce nadiren otokorkuluklar bulunmaktadır. Bu, kontrolden çıkan araçların doğrudan köprü korkuluklarının bitiş noktasına çarpabilecekleri anlamını taşımaktadır.

- Yatay işaretler (kenar, orta çizgi ve şerit) ve düşey işaretler otoyollarda sürekli bulunurken, devlet ve il yollarında 12 ay süreklilik sağlanamamaktadır.
- Bazı mahallerde, yol yüzeyi sürtünmesi, özellikle yağışlarda düşüktür.
- Yol ekipmanına bazı kesimlerde yeterli bakım yapılmamaktadır (işaretler, levhalar ve otokorkuluklar).

Tablo 2.1: İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflaması 1. düzeye göre, taşıt türleri ve motorlu kara taşıtları sayısı

İBBS 1. Düzey	Toplam	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet	Özel amaçlı taşıtlar	Traktör
Türkiye									
2005	11.145.826	5.772.745	338.539	163.390	1.475.057	676.929	1.441.066	30.333	1.247.767
2006	12.227.393	6.140.992	357.523	175.949	1.695.624	709.535	1.822.831	34.260	1.290.679
2007	13.022.945	6.472.156	372.601	189.128	1.890.459	729.202	2.003.492	38.573	1.327.334
2008	13.765.395	6.796.629	383.548	199.934	2.066.007	744.217	2.181.383	35.100	1.358.577
2009	14.316.700	7.093.964	384.053	201.033	2.204.951	727.302	2.303.261	34.104	1.368.032
İstanbul									
2005	2.261.356	1.590.283	60.674	43.241	349.990	114.077	75.873	8.734	18.484
2006	2.430.560	1.657.320	62.282	46.307	400.420	122.941	109.827	8.906	22.557
2007	2.570.559	1.711.773	63.816	49.640	447.530	130.790	129.819	9.136	28.055
2008	2.685.756	1.758.745	65.119	52.454	488.684	133.692	151.524	6.884	28.654
2009	2.721.203	1.775.335	61.764	52.216	507.067	128.528	164.021	6.167	26.105

Kaynak: Türkiye için Ulusal Trafik Güvenliği Programı 25/130 Aralık 2001 Ana Rapor

Tablo 2.2: Ulaşım yollarına göre kaza sayısı ve sonuçları

	A. Kaza Sayısı		B. Ölü sayısı				C. Yaralı sayısı			
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Karayolu										
A	442.960	439.777	455.637	537.352	620.789	728.755	825.561	950.120	1.034.435	
B	4.386	4.093	3.946	4.427	4.505	4.633	5.007	4.236	4.300	
C	116.203	116.412	118.214	136.437	154.086	169.080	189.057	184.468	200.405	
Denizyolu										
A	147	102	115	151	147	116	117	206	-	
B	25	21	15	22	24	8	18	10	-	
C	5	2	4	4	-	-	3	8	-	
Demiryolu										
A	636	478	556	555	523	455	394	386	-	
B	165	129	162	218	153	101	108	111	-	
C	385	326	299	467	273	246	204	247	-	
Havayolu										
A	9	9	10	1	7	10	11	2	-	
B	-	2	151	1	2	1	60	3	-	

C	5	4	6	3	-	4	3	1	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Kaynak: Türkiye için Ulusal Trafik Güvenliği Programı 25/130 Aralık 2001 Ana Rapor
Son 10 yılda (2000-2009) Türkiye de EGM'nin yayımladığı resmi raporlara göre, trafik kazalarında 45.188 kişi ölmüş ve 1.519.737 kişi yaralanmıştır. Olay yeri sonrası yaralananların 30 gün takibi yapılmadığından daha sonra ölenlerin sayısı istatistiklere yansımamaktadır. Bunlarında toplamı yaklaşık birebirdir. Yani gerçek ölüm rakamı 90.376 dır. Yıllık ortalama 9.000 kişi, günlük ortalama 25 kişi trafik kazalarında ölmekte ve 416 kişide yaralanmaktadır. Yaralıların % 15 geçici sakatlık, % 5'de daimi sakatlıkla hayatlarını devam ettirmektedirler. Maddi kayıplarımızın boyutu 2008 yılına göre 1.112.560.490,00 TL'dir. Kaybolan zaman ve katma değerde bu hesabın içinde yoktur. Türkiyedeki araç sayısı 2009 yılı itibariyle 14.316.700 ve sürücü sayısı 20.460.000 dir. Araç artış sayısı yıllık ortalama % 4-6 sürücü sayısı ise % 6-9 arasında değişmektedir.

Taşıt yolları için teknik veriler incelendikten sonra sürücü ve yolcuların güvenliği için en uygun güvenlik önlemleri uygulamaya konulmalıdır. Bu önlemlerden en önemlisi bariyer sistemleridir. Otokorkuluk sistemleri, herhangi bir trafik kazasında araçların yoldan sapmasını, daha tehlikeli alanlara (köprü, uçurum, yaya alanları, ters istikamet vb.) kaçmasını engellemek için kullanılmaktadır. Bunun yanında yolları birbirinden ayırmak ve yol rehberi olarak ta kullanılır.

Karayolu tasarımı, yol ve yol yapılarının tasarımı ile birlikte karayolu güvenlik alternatiflerinin değerlendirilmesini ve geliştirilmesini de kapsar. Bir karayolu yapısının güvenlik standardı temel olarak, mevcut kaynakların kullanımındaki imkan ve önceliklere bağlıdır.

Yapım, iyileştirme ve onarım projelerinin tasarım ve yapımında gerekli standartlar uygulanarak yeterli yol geometrileri ve güvenliği sağlanabilir. Onarım ve iyileştirme projelerinin sınırlı alanları nedeniyle, tüm standartların uygulanması mümkün olmayabilir. Bu durumda tasarımcı, düşük standarttaki yol özelliklerini belirlemeli ve onların karayolu güvenliği üzerindeki potansiyel etkilerini analiz etmelidir.

Karayolu tasarımında yol güvenliğinin sağlanabilmesi için, aşağıda belirtilen olumsuzluklardan kaçınılmalıdır.

- Proje hızında ani değişikliklerden
- Farklı yol kesit tipleri arasındaki kısa geçişlerden
- Büyük yarıçaplı kurplar serisi sonunda küçük yarıçaplı bir kurp konulmasından
- Yetersiz görüş mesafesine sahip yol ve kavşaklardan.

Karayolları güzergahında tehlike yaratan fakat uzaklaştırılamayan engellerin etkileri otokorkuluk tesisleri ile azaltılmaya çalışılmaktadır. Trafik kazalarının sonuçlarının hafifletilmesi ve sürücü beklentilerinin karşılanması için karayollarının kritik kesimlerine zorunlu standartlara uygun olarak otokorkuluk monte edilmesi gerekmektedir. Otokorkuluk monte etmeden önce tehlike yaratabilecek yerlerde yapısal değişiklik yapılması veya tehlike yaratabilecek bir engelin bertaraf edilmesi suretiyle daha iyi bir şekilde savunma sağlanıp sağlanamayacağı kontrol edilmelidir.

Bir taşıt yoldan ayrıldığında, taşıtın yörüngesi üzerinde veya yakınındaki herhangi bir nesne, kazanın şiddetine katkıda bulunabilmektedir. Yol kenarı tasarımı, istemeyerek yol platformundan çıkan sürücülerin karşılaşacağı sonuçların etkisini en aza indirmek amacıyla yapılacağından, tasarımcı uygun proje standart ve kriterlerini seçerken, tasarım hızının sürücüler tarafından geçilebileceğinin büyük olasılık taşıdığını düşünmelidir. Bu nedenle tasarım hızını ve standartlarını buna göre seçmelidir.

Tablo 2.3. Oluş şekillerine göre ölümlü ve yaralanmalı kazalar (2007 yılı)

Kaza Oluş Şekli	KAZALAR					
	Şehir içi	%	Şehir dışı	%	Toplam	%
Çarpışma	27.496	40,30	5.852	21,37	33.348	34,88
Yayaya çarpma	16.106	23,61	1.246	4,55	17.352	18,15
Arkadan çarpma	6.376	9,35	3.369	12,30	9.745	10,19
Sabit cisme çarpma	5.954	8,73	2.160	7,89	8.114	8,49
Devrilme	4.523	6,63	5.745	20,97	10.268	10,74
Yoldan çıkma	4.133	6,06	8.070	29,46	12.203	12,76
Duran araca çarpma	2.762	4,05	490	1,79	3.252	3,40
Araçtan düşen insan	529	0,78	105	0,38	634	0,66
Hayvana çarpma	232	0,34	283	1,03	515	0,54
Araçtan düşen cisim	110	0,15	72	0,26	182	0,19
Toplam	68.221	100	27.392	100	95.613	100

(Kaynak: K.G.M. <http://www.kgm.gov.tr>)

Tablo 2.4. Türkiye virajlarındaki trafik kazaları (korkuluklu ve korkuluksuz)

YILLAR	Ölümlü kaza sayısı	ŞEHİR İÇİ			ŞEHİR DIŞI		
		Korkuluklu sert viraj	Korkuluksuz sert viraj	Yoldan çıkma	Korkuluklu sert viraj	Korkuluksuz sert viraj	Yoldan çıkma
2000	65.289	200	552	3.727	443	879	7.445
2001	55.160	173	539	3.436	386	678	5.953
2002	54.746	178	499	3.370	392	637	5.867
2003	56.193	198	460	2.373	390	609	4.479
2004	63.593	202	514	3.284	472	683	6.828
2005	72.194	241	602	3.933	575	800	7.665
2006	79.177	326	700	4.347	639	765	8.554
2007	86.947	410	835	4.865	670	817	9.105
2008	84.619	584	929	4.351	641	751	7.864
2009 (ilk 6 ay)	41.604	310	416	2.097	385	427	3.833

(Kaynak: K.G.M. <http://www.kgm.gov.tr>)

Günümüzde yolcu güvenliğini sağlamaya yönelik olarak, dünya karayollarının büyük çoğunluğunda, koruyucu (yol kenarları, virajlar, köprüler, alt geçitler) ve ayırıcı (anayol-tali yol ayrımları, otoyol gişeleri önleri) korkuluklar kullanılmaktadır. Yol kenarı güvenlik sistemleri, hem düşük maliyetli hem de yüksek performanslı olacak şekilde tasarlanmalarına rağmen gene de ölümcül veya ciddi yaralanmalara yol açan kazaların olmaya devam etmesi, güvenliğini artırıcı önlemlerin yoğunlaştırılması gerektiğine işaret etmektedir. Türkiye’de ve dünyada genellikle kullanılan otokorkuluklar belli başlı iki cinstir: esnek çelik sistemler ve beton otokorkuluklar. Esnek çelik sistemler, daha çok küçük yolcu taşıtları için elverişli koruma sağlarken, beton bariyerler, yük taşıtları için uygundur. Ancak her iki sistem de motosiklet vb. küçük araçlar için yeterli korumayı sağlayamamaktadır.

Gelişen teknolojiye paralel olarak büyüyen otomotiv sektörü ve artan nüfusa bağlı olarak artan sürücü sayısı da göz önünde alındığında yol güvenliğinin artırılması için her geçen gün yeni malzemelere ve yeni tasarım sistemlere olan ihtiyaç kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Yeni tasarım sistemlerde; üstün güvenlik, yüksek performans, uzun ömür, kolay kurulum ve bakım, düşük maliyet, vb. gibi kriterler, aranan özellikler arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Dünyanın gelişmiş ülkelerinde kullanımı giderek yaygınlaşan

“enerji sönümleyici” otokorkulukların, trafik kazalarında meydana gelen can ve mal kayıplarını azaltıcı etkileri yapılan araştırmalar doğrultusunda kanıtlanmıştır. Karayollarında hâlihazırda kullanılan korkulukların, gelişmiş ülkelerde tercih edilen ve uygulanan yeni tasarımlar ışığında modernizasyonunun sağlanması ve böylece, korkulukların dahil olduğu trafik kazalarında, araçların, hızlarına paralel olarak artan kinetik enerjilerinin, geliştirilmiş “enerji-sönümleyici” tasarıma sahip korkuluklar tarafından emilimi (absorbsiyonu) ve bu suretle de, kazaların hem yolcu hem de araç açısından mümkün olan en az zayıyla sonuçlanması mümkün olacaktır.

3. YOLKENARI ELEMANLARININ TASARIM ESASLARI

Yol dışına çıkan taşıtların tekrar yola dönebilmesinin sağlanması, geri dönebilmesi mümkün olmayan hallerde, taşıtların yol dışına çıkmasının engellenmesi, bunun da sağlanamadığı durumlarda ise, yol dışına çıkan taşıtların sabit bir nesneye çarpmasının önlenmesi veya kaza şiddetinin azaltılması, vb. bir takım önlemler, yolkenarı elemanlarının tasarım esaslarını oluşturmaktadır.

Affedebilen yolkenarı; taşıtın yoldan ayrılma nedenini düşünmeksizin, yol kenarının kapsadığı alanın, çarpışmaya neden olacak sabit nesnelere arınmış ve devrilmeye neden olmayacak, düze yakın bir eğimde olmasını amaçlar. Taşıtların yoldan çıkmasına izin verebildiği gibi, böyle bir durumun yaratacağı ciddi sonuçları da azaltacak bir yol kenarı tasarımını destekler. Bu da kaza riskini ve şiddetini azaltır. Yol kenarındaki engelleri azaltmak ve temizlemek için uygulaması gereken tasarım seçenekleri aşağıda gibi olmalıdır.

- Engeli tanımlayarak ortadan kaldır
- Engeli güvenle geçilebilir şekilde tekrar tasarla
- Engeli güvenlik açısından daha uygun pozisyonda bulunacağı bir noktaya taşıyarak yerleştir
- Uygun bir oynak-kırılabilir sistem kullanarak çarpma şiddetini düşür
- Çarpan taşıtları tekrar yola yönlendirmek için tasarlanmış otokorkuluk veya çarpma yastıkları ile engeli siperle

Yukarıdaki alternatiflerin uygulanamadığı durumlarda engel hakkında sürücüler uyarılmalıdır. Yol kenarı elemanları:

- Yolkenarı topografyası ve geometrisi
- Dolgu ve yarma şevleri
- Yolkenarı hendek kanalları ve drenaj yapıları
- Trafik işaret levhaları, aydınlatma direkleri ve mesnetleri

- Otokorkuluklar olarak ele alınıp yol güvenliğini artıracak şekilde tasarımları yapılmalıdır.

3.1. Yolkenarı Topografyası ve Geometrisi

Engelsiz yolkenarı banket iç kenarı ile kamulaştırma sınırları arasında kalan bölge olup yol dışına çıkan taşıtların güvenliğini sağlamak yani tekrar yola dönebilmesi veya devrilmesinin ya da bir nesneye çarpmasının engellenmesi ile kaza şiddetini en aza indirmek amacıyla düzenlenmektedir. Bu nedenle engelsiz yolkenarı bölgesi, yol dışına çıkan taşıtların;

- Tehlikeli sabit nesnelere çarpmasını önlemek
- Güvenle hareket edebilmesini ve tekrar yola dönebilmesini sağlamak amacıyla tüm yol boyunca sağlanmaya çalışılmalıdır.

3.2. Dolgu ve yarma şevleri

Kavşaklardaki yan dolgu şevleri anayoldaki trafik akımları için yolkenarı engeli teşkil etmektedir. Bu nedenle yan yol bağlantı kesimlerindeki yol dolgu şevleri mümkün olduğunca yatık yapılmalıdır. Yol kenarı drenaj yapıları yol güvenliğini tehlikeye sokmayacak şekilde tasarlanmalıdır. Engelsiz bölge içinde kalan yarma şevleri otokorkuluk ile siperlenerek yol dışına çıkan araçların korunması sağlanmalıdır. Yol eksenine dik olarak yapılmış drenaj hendeklerinin eğimi mümkün olduğunca azaltılarak, yol dışına çıkan taşıtların güvenliği sağlanmalıdır. Eğer bu şevler yeterince düşük eğimle yapılabilirse, yol dışına çıkan taşıtların devrilmeden tekrar yola dönebilmektir.

Yol güvenliği için dolgu ve hendek şevlerinin aşağıda belirtilen değerlerde olmasına azami gayret sarf edilmelidir. Dolgu şevlerinin 4:1 veya daha yatık olması halinde yoldan çıkan taşıtların tekrar yola dönebilmesi veya şev dışında devrilmeden emniyetli durabilmesi mümkün olabileceğinden, yol güvenliği sağlanabilecektir. Dolgu şevinin 3:1 ila 4:1 arasında olması yol güvenliği açısından kritik iken, 3:1'den daha dik şevlerde yoldan çıkan taşıtların yola dönebilmesi mümkün olmadığı gibi, devrilme riskinin çok yüksek olması nedeniyle yol güvenliği azalacaktır. Dik, pürüzlü ve kayalık yarma şevleri ise otokorkuluk ile siperlenmelidir.

3.3. Yolkenarı Hendek Kanalları Drenaj Yapıları

Etkin bir drenaj sistemi, karayolu ve caddelerin projelendirmesinde en kritik elemanlardan birisidir. Drenaj yapıları, yol kenarı çevresine vereceği etkiler düşünülerek tasarlanmalıdır. Yolkenarı hendek kanallarından başka kaldırım bordürleri, paralel ve enine menfezler ile ızgaraların tasarımı hidrolik performansla ilave olarak yol güvenliğini de sağlamalıdır. Bu konuda dikkat edilmesi gereken hususlar şunlar olmalıdır:

- Kullanım dışı kalan hidrolik sanat yapıları kaldırılmalıdır.
- Sanat yapıları taşıtlara en az zarar verecek ve geçilebilir şekilde tasarlanmalıdır.
- Sanat yapısı etkin bir şekilde tasarlanmıyor ve yerleştirilemiyor veya uygun olmayan bir yerleşimde bulunuyor ise, uygun bir otokorkuluk sistemi ile muhafaza edilmelidir.
- Geçilebilir bir yol kenarındaki drenaj yapısı güvenliği olumsuz etkileyebileceğinden otokorkuluk ile siperlenmelidir.

3.4. Trafik İşaret Levhaları, Aydınlatma Direkleri Ve Mesnetleri

Güvenlik yönünden engelsiz ve geçilebilir bir yol kenarı arzulanmasına karşın, yol platformunun kenarına trafik düşey işaret levhaları, yol aydınlatma ve sinyalizasyon direkleri, demiryolu ikazları, telefon ve elektrik direkleri vb. hizmet araçlarının tesis edilmesi zorunluluğu vardır. Oynak-kırılabilir mesnet, trafik işaret levhalarında ve sinyalizasyon direklerinde kullanılmak üzere tasarlanan, taşıt çarpması anında rijit bir mesnet dayanımı göstermeyerek mafsaldan kırılmışçasına hareketlenen ve böylece çarpan taşıtın daha az zarar görmesini sağlayan bir sistemdir. Genel olarak oynak kırılabilir mesnetler tasarım hızının orta üzeri ve yüksek olduğu kentiçi ve devlet yollarında düşünülmelidir.

3.5. Otokorkuluklar

Otokorkuluk, kazaların sonuçlarını mümkün mertebe asgariye indirmek üzere tasarlanan en önemli yol kenarı güvenlik tertibatıdır. Bu tertibatlar; yolun kenarında trafiğe iştirak etmeyen şahısların veya korunmaya değer tesislerin, bölünmüş yollarda karşı yönden veya arkadan gelen araçların kontrol altına alınmayan tehlikelere karşı korunması ve yolu kullananların kendi yanlış davranışlarının ağır sonuçlarını önlemek amaçlı kullanılır.

Otokorkuluk monte etmeden önce tehlike oluşturacak yerlerde yapısal değişiklik yapılması veya tehlike oluşturabilecek bir engelin bertaraf edilmesi suretiyle daha iyi bir şekilde korunma sağlanıp sağlanamayacağı kontrol edilmelidir. Aracı yola geri döndüren koruma tertibatlarının gerekliliği araçların yoldan dışarı çıkma ihtimali tahmin edilerek incelenmelidir. Araçların yoldan dışarı çıkma ihtimali aşağıdaki durumlarda artabilir.

- Sürücüler tarafından beklenmeyen ve oldukça geç fark edilen fazla eğimli dar kulplar veya hızlı giden araçların sert fren yapmak zorunda kaldıkları daralan yol kesitleri,
- Sürücüler tarafından önceden beklenmesi mümkün olmayan olağan dışı harici etkenler, örneğin bir yarmadan dolguya geçişte ortaya çıkan yan rüzgar,
- Yüksek trafik hacimleri (bölünmemiş yollarda günlük ortalama trafik ≥ 5000 araç)

Otokorkulukların banket veya refüjde yapılarak, yol dışına çıkan taşıtların çarpma sonrası gidiş istikametine yönlendirilmesi sağlandığı gibi, doğal veya insan eliyle yapılmış engellerden sürücü ve taşıtları korumak amacıyla da tasarlanmaktadır. Bu nedenle taşıtların yol dışına çıkma riskinin yüksek olduğu yerlerde, kaldırılamayan engeller, otokorkuluklar ile siperlendiğinde kaza şiddeti azaltılabilmektedir.

Otokorkuluk kullanımını gerektiren yol kenarı engellerinin bazıları şunlardır:

- Dik dolgu şevleri (1:3' den dik şevler)
- Kayalık yarmalar
- Hendekler
- Derinliği 0.6 m'nin üstündeki su birikintileri
- Çapı 1 m'den büyük olan geniş ağaçlar

- Derinliđi 0.6 m'den fazla ve 1:1' den daha dik olan banket kenar dūřmeleri
- Kōprū ayaklar, kōprū yaklařım dolguları
- İstinat duvarları
- Sabit işaret direklerinin mesnetleri
- Yan yolda bulunan menfez ve kōprū ađıklıkları
- Kutu menfezlerin ya da bűzlerin başlık duvarları ve uę kısımları

Otokorkulukların amacı kazayı önlemekten çok kaza şiddetini azaltmak olup, yol kenar gűvenliđini sağlamak amacıyla, aşağıdaki seçeneklerden birine karar verilir:

- a. Yolkenarı topografyasını otokorkuluđa gerek kalmayacak řekilde dűzenlemek
- b. Otokorkuluk yapmak
- c. Otokorkuluk yapmamak,

Bunlardan; c seçeneđi dűřuk trafik hacimlerine sahip yollarda, a seçeneđi otokorkuluk yapımından daha ekonomik olduđu durumlarda ve b seçeneđi ise zorunlu hallerde tercih edilir.

Otokorkuluklar ayrıca;

- Yayaların ve hayvanların yola girmelerini engelleyerek olası kazaların önüne geçer.
- Kaza anında araçların yoldan çıkararak diğer yollara girmelerini önler.
- Uçurumlar, kanallar ve diđer arazi durumlarına karřı, olası kazalarda aracın yoldan çıkmasını önleyerek sűrűcűnűn ve yolcuların gűvende olmalarını sađlar.
- Araç yolunu araziden ve etrafındaki yapılardan ayırarak belirgin hale getirir.
- Olumsuz hava koşullarında (sis, yağmur, kar, vb.) yolun kaybolmasını önler. zerine monte edilen reflektōrler sayesinde gōrűř kolaylığı sağlar.

3.5.1. OTOKORKULUK TİPLERİ

Otoyol otokorkuluk sistemleri, otoyollarda seyreden araçların, risk arz eden bōlgelerde yol gűvenliđini arttırmak, araçların yoldan çıkma riskini en aza indirmek ve araçların otokorkuluke çarpmasından dolayı kaynaklanan bir kısım enerjii absorbe edip bu

enerjiyi aracı yola, trafik akışına tekrar sokmak amacıyla tasarlanmış koruma sistemleridir. Bariyer sistemleri uygulama alanlarına ve güvenlik sınıflarına göre en zayıf olandan, en kuvvetli olan sistemler olarak farklılık göstermektedir. Yanlış otokorkuluk seçimi seyir halindeki araçların yoldan çıkma riskini arttıracığından, doğru otokorkuluk tipinin ve dikme aralığının seçimi çok önemlidir.

Otokorkuluklar; çelik raylı sistemler, beton sistemler, çelik halatlı sistemler ve çarpma etkisini azaltan amortisörler şeklindedir.

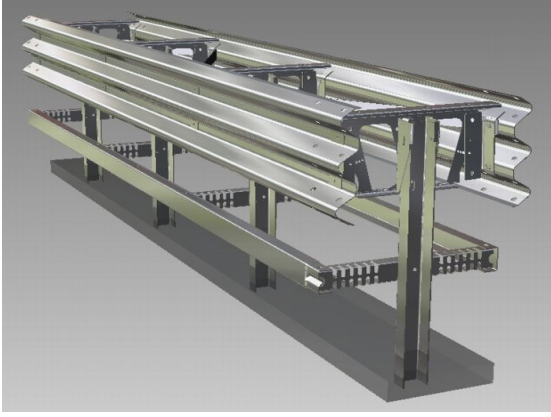
Otokorkuluklar, etki tarzları bakımından yola geri, döndüren ve çarpma enerjisini sönmüleyen koruma tertibatları olarak sınırlandırılabilirler.

3.5.1.1. Çelik Raylı Otokorkuluk Tipleri

Fonksiyonuna, koruyacağı yere ve montaj türüne göre dört tip çelik otokorkuluk kullanılır.

1. Basit otokorkuluk (B.O.)
2. Basit mesafeli otokorkuluk (B.M.O.)
3. Çift otokorkuluk (Ç.O.)
4. Çift mesafeli otokorkuluk (Ç.M.O.)
5. Ağır hizmet tipi otokorkuluk
6. Köprü koruyucu basit otokorkuluk
7. Köprü koruyucu ağır hizmet tipi otokorkuluk

Basit mesafeli otokorkuluklar, çift mesafeli otokorkuluklar ve çift otokorkuluklar başka direk konstrüksiyonlar ve kısmen daha kısa direk mesafeleri ile köprülerde ve diğer mühendislik yapılarında kullanılır.



Şekil 3.1: Çelik Raylı Otokorkuluk Tipleri

3.5.1.2. Çelik Halatlı Otokorkuluk Tipleri:

1. Çelik halatlı basit otokorkuluklar
2. Tek yönlü köprü tipi çelik halatlı otokorkuluklar
3. Çift yönlü köprü tipi çelik halatlı otokorkuluklar



Şekil 3.2: Çelik Halatlı Otokorkuluk Tipleri

3.5.1.3. Beton Otokorkuluk Tipleri:

1. Çift taraflı beton otokorkuluklar
2. Tek taraflı beton otokorkuluklar
3. Seyyar çelik beton otokorkuluklar

Beton otokorkuluklar genelde betondan yapılan ve özel bir şekli olan (new-jersey profili) rijit otokorkuluk sınıfına girmektedir. Dar refüjlü bölünmüş yollarda fiziksel ayrımı sağlamak için kullanılan beton ayraçlardır. belirgin bir şekli ve ölçüsü vardır. new jersey otokorkuluki ismini almasının sebebi, ilk beton otokorkulukin 1955 yılında new jersey de kullanılmış olmasıdır. Zaman içerisinde şekli şemali değişmiş ve bugünkü boyutlarına ulaşmıştır. Tek yönlü otokorkuluk tiplerinde asfalttan yüksekliği 80 cm üst genişliği 15-20 cm taban genişliği 57 cm dir. Çift yönlü beton otokorkuluklerde ise taban genişliği 68 cm kadar çıkmaktadır.

Özel durumlarda benzeri çelik konstrüksiyonlar da kullanılabilir. Orta refüjde veya yolun dış kenarında kullanılma durumuna göre, çeşitli beton otokorkuluk tipleri vardır.



Şekil 3.3: Beton Otokorkuluk Tipleri

3.5.1.3.1. Çift Taraflı Beton Otokorkuluk:

Simetrik profili olan bir beton duvardır. Taban yüksekliği 0,08m. olmalıdır. Sadece nihai kaplama tabakasının henüz serilmediği ve bu kaplama tabakasının serilmesine kadar olan sürenin fazla olmadığı gibi özel durumlarda taban yüksekliği 0,15m. olabilir.

3.5.1.3.2. Tek Taraflı Beton Otokorkuluk:

Asimetrik profili olan bir beton duvardır. Eğer kamyonların da yoldan dışarı çıkmasının en yüksek emniyetle önlenmesi isteniyorsa, o zaman beton otokorkulukların yüksekliği 1,15 m'ye çıkarılmalıdır.

Beton otokorkuluklar için kullanılan yapı malzemelerin “betondan otoyol kaplamalarının inşası için ilave teknik yönerge ve normlara” uygun olmalıdır.

3.5.1.3.3. Seyyar Çelik Otokorkuluk:

Geçici kullanım için (Örneğin çalışma yapılan yerlerde) özel durumlarda seyyar çelik otokorkuluklar tercih edilir.

3.5.1.4. Çarpma Amortisörleri:

Çarpma amortisörleri çarpma enerjisini sönmeyen elemanlardan oluşturmaktadır.

4. İSTANBUL GENELİ YOLLARDA KULLANILAN OTOKORKULUK SİSTEMLERİ

4.1. Mevcut Durum :

Türkiye'de en fazla taşıt, 2 milyon 489 bin 887 adet ile İstanbul'da yer almaktadır. 2008 Aralık ayında trafikten ilk defa tescil belgesi alan 35.524 adet taşıtın yoğunluk sırasına göre illere dağılımına bakıldığında; İstanbul % 40,4 ile ilk sırayı almaktadır.

Trafik yoğunluğunu kaldırabilmek için yürütülen yol yapım çalışmaları yanı sıra taşıtların emniyeti ve trafiğin sağlıklı seyretmesi için oto korkuluk sistemleri ayrı bir önem arz etmektedir. İstanbul geneli ana ulaşım yolları kapsamında; virajlı ve uçurumlu yollarda, köprülerde, köprülü kavşaklarda, bölünmüş yollarda ve yol kenarının araçlar için tehlikeli olduğu kısımlarda kullanılmak üzere üç tip otokorkuluk uygulanmaktadır. Bunlardan en çok kullanılanı TS EN 1317 standardı yol koruyucu sistemlerinin öngördüğü ve yaygın olarak şehirlerarası ve şehir içi karayollarında kullanılan çelik raylı otokorkuluk sistemleridir. Bu sistemler İstanbul ana ulaşım yollarının yaklaşık olarak 850 km'lik kısmında uygulanmıştır. İkinci olarak köprülerde, sahil yollarında ve metrobüs güzergahında kullanılan çelik halatlı oto korkuluklar kullanılmaktadır. Çelik halat tipi otokorkuluklar miktarı yaklaşık olarak 100 km'dir. Nadir olarak New jersey tipi beton otokorkuluk sistemleri kullanılmaktadır.

4.2. İstanbul Metrobüs Sistemi ve Otokorkulukları

Metrobüs hattı; tabanı beton olan üzerinde ciddi anlamda yoğun bir trafik yükü bulunan, alanın darlığı sebebiyle araçların aynı izlerden hareket ederek Avcılar ile Söğütlüçeşme'yi birleştirerek trafik problemini hafifletmesi beklenen toplamda 43.6 km'lik bir yol projesidir. Tüm güzergah boyunca Çelik halat otokorkuluk sistemi kullanılmıştır.

Metrobüs hattının 1.Etabı olan 18.3 km uzunluğunda 14 adet istasyonu ile Topkapı-Avcılar İstanbul Üniversitesi Kampüsü arasındır. İlk etap eylül 2007 tarihinde hizmete açılmış olup, yaklaşık maliyeti 156.000.000,00 TL'dir. 2. Etap olarak Topkapı-Zincirlikuyu bağlantısı 11.3 km uzunluğunda olup, söz konusu güzergahta 10 adet istasyon bulunmaktadır. Metrobüs hattının Haliç Köprüsü üzerinde ayrılmış metrobüs şeridinden sağlanmaktadır. Son olarak 3. Etap Metrobüs hattı olan Zincirlikuyu Kavşağı-Söğütlüçeşme arası yaklaşık 14 km olup, güzergahta toplam 5 adet istasyon bulunmaktadır. Söz konusu güzergahta Boğaz Köprüsü geçişi ise karma trafikten sağlanacaktır. Ayrıca proje çalışmaları devam eden Avcılar- Beylikdüzü güzergahı ile Harem-Kozyatağı güzergahının her biri yaklaşık 10 km uzunluğunda olup, 9' ar adet istasyon içermektedir.



Şekil 4.1: Metrobüs güzergahından bir bölüm

Tablo 4.1: Metrobüs güzergahına ait genel bilgiler

Güzergah	Km	İstasyon	Araç Sayısı	Ort. Yolculuk süresi (dk)	Açıklama
Avcılar-Topkapı	18.3	14	80	22 dk	İmalatı tamamlandı.
Topkapı -Zincirlikuyu	11.3	10	75	16 dk	İmalatı tamamlandı.
Zincirlikuyu-Söğütlüçeşme	14	5	75	18 dk	İmalatı tamamlandı.

Avcılar -Beylikdüzü	10	9	--	14 dk	Proje aşamasında.
Harem-Kozyatağı	10	9	--	13 dk	Proje aşamasında.

Kaynak: <http://www.iett.gov.tr/metin.php?no=191>



Şekil 4.2: 1. Etap Avcılar-Topkapı güzergahı



Şekil 4.3: 2. Etap Topkapı-Zincirlikuyu güzergahı

- Duraklar ön ödemelidir. Yani yolcu durağa girerken ödeme yapmaktadır. Otobüsün ödeme için beklemesi bu surette önlenmektedir.
- Metrobüs güzergahında tek bir hat çalışmaktadır.
- Yolcular tüm kapılardan iner ve binerler.
- İniş binişlerin kolaylıkla yapılması ve zaman kaybedilmemesi için durak platformu ile otobüs giriş yükseklikleri aynıdır ve merdivenle çıkış veya iniş yoktur.
- Kullanılan araç yolcu kapasitesi daha yüksektir. (Bkz. Tablo 6.1)
- Metrobüsler durak ve kapı kombinasyonu sebebi ile bölünmüş olduğu D-100 karayoluna ters istikamette seyretmektedir.

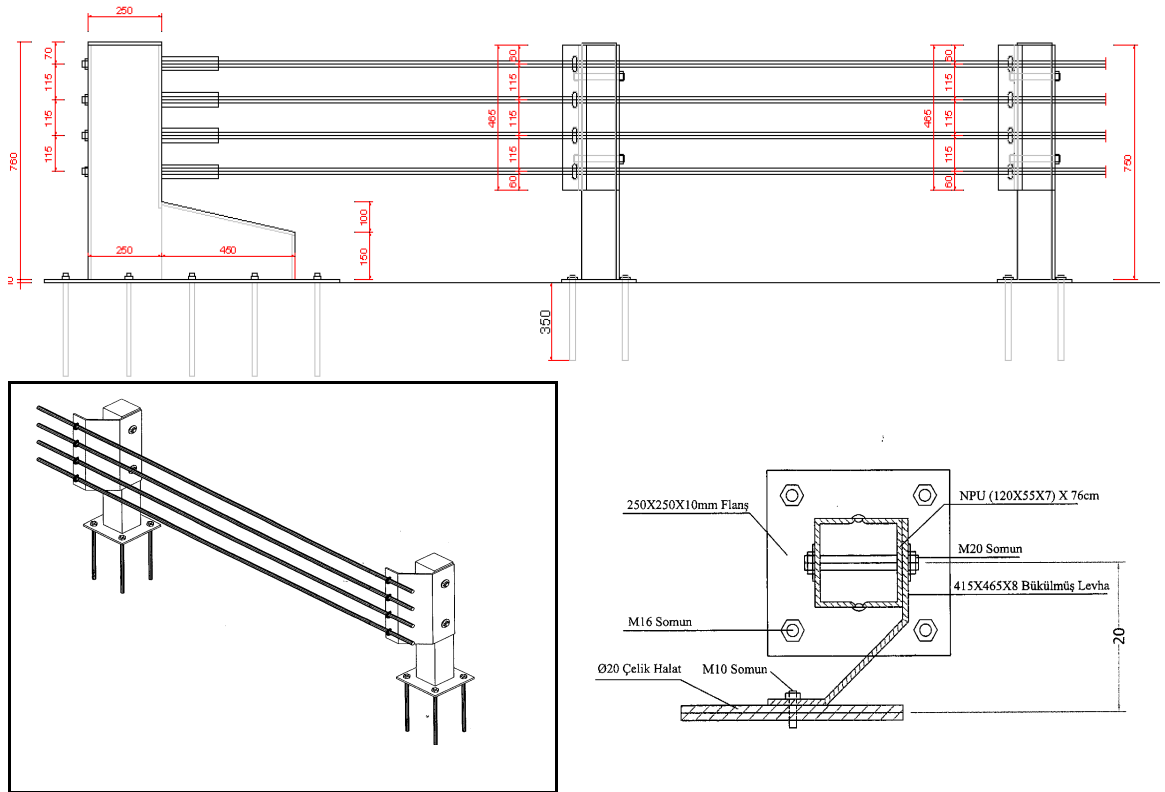
Metrobüs sisteminin altyapı maliyeti metro ve benzeri toplu taşıma sistemlerinden çok daha ucuz olduğundan dolayı gelişmiş birçok ülkede yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle metro hatlarını besleme ve yakın mesafe taşımacılıkta birçok gelişmiş ülkede metrobüslerden faydalanılmaktadır. Bazı ülkelerde ise gelişmiş metrobüs ulaşım ağları mevcuttur.

Metrobüs hattında kullanılan otobüs modellerinin belirli standartları vardır. Tek katlı (yolcu tahliyesinin kolaylaşması için), en az bir körüklü (daha fazla yolcu kapasitesi için), otomatik vitesli (dur-kalk sistemine uyumlu olması için), engelli giriş-çıkış sistemli olmalıdır. Bazı ülkelerdeki metrobüsler şoförsüzdür.

Tüm bu özellikleri ile standart otobüslerden daha fazla yolcu kapasitesine sahip, daha konforlu ve trafik sorunu olmadığı için çok daha hızlı çalışan metrobüs sisteminden yararlanan yolcu sayısı diğer otobüslü sistemlerden daha yüksek olmakta ve yolculuklar daha hızlı gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle bugüne kadar meydana gelen ve metrobüs ve metrobüs güzergahı kazalar değerlendirildiğinde çelik halatlı otokorkuluk sistemlerinin tekrar incelenmesi ve olası kaza risklerinin facia ile neticelenmemesi için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Metrobüs güzergahında yol güvenliğini sağlamak için çelik halatlı otokorkuluk sistemleri kullanılmaktadır. D-100 karayolu ile metrobüs güzergahını ayıran otokorkuluk sistemi köprü tipi **tek yönlü çelik halat otokorkuluk** sistemleridir. Tek yönlü çelik halat otokorkuluk sistemleri imalatı öncesinde uygulanacak zemin beton ile iyileştirilir daha

sonra ise otokorkuluk elemanları ile montesi gerçekleştirilir. Çelik halat otokorkuluk elemanları; tek yönlü çelik halat başlangıç babası, flanş ve somunları, çelik sabitleme vidası, çelik germe vidası, çelik germe halkası, 120x120x5 ebatlarında çelik kutu profil (dikme), 250x250x10 ebatlarında flanş, flanşın betona sabitlenmesini sağlayan dört adet M18x300 somun, 465x380x8 ebatlarında bükülmüş levha (halat ile dikme arası flanş), ve bu levhayı dikmeye monte eden M20x170'lik iki adet somun, galvanizli 19 mm'lik çelik halat ve son olarak bükülmüş levhanın halatı tutabilmesi için M14 U tipi kelepçeden oluşmaktadır.



Şekil 4.6: Metrobüs hattı çelik halat montaj detayları

Kaynak: İbb., Altyapı Hizmetleri Müdürlüğü

4.2.1. Metrobüs Güzergahı Çelik Halat Otokorkulukların Dizaynı:

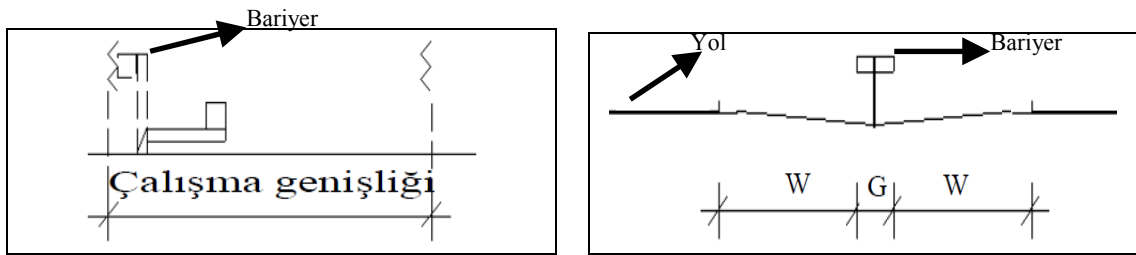
4.2.1.1. Otokorkulukların Montaj Yüksekliği :

Çelik otokorkuluk raylarının üst kenarı (montaj yüksekliği) yol kaplaması kenarının 0,75m. Üstünde olmalıdır. Bu ölçüde sapma genelde 0,03m'den fazla olmalıdır. Bölünmüş yollarda otokorkuluk ön kenarının yol kaplaması olan uzaklığı 2m'den az ise refüjlerde yol kaplamasının kenarında 0,75m. yukarıda olan montaj yüksekliği için daha

yüksekte olan band belirleyici olur. Araçların alta girme tehlikesini önlemek için otokorkuluk montaj yüksekliği ayrıca arazi yüzeyinden en fazla 0,85m. yukarıda olmalıdır. Gerekirse zemin doldurulmalıdır. Dikmelerin uzunluğu 1.9 ile 2.5 metre arasında olmalıdır. Emniyet derecesi arttırıldıkça ve ağır vasıtalar için dizayn söz konusu olduğunda dikme uzunluğu 2.5 metre olmalıdır.

4.2.1.2. Otokorkuluk Dikme Mesafesi:

Yolkenarı otokorkulukları, şerit kenarından mümkün olduğunca uzağa yerleştirilmelidir. Bu durumda yol dışına çıkan araç taşıtın otokorkuluğa çarpmadan önce sürücü tarafından kontrol altına alınabilmesi mümkün olabilecektir.



Şekil 4.7: Refüj genişliği; G: Otokorkuluk genişliği, W: Çalışma alanı genişliğidir.

Taşıtın otokorkuluğa çarpma anındaki otokorkuluğun çarpmadan sonraki esneme miktarına defleksiyon miktarı denir. Defleksiyon miktarı otokorkuluğun rijitliğine, tipine, çarpma açısına, çarpma kuvvetine, vb. hususlara bağlı olarak değişse de azami dinamik defleksiyon değerleri esas alınarak otokorkuluk konumu belirlenmelidir. Yalnız çalışma genişliği olarak adlandırılan defleksiyon miktarının metrobüs güzergahında uygulanabilmesi mümkün değildir. Bu sebeple rijit sistemlere ihtiyaç duyulmalıdır. Emniyet sınıflarına göre otokorkuluk sistemlerinin dikme aralıkları 1,33 - 2 - 4 metre olarak değişmektedir. Dikme aralıklarının birbirine yakın olması, sistemin güvenlik sınıfını arttırmaktadır.

Metrobüs güzergahındaki çelik halat aralığı emniyet derecesini arttırmak üzere 115 mm aralıkta olup, dört halatlı tasarlanmıştır. Her iki dikme arası 2,0 m mesafede olup,

otokorkuluun en üst noktası asfalttan 0,75 m yüksekliktedir. Her dikme 0,35 m uzunluğundaki M16'lık dört adet somun ile beton zemine bağlanmaktadır.

5. METROBÜS GÜZERGAHINDA MEYDANA GELEN KAZALAR

- **30 Nisan 2008 tarihli kaza (Sefaköy)**

E-5 Karayolu Sefaköy mevkiinde kontrolden çıkan kamyon metrobüs hattına devrildi. Kaza sırasında kamyonun girdiği metrobüs hattı bir süre çift taraflı olarak trafiğe kapandı. Devrilen kamyonunda yüklü bulunan tekstil parçaları yola savrulurken, aracın deposundan sızan akaryakıt, korkuya neden oldu. Olay yerine gelen itfaiye ekiplerinin çalışması sonucu temizlenen metrobüs hattı daha sonra trafiğe açıldı. Bu sırada E-5 karayolu trafiğinde de aksamalar yaşandı.



Şekil 5.1: 30 Nisan 2008 tarihli kaza

Kaynak : <http://www.haberler.com>

- **22 Ocak 2009 tarihli kaza (Avcılar)**

Avcılar'dan Topkapı istikametine seyreden 34 AY 6143 plakalı minibüsün sürücüsü, E5 Karayolu İncirli Köprüsü altında aracının direksiyon hakimiyetini kaybetti. Minibüs 34 AF 4401 plakalı motosikleti metrobüs yolunun otokorkuluklarına sıkıştırdı. Otokorkuluk ile minibüs arasında sıkışan motosiklet sürücüsü otokorkulukları aşarak metrobüs yoluna savruldu.



Şekil 5.2: 22 Ocak 2009 tarihli kaza

Kaynak: <http://www.timeturk.com>

- **04 Mayıs 2009 tarihli kaza (Avcılar)**

Avcılar'da Metrobüsün kendi yolundan çıkarak 2 araca çarptığı dehşet verici kazada can kaybı olmaması mucizedir. Zincirlikuyu'ndan Avcılar'a gitmekte olan metrobüs, Şükrübey mevkiinde saat 11.00 sıralarında lastiğinin patlaması sonucu kontrolden çıktı. Metrobüs otokorkulukları devirerek Avcılar istikametine E-5 otoyoluna giren metrobüs, seyir halindeki 2 otomobile çarptıktan sonra yol üzerindeki otokorkuluklara çarparak durabildi.



Şekil 5.3 : 04 Mayıs 2009 tarihli kaza

Kaynak: <http://www.tumgazeteler.com/?a=5031584>

- **04 Haziran 2009 tarihli kaza (Sefaköy)**

Küçükçekmece Sefaköy rampasında direksiyon hakimiyetini kaybeden bir kamyonet, metrobüs yoluna girerek metrobüsle çarpıştı. Kazada yaralanan olmazken, aracın kaldırılmasının uzun sürmesi nedeniyle metrobüs seferleri aksadı. Avcılar'dan Topkapı istikametine seyreden 34 DY 5813 plakalı kamyonetin sürücüsü hafif yağış nedeniyle direksiyon hakimiyetini kaybederek, çelik halatlı otokorkulukleri parçalayıp metrobüs yoluna girdi. Bu sırada boş olarak Avcılar'a yolcu almaya giden 34 TN 2743 plakalı metrobüsle kafa kafaya çarpıştı.





Şekil 5.4: 04 Haziran 2009 tarihli kaza
Kaynak: <http://www.tumgazeteler.com/?a=5161402>

- **10 Kasım 2009 tarihli kaza (Merter)**

Merter Tınaztepe mevkinde iki otomobil, şoförlerinin direksiyon hakimiyetini kaybetmesi sonucu çelik otokorkulukleri aşarak metrobüs özel yoluna girdi. Metrobüs yoluna giren araçlara çarpmak istemeyen metrobüs şoförü direksiyonu kırarak yoldan çıktı ve başka bir araca çarptı. Ölen ya da yaralananın olmadığı kaza nedeniyle yol yaklaşık 30 dakika trafiğe kapalı kaldı.





Şekil 5.5: 10 Kasım 2009 tarihli kaza

Kaynak: <http://yenisafak.com.tr/Gundem/>

- **9 Ocak 2010 tarihli kaza (Merter)**

E-5 kara yolunun Edirne yönüne gidiş tarafında seyreden otomobil, trafikte zikzaklar çizen başka bir otomobilin sürücüsü tarafından sıkıştırıldığı için otokorkuluklere çarparak Merter durağının yanından metrobüs yoluna girdi.



Şekil 5.6: 9 Ocak 2010 tarihli kaza

Kaynak: <http://www.sabah.com.tr>

- **27 Nisan 2010 tarihli kaza (Bahçelievler)**

E-5 karayolu Bahçelievler Carrefour mevki Topkapı istikametinde aşırı hız nedeniyle metrobüs yolunun çelik otokorkuluklerine çarparak takla atan otomobil hurdaya döndü. İstanbul Bahçelievler'de E-5 karayolunda kadın sürücü aşırı hız nedeniyle otomobilinin direksiyon hakimiyetini kaybederek metrobüs yolundaki çelik otokorkuluklere çarptı. **Takla atan otomobil** aydınlatma direğine çarparak durabildi. Kaza nedeniyle çift yönlü E 5 trafiği ve metrobüs seferleri aksadı.



Şekil 5.7: 27 Nisan 2010 tarihli kaza

Kaynak: <http://www.haberler.com/e-5-i-kilitleyen-kaza-haberi/>

- **13 Mayıs 2010 tarihli kaza (Bakırköy)**

Bakırköy E-5 karayolunda aşırı hız yaptığı ileri sürülen bir otomobil, sürücüsünün kontrolünü kaybetmesi sonucu metrobüs yolundaki otokorkuluklere çarparak elektrik direğini devirdi. Yolun sağ tarafındaki otokorkuluklere çarparak durabilen otomobil 3 kişinin hafif yaralanmasına neden oldu. Çarpmanın etkisi ile savrulan otomobilin motoru araçtan ayrıldı.



Şekil 5.8: 13 Mayıs 2010 tarihli kaza

Kaynak: <http://www.haberler.com/video-haber/video.asp?id=2051627>

- **03 Temmuz 2010 tarihli kaza (Zeytinburnu)**

Zeytinburnu, D-100 Karayolu'nda meydana gelen zincirleme kazada bir otomobil takla atarak Zeytinburnu [Metrobüs](#) Durağı'na girdi. Sol şeritte [Bakırköy](#) istikametine seyreden 34 FU 9993 plakalı otomobil, sağ şeritten gelen bir otomobilin sıkıştırması sonucu kontrolden çıkarak metrobüs yolunun çelik halat otokorkuluklarına çarptı. Otokorkulukları aşan otomobil birkaç takla atarak metrobüs durağına girdi.



Şekil 5.9: 03 Temmuz 2010 tarihli kaza

Kaynak: <http://www.beyazgazete.com/haber/2010/07/03/>

- **09 Ağustos 2010 tarihli kaza (Çobançeşme)**

D-100 Karayolu Topkapı istikametinde seyir halinde olan [minibüs](#) Atatürk Havalimanı Kavşağı'nda kaygan zemin nedeniyle yoldan çıktı. Yağmur sebebiyle kayganlanan zeminde kontrolden çıkan [minibüs](#) önce otokorkuluklara ardından [Metrobüs yoluna](#) devrildi. Otokorkuluklara çarpan [minibüs metrobüs yoluna](#) devrildi. [Devrilen](#) minibüsün boş olması ve kaza sırasında yoldan geçen metrobüsün olmaması olası bir faciayı önledi.

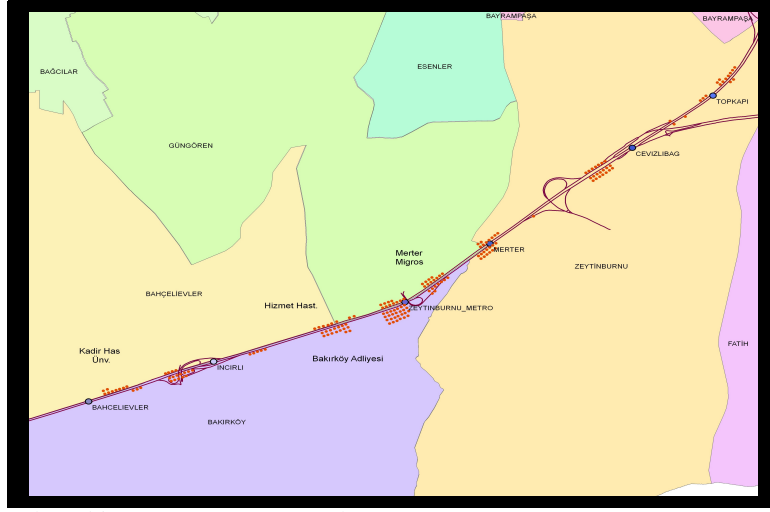


Şekil 5.10: 09 Ağustos 2010 tarihli kaza

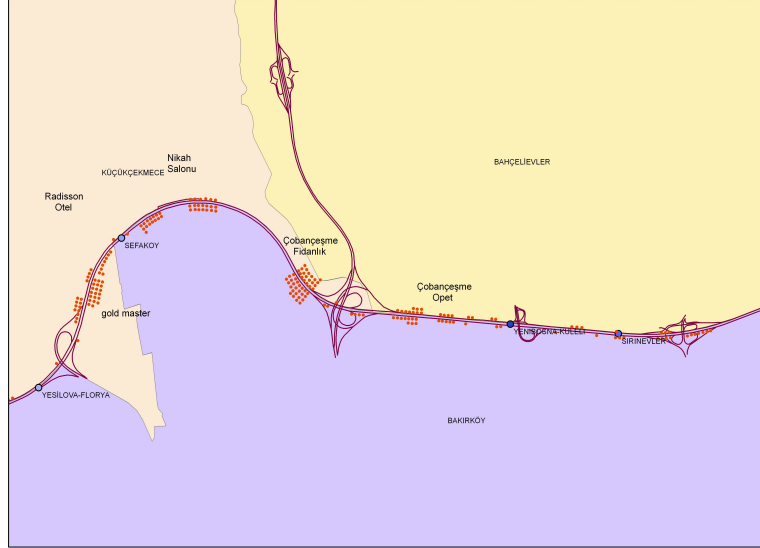
Kaynak: <http://www.haberler.gen.al>

Yukarıda nisan 2008 ile ağustos 2010 tarihleri arasında metrobüs güzergahı üzerinde meydana gelen ve direk olarak çelik halatlı otokorkuluk sistemleri ile alakalı 10 adet kaza görülmektedir. Yalnız bu kazalar medyada yer alan ciddi mal kaybı ve yaralanmalara neden olan kazalar olup, güzergah üzerinde meydana gelen diğer kazalar aşağıdaki haritada görülmektedir. Bu haritada çelik halat otokorkuluk sistemlerinin maruz kaldığı tahribat ve buna bağlı olarak onarım miktarları tespit edilmiştir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Yol Bakım ve Onarım Müdürlüğüne ait otokorkuluk bakım onarım

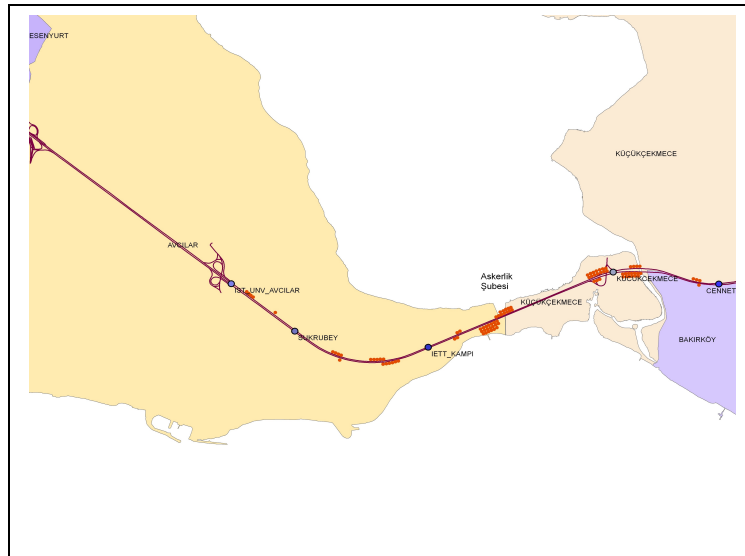
verilerinden oluşturulan haritada metrobüs yolu 1. etap Avcılar-Topkapı hattında 2009 yılın içinde meydana gelmiş otokorkuluk onarım yoğunluğu görülmektedir. Verilere göre çelik halat otokorkuluk dikmelerine ait onarım çalışmaları en fazla Yenibosna Metrobüs durağı ile Sefaköy Metrobüs durağı arasında 252 adet dikme ile yapılmıştır. Yoğunluğun devam ettiği diğer güzergahlar ise; Zeytinburnu Metrobüs durağı ile İncirli Metrobüs durağı 150 adet dikme, Küçükçekmece Metrobüs durağı ile İ.E.T.T. Kampı Metrobüs durağı arasında 106 adet dikme ve 92 adet ile Sefaköy - Florya (bağlar) Metrobüs durağı arası güzergahtır. Söz konusu bölgelerde onarılan otokorkuluklar o bölgelerdeki araç çarpmalarını yansıtmaktadır. D-100 karayolunun asfaltlanması nedeniyle yol üst kotunun yükseldiği bu nedenle şosa üst kotundan 0,75 mt. olması gereken otokorkuluk yüksekliği standardı bozulmuştur. Bu nedenle otokorkulukların araçları yolda tutamadığı tespit edilmiştir. Aşağıdaki haritalar bölgesel olarak incelendiğinde; Zeytinburnu metro önü, Merter (migros önü), Bahçelievler (Hizmet hastanesi karşısı), Cevizlibağ metrobüs durağı ve Osmaniye Kavşağı, Çobançeşme opet önü, Çobançeşme fidanlığı önü, Sefaköy Gold master önü, Küçükçekmece Nikah salonu ve Avcılar Askerlik şubesi önü 1. etap metrobüs güzergahı üzerindeki otokorkuluk onarımlarındaki yoğunluk dikkat çekmektedir. Yoğunluğun nedenleri arasında araç sürücülerinin dikkatsizliğinden ve/veya yolun geoteknik yapısındaki (kavis, dever, asfalt, v.b.) hatalardan bahsedilebilir. 2009 yılı verilerine göre 1.etap metrobüs güzergahı üzerinde toplam 960 adet otokorkuluk dikmesi onarımı yapılmıştır.







Şekil 5.12: Topkapı-Bahçelievler arası otokorkuluk onarım haritası



Şekil 5.13: Bahçelievler-Florya arası otokorkuluk onarım haritası



Şekil 5.14: Florya-Avcılar arası otokorkuluk onarım haritası

Tablo 5.1: Metrobüs güzergahına ait otokorkuluk dikme onarım miktarları					
DURAKLAR		NOKTA MİKTARI (ADET)		TOPLAM **	ONARILAN OTOKR. DİKME SAYISI *
		Kuzey Yön	Güney Yön		
Topkapı (Tambur)	Cevizlibağ	13	4	17	34
Cevizlibağ	Merter	11	17	28	56
Merter	Zeytinburnu	16	21	37	74
Zeytinburnu	İncirli	19	56	75	150 
İncirli	Bahçelievler	13	16	29	58
Bahçelievler	Ataköy (Şirinevler)	4	14	18	36
Ataköy (Şirinevler)	Yenibosna(Kuleli)	3	2	5	10
Yenibosna (Kuleli)	Sefaköy	47	79	126	252 
Sefaköy	Florya (Bağlar)	17	29	46	92 
Florya (Bağlar)	Cennet Mah.	2	1	3	6
Cennet Mah.	K.çekmece	7	14	21	42
K.çekmece	İ.E.T.T. Kampı	28	25	53	106 
İ.E.T.T. Kampı	Şükrübey	9	8	17	34
Şükrübey	Avcılar	5	0	5	10
GENEL TOPLAM =					960

* Veriler 2009 yılına aittir.

** Her nokta iki dikmeyi temsil etmektedir.

Kaynak: İBB, Yol Bakım ve Onarım Müdürlüğü

2009 yılı verilerine göre 1.etap metrobüs güzergahı üzerinde toplam 960 adet otokorkuluk dikmesi onarımı yapılmış olup, en fazla yoğunluğun Yenibosna (Kuleli)-Sefaköy Metrobüs durakları arasında olduğu yukarıdaki tabloda görülmektedir.

6. TESPİT EDİLEN OLUMSUZLUKLAR

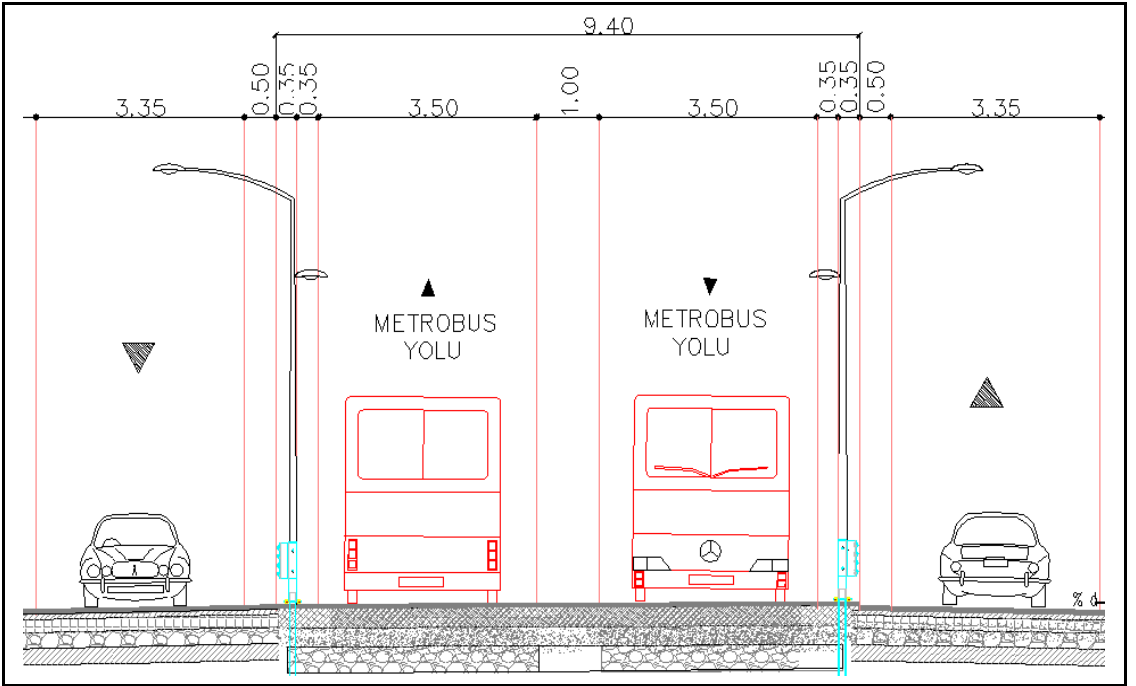
Metrobüs güzergahındaki Çelik halatlı otokorkuluklar tek yönlü olarak imal edilmiştir. D-100 karayolu ile metrobüs hattı arasında refüj niteliğinde bölünme olmasına karşın otokorkuluklar yalnız D-100 karayolundaki araçların metrobüs hattına girmemesi için tasarlanmıştır. Metrobüslerin kaza, dikkatsizlik, lastik patlaması veya arıza gibi nedenlerle güzergahından çıkma olasılığı düşünülmemiştir. Metrobüsler yukarıda bahsedilen herhangi bir nedenle yoldan çıkması halinde yatay otokorkuluğe değil, ilk olarak rijit dikmelere çarpmaktadır. Bu sert çarpma ile teker dikmeye takılır, takılma sonucu teker montaj yerinden kopar ve bu durumda metrobüs dengesinin bozulması ile takla atması riski doğar. Yalnız metrobüs güzergahından çıkması halinde ilk olarak 4 adet M16'lık somun ile tutturulmuş otokorkuluğa arkadan çarparak, dikmeyi devirecek ve çelik halatları da yatırarak önünde bir engel bırakmayacaktır (Bkz. Şekil 5.5). Böylelikle metrobüs güzergahından zorlanmadan çıkacaktır. Bu durumda karşı yönden gelen araçlarla kafa kafaya çarpışarak faciaya sebep olabilecektir.



Şekil 6.1: Tek yönlü ve Çift yönlü çelik halatlı otokorkuluk sistemleri



Şekil 6.2: D-100 karayolu ve metrobüs hattı görünümü



Şekil 6.3: D-100 karayolu ve metrobüs hattı en kesiti

Metrobüslerin kaza sonrası güzergahtan çıkmayarak güvenli bir şekilde tekrar kendi istikametinde durabilmesi için dikmelerden önce yatar otokorkuluklara teması gerekmektedir. Bunun için çift yönlü otokorkuluk sistemleri tercih edilmelidir.

Çelik halat otokorkuluklar basit otokorkuluk tipinde tasarlanmış ve yoldan yüksekliği 0.75 m olarak imal edilmiştir. Halbuki metrobüsler boş araç ağırlıkları olan 18 ton ve azami yüklü 32 tonluk ağırlığı ile ağır hizmet tipi sınıfında değerlendirilmesi gerekmektedir. Çelik halat sayısının dörde yükseltilmesinin emniyeti ne derece arttırdığı incelenmelidir. Her halükarda direk zemine bağlı olmayan bu halatlar çarpma anında bağlı buldukları başlangıç babalarının zeminden ayrılmasına da sebep olmaktadır. Bu da bakım onarım çalışmalarına ait maliyeti arttırmaktadır. Özellikle motosiklet sürücülerinin kaza yapması halinde çelik halatlı otokorkulukların güvenlik konusunda hiçbir emniyeti yoktur. Meydana gelen kazalarda çelik halatın giyotin gibi kafa kopardığı bu anlamda maksadının tersi işlev gördüğü tespit edilmiştir.

Tablo 6.1: Capacity metrobüs teknik özellikleri

Ölçüler		Yolcu kapasitesi	
Uzunluk	19.540 mm	Koltuk adedi (standart)	43+1
Genişlik	2.550 mm	Ayakta durma yerleri (standard)	150
Yükseklik	3.155 mm	Toplam yolcu kapasitesi	193
Dönüş çapı	22.850 mm	Ağırlıklar	
İç yükseklik	2.313 mm	Boş araç ağırlığı	18.050 kg
Taban yüksekliği (yol zemininden)	370 mm	Azami yüklü ağırlık	32.000 kg

Kaynak : <http://www.mercedes-benz.com.tr>

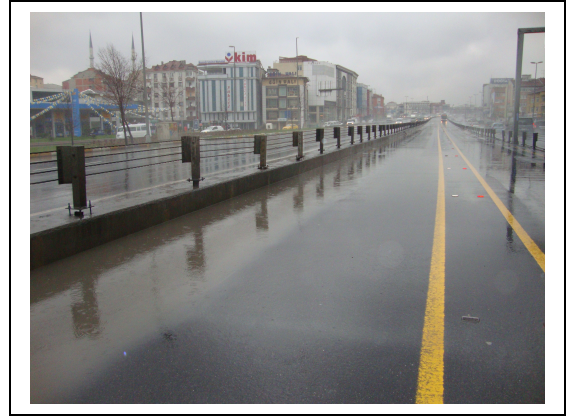
D-100 karayolu üzerindeki aydınlatma direklerinin enerji nakil hatları 0.7 m derinden geçmektedir. Çelik raylı otokorkuluk sistemlerinin dikme derinliğinin 1.8 m olması gerektiğinden güzergah üzerinde uygulanamamaktadır. Çelik halat otokorkulukler 0,75 m yükseklikte imal edilmiştir. Yalnız zamanla yapılan asfaltlama çalışmaları nedeniyle yol üst kotunun yer yer yükseldiği buna bağlı olarak otokorkuluk yüksekliğinin 0,75 m standardı altına düştüğü tespit edilmiş olup, bu yerlerde meydana gelen kazalarda

araçların otokorkuluklar tarafından tutulamadığı ve takla atarak devrildiği gözlemlenmiştir.

D-100 karayolu sol şerit çizgisi ile metrobüs sarı çizgisi arasındaki mesafe yer yer değişiklik göstermekte birlikte 1 ila 1,10 m arasındadır. Çift yönlü otokorkuluk sistemlerinin uygulanabilmesi için bu mesafe yeterli görülmektedir. Çelik halatlı otokorkuluk sistemlerinin esneme payı olduğundan çalışma genişliği yüksektir. Olası kazalarda otokorkuluklar görevini icra etse de çalışma genişliğinin yüksek olması muhtemel kazaları doğurabilecektir. Otokorkulukla tehlikeli unsur (örneğin eğim, tepe veya başka bir unsur) arasındaki mesafe otokorkuluğun çalışma genişliğinden (W) daha fazla olmalıdır. Çalışma genişliği, otokorkuluğun Avrupa standardına (EN 1317-2) ve aşağıdaki şekle göre çarpışmalardaki maksimum eğilmesidir. Yalnız bu durum metrobüs hattın için uygulanamadığından rijit sistemlerin imal edilmesi gerektirir. Ayrıca; Metrobüs şoförlerinin hat üzerinde yazılı olan km sınırlarına uymadığı bu durumun ise olası kazalara zemin hazırladığı görülmektedir.

Ayrıca, yağışlı havalarda metrobüs güzergahındaki göllenmelerin trafik güvenliğini için risk oluşturduğu gözlemlenmiştir. Göllenme noktalarından geçen araçların ters yönde seyreden diğer araçlara beklenmedik şekilde su sıçratması sürücülerin dikkatini dağıtarak, istenmeyen kazalara neden olabilir. Aşağıdaki resimlerde göllenme noktaları görülmektedir.





Şekil 6.4: Yağışlı havalarda metrobüs yolunda meydana gelen göllenmeler

Çelik halatlı otokorkuluk sistemleri göllenme noktalarındaki suyun sıçrayarak karşı yönde seyreden araç gelmesini önleyemediğinden trafik güvenliği riski doğurmaktadır. Yukarıdaki yoğunluk tablosu incelendiğinde kısmen de olsa göllenme olan bölgelerde otokorkuluk onarım miktarının yüksek olduğu görülebilmektedir. Nem-jersey tipi beton otokorkuluk veya çelik raylı otokorkuluk kullanılması durumunda riskin ortadan kalkacağı düşünülmektedir.

7. ALTERNATİF OTOKORKULUK SİSTEMLERİNİN BİLGİSAYAR PROGRAMLARI KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu aşamada çelik halatlı sistemlerin hem E-5 tarafından metrobüs hattına hem de tam tersi durumda araçları tutamadığı ve dolayısıyla istenen güvenlik seviyesini sağlayamadığı anlaşılmaktadır. Bu durumda yapılması gereken alternatif otokorkuluk sistemlerinin bu bölgelerde kullanımının incelenmesidir. Bilgisayar simülasyonu kullanılarak alternatif çelik ve beton sistemlerin 30 tonluk araç çarpması senaryosuna göre incelenmiş ve beklenen çarpışma davranışları sunulmuştur. Burada bahsedilmesi önemli bir konu simülasyonlarda Metrobüs yerine ağırlığı ve ağırlık merkezi yüksekliği aynı olan bir ağır vasitanın kullanılmış olduğudur. Çarpışma testi sonuçları Metrobüs çarpışması durumunu birebir örnekleyemese de çarpan araçların enerjilerinin eşit olması dolayısıyla gerçeğe çok yakın sonuçlar vermesi beklenmektedir. Burada not olarak belirtilmesi gereken konu Metrobüse ait literatürde bir model olmadığı ve bu modeli yapmanın ise çok uzun zaman alacağıdır.

7.1. Bilgisayar Programı LS-DYNA ve Özellikleri

LS-Dyna, gerçek yaşamdaki kompleks olayların bilgisayar simülasyonunun yapılabildiği, sonlu elemanlar metodunun kullanıldığı nonlineer dinamik analiz yapabilen bir programdır (LSTC, 2009).

1. Uygulama Alanları

- Çarpma güvenliği
- Araçtakilerin güvenliği
- Metal formasyonu
- Metal kesimi
- Biyomedikal
- Patlamalar
- Akışkan-yapı etkileşimi
- Deprem mühendisliği

2. Analiz Kapasitesinden Örnekler

- Nonlineer dinamik analizi
- Rijit kütlelerin dinamik analizi
- Quasi-statik simülasyonlar
- Normal modlar
- Lineer statik analiz
- Termal analiz
- Akışkan analizi
- Kırılma analizi
- Çatlak yayılma analizi
- Gerçek-zaman akustik analizi
- Dizayn optimizasyonu
- Tam sıçrama analizi
- Yapı-ısı etkileşimi

3. Malzeme Modellerinden Örnekler

- Metaller
- Plastikler
- Cam
- Köpükler
- Fabrikler
- Kompozitler
- Betonlar ve katılar
- Patlayıcılar
- Petekler
- Akışkanlar
- Kullanıcının materyal tanımları

4. Kullanılan Elemanlardan Örnekler

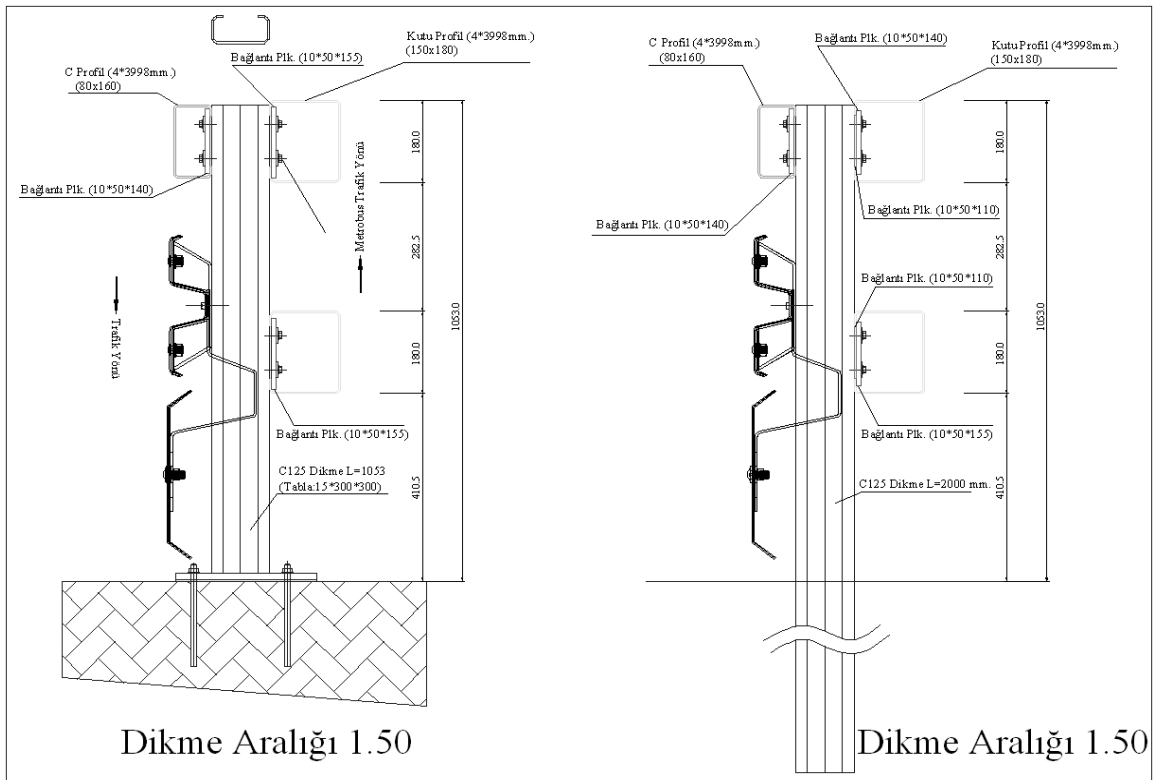
- Katılar, Kırşler, Kaynaklar, Kablolar
- 8 düğüm noktalı kabuk elemanlar
- 4 düğüm noktalı kabuk elemanlar

LS-Dyna programında analiz yapabilmek için data dosyasının hazırlanması gerekmektedir. Data dosyası LS-Dyna'nın yardımcı programı olan LS-Prepost kullanılarak hazırlanabilmektedir. LS-Prepost programında, ortam 3 boyutlu olarak görsel bir şekilde modellenir ve LS-Dyna'nın kabul edeceği data dosyası çıktısı alınır. Bu çıktı LS-Dyna'ya yönlendirilerek analiz yapılması sağlanmaktadır.

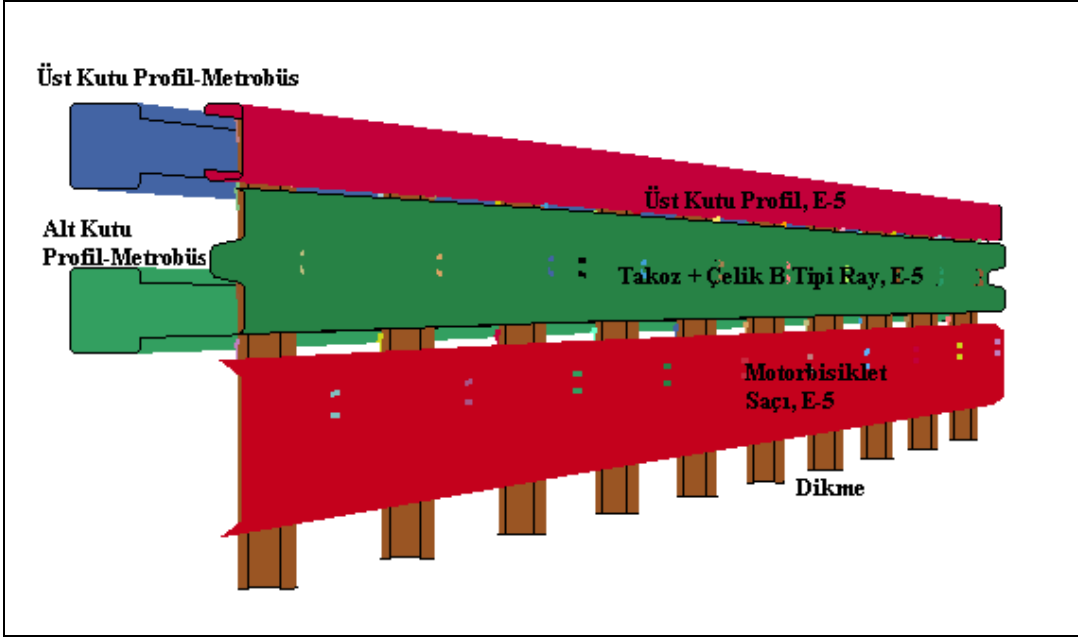
Analiz sonuçları yine LS-Prepost yardımcı programı ile takip edilebilmektedir. LS-Prepost ile analiz sonuçlarının simülasyonu ve her türlü sayısal sonuç görsel olarak alınabilmektedir.

7.2. Alternatif Çelik Raylı Otokorkuluk Sisteminin Analizi

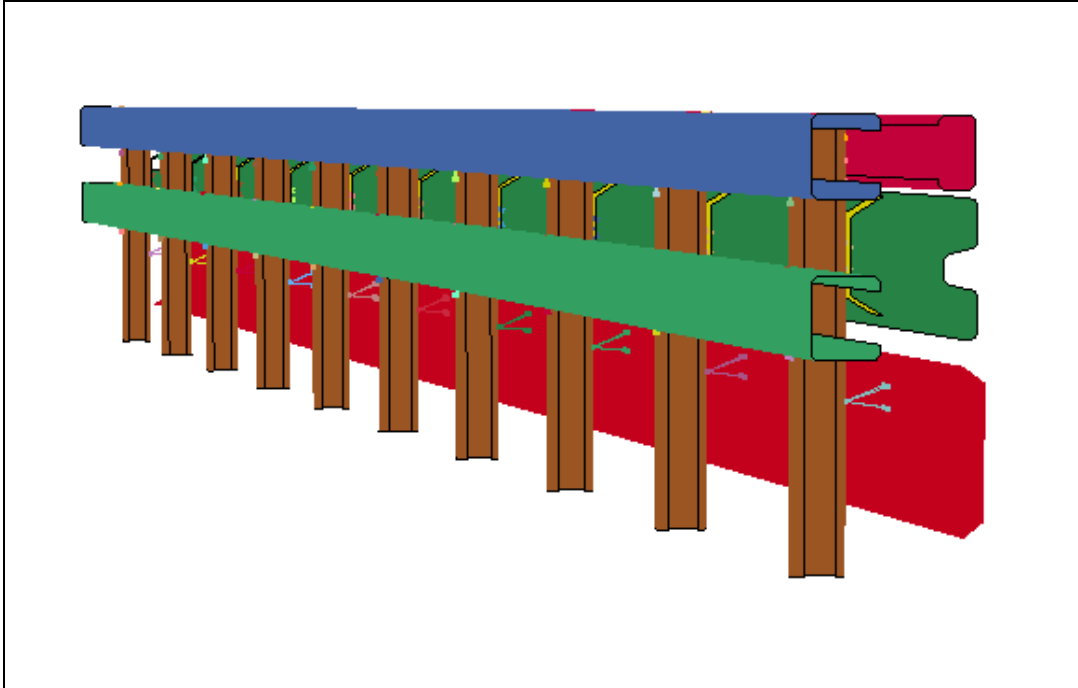
Sonlu elemanlar analiz tekniği kullanılarak tasarlanan yol güvenlik otokorkuluk tasarımı LS-DYNA programı kullanılarak test edilmiştir. Ağırlığı ve ağırlık merkezi mesafesi ile metrobüse eş olabilecek kamyon tasarımı ve diğer araçlar için TS EN 1317 standardında belirtilen şartlar dikkate alınarak çarpışma testleri gerçekleştirilmiştir. Testler neticesinde 1050 mm yüksekliğindeki otokorkulukların 30 tonluk ağır vasıtaları tutmakta başarılı olduğu görülmüştür.



Şekil 7.1: Ağır Hizmet Tipi Otokorkuluk Sistemi detay en kesiti.

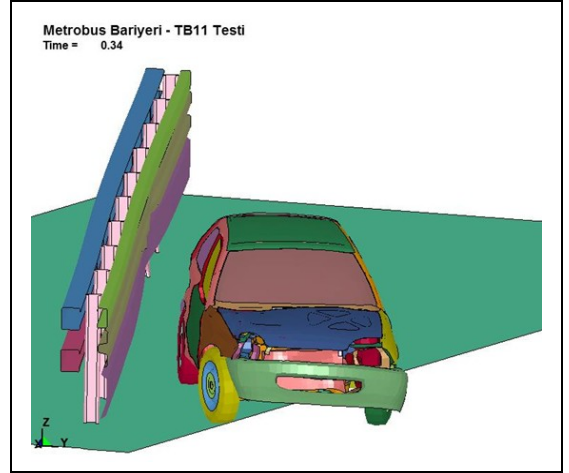
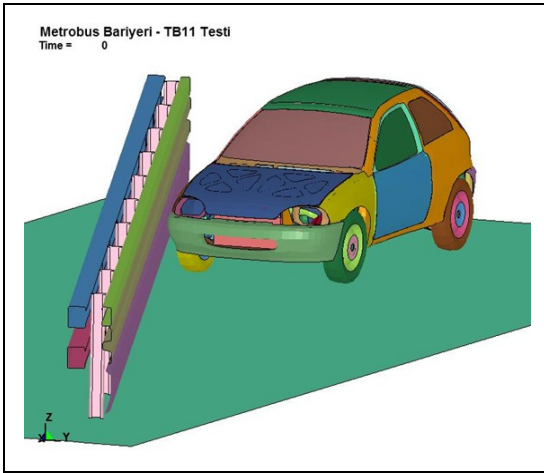


Şekil 7.2: Ağır Hizmet Tipi Otokorkuluk Sistemi tasarımı (D-100 yönü)

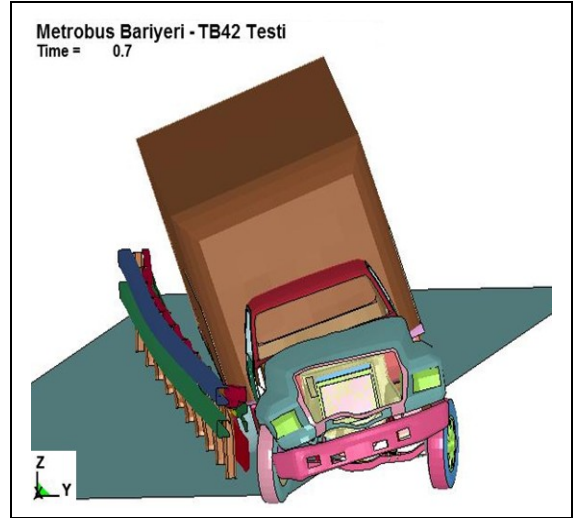
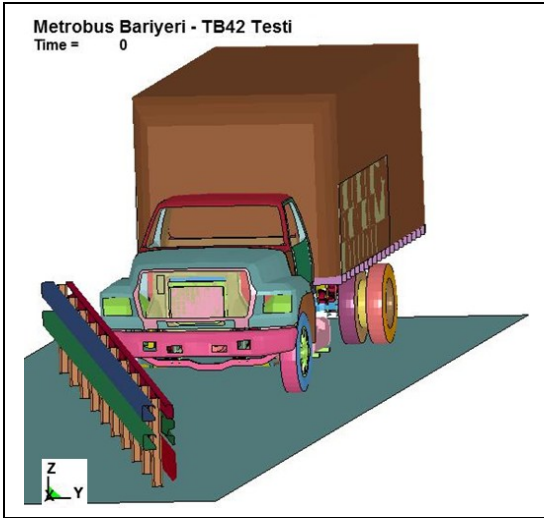


Şekil 7.3: Ağır Hizmet Tipi Otokorkuluk Sistemi tasarımı (Metrobüs yönü)

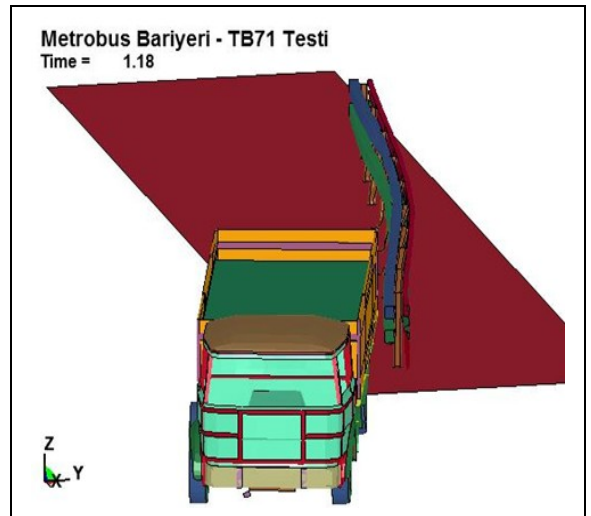
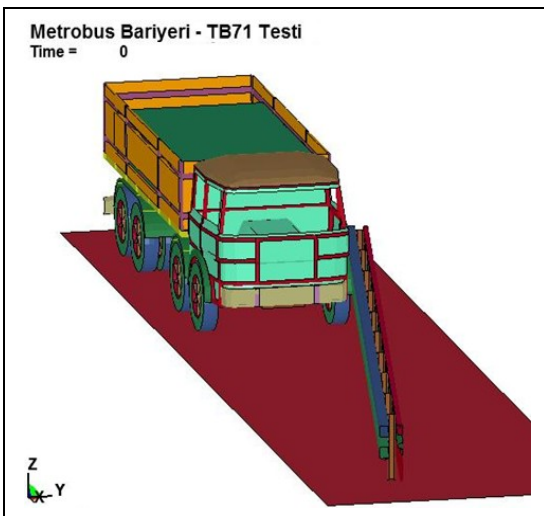
Detayları yukarıda verilen otokorkuluk sisteminde motosiklet kullanıcılarına yönelik emniyet tedbirleri düşünülmüştür. Aşağıda ise TS EN 1317 Standardını sağlayacak araç tipleri için yapılan çarpma testleri görülmektedir.



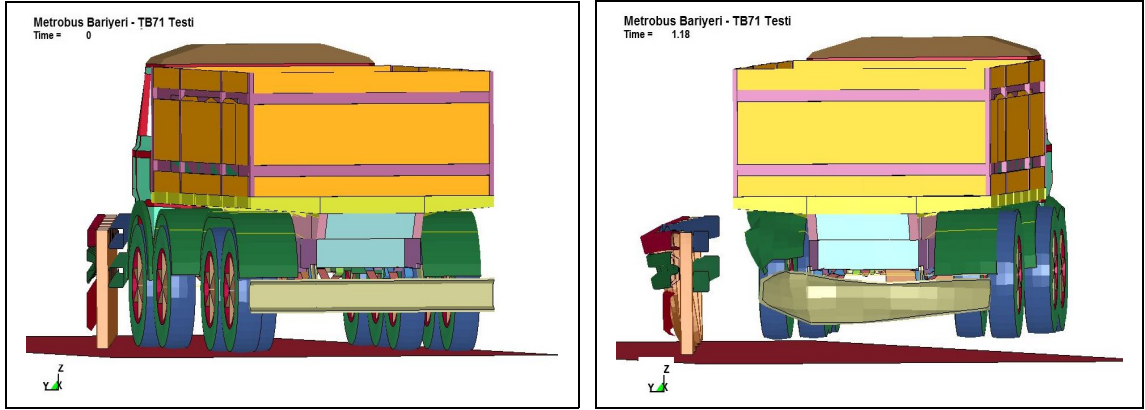
Şekil 7.4: Ağır Hizmet Tipi otokorkuluğun 900 kg'lık araç ile çarpma testi (TB11)



Şekil 7.5: Ağır Hizmet Tipi otok.luğun 10 ton'luk kamyon ile çarpma testi (TB41)



Şekil 7.6: Ağır Hizmet Tipi otok.luğun 30 ton'luk kamyon ile çarpma testi (TB71)



Şekil 7.7: Ağır Hizmet Tipi otok.luğun 30 ton'luk kamyon ile çarpma testi (TB71)

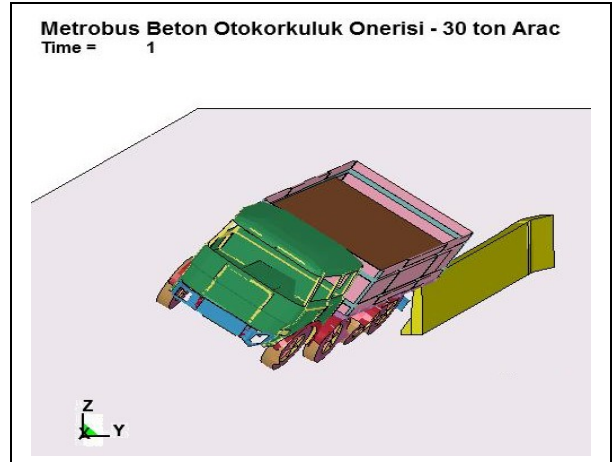
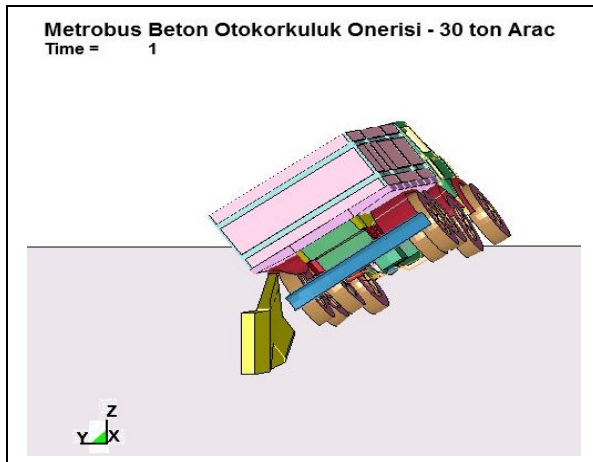
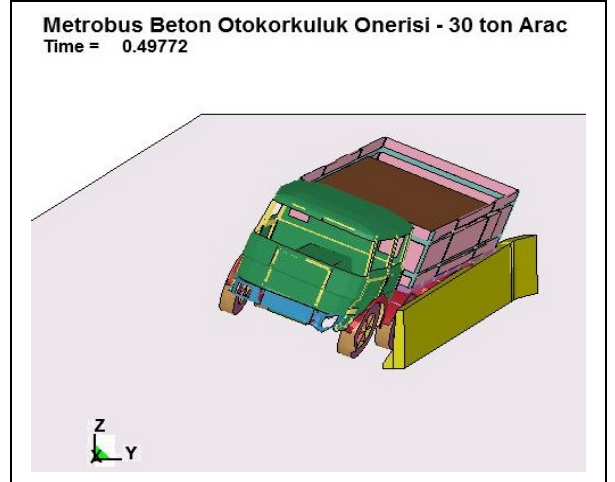
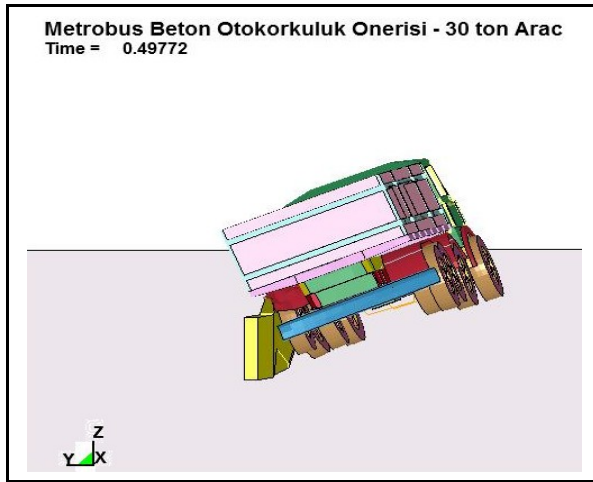
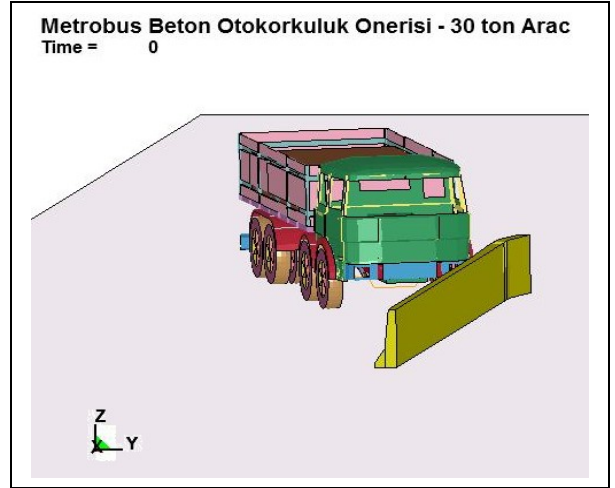
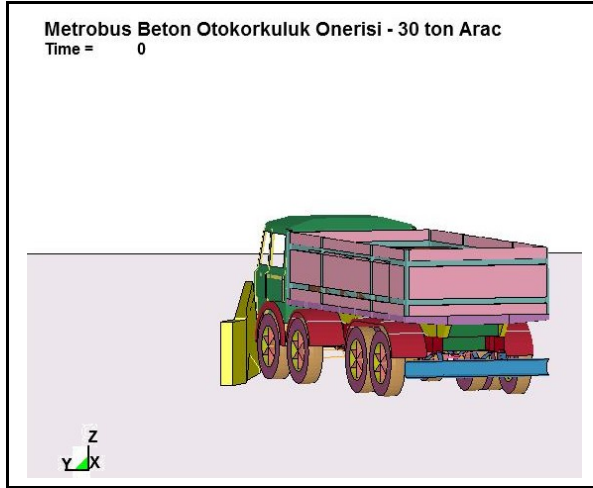
Parametre	TB11	TB42	TB71
Araç Cinsi	900 kg araba	10000 kg kamyon	30000 kg kamyon
Çarpma Hızı ve Açısı	100 km/sa, 20 derece	70 km/sa, 8 derece	65km/sa, 15 derece
Otokorkuluk Yanal Deformasyonu	W1 ($W \leq 0.6m$)	W1 ($W \leq 0.6m$)	W1 ($W \leq 0.6m$)
Çarpışma Şiddet Derecesi	A ($ASI \leq 1$ $THIV \leq 33$ $PHD \leq 20g$)	A ($ASI \leq 1$ $THIV \leq 33$ $PHD \leq 20g$)	A ($ASI \leq 1$ $THIV \leq 33$ $PHD \leq 20g$)

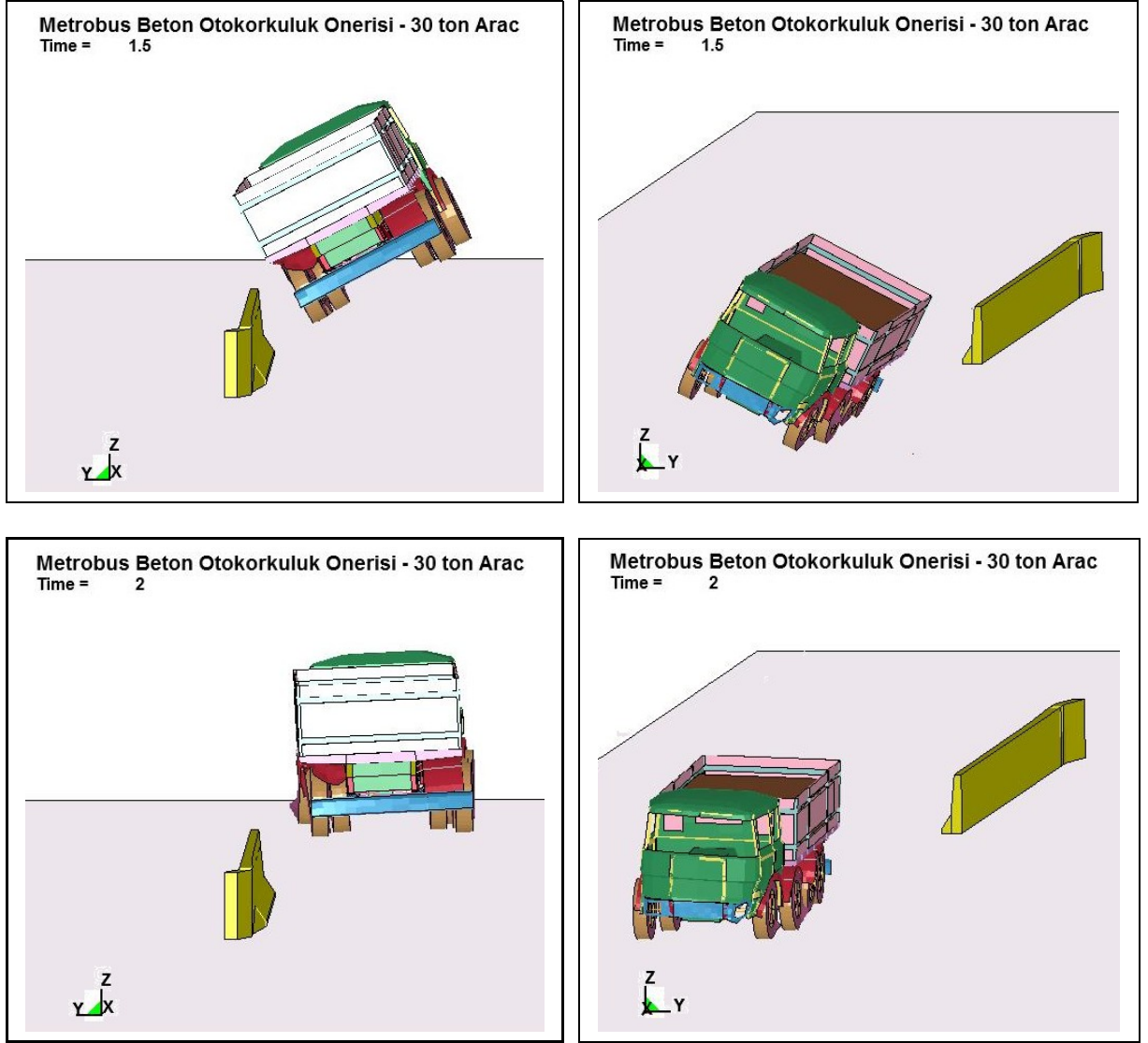
Gerçekleştirilen detaylı simülasyon sonuçlarına göre Metrobüs güzergahında ağır hizmet otokorkuluğu A sınıfı çarpışma şiddet derecesi göstermiş ve W1 yanıl deformasyonu yapmıştır.

Sistemin; H1, W1 ve H4a, W1 sınıfı şartlarını başarıyla sağladığı yapılan simülasyonda görülmektedir.

7.3. Alternatif Beton Otokorkuluk Sisteminin Analizi

New Jersey Beton Otokorkuluğunun 30.000 kg'lık kamyon ile çarpma testi aşağıda görülmektedir. Dökme beton olarak tasarlanan beton otokorkuluk için yüksekliğin 1050 mm olması sonucu olumlu kılmiştir.





Şekil 7.8: New Jersey Beton Otokorkuluğunun 30 ton'luk kamyon ile çarpma testine (TB71) ait 0-2 saniye arası görüntüler.

Parametre	TB71
Araç Cinsi	30000 kg kamyon
Çarpma Hızı ve Açısı	65km/sa, 15 derece
Otokorkuluk Yanal Deformasyonu	W1 ($W \leq 0.6m$)
Çarpışma Şiddet Derecesi	A ($ASI \leq 1$ $THIV \leq 33$ $PHD \leq 20g$)

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

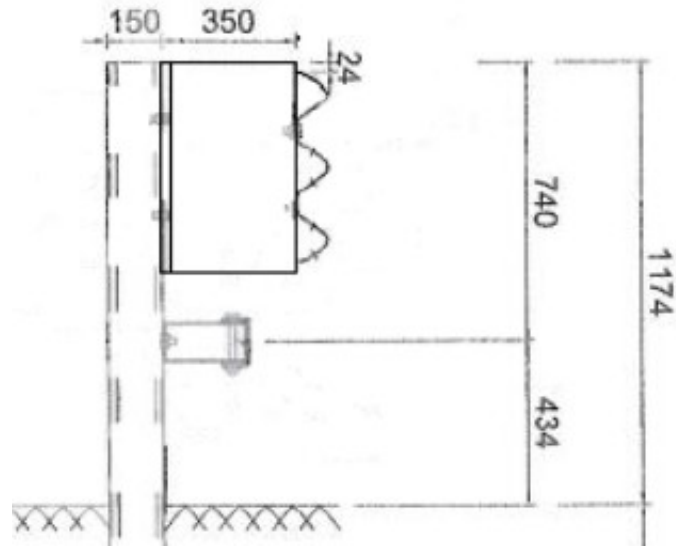
Karayolu tasarımlarında; yol boyunca aracın herhangi bir olumsuzlukta yol dışına çıkmaması için aracın sürücü tarafından kontrol edilebileceği geniş yol kenarları ve güvenlik alanları bulunmalıdır. Her karayolunda bulunması gereken bu güvenlik alanının araçların devrilmesini engelleyecek şekilde fazla eğimi olmayan bir tasarıma sahip olması gerekir. Yol kenarındaki bu alanda ayrıca sürücü ya da yolcuların yaralanmasına sebebiyet verecek tehlikeli cisimler bulunmamalıdır. D-100 karayolunda ve metrobüs hattında seyreden araçlar bu gibi güvenlik alanlarından mahrumdur. Bu durumda alternatif tasarımlar geliştirilmelidir.

Rijit sistemler kullanılarak çalışma genişliği (W) asgariye düşürülmelidir. Rijit sistemlerin tasarımları araçların takla atmasını önleyici ve araçların fazla hasar görmemesi üzere tasarlanmalıdır. Çalışma genişliğinin olmadığı D-100 karayolu ile metrobüs hattındaki araçların ters yönlü seyrettikleri ihmal edilmemelidir. Örneğin New Jersey tipi beton otokorkuluk tasarlanması durumunda metrobüsün otokorkuluğa çarpması durumunda darbeden dolayı açığa çıkacak beton parçalarının karşı yönden gelecek araçlara şarapnel tesiri yapmaması için gerekli tedbirlerin alınması gerekir. Bu tedbirler arasında beton blokların çelik raylarla desteklenmesi söylenilebilir.

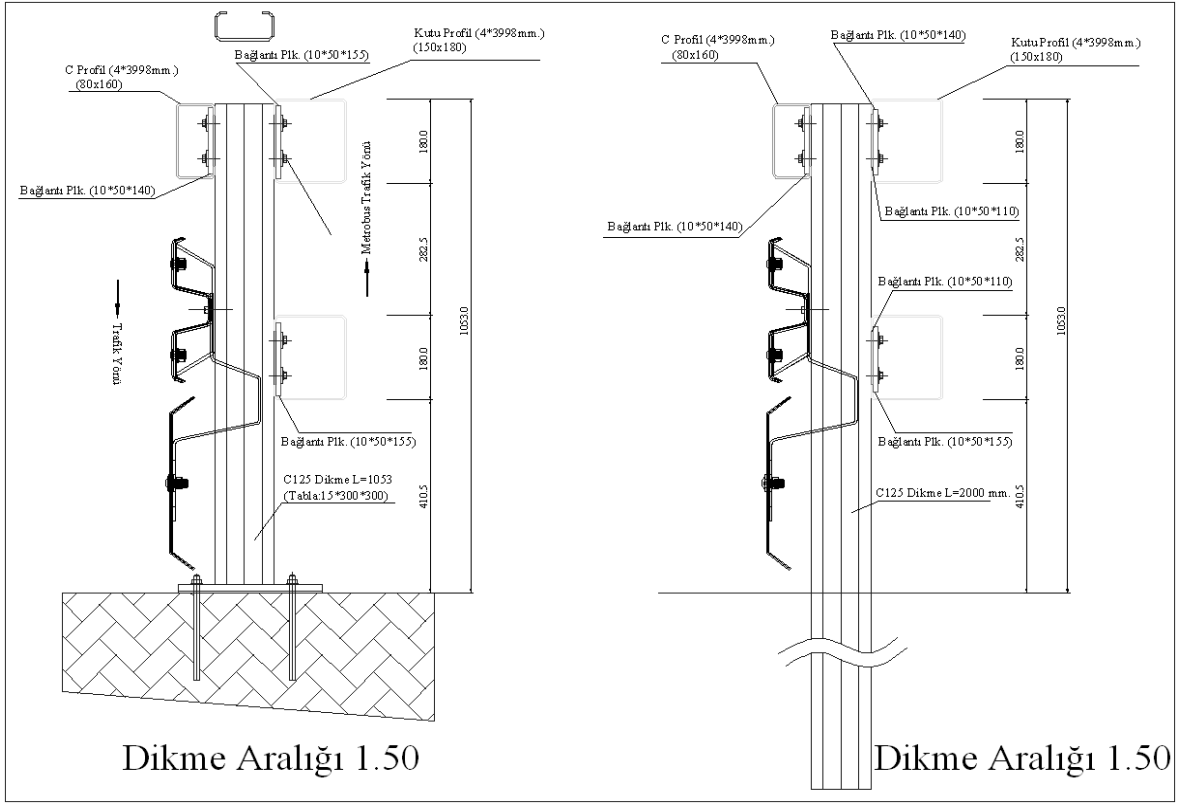


Şekil 8.1: Çift yönlü new jersey tipi otokorkuluk sistemi

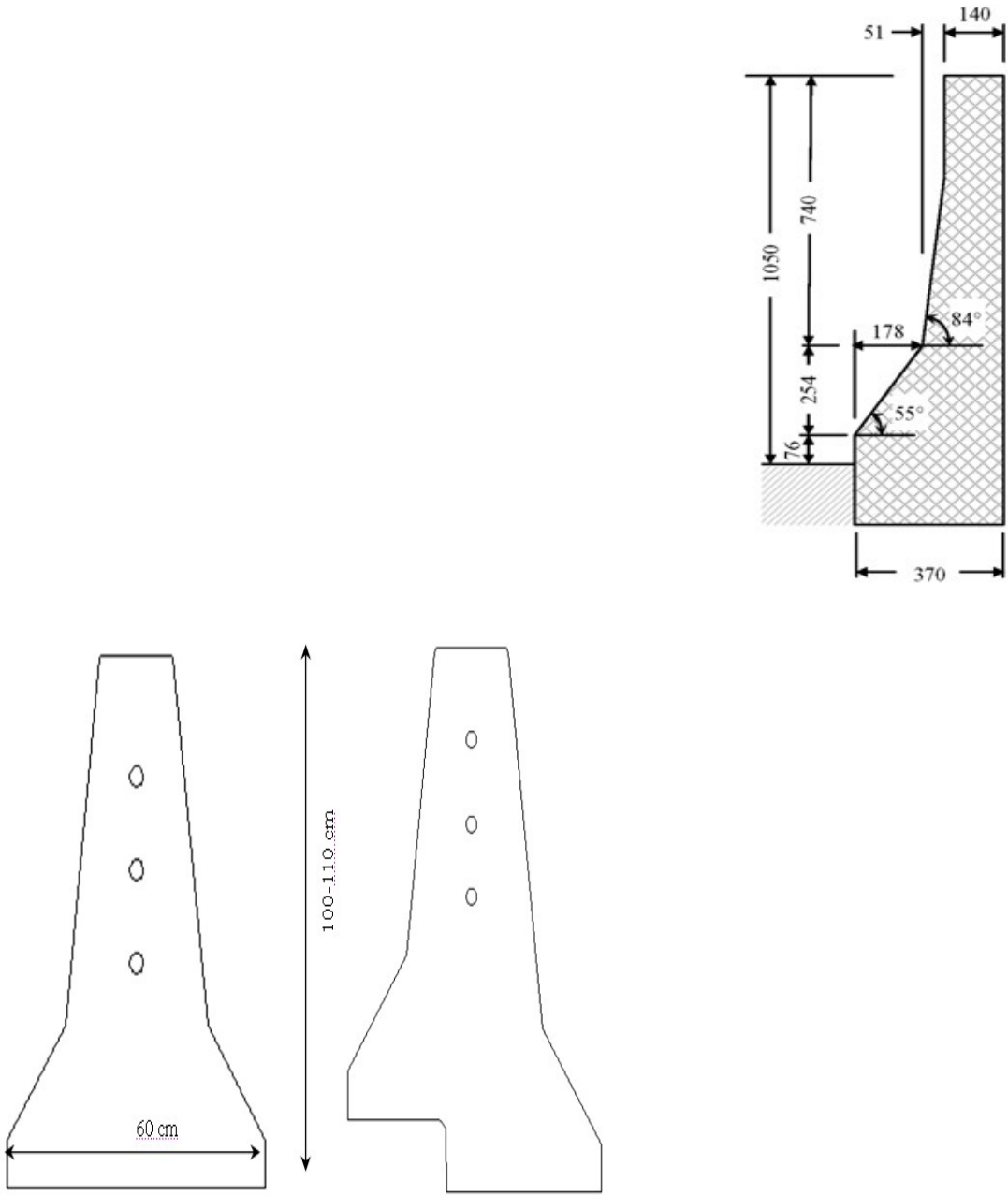
Ağırlıkları 18 ton ile 32 ton arasında değişen metrobüslerin çelik halatlı otokorkuluklar ile kendi güzergahlarında kalamadığı, ayrıca 900 kg ile 1500 kg ağırlığındaki binek araçları dahi D-100 karayolunda tutamadığı meydana gelen kazalarda görülmektedir. D-100 karayolu ile metrobüs hattını ayıran otokorkulukların ağır hizmet tipi otokorkuluklar veya new Jersey tipi beton otokorkuluklardan oluşması gerekmektedir. Beton otokorkulukların motosiklet sürücüleri içinde can güvenliği sağladığı bilinmekte olup, ağır hizmet tipi otokorkuluklarda ise motosiklet sürücülerinin can güvenliği için yerden 20-30 cm yükseklikte kiriş takozu veya buna benzer koruyucu tertibatların konulması gerekmektedir. Hali hazırda kullanılan çelik halatlı otokorkulukların asfalt üst kotundan yüksekliği; metrobüsler için sabit 75 cm olup, D-100 karayolu araçları için bu değer yer yer yükselmekte veya düşmektedir. Bu durum araçların çelik halatların altından geçmesi veya alçak yerlerde ise üstünden atlaması durumlarının meydana gelmesine neden olmaktadır. Halbuki ağır hizmet tipi otokorkuluk tasarımlarında otokorkuluğun üst noktası yerden en az 105,5 en çok 117,4 cm yükseklikte olmaktadır. Beton otokorkuluk (new jersey tipi) kullanılması halinde yol kotundaki değişiklikler dikkate alınmalı buna göre tasarımlarda değişikliğe gidilebilmelidir. Beton otokorkuluklar yukarıdaki simülasyonlarda yerinde dökme olarak değerlendirilmiştir. Tüm bu kriterlerin yanında seçim yapılmasını etkileyen araç miktarı, yoğunluk, araç cinsi, araç ağırlıkları yolun topoğrafisi, coğrafi konum, iklim şartları, tehlikeli alan tanımı ve mesafeler gibi birçok faktöründe değerlendirmeye alınması gereklidir. Bu faktörler değerlendirilmeden yapılacak otokorkuluk seçimi hatalı, uygulama ise yanlış olacaktır.



Şekil 8.2: 3N çelik raylı otokorkuluk sistemi



Şekil 8.3: Ağır Hizmet Tipi çelik raylı otokorkuluk sistemi



Şekil 8.4: Tek ve Çift taraflı New jersey tipi beton otokorkuluk sistemi

2009 yılı verilerine göre 1.etap metrobüs güzergahında toplam 960 adet otokorkuluk dikmesi onarımı İBB, Yol Bakım ve Onarım Müdürlüğünce yapılmış olup, en fazla yoğunluğun Yenibosna (Kuleli)-Sefaköy Metrobüs durakları arasında olduğu **Tablo 5.1** görülmektedir. Tablo 5.1 incelendiğinde; Yenibosna Metrobüs durağı ile Sefaköy Metrobüs durağı arasında 252 adet dikme, Zeytinburnu Metrobüs durağı ile İncirli Metrobüs durağı 150 adet dikme, Küçükçekmece Metrobüs durağı ile İ.E.T.T. Kampı Metrobüs durağı arasında 106 adet dikme ve Sefaköy Metrobüs durağı ile Florya (bağlar)

Metrobüs durağı arası 92 adet dikme onarımı yapılmıştır. Söz konusu bölgelerde onarılan otokorkuluklar o bölgelerdeki araç çarpmalarını yansıtmaktadır.

D-100 karayolunun asfaltlanması nedeniyle yol üst kotunun yükseldiği bu nedenle şosa üst kotundan 0,75 mt. olması gereken otokorkuluk yüksekliği standardı bozulmuştur. Bu nedenle otokorkulukların araçları yolda tutamadığı tespit edilmiştir. Noktasal bazda yoğunlukların yaşandığı yerlerin ise;

- Zeytinburnu metro önü,
- Merter (migros önü),
- Bahçelievler (Hizmet hastanesi karşısı),
- Cevizlibağ metrobüs durağı,
- Osmaniye Kavşağı,
- Çobançeşme opet önü,
- Çobançeşme fidanlığı önü,
- Sefaköy Gold master önü,
- Küçükçekmece Nikah salonu ve
- Avcılar Askerlik şubesi önü

olduğu görülmektedir. **Metrobüs güzergahı için önerilen ağır hizmet tipi otokorkuluk sistemlerinin veya beton otokorkuluk sistemlerinin güzergahın bütünü için yapılabilmesi maliyet açısından güç olsa da yukarıda zikredilen kaza yoğunluğunun fazla olduğu noktalarda uygulanması gerekmektedir. Ayrıca planlanmakta olan Avcılar-Beylikdüzü Metrobüs Hattı projesinde yukarıda bahsedilen ağır hizmet tipi ya da beton otokorkulukların kullanılmasının uygun olacağı anlaşılmaktadır.**

Karayolu tasarımı, sürücülerden makul taleplerde bulunmalı, doğru beklentilere katkıda bulunmalı ve taşıtın yolu terk etmesi durumunda "koruyucu" olmalıdır. Karayolu donanımı, yeterli görüş açısı sağlamalı, algılamayı kolaylaştırmalı ve kazaların sonuçlarını hafifletmelidir. Buna, yatay işaretlemeler, düşey işaretlemeler ve ışıklar, yol aydınlatması ve otokorkuluklar dahildir. Bu bağlamda metrobüs hattındaki çelik halatlı otokorkulukların araçları kendi güzergahında tutmadığı, kaza anında karşı yöne

geçirdiğinden uygulamanın yanlış olduğu anlaşılmakta olup, gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.

İstanbul'da trafiğini rahatlatmak amacıyla yapılan [metrobüs](#) hattının çevresindeki çelik halatlardan oluşan otokorkuluklar, iki motosiklet sürücüsünün kafalarının koparak feci neden olmuştur. Birisi İncirli mevkiî diğeri ise Cevizlibağ mevkiî Haliç Köprüsü istikametinde meydana gelen kazalar ile ayrıca, kayda geçen ve yukarıda zikredilen kazaların uyarıcı olması gerekmektedir. Sürücüler tarafından yapılan hatalar kazaların hemen hemen hepsinde ortaktır. Netice itibariyle, bazı durumlarda tüm yol kullanıcılarından trafik kazalarına sebep olabilecek hatalar yapmaları beklenebilir. Bu tür ortak insan hatalarının ölümlü kazalar ile ciddi yaralanmalara yol açtığı bir karayolu güvelik sistemi kabul edilemez. Olağan insan hataları felaketlere yol açmamalıdır.

KAYNAKÇA

Kitaplar

Prof. Dr. Atahan A.O., 2009. Effect of permanent jersey-shaped concrete barrier height on heavy vehicle post-impact stability, *Int. J. Heavy Vehicle Systems*, Vol. 16, Nos. 1/2, pp.243–257.

American Association of state Highway and Transportation Officials, Guide For Selecting, Locating, And Designing Traffic Barriers. 1977.

LSTC, Livermore Software Technology Corporation, 2009. LS-DYNA Programı kullanıcı el kitabı, Livermore, California.

KGM, 2002. Karayolunda Pasif Koruma Tertibatları Hakkında Çeviri Bilgileri (Çelik Ve Beton Otokorkulukları), Ankara.

KGM, 2007. Karayolu Trafik Güvenliği Kontrol El Kitabı, Ankara.

KGM, 2005. Karayolu Tasarım El Kitabı, Ankara.

SweRoad, 2000. Trafik Güvenliği Projesi, Ankara.

Bahçeşehir Ünv., 2009. Karayollarında Trafik Güvenliği: “Otokorkuluklar” Raporu
Ulaştırma Bakanlığı, 2009. 2008 Trafik Ve Ulaşım Bilgileri, Ankara.

Cansız, Ö.F., 2003. “Kuvvetli-Ahşap Dikmeler Sahip Otokorkuluk Sistemlerinde Çarpışma Deneyi Davranışının Sanal Ortamda İyileştirilmesi” yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Antakya.

Terzi, N.U., 2002. “Drenaj Yetersizliğinin Yol Üstyapısına Ve Trafik Güvenliğine Etkilerinin Araştırılması”, yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ünv, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Niğde.

Siteler

<http://www.ibb.gov.tr>

<http://www.lstc.com>

<http://www.kgm.gov.tr>

<http://www.iett.gov.tr/metin.php?no=191>

www.wikipedia.org

<http://www.haberler.com>

<http://www.timeturk.com>

<http://www.tumgazeteler.com/?a=5031584>

<http://www.haberler.com/video-haber/video.asp?id=2051627>

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Samsun'da doğdu. İlkokulu Samsun Merkez Necati Bey İlkokulunda, Orta öğrenimi Samsun Merkez İmam Hatip orta okulunda, Lise öğrenimini Samsun Merkez Mithat Paşa Lisesinde tamamladı. Üniversite öğrenimini Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümünden 2005 yılında mezun olarak tamamladı. Aynı yıl, Siirt Jandarma Komando Özel Harekat Taburunda 307 kısa dönem çavuş olarak askeri görevini yerine getirdi. Ağustos 2006 yılında Ankara OSTİM'de TÜRKAK'tan akredite olmuş Çevre Laboratuvarında deney sorumlusu olarak 1 yıl görev yaptı. Ağustos 2007 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Yol Bakım ve Onarım Müdürlüğünde Kontrol Mühendisi olarak göreve başladı. Halen bu görevine devam etmektedir. Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Yüksek Lisans programına 2008 yılında başlayan Oktay MUTLU evli ve İstanbul'da ikamet etmektedir.